

2096

NINA Rapport

Introduksjon av Sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En supplerende undersøkelse

Bjørn Walseng
Trygve Hesthagen
Birger Skjelbred



nEQR	Tot-P	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
2018	0,82	0,76	1,00	0,92	0,88
2019	0,56	0,38	0,25	0,38	0,32
2020	0,83	0,68	0,37	0,59	0,53
2021	0,56	0,74	0,48	0,80	0,61

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 Sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En supplerende undersøkelse

Bjørn Walseng
Trygve Hesthagen
Birger Skjelbred

Walseng, B. Hesthagen, T. & Skjelbred, B. 2022. Introduksjon av sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En supplerende undersøkelse. NINA Rapport 2096. Norsk institutt for naturforskning

Oslo, januar 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4884-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Thomas Correll Jensen

ANSVARLIG SIGNATUR

Kristin Thorsrud Teien (forskningsjef)

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Fylkesmannen i Agder

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Lillian Raudsandmoen og Frode Kroglund

FORSIDEBILDE

Bjørn Walseng (Solbergvann samt Trygve Hesthagen med garnfangsten fra Kigevannet, kun sørv).

Tabellen viser normaliserte EQR-verdier (nEQR) for planteplanktonet i Solbergvann basert på gjennomsnittsverdier fra vekstsesongene

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
Sogsneveien 68
0855 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. & Skjelbred, B. 2022. Introduksjon av sørv (*Scardinius erythrophthalmus*) – en katastrofe eller kun til irritasjon? En supplerende undersøkelse. – NINA rapport 2096. Norsk institutt for naturforskning

Rapporten presenterer utviklingen over fire år (2018-2021) i to ørret/abbor/suter vann der sørv er blitt introdusert, i tillegg til tre ørretvann der sørv er introdusert i ett av dem. Sørv kan opptre i store tettheter og har tilhold i strandsonen der den er konkurrent med stedeegne fiskearter. Disse kan være særlig sårbare i den første perioden etter plommesekkstadiet. I Kollakstjernsom ligger under marin grense sør for Arendal, ble sørv introdusert for 10-15 år siden. Prøvefisket i 2019 og 2021 viste total dominans av sørv, og i 2021 ble det kun fanget én abbor og én ørret. Tilstanden mht. planteplankton har gått fra «dårlig» til «moderat», mens tilstanden for fosfor («god») har vært stabil. Strandsonen var tilnærmet rensket for større krepsdyr. I Solbergvann ble sørv introdusert i ca. 2014. Vannet ligger også under marin grense nær Arendal sentrum. I 2019 dominerte sørv over abbor. Vannet har hatt en gunstig vannkvalitet tidligere. Tilstanden for planteplankton gikk fra «svært god» i 2018 til «dårlig» i 2019, samtidig som siktedypet nesten ble halvert. I 2021 var abbor blitt mest tallrik, mens yngre årsklasser av sørv var nesten helt fraværende. Mageinnholdet til større abbor (30-35 cm) viste at disse ernærte seg av sørv. Tilstanden for planteplankton var blitt bedre, «moderat» i 2020 og «god» i 2021, mens tilstanden for fosfor var «dårlig». Litoralsonen manglet større krepsdyr, mens planktonsamfunnet tilsynelatende var uberørt av sørv. Bestanden av suter synes ikke å ha blitt berørt av introduksjonen av sørv i verken Kollakstjern eller Solbergvann. Kigevannet er en kystnær lokalitet under marin grense sørøst av Mandal, kjent som et godt ørretvann før introduksjon av sørv på 1980-tallet. I 2010 var det fortsatt ørret i vannet til tross for dominans av sørv, men i 2021 ble det kun fanget sørv og da i høyt antall. Siktedypet var kun 1,2 m i oktober og tilstanden både med hensyn til fosfor og planteplankton var «dårlig». Mens planktonet var totalt dominert av store dafnier, var strandsonen nesten fri for større krepsdyr. Mageanalyser viste at enkelte sørv likevel ernærte seg av dafnier. Det må bety at enten skjer det en vertikalvandring av dafnier inn i strandsonen, eller så beveger sørven seg ut i de fri vannmasser for å spise. Homsvatnet ligger over marin grense nordvest av Mandal og representerer et ørretvann uten sørv. Vannet har i dag en vannkvalitet og et krepsdyrsamfunn som indikerer at under forsureningen på siste halvdel av 1900-tallet har vannet vært forsureningsskadet. Lengdefordelingen tyder på at vannet er overbefolket av ørret, som beskrevet av grunneier, selv om prøvefisket ga overraskende få individer. I motsetning til vannene med sørv, hadde Homsvatnet større krepsdyr i strandsonen, og både med hensyn til fosfor og planteplankton var tilstanden «svært god». Isumstadvatnet, som ligger vest av Homsvatnet og tilhører Sjølingstadvassdraget, var antatt å ha sørv i tillegg til ørret. Sørv er kjent fra vann oppstrøms. Det ble imidlertid ikke tatt sørv på prøvefisket, og tettheten av større krepsdyr i strandsonen indikerte heller ikke forekomst av sørv. Isumstadvatnet har en god ørretbestand, i tillegg til at det ble tatt én sjøørret og ni laksunger. Sjøllingsstadbekken er kjent som et godt sjørettvassdrag.

Bjørn Walseng, NINA, Sognsveien 68, N 0855 Oslo
Trygve Hesthagen, NINA, Postboks 5685 Torgarden, N-7485 Trondheim
Birger Skjelbred, NIVA, Økernveien 94, N-0579 Oslo

Abstract

Walseng, B. Hesthagen, T. & Skjelbred, B. 2022. Do trout and perch respond different when a lake is invaded by rudd (*Scardinius erythrophthalmus*). NINA report 2096. Norwegian Institute for Nature Research

This report presents the change in state over four years (2018-2021) in two lakes that have been invaded by rudd in southernmost Norway. Before invasion the fish stock in both lakes were made up by brown trout, perch and tench. We also sampled three pure brown trout lakes out of which one has been introduced by rudd. Rudd is known as a species that after few years may occur in high numbers, mainly in the littoral zone where it is a strong competitor to local fish stocks. In lake Kollakstjern, situated below the marine border close to Arendal, rudd was introduced 10-15 year ago. Test-fishing in 2019 and 2021 showed a total dominance of rudd, and in 2021 only one specimen of respectively brown trout and perch, was caught. The ecological status based on phytoplankton has changed from "bad" to moderate, while the status for phosphorus has been stable ("good"). The littoral zone was almost devoid of large crustaceans (> 1mm). In lake Solbergvann, situated below the marine border close to Arendal, rudd was introduced around 2014. In 2019 the lake was dominated by rudd. The ecological state based on phytoplankton changed from "very good" in 2018 to "bad" in 2019, simultaneously as secchi depth was halved. In 2021, perch occurred in highest number, while young age-classes of rudd were almost absent. Stomach content of larger perch (30-35 cm) indicated a diet consisting of young specimens of rudd. Lake state based on phytoplankton had changed from "moderate" in 2020 to "good" in 2021, while lake state for phosphorous surprisingly was "bad". The littoral zone was more or less devoid of large crustaceans (> 1mm), while the pelagial have been rich in crustaceans during the entire study period. The stock of tench seems not to have been affected by rudd neither in lake Kollakstjern or lake Solbergvann. Lake Kigevannet is situated close to the sea southeast of Mandal, and until rudd was introduced in the 1980s, it had a viable stock of brown trout. Test-fishing in 2010 ascertained that the lake still supported a population of brown trout, although rudd had become the dominating species. In 2021, however, no brown trout was captured, while rudd occurred in high numbers. Secchi depth in October 2021 was 1.2 m and the lake state based on both phosphorous and phytoplankton was «bad». While the zooplankton was totally dominated by large daphnids, the littoral was almost free for crustacean. Analyses of gut content of rudd showed that daphnids was found in some individuals. It means that either there is a horizontal migration by daphnids between the pelagial and littoral zone, or rudd may nourish in both habitats. Lake Homsvatnet is located above the marine border northeast of Mandal, and represent a pure brown trout lake. Chemical parameters and the composition of crustaceans indicate that the lake has suffered from acidification during the last part of the 1900 century. The composition of brown trout based on length indicated a dense population, which is in contrast to the test-fishing which only gave a low number of individuals. Crustaceans >1 mm was found in high numbers in the littoral zone and the lakes state based on both phosphorous and phytoplankton was "very good". Lake Isumstadvatnet, which is found west of lake Homsvatnet and belongs to the same catchment, was assumed to have been invaded by rudd since it is found in lakes upstream. This happened not to be true. The lake had a viable population of brown trout, in addition nine salmon parr and one sea trout were caught. The river system is well known for its sea trout population. To conclude, the local fish populations of brown trout and perch seem to have capitulated in competition with rudd in both the lakes Kollakstjern and Lake Kigevannet. However, in Lake Solbergvann, rudd might be in retreat caused by predation from perch. The next few years may give more information concerning the fate of the native fish stocks in this lake. The lake Isumstadvatnet has not yet been invaded by rudd. However, there is a high risk that this will happen in the near future as rudd is found in lakes further upstream in the same catchment.

Bjørn Walseng, NINA, Sognsveien 68, N 0855 Oslo
Trygve Hesthagen, NINA, Postboks 5685 Torgarden, N-7485 Trondheim
Birger Skjelbred, NIVA, Økernveien 94, N-0579 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.....	10
2.3.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser.....	10
2.3.2 Planteplankton (Fytoplankton).....	10
2.3.3 Krepssdyr.....	11
2.3.4 Fisk.....	11
3 Resultater og diskusjon	13
3.1 Vannkemi	13
3.2 Krepssdyr.....	16
3.2.1 Registrerte arter	16
3.2.2 Planktonsamfunnene	18
3.2.3 Litoralsamfunnet	20
3.2.4 Tetthet og størrelsesforskjeller	21
3.3 Fisk	23
3.3.1 Artsinventar	23
3.3.2 Fangst	23
3.3.3 Lengdefordelingen	24
3.3.4 Mageprøver.....	25
4 Enkeltlokaliteter	26
4.1 Kollakstjern	26
4.2 Solbergvann.....	30
4.3 Kigevannet.....	34
4.4 Homsvatnet.....	38
4.5 Isumstadvatnet	42
5 Oppsummering og konklusjon	46
6 Referanser	47

Forord

Sørv har blitt innført til en rekke vann på Sørlandet i løpet av de siste tiårene. Norsk institutt for naturforskning (NINA) hadde som oppdrag fra Fylkesmannen i Agder i 2018 å kartlegge krepsdyrfaunaen i 20 vann i fylket, ti med og ti uten sørv, i Arendal kommune. Som en oppfølging til dette prosjektet ble det i 2019 utført en mer intensiv undersøkelse i ti av disse vannene. To av disse; Kollakstjern og Solbergvann, viste en så dramatisk respons på introduksjon av sørv at de er blitt fulgt opp i 2020 og 2021. I 2018 og 2019 var abbor dominerende art ved siden av sørv. I 2021 ble tre vann uten abbor, men med ørret undersøkt, alle i Mandal kommune.

Vi vil rette en spesiell takk til Fredrik Gustavsen som deltok i forbindelse med prøv fisket i august, og til Elina Lungrin som deltok under feltarbeidet både i juni og oktober. En takk går også til Francesca Pilotto for hjelp til analyser.

Til slutt takker vi for godt samarbeid med Lillian Raudsandmoen og Frode Kroglund, som har vært oppdragsgivers kontaktpersoner hos Statsforvalteren i Agder.

Januar 2022
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 av grunneiere, lokale fiskeforeninger og den offentlige forvaltningen. Et overvåkingsprogram ble igangsatt før år 2000 (Hesthagen & 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 & Hesthagen 2012). Samlet danner dette grunnlaget for en handlingsplan i daværende Aust-Agder (Anonym 2014). Pr. 2012 var det minst 150 vannforekomster av fremmede fiskearter i Aust-Agder. Utsagnet "Kunnskapen rundt de økologiske virkningene av spredning av gjedde og karpfisk er meget begrenset i Norge" (Nilssen & Wærvågen 2001), er fortsatt aktuelt.

Sørven tilhører karpfamilien 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 oftest er knyttet til vegetasjonsrike partier av strandsonen. De yngste individene (0+ og 1+) ernærer seg hovedsakelig på små krepsdyr (Walseng mfl. 2020). Ifølge Garcia-Berthou & Moreno-Amich (2000) spiser eldre individer gjerne plantemateriale og detritus, men dyreplankton og bunndyr inngår også i dietten. 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). 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).

Sørven er i dag i en ekspansjonsfase og har kommet inn i mange vann på Sørlandet (Kleiven & Hesthagen 2012). Den 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 førfisk 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 lavereliggende 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).

Sørv ble innført til Lunde vannet, nederst i Vegårdsvassdraget, rundt 1940 og «formerte seg voldsomt» (Nævestad 1984). I Arendals-området etablerte sørv seg sannsynligvis fra 1970-tallet og utover, der 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, hvor det noen få år senere hadde etablert seg 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 også etablert seg i flere vann lengre vest på Sørlandet, i tidligere Vest-Agder, bl.a. i Kigevannet der den kom inn allerede tidlig på 1980-tallet. I Rogaland ble sørv innført på 1960-tallet, der den nå er påvist i 15-20 lokaliteter (Hesthagen & Sandlund 2012).

I 2018 og 2019 ble det gjennomført ferskvannbiologiske studier med utgangspunkt i 20 vann i Aust-Agder, ti med og ti uten sørv. I 2018 var det kun vannkjemi og krepsdyr som ble undersøkt, og det ble konkludert med at både med hensyn til artssammensetning og dominansforhold var det forskjeller mellom vannene med og uten sørv (Walseng & Jensen 2018). I 2019 ble det kun fokusert på de ti vannene som hadde sørv, og denne gangen ble det i tillegg til vannkjemi og krepsdyr også tatt planteplankton-prøver, samt at syv av vannene ble prøvefisket. I Solbergvann ble siktedypet drastisk redusert fra 2018 til 2019, og tilstanden basert på fosforinnhold hadde forverret seg. En totalvurdering basert på planteplankton konkluderte med tilstanden «dårlig» i både Solbergvann og Kollakstjern. I Solbergvann fikk vi bl.a. en oppblomstring av blågrønnalger. Også med hensyn til dominans og sammensetning av krepsdyr, skilte de to vannene seg ut. Sørv var dominerende fiskeart i begge vann.

Etter undersøkelsene i 2018 og 2019 ble det reist flere hypoteser rundt mulige scenarier etter introduksjon av sørv. En mulighet var at det etter noen år vil etablere seg et skåkrepssamfunn som befant seg et sted mellom det opprinnelige, og den i en tidlig etableringsfase med en oppblomstring av sørv. Dette kunne forventes å føre til alvorlige konsekvenser for miljøtilstanden i en lokalitet. En alternativ hypotese var at morfologien til innsjøen vil bestemme hva slags biologisk samfunn vi ville 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 leveområde. I slike vann vil sørven kunne bli et attraktivt bytte dersom tidlige stadier av stedegen fisk som ørret og abbor overlever i konkurranse med sørv. Opplysninger fra lokale informanter indikerer at begge artene har økt i størrelse etter introduksjon av sørv.

Det er fortsatt mange spørsmål knyttet til konsekvensene ved at sørv etablerer seg i vann som har vært viktige både med tanke på rekreasjon og fiske for lokalbefolkningen. Det ble derfor søkt om midler til en oppfølging av undersøkelsene i Solbergvann og Kollakstjern, der vannkvalitet og biota har respondert kraftig etter at sørv kom inn for få år siden (Walseng & Jensen 2018, Walseng mfl. 2020). I tillegg ønsket vi å se på hva som skjer i rene ørretvann når sørven etablerer seg. Siden de fleste vann øst for Mandal har abbor, måtte vi velge tre ørretlokaliteter i den vestlige delen av Agder med og uten sørv.

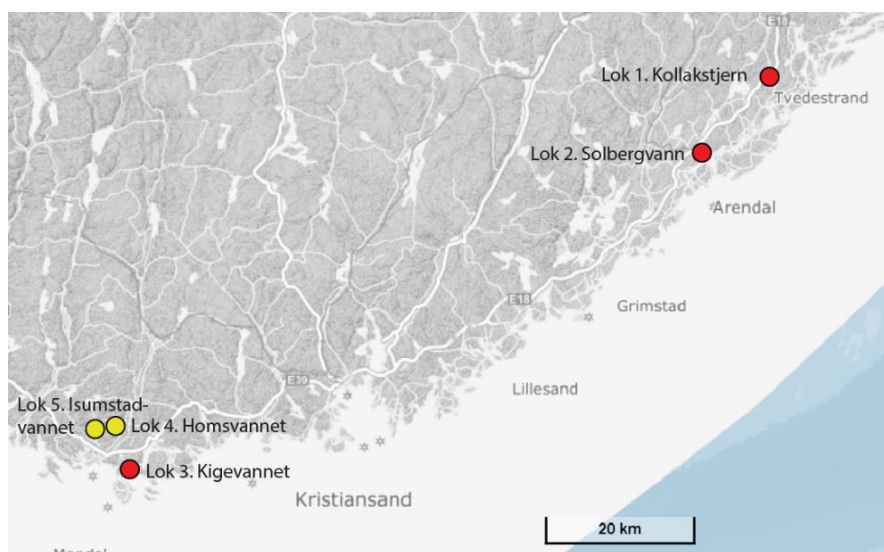
2 Materiale og metoder

2.1 Lokalteter

Til sammen fem lokaliteter ble undersøkt med hensyn på kjemi, planteplankton, planktoniske og litorale krepsdyr, samt fisk i 2021 (**figur 1, tabell 1**). Fra to av lokalitetene, Solbergvann og Kollakstjern, foreligger det også data fra tre besøk i 2020 som omfatter alle variabler med unntak av fisk. Disse vannene ble også undersøkt i 2018 (Walseng & Jensen 2018) og 2019 (Walseng mfl. 2020). De tre ørretlokalitetene, Kigevannet, Homsvatnet og Isumstadvatnet, som ble undersøkt for første gang, ligger alle i Mandal kommune.

Kollakstjern, Solbergvann og Kigevannet ligger under marin grense (1-34 moh.), mens Homsvatnet og Isumstadvatnet ligger over marin grense, henholdsvis 146 og 137 moh. Maks dyp varierte fra 7,4 m i Kollakstjern til 32,4 m i Homsvatnet. Kollakstjern har det minste nedbørfelt ($<0,1 \text{ km}^2$), mens nedbørfeltet som drenerer til Isumstadvatnet er på 22 km^2 . Bekken fra Kollakstjern renner sørover med utløp i havet nord for Sjøverstø sør for Tvedestrand. Solbergvann har utløp i sørøst og renner via Biebekken til utløp i nordenden av Hølen. Kigevannet renner sørover til Kilen øst for Mandal, mens Homsvatnet ligger oppstrøms Isumstadvatnet som drenerer via Storbekken med utløp i Skogsfjorden vest av Mandal.

For en nærmere beskrivelse av den enkelte lokalitet henvises det til kapittel 4. Alle lokaliteter ble besøkt tre ganger, i periodene 21.-23. juni, 16.-19. august og 6.-7. oktober 2021.



Figur 1. Lokalitetenes plassering der lok. 1–3 har sørv (rød), mens 4 og 5 er uten sørv (gul).

Tabell 1. Noen karakteristiske data for de undersøkte lokalitetene i 2021.

	vann-ID	vassdrag.nr.	hoh	areal (ha)	maks dyp (m)	nedbørfelt (km ²)	
1	Kollakstjern	10372	018.711	27	3,1	7,4	0,56
2	Solbergvann	10732	019.124Z	34	6,0	18,2	5,48
3	Kigevannet	158735	022.322	2	7,0	8,6	2,43
4	Homsvatnet	11652	022.4B	146	9,8	32,4	1,49
5	Isumstadvatnet	11684	022.4A	37	22,7	22,4	21,45

2.2 Berggrunn og løsmasser

Berggrunnen i hele den sørlige delen av Sørlandet består av grunnfjell. Gneis dominerer, men også amfibolitt, som er dannet ved metamorfose av basiske bergarter som gabbro, basalt og kalkrike sediment, kan forekomme. Dette er tungt nedbrytbare bergarter, men der amfibolitt, som er dannet ved metamorfose av blant annet kalkstein, kan bidra positivt til vannkvaliteten. Berggrunnen rundt Solbergvann består av grå amfibolitt i vest og av båndgneis, lokalt med skarn og magnetitt i øst. Kigevannet og Isumstadvatnet drenerer en berggrunn bestående av stedvis migmatittisk båndgneis, der det også kan finnes innslag av amfibolitt.

Kollakstjern ligger i et område der grunnfjellet er dominert av granittisk-, granodiorittisk gneis med innslag av migmatitt, mens berggrunnen rundt Homsvatnet i hovedsak består av biotitt-granitt i tillegg mindre områder med øyegneis.

Marin grense synker mot vest. Ved Kollakstjern i øst går den ved ca. 80 moh., mens den i området rundt Mandal, der Kigevannet, Homsvatnet og Isumstadvatnet ligger, går ved ca. 10 moh. 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.

Kollakstjern er omkranset av et usammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger. Langs den østlige delen er det imidlertid kort avstand til bart fjell. I nord er området rundt Solbergvann dominert av bart fjell, mens det i vest er et lite område med både myr og et varierende dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger. Langs den sørlige delen av Kigevannet dominerer et usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale. Torvdekke og bart berg dominerer langs nordsiden av vannet.

I både den østlige og vestlige delen av Isumstadvatnet finner vi et usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale. Langs med innløpsbekken i den vestlige delen finner vi mektigere morenelag som kan være fra 0,5 til flere titalls meter dypt. I den østlige delen av Homsvatnet samt i et mindre område ved utløpet, finner vi også et usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale.

