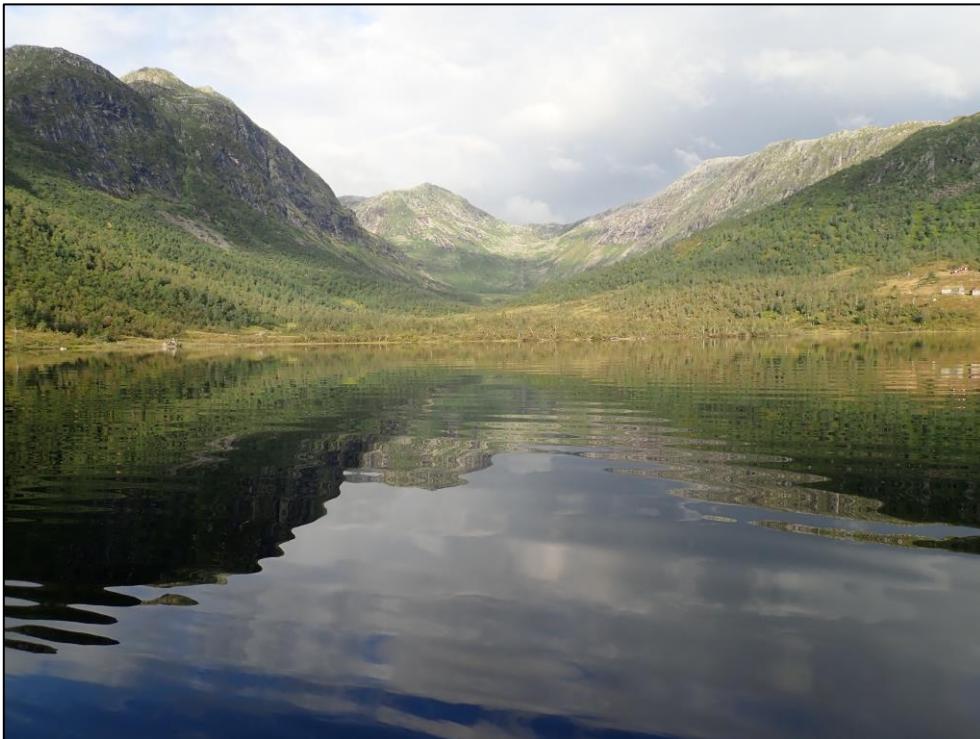


# R A P P O R T

## Biologiske og kjemiske undersøkingar i tidlegare kalka innsjøar i Vestland fylke





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Biologiske og kjemiske undersøkingar i tidlegare kalka innsjøar i Vestland fylke.

**FORFATTARAR:**

Bjart Are Hellen, Ingrid Wathne, Christian Irgens, Erling Brekke,  
Steinar Kålås og Geir Helge Johnsen

**OPPDRAKGSGIVAR:**

Fylkesmannen i Vestland

**OPPDRAGET GITT:**

6. juni 2019

**RAPPORT DATO:**

14. september 2020

**RAPPORT NR:**

3195

**ANTAL SIDER:**

75

**ISBN NR:**

978-82-8308-756-7

**EMNEORD:**

- Tidlegare kalka innsjøar  
- Forsuring  
- Vasskjemi

- Dyreplankton  
- Botndyr  
- Fisk

**KVALITETSOVERSIKT:**

Akkreditert element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Vassanalysar	VestfoldLAB AS	TEST 077
Botndyr	Pelagia Nature & Environment AB	SWEDAC

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Edvard Griegs vei 3, N-5059 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva

[www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)      Telefon: 55 31 02 78      E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

**Rapporten må ikkje kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.**

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag av Fylkesmannen i Vestland samla inn biologiske og kjemiske prøver frå tidlegare kalka innsjøar i Vestland sommarhalvåret 2019. Denne rapporten presenterer resultata som er vurdert i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Resultata er lasta opp til Vassdirektiv-databasen Vannmiljø.

Alle prøvene er samla inn av Rådgivende Biologer AS. Dei kjemiske analysane av vassprøver er utført ved det akkrediterte laboratoriet VestfordLAB AS, botndyra er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Pelagia Miljökonsult AB i Umeå i Sverige og dyreplankton er analysert av Erling Brekke ved Rådgivende Biologer AS. Feltarbeidet blei utført Christian Irgens, Steinar Kålås, Bjart Are Hellen og Geir Helge Johnsen.

Rådgivende Biologer takkar Fylkesmannen i Vestland, ved Kjell Hegna, for oppdraget.

Bergen, 14. september 2020

## INNHOLD

Føreord .....	3
Innhold.....	3
Samandrag.....	4
Prøvetaking 2019.....	6
Halvfjerdingsvatnet .....	13
Nedre Langatjørna.....	23
Ekkjeskartjørna.....	30
Svartavatnet.....	36
Monsvatnet .....	42
Botnavatnet.....	49
Litlevatnet.....	59
Storevatnet.....	66
Referansar.....	75

*Framsidebilete: Botnavatnet, august 2019.*

## SAMANDRAG

**Hellen, B. A., Wathne, I., Irgens, C., Brekke, E., Kålås, S. & Johnsen, G. H. 2020. Biologiske og kjemiske undersøkingar i tidlegare kalka innsjøar i Vestland fylke. Rådgivende Biologer AS, rapport 3195, 75 sider, ISBN 978-82-8308-756-7.**

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag frå Fylkesmannen i Vestland, samla inn vasskjemiske og biologiske prøvar frå åtte tidlegare kalka innsjøar i Vestland sommarhalvåret 2019. Denne rapporten presenterer resultata som er vurdert i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei undersøkte lokalitetane er vurdert i høve til vasstype etter Vanndirektivet, basert i høve til kalsiuminnhald, humusinnhald og høgde over havet. Ut i frå begrensingane til dei ulike biologiske indeksane, er det berre elementet «Fisk» som kunne nyttast av dei biologiske kvalitetselementa i klassifiseringa av økologisk status i innsjøane. Grunna avvik hos laboratoriet i resultata frå analysane av aluminium, er resultata som omhandlar aluminium fjerna frå denne rapporten.

**Halvfjerdingsvatnet** vart kalka årleg i perioden 1996–2013. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring høvesvis «svært god» og «god». Det var låg diversitet av dyreplankton, men få forsuringstolerante artar, samt førekomst av mellom anna den svært følsame *Daphnia umbra*. Botndyra hadde også låg diversitet og tettleik, og det vart ikkje funne nokre forsuringsfølsame artar. Det vart låg tettheit av aure og ein estimert totalbestand på om lag 200 individ. Dei få individua som vart fanga ved garnfiske var alle frå same årsklasse (5-åringar). Ingen ungfisk blei fanga ved elektrofiske. Tilhøva til det biologiske kvalitetselementet fisk var «dårleg». Uavhengig av vasskvalitet er det marginale klimatiske tilhøve for vellukka rekruttering av aure i Halvfjerdingsvatn, men det blir ikkje tilrådd kalking eller fiskeutsetting. Den klimabetinga og ustabile rekrutteringssitusjonen tilseier at bestanden bør overvakast og det bør gjennomførast nytt prøvefiske i innsjøen innan fem år. Økologisk tilhøve tilsvara «dårleg» (**tabell 1**).

**Nedre Langatjørna** har ikkje vorta kalka, men ligg nedstraums Halvfjerdingsvatnet. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring høvesvis «svært god» og «god». Det var noko låg diversitet av dyreplankton, men det var om lag like mange følsame som tolerante artar. Botndyra hadde låg diversitet og tettleik, men det vart funne nokre individ av den svært forsuringsfølsame døgnfluga *Baetis rhodani* i utløpet. Økologisk tilhøve tilsvara «god» (**tabell 1**).

**Ekkjeskartjørna** har ikkje vorta kalka, men ligg nedstraums Halvfjerdingsvatnet. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring høvesvis «svært god» og «god». Det var låg diversitet av dyreplankton og det vart funne både moderat forsuringsfølsame og forsuringstolerante artar. Botndyra hadde låg diversitet og tettleik, og det vart ikkje funne nokre forsuringsfølsame artar. Økologisk tilhøve tilsvara «god» (**tabell 1**).

**Svartavatnet** vart kalka i 2001–2003. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring høvesvis «svært god» og «god». Det var middels høg diversitet av dyreplankton og det vart funne dobbelt så mange forsuringstolerante som forsuringsfølsame artar, men også individ av den svært forsuringsfølsame *Daphnia umbra*. Botndyra hadde moderat diversitet og tettleik og det vart ikkje funne nokre forsuringsfølsame artar. Økologisk tilhøve tilsvara «god» (**tabell 1**).

**Monsvatnet** vart kalka i 1994–2003. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring høvesvis «god» og «svært god». Det var høg diversitet av dyreplankton og vart påvist tre ulike artar innan den svært forsuringsfølsame slekta *Daphnia*. Botndyra hadde god diversitet og tettleik og det vart funne tre forsuringsfølsame artar av døgnfluger. Økologisk tilhøve tilsvara «god» (**tabell 1**).

**Botnavatnet** vart kalka i periodar mellom 1995–2009. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring høvesvis «svært god» og «god». Det var middels høg diversitet av dyreplankton og det vart funne fleire forsuringstolerante enn moderat forsuringsfølsame artar. Botndyra hadde svært låg diversitet og tettleik og det vart funne fleire forsuringstolerante enn

moderat forsuringsfølsame artar. Det vart påvist ein høg tettheit av aure og ein estimert totalbestand på om lag 9300 individ. Innløpselven frå Isvatnet er viktigaste gyte- og oppvekstområde for aurebestanden i Botnavatnet. Vasskvalitetsmålingane viser at vasskvaliteten no er god for aure. Aurebestanden har høg tettleik og det har vore årleg rekruttering sidan 1990-talet. Tilhøva til det biologiske kvalitetselementet fisk var «svært god». Det er ikkje behov for tiltak for å betre tilhøva for aurebestanden eller vasskvaliteten i innsjøen. Økologisk tilhøve tilsvara «god» (**tabell 1**).

**Litlevatnet** vart kalka i 1993 og 1999. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring «svært god». Det var høg diversitet av dyreplankton og mange forsuringsfølsame artar, blant anna *Daphnia longispina*. Botndyra hadde relativt låg diversitet og tettleik og det vart ikkje funne nokre forsuringsfølsame artar. Økologisk tilhøve tilsvara «svært god» (**tabell 1**).

**Storevatnet** vart kalka i periodar mellom 1994–2002. I 2019 var tilhøva til dei vasskjemiske kvalitetselementa næringsstoff og forsuring «svært god». Det var høg diversitet av dyreplankton og mange forsuringsfølsame artar, blant anna *Daphnia longispina*. Botndyra hadde relativt låg diversitet og tettleik og det vart funne nokre moderat forsuringsfølsame artar. Det vart påvist ein normal tettheit av aure og ein estimert totalbestand på om lag 1400 individ. Det vart påvise rekruttering i både utløp og innløp av Storevatnet i 2019, men noko lågare ungfisktettleik enn ved førre undersøking i 2007. Aurebestanden i Storevatnet viser stabil rekruttering, og det er ikkje behov for tiltak for å sikre bestanden. Tilhøva til det biologiske kvalitetselementet fisk var «svært god» og økologisk tilhøve tilsvara «svært god» (**tabell 1**).

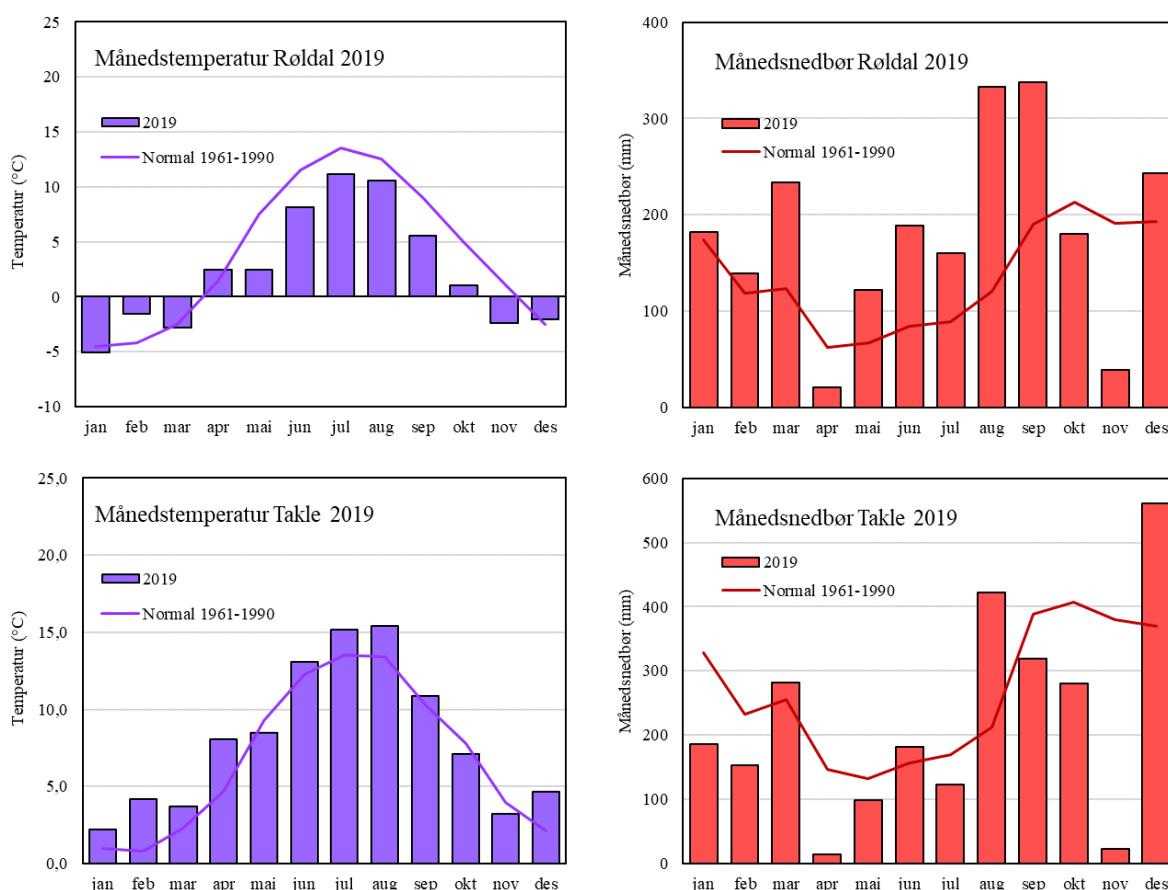
**Tabell 1.** Samanstilling av resultata av vasskjemiske og biologiske prøvar i åtte tidlegare kalka innsjøar i Vestland i 2019. Dyreplankton og botndyr er ikkje med i berekninga av økologisk tilhøve grunna begrensingar i Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. ASPT er ikkje med i denne samanstillinga for innsjøane ettersom det er ein elveindeks.

Lokalitet	Vasstype	Vasskvalitetselement		Biologiske element			Økologisk tilhøve
		Nærings.	Forsuring	Dyrep.	Botndyr	Fisk	
Halvfjerdingsvatnet	L301b	1	0,712	0,986	0,101	0,346	IV = «dårleg»
Nedre Langatjørna	L301b	1	0,692	0,465	0,545	–	II = «god»
Ekkjeskartjørna	L301b	0,848	0,710	0,441	–	–	II = «god»
Svartavatnet	L203b	1	0,687	0,398	0,140	–	II = «god»
Monsvatnet	L208	0,756	1	1	0,875	–	II = «god»
Botnavatnet	L201b	1	0,764	0,293	0,322	0,950	II = «god»
Litlevatnet	L103d	0,857	0,866	0,757	0,202	–	I = «svært god»
Storevatnet	L103d	1	0,955	0,706	0,478	0,850	I = «svært god»

# PRØVETAKING 2019

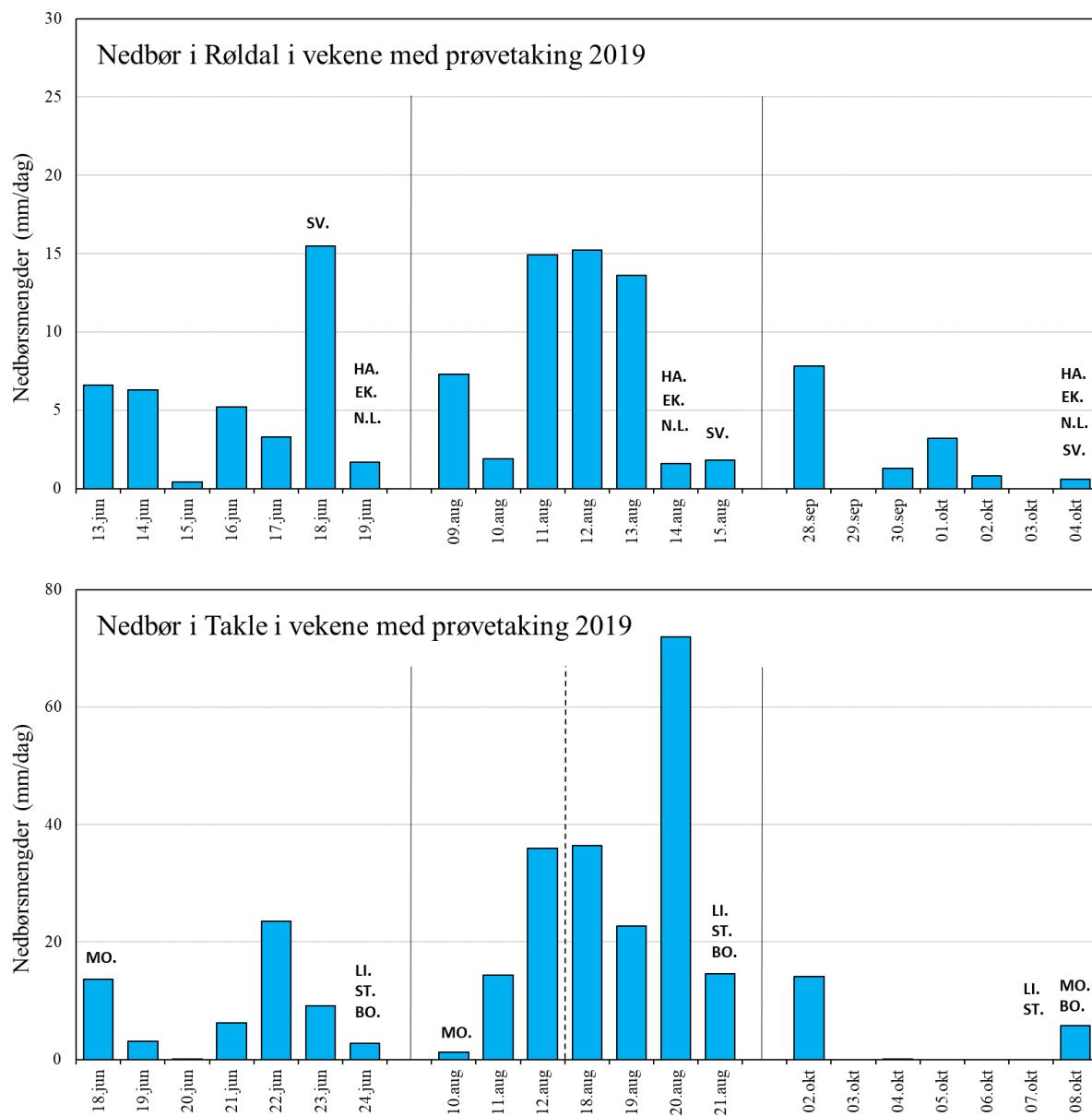
## VÊRTILHØVA 2019

Vêrtihøva i prøvetakingsperioden for dei sørlege innsjøane (Halvfjerdingsvatnet, Ekkjeskartjørna, Nedre Langatjørna og Svartavatnet) er illustrert med data frå målestasjonen ved Røldal (46430 Røldalsfjellet), og ved Takle (52860 Takle) for dei nordlege innsjøane (Monsvatnet, Botnavatnet, Littlevatnet og Storevatnet) (**figur 1**). I Røldal var det 33,9 % meir nedbør i 2019 enn normalt, med 2810 mm nedbør mot normalen på 1628 mm. Normalen er basert på gjennomsnitt for åra 1961–1990. Det var generelt sett kaldare enn normalen heile året. Nedbøren varierte, men låg stort sett over normalen, utanom i april, oktober og november. I Takle var det 16,7 % mindre nedbør i 2019 enn normalt, med 2647 mm nedbør mot normalen på 3179 mm. Det var generelt sett varmare enn normalen heile året, utanom i november då temperaturen låg litt under normalen. Nedbøren varierte, men det var berre i mars, juni, august og desember at nedbøren var over normalen, elles låg den under normalen, særleg i april og november.



**Figur 1.** Månadlege (søyler) nedbørmengder (til høgre) og temperatur (til venstre) ved stasjon 46430 Røldalsfjellet i 2019 (øvst) og 52860 Takle (nedst), samt normalen i perioden 1961–1990 (linje). Data er henta frå Meteorologisk institutt.

I veka før prøvetakinga i innsjøane i nord var det litt regn i dagane i juni og august og lite regn i dagane før i oktober (**figur 2**).



**Figur 2.** Daglege nedbørsmengder i dagane før prøvetaking for innsjøane i sør (øvst) og nord (nedst) sommarhalvåret 2019. Prøvetakingsdato for innsjøane er vist i figuren: Svartavatnet (SV.), Halvferdingsvatnet (HA.), Ekkjeskartjørna (EK.), Nedre Langatjørna (N.L.), Monsvatnet (MO.), Botnavatnet (BO.), Litlevatnet (LI.) og Storevatnet (SO).

## METODAR

På oppdrag frå Fylkesmannen i Vestland vart det samla inn vasskjemiske og biologiske prøvar frå åtte tidlegare kalka innsjør sommarhalvåret 2019. Vassprøvar og dyreplankton vart samla inn ein gong i månaden i juni, august og oktober, og botndyr ein gong i månaden i juni og oktober. Tre innsjør var prøvefiska i august.

## VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøver frå utløpet til kvar innsjø, og vasskvaliteten vart analysert for følgjande parametrar: surleik (pH), turbiditet, fargetal, konduktivitet, alkalitet, fosfor, ortofosfat, nitrogen, totalt organisk karbon (TOC), kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, nitrat, syrenøytraliserande kapasitet (ANC) og ANC justert for TOC. Analysane vart utført akkreditert av laboratoriet VestfoldLAB AS.

## DYREPLANKTON

Det vart tatt to vertikale håvtrekk med planktonhåv sentralt i innsjøen og to horisontale håvtrekk i littoralsona. Opninga til håven hadde ein diameter på 30 cm og maskevidda var 60 µm. Prøvane vart fiksert og konservert med etanol. Innhaldet i prøvane vart artsbestemt under binokular lupe. Individ som ikkje kunne bestemast under lupe, vart preparert med mjølkesyre på objektglas og bestemt under mikroskop. Tettleiken av dyreplankton er oppgjeve etter dominans, der +++ er mange individ/dominerande, ++ er vanleg førekommande og + er få individ (opptil ca. 10 i prøven). Enkeltindivid er vist som (+). Vanlegvis vart heile prøven gjennomgått, men ved nokre av dei littorale prøvene med mykje planterestar og organisk materiale vart representative delprøver tatt ut og gjennomgått.

Krepsdyrindeksane LACI 1 og 2 er rekna ut i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. LACI 1 kan berre brukast for svært kalkfattige innsjør (Ca 0,5–1 mg/l). For svært kalkfattige innsjør med Ca < 0,5 mg/l er det tilrådd å basere klassifiseringa hovudsakeleg på vasskjemiske parametrar. LACI 2 er utvikla for kalkfattige og klåre innsjør og det er tilrådd at den berre vert nytt for innsjør med Ca 1–2 mg/l. Indeksane bør ikkje brukast for å vurdere tilhøve i humøse vassførekommstar.

Grunnlaget for berekning av krepsdyrindeksane LACI 1 og 2 er tabell V4.3.4 i Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018, som deler eit utval artar inn i fire kategoriar: 1 = svært forsuringsfølsame, 2 = moderat forsuringsfølsame, 3 = moderat forsuringstolerante og 4 = svært forsuringstolerante. Artar som i mindre grad har indikatorverdi i høve til forsuring er ikkje gitt nokon kategori. Ved berekning av indeksar for dei ulike innsjøane er ubestemte individ innan slekta *Eucyclops* gitt indikatorverdi tilsvarende kategori 2, sidan alle kjende artar innan denne slekta i Noreg er plassert i kategori 1 eller 2.

Ved berekning av krepsdyrindeks LACI 2 tek ein også omsyn til totalt tal på registrerte artar innan kvart fylke (med inndeling frå før 2020). Tabellen over tal på artar er gitt i rettleiar 02:2018 (tabell V4.3.5) og vart sist oppdatert i 2013. Eventuelle funn av nye artar for fylket (som t.d. *Simocephalus serrulatus* i Storevatnet i Sogn og Fjordane) vert ikkje tekne med i indeksberekinga, for ikkje å lage eventuelle skilnader i indeksbereking mellom ulike granskingsar. Eventuelle justeringar av talet på artar i indeksberekinga må kome som revisjon av Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018.

## BOTNDYR

Det vart tatt prøvar av botndyr i utløpet til kvar innsjø. Botndyrprøvane vart samla inn med sparkemetoden i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Prøvane vart tilsett 96 % etanol for konservering og artsbestemt hos Pelagia Nature & Environment i Sverige, som er akkreditert for desse analysane.

Dei ulike artane av virvellause dyr i botndyrfaunaen har ulike tolegrensar for forsuring (Fjellheim og Raddum 1990, Lien mfl. 1996). Artssamansettinga i botndyrfaunaen vil difor kunne gje informasjon

om forsuringsnivået i elva. Ved å sjå på førekomensten av den minst forsuringstolerante organismen som førekjem, kan ein antyde kor surt det har vore i elva i løpet av dyrets levetid. Botndyrfaunaen fortel altså ikkje berre om den vasskjemiske situasjonen på prøvetakingstidspunktet, men kan og seie noko om korleis vasskvaliteten har vore tidlegare. Dette er avhengig av livssyklusen til dyra i botnprøven, dvs. kor lenge dyra har vore i elva. Dei fleste artane har eittårige livssyklusar, og eggene vert lagt i løpet av sommarhalvåret. Om arten har døydd ut i løpet av vinteren, vil ein ikkje finne den i elva om våren, men artane kan rekolonisere frå andre elvar eller sidebekkar, og ein kan dermed finne arten i elva om hausten. Det er difor relativt normalt at ein lokalitet har ein høgare forsuringsindeks om hausten enn om våren. Innslaget av dei forskjellige artane i elva er også avhengig av bl.a. vassføring og substrat, ein tek difor prøver på ulikt substrat i kvar enkelt elv.

For å vurdere det biologiske mangfaldet, er antal individ og antal taksa på dei granska stadane vurdert. Ein indikator på ulik påverknad er variasjon i antal EPT-taksa. EPT-taksa er larver av døgnfluger (E = *Ephemeroptera*), steinfluger (P = *Plecoptera*) og vårfly (T = *Trichoptera*). Ein reduksjon i antal taksa kan seie noko om påverknad, og førekomst av ulike artar fortel også om typar av påverknad som forsuring og eutrofiering. Naturtilhøva i botndyrfaunaen kan variere mykje, og variasjon i antal botndyr og taksa må vurderast med utgangspunkt i stor naturleg variasjon.

Indeksen ASPT (Average Score per Taxon) vert brukt til å evaluere om utløpselva er påverka av eutrofiering og organisk påkjennung. Ei utgreiing med bakgrunn i data frå Referanseelv-overvakainga visar at ASPT fungerer dårlig i høgareliggende lokalitetar (pers. kom. Steinar Sandøy), så berekna indeksverdiar frå høgareliggende elvar må sjåast på som usikre.

For å evaluere om botndyra er påverka av forsuring, er det i dag i bruk tre ulike forsuringsparametrar: Forsuringsindeks 1 og 2, MultiClear og LAMI. Alle indeksane er rekna ut i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 ved å importere botndyrrdata til Vann-Miljø, som automatisk bereknar indikatorverdiane.

Forsuringsindeks 1 gjeld for både innsjø og i elv (utløp), medan 2 berre gjeld for elv (utløp). Forsuringsindeks 1 er delt inn i fire kategoriar. Kategori 1 blir brukt når det finst ein eller fleire svært forsuringsfølsame artar i botndyrsamfunnet, surleiken i elva er då høgare enn pH 5,5. Dersom det berre finst moderat forsuringsfølsame artar i elva, dvs. artar som toler pH ned til 5,0, vil lokaliteten få indeks 0,5. Ein lokalitet som berre har individ som toler pH ned mot 4,7 vil bli indeksert til verdien 0,25. Om det berre er artar som er svært forsuringstolerante vil elva bli indeksert til 0. Om ein har få prøver frå ein lokalitet, kan ein rekne med å ikkje få med enkeltartar, spesielt gjeld dette dei få artane som gjev indeks 0,25. En kan difor ikkje utan vidare seie at pH i ei elv har vore lågare enn 4,7 om ein ikkje finn desse artane, og elva får indeksverdien 0. Forsuringsindeks 2 er i hovudsak lik indeks 1, men den har finare inndeling mellom verdiane 0,5 og 1, dvs. at denne indeksen kan brukast til å avdekke moderat forsuringsskade i lokaliteten (Raddum 1999). Maksimal verdi for Forsuringsindeks 2 settast til 1, dvs. at verdiar > 1 settast lik 1 (Vanndirektivets sin rettleiar 02:2018).

Forsuringsindeks 1 kan fastsettast for littorale prøvar eller for kombinerte prøvar for littoralen og utløpselva til ein innsjø. I denne rapporten er kombinerte prøvar brukt for å rekne ut indeksen.

MultiClear er ein multimetrisk indeks som blir berekna ut i frå fire ulike botndyrparametrar: antal artar av sniglar, antal artar av døgnfluger, forsuringsindeksen AWIC-family og ein modifisert versjon av forsuringsindeksen Henriksson og Medins indeks. Indeksen er interkalibrert for kalkfattige og klare innsjøar. Indeksen kan fastsettast for littorale prøvar eller for kombinerte prøvar for littoralen og innsjøens utløpselv. I denne rapporten er kombinerte prøvar brukt for å rekne ut indeksen.

LAMI (Lake Acidification Macroinvertebrate Index) er basert på endringar i artssamansetting målt ved nærvær av indikatortaksa med ulik toleranse for forsuring. Indeksen kan fastsettast for littorale prøvar eller for kombinerte prøvar for littoralen og innsjøens utløpselv. I denne rapporten er kombinerte prøvar brukt for å rekne ut indeksen.

MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar og det er tilrådd at den berre blir brukt for desse vassstypane. Indeksane bør heller ikkje brukast for å vurdere tilhøve i humøse vassførekommstar.