En mer detaljert beskrivelse av berggrunn og løsmasser følger i kapitlene som omhandler hvert av de undersøkte vannene.

2.3 Metoder

2.3.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser

En vannprøve fra en blandprøve ned til fire m dyp ble tatt i alle lokaliteter ved alle besøk, det vil si i juni, august og september/oktober 2020 og 2021. I tillegg ble det tatt to prøver i 2018 og tre prøver i 2019 fra Kollakstjern og Solbergvann. Vannprøvene ble analysert på pH, konduktivitet, alkalitet, Ca, Mg, K, Na, Sulfat, Nitrat+nitritt, Cl, TOC, LAI (uorganisk Al), total fosfor (Tot-P) og totalnitrogen (Tot-N). Analysene ble gjort av VestfoldLAB AS. Oksygen og temperatur fra overflate til bunn ble målt i juni og oktober i 2021 (**vedlegg 2**).

2.3.2 Planteplankton (Fytoplankton)

Prøvetakingen ble foretatt i henhold til standard prosedyre (NS-EN 16698:2015) med blandprøve (0-4 m) 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 Krepssdyr

To planktonprøver ble tatt med håvtrekk (maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm) fra bunnen 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, august og oktober til samme tid som vannprøvene og phytoplanktonprøvene ble tatt.

Individuelle krepssdyrprøver 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 hoppekrepssene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og små copepoditter er ikke artsbestemt.

Artssammensetningen i de fem lokalitetene for hvert av de undersøkte årene ble lagt til grunn for en Principal Component Analysis (PCA) ved å bruke funksjonen "prcomp" i R (R Core Team, 2020). I 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. Her ble funksjonen "envfit" i R pakken "vegan" benyttet (Oksanen et al., 2020).

2.3.4 Fisk

I Kollakstjern og Solbergvann som ble prøvofisket i 2019, var sørv rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) den mest tallrike arten, kun få år etter at den var introdusert. Begge lokalitetene har tidligere vært det som kan kategoriseres som abborvann (*Perca fluviatilis*), en art som fortsatt var til stede. I 2021 ønsket vi i tillegg å sette søkelyset på ørretvann uten abbor, hvilket utelukker de fleste vannene som ligger øst for Mandal. Vi landet på tre vann, blant annet Kigevannet, der de første sikre registreringene av sørv i Mandalsområdet ble gjort (Hesthagen & Østborg 2002). Utsettingen kan ha skjedd på slutten av 1980-tallet (Kenneth Bringsdal pers. medd.). På den tiden ble det observert utenlandske fiskere som brukte sørv som agnfisk. I tillegg antok vi at det med stor sannsynlighet fantes sørv i Isumstadvatnet, idet arten har etablert i Møglandsvatnet som ligger oppstrøms. Homsvatnet skulle fungere som referansevann hvor det bare fantes ørret (*Salmo trutta*).

Abbor har vært en tallrik art i de to østligste vannene, Kollakstjern og Solbergvann, mens ørret er registrert i alle de fem vannene som inngår i denne undersøkelsen.

Suter (*Tinca tinca*) fins både i Kollakstjern og Solbergvann. Den var imidlertid ikke dokumentert fra Kollakstjern før prøvofisket i 2019. Den er ikke naturlig forekommende i norsk fauna, men er utsatt. Den ble satt ut i Solbergvannet ved Arendal ca. 1810-1820, trolig av gruvearbeidere fra Tyskland eller Nederland (Huitfeldt-Kaas 1918).

Sjørret er registrert i Solbergvann, Kigevannet og Isumstadvatnet. Sjørreten i Solbergvann er trolig forsvunnet da en dam med en høyde på ca. 1,5 m i utløpet sannsynligvis stenger for

oppvandring til vannet. Sjørørret er en anadrom art som går opp i kystvassdragene for å gyte. Ungfisken lever på elva i to-fire år før den smoltifiserer og vandrer ut i havet.

Tre-pigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) er en liten art, og er sannsynligvis oversett når den forekommer i lav tetthet. Ifølge Artsdatabankens artskart skal det være tre-pigget stingsild i Solbergvann og Kigevannet. 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). Vi kan ikke være sikre på at tre-pigget stingsild fins i våre forsøksvann. I våre prøvafiskegarn er 5 mm minste maskevidden, noe som tilsier at den skulle bli fanget.

Ifølge Artsdatabankens artskart er ål (*Anguilla anguilla*) kun registrert i Solbergvann, men er også kjent fra Kigevannet (Kenneth Bringsdal pers. medd.). Det antas at ål forekommer i de fleste kystvann i Agder.

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 (Cronberg mfl. 1995). I hver innsjø ble det satt fem garn på tre standard dyp: 0-3 m (n=2), 3-6 m (n=2) og 6-12 m (n=1).

Tabell 3. Oversikt over fiskearter kjent før undersøkelsene i de fem vannene i 2021.

		sørv	abbor	ørret	suter	stingsild	ål	sjørørret
1	Kollakstjern	x	x	x	x			
2	Solbergvann	x	x	x	x	x	x	x
3	Kigevannet	x		x		x	x	x
4	Isumstadvatnet			x				x
5	Homsvatnet			x				

3 Resultater og diskusjon

3.1 Vannkjemi

Verdier for de kjemiske parameterne fra henholdsvis medio juni, medio august og primo oktober 2021, er vist i **figur 2** og **vedlegg 1**. I vedlegget er det for Kollakstjern og Solbergvann også vist alle analyseresultater for årene 2018, 2019 og 2020.

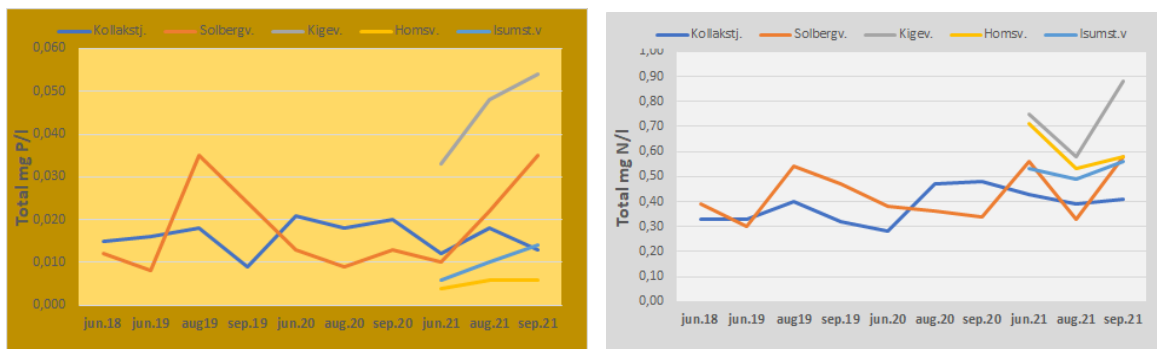
Som en kan forvente, hadde de to vannene som ligger over marin grense, Homsvatnet og Isumstadvatnet, i gjennomsnitt lavest pH, respektive 6,4 og 6,5. Lavest pH, pH 6,2, ble målt i Homsvatn i juni, da Isumstadvatnet hadde pH 6,3. I Kollakstjern var pH ved alle tre besøk i 2021 <7,0 og med et snitt på 6,7. I forhold til perioden 2018-2019 har det vært en svak nedgang i pH, I 2018 ble det målt pH 7,1 ved begge besøk. I Kigevannet var snittet 7,0 med lavest pH i juni (6,8). I Solbergvann har pH alltid vært >7,0 og med et snitt på 7,3. Liksom i Kollakstjern har pH blitt lavere i løpet av perioden 2018-2021. I 2018 ble pH 7,8 målt ved begge besøk. Hva som har forårsaket en lavere pH i både Kollakstjern og Solbergvann, er vanskelig å si.

Homsvatnet og Isumstadvatnet er begge relativt elektrolyttfattige lokaliteter med en ledningsevne <5,0 mS/m som ble målt ved alle tre besøk. Som vi ser av **figur 2** bidrar både lave verdier for Ca og summen av Na og Cl til dette. I Kigevannet ble det registrert en økning fra 10,2 mS/m i juni til 12,3 i oktober. I Kollakstjern har elektrolyttinnholdet holdt seg mellom 5,0 og 10,0 i perioden 2018-2021 med de laveste verdiene målt ved de to første besøkene.

I Kigevannet økte elektrolyttinnholdet fra 6,0 i juni til ca. 8,0 mS/m i oktober. I Kollakstjern har ledningsevnen holdt seg innenfor tilsvarende verdier i hele undersøkelsesperioden (2018-2021). I Solbergvatn har de klart høyeste verdiene, alltid >15 mS/m. Etter at ledningsevnen ble målt til 22,0 mS/m ved det første besøket i 2018, har den siden ligget mellom 15,0 og 18,0 mS/m



Figur 2. pH (øverst til venstre), konduktivitet (øverst til høyre), Ca (nederst til venstre) og NaCl i de fem undersøkte lokalitetene.

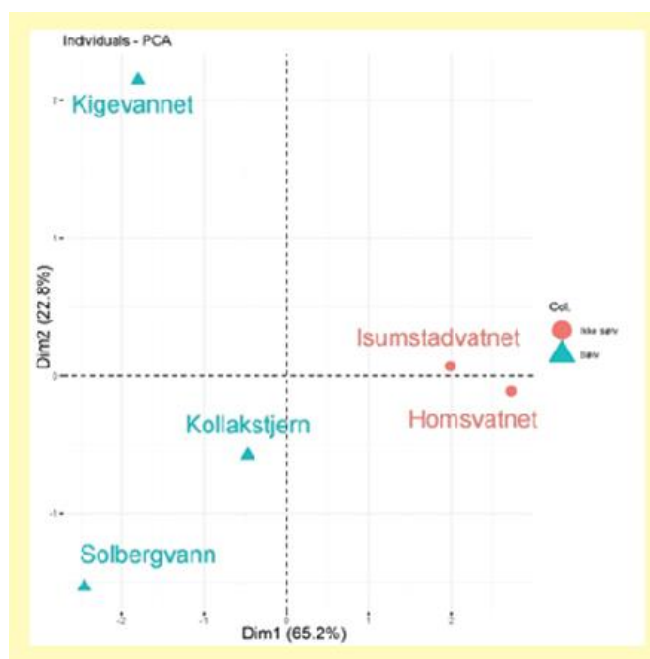


Figur 2 forts. Fosfor (til venstre) og nitrogen.

Forskjeller i Ca og NaCl mellom lokaliteter og over tid blir delvis fanget opp og reflektert i ledningsevnen. Derfor er det som en kan forvente at Solbergvann har lavere innhold av de tre elektrolyttene enn hva som var tilfelle i Homsvatnet og Isumstadvatnet. Begge vannene ligger på grunnfjell over marin grense, og er omgitt av tynt løsmassedekke. Vi finner riktignok båndgneis i berggrunnen til Isumstadvatnet, en bergart som kan innholdet amfibolitt. Ca-verdiene tyder på at dette i liten grad er tilfelle. Et lavt nivå av NaCl sammenlignet med de tre øvrige kystnære lokalitetene, er som forventet.

Kigevannet og Kollakstjern var like med hensyn på innhold av Ca og NaCl. Ca ligger noe i overkant av 4,0 mg/l, slik at begge vannene kan karakteriseres som moderat kalkrike, mens NaCl ligger mellom 6,0 og litt i overkant av 8,0 mg/l. Solbergvann skiller seg ut med høyest innhold både Ca og NaCl. Ca ble her målt til 15,5 mg/l i august 2018.

PCA plottet (**figur 3**) er basert på variablene alkalinitet, kalsium, konduktivitet, pH, Tot-N, Tot-P, siktedyp og TOC for hvert av de fem vannene. Plottet arrangerer vannene slik at de som er mest like blir liggende nær hverandre når resultatene plottes i et aksekors, og der 1-aksen er den aksene som forklarer størst andel av variasjonen i materialet. Av figuren går det klart frem når vi ser på 1-aksen at de to vannene over marin grense, Homsvatnet og Isumstadvatnet, har felles trekk i vannkjemiske variabler som skiller disse fra de øvrige vannene som ligger under marin grense og har sørv. Videre viser figuren at forskjeller også resulterer i at Kigevannet og Solbergvann ligger adskilt langs 2-aksen,



Figur 3. PCA plott basert på gjennomsnittet av vannkjemiske parametere for de ulike innsjøene. Parametere som ble benyttet var alkalinitet, kalsium, konduktivitet, pH, Tot-N, Tot-P, siktedyp og TOC.

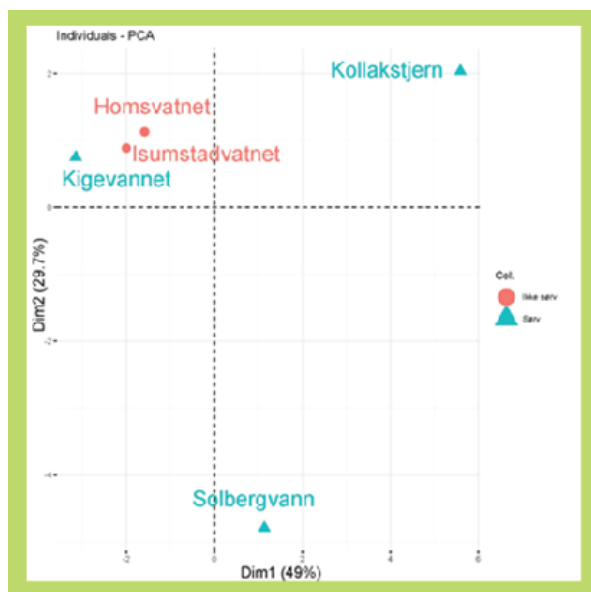
Vannforskriftens typologi bruker fosfor for å typifisere en lokalitet. Homsvatnet er den eneste lokaliteten med en «meget god» vannkvalitet (<0,007 mg P/l). Hadde vi basert vurderingen av Isumstadvatnet på juni-prøven, ville også dette vannet hatt en meget god tilstand, men her var fosforinnholdet 0,010 og 0,014 mg P/l i respektive august og oktober, hvilket tilsier en «god» vannkvalitet. Begge disse vannene er karakterisert som klare kalkfattige. I Kigevannet ble det registrert fosforverdier som resulterte i en «moderat» tilstand i juni (0,033 mg P/l), og «dårlig» tilstand i august (0,044 mg P/l) og oktober (0,054 mg P/l). Kollakstjern har med unntak av to prøver, begge i 2020, hatt et fosforinnhold som tilsvarer en «god» vannkvalitet. I juni og september dette året bikket den imidlertid 20 mg P/l, og ga derfor en «moderat» vannkvalitet. I Solbergvann har fosforinnholdet svingt mellom svært «god» og «moderat». Det siste var tilfellet både i 2018 og 2021, da det begge ganger ble målt 0,035 mg P/l. Kollakstjern, Kigevannet og Solbergvann er alle karakterisert som moderat kalkrike, humøse lokaliteter.

Planteplankton

Planteplanktonsamfunnet i flere av innsjøene domineres av den grønne nåleflagellaten *Gonyostomum semen* (figur 4). Den ble observert i alle innsjøene unntatt Homsvatnet og dominerte i hele eller deler av sesongen i Solbergvann, Kollakstjern, Isumstadvatnet og Kigevannet. 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 eneste innsjøen som hadde noe cyanobakterier var Solbergvann, som i likhet med Kollakstjern var mest ulike de andre innsjøene ut fra PCA analyse basert på gjennomsnittlige verdier av totalt volum for de ulike planteplanktonklassene (Figur 5). Basert på både planteplankton og vannkjemiske parametere var Homsvatnet og Isumstadvatnet de innsjøene som lå nærmest hverandre i PCA analysene.



Figur 4. *Gonyostomum semen* (til venstre) og cyanobakterien *Dolichospermum sigmoides* (til høyre).



Figur 5. PCA plott basert på gjennomsnittet av biovolumet for de ulike klassene av planteplankton i innsjøene.

Tabell 4. Tabellen viser normaliserte EQR-verdier (nEQR) for planteplanktonet i innsjøene basert på gjennomsnittsverdier fra 2021. Total fosfor er tatt med for sammenlikningens skyld.

nEQR	Tot-P	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
Kollakstjern	0.75	0.56	0.51	1.00	0.54
Solbergvann	0.56	0.74	0.48	0.80	0.61
Homsvatnet	0.88	1.00	0.86	0.99	0.93
Isumstadvatnet	0.64	0.65	0.50	0.99	0.57
Kigevannet	0.33	0.23	0.35	0.94	0.29

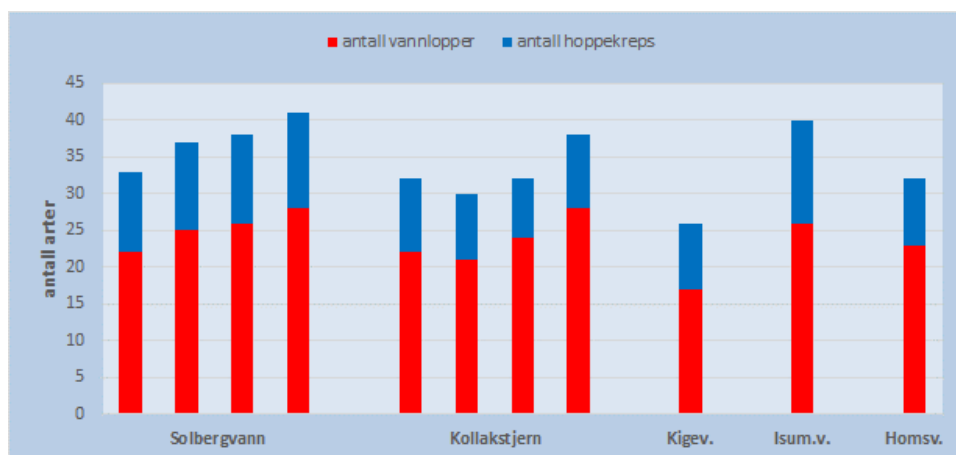
Homsvatnet fikk tilstandsklasse «svært god» basert på planteplanktonanalysene (**tabell 4**). Solbergvann fikk tilstandsklasse «god» basert på planteplanktonanalysene, mens Kollakstjern og Isumstadvatnet fikk tilstandsklasse «moderat». Kigevannet fikk tilstandsklasse «dårlig» basert på planteplanktonanalysene.

Totalvurderingen av planteplanktonet avvek noe fra Tot-P verdiene for tre av innsjøene. Kollakstjern og Isumstadvatnet fikk «god» tilstand for Tot-P, men «moderat» tilstand for planteplankton. Solbergvann fikk «moderat» tilstand for Tot-P og «god» tilstand for planteplankton. Homsvatnet fikk «svært god» tilstand både for Tot-P og planteplankton mens Kigevannet fikk «dårlig» tilstand for Tot-P og planteplankton.

3.2 Krepssdyr

3.2.1 Registrerte arter

Det er til sammen registrert 62 arter krepssdyr fordelt på 42 vannlopper og 20 hoppekreps i de fem vannene som inngår i denne undersøkelsen (**figur 6, vedlegg 3**). Artslister for fire år er vist for Kollakstjern og Solbergvann (2018-2021) der innsatsen i 2020 og 2021 var større enn i de to første årene med tre mot to besøk (**vedlegg 3**). Basert kun på 2021 undersøkelsen var Solbergvann mest artsrik med 41 arter (28 arter vannlopper og 13 arter hoppekreps) tett fulgt av Isumstadvatnet med 40 arter (26 arter vannlopper og 14 arter hoppekreps). Færrest arter ble funnet i Kigevannet, med 26 (17 arter vannlopper og ni arter hoppekreps). Også Homsvatnet var relativt artsfattig med 32 arter (23 arter vannlopper og ni arter hoppekreps).



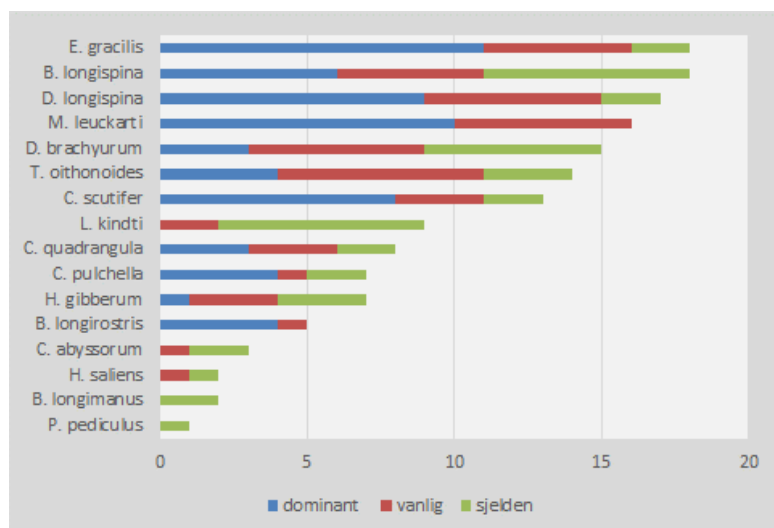
Figur 6. Arter funnet i de fem undersøkte lokalitetene (2018-2021). For Kollakstjern og Solbergvann er vist alle fire årene disse vannene er blitt prøvetatt.

er lagt til grunn for analysen. Kombinasjonen børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* er assosiert med lokaliteter der det er et sterkt beitetrykk fra fisk, ofte karpfisk. Det samme gjelder til en viss grad børsthaleprikkdafnie *Ceriodaphnia pulchella*. Disse finner vi i den venstre enden av aksene, da de kun ble funnet i Kollakstjern og Solbergvann. Gelekreps *Holopedium gibberum* og klarvannskreps *Alonopsis elongata* er vanlige arter som er assosiert med det som kan kalles klarvannsjøer. Her er de assosiert med vannene uten sørv. Vilterhops *Cyclops strenuus* er assosiert med den nedre delen av 2-aksen, da den kun er funnet i Solbergvann og Kigevannet. De fleste funnene av arten er gjort i små dammer og pytter (<0,01 ha), men særlig om våren kan den påtreffes i strandsonen til større innsjøer. Den er assosiert med nøytral (pH 6,0-8,0), elektrolyttrike lokaliteter (>7,0 mS/m) og kan leve i ekstremt næringsrike dammer.