## FISK

### Garnfiske

Prøbefisket vart gjennomført med seksjonerte fleiromfarsgarn (oversiktsgarn, **tabell 2**). Kvart garn er 30 m langt og 1,5 m djupt, og er sett saman av 12 like lange seksjonar med ulike maskevidder. Maskeviddene i garnet er: 5,0 - 6,3 - 8,0 - 10,0 - 12,5 - 16,0 - 19,5 - 24,0 - 29,0 - 35,0 - 43,0 - og 55,0 mm. Innsjøane vart prøbefiska etter eit oppsett som hadde relativt høg innsats i det habitatet der ein forventar å finne mest fisk i innsjøar med fåtallige fiskebestandar, men også andre habitat vart avfiska. I Botnavatnet vart det også fiska med flytegarn. Flytegarnet er 45 m langt og 5 m djupt, kvar maskeviddeseksjon er 5 m og har same maskeviddefordeling som botngarna med unntak av 5,0–6,3 og 55 mm.

### Bestandsestimat

Det finst informasjon frå prøbefiske i innsjøar der antalet fisk er kjent ved at mesteparten av fisken seinare er oppfiska, eller der antalet er bestemt ved bruk av akustisk utstyr (Sægrov 2000; Knudsen & Sægrov 2004; Sægrov upublisert). Desse resultata tilseier at eit botngarn i praksis fangar all fisk som oppheld seg i 5 m breidde på kvar side av garnet, totalt 10 m breidde, og innan et areal på 300 m<sup>2</sup>. Eit flytegarn avfiskar grovt sett 1 hektar (10 000 m<sup>2</sup>) i det sjiktet garnet står. Det må også takast med i vurderinga at fisk som er mindre enn ca. 12 cm har lågare fangbarheit enn større fisk, og at aure som er mindre enn 12 cm framleis kan opphalde seg i bekkar/elvar. Det er også mogleg at stor fisk (> 25 cm) har eit større aktivitetsområde i løpet av ein beiteperiode enn fisk i lengdegruppa 12–25 cm, og dette betyr at antal større fisk kan verta berekna for høgt. Ved berekning av total bestand er det videre anteke at gjennomsnittsfangsten pr. garnnatt er representativ for heile innsjøen. Bestanden er berekna ved å ta gjennomsnittleg fangst per garnnatt i botngarna som står i strandsona, anta at desse garna avfiskar 10 m av strandlinja, og multiplisere opp fangsten med lengda av strandlinja.

Vurdert med omsyn til forsuring som påverknadsfaktor, er fangst per garninnsats (CPUE) en parameter som brukas til å vurdere økologisk tilhøve. CPUE bereknast som fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate per natte ut ifrå formelen  $CPUE = (A/G) \times O$ ; kor A er antal fisk  $\geq 15$  cm i fangsten, G er antal garnseriar og O er omrekningsfaktoren for den aktuelle garnserien. Omrekningsfaktoren bereknast ved 100 dividert med aktuelt garnareal.

CPUE må dessutan sjåast i samanheng med oppvekstratio (OR), som er forholdet mellom innsjøareal og gyte- og oppvekstareal (sjå tabell 6.8 i rettleiar 02:2018). Dette er fordi naturtilhøva hos aurebestandar i form av rekruttering og bestandsstørrelse ofte varierer, der for eksempel vatn med naturleg tynne bestandar ofte er avgrensa av små oppvekst- og gyteareal i inn- og utløpsbekkar (målt i m<sup>2</sup>) i forhold til innsjøens overflateareal (målt i hektar). I klassifiseringsvegleiaaren er det skild mellom innsjøar med OR over 50, mellom 25 og 50 og under 25, ved bruk av Nordisk oversiktsgarn.

### Elektrofiske

I dei fleste innsjøane vart potensielle gytebekkar overfiska med elektrisk fiskeapparat, og gyteareal vart vurdert. Fisken fanga her, blei bedøvd, arbestemt og lengdemålt, og sleppt levande tilbake i bekkane. Fiskens alder vart estimert ut frå lengdefordelinga.

### Fiskeoppgjering

All fisk frå garnfiske er lengdemålt til nærmeste mm frå snutespissen til ytst på halefinnen når fisken ligg naturleg utstreckt. Vekt er målt til nærmeste g på elektronisk vekt. Kondisjonsfaktoren (K) er rekna ut etter formelen  $K = (\text{vekt i g}) \times 100 / (\text{lengde i cm})^3$ . Kjønn og kjønnsmodning er bestemt ut frå gonadestørleik etter standardisert metode for aure (Jonsson & Matzow 1979). Kjøtfargen er klassifisert etter kategoriane kvit, lys raud og raud. Det vart også teke mageprøver frå eit utval av fiskane, prøvene er konservert på etanol. Gjennomsnittleg lengd, vekt og kondisjon for fangsten i dei enkelte innsjøane er oppgjeve med standardavvik. Til aldersfastsetjing er det brukt otolittar (øyresteinar) og skjell.

**Tabell 2.** Oversikt over når prøvefiske blei utført (garn trekt), kor mange garn som vart sett, kva djup garna stod på, og kva lokalitetar (innløp- og/eller utløpsbekk) som vart elektrofiska for dei tre innsjøane som vart prøvefiska i august 2019.

Innsjø	Areal (ha)	Maks djup (m)	Dato	Antal garn	Garn/ha	Djup (m)	Elektrofiske
Halvfjerdingsvatnet	29	65	15.08.2019	11	0,38	0-47	Utløp
Botnavatnet	45	34	22.08.2019	7	0,16	0-31	Inn- og utløp
Storevatnet	14	9	22.08.2019	6	0,43	0-8	Inn- og utløp

## VANNDIREKTIVET

«Økologisk tilhøve» i vassførekomstar vert klassifisert med omsyn på **hydromorfologiske, fysisk-kjemiske og biologiske kvalitetselement**, der dei biologiske elementa skal vektleggjast og dei andre er støtteparametrar. I denne rapporten er biologiske kvalitetselement (dyreplankton, botndyr og fisk) og fysisk-kjemiske kvalitetselement (næringsstoff- og forsuringstilhøve) brukt til klassifisering av lokalitetane.

Vassførekomstane i Noreg er gruppert i ulike vasstypar som har naturgevne miljøtilhøve ut i frå geologi, klima og morfologi. Vasstypane har ulike naturtilhøve for dei biologiske, fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementa, og miljøklassifisering tek utgangspunkt i vasstype for å klassifisere tilhøva til den aktuelle vassførekomsten. Forvaltningsdatabasen Vann-Nett har fastsett vasstype for alle vassførekomstar i Noreg, men dei er ikkje alltid rett. For å revidere vasstype, er det henta inn informasjon om kalsium, fargetal og totalt organisk karbon frå Vannmiljø og rapportar frå dei ulike lokalitetane. Revidert vasstype er brukt til å berekne parametrane.

Resultata for dei biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementa er vurdert i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for å utarbeide indeksar og uttrykkje nivået på målingane. Ei fullgod vurdering skal byggje på gjennomsnitt av fleire målingar. For å kunne sette saman dei ulike resultata for dei ulike kvalitetselementa, vert indeksane omrekna til ein såkalla «økologisk kvalitetsratio» (EQR) og så normalisert til en skala mellom 0 og 1, med sprang på 0,2, for kvar tilstandsklasse (nEQR).

Kombinasjon av fleire parametrar innan same kvalitetselement skjer ved å ta gjennomsnitt av nEQR, men berre når dei representerer same type påverknad (eutrofiering eller forsuring). Elles vert prinsippet om at «det verste styrer» nytta innan kvart hovudelement, og også ved kombinasjon av kvalitetselement. Dersom biologiske element tilseier «god» eller betre tilhøva, må dei abiotiske også vurderast. Hydromorfologiske element kan berre trekke ned til «moderat» dersom dei biologiske kvalitetselementa er «svært god» eller «god».

Ved samla vurdering av «økologisk tilhøve» skal dei biologiske kvalitetselementa vektleggjast slik:

- 1) Dersom dei biologiske elementa samla er «svært god», kan økologiske tilhøva berre tas ned til «god» dersom dei hydromorfologiske eller fysisk-kjemisk elementa er «god» eller därlegare.
- 2) Dersom dei biologiske elementa samla er «svært god» eller «god», kan økologisk tilhøve berre tas ned til «moderat» dersom dei fysisk-kjemiske er därlegare enn «god».
- 3) Dersom dei biologiske elementa samla er «moderat» eller därlegare, vert dette avgjerande i seg sjølv.

For **fysisk-kjemiske kvalitetselement** er det i denne rapporten vurdert påverknad med omsyn på eutrofiering (nitrogen og fosfor) og forsuring (pH og ANC). For å få ein fullgod klassifisering, skal det nyttast middelverdi av månadlege prøvar gjennom året, der typiske flaumprøvar skal utelatast. Nitrogen skal berre nyttast dersom nitrogen er avgrensande for primærproduksjon, noko som berre er tilfellet i særslig næringsrike vassførekomstar. Her er nitrogen berre nytta når fosfor kjem i «svært därleg». Då er nEQR-verdiane for dei to midla, elles er fosfor nEQR nytta direkte.

Dyreplankton, botndyr og fisk er samla inn som **biologiske kvalitetselement** for å vurdere påverknad for forsuring. Krepsdyrindeksane LACI 1 og 2 er brukt for å vurdere tilhøva for dyreplankton og Forsuringsindeks 1 og 2, MultiClear og LAMI (Lake Acidification Macroinvertebrate Index) er brukt

for å vurdere tilhøva for botndyra. For dyreplankton er kombinerte prøvar frå littoralen og pelagialen brukt for rekne ut indeksane og for botndyra er det brukt kombinerte prøvar frå littoralen og utløpselva.

For å kunne vurdere økologisk tilhøve på grunnlag av fiskebestanden i høve til. vassforskrifta, krevjast kunnskap om samansetning av artar, bestandsstørrelse og bestandsstruktur. Vurdering av bestandsstruktur hos fisk krev kunnskap om størrelsес- og aldersfordeling, samt kjønn og modningsstadium. Dette er nødvendige parameter dersom endringar i bestandane tilhøve skal kunne registrerast over tid i samanheng med overvaking. Der fangstane er avgrensa til éin eller to arter bør endringar i bestandsstørrelse målt som prosentvis nedgang i CPUE brukast (jf. tabell 6.10 i Rettleiar 02:2018). Denne indeksen kan brukast på ei kvar fiskeart som førekomer i rimeleg stort antal i prøvefisefangstane, og som fanges effektivt ved den fangstmetoden man nytte, men det krevjast fleire år med data. Klassifiseringa påverkast av kvaliteten på tilgjengelege data. Ved dårleg datakvalitet krevjast større nedgang i fangstane for at innsjøen skal hamne i moderat tilhøve.

Dersom aure er einaste fiskeart, eller dominerande i fangstane i strandsona, og man har minst tre års data frå prøvefiske, anbefalast det å bruke fangstutbyttet av aure justert for oppvekstratio (jf. tabell 6.10 i Rettleiar 02:2018). Sjølv om denne parameteren i byrjinga vart utvikla for forsuring som påverkingsfaktor, tyder erfaringane på at den også egner seg til å registrere respons på andre påverkingar.

## BEGRENSINGAR I RETTLEIAR VED BEREKNING AV ØKOLOGISK TILHØVE

Grunna begrensingar i Vanndirektivet sin rettleier 02:2018 innanfor bruksområda til fleire av dei biologiske kvalitetselementa, er indeksane for dyreplankton (LACI 1 og 2) og botndyr (Forsuringsindeks 1, MultiClear og LAMI) berekna, men ikkje teke med i elvaringa av økologisk tilhøve, og difor heller ikkje gitt nokon farge. LACI 1 er tilrådd i høve rettleiaren berre til bruk for svært kalkfattige innsjøar med  $\text{Ca} < 0,5 \text{ mg/l}$  og LACI 2 berre for kalkfattige og klåre innsjøar med  $\text{Ca} 1–2 \text{ mg/l}$ . MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berre tilrådd til bruk for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar. Ingen av indeksane bør brukast for å vurdere tilhøve i humøse vassførekommstar.

# HALVFJERDINGSVATNET

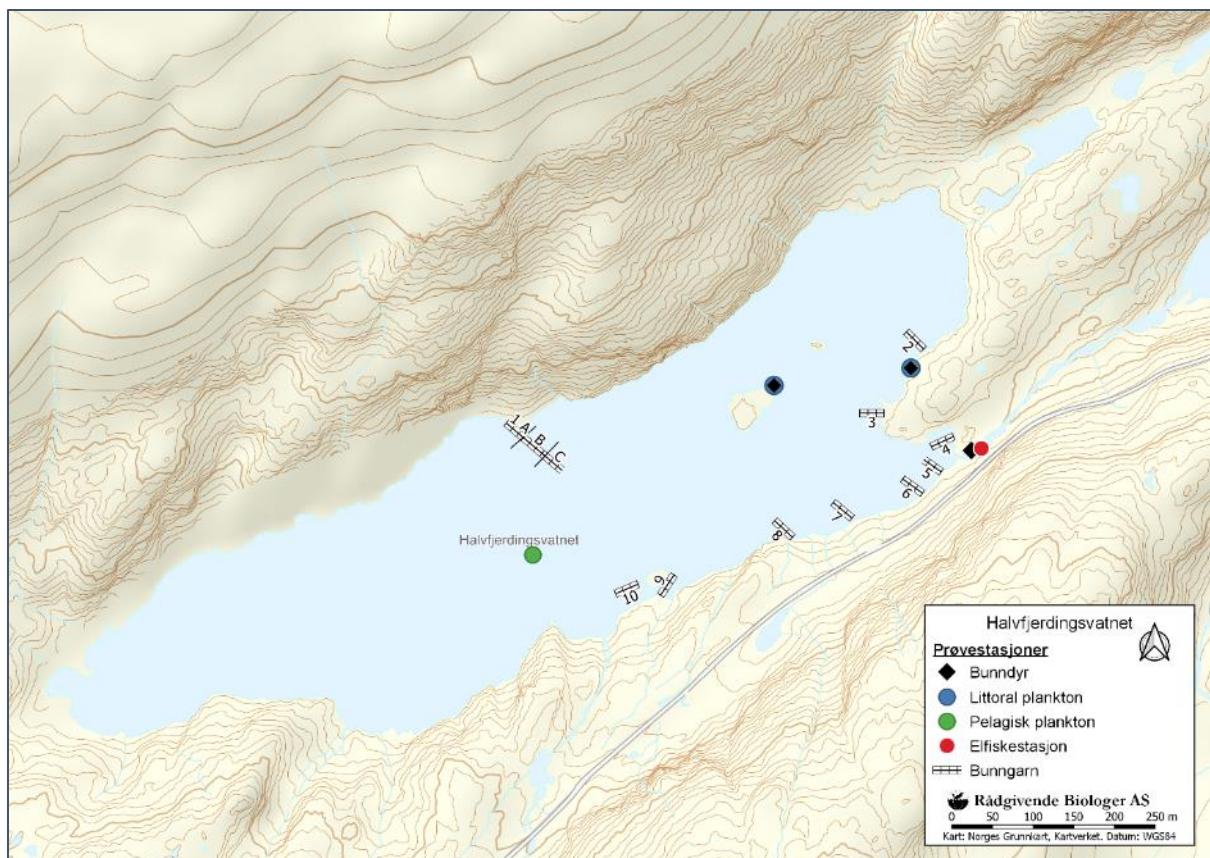
## INNSJØEN

Halvfjerdingsvatnet (innsjø nr. 23493, også kalla Halvfjordungsvatnet eller Halvfjordungsvatna) ligg i Suldalsvassdraget (036.Z) sør i Ullensvang kommune, 902 moh (figur 3). Innsjøen har eit areal på 0,29 km<sup>2</sup> og ei strandlinje på ca. 3 400 m. Største målte djup er 65 m og middeldjupet er ca. 20 m (Hellen mfl. 1998). Nedbørfeltet er på 2,5 km<sup>2</sup> og verken feltet eller innsjøen er regulert. Det er ingen større innløpsbekker og utløpsbekken i aust renn ned i Øvre Langatjørna. Middelvassføringa ut av Halvfjerdingsvatnet er rekna til 252 l/s, og saman med eit innsjøvolum på ca. 5,8 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingsrate på 1,5 gonger/år. Dei lågaste vassføringane inntreff normalt om vinteren (tabell 3).

Halvfjerdingsvatnet vart kalka årleg i perioden 1996–2013. Dei tre første åra vart det brukt 25 tonn kalk og deretter 27 tonn per år. Kalken vart spreidd over innsjøen med helikopter i perioden august til oktober.

**Tabell 3.** Morfologiske og hydrologiske data for Halvfjerdingsvatnet. Hydrologiske data er henta frå [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no).

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,29	2,5	100,6	7,93	20	5,8	1,4



**Figur 3.** Kart over Halvfjerdingsvatnet, med symbol som viser prøvestasjonar for plankton og botndyr, elektrofiskestasjonar og nummererte garn.

## FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Vassførekosten «Halvfjerdingsvatnet (036-23493-L)» er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vassstype L304, dvs. ein «kalkfattig (Ca 1–4 mg/l) og svært klar (fargetal < 10 mg Pt/l, TOC < 2 mg/l) innsjø i klimasone høg (> 800 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Halvfjerdingsvatnet (**tabell 4** og **tabell 5**) viser at vassstypen fastsett av Vann-Nett er feil. Innsjøen er svært kalkfattig, så revidert vassstype vert L301b, dvs. «svært kalkfattig type 1b (Ca 0,25–0,5 mg/l) og svært klar (fargetal < 10 mg Pt/l, TOC < 2 mg/l) innsjø i klimasone høg (> 800 moh.)».

**Tabell 4.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Halvfjerdingsvatnet, vist som årlege snitt av kvar parameter. År då det vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø, Johnsen 2004, Kambestad & Hellen 2019 og Johnsen & Hellen 2016.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
1989	5,0	3		0,000			0,33
1994	5,4						
1996	5,2	3		0,003	69	-23,166	0,22
<b>1997</b>	6,2	3		0,049	12		1,07
<b>1998</b>	6,6	3		0,058	1		1,41
<b>1999</b>	5,8	3		0,031	6		0,34
<b>2003</b>	6,3	< 5		0,041	0–4		0,87
<b>2006</b>	7,0		0,4	0,115		112,765	2,66
<b>2008</b>	7,1		3,1	0,125	12	105,944	2,18
<b>2009</b>	7,0		1,4	0,099	11	101,126	1,93
<b>2010</b>	7,0		0,5	0,144		109,614	2,36
2015	6,5	5	1,25	0,033	0	39,409	0,89
2016	6,1	5	1		4	21,054	0,48

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøver ved tre høve i utløpet til Halvfjerdingsvatnet i 2019 (**tabell 5**). Forsuringsparametrane ANC og alkalitet hadde snitt som tilsvrar tilhøve «god», medan pH tilsvrar tilhøve «svært god». Turbiditet tilsvrar i snitt tilhøve «svært god». Nivåa var litt lågare enn då innsjøen vart kalka i perioden 1996–2013, men betre enn før kalkinga starta (**tabell 4**). Kalsiumnivået var lågt og i 2019 var det på same nivå som før kalking. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvrar tilhøve «svært god».

**Tabell 5.** Vasskvalitet i utløpet til Halvfjerdingsvatnet ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vassstype L301b, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	19. juni 2019	14. august 2019	4. oktober 2019	Snitt 2019
Magnesium	mg Mg/l	0,081	0,076	0,078	0,078
Natrium	mg Na/l	0,46	0,44	0,56	0,49
Kalium	mg K/l	0,079	0,063	0,071	0,071
Klorid	mg Cl/l	0,83	0,79	0,88	0,83
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	0,32	0,52	0,42	0,42
Nitrat	mg N/l	0,061	0,06	0,06	0,06
Totalt organisk karbon	mg C/l	1,5	0,5	1,2	1,1
ANC	µekv/l	8,78	3,12	5,75	5,9
ANC-TOC justert	µekv	3,68	1,42	1,67	2,26
Total nitrogen	µg N/l	92	73	59	75
Total fosfor	µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfat	µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Surleik	pH	6,21	6,03	6,04	6,1
Kalsium	mg Ca/l	0,28	0,26	0,21	0,25
Turbiditet	FNU	0,27	0,25	0,13	0,22
Fargetal	mg Pt/l	1	2	2	1,7
Konduktivitet	mS/m	0,73	0,48	0,50	0,57
Alkalitet, total	mmol/l	0,089	0,043	0,043	0,058

## DYREPLANKTON

Det vart berre funne 13 artar krepsdyr i Halvfjerdingsvatnet i 2019, dette utgjer 22 % av talet på registrerte artar i Hordaland (rettleiar 02:2018). Blant desse er to artar rekna som forsuringsfølsame (kategori 1 og 2, **tabell 6**), og den svært forsuringsfølsame vassloppa *Daphnia umbrä* dominerte tidvis i pelagialen i innsjøen.

Innhaldet av kalsium i Halvfjerdingsvatnet ligg under grenseverdien for klassifisering etter LACI 1 (0,5–1 mg/l). I følgje Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 er samanhengen mellom surleik og biologisk respons svært svak for innsjøar med kalsiuminnhald < 0,5 mg/l, og det vert anbefalt å basere tilhørevurderinga på berre vasskjemiske parametrar. Utrekna verdiar ville likevel plassert innsjøen i tilstand «svært god» i høve til surleik for både LACI 1 og LACI 2.

Ved granskinga i 2008 vart det funne om lag dei same artane som i 2019, men i tillegg den moderat følsame *Eucyclops sp.* I 2002 vart det i tillegg funne den moderat følsame hoppekrepsem *Mixodiaptomus laciniatus*, men då mangla til gjengjeld *Cyclops abyssorum* og *D. umbrä* samt eit par andre artar i prøvene. Ved granskingane i 2015 og 1998 vart det berre teke pelagiske prøver, og det vart såleis berre påvist fire artar kvart av desse åra. *Daphnia* vart påvist både i 2008 og 2015, men ikkje i 1998 eller 2002.

**Tabell 6.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt håvtrekk ved tre høve i Halvfjerdingsvatnet sommarhalvåret 2019.

Art/gruppe	Kategori	19. juni		14. august		4. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)	3						
<i>Bosmina longispina</i>		++	+	+++	(+)	++	+
<i>Acroperus harpae</i>				+			+
<i>Alona affinis</i>						(+)	(+)
<i>Alonella excisa</i>				+			
<i>Alonella nana</i>				(+)		(+)	(+)
<i>Alonopsis elongata</i>				+++		+	+++
<i>Chydorus sphaericus</i>	1			(+)			(+)
<i>Daphnia umbra</i>		++	+	+++		+++	
<i>Holopedium gibberum</i>		++	+	++	++		
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Acanthocyclops sp.</i>	2						+
<i>Acanthocyclops robustus</i>				++			
<i>Cyclops abyssorum</i>		+		+		++	
<i>Cyclops scutifer</i>		+++	(+)	++		+	
<i>Diacyclops nanus</i>	4		(+)				
Calanoide copepoditter					(+)		
Calanoide nauplier					+		
Cyclopoide copepoditter		+	+	++	+	++	+
Cyclopoide nauplier		+++	+	++	+	++	+
<b>LACI 1</b>		0,229		0,286		0,200	
<b>LACI 2</b>		2,830		1,489		2,333	
						0,200	
						4,667	

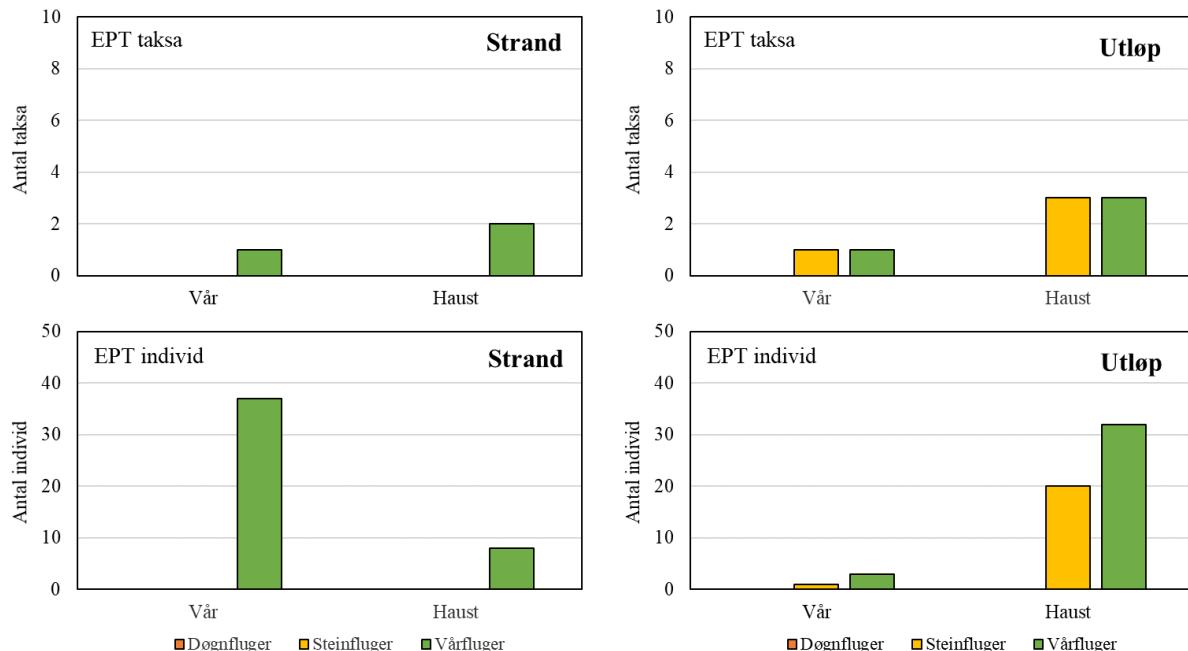
## BOTNDYR

Det vart ikkje funne døgnfluger på nokon av prøvestadane, verken om våren eller hausten (**tabell 7, figur 4**). I utløpet vart det funne nokre steinfluger, og det vart funne vårflyger både i strandsona og utløpet begge prøvedagane. Fjørmygglarver utgjorde mesteparten av botndyra i prøvane frå Halvfjerdingsvatnet. ASPT-indeksene hadde eit snitt på 4,75, som tilsvasar tilhøve «dårleg» i utløpet, men ettersom ASPT fungerer dårleg i høgareliggende lokalitetar, må indeksverdien reknast som svært usikker.

Forsuringsparametrane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berekna utifrå ein kombinert prøve frå strandsona og utløpselva (**tabell 8**). MultiClear hadde eit snitt på 0,5 i 2019 som tilsvasar tilhøve «svært dårleg». For LAMI og Forsuringsindeks 1 var det for få indekserte artar til å rekne ut indeks om våren. Om hausten var indeksane høvesvis 2,22 og 0, som begge tilsvasar tilhøve «svært dårleg». Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må reknast som svært usikre ettersom Halvfjerdingsvatnet er svært kalkfattig, i tillegg til at LAMI og Forsuringsindeks 1 og 2 berre er basert på data frå ein dato. Forsuringsindeks 2, for utløpselva, hadde eit snitt på 0 som tilsvasar tilhøve «svært dårleg».

**Tabell 7.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, til Halvferdingsvatnet 19. juni (vår) og 4. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinfluger P	0	0	0	0	1	1	3	20
Vårfluger T	1	37	2	8	1	3	3	32
EPT taxa samla	1	37	2	8	2	4	6	52
Totalt individ botndyr	306		83		150		553	
Botndyr familiar	3		3		6		6	
ASPT-indeks					4,5		5,0	



**Figur 4.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårflyger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Halvferdingsvatnet våren og hausten 2019.

**Tabell 8.** Berekna forsuringssparametrar (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Halvferdingsvatnet våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	0,5	0,5	0,5
LAMI	–	2,22	2,22
Forsuringsindeks 1	–	0	0
Forsuringsindeks 2	–	0	0

## FISK

Innsjøen vart garnfiska 14.–15. august 2019 med åtte enkle fleiromfars botngarn i djupneintervallet 0–13 m, og ei botngarnslenke med tre garn i djupneintervalla 0–47 m (**figur 3**). Berre utløpsbekken vart elektrofiska ettersom innløpsbekkane ikkje var eigna for ungfisk. Det var lett regn og vekselvis sol og skyer under prøvefisket.

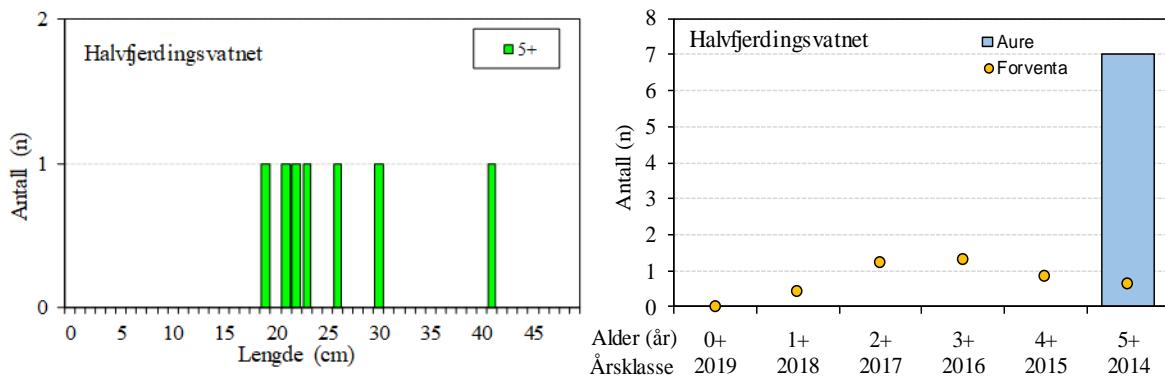
## Garnfiske

Under garnfisket vart det fanga sju aurar, to hoer og fem hannar. Alle aurane var fem år, og varierte i lengd frå 18,8 til 41,2 cm, med ei gjennomsnittslengd på 26,0 cm ( $\pm 7,7$ ) (tabell 9). Vekta varierte frå 69 til 539 g, og snittvekta var 209 g ( $\pm 69$ ). Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var 1,05. Ingen av dei to hoene var kjønnsmodne, medan fire av fem hannar var kjønnsmodne. Den minste kjønnsmodne auren var ein 20,6 cm lang hann. På grunn av lite datagrunnlag kan ein ikkje berekne gjennomsnittleg alder ved kjønnsmodning.

**Tabell 9.** Gjennomsnittleg lengd (cm), vekt (g) og kondisjonsfaktor med standard avvik, samt antal hannar og hoar og andel kjønnsmodne fisk i de ulike aldersgruppene av aure fanga i Halvfjerdingsvatnet 14.–15. august 2019.

	Alder	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	Totalt
	Årsklasse	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	
Antal		0	0	0	0	0	7	0	0	7
Lengde (cm)	Snitt	-	-	-	-	-	26,0	-	-	26,0
	S.d.	-	-	-	-	-	7,7	-	-	7,7
Vekt (g)	Snitt	-	-	-	-	-	209	-	-	209
	S.d.	-	-	-	-	-	167	-	-	167
K-faktor	Snitt	-	-	-	-	-	1,05	-	-	1,05
	S.d.	-	-	-	-	-	0,13	-	-	0,13
Hoer	Antal	-	-	-	-	-	2	-	-	2
	% modne	-	-	-	-	-	0	-	-	0
Hannar	Antal	-	-	-	-	-	5	-	-	5
	% modne	-	-	-	-	-	80	-	-	80

Det var aure i fem av elleve garn, og garn med fangst hadde anten eitt eller to individ per garn. Garn nummer fire, sju, ti og elleve, samt dei to ytste garnene i lenka, var tomme (1b og 1c i figur 5). Gjennomsnittleg fangst per botngarnnatt var 0,6 individ. Gjennomsnittleg fangst i dei ni garna som stod i strandsona var 0,8 fisk per garn, noko som ut frå lengda på strandlinja indikerer ein bestandsstorleik på ca. 300 fisk. Fangsten ved prøvefisket er sannsynlegvis ikkje representativ for innsjøens strandsone som heilheit, ettersom store deler av strandsona til Halvfjerdingsvatnet er brådjup. I tidlegare undersøkingar vart det også fanga klart mest fisk i de grunne områda aust i innsjøen (Kambestad & Hellen 2016, Hellen & Brekke 2009), og dette tilseier at reell tettleik av fisk i hele innsjøen er noko lågare, anslagsvis rundt 200 individ (1,4 fisk per hektar). Med ei snittvekt på 209 g tilsvasar dette omrent 1,4 kilo fisk per hektar, som er en låg biomasse. CPUE blei berekna til 1,7 og OR til 6,9. Det må presiserast at dette er svært grove estimat. Eventuelle fisk yngre enn tre år er også sannsynlegvis noko underrepresentert i materialet på grunn av låg fangbarheit, slik at desse bestandsestimata i hovudsak gjeld fisk på tre år eller meir. All fisk fanga ved garnfisket stamma frå 2014-årsklassen. Ingen fisk klekka før eller etter dette vart fanga. Det vart ikkje registrert at nokon av fiskene var feittfinneklypt eller merka på annan måte, og vekstmönsteret basert på skjell-analysar viste heller ikkje teikn til oppvekst i klekkeri. Det er difor anteke at alle aurar i fangsten vart naturleg rekrutert i Halvfjerdingsvatnet i 2014.



**Figur 5.** Lengde- og aldersfordeling for aure fanga under garnfisket i Halvfjerdingsvatnet 14.–15. august 2019. I figuren over aldersfordelinga er forventa aldersfordeling i botngarna i innsjøar som ligger over 750 moh. markert med prikkar. Siste utlegging av kalkgrus skjedde i 2013.

På grunn av det låge antalet fisk vart det ikkje berekna vekstkurver, men basert på gjennomsnittleg fiskelengde ved fangsttidspunktet til den 5-årige auren i Halvfjerdingsvatnet (26,0 cm), har fisken vaks i gjennomsnitt ca. 5 cm per år. Dette er relativt god vekst for fisk i høgtliggende innsjøar. Mageinnholdet til aura fanga ved garnfisket var dominert av steinfluge- og vårflugelarvar, og andre uspesifiserte botndyr. Fire aure hadde lys raud kjøtfarge, medan to var raude i kjøtet (éin ukjent).

#### Elektrofiske

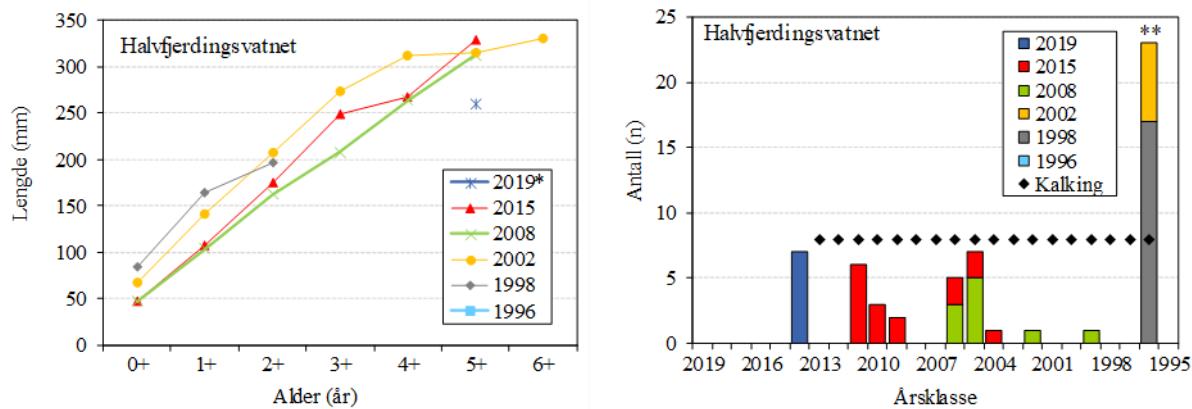
Utløpsbekken frå Halvfjerdingsvatnet vart elektrofiska 15. august 2019, med éin gangs overfiske over et areal på 185 m<sup>2</sup>, og gyttetilhøva vart vurdert. Det vart ikkje fanga nokon aure i utløpet, men det vart observert to aurar på ca. 9–10 cm. Utløpsbekken hadde generelt därlege gyttetilhøve, dominert av grov stein, steinblokker og sva, med enkelte sandflekkar. Det vart ikkje registrert gytegropar. Det var middels til høg vassføring og 13,2 °C under elektrofisket i utløpsbekken.



**Figur 6.** Utløpsbekken frå Halvfjerdingsvatnet.

#### Vekst og bestandsutvikling

Halvfjerdingsvatnet har i dag ein svært tynn bestand av aure, der dei fleste av fiskane veg under 200 g, medan enkeltfisk kan bli over 0,5 kg. Bestandsstorleiken er tydeleg redusert sidan 2015 (Kambestad & Hellen 2016) og 2008 (Hellen & Brekke 2009), og sidan 2015 har reduksjonen vore på 61 %. Undersøkingane i 2015 viste god tilvekst opp til fisken vart 30–40 cm, som tyder på at næringstilgangen var god.



**Figur 7.** Vekst og årsklassefordeling for aure fanga ved garnfiske i Halvjerdingvatnet i 2019 samanlikna med data frå tidlegare år. Venstre: Vekstkurve basert på tilbakeberekna gjennomsnittslengde ved avslutta vekstsesong frå skjellanalyse. \*Data basert på gjennomsnitts fiskelengde ved fangst. Høgre: Årsklassefordeling for aure fanga i 1998, 2002, 2008, 2015 og 2019. Ved garnfisket i 1996 vart det ikkje fanga aure. År med utlegg av kalkgrus er merka i figuren. \*\*Årsklasse med berre settefisk frå 1996.

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 1, som tilsvrar tilhøve «svært god» (**tabell 10**). For påverknaden forsuring var nEQR i snitt 0,712, som tilsvrar tilhøve «god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, vert  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa berre basert på nEQR for kvalitetselementet fisk. nEQR for fiskeparameterne CPUE og bestandsnedgang (%) er høvesvis 0,300 og 0,393, og  $\bar{x}$ nEQR vert 0,346 som tilsvarer tilhøve «dårleg». I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Halvjerdingvatnet «dårleg».

**Tabell 10.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton, botndyr og fisk) kvalitetselement for Halvjerdingvatnet i 2019. Klassifisering etter vasstype L301b, ein svært kalkfattig ( $Ca\ 0,25\text{--}0,5\ mg/l$ ) og svært klar innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa Dyreplankton og Botndyr er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjø-type L301b	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT						
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr			Fisk	
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1	CPUE	%
$\bar{x}$	< 2	75	6,09	5,9	0,23	2,83	0,5	2,22	0	1,7	61,1
EQR	1,053	1,667	0,952	0,847	0,953	1,354	0,119	0,529	—	—	—
nEQR	1	1	0,806	0,618	0,971	1	0,043	0,160	0,1	0,300	0,393
$\bar{x}$ nEQR	1	0,712		0,986		0,101			0,346		
Økol. tilh.	IV = «dårleg»										

## DISKUSJON

Halvfjerdingsvatnet vart kalka i perioden 1996–2013. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøva etter avslutta kalking. Det vart teke vasskjemiske og biologiske prøvar (dyreplankton, botndyr og fisk) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Halvfjerdingsvatnet i 2019 tilsvarende «dårleg» (**tabell 10**).

Registreringar av vasskvaliteten i Halvfjerdingsvatnet viser at tilhøva for forsuring og eutrofiering i innsjøen var bra. Forsuringsparametaren syrenøytraliserande kapasitet (ANC), var tilsvarende tilhøve «god», medan pH var tilsvarende tilhøve «svært god». Tidlegare registreringar av vasskvalitet frå Halvfjerdingsvatnet viser at både pH, kalsiumminnhald, alkalitet, ANC og labilt aluminium var lågare etter 2013 enn under kalkinga i 1996–2013, men likevel betre enn før kalkinga starta i 1996.

Det var låg diversitet av dyreplankton i Halvfjerdingsvatnet, dette har truleg mest samanheng med lite vegetasjon i strandsona, som igjen er eit resultat av at innsjøen ligg høgt og eksponert. Sjølv om kalsiumminnhaldet i innsjøen i praksis er for lågt til å nytte LACI-indeksane, viser utrekning av både LACI 1 og LACI 2 «svært gode» tilhøve for krepsdyr. Med få artar i innsjøen vil førekommst eller fråvær av enkeltartar kunne få utslag på indeksane, og dei må tolkast med varsemd. Dei gode tilhøva skuldast få forsuringstolerante artar, samt førekommst av mellom anna den svært følsame *Daphnia umbra*. Denne arten vart tidlegare påvist både i 2008 og 2015, men ikkje i 1998 eller 2002, sjølv om det vart funne eit par kvileegg (ephippier) i 2002. Tilhøva for krepsdyr såg ut til å ha betra seg gradvis mellom 1998 og 2008, og har vore stabil sidan.

Det var låg diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Halvfjerdingsvatnet. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane og det vart ikkje funne nokon forsuringsfølsame artar. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «dårleg» som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Det er lite truleg ettersom den ligg i høgfjellet og det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærleiken.

Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, men dei viser likevel at tilhøva for botndyr i Halvfjerdingsvatnet var dårlige. Tilhøva i innsjøen og utløpsbekken er verre enn ved førre granskning av botndyra i 2015 (Kambestad og Hellen 2016). Då var det også fjørmygglarvar som dominerte, men det vart funne ein forsuringsfølsam art; eit individ av døgnfluga *Baetis rhodani* i utløpet. Både forsuringsindeks 1 og 2 var betre i 2015.

Aure i Halvfjerdingsvatnet har truleg blitt innført av menneske første gang før 1900. Trass i at fisken døydde ut på grunn av forsuring på slutten av 1900-talet og vart gjeninnført i 1996 ved utsettingar, skal arten behandlast som ein «naturleg førekommst», grunna førekomsten før 1900, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Med meir enn 3 års data tilgjengeleg frå prøvefiske i Halvfjerdingsvatnet kan bestandsberekingar frå årets prøvefiske nyttast til klassifisering av tilhøva i vatnet. Basert på verdiane av CPUE og bestandsnedgang frå tidlegare prøvefiske er økologisk tilhøve for aure vurdert å være «dårleg» (**tabell 10**). Grunna høg variasjon i rekruttering som følgje av naturlege variasjonar i klima og vassmiljø, og bør den låge tilhøvesklassifiseringa av fisk likevel ikkje vektleggast tungt i heilskapsvurderinga av vassførekommsten.

Under prøvefisket i 2019 vart det berre fanga aure fisk frå 2014-årsklassen, ingen eldre fisk. Desse vart gytte som egg hausten 2013, som var det siste året med utlegging av kalkgrus. Det vart observert to mindre aurar (8–9 cm) i utløpsbekken frå Halvfjerdingsvatnet, og desse vart truleg gytte som egg hausten 2017 (2018-årsklassen). Det har vore stor variasjon i rekrutteringa av aure etter 1996, og det er sannsynleg at det meste av denne variasjonen skuldast variasjon i klimatiske tilhøve. Det vart også gjennomført fiskeundersøkingar i Halvfjerdingsvatnet seint i august i 2015, etter ein uvanleg kald sommar. Den 24. august låg det framleis is på vatnet og ved elektrofiske i utløpet same dag vart det fanga ein nyklekt plommeseckkyngel. Ved nytt elektrofiske i utløpet den 15. oktober vart det fanga/observert 4 eitt-åringar frå 2014-årsklassen (Kambestad og Hellen 2016). Den seine klekkinga i

2015 tilsa at rekrutteringa av aure svikta dette året. I andre innsjøar på tilsvarande høgdenivå og istilhøve vart det registrert at aurehoene ikkje rakk å utvikle egg i løpet av den korte sommaren i 2015, og dette medførte sviktande rekruttering også i 2016. Tilsvarande var det ein uvanleg lite snø og kaldt (berrfrost) i november–desember 2012, og dette var truleg årsak til sviktande rekruttering i 2013 (Rådgivende Biologer AS, upubliserte resultat). I 7-års perioden fra 2013 til 2019 kan sviktande rekruttering forklarast med klimatiske tilhøve i tre av åra. To av åra (2014 og 2018) var det rekruttering, medan rekrutteringa i 2017 og 2019 har vore svak eller svikta. Det vart ikkje fanga kjønnsmogne aurehoer i 2019, og det er mogeleg at få eller ingen gytehoer kan vere forklaring på at det ikkje vart påvist rekruttering i 2017 og 2019.

### Tilrådingar

Uavhengig av vasskvalitet er det marginale klimatiske tilhøve for vellukka rekruttering av aure i Halvfjerdingsvatn, men det blir ikkje tilrådd utsetting av fisk. Den klimabetinga ustabile rekrutteringssituasjonen tilseier at det bør gjennomførast prøvefiske i innsjøen kvart femte år.

## NEDRE LANGATJØRNA

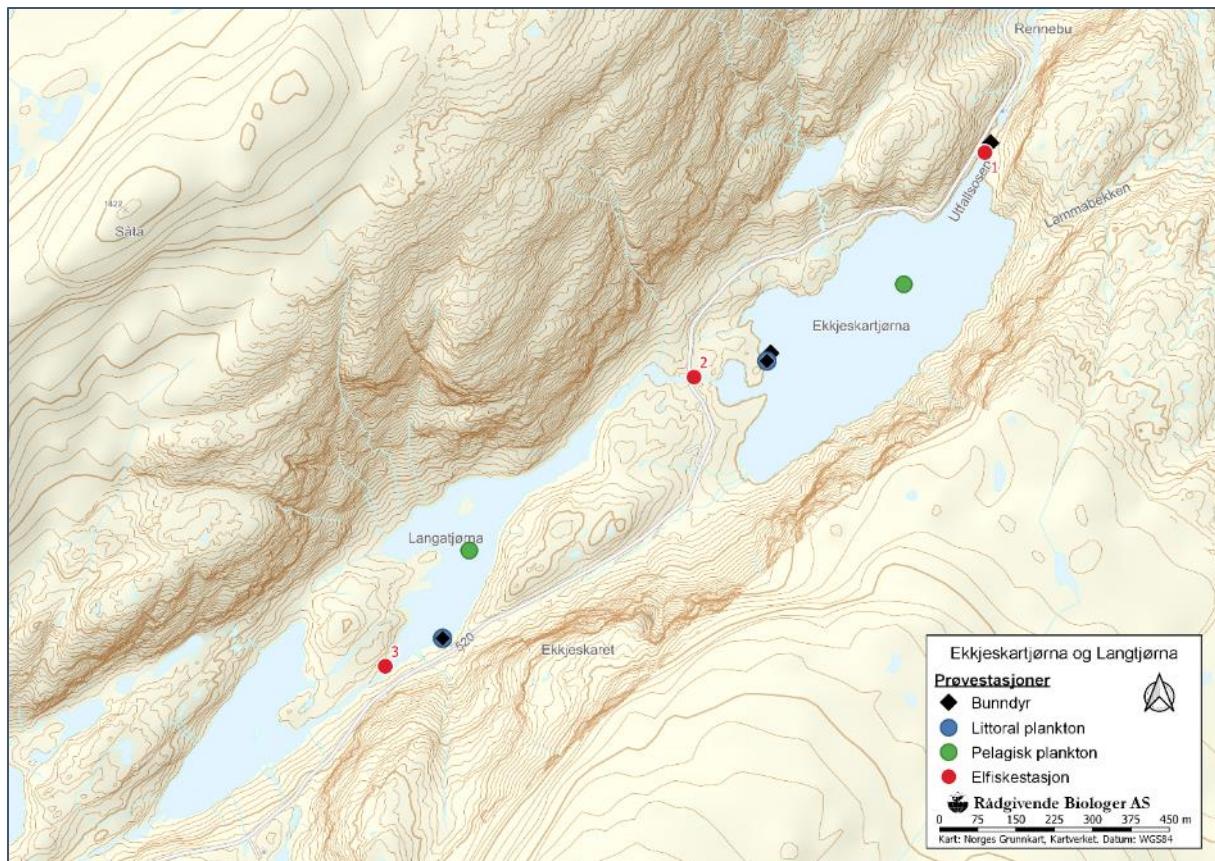
### INNSJØEN

Nedre Langatjørna (innsjø nr. 23484) ligg vest for Røldalsvatnet i Suldalsvassdraget (036.E2) sør i Ullensvang kommune, 860 moh. Innsjøen har eit areal på 0,03 km<sup>2</sup> (**figur 8**). Største målte djup er på 9 m og middeldjupet er på 3,4 m (Hellen & Brekke 2009). Nedbørsfeltet er på 4,7 km<sup>2</sup> og verken feltet eller innsjøen er regulert. Innløpsbekken renn frå Øvre Langatjørna i sørvest og utløpselva renn ut i Ekkjeskartjørna i nordaust. Middelvassføringa ut av Nedre Langatjørna er rekna til 468 l/s, og saman med eit innsjøvolum på ca. 0,1 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingsrate på 144,6 gonger/år. Dei lågaste vassføringane inntreff normalt om vinteren (**tabell 11**).

Nedre Langatjørna har ikkje vorta kalka, men ligg nedstraums Halvfjerdingsvatnet som vart kalka i perioden 1996–2013.

**Tabell 11.** Morfologiske og hydrologiske data for Nedre Langatjørna. Hydrologiske data er henta fra [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no).

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,03	4,7	99,5	14,75	3,4	0,1	144,6



**Figur 8.** Nedre Langatjørna og Ekkjeskartjørna merket med prøvestasjonar for plankton og botndyr, samt elektrofiskestasjonar.

## FØRELIGGANTE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Nedre Langatjørna ligg under vassførekomensten «Røldalsvatnet bekkefelt (036-186-R)» og er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype R302d, dvs. ei «svært kalkfattig type 1d (Ca 0,75–1 mg/l) og klar (fargetal 10–30 mg Pt/l, TOC 2–5 mg/l) elv i klimasone høg (> 800 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Nedre Langatjørna viser at vasstypen fastsett av Vann-Nett er feil. Innsjøen har eit kalsiuminnhald som tidvis er svært lågt, og i 2016 (**tabell 12**) og i 2019 (**tabell 13**) ligg det på 0,25–0,50 mg Ca/l, så innsjøen er svært kalkfattig type b. Fargetala ligg under 10 mg Pt/l, så innsjøen er svært klar. Revidert vasstype vert L301b, dvs. «svært kalkfattig type 1b (Ca 0,25–0,5 mg/l) og svært klar (fargetal < 10 mg Pt/l, TOC < 2 mg/l) innsjø i klimasone høg (> 800 moh.)».

**Tabell 12.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Nedre Langatjørna, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala som Halvfjerdingsvatnet, innsjøen oppstraums, vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø, Hellen & Brekke 2008 og Kampestad & Hellen 2016.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
1989	5,1	4					0,45
1994	5,3						
<b>1996</b>	5,4	3			50	-0,26	0,31
<b>1998</b>	6,5	4		0,046	5		0,85
<b>2008</b>	6,6		4,1	0,060	1	53,7	1,12
2015	6,3	5	1,0		5	38,5	0,67
2016	6,0	5	1,0		4	21,4	0,43

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøvar ved tre høve i utløpet frå Nedre Langatjørna i 2019 (**tabell 13**). Forsuringsparametrane pH, ANC og alkalitet hadde snitt som tilsvavar tilhøve «god» i 2019. Turbiditet tilsvavar i snitt tilhøve «svært god». Høva var litt därlegare enn då Halvfjerdingsvatnet, innsjøen oppstraums, vart kalka i perioden 1996–2013, men betre enn før kalkinga starta (**tabell 12**). Kalsiumnivået var lågt også i 2019 var det på same nivå som før kalking. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor), hadde i 2019 snitt som tilsvavar tilhøve «svært god».

**Tabell 13.** Vasskvalitet i utløpet frå Nedre Langatjørna ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstype L301b, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	19. juni 2019	14. august 2019	4. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l	0,077	0,077	0,094	0,083
Natrium	mg Na/l	0,39	0,42	0,61	0,47
Kalium	mg K/l	0,091	0,087	0,097	0,092
Klorid	mg Cl/l	0,69	0,58	1,1	0,79
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	0,38	0,62	0,46	0,49
Nitrat	mg N/l	0,054	0,04	0,04	0,05
Totalt organisk karbon	mg C/l	1,3	2,7	< 0,05	1,4
ANC	µekv/l	6,35	9,03	6,62	7,3
ANC-TOC	µekv	1,93	-0,15	6,62	2,80
Total nitrogen	µg N/l	73	85	37	65
Total fosfor	µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Ortofosfat	µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Surleik	pH	6,08	5,93	5,87	5,96
Kalsium	mg Ca/l	0,23	0,28	0,26	0,26
Turbiditet	FNU	0,36	0,3	0,13	0,26
Fargetal	mg Pt/l	2	2	2	2
Konduktivitet	mS/m	0,67	0,63	0,64	0,65
Alkalitet, total	mmol/l	0,073	0,042	0,038	0,051

## DYREPLANKTON

Det vart funne 17 artar krepsdyr i Nedre Langatjørna i 2019, dette utgjer 28 % av dei registrerte artane i Hordaland (rettleiar 02:2018). Blant desse er fire artar rekna som moderat forsuringsfølsame (kategori 2, **tabell 14**), medan tre artar er forsuringstolerante (kategori 3 og 4).

Innhaldet av kalsium i Nedre Langatjørna ligg under grenseverdien for klassifisering etter LACI 1 (0,5–1 mg/l). I følgje Vanndirektivets rettleiar 02:2018 er samanhengen mellom surleik og biologisk respons svært svak for innsjøar med kalsiuminnhald < 0,5 mg/l, og det vert anbefalt å basere tilhøvevurderinga på berre vasskjemiske parametrar. Utrekna verdiar ville plassert innsjøen i tilstand «god» for LACI 1, som ligg næraast dei kjemiske målingane, og «dårleg» for LACI 2.

Ved førre granskning av krepsdyrplankton i innsjøen i 1998 vart det berre teke pelagisk prøve, og det vart funne åtte artar, mellom anna nokre få individ av fem artar som vanlegvis finst littoral. Av dei åtte påviste artane var det berre *Alonella excisa* som hadde indikatorverdi (moderat forsuringstolerant).

**Tabell 14.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt havtrekk ved tre høve i Nedre Langatjørna sommarhalvåret 2019.

Art/gruppe	Kategori	19. juni		14. august		4. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)	2	++	+	++	+++	+++	++
<i>Bosmina longispina</i>			+		+		+
<i>Acroperus harpae</i>			(+)	+	++	(+)	
<i>Alona affinis</i>					+		
<i>Alona intermedia</i>					(+)		(+)
<i>Alona rustica</i>							
<i>Alonella excisa</i>			+		+		
<i>Alonella nana</i>			++		++	(+)	++
<i>Alonopsis elongata</i>			++	+	++	+	++
<i>Chydorus sphaericus</i>			+		++	+	++
<i>Eury cercus lamellatus</i>							(+)
<i>Holopedium gibberum</i>		++	+++	+++	++	+	
Hoppekreps (Copepoda)	2						
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>						(+)	
<i>Acanthocyclops sp.</i>							+
<i>Acanthocyclops robustus</i>				(+)			
<i>Cyclops abyssorum</i>		2		+	++	(+)	
<i>Cyclops scutifer</i>			++	+	+	+	
<i>Diacyclops nanus</i>		4		(+)			+
<i>Eucyclops serrulatus</i>	2						+
Harpacticoida			(+)				+
Cyclopoide copepoditter			+	+	+	++	+
Cyclopoide nauplier			+	+	++	+	+
<b>LACI 1</b>		0,122		0		0,167	0,200
<b>LACI 2</b>		0,732		0,296		0,900	1,000

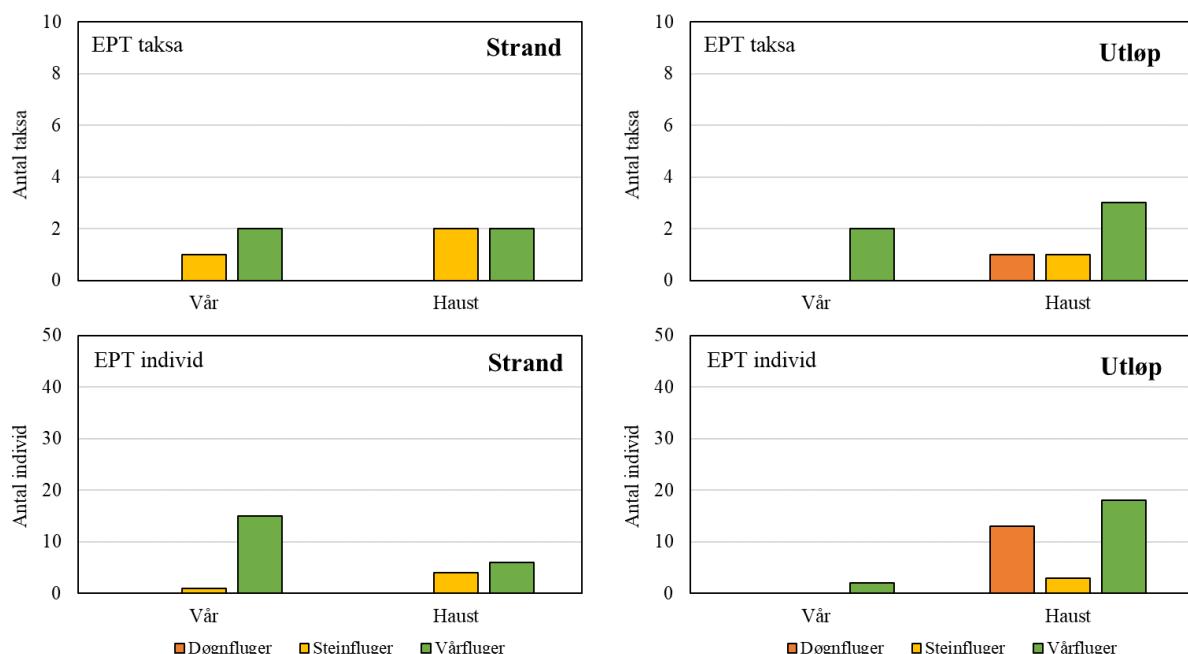
## BOTNDYR

Det vart berre funne døgnfluger i ei prøve (13 individ av den svært forsuringsfølsame arten *Baetis rhodani*) i utløpet av Nedre Langatjørna om hausten (**tabell 15, figur 9**). Steinfluger og vårfluger var til stades i både strandsona og i utløpet, men få individ og få taksa. Hovudmengda av botndyra i prøvane var fjørmygglarver. ASPT-indeksene hadde eit snitt på 4,75, som tilsvasar tilhøve «dårleg» i utløpet, men ettersom ASPT fungerer dårlig i høgareliggende lokalitetar, må indeksverdien reknast som svært usikker.

Nedre Langatjørna er ein svært liten innsjø som tilhøyrar ein ellevassførekomst, ikkje ein egen innsjøvassførekomst. Vann-Miljø reknar difor ikkje ut botndyrindeksane for denne førekomensten. MultiClear er ikkje berekna, men Forsuringsindeks 1 og 2, samt LAMI er berekna manuelt (**tabell 16**). For LAMI og Forsuringsindeks 1 og 2 var det for få indekserte artar til å rekne ut indeks om våren. Om hausten var indeksane høvesvis 3,00, 1 og 4 som tilsvasar tilhøve «dårleg» for LAMI, «god» for Forsuringsindeks 1 og «svært god» for Forsuringsindeks 2. Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må reknast som svært usikre, ettersom Nedre Langatjørna er svært kalkfattig, i tillegg til at dei berre er basert på data frå ein dato.

**Tabell 15.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, til Nedre Langatjørna 19. juni (vår) og 4. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	0	0	0	0	0	0	1	13
Steinfluger P	1	1	2	4	0	0	1	3
Vårfluger T	2	15	2	6	2	2	3	18
EPT taxa samla	3	16	4	10	2	2	5	34
Totalt individ botndyr	184		57		306		439	
Botndyr familiar	4		4		3		7	
ASPT-indeks					4,7		4,8	



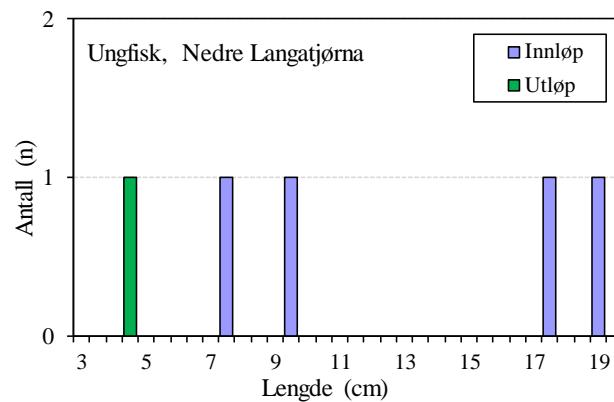
**Figur 9.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårflyger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Nedre Langatjørna våren og hausten 2019.

**Tabell 16.** Berekna forsuringssparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Nedre Langatjørna våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	—	—	—
LAMI	—	3,00	3,00
Forsuringsindeks 1	—	1	1
Forsuringsindeks 2	—	4	4

## FISK

Innløpet til og utløpet frå Nedre Langatjørna vart elektrofiska 15. august 2019, med éin gangs overfiske, med høvesvis 260 og 400 m<sup>2</sup> fiska areal, og gytetilhøva vart vurdert. I innløpsbekken vart det fanga fire aure (**figur 10**). De to minste aurane på 7 og 9 cm er truleg eitt og to år, medan dei to største truleg er tre år eller eldre. Det vart observert ytterlegare to aure som slapp unna ved elektrofisket, av tilsvarende storleik som de to minste i fangsten. I utløpsbekken vart store område frå innsjøen ned til vegbrua elektrofiska, men det vart berre fanga ein årsyngel aure på 39 mm. I tillegg vart det observert to aure på ca. 7 og 10 cm. Det var middels til høg vassføring og 12,3 og 11,8 °C ved elektrofisket i høvesvis innløpsbekk og utløpsbekk. Det kan nemnast at aure i Nedre Langatjørna kan potensielt ha blitt gytt som egg i utløpsbekken frå Halvfjerdingsvatnet og blitt «spylt» nedover til Øvre- og Nedre Langatjørna, men aure kan ikkje vandre opp igjen på grunn av oppvandringshinder på elvestrekningen mellom vatna.