Det skyldes å gjøre oppmerksom på at siden PCA-analysen baserer seg på data fra fem lokaliteter, der to av dem er representert med åtte artslistene (2018-2021), vil disse lokalitetene veie tyngre i analysen. Den gir likevel en visualisering av hvilke arter som er assosiert med miljøforholdene de aktuelle lokalitetene. Dersom Kigevannet, Homsvatnet og Isumstadvatnet også hadde vært representert med data fra fire år, ville dette gitt en enda tydeligere bilde av forskjellene.

3.2.2 Planktonsamfunnene

Med unntak av Kollakstjern og Solbergvann, som hadde mange fellestrekk med hensyn til sammensetningen av planktonsamfunnene, skilte de tre øvrige vannene seg fra disse og var samtidig innbyrdes forskjellige (**figur 8, tabell 5**). Børstesnabelkreps, sylfidehops og børsthaleprikkdafnie er allerede nevnt som karakterarter for de to førstnevnte vannene, og alle tre har forekommet som dominante i 2020 og 2021 (>10%). Sylfidehops ble også funnet i mindre antall ved de to første besøkene i Kigevannet, som hadde et meget spesielt planktonsamfunn med klar dominans av nåledafnie *Daphnia longispina* ved alle tre besøkene (35,0%, 86,6% og 99,9%). Det var kun ved det første besøket da tettheten av dyr var svært lav, kun 80 ind/m³, at den calanoide hoppekrepsen sørhops *Eudiaptomus gracilis* var mer tallrik enn nåledafnie. I tillegg til de foran nevnte artene ble rovformen glassrovkreps *Leptodora kindti* og sommerhops *Mesocyclops leuckarti* også påvist i Kigevannet. Sørhops og snabelkreps ble registrert i flest tilfelle (**figur 8**). Førstnevnte var den arten som oftest var dominant. Vingehops *Cyclops scutifer* var ofte dominant når den først var til stede. Det samme var til en viss grad også tilfelle for nåledafnie og sommerhops.



Figur 8. De vanligste artene i planktonet basert på forekomst og dominansscore (<1% sjelden, 1-10% vanlig, >10% dominant) i fra hver dato i 2020 (n=6) og 2021 (n=15).

Nåledafnie kunne også være dominant i Solbergvann, mens den var vanlig forekommende i Kollakstjern og Isumstadvatnet. I Homsvatnet manglet den imidlertid. Den er en indikatorart for god vannkvalitet og vurdert som svært forsuringfølsom. Det er sannsynlig at pH i perioder har vært lavere enn det arten tolererer. Hvorvidt den har vært der før epoken med forsuring er tvilsomt, da arten har egg som kan overleve i mange 10-år i bunnsedimentet. Med dagens vannkvalitet ligger alt til rette for at arten ville klare seg. Nåledafnie 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* (Hobæk 2005). Slektningen småhodet dafnie *D. longiremis* var dominant i Solbergvannet i juni 2019, mens den i løpet av de to siste årene kun ble påvist i oktober 2021. Denne arten er mindre vanlig en nåledafnie og har sin hovedutbredelse i langs svenskegrensen.

De to ceriodafnia artene, vanlig prikkdafnie (*Ceriodaphnia quadrangula*) og børsthaleprikkdafnie (*Ceriodaphnia pulchella*), byttet på å dominere i Kollakstjern. Begge artene ble funnet fåtallig i Solbergvann. Kun vanlig prikkdafnie ble påvist i Homsvatn, mens ingen av artene ble funnet i Kigevann og Isumstadvatnet. Vanlig prikkdafnie er forsuringstolerant og meget vanlig ved pH<5,0.

Vår vanligste vannloppe, snabelkreps (*Bosmina longispina*), dominerte i de to vannene uten sør, Homsvatnet og Isumstadvatnet, mens den forekom i lave tettheter i både Kollakstjern og Solbergvann. I Kigevannet manglet den helt i planktonsamfunnet. Børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* var dominant i Kollakstjern. Den er mindre vanlig enn snabelkreps på landsbasis og er funnet i 10% av vannforekomstene. Arten er assosiert med næringsrike lokaliteter oftest med høye tettheter av fisk. I slike vann erstatter den snabelkreps som kun blir funnet fåtallig, hvilket var tilfelle i Kollakstjern.

Sørhops er vår vanligste calanoide hoppekreps med hovedutbredelse i den sørlige landsdelen, men som også fins spredt i de to nordligste fylkene. Den ble funnet i alle de 20 vannene som ble undersøkt i forbindelse med sørprosjektet i 2018 (Walseng & Jensen 2018). Litt spesielt er det derfor at den ikke ble funnet i Homsvatnet. Den fins i ferskvannlokaliteter med svært forskjellig vannkvalitet (Ponyi 1956). Selv om Homsvatnet har hatt en lavere pH i siste halvdel av 1900-tallet, har ikke dette vært en trussel for sørhops, I Norge er det den planktoniske hoppekrepsen som tolerer lavest pH, og i Enningsdalsvasdraget der 60 innsjøer ble undersøkt dominerte arten i 70% av alle prøver i fra lokaliteter som lå over marin grense, mange med pH<5,0 (Walseng & Hesthagen 2012).

Tabell 5. Planktonets sammensetning (inklusive nauplier) i Kollakstjern og Solbergvann i 2020 og 2021.

lok år dato	Koll.tj 2020 jun	Koll.tj 2020 sep	Koll.tj 2020 okt	Koll.tj 2021 jun	Koll.tj 2021 aug	Koll.tj 2021 okt	Solb.v 2020 jun	Solb.v 2020 sep	Solb.v 2020 okt	Solb.v 2021 jun	Solb.v 2021 aug	Solb.v 2021 okt
Vannlopper												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	5,8	0,7	0,3	1,4	4,5		0,1	1,9	0,0		12,6	0,0
Holopedium gibberum Zaddach							0,1					
Ceriodaphnia pulchella	26,2	0,0		10,1	23,0	12,6		0,1	0,4			
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	2,7	15,6	18,4		5,1	12,6					0,6	0,5
Daphnia longiremis Sars												0,1
Daphnia longispina (O.F.M.)	6,8	1,0	9,1	5,8		1,7	6,4	4,0	15,1	41,1	2,0	5,0
Bosmina longirostris (O.F.M.)		9,3	31,2	41,7	16,3							+
Bosmina longispina Leydig	4,4	0,2	0,3	0,4	0,7	0,3	0,1	0,3	0,4	0,2	1,7	7,2
Polyphemus pediculus (Leuck.)							0,1					
Bythotrephes longimanus Leydig												
Leptodora kindtii (Focke)					+		+	+	+	0,2	0,9	
Hoppekreps												
Eudiaptomus gracilis Sars	13,3	3,4	10,9	8,7	1,8	6,9	1,9	7,6	8,8	0,5	4,6	12,5
Heterocope saliens Lillj.												
cal naup	0,3	1,0	1,6	1,1	1,3	2,9	0,7	3,2	0,4		2,9	1,5
Cyclops abyssorum S.L.												
Cyclops scutifer Sars				0,7	+		1,1		2,2	16,3	18,0	17,2
Mesocyclops leuckarti (Claus)	18,4	50,3	20,0	2,9	10,5	24,6	3,5	5,8	4,3	2,5	18,0	3,1
Thermocyclops oithonoides (Sars)	3,1	+	0,9	8,0	31,7	36,4	4,2	1,2	6,5	0,5	1,1	0,1
cycl naup	19,0	18,3	6,9	19,2	5,1	2,0	81,7	75,8	61,9	38,8	37,7	52,7
Ant. ind. i prøven	1470	4091	3203	5520	4481	349	4992	8811	4913	4430	1750	7812
trekklinge (m)	7	8	7	7	7	7	17	18	18	17	17	17
Ind. pr. m3	2972	7236	6475	11158	9058	705	4155	6926	3862	3687	1457	6502

Tabell 5 forts. Planktonets sammensetning (inklusive nauplier) i Kigevann, Homsvatnet og Isumstadvatnet.

lok år dato	Kigev. 2021 jun	Kigev. 2021 aug	Kigev. 2021 okt	Homsv. 2021 jun	Homsv. 2021 aug	Homsv. 2021 okt	Isum.v 2021 jun	Isum.v 2021 aug	Isum.v 2021 okt
Vannlopper									
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T				6,4	13,4	0,0	1,4	14,0	
Holopedium gibberum Zaddach				15,0	3,1	1,3	0,9	0,3	0,5
Ceriodaphnia pulchella									
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)						0,2			
Daphnia longiremis Sars									
Daphnia longispina (O.F.M.)	35,0	86,6	99,9				2,6	0,3	0,5
Bosmina longirostris (O.F.M.)									
Bosmina longispina Leydig				17,6	7,2	15,3	6,0	3,6	49,8
Polyphemus pediculus (Leuck.)									
Bythotrephes longimanus Leydig				0,0			0,1		
Leptodora kindtii (Focke)	1,3	0,1					0,1		0,5
Hoppekreps									
Eudiaptomus gracilis Sars	58,8	2,2	0,1				9,9	11,2	27,9
Heterocope saliens Lillj.							0,7	0,3	
cal naup		1,8					9,6	1,3	
Cyclops abyssorum S.L.							1,8	0,5	0,5
Cyclops scutifer Sars				52,3	47,4	17,1	0,8	15,5	19,1
Mesocyclops leuckarti (Claus)	3,8	3,1					0,8	17,6	
Thermocyclops oithonoides (Sars)	1,3	1,8							
cycl naup		4,4		8,6	28,9	66,1	65,1	35,6	1,4
Ant. ind. i prøven	80	1126	1256	4975	393	2150	4663	1455	3161
trekk lengde (m)	8	8	7	30	30	28	20	21	21
Ind. pr. m ³	142	1992	2539	2347	185	1087	3299	980	2130

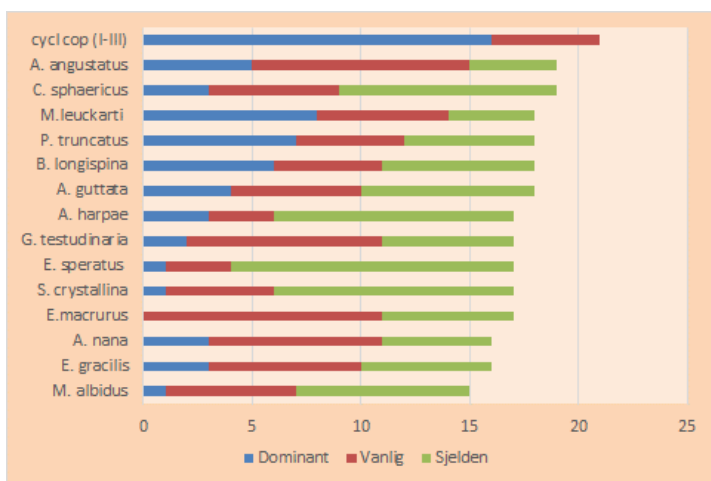
Vingehops dominerte i planktonsamfunnet i Homsvatnet. Også i Isumstadvatnet og Solbergvann var den dominant. Den manglet i Kollakstjern og Kigevannet, som er to små humøse og grunne lokaliteter. Dette er en type lokaliteter der vi sjelden finner denne arten. Vingehops kan dominere planktonsamfunnet når den først er til stede, og er den vanligste pelagiske hoppekrepsen i Norge. Den funnet i 59 % av innsjøene og er like vanlig ved havnivå som i høyfjellet.

Sommerhops var dominant/vanlig art i alle i vannene med unntak av Homsvatnet, der den manglet. I Solbergvann og Isumstadvatnet var den dominant sammen med vingehops. Arten er en rovform som er funnet i omtrent 20% av vannforekomstene i Norge der den kan forekomme både i pelagialen og strandsonen. De fleste funnene er gjort på sør og sørøstlandet, men den fins i hele landet. Den er ikke funnet i høyfjellet (>1000 moh.) og er mest vanlig i lavereliggende strøk (<500 moh.). Den fins i alle typer av ferskvann, og forekommer med størst frekvens i dammer/små pytter og i større innsjøer der den ofte sameksisterer med sylfidehops. pH i funnlokalitetene varierer mellom 4,2 og 8,6, og den er vanligst i elektrolyttrike vannforekomster og er sjelden funnet når ledningsevnen er <1,5 mS/m.

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

3.2.3 Litoralsamfunnet

Figur 9 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. Ubestemte små copepoditter, som ikke kunne artsbestemmes, var oftest dominante i litoralsonen og var til stede ved alle 21 besøkene i de fem undersøkte vannene. Høyst sannsynlig er dette små copepoditter av de hoppekrepsene som var mest vanlige; sommerhops, fintagghalehops *Eucyclops speratus*, langhalehops *E. macrurus*, sørhops *Eudiaptomus gracilis* og korthalehops *Macrocyclus albidus*. Flat harpekreps *Acoperus angustatus* og vanlig kulekreps *Chydorus sphericus* ble funnet i flest prøver, men var ikke de artene som oftest var dominante. I oktober var imidlertid snabelkreps totalt dominerende i de to litoralprøvene fra Isumstadvatnet. Sommerhops og gebisskreps *Pleuroxus truncatus* var dominante ved respektive åtte og sju besøk. Sommerhops var også



Figur 9. De vanligste artene i littoralsonen basert på forekomst og høyeste dominans-score (<1 %: sjelden, 1-10 %: vanlig, >10 %: dominant) fra de fem undersøkte innsjøene i 2021 samt i Kollakstjern og Solbergvann 2020 (n=21).

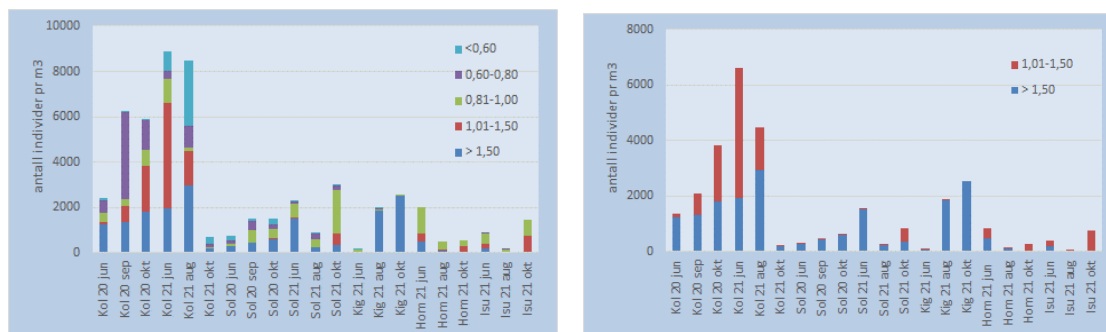
dominant/vanlig i planktonprøver, og er kjent som en art som forekommer i både de fri vannmasser og i strandsonen. Gebisskreps er en strandlevende skraper som er funnet i 23 % av lokalitetene i Norge. Den er funnet i alle typer vannforekomster, både i vegetasjon og på stein/sand substrat. Her opptrer den gjerne i relativt høye tettheter. Plogkreps *Graptoleberis testudinaria* var dominant/vanlig ved de fleste besøkene. De fleste funnene er gjort i Sør-Norge, og på landsbasis er den kun funnet i 13% av lokalitetene. Fra Nord-Norge foreligger det kun et fåtalls funn. Arten fins fra havnivå og opp til 1377 moh., med høyest frekvens under 500 moh. Den er påvist både i dammer/pytter og i strandsonen til større innsjøer og den ser ut til å trives både i vegetasjon og på stein/sandbunn. Den er vanlig både under sure (pH<5,0) og alkaliske forhold (pH>7,0).

Rovformen gigantøyekreps er en av de vanligste vannloppene i Norge og dominerer ofte hvis den først er til stede. Det var tilfelle i Homsvatnet i august, der den var totalt dominerende. 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.

3.2.4 Tetthet og størrelsesforskjeller

3.2.4.1 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 (figur 10). Vi har delt inn artene i 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) og basert på snittlengden 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. Nauplier er ikke tatt med, da disse er små og ikke aktuell føde selv for de de minste stadiene til de aktuelle fiskeartene.



Figur 10. Totalt antall individer i planktonprøver fra de fem undersøkte innsjøene i 2021, samt i Kollakstjern og Solbergvann i 2020 (n=21) fordelt på fem størrelseskategorier (venstre). I figuren til høyre er vist kun antall individer >1,00 mm (høyre).

Figur 10 viser at det er de store arter som dominerer planktonsamfunnene, og nåledafnie bidrar mest (>1,5 mm). Liksom i de foregående undersøkelsene i sørsvprosjektet (Walseng & Jensen 2018, Walseng mfl. 2020) var planktonet i vannene med sørsv mer tallrikt enn de uten sørsv. Størst individtetthet ble funnet i Kollakstjern med en topp i juni 2021. Foruten nåledafnie (>1,5 mm) var det flere arter som tilhørte kategori 2.

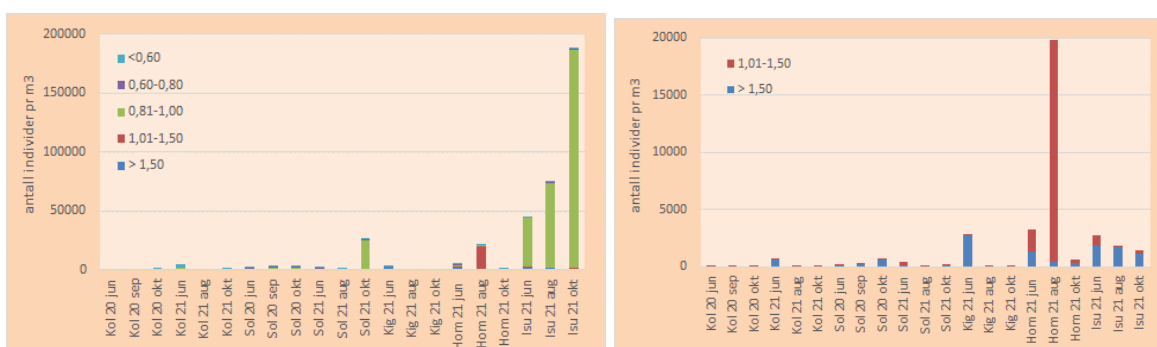
I Solbergvann ble det registrert en høyere tetthet i 2019, sammenlignet med i 2020 og 2021. Det totale antallet individer var aldri >3000 ind/m³ de to siste årene, mens det i 2019 ble funnet 12000 og 4000 ind/m³ i respektive juni og september. De store mengdene av nåledafnie resulterte i at Kigevannet hadde enn høyere tetthet enn Solbergvann. I vannene uten sørsv, Homsvatnet og Isumstadvatnet, ble det aldri registrert tettheter >1000 ind/m³.

3.2.4.2 Litoralsamfunnet

Antall individer pr. m³ i litoralsonen er basert på to kvalitative håvtrekk fra forskjellig substrat. I **figur 11** har vi fordelt artene som ble funnet i de fem ovenfornevnte størrelseskategorier. Isumstadvatnet skiller seg ut med store tettheter ved alle tre besøk med en topp i oktober da det ble funnet 370000 individer pr. m³. Høye tettheter er forårsaket av snabelkreps, som er vår vanligste vannloppe, og det er ikke uvanlig at denne arten tidvis kan forekomme i ekstreme tettheter. At dette var tilfelle gjennom hele sesongen, er imidlertid ikke vanlig.

Oktober-prøven fra Solbergvann i 2021, og augustprøven fra Homsvatn i 2021, har noe høyere tettheter enn snittet når vi ser bort fra Isumstadvatnet. I Solbergvann er dette forårsaket av store tettheter av copepoditter av sommerhops. I Homsvatnet var det forårsaket av rovformen gigantøyekreps *Polyphemus pediculus*, og det var snakk om tettheter på ca. 40000 individer pr. m³. Dette er en av de vanligste vannloppene i Norge og det ikke uvanlig at den kan forekomme i svært høye tettheter inne i strandsonen. Den er funnet i 60 % av vannforekomstene i Norge og er mer vanlig i innsjøer enn i dammer og pytter. Den har en vid toleranse i forhold til både pH og ledningsevne. Den har et spesielt utseende ved at den har en kompakt form med et ekstremt stort øye i forhold til resten av kroppen og er derfor lett å skille fra andre vannlopper. Øyet fyller det meste av hodet.

Også for større krepsdyr (> 1mm) var det høyere tettheter i Isumstadvatnet enn i vannene med sørsv. Unntak er Kigevannet i juni, da det ble funnet relativt høye tettheter av nåledafnier. I store trekk ser vi imidlertid det samme mønsteret som i de tidligere undersøkelsene ved at sørsv tilsynelatene støvsuger strandsonen for større krepsdyr.



Figur 11. Totalt antall individer i litoralprøver fra de fem undersøkte innsjøer i 2021, samt i Kollakstjern og Solbergvann 2020 (n=21) fordelt på fem størrelseskategorier (venstre). I figuren til høyre er vist kun antall individer >1,00 mm.

3.3 Fisk

3.3.1 Artsinventar

I Kollakstjern og Solbergvann fikk vi de samme fire artene som under prøvefisket i 2019; ørret, abbor, suter og sørv. I Kigevannet ble det kun fanget sørv. I Homsvatnet var det kun ørret, mens vi i Isumstadvatnet også fikk sjøørret og ni laksunger. I tillegg til de nevnte artene ble det registrert «sportegn» etter ål i Kollakstjern, Solbergvann og Kigevannet i form av knuter der den hadde vært og spist på fisk som satt fast i garnet. I Kigevannet var det snakk om knuter etter flere titalls ål.