**Figur 10.** Lengdefordeling for aure fanga ved elektrofiske 15. august 2019 i innløpsbekken til- og utløpsbekken frå Halvfjerdingsvatnet og Nedre Langatjørna.

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 1, som tilsvrar tilhøve «svært god» (**tabell 17**). For påverknaden forsuring, var nEQR i snitt 0,692, som tilsvrar tilhøve «god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, er det ikkje mogleg å rekne ut  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa og klassifiseringa er basert på dei vasskjemiske parametrane. I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Nedre Langatjørna «god».

**Tabell 17.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton og botndyr) kvalitetselement for Nedre Langatjørna i 2019. Klassifisering etter vasstype L301b, ein svært kalkfattig (Ca 0,25–0,5 mg/l) og svært klar innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjøtype L301b	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT				
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr		
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1
$\bar{x}$	< 2	65	5,96	7,3	0,122	0,732	–	3	1
EQR	1,032	1,923	0,931	0,858	0,509	0,350	–	0,714	–
nEQR	1	1	0,738	0,646	0,611	0,318	–	0,389	0,700
$\bar{x}$ nEQR	1		0,692		0,465			0,545	
		0,692					0,465		
Økol. tilh.	<b>II = «god»</b>								

## DISKUSJON

Nedre Langatjørna ligg nedstraums Halvfjerdingsvatnet, som vart kalka i perioden 1996–2013. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøva etter avslutta kalking. Det vart tatt vasskjemiske og biologiske prøver (dyreplankton og botndyr) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Nedre Langatjørna i 2019 tilsvarende «god» (**tabell 17**).

Registreringar av vasskvaliteten i Nedre Langatjørna viser at innsjøen vart surare i åra etter kalkinga vart avslutta, då pH gjekk frå ca. 6,6 i 2008 som tilsvasar tilhøve «svært god» til 5,96 i 2019 som tilsvasar tilhøve «god». Forsuringsparametrane labilt aluminium og syrenøytraliserande kapasitet (ANC), var begge tilsvarende tilhøve «svært god» under kalkingsperioden og fram til målinga i 2015. I 2019 tilsvasar ANC framleis tilhøve «svært god». Det er få målingar av alkalitet frå innsjøen, men ei måling frå 2008 var tilsvarende tilhøve «god», som er det same som i 2019.

Det var noko låg diversitet av dyreplankton i Nedre Langatjørna, mellom anna fordi innsjøen er høgtiliggjande med lite vegetasjon i strandsona. Kalsiumminnhaldet i innsjøen er for lågt til å nytte LACI-indeksane, men utrekna verdi for indeksen som ligg nærest (LACI 1) ville plassert innsjøen i «god» tilstand. Det var om lag like mange følsame som tolerante artar, men sidan eit par av artane var svært forsuringstolerante viste LACI 2-indeksen «dårlig» tilstand. Det er noko vanskeleg å vurdere utvikling i innsjøen sidan prøven frå 1998 berre var pelagisk og berre inneheldt ein indikatorart, men eit par av dei moderat forsuringsfølsame artane i 2019 er typisk pelagiske, og burde vore påvist i 1998 dersom dei fanst i innsjøen. Det kan tyde på at tilhøva har betra seg noko gjennom perioden med oppstrøms kalking.

Resultata frå elektrofisket i bekkane tilknytt Nedre Langatjørna tyder på at det har førekome rekruttering av ungfish aure dei siste åra, men at årsklassane truleg er svake, og spesielt årsyngelen med berre eitt individ fanga. Innløpsbekken hadde betydeleg høgare tettheit av ungfish enn utløpsbekken.

Det var låg diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og utløpselva til Nedre Langatjørna. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane. I utløpet vart det funne nokre individ av den svært forsuringsfølsame døgnfluga *Baetis rhodani*. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «dårleg» som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Det er lite truleg ettersom den ligg i høgfjellet og det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærleiken. Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, i tillegg til at det var få indekserte artar i prøvane til å beregne indeksane på. Med etterhalda i desse avgrensingane, tyder LAMI og Forsuringsindeks 1 på at botndyrtihøva i Nedre Langatjørna er därlege, medan Forsuringsindeks 2 tyder på at tilhøva er gode i utløpselva.

## EKKJESKARTJØRNA

### INNSJØEN

Ekkjeskartjørna (innsjø nr. 23477) ligg vest for Røldalsvatnet i Suldalsvassdraget (036.E2) sør i Ullensvang kommune, 849 moh (**figur 8**). Innsjøen har eit areal på 0,15 km<sup>2</sup> og ei strandlinje på ca. 1 900 m. Største målte djup er på 39 m og middeldjupet er på 12,6 m (Hellen & Brekke 2009). Nedbørfeltet er på 6,3 km<sup>2</sup>. Det er to små innløpsbekkar som nokre gonger tørkar ut og ein større innløpsbekk frå Nedre Langatjørna i vest. Utløpsbekken (Ekkjeåna) renn ned til Røldalsvatnet. Middelvassføringa ut av Ekkjeskartjørna er rekna til 625 l/s og saman med eit innsjøvolum på ca. 1,89 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingsrate på 10,4 gonger/år. Dei lågaste vassføringane inntreff normalt om vinteren (**tabell 18**).

Ekkjeskartjørna har ikkje vorta kalka, men ligg nedstraums Halvfjerdingsvatnet som vart kalka i perioden 1996–2013.

**Tabell 18.** Morfologiske og hydrologiske data for Ekkjeskartjørna. Hydrologiske data er henta frå nevina.nve.no.

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,15	6,3	99,2	19,71	12,6	1,89	10,4

### FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Ekkjeskartjørna ligg under vassførekomensten «Røldalsvatnet bekkefelt (036-186-R)» og er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype R302d, dvs. ei «svært kalkfattig type 1d (Ca 0,75–1 mg/l) og klar (fargetal 10–30 mg Pt/l, TOC 2–5 mg/l) elv i klimasone høg (> 800 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Ekkjeskartjørna viser at vasstypeen fastsett av Vann-Nett er feil (**tabell 19** og **tabell 20**). Innsjøen har eit kalsiuminnhold som ligg mellom 0,25–0,50 mg Ca/l, så innsjøen er svært kalkfattig type b. Fargetala ligg under 10 mg Pt/l, så innsjøen er svært klar. Revidert vasstype vert L301b, dvs. «svært kalkfattig type 1b (Ca 0,25–0,5 mg/l) og svært klar (fargetal < 10 mg Pt/l, TOC < 2 mg/l) innsjø i klimasone høg (> 800 moh.)».

**Tabell 19.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Ekkjeskartjørna, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala som Halvfjerdingsvatnet, innsjøen oppstraums, vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
1989	5,2	4					0,46
1994	5,3						
1996	5,3	3			58	0,63	0,37
<b>1998</b>	6,3	3		0,052			0,65
<b>2006</b>	6,7		0,5	0,031		4,63	0,56
<b>2008</b>	5,6	5	2,9	0,027	1	17,78	0,48
2015	6,2	5	1,0		3–10	27,43	0,47
2016	6,0	5	1,0		5	17,48	0,35

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøver ved tre høve i utløpet til Ekkjeskartjørna i 2019 (**tabell 20**). Forsuringsparametrane pH og alkalitet hadde snitt som tilsvasar tilhøve «god», medan ANC tilsvasar tilhøve «svært god» i 2019. Turbiditet tilsvasar i snitt tilhøve «svært god». Høva for pH var litt dårlegare enn då Halvfjerdingsvatnet, innsjøen oppstraums, vart kalka i perioden 1996–2013, men betre enn før kalkinga starta (**tabell 19**). ANC har tilsvasar tilhøve «svært god» sidan 2008. Før 2008 synte målingar frå innsjøen at tilhøva var tilsvarande «dårleg», sjølv etter at kalkinga var starta i Halvfjerdingsvatnet. Kalsiumnivået var svært lågt i 2019 med dei lågaste verdiane registrert i innsjøen. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor), hadde i 2019 snitt som høvesvis tilsvasar tilhøve «god» og «svært god».

**Tabell 20.** Vasskvalitet i utløpet til Ekkjeskartjørna ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstype L301b, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	19. juni 2019	14. august 2019	4. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l	0,1455	0,076	0,082	0,11
Natrium	mg Na/l	0,4	0,41	0,55	0,45
Kalium	mg K/l	0,1	0,087	0,099	0,095
Klorid	mg Cl/l	0,77	0,61	0,81	0,73
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	0,4	0,63	0,47	0,50
Nitrat	mg N/l	0,065	0,05	0,06	0,058
Totalt organisk karbon	mg C/l	4,2	< 0,5	< 0,05	1,58
ANC	µekv/l	3,99	7,33	7,3	6,21
ANC-TOC	µekv	-10,2		7,3	-1,45
Totalt nitrogen	µg N/l	71	541	47	220
Total fosfor	µg P/l	< 2	4	< 2	2,67
Ortofosfat	µg P/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Surleik	pH	5,96	6,13	6,11	6,07
Kalsium	mg Ca/l	0,23	0,29	0,21	0,24
Turbiditet	FNU	0,3	0,33	0,15	0,26
Fargetal	mg Pt/l	2	2	2	2
Konduktivitet	mS/m	0,73	0,54	0,51	0,59
Alkalitet, total	mmol/l	0,087	0,045	0,04	0,06

## DYREPLANKTON

Det vart berre funne 15 artar krepsdyr i Ekkjeskartjørna i 2019, dette utgjer 25 % av dei registrerte artane i Hordaland (Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018). Blant desse er to artar rekna som moderat forsuringsfølsame (kategori 2, **tabell 21**), medan tre artar er forsuringstolerante (kategori 3 og 4).

Innhaldet av kalsium i Ekkjeskartjørna ligg under grenseverdien for klassifisering etter LACI 1 (0,5–1 mg/l). I følgje rettleiar 02:2018 er samanhengen mellom surleik og biologisk respons svært svak for innsjøar med kalsiuminnhald < 0,5 mg/l, og det vert anbefalt å basere tilhøvevurderinga på berre vasskjemiske parametrar. Utrekna verdiar ville plassert innsjøen i tilstand «moderat» for både LACI 1 og LACI 2.

Ved granskinga i 2008 vart dei fleste av dei same artane funne som i 2019, men ikkje indikatorartane *Alona rustica*, *Cyclops abyssorum* og *Diacyclops nanus*. Ved prøvetakinga i 2002 var det berre fem artar krepsdyr til saman i den pelagiske og littorale prøven, og i den pelagiske prøven frå 1998 var det fire artar, ingen av desse var indikatorartar.

**Tabell 21.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt håvtrekk ved tre høve i Ekkjeskartjørna sommarhalvåret 2019.

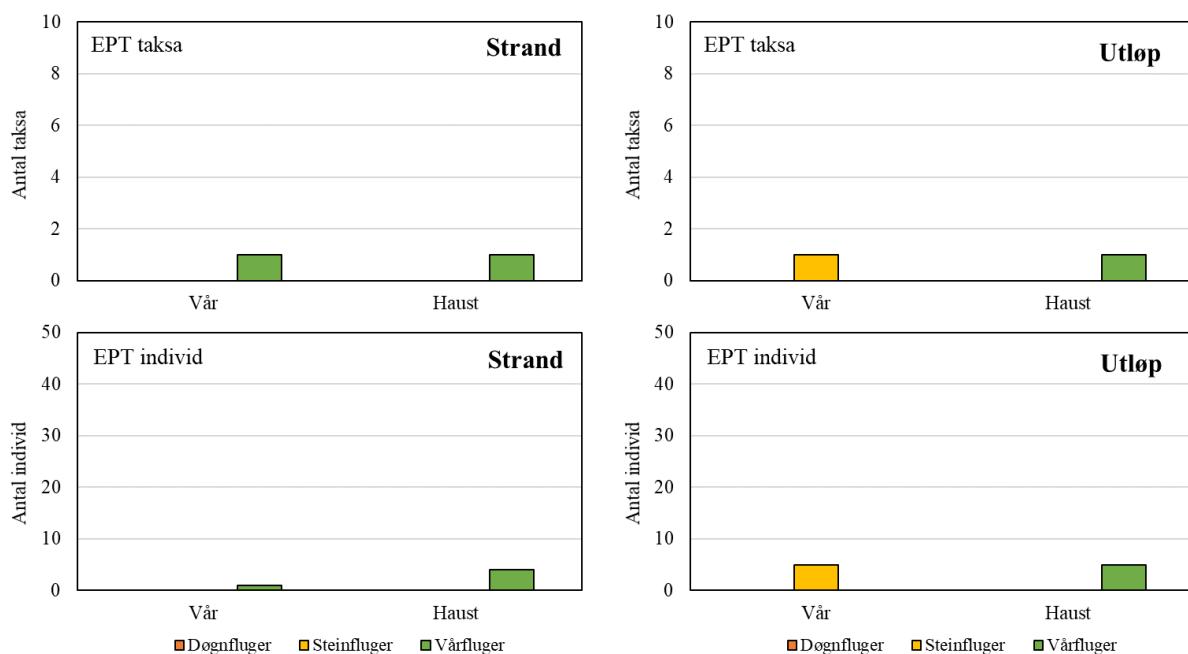
Art/gruppe	Kategori	19. juni		14. august		4. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)	2	++	++	+++	++	+++	(+)
<i>Bosmina longispina</i>			+	(+)			
<i>Acroperus harpae</i>							
<i>Alona affinis</i>							+
<i>Alona intermedia</i>							+
<i>Alona rustica</i>							+
<i>Alonella excisa</i>							+
<i>Alonella nana</i>		(+)					+
<i>Alonopsis elongata</i>			+	(+)	+++		++
<i>Chydorus sphaericus</i>	4		+	(+)	(+)	+	+
<i>Holopedium gibberum</i>		+	++	++	++	+++	(+)
<i>Polyphemus pediculus</i>					+		
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Acanthocyclops sp.</i>	2						+
<i>Cyclops abyssorum</i>		+++	+++	(+)		+	
<i>Cyclops scutifer</i>				++	++	++	
<i>Diacyclops nanus</i>				++			+
Harpacticoida							+
Cyclopoide copepoditter		++	+	+++	+	++	+++
Cyclopoide nauplier		++	+	++	++	++	++
<b>LACI 1</b>		0,089	0	0,100		0,167	
<b>LACI 2</b>		1,001	1,117	1,167		0,720	

## BOTNDYR

Det vart ikkje funne døgnfluger på nokon av prøvestadane, verken om våren eller hausten 2019 (**tabell 22, figur 11**). Det vart berre funne steinfluger i utløpet om våren og vårfluger var til stades, men med få taksa og individ, i alle prøvane utanom i utløpet om våren. Hovudmengda av botndyra i prøvane frå var fjørmygglarvar, men om våren var det også mykje knottlarvar (*Simuliidae*) i utløpet. ASPT-indeksen hadde eit snitt på 3,55, som tilsvasar tilhøve «svært dårleg» i utløpet, men ettersom ASPT fungerer dårleg i høgareliggende lokalitetar, må indeksverdien reknast som svært usikker.

**Tabell 22.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, til Ekkjeskartjørna 19. juni (vår) og 4. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinfluger P	0	0	0	0	1	5	0	0
Vårfluger T	1	1	1	4	0	0	1	5
EPT taxa samla	1	1	1	4	1	5	1	5
Totalt individ botndyr	59		42		577		55	
Botndyr familiar	4		3		4		3	
ASPT-indeks					3,8		3,3	



**Figur 11.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårfluger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Ekkjeskartjørna våren og hausten 2019.

Ekkjeskartjørna er ein svært liten innsjø som tilhører ein ellevassførekomst, ikkje ein egen innsjøvassførekomst. Vann-Miljø reknar difor ikkje ut botndyrindeksane for denne førekomsten. Det er uansett for få indekserte artar (< 5) til å berekne indeksane (**tabell 23**).

**Tabell 23.** Berekna forsuringssparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Ekkjeskartjørna våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	—	—	—
LAMI	—	—	—
Forsuringsindeks 1	—	—	—
Forsuringsindeks 2	—	—	—

## FISK

Utløpet av Ekkjeskartjørna vart elektrofiska 15. august 2019, med éin gangs overfiske. Bekken renn gjennom ei ur og er dårleg eigna for elektrofiske, så berre enkeltpunkt i ura blei overfiska, samt litt av strandsona nær utløpet (totalt 15 m<sup>2</sup>). Det vart ikkje fanga eller observert fisk under elfiske her. Det var middels til høg vassføring og 12,5 °C ved elektrofisket. Innløpet til Ekkjeskartjørna let seg ikkje elektrofiske på grunn av høg vasstand i vatnet. Det vart likevel observert mellom 20 og 30 eldre aure ståande på grunna ved innløpet same kveld ved bruk av lommelykt.

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 0,848, som tilsvrarar tilhøve «svært god» (**tabell 24**). For påverknaden forsuring, var nEQR i snitt 0,710, som tilsvrarar tilhøve «god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, er det ikkje mogleg å rekne ut  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa og klassifiseringa er basert på dei vasskjemiske parametrane. I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Ekkjeskartjørna «god» i 2019.

**Tabell 24.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton og botndyr) kvalitetselement for Ekkjeskartjørna i 2019. Klassifisering etter vasstype L301b, ein svært kalkfattig (Ca 0,25–0,5 mg/l) og svært klar innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjøtype L301b	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT									
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr							
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1					
$\bar{x}$	2,67	219,7	6,07	6,21	0,089	1,00	–	–	–					
EQR	0,749	0,569	0,948	0,850	0,370	0,479	–	–	–					
nEQR	0,848	0,666	0,795	0,624	0,448	0,435	–	–	–					
$\bar{x}$ nEQR	0,848		0,710		0,441		–							
	0,710				0,441									
Økol. tilh.	II = «god»													

## DISKUSJON

Ekkjeskartjørna ligg nedstraums Halvfjerdingsvatnet som vart kalka i perioden 1996–2013. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøva etter avslutta kalking. Det vart tatt vasskjemiske og biologiske prøvar (dyreplankton og botndyr) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve Ekkjeskartjørna i 2019 tilsvarande «god» (**tabell 24**).

Registreringar av vasskvaliteten i Ekkjeskartjørna viser at innsjøen vart noko surare i åra etter kalkinga vart avslutta, men tilhøva er framleis bra og tilsvrarar i 2019 tilhøve «god». Forsuringsparametrane labilt aluminium og syrenøytraliserande kapasitet (ANC), var begge tilsvarande tilhøve «svært god» under kalkingsperioden og fram til målinga i 2016. I 2019 tilsvrarar ANC framleis tilhøve «svært god».

Det var låg diversitet av dyreplankton i Ekkjeskartjørna, mellom anna fordi innsjøen er høgtliggende med lite vegetasjon i strandsona. Kalsiuminnhaldet i innsjøen er for lågt til å nytte LACI-indeksane, men utrekna verdi for både LACI 1 og 2 ville plassert innsjøen i «moderat» tilstand. Den største endringa ved dei ulike granskingane sidan 1998 er at det har vorte påvist fleire artar kvar gong. Det er litt uklart kor mykje av dette som skuldast ulik innsats i felt, men det kan truleg forklare noko av skilnadene. Når fleire forsuringsfølsame artar har vorte påvist har det samtidig kome inn fleire forsuringstolerante artar, slik at tilstanden i høve til forsuring tilsynelatande har vore relativt uendra gjennom perioden.

Det var svært låg diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Ekkjeskartjørna. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane. Det vart ikkje funne nokre forsuringsfølsame artar. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «svært dårlig» som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Det er lite truleg ettersom den ligg i høgfjellet og det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærleiken. Det var for få indekserte artar i prøvane for å beregne forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 og 2.

Ettersom det kan ikkje var mogleg å utføre elektrofiske i innløpet til Ekkjeskartjørn kan ein ikkje så vekk frå at det førekome gyting og vellukka rekruttering i innløpet til vatnet, sjølv om elektrofisket i og nær utløpet ikkje gav noko fangst.

# SVARTAVATNET

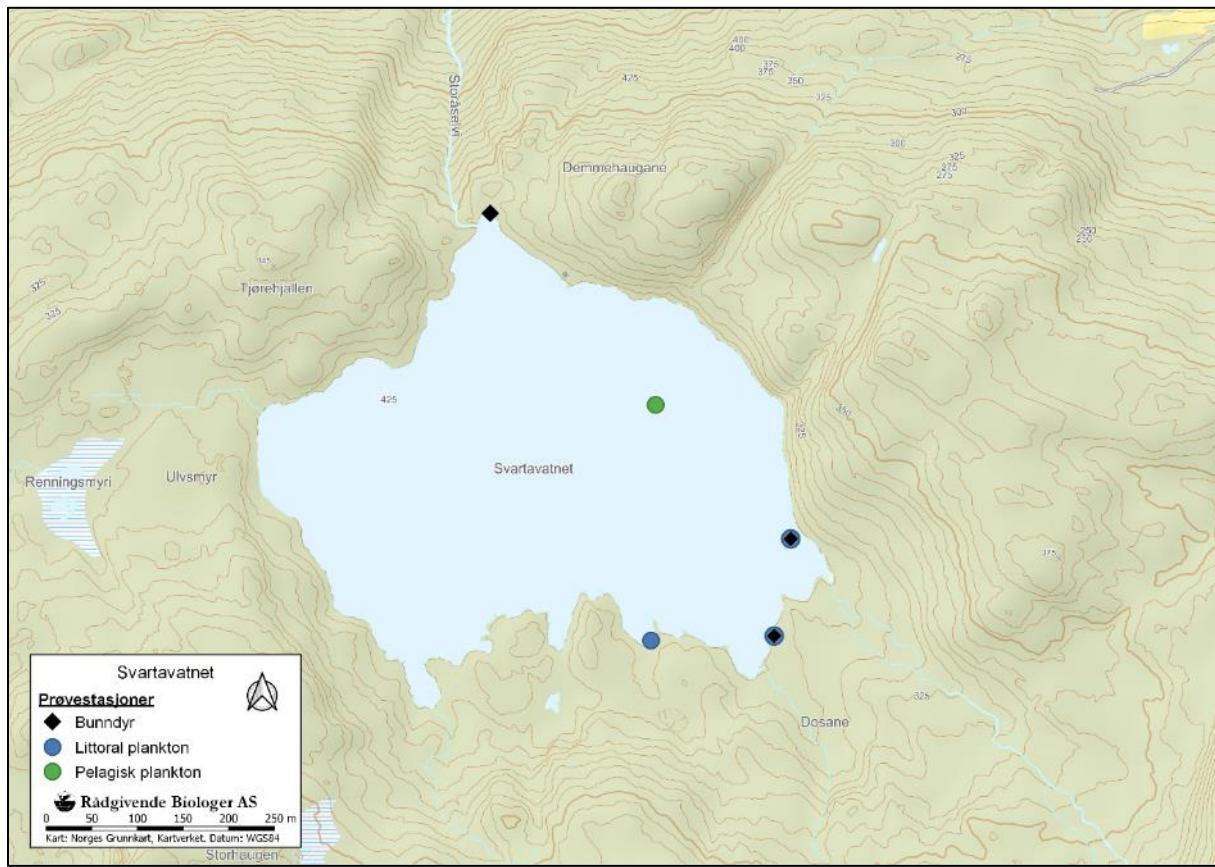
## INNSJØEN

Svartavatnet (innsjø nr. 27454) ligg i vassdraget Samlafjorden Sør i Ullensvang kommune, 305 moh. Innsjøen har eit areal på  $0,19 \text{ km}^2$  (**figur 12**). Største målte djup er på 60 m og middeldjupet er på ca. 20 m (Hellen & Brekke 2009). Nedbørfeltet er på  $2,2 \text{ km}^2$ . Det er to innløpsbekkar i søraust, og utløpsbekken i nordvest renn ut i Hardangerfjorden. Middelvassføringa ut av Svartavatnet er rekna til 147,8 l/s og saman med eit innsjøvolum på ca. 3,8 mill.  $\text{m}^3$ , gjev det ei vassutskiftingsrate på 1,2 gonger/år. Dei lågaste vassføringane inntreff normalt om vinteren (**tabell 25**).

Svartavatnet vart kalka årleg med 4 tonn kalkgrus i innløpet i perioden 2001–2003.

**Tabell 25.** Morfologiske og hydrologiske data for Svartavatnet. Hydrologiske data er henta fra [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no).

Innsjøareal $\text{km}^2$	Nedbørfelt $\text{km}^2$	Avrenning. l/s/ $\text{km}^2$	Tilrenning mill. $\text{m}^3/\text{år}$	Middeldjup m	Volum mill. $\text{m}^3$	Utskifting x/år
0,19	2,2	67,2	4,66	20	3,8	1,2



**Figur 12.** Kart over Svartavatnet i Ullensvang, merket med prøvestasjonar for plankton og botndyr.

## FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Vassførekosten «Svartavatnet (047-27454-L)» er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype L205, dvs. ein «kalkfattig (Ca 1–4 mg/l) og klar (fargetal 10–30 mg Pt/l, TOC 2–5 mg/l) innsjø i klimasone middels (200–800 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Svartavatnet viser at vasstypen fastsett av Vann-Nett er feil (**tabell 26** og **tabell 27**). Innsjøen har eit kalsiumminnhald som ligg omkring 0,25–0,50 mg Ca/l, så innsjøen er svært kalkfattig type b. Fargetal frå innsjøen er på over 30 mg Pt/l, så innsjøen er humøs. Revidert vasstype vert L203b, dvs. «svært kalkfattig type 1b (Ca 0,25–0,5 mg/l) og humøs (fargetal 30–90 mg Pt/l, TOC 5–15 mg/l) innsjø i klimasone middels (200–800 moh.)».

**Tabell 26.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Svartavatnet, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala som vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø og Johnsen 2004.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
1998	4,7	150	16,1	0,003	50	16,09	0,12
<b>2003</b>	4,8	120		< 0,005	16		0,65
2004	5,0	82		< 0,005	9		0,51
2006	5,5		8,0	0,005		16,10	0,59
2008	4,9		87,0	0,005	9	23,23	0,45
2015	4,9	89	8,7		38	37,48	0,53

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøvar ved tre høve i utløpet til Svartavatnet i 2019 (**tabell 27**). Forsuringsparametren pH hadde snitt som tilsvavar tilhøve «svært god», alkalitet «moderat» og ANC «dårleg» i 2019. Turbiditet tilsvavar i snitt tilhøve «god». pH var på nivå med tidlegare målingar (**tabell 26**), medan alkalitet var noko betre og ANC mykje dårlegare enn tidlegare. Kalsumnivået var lågt i 2019 og litt lågare enn i åra etter at kalkinga var avslutta i 2003. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvavar tilhøve «svært god».

**Tabell 27.** Vasskvalitet i utløpet til Svartavatnet ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstype L203b, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	18. juni 2019	15. august 2019	4. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l		0,22	0,2	0,21
Natrium	mg Na/l	1,17	1,19	1,11	1,16
Kalium	mg K/l	0,09	0,068	0,074	0,077
Klorid	mg Cl/l	2,5	2,2	2,4	2,4
Sulfat	mg SO4/l	0,49	0,49	0,44	0,47
Nitrat	mg N/l	< 0,05	< 0,01	< 0,05	0,04
Totalt organisk karbon	mg C/l	8,7	9,9	8,1	8,9
ANC	µekv/l	4,09		3,74	3,92
ANC-TOC	µekv	-25,4	-34,6	-23,8	-27,9
Total nitrogen	µg N/l	99	150	114	121
Total fosfor	µg P/l	< 2	4	2	2,7
Ortofosfat	µg P/l	< 2	2	< 2	< 2
Surleik	pH	5,02	5,05	5,09	5,05
Kalsium	mg Ca/l	0,35	0,43	0,28	0,35
Turbiditet	FNU	0,62	0,90	0,32	0,61
Fargetal	mg Pt/l	73	91	95	86
Konduktivitet	mS/m	1,7	1,5	1,5	1,57
Alkalitet, total	mmol/l	0,067	0,032	0,026	0,042

## DYREPLANKTON

Det vart funne 24 artar krepsdyr i Svartavatnet i 2019, dette utgjer 40 % av dei registrerte artane i Hordaland (Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018). Blant desse er fire artar rekna som meir eller mindre forsuringsfølsame (kategori 1 og 2, **tabell 28**), og den svært forsuringsfølsame vassloppa *Daphnia umbra* vart påvist i låg tettleik i pelagialen i innsjøen i oktober. Det vart også påvist heile åtte ulike forsuringstolerante artar. Blant desse er hoppekrepsten *Acanthocyclops capillatus* berre registrert i eit fåtal lokalitetar på Vestlandet.

Innhaldet av kalsium i Svartavatnet ligg under grenseverdien for klassifisering etter LACI 1 (0,5–1 mg/l), og fargetalet er ein god del høgare enn grensa for klåre innsjøar (< 30 mg Pt/l). LACI-indeksane kan difor ikkje nyttast i klassifisering av innsjøen (rettleiar 02:2018). Utrekna verdiar ville plassert innsjøen på grensa mellom tilstand «moderat» og «god» for LACI 1 og i tilstand «svært därleg» for LACI 2.

Svartavatnet er berre undersøkt ein gong tidlegare for plankton, med ein pelagisk prøve i 1998. Då vart det funne tre artar vasslopper og tre artar hoppekreps, blant desse den moderat tolerante *Heterocope saliens* og eitt individ av den moderat følsame *Mixodiaptomus laciniatus*. Sistnemnde art vart ikkje påvist i 2019, men det var nokre ubestemte copepodittar av ein calanoid hoppekrep i juniprøven, ein kan ikkje utelukke at det kan ha vore denne arten.

**Tabell 28.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt havtrekk ved tre høve i Svartavatnet sommarhalvåret 2019.

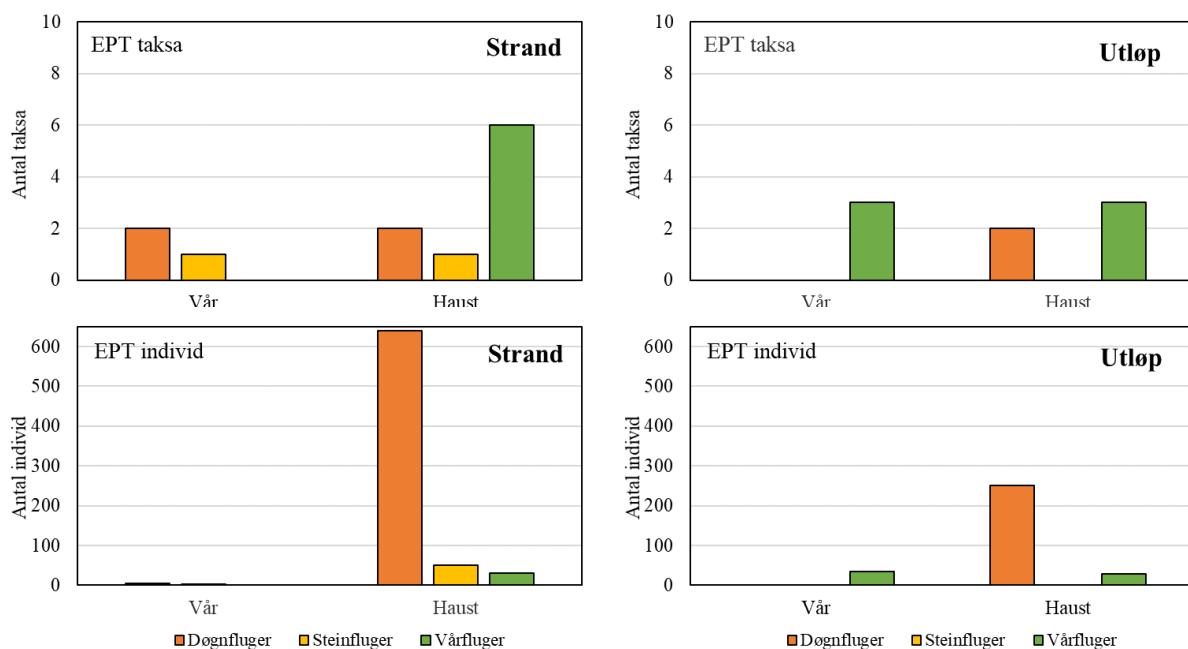
Art/gruppe	Kategori	18. juni		15. august		4. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)							
<i>Bosmina longispina</i>		+++	+++	+++	+	+++	+
<i>Bythotrephes longimanus</i>	2	(+)					
<i>Acroperus harpae</i>			(+)				
<i>Alona affinis</i>					++		++
<i>Alona guttata</i>					+		+
<i>Alona rustica</i>	4				+		
<i>Alonella excisa</i>	3				+++		++
<i>Alonella nana</i>			+		+		+
<i>Alonopsis elongata</i>					+++	(+)	+++
<i>Chydorus sphaericus</i>					+	(+)	+
<i>Eury cercus lamellatus</i>					++		++
<i>Daphnia umbra</i>	1					+	
<i>Holopedium gibberum</i>		+++	+	+++	+	++	
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	4				+		++
<i>Streblocerus serricaudatus</i>	3				+		
<i>Polyphemus pediculus</i>							
<i>Latona setifera</i>							++
<i>Sida crystallina</i>	3		(+)		+++		+++
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Heterocope saliens</i>	3	++	++	+	+++	+	+
<i>Acanthocyclops capillatus</i>	3		(+)				++
<i>Cyclops abyssorum</i>	2			++		++	
<i>Cyclops scutifer</i>		++					
<i>Diacyclops nanus</i>	4		(+)		(+)		+
<i>Eucyclops serrulatus</i>	2				+		+
Harpacticoida							
Calanoide copepoditter		+					
Cyclopoide copepoditter		+++	+	+++		+++	++
Cyclopoide nauplier		++	+	++		++	(+)
<b>LACI 1</b>		0,120		0,091		0,111	0,158
<b>LACI 2</b>		0,449		0,394		0,355	0,598

## BOTNDYR

Det vart funne døgnfluger i strandsona om våren og hausten, og om hausten i utløpet (**tabell 29, figur 13**), men ingen forsuringsfølsame artar. Steinfluger var til stades i strandsona både om våren og hausten, men ikkje i utløpet. Vårfluger var til stades i alle prøvane utanom i strandsona om våren. Hovudmengda av botndyra i prøvane var fjørmygglarvar. ASPT-indeksen var i snitt 5,15 i utløpet som tilsvarar tilhøve «dårleg».

**Tabell 29.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, utløpet til Svartavatnet 18. juni (vår) og 4. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	2	4	2	640	0	0	2	251
Steinfluger P	1	1	1	51	0	0	0	0
Vårfluger T	0	0	6	30	3	34	3	28
EPT taxa samla	3	5	9	721	3	34	5	279
Totalt individ botndyr	285		1555		553		1505	
Botndyr familiar	6		12		4		5	
ASPT-indeks					5,3		5,0	



**Figur 13.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårfluger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Svartavatnet våren og hausten 2019.

Forsuringsparametrane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berekna ut frå ein kombinert prøve frå strandsona og utløpselva (**tabell 30**). Dei hadde snitt på høvesvis 1,75, 2,67 og 0,25, som alle tilsvarar tilhøve «svært dårlig». Det var ikkje nok forsuringsfølsame døgnfluger / tolerante steinfluger til å berekne Forsuringsindeks 2 i utløpet. Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må sjåast som svært usikre ettersom Svartavatnet er humøs.

**Tabell 30.** Berekna forsuringssparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Svartavatnet våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	1,75	1,75	1,75
LAMI	2,40	2,94	2,67
Forsuringsindeks 1	0	0,5	0,25
Forsuringsindeks 2	–	–	–

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 1, som tilsvrar tilhøve «svært god» (**tabell 31**). For påverknaden forsuring, var nEQR i snitt 0,687, som tilsvrar tilhøve «god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, er det ikkje mogleg å rekne ut  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa og klassifiseringa er basert på dei vasskjemiske parametrane. I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Svartavatnet «god».

**Tabell 31.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton og botndyr) kvalitetselement for Svartavatnet i 2019. Klassifisering etter vasstype L203b, en svært kalkfattig ( $Ca\ 0,25\text{--}0,5\ mg/l$ ) og humøs innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjøtype L203b	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT								
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr						
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1				
$\bar{x}$	2,7	121	5,05	3,92	0,12	0,45	1,75	2,67	0,25				
EQR	1,852	2,066	1,010	0,770	0,500	0,215	0,416	0,626	–				
nEQR	1	1	1	0,374	0,600	0,195	0,126	0,193	0,1				
$\bar{x}$ nEQR	1		0,687		0,398		0,140						
	0,687				0,140								
Økol. tilh.	<b>III = «god»</b>												

## DISKUSJON

Svartavatnet vart kalka i perioden 2001–2003. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøve etter avslutta kalking. Det vart tatt vasskjemiske og biologiske prøver (dyreplankton og botndyr) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Svartavatnet i 2019 tilsvarande «god» (**tabell 31**).

Det er få registreringar av vasskvaliteten i Svartavatnet. Prøvane samla inn i 2019 viser at forsuringsparametren pH hadde snitt som tilsvrar tilhøve «svært god», alkalisitet «moderat» og ANC «dårleg». pH var på nivå med tidlegare målingar, medan alkalisitet var noko betre og ANC mykje dårlegare enn tidlegare. Kalsiumnivået var lågt i 2019 og litt lågare enn i åra etter at kalkinga var avslutta

i 2003. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvavarar tilhøve «svært god».

Det var middels høg diversitet av dyreplankton i innsjøen med 24 artar krepsdyr. Av desse var det dobbelt så mange forsuringstolerante som forsuringsfølsame artar, men det vart også funne nokre individ av den svært forsuringsfølsame *Daphnia umbra*. Forsuringsindeksane LACI 1 og 2 er verken tilpassa humøse innsjøar eller innsjøar med så lågt kalsiumminnhald som Svartavatnet, men resultata antydar at tilstanden ligg i nærleiken av «moderat». Tidlegare prøvetaking frå pelagialen i 1998 skil seg ikkje vesentleg frå dei pelagiske prøvane i 2019, og gir lite informasjon om utvikling i innsjøen. Mest truleg har det vore ei viss forbetring med tanke på forsuring.

Det var moderat diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Svartavatnet, med større diversitet og tettleik på hausten enn om våren. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane. Det vart ikkje funne nokre forsuringsfølsame artar. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «dårleg» som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Det er lite truleg ettersom det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærleiken. Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, men med etterhalda i desse avgrensingane, tyder MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 på at botndyrtihøva i Svartavatnet var svært därlege. For få indekserte artar gjorde at det ikkje var mogleg å berekne Forsuringsindeks 2 i utløpselva.

# MONSVATNET

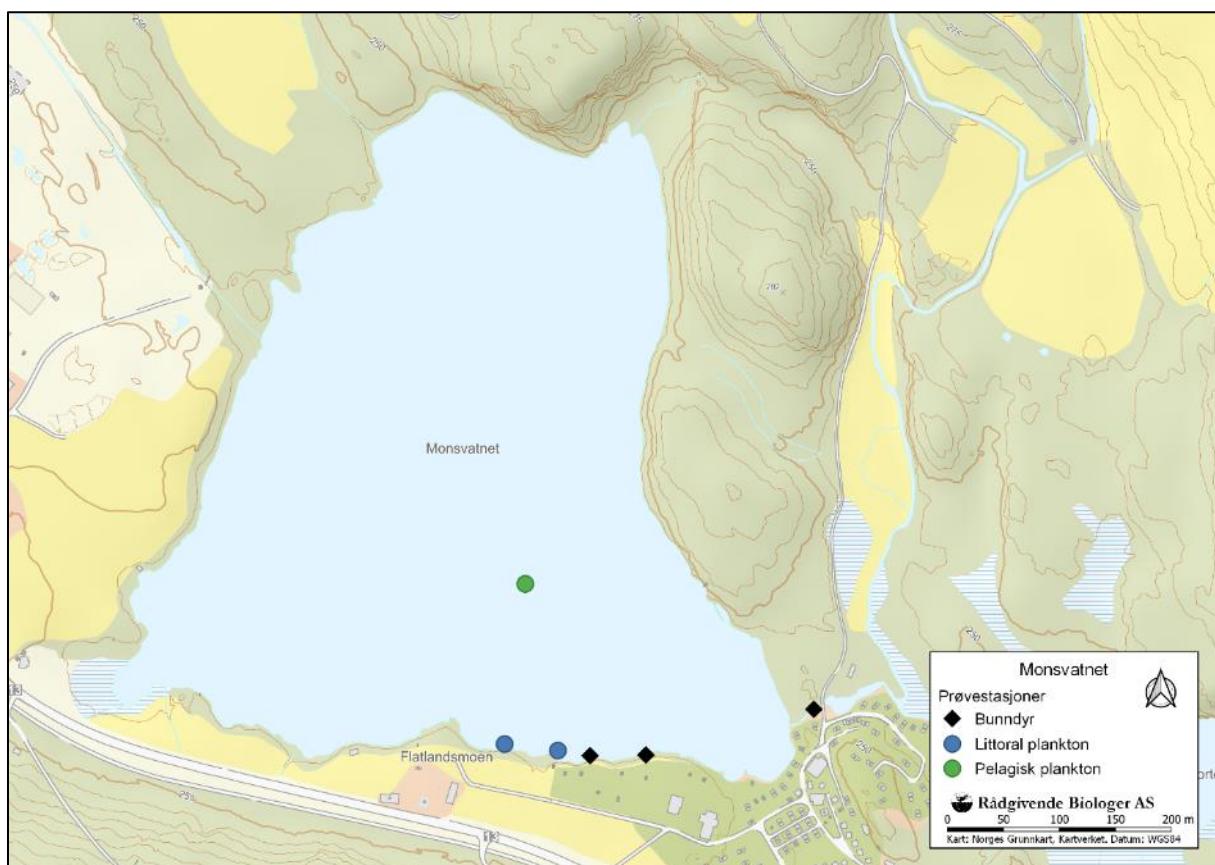
## INNSJØEN

Monsvatnet (innsjø nr. 27316) ligg øvst i Granvinsvassdraget (052.1C) i Voss herad, 246 moh. Innsjøen har eit areal på 0,21 km<sup>2</sup> (**figur 14**). Største målte djup er 41 m og middeldjupet er ca. 18 m. Nedbørfeltet er på 2,3 km<sup>2</sup>. Det er to innløpbekkar, og utløpsbekken i søraust renn ned i Moavatnet og videre ned i Granvinsvatnet. Middelvassføringa ut av Monsvatnet er rekna til 100,3 l/s, og saman med eit innsjøvolum på ca. 3,78 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingsrate på 0,8 gonger/år. Dei lågaste vassføringane inntreff normalt i sommarhalvåret (**tabell 32**). Innsjøen har ein bestand av ferskvasskreps (*Astacus astacus*).

Monsvatnet vart kalka årleg med 2 tonn kalk (1 tonn finkalk og 1 tonn grovkalk) i perioden 1994–2003.

**Tabell 32.** Morfologiske og hydrologiske data for Monsvatnet. Hydrologiske data er henta frå [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no).

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,21	2,3	43,6	3,16	18,0	3,78	0,8



**Figur 14.** Kart over Monsvatnet på Voss, merket med prøvestasjonar for plankton og botndyr.

## FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Vassførekosten «Monsvatnet (052-27316-L)» er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype L208, dvs. ein «moderat kalkrik (Ca 4–20 mg/l) og humøs (fargetal 30–90 mg Pt/l, TOC 5–15 mg/l) innsjø i klimasone middels (200–800 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Monsvatnet viser at vasstypen fastsett av Vann-Nett er rett (**tabell 33 og 34**). For denne vasstypen er det ikkje klassegrenser for forsuringssparametrar (pH og ANC) i Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. I høve rettleiaren skal ein då velje klassegrensar for den vasstypen som likner mest på den aktuelle vassførekosten i høve til typologifaktorane klimaregion, kalkinhald og humusinhald. I denne rapporten er vasstype L206 (kalkfattig og humøs innsjø) brukt til å klassifisere forsuringssparametrane. Eutrofieringsparametrane (Tot-P og Tot-N) er klassifisert i høve til vasstype L208.

**Tabell 33.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Monsvatnet, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala som vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø og Bjørklund 1996, 1997 og Johnsen 1993, 1997, 1998, 1999 og 2004.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
1991	6,7	39		0,139			
1993	6,4				5	109	
<b>1994</b>	6,6						
<b>1995</b>	7,0	38			8		3,48
<b>1996</b>	6,5	52		0,124	2		3,54
<b>1997</b>	6,2	45		0,114	5		3,75
<b>1998</b>	6,5	53		0,296	3		4,17
<b>1999</b>	6,5	47		0,191	5		3,63
<b>2003</b>	6,4	54		0,132	6		4,00
2004	6,8	50		0,134	3		3,71
2006	6,7		4,9	0,149		167,52	4,01
2015	6,7	47	7,3		2	209,88	3,90
2016	6,9	49	7,6		4	389,28	8,60

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøver ved tre høve i utløpet til Monsvatnet i 2019 (**tabell 34**). For denne vasstypen er det ikkje klassegrenser for forsuringssparametrar (pH, ANC og LAI.) i Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018, så i høve til anbefalingane i rettleiaren er det i denne rapporten brukt for ein liknande vasstype, dvs. L206 (kalkfattig og humøs). Forsuringssparameteren pH og ANC hadde snitt som tilsvavar tilhøve «svært god». Alkalitet og turbiditet tilsvavar også i snitt tilhøve «svært god». pH var i snitt litt høgare enn tidlegare (**tabell 33**), medan ANC har auka i verdi frå 167,5 i 2006 til 487,8 i 2019. Kalsiumnivået låg mellom 3–4 mg/l fram til 2015 og i 2016 og 2019 var det høvesvis i snitt 8,06 og 7,22 mg/l. Alkaliteten er også høgare enn den var fram til 2006. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvavar tilhøve «god».

**Tabell 34.** Vasskvalitet i utløpet til Monsvatnet ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstypane L208 (Tot-P og Tot-N) og L206 (pH og ANC), utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	18. juni 2019	12. august 2019	8. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l	0,94	0,99	0,94	0,96
Natrium	mg Na/l	18,2	18,3	15,9	17,5
Kalium	mg K/l	1,28	1,23	1,32	1,28
Klorid	mg Cl/l	27,1	29,9	22,2	26,4
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	11,3	12,2	11,3	11,6
Nitrat	mg N/l	0,488	0,39	0,44	0,44
Totalt organisk karbon	mg C/l	4	4,7	15,9	8,2
ANC	µekv/l	620	395,9	447,6	487,8
ANC-TOC	µekv	606,4	379,9	393,5	459,9
Total nitrogen	µg N/l	647	308	556	503,7
Total fosfor	µg P/l	3	29	3	11,7
Ortofosfat	µg P/l	< 2	2	< 2	2
Surleik	pH	7,41	7,18	7,06	7,22
Kalsium	mg Ca/l	15	12,2	10,7	12,6
Turbiditet	FNU	0,54	0,46	0,2	0,40
Fargetal	mg Pt/l	27	84	38	49,7
Konduktivitet	mS/m	17,4	18,3	15,7	17,1
Alkalitet, total	mmol/l	0,34	0,6	0,33	0,42

## DYREPLANKTON

Det vart funne heile 34 artar krepsdyr i Monsvatnet i 2019, dette utgjer 57 % av dei registrerte artane i Hordaland (Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018). Blant desse er 13 artar rekna som meir eller mindre forsuringsfølsame (kategori 1 og 2, **tabell 35**), medan sju artar er moderat forsuringstolerante (kategori 3). Det vart påvist tre ulike artar innan slekta *Daphnia*, der alle er svært forsuringsfølsame. Monsvatnet er også einaste innsjøen i denne granskinga som ikkje inneheld svært forsuringstolerante artar (kategori 4). I oktober vart det registrert nokre svevemygg (*Chaoborus flavicans*) i den pelagiske prøven, samt ein vanleg damsnegl (*Lymnaea peregra*) i littoralen.

Innhaldet av kalsium i Monsvatnet ligg langt over grenseverdiane for klassifisering etter LACI 2 (1–2 mg/l), og fargetalet er noko høgare enn grensa for klåre innsjøar (< 30 mg Pt/l). Vassdirektivet sin rettleiar (02:2018) seier at det ikkje er nokon indikasjonar på at forsuring er noko problem for krepsdyrfaunaen i norske innsjøar med kalsiuminnhald høgare enn 2 mg/l, og resultata frå Monsvatnet tyder på at det stemmer her. Verdien for begge LACI-indeksar er meir enn dobbelt så høg som grensa for beste tilstand («svært god»), og også godt over referanseverdien for indeksane.

Ved ei gransking i august 1999 vart det påvist 12 artar krepsdyr i Monsvatnet, mellom anna vassloppa *Rhynchotalona falcata*, som ikkje vart påvist i 2019. Blant dei åtte artane i ein pelagisk prøve frå 2000 vart det funne ein copepoditt av hoppekrepsten *Megacyclops* sp., denne arten var også blant dei åtte artane i ein pelagisk prøve frå 1996. I ein pelagisk prøve frå 2008 vart det funne sju artar. Blant dei største endringane i planktonsamfunnet mellom 2008 og 2019 er at vassloppene *Daphnia galeata* og *Diaphanosoma brachyurum* har kome inn pelagisk i innsjøen, og førstnemnte var blant dei dominante artane i innsjøen i juni 2019.

**Tabell 35.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt høvtrekk ved tre høve i Monsvatnet sommarhalvåret 2019.

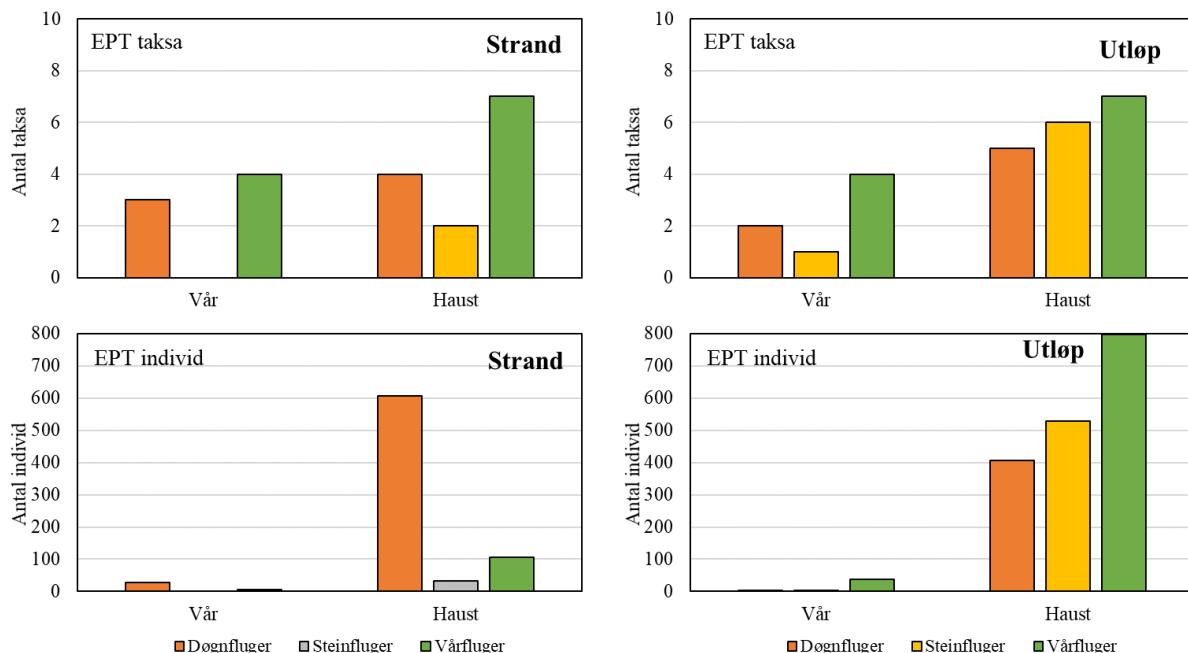
Art/gruppe	Kategori	18. juni		12. august		8. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)							
<i>Bosmina longispina</i>		+++	+	+++	+	+	
<i>Bythotrephes longimanus</i>	2	+		(+)	++		+
<i>Acroperus harpae</i>				(+)	++		++
<i>Alona affinis</i>				(+)			(+)
<i>Alona guttata</i>							(+)
<i>Alona intermedia</i>	2				(+)		(+)
<i>Alonella excisa</i>	3				(+)		
<i>Alonella nana</i>					+		+
<i>Alonopsis elongata</i>			++		+		+
<i>Chydorus sphaericus</i>			++	(+)	+	(+)	+++
<i>Camptocercus cf. rectirostris</i>				(+)	++		
<i>Graptoleberis testudinaria</i>							+
<i>Pseudochydorus globosus</i>	2						(+)
<i>Pleuroxus truncatus</i>			+		(+)		+
<i>Eury cercus lamellatus</i>					+		
<i>Daphnia galeata</i>	1	+++	+	++		++	
<i>Daphnia lacustris</i>	1	(+)		+		+	
<i>Daphnia umbra</i>	1					(+)	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	3				+		
<i>Simocephalus vetulus</i>	2			(+)	++		
<i>Scapholeberis mucronata</i>	3		++		+		
<i>Holopedium gibberum</i>		++		++	(+)	+++	+
<i>Drepanothrix dentata</i>					+		
<i>Polyphemus pediculus</i>			+++	(+)	++		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3			++	+++		
<i>Sida crystallina</i>	3		++	+	++		
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	2				+		
<i>Heterocope saliens</i>	3	++	++	+	+		
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	2	++	++	+			
<i>Cyclops scutifer</i>		++	+	++	(+)	++	
<i>Eucyclops sp.</i>	2						+
<i>Eucyclops serrulatus</i>	2		+				
<i>Macro cyclops albidus</i>	2		(+)		+		(+)
<i>Macro cyclops fuscus</i>	3						(+)
<i>Paracyclops affinis</i>	2		(+)				
Calanoide copepoditter		++	++				
Cyclopoide copepoditter		++	+	+++	+	+++	+
Cyclopoide nauplier		++		++	+	+	+
<b>LACI 1</b>		0,350		0,412		0,269	0,368
<b>LACI 2</b>		4,166		3,208		2,048	7,242

## BOTNDYR

Det vart funne døgnfluger i strandsona og i utløpet både om våren og hausten (tabell 36, figur 15). Steinfluger var til stades i alle prøvane utanom i strandsona om våren, og vårfluger var til stades i strandsona og utløpet både om våren og hausten. Av forsuringsfølsame arter vart det funne *Baetis rhodani*, *Cloeon simile* og *Caenis horaria*. Hovudmengda av botndyra i strandsona om våren var fjørmygglarvar, medan det om hausten var døgnfluger. I utløpet var det hovudsakeleg fjørmygg- og knottlarvar i botndyrprøva. ASPT-indekseren var i snitt 5,9 i utløpet som tilsvarar tilhøve «moderat».

**Tabell 36.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, utløpet til Monsvatnet 18. juni (vår) og 8. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	3	27	4	606	2	4	5	407
Steinfluger P	0	0	2	32	1	1	6	529
Vårfluger T	4	5	7	107	4	38	7	797
EPT taxa samla	7	32	13	745	7	43	18	1733
Totalt individ botndyr	172		1049		1464		9309	
Botndyr familiar	10		15		44		14	
ASPT-indeks					5,8		6,0	



**Figur 15.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårfluger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Monsvatnet våren og hausten 2019.

Forsuringsparametrane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berekna ut i frå ein kombinert prøve frå strandsona og utløpselva (**tabell 37**). Dei hadde snitt på høvesvis 4,25, 4,12 og 1, der MultiClear og LAMI tilsvrar tilhøve «svært god», medan Forsuringsindeks 1 tilsvrar tilhøve «god». Forsuringsindeks 2 hadde eit snitt på 2,75 som tilsvrar tilhøve «svært god». Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må sjåast på som svært usikre ettersom Monsvatnet er moderat kalkrik og humøs.

**Tabell 37.** Berekna forsuringsparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Monsvatnet våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	4,50	4,00	4,25
LAMI	4,18	4,06	4,12
Forsuringsindeks 1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,5	4	2,75

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 0,756, som tilsvrar tilhøve «god» (**tabell 38**). For påverknaden forsuring, var nEQR i snitt 1, som tilsvrar tilhøve «svært god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa tilsvrar tilhøve «god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, er det ikkje mogleg å rekne ut  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa og klassifiseringa er basert på dei vasskjemiske parametrane. I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Monsvatnet «god».

**Tabell 38.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton og botndyr) kvalitetselement for Monsvatnet i 2019. Klassifisering etter vasstype L206 for forsuringsparametrane (pH og ANC) og L208 for næringsstoff i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjøtype L208	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT									
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr							
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1					
$\bar{x}$	11,7	503,7	7,22	487,8	0,35	4,17	4,25	4,12	1					
EQR	0,513	0,757	1,062	2,612	1	1	1,010	0,981						
nEQR	0,756	0,757	1	1	1	1	1	0,924	0,7					
$\bar{x}$ nEQR	0,756		1		1		0,875							
	0,756				0,875									
Økol. tilh.	<b>II = «god»</b>													

## DISKUSJON

Monsvatnet vart kalka i perioden 1994–2003. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøva etter avslutta kalking. Det vart tatt vasskjemiske og biologiske prøver (dyreplankton og botndyr) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Monsvatnet i 2019 tilsvarande «god» (**tabell 38**).

Det er ikkje klassegrenser for forsuringsparametrar (pH og ANC) i Vanndirektivet sin rettleiar for vasstypen til Monsvatnet (L208: moderat kalkrik og humøs). I høve til tilrådingane i rettleiaren er det i denne rapporten brukt for ein liknande vasstype (L206: kalkfattig og humøs). Forsuringsparametrane pH og ANC hadde snitt som tilsvrar tilhøve «svært god». Alkalitet og turbiditet tilsvrar også i snitt tilhøve «svært god». pH var i snitt litt høgare enn tidlegare, medan ANC har auka i verdi frå 167,5 i 2006 til 487,8 i 2019. Kalsiumnivået låg mellom 3–4 mg/l fram til 2015 og i 2016 og 2019 var det høvesvis i snitt 8,06 og 7,22 mg/l. Alkaliteten er også høgare enn den var fram til 2006. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvrar tilhøve «god».

Det var høg diversitet av dyreplankton i Monsvatnet med 34 artar krepsdyr, der 10 var moderat forsuringsfølsame og tre svært forsuringsfølsame. Det var også sju moderat forsuringstolerante artar, men ingen som var svært forsuringstolerante. Verdien av forsuringsindeksane for småkreps går langt utanfor skalaen, og viser at det ikkje er noko forsuringsproblem i innsjøen i høve til krepsdyrplankton. Den svært forsuringsfølsame vassloppa *Daphnia lacustris* har vore blant dei vanlegaste artane i innsjøen sidan 1996, og viser at det truleg ikkje har vore forsuringsproblem av betydning i denne perioden. Det vart registrert langt fleire artar i innsjøen i 2019 i høve til 2008 og tidlegare. Noko av dette skuldast nok

meir omfattande prøvetaking i 2019, men det er heilt klart kome inn fleire artar pelagisk, og truleg også littoralt, over det siste tiåret.

Det var god diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Monsvatnet, med større diversitet og tettleik på hausten enn om våren. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane, men det var også mykje knottlarvar (Simuliidae) i prøvane. Det vart funne tre forsuringsfølsame artar av døgnfluger. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «moderat», som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, men med etterhalda i desse avgrensingane, tyder MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 og 2 på at botndyrtihøva i Monsvatnet er svært gode. Botndyra i utløpselva til Monsvatnet vart granska i 1999 (Hellen mfl. 2001). Då vart det registrert eitt individ av den forsuringsfølsame snigelen *Lymnaea preregra*, men ikkje nokre andre forsuringsfølsame artar. Forsuringsindeks 1 vart berekna til 1 og viser at forsuringstilhøva for botndyr i 1999 var gode.