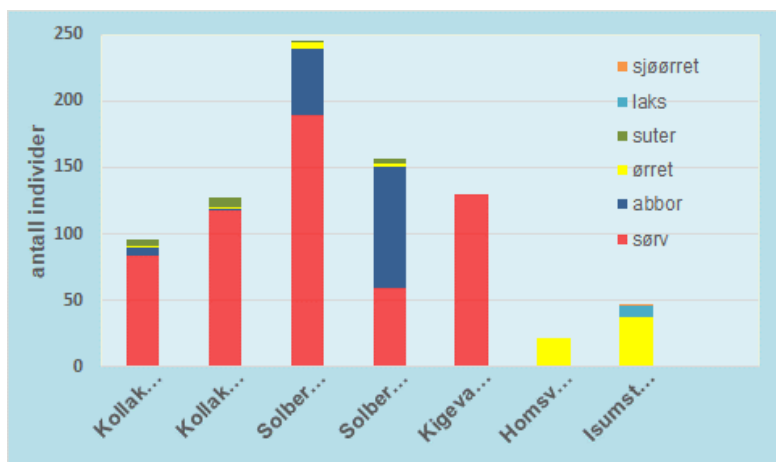
Både suter og sørv er introduserte arter på Sørlandet. Den første introduksjonen av suter i Norge skjedde i Solbergvann tidlig på 1800-tallet. Når den kom til Kollakstjern er imidlertid ukjent. Sørv er en naturlig forekommende fiskeart i Norge, men utbredelsen er begrenset til den sørøstligste delen av landet (Huitfeldt-Kaas 1918).

I Agder er introduksjonen av sørv 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). I Kollakstjern skjedde det for 10-15 år siden, mens i Solbergvann kom den inn i ca. 2014. I Kigevannet er den kjent fra 1980-tallet.

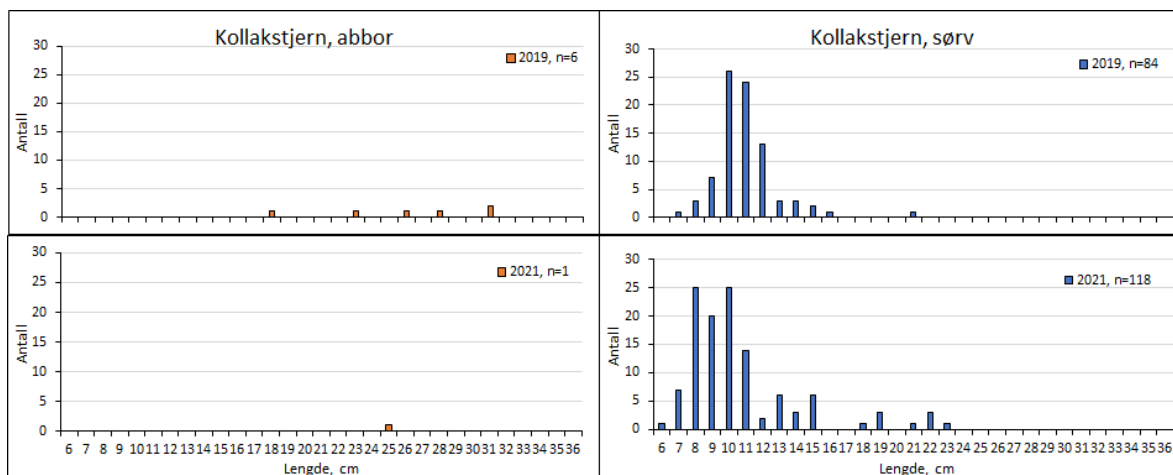
3.3.2 Fangst

Det ble fanget totalt 824 individer, med flest sørv (n=581), deretter abbor (n=148), ørret (n=68), suter (n=17), laksunger (n=9), samt én sjøørret (**figur 12, vedlegg 5**). Flest individer ble fanget i Solbergvann (n=245), etterfulgt av Kigevannet (n=130) og Kollakstjern (n=127). I **figur 5** har vi også vist resultatene for prøvefisket i Kollakstjern og Solbergvann i 2019.

I Kollakstjern var fiskesamfunnet nærmest uendret, men vi kunne konstatere en svak økning av sørv. I Solbergvann har det skjedd et skifte fra at sørv var dominerende art i 2019, til abbor var det i 2021. Fangsten av sørv var i 2021 redusert til ca. 1/3 av antallet i 2019, mens fangsten av abbor hadde fordoblet seg. I Kigevannet ble det kun fanget sørv. Her ble det også prøvefisket i 2010 (Berger 2010). Allerede den gang var det en tett bestand av sørv, i tillegg til at det ble fanget 13 ørret. Følgelig synes det som om ørreten nå har blitt utryddet. Homsvatnet, som ble valgt ut som et referansevann uten sørv og abbor, hadde som forventet kun ørret. I Isumstadvatnet ble det i tillegg til ørret fanget ni laksunger og én sjøørret. Vannet ligger nedstrøms Møglandsvatnet som har sørv. Isumstadvatnet ble valgt ut med tanke på at vi antok at det var stor sannsynlighet for at sørv hadde etablert seg, noe som altså viste seg ikke å være tilfelle.



Figur 12. Fangsten av de enkelte fiskeartene i de fem vannene som ble prøvefisket i 2021. Resultatene fra prøvefisket i Kollakstjern og Solbergvann i 2019 er også vist i figuren.



Figur 13. Lengdefordelingen hos abbor og sørv i Kollakstjern i 2019 og 2021.

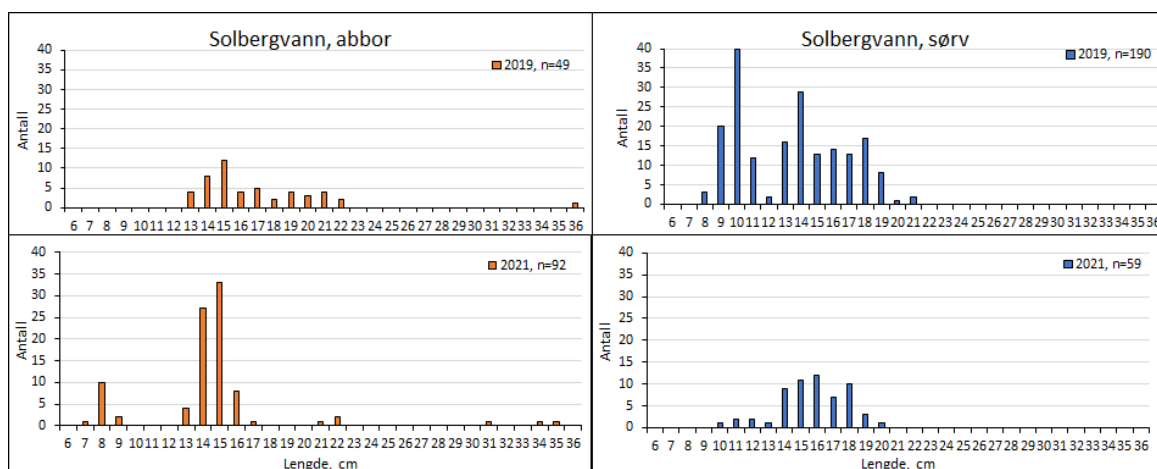
3.3.3 Lengdefordelingen

I Kollakstjern ble det kun fanget én abbor i 2021, mot seks individer i 2019. Selv om det ikke foreligger noen undersøkelser av vannet fra tidligere, skal det ha vært et godt abborvann. Det er imidlertid tegn som tyder på at bestanden er i ferd med å forsvinne helt.

Sørven har overtatt fullstendig og størrelsesfordelingen viser at rekrutteringen er god, i tillegg til at vi fikk noen flere eldre individer under prøvefisket i 2021 (**figur 13**). Vi har ikke aldersbestemt fisken, men årets rekrutter (0+) er små og vil være underrepresentert i fangsten. Mye tyder på at vi snakker om individer mellom 40 og 70 mm (jf. Postler & Espedal 2019). Fisk mellom 80 og 110 mm dominerer, og denne lengdegrupper er trolig for det meste ettåringer.

Lengdefordelingen hos abbor i Solbergvann (**figur 14**) tyder på at vi har en sterk bestand av ettåringer (130-160 mm), samtidig som at rekrutteringen i 2021 også har vært brukbar. Hvor sterk denne årsklassen er, er usikker da 0+ stadiet er underrepresentert i fangsten. Tre individer mellom 210 mm – 220 mm er trolig to år og eldre. I 2019 manglet imidlertid 0+ helt.

Tilbakegangen av sørv i Solbergvann skyldes nesten helt fravær av 1+, en årsklasse som var sterkt representert i 2019. Også eldre individer har hatt en nedgang siden 2019.



Figur 14. Lengdefordelingen til abbor og sørv i Solbergvann i 2019 og 2021.

3.3.4 Mageprøver

Mageinnholdet fra til sammen 59 individer, 37 sørv, 8 abbor og 14 ørret, ble analysert fra de fem vannene som ble prøvofisket i 2021 (**tabell 6**). Anatomien med tanke på fordøyelsessystemet, er svært forskjellig hos sørv sammenlignet med hos abbor og ørret. Abboren og ørret har en definert magesekk der innholdet oftest er relativt intakt og derfor greit å bestemme. Sørv mangler en definert magesekk og den første delen av tarmen fram til den bakre enden av buk-hulen er ofte tømt for innhold. Denne delen av tarmen antas å bli tømt etter at fisken har gått i garnet. Fra enden av buk-hulen dreier tarmen 180 grader og fortsetter framover i kroppen. Her var tarmen hos de fleste individene fylt med en svart materie som ble skviset ut og analysert under lupe. I motsetning til hos abbor og ørret, der innholdet var godt konservert, var mageinnholdet hos sørv kommet lenger i fordøyelsesprosessen. Innholdet kunne derfor være vanskelig å identifisere.

Chydoridene, som er den mest artsrike gruppen av litorale krepsdyr og som ofte dominerer tallmessig i strandsonen, var med ett unntak helt fraværende i dietten hos sørv. I Isumstadvatnet ble det i én ørretmage funnet ett individ av linsekreps *Eurycerus lammelatus*. Chydoridene har et kraftig eksoskjelett som er tungt nedbrytbart og som derfor er greit å artsbestemme.

Nåledafnie *Daphnia longispina* dominerte i dietten til noen individer av sørv fra Kigevannet. Arten var dominant i planktonet (**tabell 5**). Undersøkelsen i 2019 ga sterke indisier for at planktoniske krepsdyr er viktig som ernæring hos sørv. Det innebærer at enten er det en horisontalvandring av krepsdyr i litoralsonen, eller så vandrer sørv ut i pelagialen. I Homsvatnet var en av ørretmagene fylt med svevekreps *Diaphanosoma brachyurum*, samtidig som arten dominante i planktonet.

Fjærmygg ble påvist som diett hos fisken i alle fem vannene, og i Homsvatnet og Isumstadvatnet kunne gruppen dominere hos enkelte ørreter. I Homsvatnet ble det også funnet vårfluer i de fleste magesekkene. I Isumstadvatnet var det kun ett individ som tilsynelatende hadde et variert kosthold bestående av blant annet øyestikkere, buksvømmere, vannbiller og vårfluer.

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

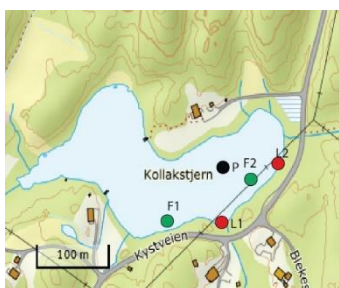
Tabell 6. Dietten hos sørv, abbor og ørret i de fem undersøkte innsjøene i 2021. xxx=dominant, xx=vanlig og x=sjelden.

	art	antall	tom	lengde snitt (mm)	vegetativ	D. brachyurum	D. longispina	B. longispina	P.pediculus	ubest krepsdyr	fjærmygg	macro- invertebr	parasitt
Kollakstjern	sørv	23	6	82	0-xxx	0-x	0-xx	x		0-xxx	0-x		3
Solbergsvatn	abbor	8	5	83	xx	x	x			0-x	0-x	0-xx	
Kigevann	sørv	14	1	81	x		0-xxx			0-x	0-x		
Homsvatnet	ørret	7	1	126					0-xxx		0-xxx	0-xx	
Isumstadvatnet	ørret	7	2	116		0-xxx	0-xxx	0-xx			0-xxx		

4 Enkeltlokaliteter

4.1 Kollakstjern

Arendal kommune
 Vann ID: 10372
 Kyst Kragerø-Tromøya
 NS: 6490137 (32V)
 ØV: 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 (**figur 16**, lys rosa). Vannet er omkranset av et usammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger som dekker størst areal i den vestlige enden. I øst er det kort avstand til bart fjell.



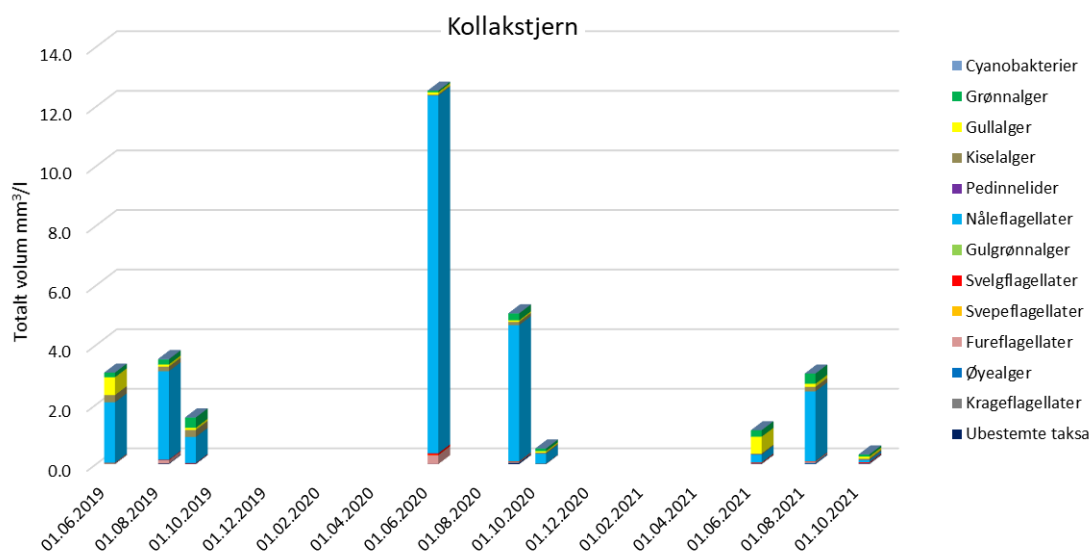
Figur 16. Berggrunnskart (til venstre) og kart som viser løsmasser rundt Kollakstjern. Forklaring se vedlegg 6.

Tabell 7. Tabellen viser normaliserte EQR-verdier (nEQR) for planteplanktonet i Kollakstjern basert på gjennomsnittsverdier fra vekstsesongene. Total fosfor er tatt med for sammenlikningens skyld.

nEQR	Tot-P	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
2019	0.75	0.40	0.30	0.98	0.35
2020	0.61	0.20	0.29	0.99	0.25
2021	0.75	0.56	0.51	1.00	0.54

Siktedypet har variert mellom 1,5 og 2,4 meter. I fra august 2020 til og med september 2021 var det <2,0 meter. Fargen er oftest brun- rødbrun, men også innslag av gult er registrert ved et par anledninger. I juni 2022 begynte oksygenivået å avta allerede på 2 meter dyp (6,7 mg/l O₂ og 72,0% metning) (**vedlegg 2**). På 3 og 4 meter var det respektive 2,27 mg/l (21% metning) og 0,80 mg/l (7,1% metning). Sprangsjiktet var skarpere i oktober og gikk noe dypere. Fra fire til fem meters dyp ble oksygeninnholdet redusert fra 7,1 mg/l O₂/l (67,6 % metning) til 0,8 O₂/l (7,5 % metning). Det samme var tilfellet ved siste besøk i 2019. Videre mot bunnen endrer forholdene seg lite. pH var <7,0 ved alle tre besøk i 2021 med et snitt på 6,7. I forhold de tre foregående årene har pH vist en svak nedadgående trend etter å ha vært >7,0. Med et Ca-innhold som i gjennomsnitt var 5,7 mg/l og med TOC 8,6 mg C/l (gjennomsnitt), tilsier dette at Kollakstjern er typifisert som en moderat kalkrik, humøs, grunn innsjø. Fosforinnholdet har variert. Med unntak av to prøver, begge i 2020, har vannet hatt et fosforinnhold som tilsvarer en «svært god-god» vannkvalitet. I juni og september 2020 ble målt >20 mgP/l som tilsvarer en «moderat» vannkvalitet.

Det totale volumet av planteplankton hadde forholdsvis høye verdier og dette ga Kollakstjern tilstandsklasse «moderat» for denne parameteren (**tabell 7**). Klassegrensene og referanseverdiene for middels kalkrike, humøse innsjøer i lavlandet ble benyttet (L108). Planteplanktonsamfunnet i Kollakstjern er dominert av den grønne nåleflagellaten *G. semen* og høyest algevolum ble observert i august (**figur 17**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn 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 0,54 som gjorde at Kollakstjern fikk tilstandsklassen «moderat». Tot-P indikerer «god» tilstand mens planteplanktonsamfunnet indikerer «moderat» til «dårlig» tilstand.



Figur 17. Sammensetting og totalt volum av planteplankton i Kollakstjern i perioden 2019-2021.



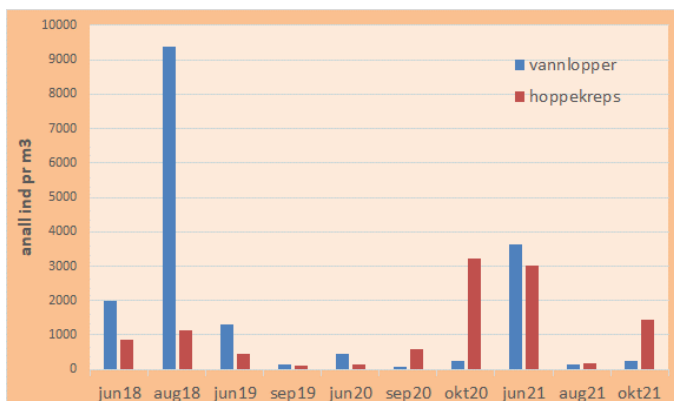
Figur 18. Tegning avosettkrebs (G.O. Sars) og dens utbredelse.

I 2020 og 2021 ble det funnet respektive 32 (24 vannlopper og 8 hoppekreps) og 38 arter (28 vannlopper og 10 hoppekreps). Til sammen er det registrert 46 arter (33 vannlopper og 13 hoppekreps) i perioden 2018-2021. I 2020 ble avosettkrebs *Pleuroxus uncinatus* funnet i september (**figur 18**). Denne er ikke registrert tidligere i vannene som er prøvetatt i forbindelse med sørv-prosjektet. Avosettkrebs er en strandlevende skraper som er funnet i et fåtall lokaliteter (0,6%), alle i den sørøstlige delen av Norge mellom 9 og 894 moh. Den er blant annet registrert fra Skottjenn på Tromøy (Artdatabanken). Den framskutte delen av hodepartiet minner om nebbet til fuglen avosett, herav navnet. Med unntak av et funn i fra en pytt, er de øvrige fra vann >1 ha. Størst er sjansen til å påtreffe arten i strandsonen til de største innsjøene (>1000 ha.), der den lever nær bunnen oftest på sandig substrat. pH i funnlokalitetene varierer mellom 5,5 og 7,1 mens ledningsevnen er 1,6 -15 mS/m.

Planktonsamfunnet består av 11 arter, syv vannlopper og fire arter hoppekreps (**tabell 8**). Litt spesielt er det at hele fem av vannloppene kan opptre som dominante. *Ceriodaphnia*-artene, vanlig prikkdafnie *Ceriodaphnia quadrangula* og børsthaleprikkdafnie *Ceriodaphnia pulchella* samt børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* er de artene som oftest er dominante. Det er imidlertid vanskelig å se et mønster i når de dominerer i løpet av sesongen. Selv om nåledafnie *Daphnia longispina* kun var dominant i ett tilfelle, er det indikasjoner på at tettheten når et minimum i løpet av august for så å øke igjen.

Tabell 8. Planktonets sammensetning i Kollakstjern i perioden 2018-2021. Nauplier er inkludert.