## BOTNAVATNET

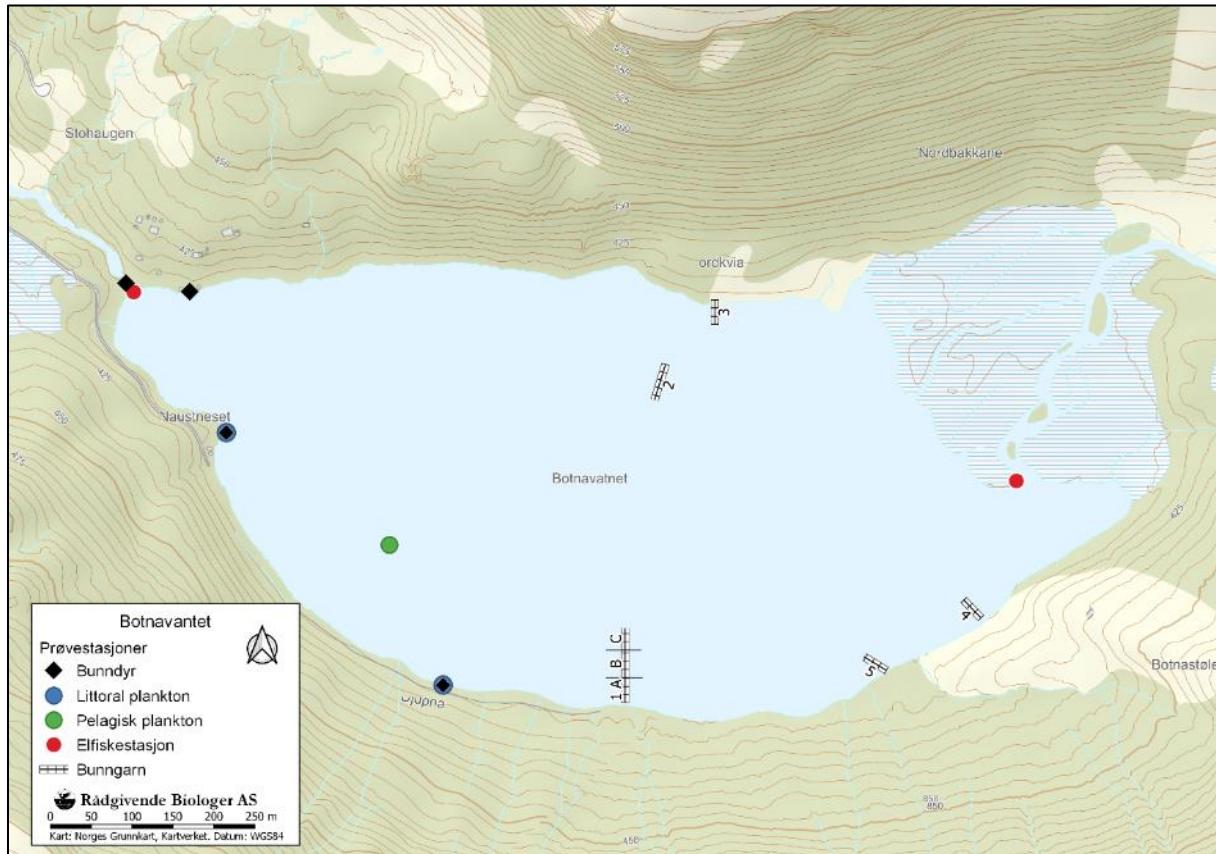
### INNSJØEN

Botnavatnet (innsjø nr. 28333) ligg i Angedalsgreina i Jølstravassdraget (084.AZ) i Sunnfjord kommune, 408 moh (**figur 16**). Innsjøen har eit areal på 0,45 km<sup>2</sup> og ei strandlinje på om lag 3160 m. Største målte djup er 34 m og middeldjupet er på 18,8 m. Nedbørfeltet er på 18,2 km<sup>2</sup>. Hovudinnløpselva i nordaust kommer frå Isvatnet og deler seg i fleire greiner på dei nedste 300 m før den renn ut i Botnavatnet. Det er fleire små flaumbekker på sørsida av innsjøen, men desse er ikkje eigna som gytbekker. Utløpsbekken i vest renn ned i Angedalen som Angedalselva (Hellen mfl. 2010). Middelvassføringa ut av Botnavatnet er rekna til 1853 l/s og saman med eit innsjøvolum på ca. 8,5 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingssrate på 6,9 gonger/år. Dei lågaste vassføringane inntreff normalt om vinteren (**tabell 39**).

Innløpet til Botnavatnet vart kalka med kalksteingrus i periodane 1995–1999, 2002–2005 og 2007–2009.

**Tabell 39.** Morfologiske og hydrologiske data for Botnavatnet. Hydrologiske data er henta frå [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no).

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,45	18,2	101,5	58,26	18,8	8,5	6,9



**Figur 16.** Kart over Botnavatnet i Førde, merka med prøvestasjonar for plankton og botndyr, elektrofiskestasjonar og nummererte garn.

## FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Vassførekosten «Botnavatnet (084-28333-L)» er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype L202d, dvs. ein «svært kalkfattig type 1d (Ca 0,75–1 mg/l) og klar (fargetal 10–30 mg Pt/l, TOC 2–5 mg/l) innsjø i klimasone middels (200–800 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Botnavatnet viser at vasstypen fastsett av Vann-Nett er feil (**tabell 40, tabell 41**). Innsjøen har eit kalsiuminnhold som ligg omkring 0,25–0,50 mg Ca/l, så innsjøen er svært kalkfattig type b. Fargetal frå innsjøen er på under 10 mg Pt/l, så innsjøen er svært klar. Revidert vasstype vert L201b, dvs. «svært kalkfattig type 1b (Ca 0,25–0,5 mg/l) og svært klar (fargetal < 10 mg Pt/l, TOC < 2 mg/l) innsjø i klimasone middels (200–800 moh.)».

**Tabell 40.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Botnavatnet, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala det vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta fra Vannmiljø og Hellen mfl. 2010.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
1974	5,6						0,30
1976	5,5		0,4				0,31
1977	5,1		0,9				0,48
1978	5,4		1,7				0,49
1981	5,6						0,42
1986	5,6		0,4	0,030		-0,20	0,31
1990	5,6	4	1,1	0,006			0,34
1994	5,4	4		0,006	20		0,47
<b>1995</b>	5,7	3	0,5	0,021	13	7,94	0,28
<b>2009</b>	6,4	6	1,3	0,039			0,77

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøver ved tre høve i utløpet til Botnavatnet i 2019 (**tabell 41**). Forsuringsparametrane ANC og alkalitet hadde snitt som tilsvrar tilhøve «god», medan pH tilsvrar tilhøve «svært god» i 2019. pH ligg midt på grensa mellom «god» og «svært god». Turbiditet tilsvrar i snitt tilhøve «svært god». Høva var litt dårligare enn då innsjøen vart kalka i periodane mellom 1995–2009, men betre enn før kalkinga starta (**tabell 40**). Kalsiumnivået var lågt og i 2019 var det på same nivå som før kalkning. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvrar tilhøve «svært god».

**Tabell 41.** Vasskvalitet i utløpet til Botnavatnet ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstype L201b, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	24. juni 2019	21. august 2019	8. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l	0,11	0,11	0,13	0,12
Natrium	mg Na/l	0,65	0,7	8,85	3,40
Kalium	mg K/l	0,075	0,093	0,14	0,10
Klorid	mg Cl/l	1,1	0,9	1,5	1,17
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	0,54	0,65	0,59	0,59
Nitrat	mg N/l	0,026	< 0,01	0,02	0,019
Totalt organisk karbon	mg C/l	0,63	1,5	0,76	0,96
ANC	µekv/l	6,32	16,9	8,88	10,7
ANC-TOC	µekv	4,18	11,8	6,3	7,43
Total nitrogen	µg N/l	53	56	< 20	43
Total fosfor	µg P/l	< 2	3	< 2	2,3
Ortofosfat	µg P/l	< 2	4	< 2	2,7
Surleik	pH	6,16	6,10	6,04	6,10
Kalsium	mg Ca/l	0,22	0,28	0,27	0,26
Turbiditet	FNU	0,28	0,29	0,19	0,25
Fargetal	mg Pt/l	6	8	5	6,3
Konduktivitet	mS/m	0,74	0,71	0,82	0,76
Alkalitet, total	mmol/l	0,051	0,056	0,048	0,052

## DYREPLANKTON

Botnavatnet er ein middels artsrik innsjø, med 23 registrerte artar krepsdyr i 2019 (46 % av tidlegare registrerte artar i Sogn og Fjordane, Vanndirektivets rettleiar 02:2018). Berre to av artane var moderat forsuringsfølsame (kategori 2, **tabell 42**), medan sju var forsuringstolerante. Innsjøen har for lågt innhold av kalsium til å kunne klassifiserast etter LACI, men utrekna verdiar ville plassert innsjøen i tilhøve «dårlig» for LACI 1 og «svært dårlig» for LACI 2.

Det er tidlegare utført granskningar av pelagisk og littoralt plankton i Botnavatnet tre gonger. I 1999 vart det funne 16 artar, i 2003 ni artar og i 2009 var det 20 artar. Blant alle desse var det berre den moderat forsuringsfølsame arten *Alona intermedia* som ikkje vart påvist i 2019, denne vart til gjengjeld funne både i 1999 og 2009.

**Tabell 42.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt høvtrekk ved tre høve i Botnavatnet sommarhalvåret 2019.

Art/gruppe	Kategori	24. juni		21. august		8. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)							
<i>Bosmina longispina</i>		++	++	+++	+++	+++	+
<i>Acroperus harpae</i>			++		+		++
<i>Alona affinis</i>			++				(+)
<i>Alona guttata</i>					+		
<i>Alona rustica</i>	4				(+)		
<i>Alonella excisa</i>	3		++		(+)		+
<i>Alonella nana</i>			(+)				+
<i>Alonopsis elongata</i>			+++		++		+++
<i>Chydorus sphaericus</i>		(+)	++		+		+
<i>Chydorus piger</i>	2				+		
<i>Rhynchotalona falcata</i>			+		++		
<i>Graptoleberis testudinaria</i>		(+)	(+)		(+)		(+)
<i>Eury cercus lamellatus</i>			(+)		+		++
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	3		(+)				(+)
<i>Scapholeberis mucronata</i>	3		+	+	+++		
<i>Holopedium gibberum</i>		+++	+	+++	++	++	
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	4						+
<i>Drepanothrix dentata</i>							(+)
<i>Polyphebus pediculus</i>			+++		++		+
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Cyclops scutifer</i>		+++	(+)	++	++	+	+
<i>Diacyclops nanus</i>	4		(+)		(+)		+
<i>Eucyclops sp.</i>	2						+
<i>Eucyclops serrulatus</i>	2		+		+	(+)	
<i>Macro cyclops fuscus</i>	3		(+)				
Cyclopoide copepoditter			++	++	+	++	+
Cyclopoide nauplier		++	++	+++	+	+++	+
<b>LACI 1</b>		0,077		0,056		0,118	0,059
<b>LACI 2</b>		0,449		0,389		0,574	0,383

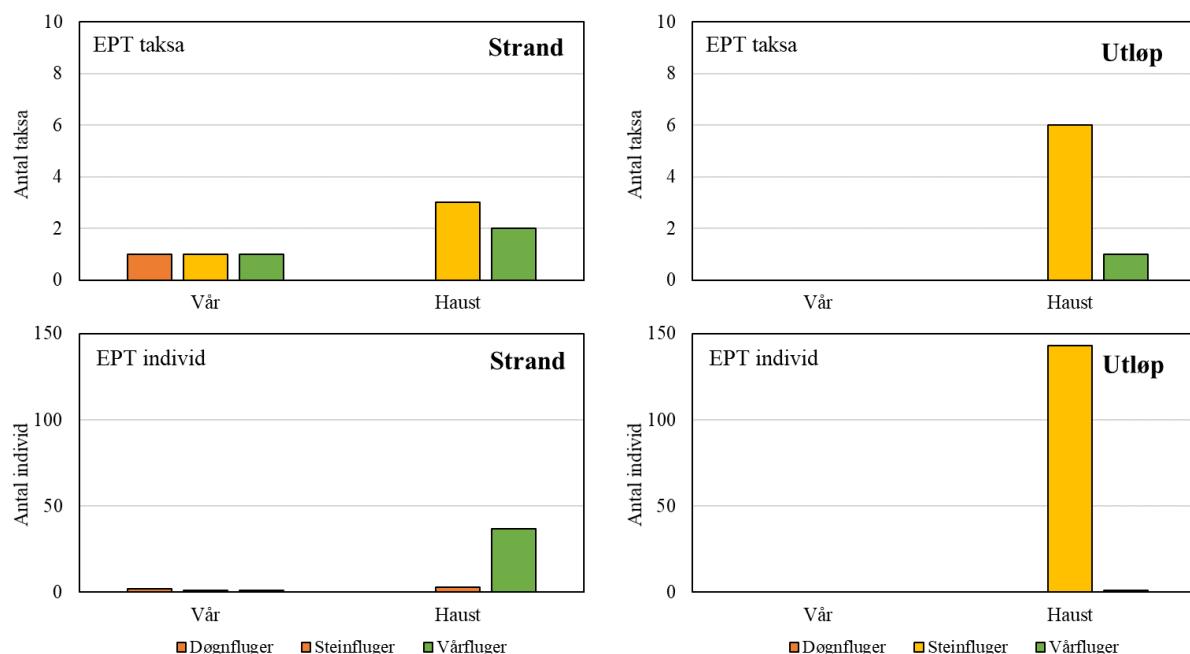
## BOTNDYR

Døgnfluger vart berre funnet i strandsona om våren (**tabell 43, figur 17**), med to individ av den moderat forsuringsfølsame arten *Siphlonurus lacustris*. Steinfluger og vårfluger var til stades i alle prøvane utanom i utløpet om våren. I utløpet vart det påvist to moderat forsuringsfølsame artar; *Diura nansenii* og *Isoperla sp.* Hovudmengda av botndyra i strandsona var fjørmygglarvar både om våren og hausten. I utløpet var det hovudsakleg simulide-larvar om våren og fjørmygglarvar om hausten. ASPT-indeksen var i snitt 5,00 i utløpet, som tilsvrarar tilhøve «dårleg».

Forsuringsparametrane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berekna ut i frå ein kombinert prøve frå strandsona og utløpselva (**tabell 44**). MultiClear hadde eit snitt på 1,38 som tilsvrarar tilhøve «svært dårlig» og LAMI eit snitt på 3,33 som tilsvrarar tilhøve «moderat». For Forsuringsindeks 1 og 2 var det for få indekserte artar til å rekne ut indeks om våren. Om hausten var Forsuringsindeks 1 og 2 begge 0,5, som tilsvrarar tilhøve «dårleg». Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må sjåast på som svært usikre ettersom Botnavatnet er svært kalkfattig.

**Tabell 43.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, til Botnavatnet 24. juni (vår) og 8. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	1	2	0	0	0	0	0	0
Steinfluger P	1	1	3	3	0	0	6	143
Vårfluger T	1	1	2	37	0	0	1	1
EPT taxa samla	3	4	5	40	0	0	7	144
Totalt individ botndyr	64		1022		300		1430	
Botndyr familiar	5		7		3		7	
ASPT-indeks					2,7		7,3	



**Figur 17.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårfluger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Botnavatnet våren og hausten 2019.

**Tabell 44.** Berekna forsuringssparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Botnavatnet våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	1,75	1,00	1,38
LAMI	3,17	3,33	3,25
Forsuringsindeks 1	–	0,5	0,5
Forsuringsindeks 2	–	0,5	0,5

## FISK

Innsjøen vart garnfisket 21.–22. august 2009 med fire enkle fleiromfars botngarn i djupneintervallet 0–10 m, ei botngarnslenke med tre garn i djupneintervallet 0–31 m og eitt flytegarn idjupneintervallet 0–5 m (**figur 16**). All fisk vart aldersbestemt. Det var fint vær og stille under prøvefisket. Både inn- og utløpselva vart elektrofiska ved éin gongs fiske den 22. august, og gyttetilhøva vart vurdert.

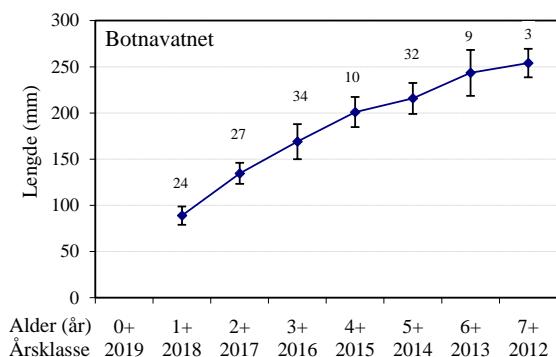
### Garnfiske

Under garnfisket vart det fanga 139 aure. Fisken varierte i lengd frå 7,3 til 27,5 cm, med ei gjennomsnittslengd på 16,8 ( $\pm 5,2$ ) cm (**tabell 45**). Vekta varierte frå 4 til 207 g, snittvekta var 59 ( $\pm 45$ ) g, og gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var 1,01 ( $\pm 0,08$ ). 64 % av aurane hadde lys raud kjøtfarge, medan resten var kvite i kjøttet. Gjennomsnittleg alder ved kjønnsmodning var tre år for hannaure og fem år for hoaure. Den minste kjønnsmodne auren var ein to år gammal hann på 12,0 cm.

**Tabell 45.** Gjennomsnittleg lengde (cm), vekt (g) og kondisjonsfaktor med standardavvik, samt antal hannar og hoer og andel kjønnsmodne fisk for dei ulike aldersgruppene av aure fanga i Botnavatnet 12.–22. august 2019.

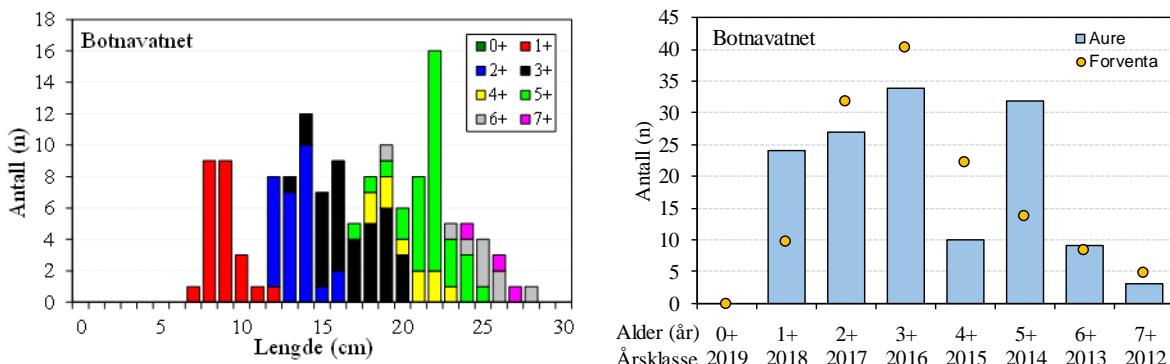
	Alder Årsklasse	0+ 2019	1+ 2018	2+ 2017	3+ 2016	4+ 2015	5+ 2014	6+ 2013	7+ 2012	Totalt
Antal		0	24	27	34	10	32	9	3	139
Lengde (cm)	Snitt	-	8,9	13,5	17,0	20,1	21,6	24,3	25,4	16,8
	S.d.	-	1,0	1,1	1,8	1,6	1,7	2,5	1,5	5,2
Vekt (g)	Snitt	-	8	26	51	80	98	139	159	59
	S.d.	-	3	7	16	16	22	38	23	45
K-faktor	Snitt	-	1,08	1,05	1,00	0,98	0,95	0,94	0,97	1,01
	S.d.	-	0,08	0,07	0,08	0,06	0,05	0,05	0,08	0,08
Hoer	Antal	-	7	13	18	3	23	7	2	73
	% modne	-	0	0	0	0	74	86	100	34
Hannar	Antal	-	14	14	16	7	9	2	1	63
	% modne	-	0	36	69	57	44	100	0	41

Storleik ved alder viser jamn vekst dei første fem åra, før den gradvis avtek og stagnerer på litt over 25 cm (**figur 18**). Maksimalstorleiken på fisken i innsjøen og vekststagnasjon tyder på at bestanden er relativt tett.



**Figur 18.** Storleik ved alder for aure fanga ved garnfiske i Botnavatnet 21.–22. august 2019, basert på gjennomsnittleg lengde med standardavvik. Tala på fisk som utgjer berekningsgrunnlageter markert over linja.

Aldersfordelinga for auren i Botnavatnet tyder på at det har vore vellukka reproduksjon sidan 2012, medan den fåtalige årsklassen frå 2015 viser därleg rekruttering (**figur 19**).



**Figur 19.** Lengde- og aldersfordeling for aurane som vart fanga under garnfisket i Botnavatnet, 21.–22. august 2019. I figuren over aldersfordelinga er forventa aldersfordeling i botngarn i innsjøar som ligg mellom 300 og 750 moh. markert med prikkar. Utlegg av kalkgrus blei avslutta etter 2009.

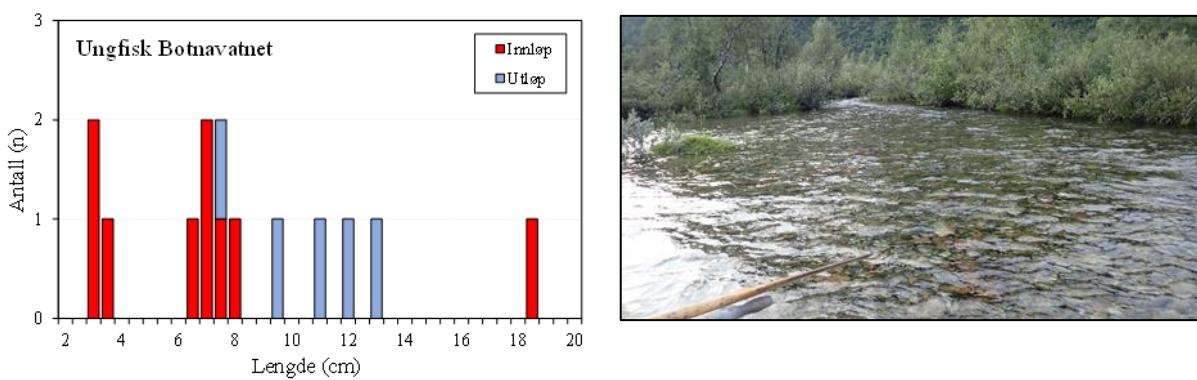
I botngarnlenka vart det i dei to ytste garna fanga berre éin aure i kvar, medan i det inste garnet nærast land vart det fanga 28 aure. I dei andre botngarna varierte fangsten mellom 20 og 37 fisk. Gjennomsnittleg fangst per botngarnnatt var 19,3 aure. I flytegarnet mellom 0 og 5 m djup vart det fanga 23 aure. Siktedjupet var 8 m og overflatetemperaturen var 10,9 °C ved prøvefisket.

Det vart fanga 28,5 aure i snitt på de fire botngarna som sto i strandsona. Bestanden vart ut frå dette estimert til å være på ca. 8500 aure i strandsona. Ved å inkludere andel av bestanden frå pelagiske vassførekomstar berekna ut i frå fangst i flytegarn, vert totalbestanden vurdert til å vere om lag 9300 aure. Med ei snittvekt på 59 g tilsvara dette 12,3 kg fisk per hektar for hele innsjøen, noko som kan betraktast som middels høg tettheit. Basert på botngarn fangsta blei CPUE berekna til 43,0, og OR blei estimert til å vere 4,9.

Det var relativt lik fordeling mellom botndyr, overflateinnsekt og plankton i mageprøvane. Av botndyr dominerte ertemusling, men det var også innslag av fjørmygglarvar og vårfluger. Av plankton var det flest linsekreps (Eurycercus).

## Elektrofiske

I utløpselva består botnsubstratet av stor stein og blokkstein, med små parti av grus innimellom der aure kan gyte. Botnsubstratet er stort sett kraftig tilgrodd. Elva er ca. 8 m brei. Det var middels vassføring og middels sterkt straum ved elektrofisket og vasstemperaturen var 10,9 °C. Totalt vart eit areal på ca. 20 m<sup>2</sup> elektrofisket i strandsona og eit lite stykke nedover i elva. Det vart totalt fanga 5 aure, ingen av disse var årsyngel (**figur 20**). Det vart heller ikkje påvist årsyngel i utløpet i 1999, 2003 eller 2009 (Hellen mfl. 2000, Bjerknes mfl. 2004, Hellen mfl. 2010).



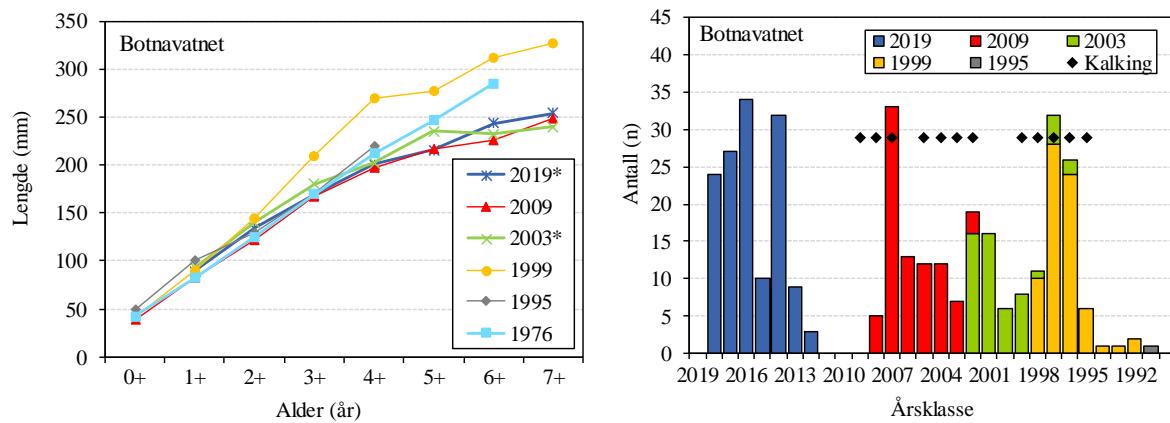
**Figur 20.** Venstre: Lengdefordeling for aurane som vart fanga ved elektrofiske i hovudinnløpselva til- og utløpselva frå Botnavatnet 21. august 2019. Høgre: Hovudinnløpselva til Botnavatnet.

Innløpselva frå Isvatnet har eit botnsubstrat dominert av grus og småstein, det er store område med gode gyttelihøve. Elva er 5 m brei, og fisken kan vandre 4–500 m oppover elva. Det var middels til låg

vassføring og roleg til middels stri straum ved elektrofiske 21. august. Totalt vart eit område på 200 m<sup>2</sup> elektrofiska og det vart fanga totalt ni aureungar, av desse var tre årsyngel. Det vart i tillegg observert 15 aure som truleg var eittåringar (**figur 20**).

### Vekst og bestandsutvikling

Veksthastigheita for aure i Botnavatnet vart estimert ut frå skjelanalysar etter prøvefisket i 2009 (Hellen mfl. 2010), og gjennomsnittleg tilvekst vart berekna til 4–4,5 cm for kvar av de første fire sesongane, før tilveksten gradvis avtok og nesten stagnerte ved 25 cm. Kurven for storleik ved alder frå inneverande undersøking i 2019 viser tilnærma same kurve som vekstkurva frå 2009, og tilseier stabile veksttilhøve for aure i Botnavatnet dei siste 10–15 åra (**figur 21**). Det var god rekruttering i innløpet i 2019, slik det også var i 2009 og 2003. 2015-årsklassen derimot utmerkjer seg ut med låg rekruttering, og dette skuldast sannsynlegvis den kalde sommaren i 2015 med sein isgang, mykje smeltevatn og relativt låge temperaturar i vekstssesongen, og medfølgjande sein klekking og kort vekstssesong for yngelen. I utløpet vert det ikkje påvist rekruttering av årsyngel, og det har det heller ikkje blitt gjort ved nokon av dei føregåande undersøkingane (Hellen mfl. 1999, Bjerknes mfl. 2003, Hellen mfl. 2010). Sidan førre prøvefiske i 2009 har bestanden av aure auke med 131 % (klassifiseringselementet «bestandsnedgang» (%)) er dermed satt til 0, sjå **tabell 46**.



**Figur 21.** Vekst og årsklasselfordeling for aure fanga ved garnfiske i Botnavatnet 21.–22. august samanlikna med data frå tidlegare år. Venstre: Vekstkurve basert på tilbakeberekna gjennomsnittslengde ved avslutta vekstssesong frå skjellanalyse. \*Data basert på gjennomsnitts fiskelengde ved fangst. Høgre: Årsklasselfordeling for aure fanga i 1995, 1999, 2003, 2009, 2019. Aldersfordeling frå 1976 føreliggjer ikke. År med utlegg av kalkgrus er merka i figuren.

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 1, som tilsvrar tilhøve «svært god» (**tabell 46**). For påverknaden forsuring var nEQR i snitt 0,764, som tilsvrar tilhøve «god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, vert  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa berre basert på nEQR for kvalitetselementet fisk. nEQR for fiskeparameterne CPUE og bestandsnedgang (%) er høvesvis 0,90 og 1, og  $\bar{x}$ nEQR vert 0,95 som tilsvarer tilhøve «svært god». I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Botnavatnet «god».

**Tabell 46.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton, botndyr og fisk) kvalitetselement for Botnavatnet i 2019. Klassifisering etter vasstype L201b, ein svært kalkfattig ( $\text{Ca} 0,75\text{--}1 \text{ mg/l}$ ) og humøs innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa Dyreplankton og Botndyr er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjø-type L201b	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT									
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr			Fisk				
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1	CPUE %				
Ø	2,3	43	6,1	10,7	0,077	0,449	1,38	3,33	0,5	63,3 0				
EQR	1	1	0,953	0,886	0,322	0,215	0,328	0,328	-	- -				
nEQR	1	1	0,813	0,714	0,390	0,195	0,119	0,546	0,300	0,900 1				
$\bar{x}_{nEQR}$	1		0,764		0,293		0,322			0,950				
	0,764				0,950									
Økol. tilh.	II = «god»													

## DISKUSJON

Botnavatnet vart kalka i periodane 1995–1999, 2002–2005 og 2007–2009. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøva etter avslutta kalking. Det vart teke vasskjemiske og biologiske prøvar (dyreplankton, botndyr og fisk) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Botnavatnet i 2019 tilsvarende «god» (tabell 46).

Registreringar av vasskvaliteten i Botnvatnet viser at tilhøve for forsuring og eutrofiering i innsjøen var bra i 2019. Forsuringsparametrane pH og syrenøytraliserande kapasitet (ANC), var begge tilsvarende tilhøve «svært god». Det er få registreringar av vasskvaliteten i innsjøen i periodane med kalking, men prøva frå 2009 viste same pH som i 2019. Førre registrerte måling av ANC og labilt aluminium er frå 1995, som viser at tilhøva var betre i 2019. Kalsiumnivået gjekk ned frå 0,77 mg/l i 2009 til 0,26 i 2019.

Det var middels høg diversitet av dyreplankton i Botnvatnet med 23 artar krepsdyr. Berre to av artane er rekna som moderat forsuringsfølsame, medan sju var forsuringstolerante i større eller mindre grad. Innsjøen har for lågt innhold av kalsium til å kunne klassifiserast etter LACI, men utrekna verdiar ville plassert innsjøen i tilhøve «dårlig» for LACI 1 og «svært dårlig» for LACI 2, noko som indikerer at tilstanden med omsyn på forsuring er nokså moderat for krepsdyrplankton. Ved to tidlegare granskingar vart det funne nesten like mange artar som i 2019, medan færre artar ved granskinga i 2003 truleg har årsak i noko mindre omfattande innsamling eller oppgjering. Med funn av tre moderat forsuringsfølsame artar i 2009 og to i 1999, så verkar tilstanden i innsjøen jamt over stabil.

Det var svært låg diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Botnvatnet. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane. Det vart berre funne døgnfluger i strandsona om våren, med to individ av den moderat forsuringsfølsame arten *Siphlonurus lacustris*. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «dårleg», der tilhøva tilsvara «svært dårlig» på våren og «svært god» på hausten, som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning om hausten. Det er lite truleg ettersom det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærleiken. Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, men dei tyder likevel at tilhøva for botndyr i Botnvatnet var dårlige. Tilhøva i utløpsbekken vart sist granska i 2009 (Hellen mfl. 2010). Då var det også fjørmygglarvar som dominerte, og den moderat forsuringsfølsame steinfluga *Diura nansenii* var tilstades, men diversiteten var høgare.

Dårleg vasskvalitet frå 1970-talet saman med kalde og snørike vintrar på slutten av 1980- og første halvdel av 1990-talet var årsaka til svak og sviktande rekruttering i Botnavatnet, og at bestanden gjekk sterkt tilbake i denne perioden. Det er ikkje målt vasskvalitet som er direkte skadeleg for aure, men det er sannsynleg at det har vore episodar som har begrensa rekrutteringa. Etter kalkinga starta opp i 1995 auka rekrutteringa av aure (**figur 21**), og det har vore ei betydeleg betring i vasskvaliteten dei siste 25 åra. Botnavatnet har i dag ein tett bestand av aure og fiskens kondisjon er normalt god. Den årlege tilveksten er brukbar opp til fiskens vart 20 cm, men avtek når den nærmar seg 25 cm. Det er sannsynleg at bestanden i dag vil klare seg utan kalkingstiltak.

## Tilrådingar

Kalkinga blei avslutta i 2009. Vasskvalitetsmålingane viser at vasskvaliteten no er god for aure. Aurebestanden har høg tettleik og det har vore årleg rekruttering sidan 1990-talet. Det er ikkje behov for tiltak for å betre tilhøva for aurebestanden eller vasskvaliteten i innsjøen.

## LITLEVATNET

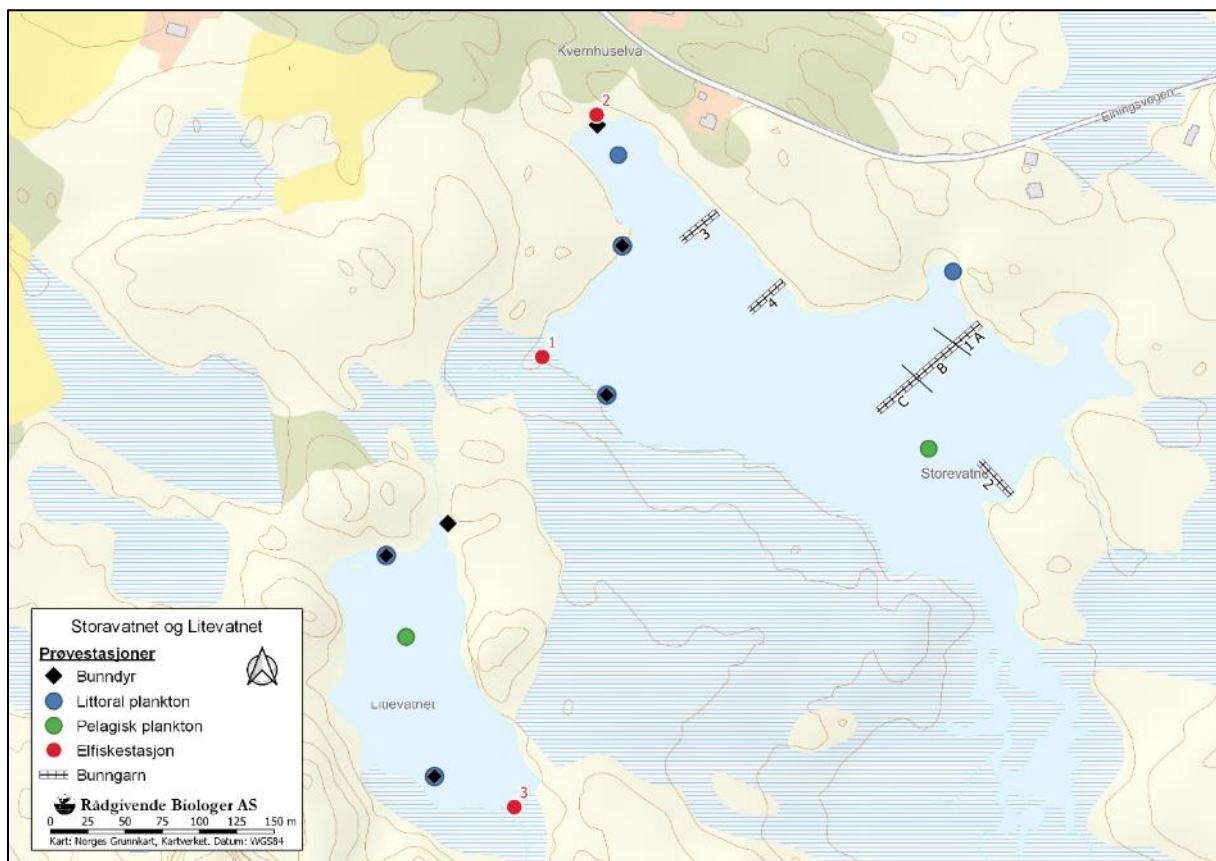
### INNSJØEN

Littlevatnet (innsjø nr. 160054) ligg i et lite kystvassdrag (082.2) ved Einunga i Fjaler kommune, 15 moh. Innsjøen har eit areal på 0,016 km<sup>2</sup> og ei strandlinje på om lag 585 m (**figur 22**). Største målte djup er 11 m og middeldjupet er på 5,9 m. Nedbørfeltet er på 0,15 km<sup>2</sup>. Det er ingen markerte innløpsbekker og utløpsbekken i nord renn ned i Storevatnet. Middelvassføringa ut av Littlevatnet er rekna til 10,5 l/s og saman med eit innsjøvolum på ca. 0,09 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingsrate på 3,5 gongar/år (**tabell 47**).

Det vart kalka i innsjøen og i terrenget rundt i 1993 (Lund mfl. 2002). Det vart også kalka i innsjøen i 1999, og det vart funne rester av kalkgrus i utløpsbekken ved granskinga i 2007 (Hellen mfl. 2008).

**Tabell 47.** Morfologiske og hydrologiske data for Littlevatnet. Hydrologiske data er henta fra [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no).

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,016	0,15	70,3	0,33	5,9	0,09	3,5



**Figur 22.** Kart over Littlevatnet og Storavatnet i Fjaler, merka med prøvestasjonar for plankton og botndyr, elektrofiskestasjonar og nummererte garn.

## FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Vassførekosten «Littlevatnet (082-160054-L)» er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype L103d, dvs. ein «svært kalkfattig type 1d (Ca 0,75–1 mg/l) og humøs (fargetal 30–90 mg Pt/l, TOC 5–15 mg/l) innsjø i klimasone låg (< 200 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Littlevatnet viser at vasstypen fastsett av Vann-Nett er rett (**tabell 48** og **tabell 49**).

**Tabell 48.** *Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Littlevatnet, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala det vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø og Hellen mfl. 2008.*

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
<b>1993</b>	7,0			0,278			
1995	7,2	109		0,311	11		6,98
1996	7,3	123		0,286	7,3		6,24
1997	7,5	95	7,3	0,942	18,7		13,38
1998	6,9	116		0,152			3,63
<b>1999</b>	6,7	124		0,231	1		5,27
2000	5,3	36		0,008			1,56
2007	6,5	118		0,064	1	0,00	1,96

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøvar ved tre høve i utløpet til Littlevatnet i 2019 (**tabell 49**). Forsuringsparametrane pH og ANC hadde snitt som tilsvrar tilhøve «svært god», medan alkalitet tilsvrar tilhøve «moderat». Turbiditet tilsvrar i snitt tilhøve «god». Tidlegare målingar av vasskvaliteten i Littlevatnet (**tabell 48**), viser at pH var litt lågare i 2019 enn tidlegare, medan alkaliteten var betre før 2000. ANC i 2019 var mykje betre enn den var i 2007. Det er målt lite labilt aluminium i innsjøen. Kalsiumnivået var lågt i 2019 og mykje lågare enn målingane frå 2000 og 2007. I 1993–1999 var kalsiumnivået veldig høgt. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvrar tilhøve «svært god».

**Tabell 49.** Vasskvalitet i utløpet til Litlevatnet ved tre høve i 2019. Fargar for klassegrenser i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstype L103d, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	24. juni 2019	21. august 2019	7. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l	0,78	0,75	0,79	0,77
Natrium	mg Na/l	5,9	5,55	6,18	5,88
Kalium	mg K/l	0,24	0,18	0,27	0,23
Klorid	mg Cl/l	11,1	9,6	10,6	10,4
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	1,6	1,6	1,6	1,6
Nitrat	mg N/l	< 0,05	< 0,01	< 0,01	0,023
Totalt organisk karbon	mg C/l	7,9	11,8	9,8	9,8
ANC	µekv/l		50	52,8	51,4
ANC-TOC	µekv	-27,8	9,88	19,5	0,53
Total nitrogen	µg N/l	243	300	183	242
Total fosfor	µg P/l	8	9	5	7,3
Ortofosfat	µg P/l	< 2	6	3	3,7
Surleik	pH	5,7	5,36	5,36	5,47
Kalsium	mg Ca/l	0,97	0,93	0,89	0,93
Turbiditet	FNU	1,1	1	0,65	0,92
Fargetal	mg Pt/l	74	105	118	99
Konduktivitet	mS/m	4,7	4,6	4,7	4,67
Alkalitet, total	mmol/l	0,052	0,044	0,047	0,048

## DYREPLANKTON

Det vart funne 28 artar krepsdyr i Litlevatnet i 2019, dette utgjer heile 56 % av dei registrerte artane i Sogn og Fjordane (Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018). Blant desse er sju artar rekna som meir eller mindre forsuringsfølsame (kategori 1 og 2, **tabell 50**), og den svært forsuringsfølsame vassloppa *Daphnia longispina* var vanleg i pelagialen i innsjøen. Det vart i tillegg registrert ein god del svevemygg (*Chaoborus flavicans*) i dei pelagiske prøvene.

Innhaldet av kalsium i Litlevatnet ligg innanfor grenseverdiane for klassifisering etter LACI 1 (0,5–1 mg/l), men fargetalet er ein god del høgare enn grensa for klåre innsjøar (< 30 mg Pt/l), og indeksen bør difor ikkje nyttast i tilhøvesvurdering av innsjøen (rettleiar 02:2018). Utrekna verdiar ville plassert innsjøen i «svært god» tilhøve for LACI 1 og «moderat» tilhøve for LACI 2.

Det vart funne nokre fleire artar i 2019 i høve til 2007, blant desse dei moderat forsuringsfølsame artane *Chydorus piger* og *Eucyclops serrulatus*, men også dei forsuringstolerante artane *Acantholeberis curvirostris*, *Diacyclops nanus* og *Macrocylops fuscus*. I 2001 vart det funne 11 artar vasslopper og tre artar hoppekreps, blant desse to forsuringsfølsame artar, men berre eitt individ av *Daphnia longispina*.

**Tabell 50.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt høvtrekk ved tre høve i Litlevatnet sommarhalvåret 2019.

Art/gruppe	Kategori	24. juni		21. august		7. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)							
<i>Bosmina longispina</i>		++	+	++	+		
<i>Acroperus harpae</i>		(+)	+		++		++
<i>Alona affinis</i>			++		+		+
<i>Alona guttata</i>			(+)		++		
<i>Alona intermedia</i>	2		+				
<i>Alona rustica</i>	4		+				+
<i>Alonella nana</i>			+		+		(+)
<i>Alonopsis elongata</i>			+++	+	+++		+
<i>Chydorus sphaericus</i>			(+)		+		+++
<i>Chydorus piger</i>	2		++				
<i>Daphnia longispina</i>	1	+		++		++	
<i>Graptoleberis testudinaria</i>			+		++		
<i>Holopedium gibberum</i>		+++	+	+++	(+)	++	
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	4		+				(+)
<i>Drepanothrix dentata</i>			+				
<i>Streblocerus serricaudatus</i>	3		+		++		++
<i>Polyphemus pediculus</i>		(+)		(+)	++		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3	+++	+	+++	+	+	(+)
<i>Latona setifera</i>			+				
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	3	++	+	++	+++	+++	+
<i>Cyclops scutifer</i>		++	+	++			
<i>Acanthocyclops robustus</i>			(+)		+		+
<i>Diacyclops nanus</i>	4		+				(+)
<i>Eucyclops denticulatus</i>	2		(+)		++		+
<i>Eucyclops serrulatus</i>	2		(+)		+		
<i>Macrocylops albidus</i>	2		++		++		(+)
<i>Macrocylops fuscus</i>	3		+		+		(+)
<i>Paracyclops affinis</i>	2		+		+		
Calanoide copepoditter		++	+	+++	++	++	
Calanoide nauplier		++		+++	+++	(+)	
Cyclopoide copepoditter		(+)	+++	(+)	++	++	+++
Cyclopoide nauplier		++	+++	+++	+	+++	+
<b>LACI 1</b>		0,222		0,250		0,238	0,176
<b>LACI 2</b>		1,291		1,276		1,988	0,609

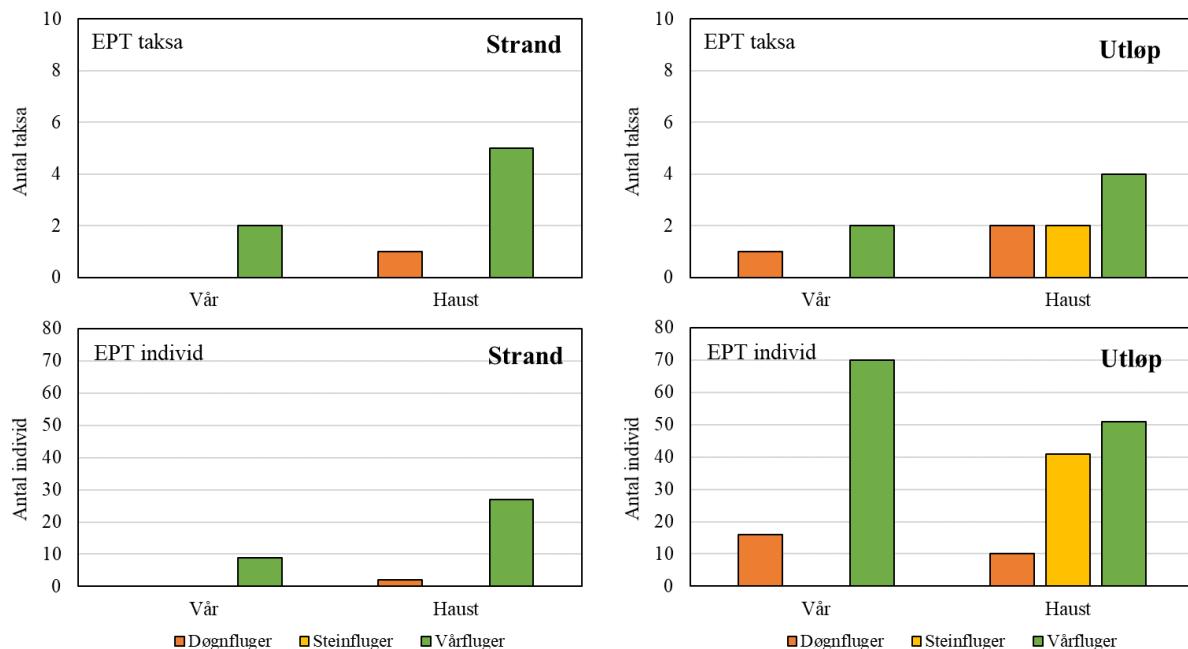
## BOTNDYR

Det vart funne døgnfluger i strandsona om hausten, og om våren og hausten i utløpet, men ingen forsuringsfølsame artar (tabell 51, figur 23). Steinfluger var til stades berre i prøva frå utløpet om hausten, medan vårflyger var til stades i alle prøvane. Hovudmengda av botndyra i prøvane var fjørmygglarver, utanom i haustprøva frå utløpet då det var knottlarvar som utgjorde mesteparten av innhaldet. ASPT-indeksene var i snitt 5,15 i utløpet, noko som tilsvavar tilhøve «dårleg».

Forsuringsparametrane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berekna ut frå ein kombinert prøve frå strandsona og utløpselva (tabell 52). MultiClear hadde eit snitt på 2,00, som tilsvavar tilhøve «svært dårlig». Det var for få indekserte artar til å rekna ut LAMI og Forsuringsindeks 1 om våren, og om både våren og hausten for Forsuringsindeks 2. Om hausten var LAMI 2,94, som tilsvavar tilhøve «dårleg» og Forsuringsindeks 1 0,25, som tilsvavar tilhøve «svært dårlig». Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må sjåast på som svært usikre ettersom Litlevatnet er humøs.

**Tabell 51.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, til Littlevatnet 24. juni (vår) og 7. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	0	0	1	2	1	16	2	10
Steinfluger P	0	0	0	0	0	0	2	41
Vårfluger T	2	9	5	27	2	70	4	51
EPT taxa samla	2	9	6	29	3	86	8	102
Totalt individ botndyr	114		130		2714		2765	
Botndyr familiar	6		8		10		10	
ASPT-indeks					4,8		5,5	



**Figur 23.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårfluger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Littlevatnet våren og hausten 2019.

**Tabell 52.** Berekna forsuringssparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringssindeks) for Littlevatnet våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringssindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringssindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	2,25	1,75	2,00
LAMI	–	2,94	2,94
Forsuringssindeks 1	–	0,25	0,25
Forsuringssindeks 2	–	–	–

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 0,857, som tilsvrar tilhøve «svært god» (**tabell 53**). For påverknaden forsuring, var nEQR i snitt 0,866, som også tilsvrar tilhøve «svært god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «svært god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske indeksane, er det ikkje mogleg å rekne ut  $\bar{x}$ nEQR for dei biologiske kvalitetselementa og klassifiseringa er basert på dei vasskjemiske parametrane. I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Litlevatnet «svært god».

**Tabell 53.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton og botndyr) kvalitetselement for Litlevatnet i 2019. Klassifisering etter vasstype L103d, ein svært kalkfattig ( $Ca$  0,75–1 mg/l) og humøs innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjøtype L103d	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT				
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr		
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1
̄X	7,3	242	5,47	51,4	0,22	1,29	2,00	2,94	0,25
EQR	0,685	1,033	0,897	0,918	0,923	0,618	0,475	0,700	
nEQR	0,857	1,018	0,841	0,890	0,953	0,562	0,173	0,333	0,1
̄xnEQR	0,857		0,866		0,757		0,202		
Økol. tilh.	II = «svært god»								

## DISKUSJON

Litlevatnet vart kalka i 1993 og 1999. I 2019 vart innsjøen undersøkt i høve til forsuring for å vurdera tilhøva etter avslutta kalking. Det vart tatt vasskjemiske og biologiske prøvar (dyreplankton og botndyr), og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Litlevatnet i 2019 tilsvarande «svært god» (**tabell 53**).

Vassprøvane frå 2019 viser at tilhøve for eutrofiering i innsjøen tilsvrar tilhøve «svært god». Forsuringsparametrane pH og syrenøytraliserande kapasitet (ANC), var begge tilsvarande tilhøve «svært god». Tidlegare målingar viser at pH låg rundt 7 i perioden 1993–1999, medan etter 2000 er gått litt ned og ligg på 5,47 i 2019, som tilsvrar tilhøve «svært god». I 2007 var ANC tilsvarande tilhøve «svært dårlig» og labilt aluminium tilhøve «svært god». Eldre målingar av labilt aluminium tilsvrar tilhøve «god». Kalsiumnivået var høgt på 90-talet og låg mellom 3,63–13,38 mg/l. I 2000 sokk nivået ned til 1,56 mg/l. I 2007 var det 1,96 mg/l og i 2019 hadde det sokke ned til 0,93 mg/l. Alkaliteten var tilsvarande «dårlig» i 2000, «god» i 2007 og «moderat» i 2019, medan den i perioden 1993–1999 hovudsakeleg var «svært god». pH- og kalsiummålingar frå utløpet i perioden 1993–2008 (Hellen mfl. 2008) viser at pH ikkje har vore lågare enn 5,5 og at kalsiuminnhaldet alltid var over 1 mg/l. Enkelte vasskvalitetsmålingar frå sida inn i Litlevatnet viser at det tilførast surt vatn inn til innsjøen (Lund mfl. 2002). Vasstilførslane til innsjøen er dominert av tilsig frå store myrområde, noko som har betydning for surleikstilhøva. Den kystnære plasseringa gjev hyppige tilførsler av sjøsalt til systemet, noko som gjev høg leidningsevne og høg syrenøytraliserande kapasitet.

Det var høg diversitet av dyreplankton i innsjøen med 28 artar krepsdyr. Sju av artane er rekna som

forsuringsfølsame, blant desse er *Daphnia longispina* svært forsuringsfølsam. Forsuringsindeksane LACI 1 og 2 er ikkje tilpassa humøse innsjøar, men resultatet frå berekningane tyder på at tilhøva for krepsdyrplankton i Litlevatnet var gode. Tidlegare granskningar tyder på at det var ei viss forbetering i tilhøva mellom 2001 og 2007, då det auka frå to til fem forsuringsfølsame artar, samt at *D. longispina* etablerte ein viss bestand. Vidare har tilhøva stabilisert seg eller vorte litt betre til 2019, då ytterlegare to følsame artar vart registrert.

Det var relativ låg diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Litlevatnet. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som hovudsakeleg dominerte begge stadane, men om hausten var det knottlarvar (Simuliidae) som dominerte i utløpet. Det vart ikkje funne nokon forsuringsfølsame arter i prøvane. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet tilsvara tilhøve «dårleg» som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Det er lite truleg ettersom det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærleiken. Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, men dei tyder likevel at tilhøva for botndyr i Litlevatnet var dårlige. Tilhøva i utløpsbekken vart granska i 2007 (Hellen mfl. 2008). Då var det også låg diversitet, ingen forsuringsfølsame artar, og dominans av fjørmygg- og knottlarvar. I 2001 vart det påvist ein moderat forsuringsfølsam art (Lund mfl. 2002).

## STOREVATNET

### INNSJØEN

Storevatnet (innsjø nr. 28572) ligg i et lite kystvassdrag (082.2) ved Einunga i Fjaler kommune, 14 moh. Innsjøen har eit areal på 0,06 km<sup>2</sup> og ei strandlinje på om lag 1579 m (Hellen mfl. 2008, **figur 22**). Største målte djup er 9 m og middeldjupet er på 3 m. Nedbørfeltet er på 0,9 km<sup>2</sup>. Det er to innløpsbekker og utløpsbekken i nordvest renn ut i Vilnesfjorden. Middelvassføringa ut av Storevatnet er rekna til 58,9 l/s og saman med eit innsjøvolum på ca. 0,18 mill. m<sup>3</sup>, gjev det ei vassutskiftingsrate på 10,3 gonger/år(**tabell 54**). Dei lågaste vassføringane inntreff normalt om sommaren.

Storevatnet vart kalka med finkalk i innsjøen i seks år mellom 1994 og 2002 og med kalkgrus fem gonger i den same perioden.

**Tabell 54.** Morfologiske og hydrologiske data for Storevatnet. Hydrologiske data er henta fra nevina.nve.no.

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Middeldjup m	Volum mill. m <sup>3</sup>	Utskifting x/år
0,06	0,9	65,4	1,86	3	0,18	10,3

### FØRELIGGANDE KUNNSKAP OM FYSISK-KJEMISKE ELEMENT

Vassførekosten «Storevatnet (082-28572-L)» er i Vann-Nett fastsett til nasjonal vasstype L103d, dvs. ein «svært kalkfattig type 1d (Ca 0,75–1 mg/l) og humøs (fargetal 30–90 mg Pt/l, TOC 5–15 mg/l) innsjø i klimasone låg (< 200 moh.)».

Registreringar av vasskvaliteten frå Littlevatnet viser at vasstypen fastsett av Vann-Nett er rett (**tabell 55** og **tabell 56**).

**Tabell 55.** Oversikt over registreringar av vasskvalitet i Storevatnet, vist som årlege snitt av kvar parameter. Årstala som vart kalka er markert med feit skrift. Data er henta frå Vannmiljø og Hellen mfl. 2008.

Årstal	Surleik pH	Fargetal mg Pt/l	TOC mg C/l	Alkalitet mmol/l	Labilt al. µg N/l	ANC µg P/l	Kalsium mg Ca/l
<b>1995</b>	7,2	109					
<b>1996</b>	7,3	123					
<b>1997</b>	7,5	95	7,3				
<b>1998</b>	6,9	116					
<b>1999</b>	7,0	124					
<b>2000</b>	6,6	84					
<b>2001</b>	6,5	116					
<b>2002</b>	7,0	96					
2003	6,8	100					
2004	6,3	87	6,8				
2005	6,3	87	6,1				
2006	6,2	91	6,1	0,044	48	71,30	1,64
2007	5,9	77	6,6	0,015	6	24,06	0,99
2008	7,6	53	5,6	0,700	46	736,40	13,90
2009	5,8	78	7,2	0,050	81		1,16
2010	5,8	118	12,7	0,012	10	61,40	0,95
2011	5,7	63	6,9	0,010	17	27,70	0,90
2012	5,5	61	4,5	0,010	4	13,80	0,86

## RESULTAT

### VASSKVALITET

Det vart samla inn vassprøvar ved tre høve i utløpet til Storevatnet i 2019 (**tabell 56**). Forsuringsparametrene pH og ANC og alkalitet hadde snitt som tilsvavarar tilhøve «svært god» i 2019. Turbiditet tilsvavar i snitt tilhøve «god». pH har gradvis vorte lågare etter at kalkkinga av innsjøen stansa i 2002, medan ANC, labilt aluminium og alkalitet har variert mykje i perioden 2006–2012 (**tabell 55**). Kalsiumnivået i 2019 var litt høgare enn ved førre måling i 2012. Eutrofieringsparametrane (totalt nitrogen og fosfor) hadde i 2019 snitt som tilsvavarar tilhøve «svært god».

**Tabell 56.** Vasskvalitet i utløpet til Storevatnet ved tre høve i 2019. Farger for klassegrenser for høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 for vasstype L103d, utanom for alkalitet og turbiditet som er i høve til SFT-rettleiar 97:04 (SFT 1997).

Parameter	Eining	24. juni 2019	21. august 2019	7. oktober 2019	Snitt
Magnesium	mg Mg/l	0,86	0,86	0,87	0,86
Natrium	mg Na/l	6,36	6,16	6,52	6,35
Kalium	mg K/l	0,35	0,31	0,44	0,37
Klorid	mg Cl/l	12,3	10,8	11,4	11,5
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	1,8	1,7	1,7	1,7
Nitrat	mg N/l	< 0,05	< 0,01	0,02	0,027
Totalt organisk karbon	mg C/l	5,8	10,7	9,2	8,57
ANC	µekv/l		67,5	59,6	63,6
ANC-TOC	µekv	-20,7	31,1	28,3	12,9
Total nitrogen	µg N/l	193	234	194	207
Total fosfor	µg P/l	5	5	5	5
Ortofosfat	µg P/l	< 2	5	< 2	3
Surleik	pH	6,05	5,91	5,7	5,9
Kalsium	mg Ca/l	1,2	1,22	1,03	1,15
Turbiditet	FNU	0,66	0,67	0,51	0,61
Fargetal	mg Pt/l	52	92	100	81,3
Konduktivitet	mS/m	5,1	4,8	5	4,97
Alkalitet, total	mmol/l	0,059	0,068	0,055	0,061

### DYREPLANKTON

Storevatnet er ein artsrik innsjø, med 27 registrerte artar krepsdyr i 2019. Dette utgjer heile 54 % av dei tidlegare registrerte artane i Sogn og Fjordane (Vanndirektivets sin rettleiar 02:2018), ikkje inkludert den moderat forsuringsfølsame vassloppa *Simocephalus serrulatus*, som her vart registrert i Sogn og Fjordane for første gong. Denne arten er så langt me veit berre registrert ein gong tidlegare på Vestlandet, i Fitjar kommune. Av artane var sju meir eller mindre forsuringsfølsame (kategori 1 og 2, **tabell 57**), blant desse den svært forsuringsfølsame vassloppa *Daphnia longispina*, som vart påvist i innsjøen i oktober. Det vart i tillegg registrert ein del svevemygg (*Chaoborus flavicans*) i innsjøen.

Innhaldet av kalsium i Storevatnet ligg innanfor grenseverdiane for klassifisering etter LACI 2 (1–2 mg/l), men fargetalet er ein god del høgare enn grensa for klåre innsjøar (< 30 mg Pt/l), og indeksen bør difor ikkje nyttast i tilhøvesvurdering av innsjøen (rettleiar 02:2018). Utrekna verdiar ville plassert innsjøen i tilhøve «svært god» for LACI 1 og tilhøve «moderat» for LACI 2.

Det vart registrert ni fleire artar i 2019 i høve til i 2007, blant desse dei to nemte forsuringsfølsame artane *S. serrulatus* og *D. longispina*, men også dei forsuringstolerante artane *Alona rustica*, *Alonella excisa* og *Diacyclops nanus*. I 2001 vart det registrert åtte artar vasslopper og to artar hoppekrepss, ingen av desse var forsuringsfølsame, men *D. longispina* vart påvist i Storevatnet i låg tettleik i 1996.

**Tabell 57.** Oversikt over dyreplankton frå pelagisk og littoralt håvtrekk ved tre høve i Storevatnet sommarhalvåret 2019.