år	2018	2018	2019	2019	2020	2020	2020	2021	2021	2021
dato	jun	sep	jun	sep	jun	sep	okt	jun	aug	okt
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	2,0	0,4	1,4		5,8	0,7	0,3	1,4	4,5	
Holopedium gibberum Zaddach										
Ceriodaphnia pulchella	9,7	+	3,3	23,2	26,2	+		10,1	23,0	12,6
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	2,0	34,9	7,1	23,2	2,7	15,6	18,4		5,1	12,6
Daphnia longiremis Sars										
Daphnia longispina (O.F.M.)	5,7	1,6	35,8	0,3	6,8	1,0	9,1	5,8		1,7
Bosmina longirostris (O.F.M.)		32,9	10,4			9,3	31,2	41,7	16,3	
Bosmina longispina Leydig	0,4	1,2	0,0	0,0	4,4	0,2	0,3	0,4	0,7	0,3
Polyphemus pediculus (Leuck.)										
Bythotrephes longimanus Leydig										
Leptodora kindtii (Focke)									+	
Hoppekreps										
Eudiaptomus gracilis Sars	6,1	0,8	2,8	11,3	13,3	3,4	10,9	8,7	1,8	6,9
cal naup	5,7	1,2		5,3	0,3	1,0	1,6	1,1	1,3	2,9
Cyclops abyssorum S.L.										
Cyclops scutifer Sars			0,9					0,7	+	
Mesocyclops leuckarti (Claus)	8,5	5,6	17,4		18,4	50,3	20,0	2,9	10,5	24,6
Thermocyclops oithonoides (Sars)	19,4	13,7	9,9	2,7	3,1	+	0,9	8,0	31,7	36,4
cycl naup	40,5	7,6	10,8	19,3	19,0	18,3	6,9	19,2	5,1	2,0
Ant. ind. i prøven	12350	12451	4241	14,7	1470	4091	3203	5520	4481	349
trekk lengde (m)	7,0	7,0	6	6	7	8	7	7	7	7
Ind. pr. m3	25 176	25 382	9896	6001	2972	7236	6475	11158	9058	705



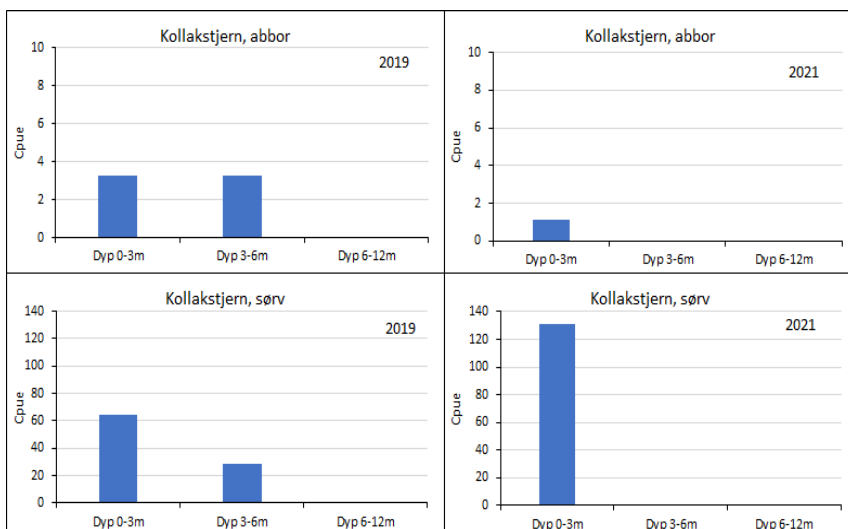
Figur 19. Tettheten av krepsdyr i litoralsonen til Kollakstjern i perioden 2018-2021.

Den calaloide hoppekrepsen sørhops *Eudiaptomus gracilis* og de to cyclopoide hoppekrepsene sylfidehops *Thermocyclops oithonoides* og sommerhops *Mesocyclops leuckarti*, veksler med å dominere. Kombinasjonen av børstesnabelkreps, sommerhops og sylfidehops er vanlig i vann med sterkt beitetrykk fra fisk. Det er imidlertid spesielt at vi finner relativt store tettheter av nåledafnier. Dette er en stor art som er et attraktivt bytte for planktonspisende fisk. En mulig forklaring kan være at det før introduksjon av sørv var et sterkt beitetrykk fra ørret og abbor på planktonsamfunnet. Et mindre beitetrykk fra disse artene nå, har muligens åpnet for at store dafnier klarer seg i pelagialen. Sørv ernærer seg hovedsakelig i strandsonen.

Med unntak av august 2019, da det børstesnabelkreps *Bosmina longirostris* bidro til at tettheten av krepsdyr nærmet seg 10 000 individer pr. m³, har det vært gjennomgående lave tettheter og da oftest av små arter (**figur 19**). Børstehaledafnie er som nevnt et eksempel på en liten art som favoriseres av et høyt beitetrykk fra fisk.

Vannet hadde total dominans av sørv og garnfisket resulterte i 118 sørv, sju suter samt ett individ av respektive abbor og ørret. I 2019 ble det til sammenligning tatt 84 sørv, 5 suter, seks abbor og én ørret. Lokalfolk hevder at det var et bra med ørret og abbor før sørven ble innført.

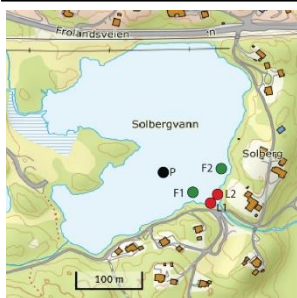
Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue), viser en Cpue på henholdsvis 64 og 29 individ på respektive 0-3 m dyp og 3-6 dyp i 2019 og 2021 (**figur 20**). Det ble ikke fanget sørv på 3-6 meter, mens Cpue var hele 131 individ på 0-3 m dyp. I 2021 var det lavt O₂ innhold under 3 m, mens i september 2019 var det god metning ned til 4 m. Tre av de seks abborene som ble fanget dette året ble tatt på 3-6 m dyp.



Figur 20. Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) for abbor og sørv i Kollakstjern fordelt på ulike dyp.

4.2 Solbergvann

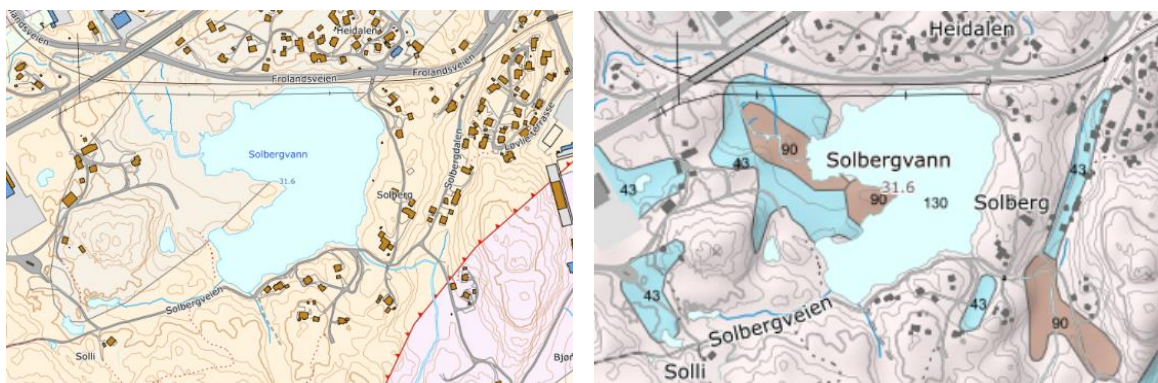
Arendal kommune
 Vann ID: 10732
 Biebekken
 NS: 6480171 (32V)
 ØV: 484573 (32V)
 Hoh.: 34 m
 Areal: 6,0 ha
 Nedbørfelt: 5,48 km²
 Maks dyp: 18,2 m
 Sørv, abbor, ørret,
 suter, stingsild, ål,
 siørret



Solbergvann ligger i et relativt tett befolket område, og det er kun langs vestsiden at det ikke er bebyggelse. I nord går både jernbanen og Frolandsveien langs vannet. Vannet har et innsjøareal på 6,0 ha. Nedbørfeltet er på 5,5 km² hvorav det alt vesentligste blir drenert via bekken som kommer fra nordøst og som renner via flere mindre tjern. Maks dyp er målt til 18,2 m litt sør for vannets midtpunkt. Vannet har utløp i sørøst og renner via Biebekken til utløp i nordenden av Hølen.

Berggrunnen rundt Solbergvann består av grå amfibolitt i vest og av båndgneis, lokalt med skarn og magnetitt i øst (**vedlegg 6**). Amfibolitt er dannet ved metamorfose av blant annet kalkstein, og kan bidra positivt til vannkvaliteten i området. I nordøst dominerer bart fjell, mens det i vest er 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 m i både juni og august. De to siste årene har det variert mellom 2,4 og 3,9 m. Fargen har



Figur 21. Berggrunnskart (til venstre) og kart som viser løsmasser rundt Solbergvann. Forklaring: se vedlegg 6.

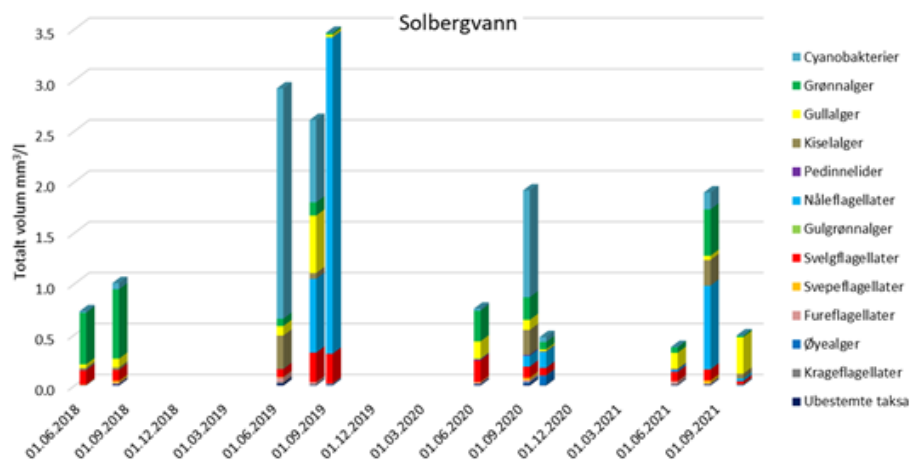
Tabell 9. Tabellen viser normaliserte EQR-verdier (nEQR) for planteplanktonet i Solbergvann basert på gjennomsnittsverdier fra vekstsesongene. Total fosfor er tatt med for sammenlikningens skyld.

nEQR	Tot-P	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
2018	0,82	0,76	1.00	0,92	0,88
2019	0,56	0,38	0,25	0,38	0,32
2020	0,83	0,68	0,37	0,59	0,53
2021	0,56	0,74	0,48	0,80	0,61

oftest vært gul, unntaksvis gulbrun/ gulgrønn. I juni 2021 var det tilnærmet to sprangsjikt. Fra 3 til 4 m sank oksygeninnholdet fra 12,5 mg O₂/l (122,1% metning) til 5,24 mg O₂/l (46,4% metning), et nivå som holdt seg ned til ca. 14 m dyp der nivået sank til <1,0 O₂/l. I oktober var det et markant fall i oksygen fra 5 (62,4 mg O₂/l) til 6 m (8,7 mg O₂/l) for deretter å øke til 26,1 mg O₂/l ved 9 m dyp. I september 2019 var det et markert sprangsjikt mellom 4 og 5 m, der oksygenivået mot bunnen var sammenlignbart med oktober 2021.

I Solbergvann har pH alltid vært >7,0 og med et snitt på 7,3. I forhold til 2018, da det ble målt pH 7,8 ved begge besøk, har den imidlertid hatt en svak fallende trend. Blant annet ble det målt pH 7,1 i august 2019. Konduktiviteten har med unntak av juni 2018, da det ble målt 22,0 mS/m, ligget like i overkant av 15,0. Også for Ca og NaCl ble det registrert høyere verdier i 2018 sammenlignet med i de påfølgende årene. Fra 14,0 mg/l Ca i snitt i 2018 har vi fått verdier på ca. 10 mg/l Ca. TOC har variert lite og med et snitt på 6,6 mg C/l for perioden 2018-2021, er Solbergvann typifisert som et en moderat kalkrik, humøs, grunn innsjø. Tilstanden basert på fosfor har svingt mellom «svært god» og «moderat». Det siste var tilfellet både i 2018 og 2021 da det begge ganger ble målt 0,035 mg P/l.

Det totale planteplanktonvolumet i 2020 hadde forholdsvis høye verdier, og dette ga Solbergvann tilstandsklasse «moderat» for denne parameteren (**tabell 9**). Klassegrensene og referanseverdiene for middels kalkrike, humøse innsjøer i lavlandet ble benyttet, L108. Prøven fra juni besto for det meste av gullalger og svelgflagellater, mens augustprøven var dominert av grønnalger og nåleflagellaten *G. semen*, Gullalger dominerte prøven fra oktober (**figur 22**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte «moderat» økologisk tilstand. Det ble observert forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte «god» tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,61, noe som gjorde at Solbergvann fikk tilstandsklassen «god». Solbergvann varierer mye med hensyn til både Tot-P og planteplankton i de årene det foreligger data fra.



Figur 22. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre).



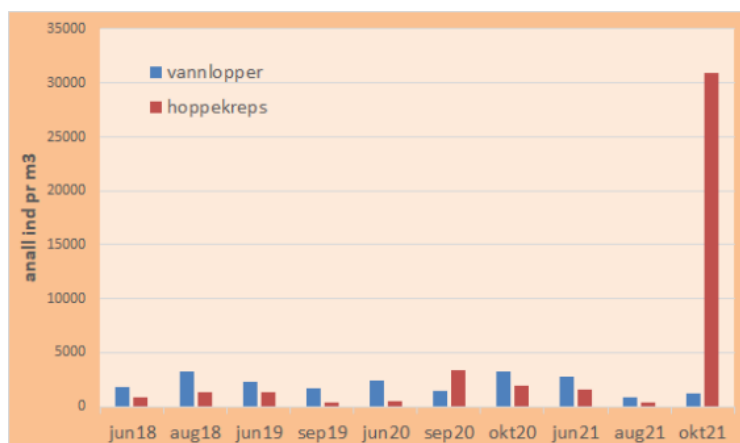
Figur 23. *Treporenebbkrepss Alona quadrangularis* (tegning G.O. Sars), samt dets utbredelse i Norge.

Solbergvann er artsrikt mht. krepssdyr, og etter at innsjøen er blitt prøvetatt over fire år er det til sammen registrert 52 arter fordelt på 36 vannlopper og 16 hoppekrepss. I 2020 og 2021 ble det funnet respektive 38 (26 vannlopper og 12 hoppekrepss) og 41 arter (28 vannlopper og 13 hoppekrepss). Til sammen er det registrert 46 arter (33 vannlopper og 13 hoppekrepss) i perioden 2018-2021.

Selv om treporenebbkrepss *Alona quadrangularis* ikke kan karakteriseres som en sjelden art (**figur 23**), er funnene i 2020 og 2021 de første som er gjort i forbindelse med sørv-prosjektet der til sammen 23 lokaliteter er blitt undersøkt. Arten minner om toporenebbkrepss *A. affinis* og kan lett forveksles med denne som er en langt vanligere art. Treporenebbkrepss er liksom de øvrige artene innen slekten, en strandlevende skraper som er funnet i 3,5% av lokalitetene i Norge. Med unntak av Telemark, Buskerud og Vestfold er den registrert i alle fylker. Funnene er gjort i både små pytter og i strandsonen til de store innsjøene. Den er sjelden ved lav pH og det er kun gjort ett funn ved pH<5,0. Den er derfor karakterisert som moderat forsuringssensitiv. Flest funn er gjort ved pH 6,0–7,9. Selv om treporenebbkrepss tolererer elektrolyttfattige lokaliteter (0,4 mS/m), er den mest vanlig i mer elektrolyttrike vannforekomster (>2,0 mS/m).

Tabell 10. Planktonets sammensetning i Solbergvann i perioden 2018-2021 der nauplier er inkludert.

år dato	2018 jun	2018 sep	2019 jun	2019 sep	2020 jun	2020 sep	2020 okt	2021 jun	2021 aug	2021 okt
Vannlopper										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	2,9	1,8	0,6	0,2	0,1	1,9	0,0		12,6	0,0
Holopedium gibberum Zaddach					0,1					
Ceriodaphnia pulchella				0,7		0,1	0,4			
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)									0,6	0,5
Daphnia longiremis Sars	1,8	1,1	11,9							0,1
Daphnia longispina (O.F.M.)	18,3	2,3	12,2	88,0	6,4	4,0	15,1	41,1	2,0	5,0
Bosmina longirostris (O.F.M.)		0,1	0,3							+
Bosmina longispina Leydig		0,1	0,0	0,2	0,1	0,3	0,4	0,2	1,7	7,2
Polyphemus pediculus (Leuck.)					0,1					
Bythotrephes longimanus Leydig										
Leptodora kindtii (Focke)	0,0	0,0	0,2		+	+	+	0,2	0,9	
Hoppekrepss										
Eudiaptomus gracilis Sars	3,4	3,4	1,9	1,3	1,9	7,6	8,8	0,5	4,6	12,5
cal naup	1,8	7,0		4,8	0,7	3,2	0,4		2,9	1,5
Cyclops abyssorum S.L.				0,1						
Cyclops scutifer Sars	10,4	1,1	18,7	1,5	1,1		2,2	16,3	18,0	17,2
Mesocyclops leuckarti (Claus)	0,0	3,3	0,0	0,6	3,5	5,8	4,3	2,5	18,0	3,1
Thermocyclops oithonoides (Sars)	0,9			0,3	4,2	1,2	6,5	0,5	1,1	0,1
cycl naup	60,5	79,8	54,1	2,3	81,7	75,8	61,9	38,8	37,7	52,7
Ant. ind. i prøven	88602	30062	31079	4614	4992	8811	4913	4430	1750	7812
trekk lengde (m)	16,0	17,0	16	15	17	18	18	17	17	17
Ind. pr. m3	79 022	25 234	27194	4306	4155	6926	3862	3687	1457	6502

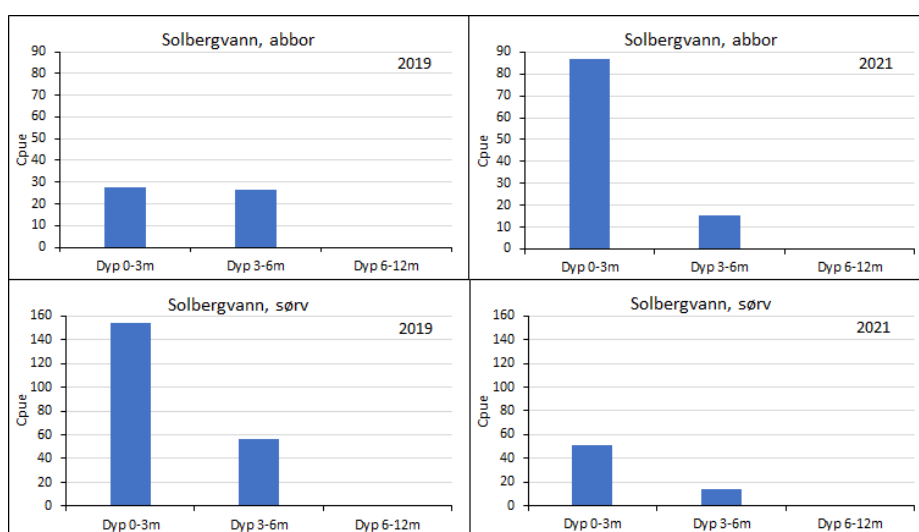


Figur 24. Tettheten av krepsdyr i litoralsonen til Solbergvann i perioden 2018-2021.

Hele 15 arter, 10 vannlopper og fem hoppekreps, er blitt registrert i planktonet i løpet av de fire årene Solbergvann er blitt undersøkt. Vannet hadde en høy tetthet av store krepsdyr (>1 mm) der dominans av vannloppen nåledafnie *Daphnia longispina* og hoppekrepsen *Cyclops scutifer* har bidratt til dette. I september 2019 var det total dominans av *D. longispina* (88 %). Dypvannshops *Cyclops abyssorum* som dukket opp i moderat antall i september 2019, har ikke vært funnet siden. Svevekreps *Diaphanosoma brachyurum* som har utgjort små andeler, var dominant i august 2021 (12,0%). Bortsett fra i fjellområdene har den en vid utbredelse i Sør-Norge der de fleste funnene er gjort under 300 moh., ofte i lokaliteter med lav pH. Glassrovkreps *Leptodora kindti* ble påvist alle fire årene.

Med unntak av oktober 2021 har det vært lave tettheter av krepsdyr i strandsonen, og da særlig av større former (**figur 24**). Den høye tettheten ved det siste besøket i 2021, skyldtes copepoditter av sommerhops *Mesocyclops leuckarti*.

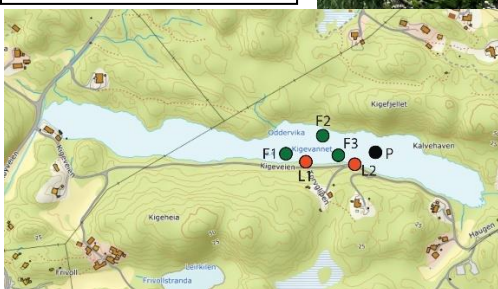
Prøvefisket i 2021 resulterte i 92 abbor, 49 sørv, seks suter og én ørret. Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) viser en tredobling av mengden abbor fra 2019 til 2021 på 0 - 3 m, fra 28 til 87 individer (**figur 25**). På 3-6 m dyp var det derimot en nedgang fra 28 til 16 individ i løpet av de to årene. Samtidig som den totale fangsten av abbor har økt, har sørv hatt en markant tilbakegang fra 154 til 51 individ på 0-3 m dyp. På 3-6 m dyp var det også en nedgang, fra 75 til 14 individ.



Figur 25. Fangstutbyttet av abbor og sørv uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) på ulike dyp i Solbergvann.