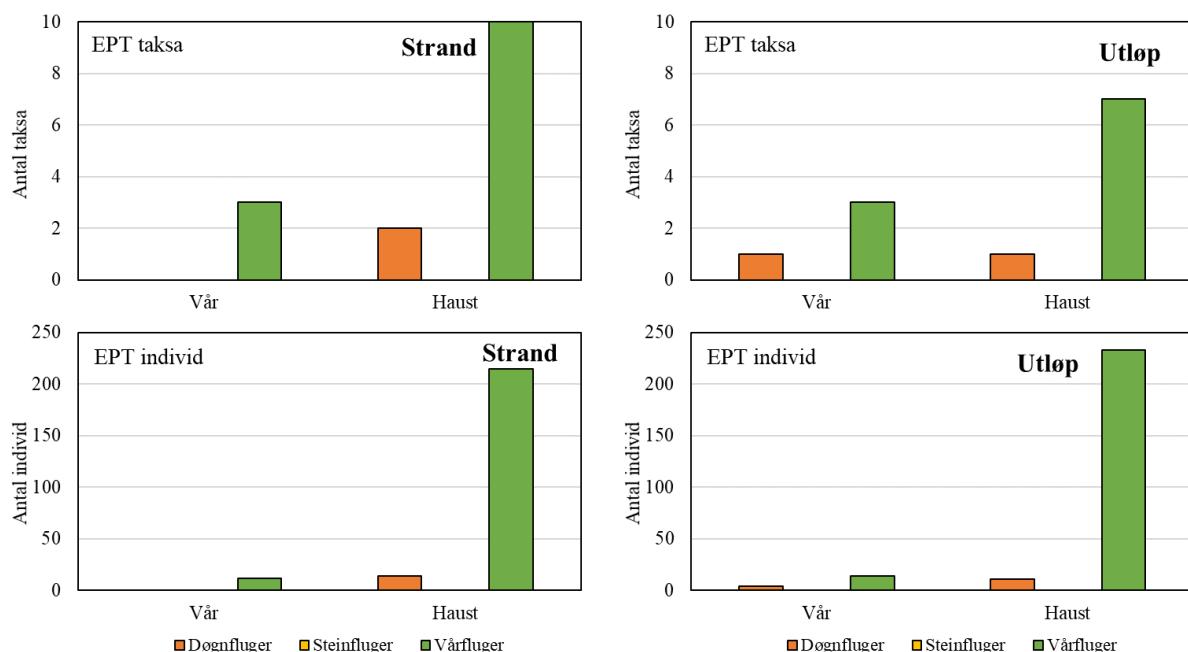
Art/gruppe	Kategori	24. juni		21. august		7. oktober	
		Pel.	Litt.	Pel.	Litt.	Pel.	Litt.
Vannlopper (Cladocera)							
<i>Bosmina longispina</i>		++	(+)	+++	++	+	
<i>Bythotrephes longimanus</i>	2	++		+			
<i>Acroperus harpae</i>						+	
<i>Alona affinis</i>			+		+	(+)	++
<i>Alona guttata</i>							(+)
<i>Alona intermedia</i>	2		+				(+)
<i>Alona rustica</i>	4		+				(+)
<i>Alonella excisa</i>	3		(+)		+		+
<i>Alonella nana</i>			(+)		(+)		+
<i>Alonopsis elongata</i>			++		+		++
<i>Chydorus sphaericus</i>			+		+	(+)	++
<i>Chydorus piger</i>	2	(+)	+				(+)
<i>Daphnia longispina</i>	1					+	
<i>Simocephalus serrulatus</i>	2				(+)		
<i>Eury cercus lamellatus</i>							+
<i>Holopedium gibberum</i>		++					
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	4		(+)	++	+	+++	+
<i>Drepanothrix dentata</i>							(+)
<i>Streblocerus serricaudatus</i>	3						+++
<i>Polyphemus pediculus</i>		+		+	+++		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3	+++		++	+		
Hoppekreps (Copepoda)							
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	3	+++	+++	++	++	+++	(+)
<i>Cyclops scutifer</i>		+		+		+	
<i>Acanthocyclops robustus</i>							(+)
<i>Diacyclops nanus</i>	4		+			+	+
<i>Eucyclops denticulatus</i>	2				(+)		+
<i>Macro cyclops albidus</i>	2				(+)		+
Calanoide copepoditter		++	+	+++	+	++	+
Calanoide nauplier		++	+	+	+		
Cyclopoide copepoditter		+	++	++	++	++	+++
Cyclopoide nauplier		+	+	+++	++	+++	++
<b>LACI 1</b>		0,220		0,177		0,267	
<b>LACI 2</b>		1,061		0,536		1,625	
						0,217	
						1,022	

## BOTNDYR

Det vart funne døgnfluger i alle botndyrprøvane, utanom frå strandsona om våren, men ingen forsuringsfølsame artar (tabell 58, figur 24). Steinfluger vart ikkje funne i nokon av prøvane, medan vårfluger var til stades i alle prøvane. Det var påvist to artar moderat forsuringsfølsame vårflyger, *Hydropsyche siltalai* og *Tinodes waeneri*. Hovudmengda av botndyra i prøvane var fjørmygglarver, utanom i haustprøva frå utløpet då det var knottlarvarar som utgjorde mesteparten av innhaldet. ASPT-indeksen var i snitt 5,2 i utløpet som er midt på grensa mellom tilhøve «moderat» og «dårleg».

**Tabell 58.** Antal taksa og individ av EPT-taksa frå strandsona og utløpet, samt ASPT frå utløpet, til Storevatnet 24. juni (vår) og 7. oktober (haust) i 2019.

	Strand				Utløp			
	Vår		Haust		Vår		Haust	
	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ	Taksa	Individ
Døgnfluger E	0	0	2	14	1	4	1	11
Steinfluger P	0	0	0	0	0	0	0	0
Vårfluger T	3	12	10	215	3	14	7	233
EPT taxa samla	3	12	12	229	4	18	8	244
Totalt individ botndyr	703		2421		1549		6705	
Botndyr familiar	6		10		8		14	
ASPT-indeks					4,8		5,6	



**Figur 24.** Antal taksa av døgnfluger (E), steinfluger (P) og vårfluger (T) (øvst), og antal individ av dei same tre EPT-gruppene (nedst) i strandsona (venstre) og i utløpet til Storevatnet våren og hausten 2019.

Forsuringsparametrane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er berekna ut frå ein kombinert prøve frå strandsona og utløpselva (**tabell 59**). MultiClear og Forsuringsindeks hadde eit snitt på høvesvis 2,50 og 0,5 som begge tilsvrarar tilhøve «dårleg». LAMI hadde eit snitt på 3,96 som tilsvrarar tilhøve «god». Det var for få indekserte artar til å rekna ut Forsuringsindeks 2 både om våren og hausten. Forsuringsindeksane for botndyr er utvikla for kalkfattige og klåre/svært klåre innsjøar, så dei berekna indeksverdiane må sjåast på som svært usikre ettersom Storevatnet er humøs.

**Tabell 59.** Berekna forsuringsparametre (MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks) for Storevatnet våren og hausten 2019. For MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er prøvar frå littoralen og utløpselva kombinert før berekning av parameteren. Forsuringsindeks 2 er berekna frå prøver frå utløpselva.

Parameter	VÅR	HAUST	Snitt
MultiClear	2,25	2,75	2,50
LAMI	4,45	3,47	3,96
Forsuringsindeks 1	0,5	0,5	0,5
Forsuringsindeks 2	–	–	–

## FISK

Innsjøen vart garnfiska 21.–22. august 2019 med tre enkle fleiromfars botngarn i djupneintervallet 0–5 m, og ei botngarnslenke bestående av tre garn i djupneintervallet 0–8 m (**figur 22**). Siktedjupet var 1,6 m og overflatetemperaturen i innsjøen var 16,1 °C ved prøvefisket. Været var skiftande, med delvis regn under prøvefisket. To innløpsbekkar og utløpsbekken vart elektrofisket ved éin gangs overfiske 21. august 2019, og gytetilhøva vart vurdert. Det var låg vassføring og roleg straum i alle bekkanne. Ungfisken frå elektrofisket vart artsbestemt og lengdemålt i felt, og alder vart estimert ut frå lengdefordelinga.

### Garnfiske

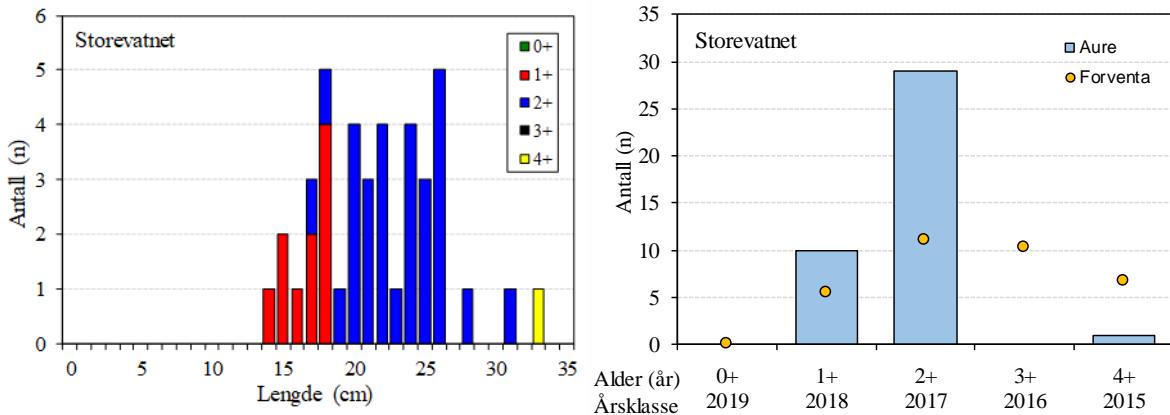
Under garnfisket vart det fanga 40 aurar, der 23 var hoer og 17 var hannar. Fisken varierte i lengd frå 14,2 til 33,3 cm, med ei gjennomsnittslengd på 21,7 cm ( $\pm 4,3$ ) (**tabell 60**). Vekta varierte frå 29 til 363 g, og snittvekta var 120 g ( $\pm 74$ ). Gjennomsnittleg kondisjonsfaktor var 1,06. Alle aurane var lys raud i kjøttet bortsett frå éin som var kvit. Gjennomsnittleg alder ved kjønnsmodning var eitt år for hannaure og to år for hoaure. Den minste kjønnsmodne auren var ein 15,3 cm hann på eitt år. Analyse av mageinnhold viser at plankton og stingsild var dei viktigaste bytedyra til auren i perioden før prøvefisket, medan botndyr utgjorde en mindre andel av dietten.

**Tabell 60.** Gjennomsnittleg lengde (cm), vekt (g) og kondisjonsfaktor med standardavvik, samt antal hannar og hoer og andel kjønnsmodne fisk i de ulike aldersgruppene av aure fanga i Storavatnet 21.–22. august 2019.

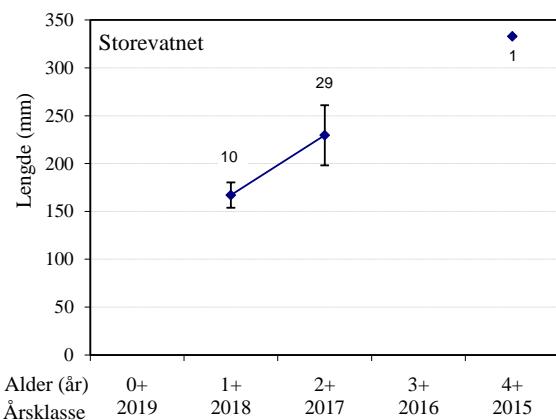
	Alder	0+	1+	2+	3+	4+	Totalt
	Årsklasse	2019	2018	2017	2016	2015	
Antal		0	10	29	0	1	40
Lengde (cm)	Snitt	-	16,7	23,0	-	33,3	21,7
	S.d.	-	1,3	3,1	-	-	4,3
Vekt (g)	Snitt	-	49	137	-	363	120
	S.d.	-	11	59	-	-	74
K-faktor	Snitt	-	1,04	1,07	-	0,98	1,06
	S.d.	-	0,08	0,08	-	-	0,08
Hoer	Antal	-	5	17	-	1	23
	% modne	-	0	71	-	100	57
Hannar	Antal	-	5	12	-	0	17
	% modne	-	100	100	-	-	100

Det var aure i alle seks garna, med gjennomsnittleg fangst per botngarnsnatt på 6,7 individ. Gjennomsnittleg fangst i dei fire garna som stod i strandsona var 8,8 fisk per garn (totalt 35 individ), noko som ut frå lengda på strandlinja indikerer en bestand på ca. 1400 fisk. Med ei snittvekt på 120 g tilsvrar dette om lag 29,5 kilo fisk per hektar, som er innafor normalen for lågtliggjande, grunne innsjøar. CPUE blei berekna til 14,8 og OR til 39,1.

Aldersfordelinga for auren i Storevatnet viste dominans av 2-åringar (2+), det var berre ein aure i fangsten som var eldre enn 2+. Låg levealder er vanleg for aure i lågtliggjande innsjøar ved kysten av Vestlandet (**figur 25, tabell 60**).



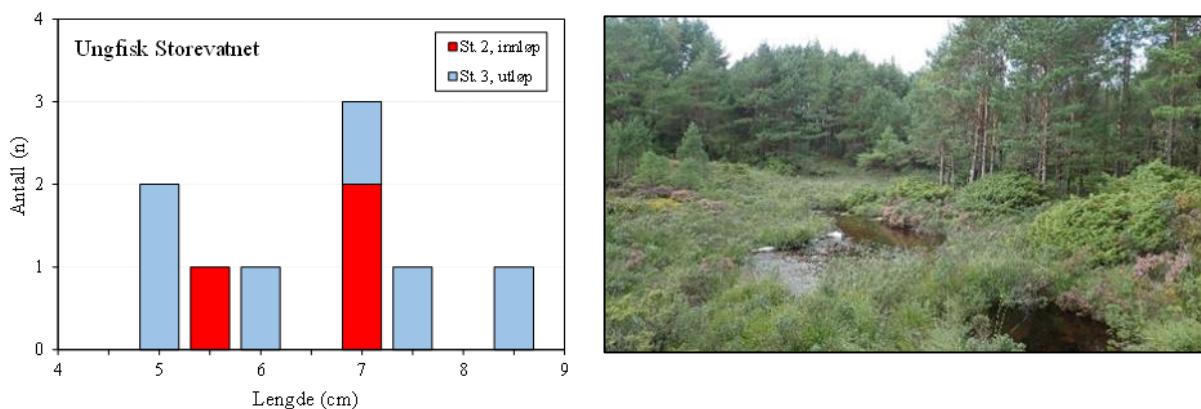
Aurane i Storavatnet veks raskt og 2+ var i snitt 23 cm, tilsvarende ein gjennomsnittleg tilvekst på 7,7 cm dei tre første vekstseseongane. (**figur 26**). Aurane fanga i 2007 hadde vakse noko seinare, med eit snitt på 6,3 cm årleg dei tre første åra (Hellen mfl. 2008). I dei lågtiliggjande, varme og produktive kystnære innsjøane på Vestlandet vekst auren normalt raskt og har låg levealder.



## Elektrofiske

I hovudinnløpsbekken (stasjon 1) frå Littlevatnet vart det elektrofiska eit areal på omtrent 130 m<sup>2</sup>. Her vart det ikkje fanga aure, men det vart observert mange stingsild (> 30) og en liten ål (ca. 15 cm). Temperaturen i bekken var 15,1 °C. I innløpsbekk aust (stasjon 2) vart det fiska over eit areal på 10 m<sup>2</sup> og det vart fanga tre årsyngel aure. Her er botnsubstratet ei blanding av småstein, grus og stein, med gode gytetilhøve nedst i bekken.

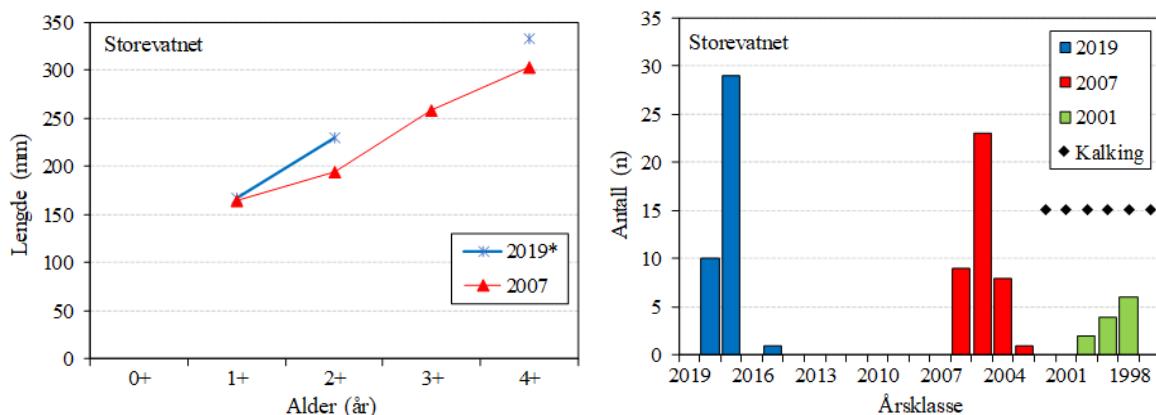
I utløpsbekken (stasjon 3) er botnsubstratet samansett av grus, småstein og større stein. Det er vandringshinder for oppvandrande fisk ca. 100 m nedstraums innsjøen. Det er brukbare gyteforhold i den øvre del av bekken. Totalt vart eit areal på 80 m<sup>2</sup> elektrofiska. Det vart totalt fanga seks aurar, alle truleg årsyngel (**figur 27**). I tillegg vart det observert fem aurar (tre årsyngel og to eldre) og to ål (ca. 10 og 20 cm).



**Figur 27.** Venstre: Lengdefordeling for aure fanga ved elektrofiske i innløpsbekk til- og utløpsbekk frå Storavatnet 21. august 2019. Se figur 22 for plassering av stasjoner. Høgre: Utløpsbekken frå Storevatnet.

### Vekst og bestandsutvikling

Kurven for storleik ved alder av aure i Storevatnet i 2019 viser ein noko raskare tilvekst frå alder 1 til 2 samanlikna med vekskurven frå skjelanalsysar etter prøvefisket i 2007 (Hellen mfl. 2008, sjå figur 28). Den gong vart gjennomsnittleg tilvekst berekna til rundt 7 cm pr vekstssesong mellom alder 1 og 3, før tilveksten gradvis avtok, og resultata frå 2019 tilseier at veksttilhøve i Storevatnet framleis er gode. Det vart påvise rekruttering i både utløp og innløp av Storevatnet i 2019, men fleire årsyngel vart påvise i 2007. Sidan førre prøvefiske i 2007 har bestanden av aure hatt ein auke på 28 % (klassifiseringselementet «bestandsnedgang» (%)) er dermed satt til 0, sjå tabell 61).



**Figur 28.** Vekst og årsklassefordeling for aure fanga ved garnfiske i Storavatnet 21.–22. august samanlikna med data frå tidlegare år. Venstre: Vekskurve basert på tilbakeberekna gjennomsnittslengde ved avslutta vekstssesong frå skjellanalyse (2017). \*Data er basert på gjennomsnitts lengde ved fangst (2019). Høgre: Årsklassefordeling for aure fanga i 2001, 2007 og 2019. År med utlegg av kalkgrus er merka i figuren.

## KLASSIFISERING

For dei to vasskjemiske kvalitetselementa for påverknaden næringsstoff, var den normaliserte kvalitetsratioen (nEQR) 1, som tilsvrar tilhøve «svært god» (tabell 61). For påverknaden forsuring var nEQR i snitt 0,955, som også tilsvrar tilhøve «svært god». nEQR for ulike påverknader skal vektast mot kvarandre, der den verste styrer, så gjennomsnittleg normalisert kvalitetsratio ( $\bar{x}$ nEQR) for dei vasskjemiske kvalitetselementa vert tilhøve «svært god». Ut i frå avgrensingane til dei ulike biologiske

indeksane, vert  $\bar{X}_{nEQR}$  for dei biologiske kvalitetselementa berre basert på nEQR for kvalitetselementet fisk. nEQR for fiskeparameterne CPUE og bestandsnedgang (%) er høvesvis 0,70 og 1, og  $\bar{X}_{nEQR}$  vert 0,85 som tilsvarer tilhøve «svært god». I høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Storevatnet «svært god».

**Tabell 61.** Klassifiseringsgrunnlag for vasskjemiske (næringsstoff og forsuring) og biologiske (dyreplankton, botndyr og fisk) kvalitetselement for Storevatnet i 2019. Klassifisering etter vasstype L301b, ein svært kalkfattig ( $Ca$  0,75–1 mg/l) og humøs innsjø, i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018. Dei biologiske kvalitetselementa Dyreplankton og Botndyr er ikkje fargekoda ettersom dei ikkje er med i berekninga av økologisk tilhøve.

Innsjø-type L103d	VASSKJEMISKE KVALITETSELEMENT				BIOLOGISKE KVALITETSELEMENT												
	Næringsstoff		Forsuring		Dyreplankton		Botndyr			Fisk							
	Tot-P	Tot-N	pH	ANC	LACI 1	LACI 2	MultiClear	LAMI	Fors.ind. 1	CPUE %							
$\bar{X}$	5	207	5,9	63,6	0,22	1,06	2,5	3,96	0,5	19,4 0							
EQR	1	1,028	0,967	0,992	0,918	0,508	0,594	0,943	–	– –							
nEQR	1	1	0,950	0,959	0,950	0,462	0,346	0,789	0,300	0,700 1							
$\bar{X}_{nEQR}$	1		0,955		0,706		0,478			0,850							
0,955																	
Økol. tilh.	<b>II = «svært god»</b>																

## DISKUSJON

Storevatnet vart kalka i 1994–2002. I 2019 vart innsjøen undersøkt for å vurdere tilhøva etter avslutta kalking. Det vart tatt vasskjemiske og biologiske prøver (dyreplankton, botndyr og fisk) og i høve til Vanndirektivet sin rettleiar 02:2018 vart økologisk tilhøve i Storevatnet i 2019 tilsvarande «svært god» (tabell 61).

Vassprøvane frå 2019 viser at tilhøve for eutrofiering i innsjøen tilsvasar tilhøve «svært god». Forsuringsparametrane pH og syrenøytraliserande kapasitet (ANC), var begge tilsvarande tilhøve «svært god». Alkalitet var tilsvarande tilhøve «svært god». Tidsseriar av vasskvaliteten med målingar i perioden 1993–2008 viser at pH like etter kalking har vore rundt 7,0, medan i løpet av eit års tid er pH ned mot eit naturleg nivå mellom 5,5 og 6,0 (Hellen mfl. 2008). Kalsiuminnhaldet varierte naturlegvis også mykje med kalkingspåverknaden, men såg ut til å stabilisere seg rundt 1 mg/l i periodar utan kalking. Ved førre prøvetaking i Storevatnet i 2012, var pH på 5,5 som tilsvasar tilhøve «svært god». Registreringar av alkalitet, labilt aluminium og ANC mellom 2006–2012, viser at alkalitet gjekk frå «dårleg» i 2006 til «svært god» i 2008, før det sokk og enda på «svært dårlig» i 2012. Labilt aluminium forbetra seg frå tilhøve «svært dårlig» i 2006 til «svært god» i 2012, medan det for ANC gjekk i motsett retning.

Det var høg diversitet av dyreplankton i innsjøen med 27 artar krepsdyr. Sju av artane er rekna som forsuringsfølsame, blant desse er *D. longispina* svært forsuringsfølsam. Forsuringsindeksane LACI 1 og 2 er ikkje tilpassa humøse innsjøar, men resultatet frå berekningane tyder på at tilhøva for krepsdyrplankton i Storevatnet var gode. Tidlegare granskingar tyder på at det var ei markant forbetring i tilhøva mellom 2001 og 2007, då det gjekk frå ingen til fem forsuringsfølsame artar. Vidare har tilhøva vorte litt betre til 2019, då ytterlegare to følsame artar vart registrert, blant desse *D. longispina*. *Daphnia longispina* ser ut til å ha problem med å etablere seg med ein større bestand i innsjøen. Arten vart registrert i Storavatnet så langt tilbake som 1996, men vart ikkje påvist i 2001 eller 2007 til trass for at den ved begge høve fanst i det ovanforliggende Littlevatnet, og i 2019 vart den også berre påvist med

nokre få individ i oktober. Det er litt uklart om dette skuldast vasskjemiske tilhøve, det kan også ha samanheng med at innsjøen er grunn, samt at fiskebestanden er relativt tett, sidan *Daphnia* kan vere utsett for beiting.

Det var relativt låg diversitet og tettleik av botndyr i både strandsona og i utløpselva til Storevatnet, men diversiteten var litt betre om hausten enn om våren. Det var fjørmygglarvar (Chironomidae) som dominerte begge stadane. Det vart ikkje funne nokre svært forsuringsfølsame døgnfluger i prøvane, men nokre moderat forsuringsfølsame vårfly vart funne både i strandsona og i utløpselva. Eutrofieringsindeksen ASPT for botndyr i utløpet ligg midt på grensa mellom tilhøve «moderat» og «dårleg», som skulle tilseie at utløpselva var påverka av organisk belastning. Det er lite truleg ettersom det ikkje er bygnadar eller dyrka mark i nærliken. Forsuringsindeksane MultiClear, LAMI og Forsuringsindeks 1 er som nemnt ovanfor utvikla for kalkfattige og klåre innsjøar, men dei tyder likevel at tilhøva for botndyr i Storevatnet var moderate. Tilhøva i utløpsbekken vart granska i 2007 (Hellen mfl. 2008). Då var det også låg diversitet, og det vart funne ein moderat forsuringsfølsam art av vårfly. Det var fjørmygg- og knottlarvar som dominerte i prøven. I 2001 vart det ikkje påvist forsuringsfølsame artar i utløpet (Lund mfl. 2002).

Storevatnet har ein tett bestand av aure, og fisken sin kondisjon er normalt god. Den årlege tilveksten er god i årsklassene representert i fangsten, som hovudsakleg bestod av 1- og 2-åringar. Ved prøvefiske i 2007 og 2001 var det innslag av 3-åringar i fangsten, men då vaks auren litt seinare og nokre av hoene trengde lengre tid på å nå terskellengda for kjønnsmogning. Gytetilhøva for aure er tilstrekkeleg for å utnytte produksjonsgrunnlaget i innsjøen, og utløpet ser ut til å være det viktigaste gyte- og oppvekstområdet for aureungar.

### Tilrådingar

Aurebestanden i Storevatnet viser stabil rekruttering, og det er ikkje behov for tiltak for å sikre bestanden.

## REFERANSAR

- Bjerknes, V., A. Hobæk, S. Hylland, J. Håvardstun, E. Kleiven, G. Raddum 2004 Innsjøundersøkelse i Sogn og Fjordane 2003 Vannkvalitet, kalkingseffekter, fisk, bunndyr og dyreplankton. NIVA-rapport 4848-2004
- Bjørklund, A.E. 1996. Overvåking i 1995 av Moensvatnet, Voss kommune i Hordaland. Rådgivende Biologer as. rapport 236, 21 sider. ISBN 82-7658-087-4
- Bjørklund, A.E. 1997. Overvåking i 1996 av Moensvatnet, Voss kommune i Hordaland. Rådgivende Biologer as. rapport 255, 18 sider. ISBN 82-7658-126-0
- Bjørklund, A.E., B.A. Hellen & G.H. Johnsen 1998. Forsuring og fisk i Sogn og Fjordane. Rådgivende Biologer as. rapport 347, 45 sider, ISBN 82-7658-207-9.
- Direktoratgruppen Vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 222 s.
- Hellen B.A. & E. Brekke 2009. Fiskeundersøkelser i 9 innsjøer i Hordaland høsten 2008. Rådgivende Biologer AS rapport 1245. 48 sider, ISBN 978-82-7658-702-9.
- Hellen, B.A., E. Brekke & G.H. Johnsen 2001. Prøvefiske i 26 innsjøer i Hordaland høsten 1999. Rådgivende Biologer as. rapport nr. 524. 164 sider.
- Hellen, B.A., E. Brekke & G.H. Johnsen 2000. Prøvefiske i 33 innsjøer i Hordaland høsten 1998 Rådgivende Biologer as. rapport 435, 173 sider, ISBN 82-7658-287-7.
- Hellen, B.A., E. Brekke & G.H. Johnsen 2001. Prøvefiske i 26 innsjøer i Hordaland høsten 1999. Rådgivende Biologer as. rapport nr. 524. 164 sider.
- Hellen, B.A., E. Brekke & G.H. Johnsen 2003. Fiskeundersøkelser i 16 innsjøer i Hordaland høsten 2002. Rådgivende Biologer AS rapport 649, 72 sider, ISBN 82-7658-213-3.
- Hellen, B.A., E. Brekke, G.H. Johnsen & S. Kålås 2000. Prøvefiske i 14 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 1999 Rådgivende Biologer AS, rapport 437, 110 sider, ISBN 82-7658-289-3
- Hellen, B.A., E. Brekke, & S. Kålås 2008. Prøvefiske i 5 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2007. Rådgivende Biologer AS rapport 1161, 38 sider, ISBN 978- 82-7658-643-5.
- Hellen, B.A., E. Brekke, & S. Kålås 2010. Prøvefiske i 7 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2009. Rådgivende Biologer AS rapport 1315, 68 sider, ISBN 978- 82-7658-758-6.
- Hellen B.A., G.H. Johnsen & G.B. Lehmann 1998. Prøvefiske i 74 innsjøer i Hordaland sommeren/høsten 1996. Rådgivende Biologer AS rapport 348, 194 sider, ISBN 82-7658-208-7.
- Henriksen, A., K. Tørseth, E. Joranger, E. Lydersen, T. Hesthagen, A. Fjellheim & G.G. raddum 1993. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- Hindar, A., F. Kroglund & A. Skiple 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet, vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606-97, 96 sider, ISBN 82-577-3161-7
- Johnsen, G.H. 1993. Overvåking i 1993 av Moensvatnet, Voss kommune i Hordaland. Rådgivende Biologer, rapport 99, 24 s. ISBN 82-7658-014-9.
- Johnsen, G.H. 1997. Vasskvalitetsovervaking av kalka innsjøar i Hordaland hausten 1996 og våren 1997. Rådgivende Biologer, rapport 296, 9 s. ISBN 82-7658-156-0.
- Johnsen, G.H. 1998. Vasskvalitetsovervaking av kalka innsjøar i Hordaland hausten 1997 og våren 1998. Rådgivende Biologer, rapport 357, 9 sider, ISBN 82-7658-217-6.
- Johnsen, G.H. 1999. Vasskvalitetsovervaking av kalka innsjøar i Hordaland hausten 1998 og våren 1999. Rådgivende Biologer as. Rapport nr 412, 8 sider, ISBN 82-7658-267-2.

- Johnsen, G.H. 2004. Vasskvalitetsovervaking av kalka innsjøar i Hordaland hausten 2003 og våren 2004. Rådgivende Biologer AS, rapport 750, 7 sider, ISBN 82-7658-258-3.
- Johnsen, G.H. & B.A. Hellen 2016. Overvåking av tidligere kalkede lokaliteter i Hordaland høsten 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2253, 17 sider, ISBN 978-82-8308-265-4.
- Jonsson, B. & D. Matzow 1979. Fisk i vann og vassdrag: om økologien til aure, røyr og laks. ISBN 82-03-11943-3
- Kambestad, M. & B.A. Hellen 2016. Prøvefiske i Halvfjerdingsvatnet i Odda kommune i 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2267, 20 sider, ISBN 978-82-8308-273-9.
- Kjelsberg, B.M. 1997. Beskrivelse av restitueringsevne hod brunørret (*Salmo trutta*) eksponert for ustabil Al-kjemi. Cand.scient oppgave i zoologi, Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo, 56 sider.
- Lien L., G.G. Raddum, & A. Fjellheim 1991. Tålegrenser for overflatevann - evertebrater og fisk. Fagrappoert nr. 19. Norsk institutt for vannforskning NIVA, 46 s.
- Lund, R. A., R. Saksgård, T. Bongard, K. Aagaard, R.H. Daverdin, T. Forseth & L. Fløystad 2002. Biologisk status i 15 innsjøer i Sogn og Fjordane i 2001. NINA stensilrapport: 1–119 s.
- Rosseland, B.O., I.A. Blakar, A. Bulger, F. Krogland, A. Kvælestad, E. Lydersen, D. Oughton, B. Salbu, M. Staurnes & R. Vogt 1992 b. The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environmental pollutin: 78.
- SFT 1997. SFT-veileddning nr. 97:04. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn, ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.
- Urdal, K. 1996 Prøvefiske i 21 vatn i ytre Sogn og Sunnfjord. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga, fagrappoert 1996-3, 74 sider