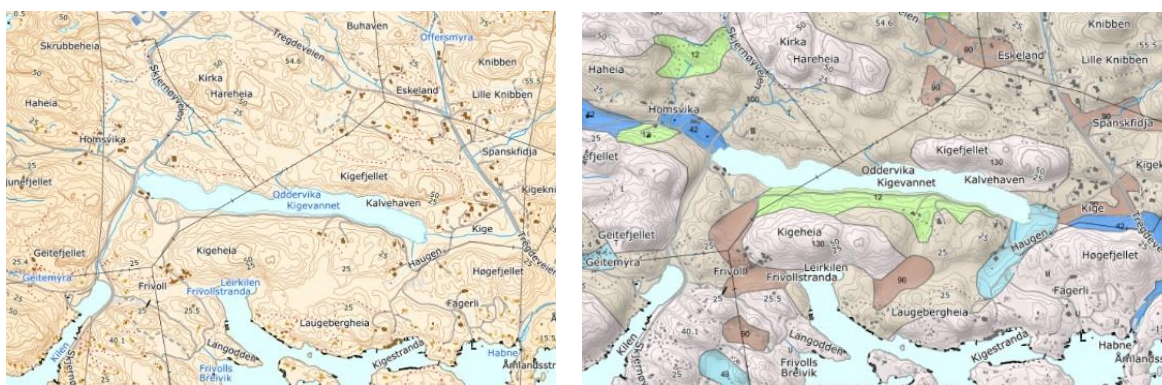
4.3 Kigevannet

Lindesnes kommune
 Vann ID: 158735
 NS: 6430966 (32V)
 ØV: 412586 (32V)
 Hoh.: 2,6 m
 Areal: 7,0 ha
 Nedbørfelt: 2,43 km²
 Maks dyp: 8,6 m
 Sørv, sjørret, sting-sild og ål



Kigevannet ligger ca. 2 m over havet i Lindesnes kommune sørøst for Mandal like innenfor Skjernøysundet og Skjernøya. Vannet er orientert øst-vest og er 1,2 km langt, mellom 50 og 100 meter bredt og har et innsjøareal på 7,0 ha. Maks dyp ble målt til 8,6 m i den østlige delen av vannet, men også i den midtre og vestre delen av vannet var det partier som var ca. 8 meter dypt. Det alt vesentlige av innsjøarealet har et dyp på mellom 1 og 3 meter. Kigevannet har en innløpsbekk i den østre enden, samt et par mindre i den vestre enden nær utløpsbekken som renner 400 meter sørover til utløp i Kilen. Helle nedbørfeltet er på snau 2,5 km². Det ligger på grunnfjell, bestående av «båndgneis, stedvis migmatittisk, amfibolitt og biotittgneis i bånding med lys gneis, stedvis granat-sillimanitt-cordieritt-biotittgneis og tynne lag av kvartittgneis». Dette er tungt nedbrytbare bergarter der innslag av amfibolitt kan bidra til en bedre vannkvalitet.

I sør er det et usammenhengende eller tynt dekke morenemateriale over berggrunnen (**figur 26**). Dette er «materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer. Det er vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leire til stein og blokk. Tykkelsen på



Figur 26. Berggrunnskart (til venstre) og kart som viser løsmasser rundt Solbergvann. Forklaring se vedlegg 6.

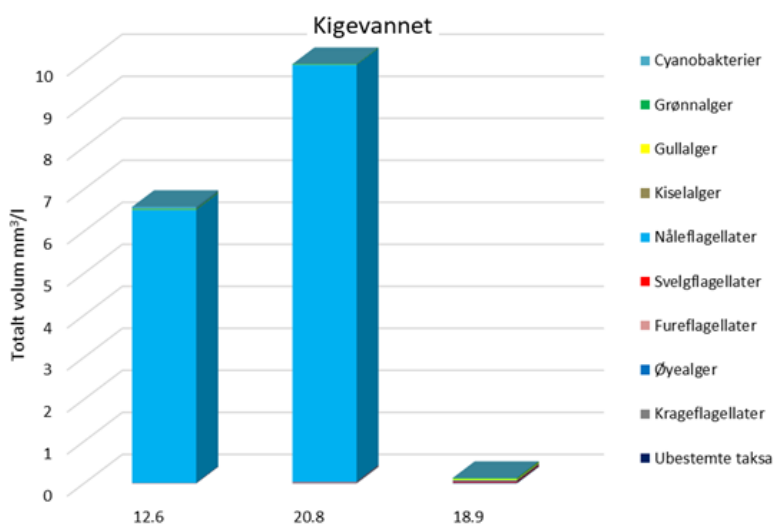
avsetningene er vanligvis mindre enn 0,5 meter». I nord er det humusdekke/tynt torvdekke over berggrunnen. Rundt Kigefjellet er det bart berg. I både vest- og østenden av annet finner vi områder med usammenhengende eller tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger.

Siktedypet sank fra 1,5 og 1,6 m i respektive i juni og august til 1,2 m i oktober 2021. Vannfargen har variert mellom brun og rødbrun. I juni ble oksygenmengden nær halvert fra 10,4 mg/l på 1 meter til 5,6 mg/l på 5 m. Fra 6 m og ned til bunn var det 1 mg/l. I oktober gikk sprangsjiktet nær bunnen. Fra 6 til 7 meter falt O₂ fra 7,44 mg/l til 0,76 mg/l (**vedlegg 2**). pH ble målt til 6,8, 7,2 og 7,0 ved de tre besøkene i 2021. mens tilsvarende verdier for ledningsevnen var 10,2, 11,2 og 12,3 mS/m. Med gjennomsnittlig Ca på 5,6 mg/l og TOC nær 10,0 mg C/l, er Kigevannet typifisert som et en moderat kalkrik, humøs, grunn innsjø. Av de fem vannene som ble undersøkt i 2021 hadde Kigevann dårligst vannkvalitet med fosforverdier som resulterte i en moderat tilstand i juni (0,033 mg P/l), og dårlig tilstand i august (0,044 mg P/l) og oktober (0,054 mg P/l), Høye verdier for Na og Cl reflekterer nærheten til sjøen.

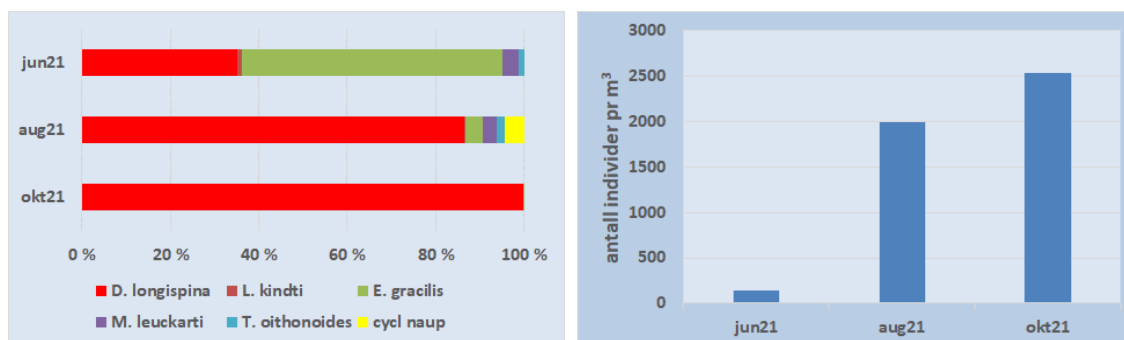
Det totale planteplanktonvolumet hadde høye verdier og dette ga Kigevannet tilstandsklasse «dårlig» for denne parameteren. Klassegrensene og referanseverdiene for middels kalkrike, humøse innsjøer i lavlandet ble benyttet (L108). Planteplanktonsamfunnet i Kigevannet er dominert av den grønne nåleflagellaten *Gonyostomum semen* (**figur 27**). Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et samfunn som indikerte «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 0,29, som gjorde at Kigevannet fikk tilstandsklassen «dårlig».

Det ble til sammen registrert 26 arter krepsdyr, 17 vannlopper og ni hoppekreps i Kigevannet, og var dermed den mest artsfattige lokaliteten i denne undersøkelsen.

nEQR	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
2021	0,33	0,23	0,94	0,29



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

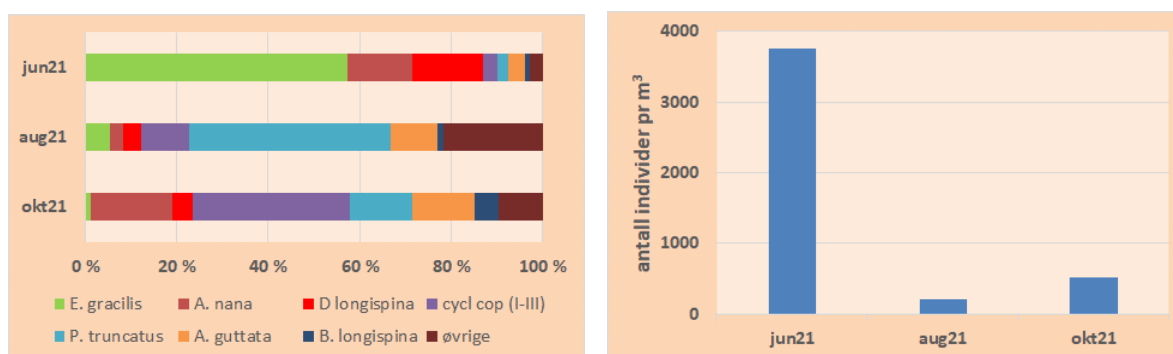


Figur 28. Planktonsamfunnets sammensetning (til høyre) og tetthet i Kigevannet.

Vannet hadde et meget spesielt planktonsamfunn med klar dominans av nåledafnie *Daphnia longispina* ved alle tre besøkene (35,0%, 86,6% og 99,9%) (**figur 28**). Det var kun ved det første besøket da tettheten av dyr var svært lav, kun 80 ind/m³, at den calanoide hoppekrepsen sørhops *Eudiaptomus gracilis* var mer tallrik. I tillegg til de foran nevnte artene ble rovformen glassrovkreps *Leptodora kindti* påvist. De to artene som ofte sameksisterer i næringsrike lokaliteter med sterkt beitepress fra fisk, sommerhops *Mesocyclops leuckarti* og sylfidehops *Thermocyclops oithonoides*, forekom i lave tettheter ved de to første besøkene. De høye tetthetene av nåledafnie i pelagialen indikerer lavt beitetrykk i pelagialen, og er samtidig en god indikasjon på at sørv er sterkt knyttet til strandsonen.

Tettheten av krepsdyr i strandsonen var ekstremt lav i både august og oktober (<500 ind/m³) etter at den hadde vært oppunder 4000 ind/m³ i juni (**figur 29**). Det var flere arter som bidro til dette, blant annet vannloppene dvergnebbkreps *Alona guttata* og kuledvergkreps *Alonella nana*, som er to av våre minste krepsdyr. Det er sjelden at disse artene dominerer (>10%) i strandsonen. I juni utgjorde calanoiden sørhops mer enn halvparten av individene. Den var også dominant i planktonet til samme tid, for så å bli nesten borte ved de to siste besøkene. I oktober var gebisskreps *Pleuroxus truncata* den dominante arten.

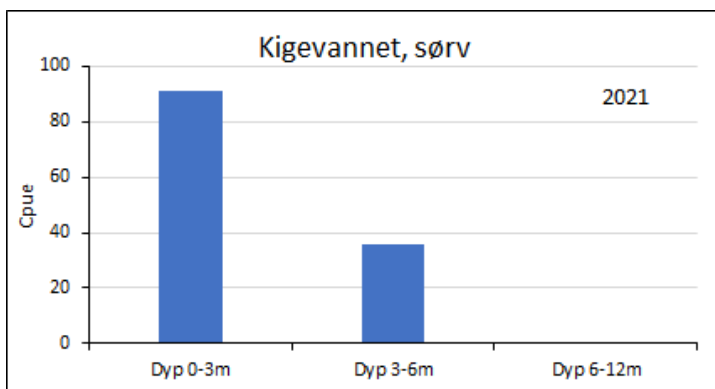
Det ble kun fanget sørv i forbindelse med prøvofisket i Kigevannet, til sammen 130 individer. Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) var 91 og 36 individ på henholdsvis 0–3 m og 3–6 m dyp, noe som må karakteriseres som svært høye tettheter (**figur 30**). Sprangsjiktet gikk ved ca. 4 m i juni, mens det i oktober gikk rett over bunn. Det er derfor



Figur 29. Litoralsamfunnets sammensetning (til høyre) og tetthet i Kigevannet.

greie leveforhold for sørv under 3 m dyp. Vannet har vært kjent for et godt fiske av sjørørret før sørven ble introdusert en gang på 1980-tallet. Da vannet ble prøvfisket i 2010 (Berger 2010) var det fortsatt ørret til tross for at tettheten av sørv var nesten like stor som under vårt prøvfiske. Den gang var det 56, 25 og 7 individ av sørv (Cpue) på henholdsvis 0–1, 1-2 og 3–4 m dyp. De 13 ørretene som ble fanget veide 2,9 kg til sammen, mens vekten av 113 sørv var 3,6 kg.

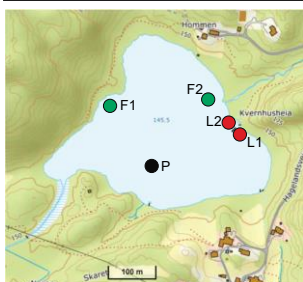
Det må fortsatt være en god bestand av ål, da vi hadde flere titalls åleknuter som resultat av at ål hadde spist på sørv som satt i garnet.



Figur 30. Fangstutbyttet av sørv på ulike dyp uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) i Kigevannet.

4.4 Homsvatnet

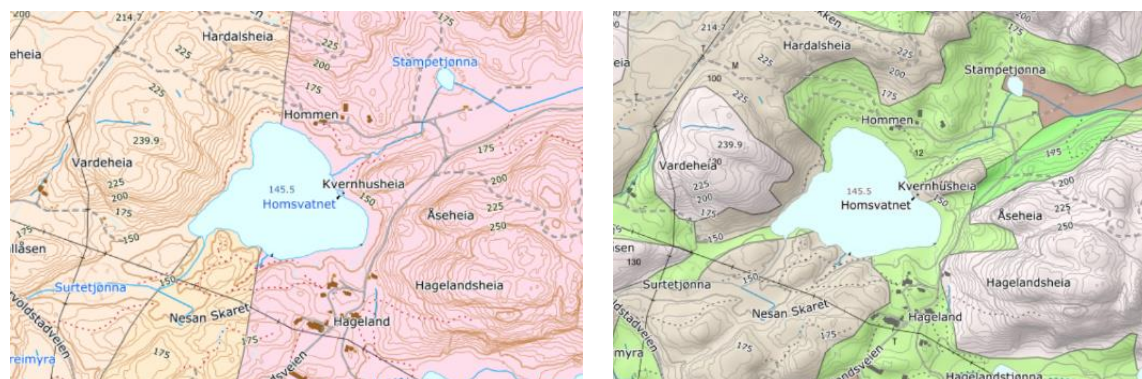
Lindenes kommune
 Vann ID: 11652
 Sjølingstadvassdr.
 NS: 6438987 (32V)
 ØV: 408235 (32V)
 H o.h.: 146 m
 Areal: 9,8 ha
 Nedbørfelt: 1,49 km²
 Maks dyp: 32,4 m
 Ørret



Homsvatnet ligger 6 km rett nord for Mandal. Vannet har en tilnærmet trekantet form med et innsjøareal på 9,8 ha. Maks dyp ble målt til 32,4 m litt sør for vannets midtpunkt. Dypere partier utgjør et vesentlig areal. Nedbørfeltet er på kun 1,5 km² hvorav det alt vesentligste blir drenert via bekken som kommer fra Engedalen i nordøst. Den renner via Stampetjønna som er et lite rundt tjern med en diameter på 50 m. Fra utløpet av Homsvatnet renner Lonebekken 500 m vestover til Ommundsvannet. Vassdraget fortsetter videre mot vest via Stuvvatnet og til Sjølingstad ullvarefabrikk der et mindre kraftverk har forsynt den tidligere ullvarefabrikken med strøm. Herfra renner elva sørover via Isumstadvatnet og til utløp i Skogsfjorden vest for Mandal.

Hele den østlige delen av Homsvatnet tilhører en berggrunn bestående av biotittgranitt, middels til grovkornet, mens berggrunnen i vest består av granittiske gneiser, varierende fin- til middels-kornet kvarts- og feltspatrike gneiser (**figur 31**). I sør er det et mindre område med øyegneis, vesentlig bestående av omdannede porfyriske granitter og granodioritter med store krystaller (1-20 cm) av alkalifeltspat.

I den østlige delen av vannet, samt i et mindre område ved utløpet, finner vi et usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale over berggrunnen som er «materiale plukket opp,



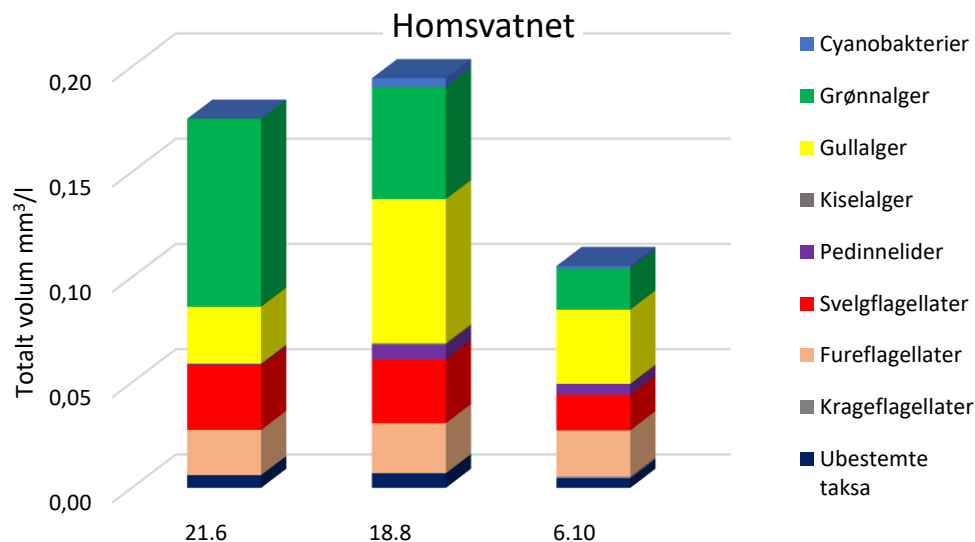
Figur 31. Berggrunnskart (til venstre) og kart som viser løsmasser rundt Homsvatnet. Forklaring: se vedlegg 6.

transportert og avsatt av isbreer og som vanligvis er hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leire til stein og blokk. Tykkelsene på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men kan lokalt være noe mer». I den vestlige delen av vannet finner vi humusdekke/tynt torvdekke over berggrunnen og «mektigheten er vanligvis 0,2-0,5m, men kan lokalt være tykkere. Fjellblotninger opptrer hyppig i slike områder».

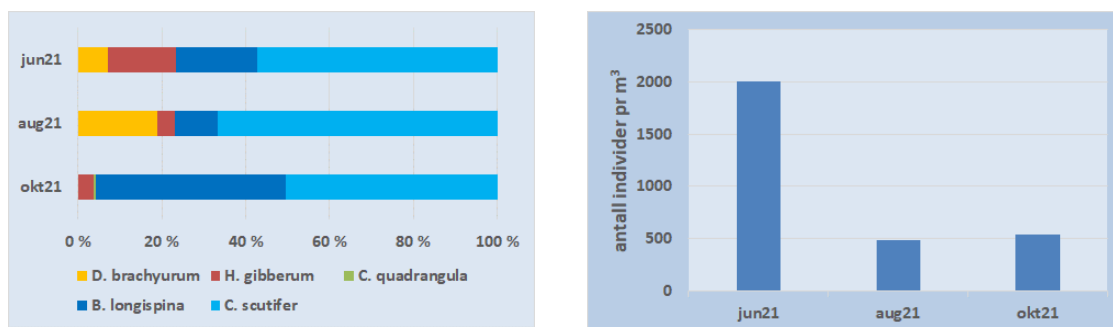
Vannet har et siktedyp på mellom 5,8 og 6,4 m, og var det klareste av de undersøkte lokalitetene. Fargen var grønn gul. Det ble ikke registrert noe sprangsjikt hverken i juni eller oktober. I juni ble det registrert størst metning, 11,8 mg/l O₂ (103,8 % metning) ved 6 m, mens det ved bunnen ble målt 7,7 mg/l O₂ (60,9 % metning). I oktober var det størst metning i overflaten, 10,2 mg/l O₂ (98,6 % metning), mens det denne gang ble målt 6,1 mg/l O₂ (48,0 % metning) nær bunnen (**vedlegg 2**). Blant de undersøkte vannene hadde Homsvatnet lavest pH med et snitt på 6,4. Ved de tre besøkene ble det målt pH 6,2, 6,6 og 6,4. En berggrunn bestående av tungt forvitrelige bergarter, samt et tynt løsmassedecke i tillegg til bart fjell, er mye av forklaringen til lave verdier for pH og ledningsevne. Med en gjennomsnittlig Ca på 2,1 mg/l og TOC på 4,7 mg C/l, er Homsvatnet typifisert som en klar, kalkfattig innsjø. Med fosforverdier på 0,004 mg P/l (juni), 0,006 mg P/l (august) og 0,006 mg P/l (oktober) er vannkvaliteten vurdert som «svært god».

Det totale volumet av planteplankton hadde lave verdier og dette ga Homsvatnet tilstandsklasse «svært god» for denne parameteren. Klassegrensene og referanseverdiene for kalkfattige, klare innsjøer i lavlandet ble benyttet (L105a). Planteplanktonsamfunnet i Homsvatnet besto av grønnalger, gullalger, svelgflagellater og fureflagellater (**figur 32**). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) viste et samfunn som også indikerte «svært god» tilstand. Det ble bare observert lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte «svært god» tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene ga nEQR på 0,93 som gjorde at Homsvatnet fikk tilstandsklassen «svært god».

nEQR	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
2021	0,88	1,00	0,86	0,93



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

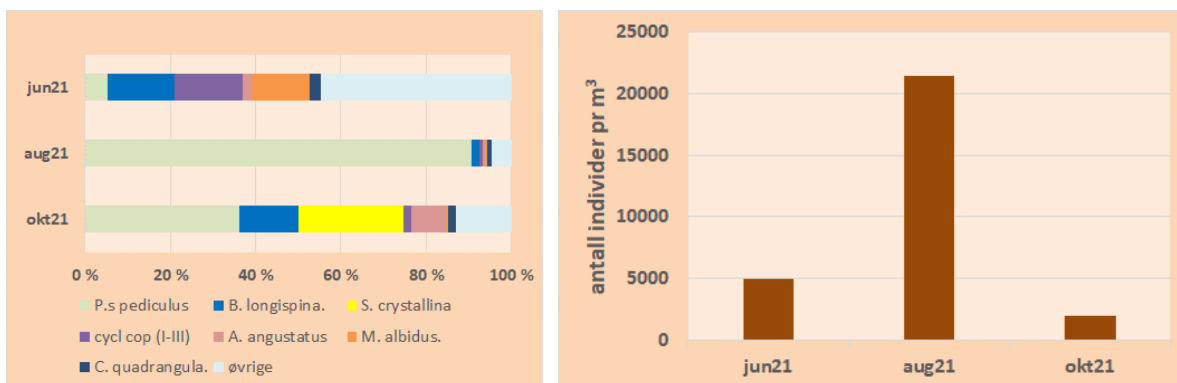


Figur 33. Planktonsamfunnets sammensetning (til høyre) og tetthet i Homsvatnet uten nauplier.

Det er ble registrert 33 arter krepsdyr; 24 vannlopper og ni hoppekreps. Vannet ligger over marin grense i en region som er forholdsvis artsfattig med hensyn til krepsdyr. I motsetning til Isumstadvatnet har Homsvatnet et lite nedbørfelt og ingen innsjøer oppstrøms som eventuell kilde for kolonisering. Russernebbkreps *Alona karelica* er den av de registrerte artene som er minst vanlig i Norge, og som i 2021 kun ble funnet i Homsvatnet. De første funnene ble gjort Etnavassdraget i Oppland i 1978 (Halvorsen 1980). I dag er den strandlevende skraperen funnet i ca. 2% av de undersøkte lokalitetene. Funnet i Homsvatnet er det sørligste funnet av arten. Det nærmeste funnet er gjort i Sognevatn som ligger i øvre deler av Sognevassdraget. Mosenebbkreps *Alona rustica* og stripedvergekrep *Alonella excisa*, som ikke ble funnet i de fire øvrige vannene, er to arter som ofte er assosiert med forholdsvis sure humøse lokaliteter.

Planktonsamfunnet besto av seks arter; fem vannlopper og en hoppekreps. Vannloppene vanlig prikkdafnie *Ceriodaphnia quadrangula* og langhalerovkreps *Bythotrephes longimanus* ble kun funnet fåtallig (**figur 33**). Det litt spesielle er fraværet av calanoide hoppekreps og da især sørhops *Eudiaptomus gracilis*. Denne er funnet i nesten alle vann i denne regionen. De fire artene som alle kunne dominere; svevekreps *Diaphanosoma brachyurum*, gelekreps *Holopedium gibberum*, snabelkreps *Bosmina longispina* og vingehops *Cyclops scutifer*, hører til våre vanligste planktoniske arter og er karakteristiske for næringsfattige klare innsjøer.

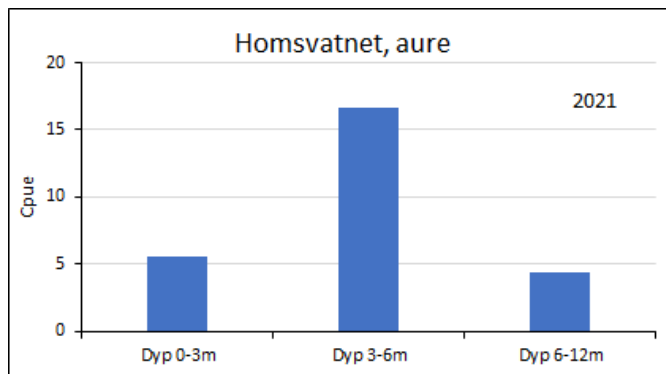
Tettheten av krepsdyr i litoralsonen var størst i august med >20000 ind/ m^3 og med færrest i oktober da det ble registrert ca. 2000 ind/ m^3 (**figur 34**). I august var det total dominans av rovkrep *Polyphemus pediculus*, som er en av de vanligste vannloppene i Norge. Det er ikke uvanlig at denne arten forekommer i svært høye tettheter inne i strandsonen. Den er funnet i 60 % av vannforekomstene i Norge, og er mer vanlig i innsjøer enn i dammer og pytter. Krystallkrep *Sida crystallina*, som var dominant art i juni, er en av våre største småkrepsdyr. I vannene med sørv er arten unntaksvis blitt funnet og da fåtallig.



Figur 34. Litoralsamfunnets sammensetning (til høyre) og tetthet i Homsvatnet. Nauplier er ikke medregnet.

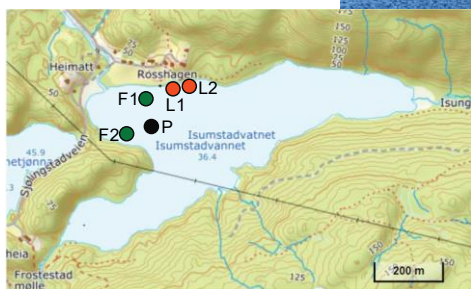
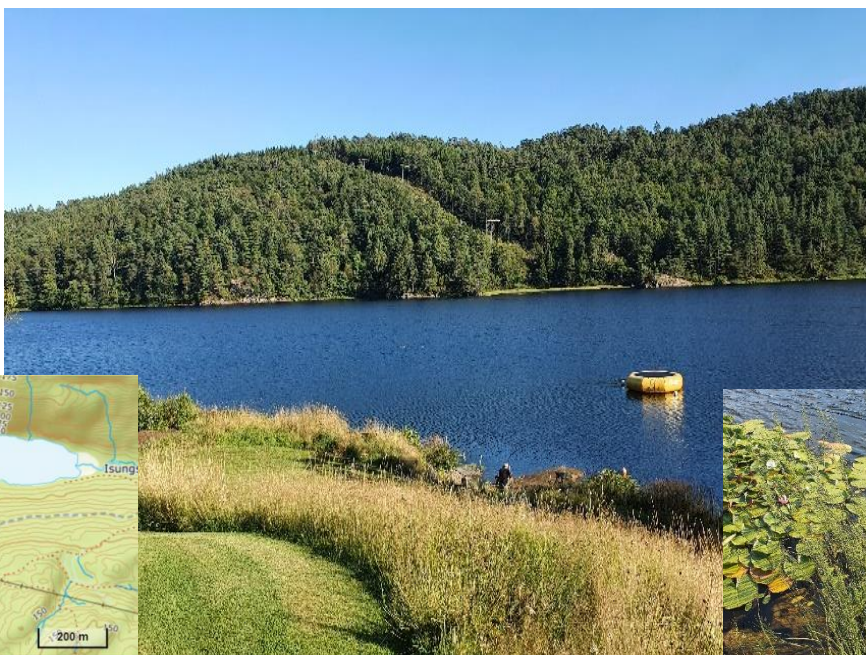
Homsvannet ble valgt ut med tanke å inkludere en referanselokalitet for en ren ørretlokalitet, noe som ble bekreftet gjennom prøvefisket. Ifølge Reidar Hommen (pers. medd.) skal vannet være overbefolket med småfallen ørret, men prøvefisket resulterte i relativt få fisk. Fangstutbyttet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) var 6, 17 og 4 individ på henholdsvis 0–3 m, 3–6 m 6-12 dyp (**figur 35**).

Figur 35. Fangstutbyttet av ørret på ulike dyp av Homsvatnet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue).



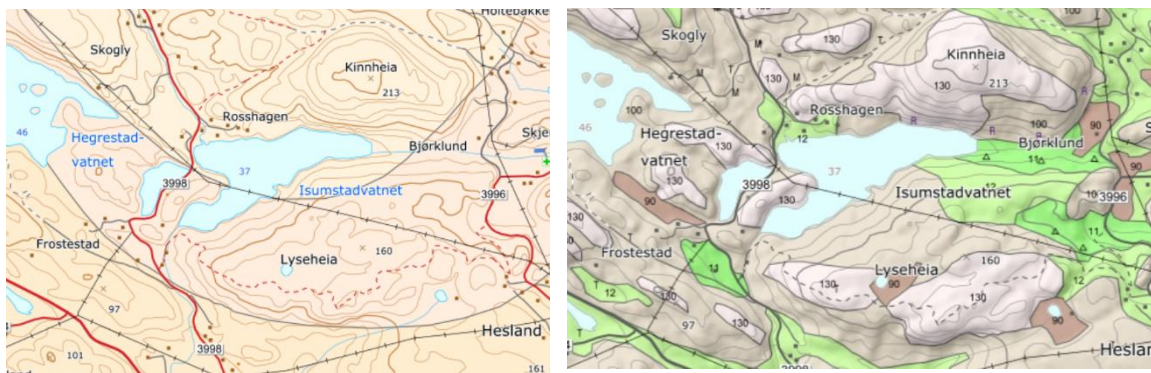
4.5 Isumstadvatnet

Arendal kommune
 Vann ID: 11684
 Sjølingstadvassdr.
ØV: 405585 (32V)
NS: 6436502 (32V)
 Høh.: 37 m
 Areal: 22,7 ha
 Nedbørfelt: 21,45 km²
 Maks dyp: 22,4 m
 Ørret, ål



Isumstadvannet ligger snaue 4 km nordvest av Mandal sentrum med form som en liggende y orientert mot vest. Det har et innsjøareal på 22,7 ha. Maks dyp ble funnet i den nordvestre delen av vannet og ble målt til 22,4 m. I den sørvestre delen av vannet finner vi grunne områder der vannvegetasjon er synlig på ettersommeren. Nedbørfeltet er på 21,5 km² hvorav det alt vesentligste blir drenert via Skjølingstadbekken, der et mindre kraftverk har forsynt Sjølingstad ullvarefabrikk med strøm. Homsvatnet er et av flere vann som drenerer til Isumstadvatnet. Et mindre areal i øst der vi blant annet finner Holtetjønna, blir drenert via Bjørkelundbekken som har utløp i den østre enden av Isumstadvatnet. Fra utløpet renner Storbekken over en strekning på 1,3 km sørover til utløp i Skogsfjorden.

Nedbørfeltet rundt vannet består i hovedsak av «båndgneis, stedvis migmatittisk, amfibolitt og biotittgneis i bånding med lys gneis, stedvis granat-sillimanitt-cordieritt-biotittgneis og tynne lag av kvartittgneis» (**figur 36**). Den sørvestlige armen består av granittiske gneiser, varierende fin- til middelskornet kvarts- og feltspatrike gneiser. Vi snakker om tungt nedbrytbare bergarter, der eventuelle innslag av amfibolitt kan bidra til en bedre vannkvalitet. Nedbørfeltet ellers består nesten utelukkende av samme berggrunn som Homsvatnet.



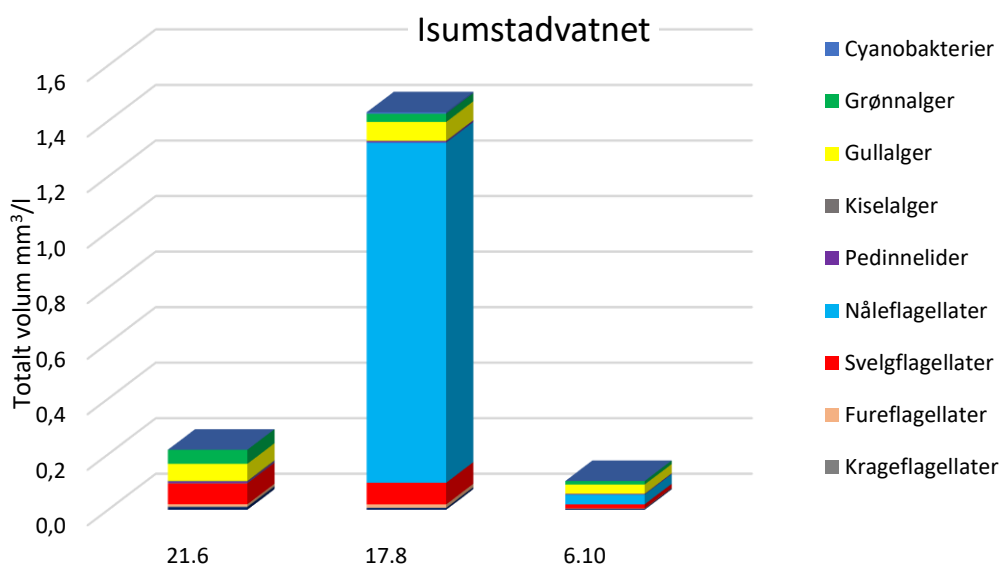
Figur 36. Berggrunnskart (til venstre) og kart som viser løsmasser rundt Isumstadvatnet. For-klaring: se vedlegg 6.

I den østlige delen av vannet, samt i et mindre område ved innløpet i vest, finner vi et usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale over berggrunnen som er «materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer og som vanligvis er hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leire til stein og blokk. Tykkelsene på avsetningene er normalt mindre enn 0,5, men kan lokalt være noe mer». Langs med innløpsbekken finner vi et tykkere morenelag som kan være fra 0,5 til flere titalls meter dypt. Rundt vannet for øvrig finner vi humusdekke/tynt torvdekke over berggrunnen og «mektigheten er vanligvis 0,2-0,5 m, men kan lokalt være tykkere».

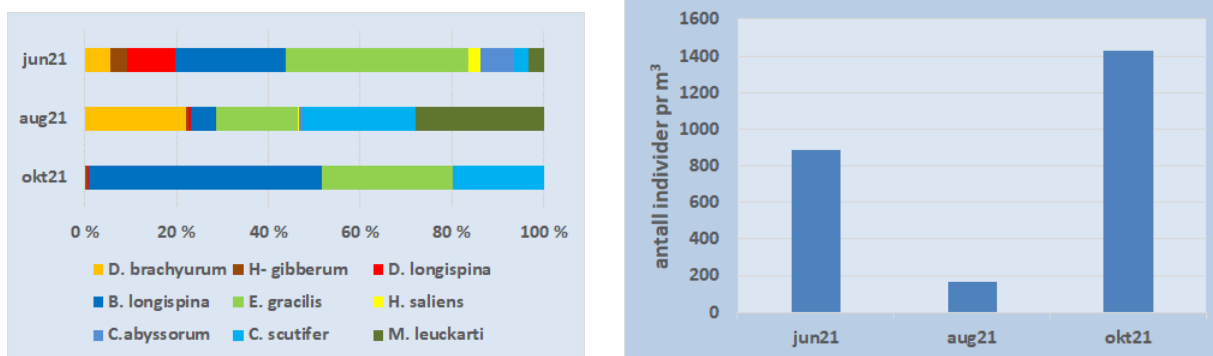
Siktedypet varierte mellom 3,5 m (august) og 3,9 m (oktober), alltid med en farge som inneholdt forskjellige sjatteringer av gult og brunt. Det ble ikke registrert noe markant sprangsjikt hverken i juni eller oktober. I juni var det god O₂-metning i hele vannsøylen, respektive 101,0% i overflaten (9,86 mg/l) og 69,5% (8,36 mg/l) nær bunnen. I august avtok O₂ fra 9,97 mg/l (95,5% metning) i overflaten til 3,18 mg/l O₂ (26,9% metning) nær bunnen (**vedlegg 2**). Ved de tre besøkene ble det målt pH 6,3, 6,6 og 6,5 som gir et snitt på pH 6,5. Tilsvarende verdier for ledningsevnen var 4,5, 4,6 og 4,8 mS/m, dvs. like lavt som det som ble målt i Homsvatnet. Isumstadvatnet drenerer også en berggrunn bestående av tungt nedbrytbare bergarter og med begrensede arealer med løsmassedecke. Med gjennomsnittlig Ca på 1,6 mg/l og TOC på 4,7 mg C/l, er Isumstadvatnet typifisert som en klar, kalkfattig innsjø. Med fosforverdiene 0,006 mg P/l (juni), 0,010 mg P/l (august) og 0,014 mg P/l (oktober) går vannet fra å ha en «svært god» vannkvalitet i juni til en «moderat» vannkvalitet i oktober. Det er usikkert hva denne endringen skyldes.

Det totale planteplanktonvolumet hadde forholdsvis lave verdier og dette ga Isumstadvatnet tilstandsklasse «god» for denne parameteren. Klassegrensene og referanseverdiene for middels kalkrike, humøse innsjøer i lavlandet ble benyttet (L108). Samfunnet i Isumstadvatnet besto for det meste av grønnalger, gullalger og svelgflagellater i juni. Utover i sesongen dominerte den grønne nåleflagellaten *Gonyostomum semen* (**figur 37**). Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) indikerte et samfunn med «moderat» tilstand. Det ble observert kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier i prøvene og indeksen Cyano_{max} indikerte «svært god» tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet ga nEQR på 0,57, noe som gjorde at Isumstadvatnet fikk tilstandsklassen «moderat».

nEQR	Volum	PTI	Cyano _{max}	Totalvurdering PP
2021	0,64	0,50	0,99	0,57



Figur 37. Sammensetting og totalt volum av planteplankton (venstre) og oversikt over stasjonene i Isumstadvatnet.

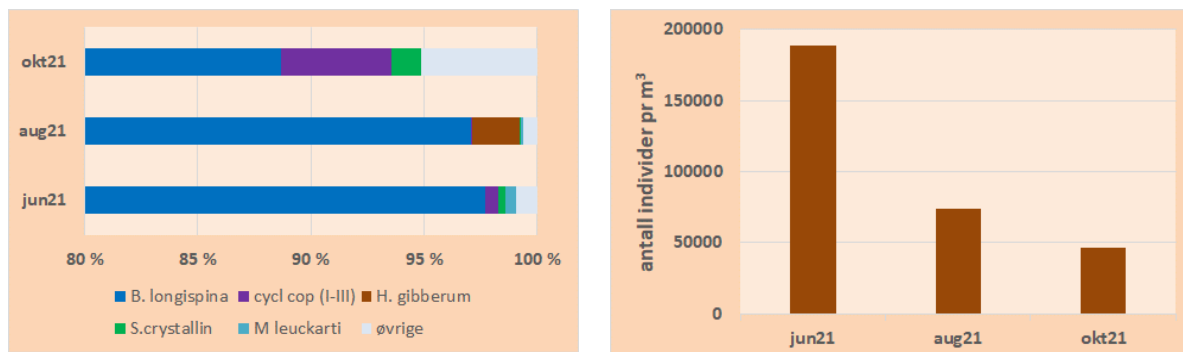


Figur 38. Litoralsamfunnets sammensetning (til høyre) og tetthet i Isumstadvatnet. Nauplier er ikke medregnet.

Det er til sammen registrert 40 arter krepsdyr; 26 vannlopper og 14 hoppekreps i Isumstad vatnet. Det kan karakteriseres som et høyt antall, tatt i betraktning av at vannet ligger over marin grense i en region der mange arter med en sørøstlig utbredelse mangler. Ingen av artene kan imidlertid karakteriseres som sjeldne, og alle er vidt utbredt i Norge. Litt spesielt er det at alle de fem artene tilhørende slekten *Eucyclops* ble funnet (sprikhalehops *E. denticulatus*, langpigghalehops *E. macruroides*, langhalehops *E. macrurus*, saghalehops *E. serrulatus* og fintagghalehops *E. speratus*). Begge de store rovformene langhalerovkreps *Bythotrephes longimanus* og glassrovkreps *Leptodora kindti* ble funnet i planktonet.

Planktonsamfunnet besto av hele 11 arter, seks vannlopper og fem arter hoppekreps. I tillegg til de ni artene som er vist i **figur 38**, ble de to foran nevnte rovformene, langhalerovkreps og glassrovkreps, funnet fåtallig. Liksom i Homsvatnet utgjorde svevekreps *Diaphansoma brachyurum* betydelige andeler i juni og august for så å forsvinne helt i oktober. Gelekreps *Holopedium gibberum* og nåledafnie *Daphnia longispina* ble kun funnet tallrike i juni da nåledafnie var dominant. Snabelkreps *Bosmina longispina*, sørhops *Eudiaptomus gracilis* og vingehops *Cyclops scutifer* var dominerende arter gjennom hele sesongen og i oktober utgjorde de >99,0% av samfunnet. I juni ble det funnet voksne individer av vingehops som har en ett-årig syklus i vannet. Nauplier, som utgjorde 65,1% i juni (**tabell 5**), tilhører høyst sannsynlig arten.

Litoralsamfunnet var dominert av store tettheter med snabelkreps gjennom hele sesongen (**figur 38**). Det er ikke uvanlig med oppblomstringer av denne arten, men at det var tilfelle i både juni, august og september, er spesielt. Størst tetthet ble registrert i juni med nær 200000 ind/m³. Krystallkreps *Sida crystallina* som var vanlig i juni og i oktober, er en av våre største vannlopper. Den har vært fraværene eller forekommer fåtallig i vannene med sørv.



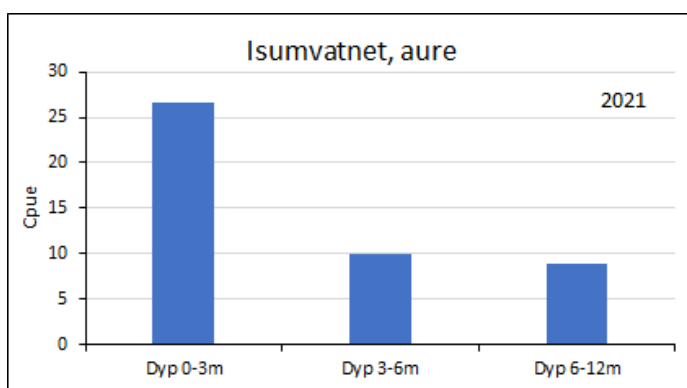
Figur 39. Litoralsamfunnets sammensetning (til høyre) og tetthet i Isumstadvatnet. Nauplier er ikke medregnet.

Isumstadvatnet ble valgt ut fordi det var stor sannsynlighet for at det var kommet sørv inn i vannet, da arten er funnet oppstrøms i Møglandsvatnet (Kennet Bringsdal pers. medd.). I 2019 ble det i forbindelse med el-fiske også funnet sørv i Storebekken som er utløpsbekken fra Møglandsvatnet og som renner til Ommundsvannet der det ble konstatert sørv samme år (Lunde 2019).

Vi påviste imidlertid ikke sørv under vårt prøvefiske i Isumstadvatnet i 2021, men en brukbar bestand av ørret med et utbytte på 37 individer, i tillegg til ni laksunger og én sjørøret på 475 mm og 1,4 kg.

Fangstutbyttet av ørret uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue) var 27, ti og ni individ på henholdsvis 0–3 m, 3–6 m 6-12 m dyp (**figur 40**). I juni var det god metning av O₂ helt ned til bunnen, mens metningen i oktober avtok gradvis fra 9 m dyp og nedover. Det var med andre ord gode betingelser for ørret under 6 m dyp. Skjøllingstadbekken har vært kjent som god sjørøretelv.

Figur 40. Fangstutbyttet av ørret i På ulike dyp av Isumstadvatnet uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue).



5 Oppsummering og konklusjon

Denne undersøkelsen bekrefter det vi har konstatert i de to foregående undersøkelsene, nemlig at tilgjengelighet av næring i strandsonen i vann invadert av sørv er en flaskehals for tidlige stadier (0+ og 1+) av stedege arter. Den mer langsiktige effekten av introdusert sørv er imidlertid usikker, men det er sterke indiser på at den kan være katastrofal.

I Kollakstjern ser det ut til at de stedege bestandene av abbor og ørret er utkonkurrert av sørv, og her er det vanskelig å se noen grunn til at disse artene vil kunne bli dominerende igjen. Et grunt vann, slik som Kollakstjern, er trolig mer sårbart for at sørven vil dominere totalt enn i et dypere og mer heterogent vann. Et mulig tiltak for Kollakstjern vil kunne være å sette ut større ørret/abbor (>30 cm) som kan bruke sørven som nærings og vokse seg stor i løpet av kort tid. I dag er litoralsonen nærmest støvsuget for mindre krepsdyr som er viktig næring for ørret/abbor i fasen etter plommesekkstadiet.

I Solbergvann er det imidlertid indikasjoner til at trenden med en økende tetthet av sørv er snudd grunnet predasjon fra abbor. En kan håpe at det kan etablere seg en likevekt med et samfunn som befinner seg et sted mellom det opprinnelige og det vi ser i en tidlig etableringsfase. Det betyr at sørven gjennomgår en «boom-og-bust»-utvikling, som er vanlig for introduserte artsbestander. I 2019, da det var dominans av sørv, var det en oppblomstring av blågrønnalger som resulterte i en «dårlig» tilstand basert på planteplanktonsamfunnet. Året før var tilstanden «svært god». I 2021 var tilstanden på bedringens vei og ble vurdert som «god».

Kigevannet har gått fra å være et attraktivt fiske- og badevann til et vann som er blitt overbefolket av kun sørv, og med et siktedyp som gjør at én ikke vil se føttene sine dersom én skulle fristes til å bade. Et mulig tiltak også her vil kunne være å sette ut ørret som kan bruke sørven som matkilde. Rotenonbehandling kan diskuteres, men vil sannsynligvis mislyktes, da det er stor sjanse for at noen sørv vil overleve i refugier innen systemet.

Sørv har ikke etablert seg i Isumstadvatnet til tross for at arten er funnet i to vann oppstrøms. Her er det sannsynligvis et tidsspørsmål før arten vil komme inn dersom ikke tiltak blir gjort. Hvordan dette skal kunne løses er imidlertid ikke lett å se for seg.

Referansevannet Homsvatnet hadde kun ørret og en «svært god» tilstand, basert på både fosfor og planteplanktonsamfunnet.

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.

Berger, H.M. 2010. Sørv og sjørret i Kigevannet i Mandal kommune. Tilstandsvurdering og forslag til tiltak 2010. Sweco rapport nr. 1 2010. 29 s.

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.

Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og litorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka. *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 11: 1-95.

Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.). 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.

Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - *Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart*, 130 s.

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.

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*.

Hobæk, A. 2005. Genetic diversity, phylogeography and hybridization in northern *Daphnia*. Thesis. University of Bergen.

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.

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.

Lunde, R. 2019. Spredning av fiskearten sørv i drikkevann i Mandal Kommune. Notat. Asplan Viak 7 s.

Lyche Solheim, A., Phillips, G., Drakare, S., Free, G., Järvinen, M., Skjelbred, B., Tierney, D., Trodd, W., 2014. Northern Lake phytoplankton ecological assessment methods. In: Poikane, S. (Ed.), Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. JRC-Report EUR 26503 EN (259 pp).

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

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

Oksanen J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlenn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs and H. Wagner (2020). `vegan: Community Ecology Package`. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

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.

Postler, C. & Espedal, E.O. 2018. Kartlegging av gjedde og sørv i Storånavassdraget, Sandnes kommune. LFI rapport 325. 20.s.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

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.

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 ferskvannsfæuna., Tapir, Trondheim. s. 95-99.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Vannlopper. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsfæuna., 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.

Walseng, B. & Hesthagen, T. 2012. Enningdalsvassdraget, a freshwater documentation. Part 1 Crustaceans. - NINA Rapport 827. 54 s.

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.

Vedlegg 1. Et utvalg vannkjemiske parametere fra Kaollakstjern og Solbergvann i perioden 2019-2021 samt resultatene fra Kigevann, Homsvatnet og Isumtadvatnet for 2021.

		pH	Kond.	Alk.	Ca	Mg	K	Na	SO4	Nitrat	Cl	TOC	LAI	ANC	Total	Totaln
			mS/m	mmol/l	mg/l	mg/l	mg K/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg C/l	µg Al/l	µekv/l	mg P/l	mg N/l
Kollakstjern	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	0,02	0,33
	28.08.2018	7,1	5,9	2,40	6,2	1,2	0,6	8,1	1,1	<0,002	11,3	10,3	0,0	NA		
	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	0,02	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	0,02	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	0,01	0,32
	23.06.2020	7,2	8,1	0,26	5,0	1,1	0,7	7,7	3,9	<0,01	14,2	9,0	4,0	209	0,02	0,280
	01.09.2020	6,7	8,8	0,32	5,5	1,2	0,9	8,6	2,8	<0,01	14,5	10,0	17,0	298	0,02	0,47
	30.09.2016	6,8	8,8	0,33	5,7	1,3	0,8	8,2	3,0	<0,01	14,5	9,0	25,0	287	0,02	0,48
	21.06.2021	6,6	8,6	0,51	5,4	1,1	1,0	7,9	4,0	<0,01	14,9	7,6	26,4	225	0,01	0,430
	16.08.2021	6,6	9,0	0,50	5,9	1,3	0,9	8,3	3,1	<0,01	14,8	9,2	14,0	297	0,02	0,39
	07.10.2021	6,9	9,1	0,34	5,8	1,3	1,0	7,9	3,4	0,03	15,4	8,9	1,0	252	0,01	0,41
Solbergvann	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	0,01	0,39
	28.08.2018	7,8	17,4	3,20	15,5	2,4	3,4	29,0	8,0	<0,002	42,7	5,6	10,0	NA		
	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	0,01	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	0,04	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	0,02	0,47
	23.06.2020	7,5	16,2	0,59	11,5	1,8	2,7	18,5	9,2	0,11	24,8	5,1	24,0	700	0,01	0,38
	01.09.2020	7,4	16,0	0,70	9,5	1,8	2,4	15,1	9,3	0,02	22,0	6,3	23,0	527	0,01	0,36
	30.09.2016	7,4	16,5	0,73	11,4	2,0	2,7	15,9	10,1	0,04	21,6	5,5	44,0	673	0,01	0,34
	21.06.2021	7,2	16,9	1,00	10,5	1,9	2,5	18,8	9,1	0,22	28,0	5,2	8,0	572	0,01	0,560
	16.08.2021	7,4	17,4	0,78	11,0	2,0	3,0	18,4	8,1	<0,01	26,4	5,9	30,0	675	0,02	0,33
	06.10.2021	7,2	15,8	0,60	10,4	2,0	3,0	13,8	11,0	0,27	21,4	6,2	2,0	510	0,04	0,58
Kigevatnet	21.06.2021	6,8	10,2	0,22	4,61	1,6	1,5	10,1	6,5	0,28	18,3	9,7	19,3	172	0,03	0,75
	16.08.2021	7,2	11,2	0,49	5,96	1,84	1,53	11,2	4,1	<0,01	18,4	10,7	14	370	0,05	0,58
	06.10.2021	7,0	12,3	0,42	6,17	2,07	1,75	11,4	5,7	0,28	20,2	8,9	1	313	0,05	0,88
Homsvatnet	21.06.2021	6,2	4,6	0,06	1,95	0,7	0,43	2,2	4,3	0,49	8,4	2,9	69	-95,5	0,00	0,71
	16.08.2021	6,6	4,8	0,08	2,13	0,71	0,42	4,6	4	0,34	7,9	3,7	22	46,4	0,01	0,53
	06.10.2021	6,4	4,9	0,08	2,14	0,73	0,43	5,0	4,3	0,36	8,4	3,2	10	44,2	0,01	0,58
Isumtadvatnet	21.06.2021	6,3	4,5	0,07	1,47	0,7	0,56	5,5	2,9	0,32	9	4,2	29,6	49,8	0,006	0,53
	16.08.2021	6,6	4,6	0,09	1,55	0,67	0,62	4,9	2,4	0,21	8,1	4,8	15	68,1	0,01	0,49
	06.10.2021	6,5	4,8	0,09	1,72	0,74	0,66	5,3	2,9	0,23	8,9	4,4	6	69,6	0,01	0,56

Vedlegg 2

Oksygen og temperaturprofiler i de undersøkte vannene i september.

Kolakstjern sept 2019		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	14,1	8,35
1	13,6	8,03
2	13,2	7,71
3	13,0	7,53
4	12,9	7,42
5	9,8	0,91
6	8,1	0,72
7	7,7	0,82

Kolakstjern 21.06.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	20,8	9,31
1	20,1	9,51
2	18,0	6,74
3	12,1	2,27
4	9,2	0,80
5	7,3	0,74
6	7,1	0,74

Kolakstjern 7.10.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	12,9	7,1
1	12,9	7,1
2	12,9	7,1
3	12,9	7,2
4	12,5	0,8
5	10,3	0,8
6	8,7	0,7
7	7,7	0,8

Solbergvann sept 2019		
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

Solbergvann 22.06.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	19,5	9,28
1	19,5	9,28
2	18,3	8,97
3	14,4	12,45
4	9,9	5,24
5	8,1	5,75
6	6,7	6,45
7	5,9	7,35
8	5,5	7,60
9	5,3	7,35
10	5,0	6,46
11	4,9	5,62
12	4,9	4,28
13	4,8	1,97
14	4,8	0,99
15	4,7	0,84
16	4,7	0,81
17	4,7	0,78

Solbergvann 6.10.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,3	11,43
1	12,9	9,18
2	12,8	8,23
3	12,7	8,20
4	12,6	8,08
5	12,3	6,66
6	10,0	0,97
7	7,2	2,46
8	6,1	3,19
9	5,7	3,27
10	5,3	2,47
11	5,2	0,95
12	5,1	0,82
13	5,1	0,79
14	5,1	0,77
15	5,0	0,77
16	5,0	0,76
17	4,9	0,76

Kigevannet 22/6-2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	18,3	9,87
1	17,6	10,43
2	16,7	9,05
3	15,6	7,38
4	14,5	5,60
5	11,9	0,98
6	11,2	0,70
7	11,1	0,64

Kigevannet 06.10.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	13,6	8,39
1	13,4	8,38
2	13,3	8,38
3	13,3	8,32
4	13,2	7,92
5	13,0	7,48
6	13,0	7,44
7	13,0	0,76

Homsvatnet 21.06.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	18,6	9,58
1	18,3	9,62
2	17,5	9,67
3	17,4	9,77
4	16,3	10,21
5	10,4	11,65
6	8,5	11,75
7	7,1	11,49
8	6,2	11,23
9	5,8	11,12
10	5,3	11,03
11	5,1	11,01
12	4,9	10,70
13	4,8	10,20
14	4,7	10,04
15	4,6	9,88
16	4,5	9,77
17	4,4	9,78
18	4,4	9,70
19	4,3	9,56
20	4,3	9,39
21	4,3	9,23
22	4,3	8,38
23	4,2	8,89
24	4,2	6,66
25	4,2	8,55
26	4,2	8,33
27	4,2	8,15
28	4,2	8,04
29	4,2	7,83
30	4,2	7,73

Homsvatnet 06.10.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	12,9	10,20
1	12,9	10,19
2	12,9	10,17
3	12,9	10,14
4	12,9	10,12
5	12,9	10,10
6	12,7	10,09
7	12	10,20
8	8,7	10,20
9	7,1	9,72
10	6,5	9,46
11	5,7	9,26
12	5,2	9,08
13	5	8,73
14	4,8	8,48
15	4,7	8,42
16	4,6	8,44
17	4,5	8,43
18	4,4	8,08
19	4,4	7,96
20	4,4	7,86
21	4,3	7,72
22	4,3	7,35
23	4,3	7,10
24	4,3	6,95
25	4,3	6,81
26	4,3	6,68
27	4,3	6,50
28	4,3	6,42
29	4,3	6,12

Isumstadvatnet 21.06.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	18,0	9,43
1	18,0	9,41
2	17,9	9,40
3	16,9	9,24
4	16,4	8,95
5	15,1	8,62
6	12,1	9,21
7	10,4	9,30
8	9,9	9,32
9	8,8	9,56
10	8,2	9,60
11	7,7	9,51
12	7,5	9,49
13	7,3	9,43
14	7,2	9,37
15	7,2	9,31
16	7,1	9,24
17	7,1	9,10
18	7,0	8,99
19	7,0	8,83
20	6,9	8,36

Isumstadvatnet 06.10.2021		
Dyp (m)	temp	O ₂ (mg/l)
0	12,9	9,97
1	13,0	9,94
2	13,0	9,92
3	13,0	9,90
4	13,0	9,89
5	12,9	9,90
6	12,9	9,89
7	12,9	9,88
8	12,9	9,88
9	11,9	8,41
10	10,4	6,32
11	8,1	6,64
12	7,6	4,98
13	7,4	4,85
14	7,3	4,49
15	7,2	4,44
16	7,2	4,20
17	7,1	3,75
18	7,1	3,44
19	7,1	3,18
20	7,0	0,92

Vedlegg 3. Vannlopper funnet i Kollakstjern og Solbergvann i periodem 2018-2021 samt i Kige-vannet, Homsvatnet og Isumstadvatnet i 2021.

Lokalitet	Kol.tj.	Kol.tj.	Kol.tj.	Kol.tj.	Solb.v.	Solb.v.	Solb.v.	Solb.v.	Kigev.	Homsv.	Isum.v.
år	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2021	2021	2021
Vannlopper											
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Holopedium gibberum Zaddach							x			x	x
Ceriodaphnia pulchella	x	x	x	x	x	x	x	x			
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x	x	x	x				x		x	x
Daphnia longiremis Sars					x	x		x			
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x		x	x			x		x	x	x
Simocephalus vetula (O.F.M.)					x	x	x	x		x	x
Bosmina longirostris (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x			
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Drepanothrix dentata (Eurén)		x		x			x				
Iliocryptus sordidus (Liév)				x				x			
Lathonura rectirostris (O.F.M.)			x					x			
Ophryoxus gracilis Sars	x	x	x	x	x			x		x	x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)	x		x	x						x	x
Acroperus angustatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona guttata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona intermedia Sars		x	x		x	x	x	x	x	x	x
Alona karelica Steinroos										x	
Alona quadrangularis (O.F.M.)							x	x			
Alona rectangula	x	x	x	x		x		x			
Alona rustica Scott										x	
Alonella excisa (Fischer)	x									x	
Alonella exigua (Fischer)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars			x			x			x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars				x	x						
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chydorus piger Sars				x		x					
Disparalona rostrata (Koch)				x		x	x	x			
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)					x	x	x	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Fischer)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pleuroxus trigonellus				x			x				
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pleuroxus uncinatus Baird			x								
Pseudochydorus globosus (Baird)	x			x			x				x
Rhynchotalona falcata Sars									x		
Polyphemus pediculus (Leuck.)		x		x		x	x	x		x	x
Bythotrephes longimanus Leydig											x
Leptodora kindtii (Focke)					x	x	x	x	x		x
antall arter vannlopper	22	21	24	28	22	25	26	28	17	24	26
antall arter hoppekreps	10	9	8	10	11	12	12	13	9	9	14
totalt antall arter krepsdyr	32	30	32	38	33	37	38	41	26	33	40

Vedlegg 3 forts.. Hoppekreps funnet i Kollakstjern og Solbergvann i periodem 2018-2021 samt i Kigevannet, Homsvatnet og Isumstadvatnet i 2021.

Lokalitet	Kol.tj.	Kol.tj.	Kol.tj.	Kol.tj.	Solb.v.	Solb.v.	Solb.v.	Solb.v.	Kigev.	Homsv.	Isum.v.
år	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2021	2021	2021
Hoppekreps											
Eudiaptomus gracilis Sars	x		x	x	x		x	x	x		x
Heterocope saliens Lillj.											x
Macrocyclus albidus (Jur.)				x	x		x	x	x	x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)	x	x								x	
Eucyclops denticulatus (A. Graet.)				x						x	x
Eucyclops macrurides (Lillj.)											x
Eucyclops macrurus (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paracyclops affinis Sars	x				x	x	x	x	x	x	x
Paracyclops poppei						x	x				
Ectocyclops phaleratus	x	x	x	x	x	x	x	x			
Cyclops abyssorum S.L.						x					x
Cyclops scutifer Sars		x		x	x	x	x	x		x	x
Cyclops strenuus Fischer						x	x	x	x		
Megacyclops gigas (Claus)											x
Megacyclops viridis (Jur.)								x		x	x
Acanthocyclops robustus Sars								x			
Mesocyclops leuckarti (Claus)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Thermocyclops oithonoides (Sars)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
antall arter vannlopper	22	21	24	28	22	25	26	28	17	24	26
antall arter hoppekreps	10	9	8	10	11	12	12	13	9	9	14
totalt antall arter krepsdyr	32	30	32	38	33	37	38	41	26	33	40

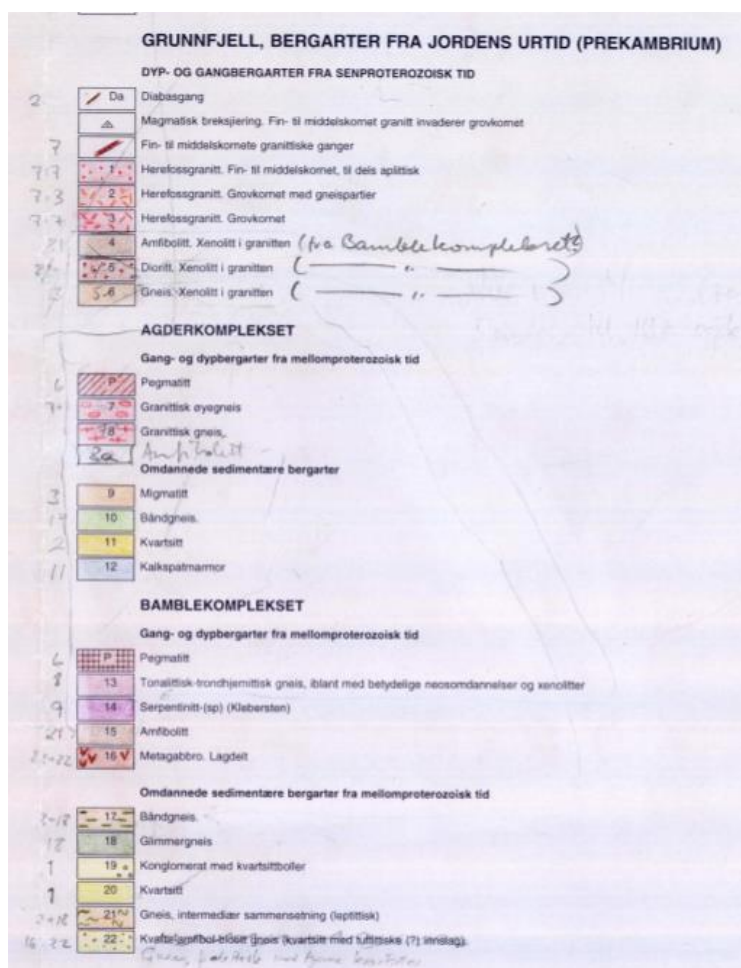
Vedlegg 4. Latinske navn med forkortelse, lengde på krepsdyrene, lengde og lengde kategori (1: >1,50, 2: 1,01-1,50, 3: 0,81-1,00, 4: 0,61-0,80, 5: <0,60).

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	Heterocope saliens (Lillj.)	het sal	2,5-3,2	1
Drepanothrix dentata (Eurén)	dre den	0,32-0,85	4	Macrocyclops albidus (Jur.)	mac alb	1,5-2,5	1
Ilicryptus sordidus (Liév)	ili sor	0,62-1,2	3	Macrocyclops 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 serricaudatus (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	Ectocyclops 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	Acanthocyclops 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	Mesocyclops leuckarti (Claus)	mes leu	0,9-1,3	2
Anchistropus emarginatus Sars	anc ema	0,42-0,50	5	Thermocyclops oithonoides (Sars)	the oit	0,8-1,0	3
Camptocercus rectirostris Schoedler	cam rec	1,15-1,45	2	Cryptocyclops 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 5. Fangsten fra de fem vannene som ble prøvafisket 2021.

Vann	Ørret	Abbor	Sørv	Suter	laks	sjørret	Totalt
Kollakstj.19	84	6	1	5			96
Kollakstj.21	118	1	1	7			127
Solbergv.19	190	49	5	1			245
Solbergv.21	59	92	2	4			157
Kigevann	130						130
Homsvann			22				22
Isumstadv.			37		9	1	47
Totalt	581	148	68	17	9	1	824

Vedlegg 6. Forklaring til bergrunns og løsmassekart.



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: 978-82-426-4884-6

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