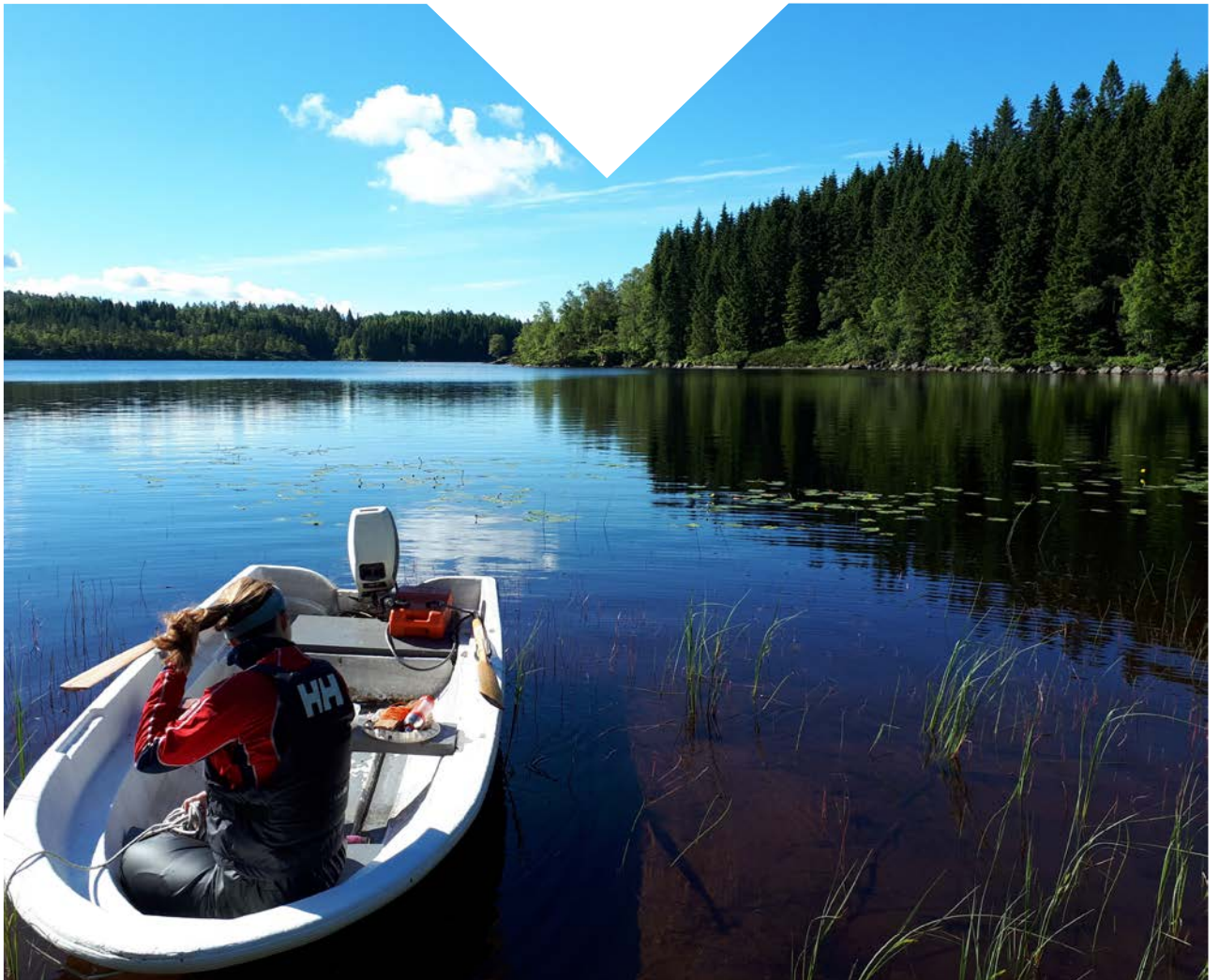




Overvåkningsrapport M-1056 - 2018

# Økofersk Sør: Basisovervåking av utvalgte innsjøer i 2017

UTARBEIDET AV:  
Faun Naturforvaltning



# KOLOFON

Faun Naturforvaltning AS

## Oppdragstakers prosjektansvarlig

Trond Stabell

## Kontaktperson i Miljødirektoratet

Gunnar Skotte

## M-nummer

1056

## År

2018

## Sidetall

52

## Miljødirektoratets kontraktnummer

17078004

## Utgiver

Miljødirektoratet

## Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

## Forfatter(e)

Stabell, T., Våge, K. Ø, Kiland, H., Skautvedt, E., Lunden, B.R., Rolandsen, S. & Meland, M.

## Tittel - norsk og engelsk

ØKOFERSK SØR: Basisovervåking av utvalgte innsjøer i 2017.  
ØKOFERSK (South): Surveillance monitoring of selected lakes 2017

## Sammendrag - summary

Basisovervåkingen i delprogrammet «Økofersk Sør» omfattet 11 såkalte Biolog-sjøer i 2017. I fire «kalkfattige» innsjøer hadde to «god» økologisk tilstand, mens denne var «moderat» i de to andre. I «svært kalkfattige» innsjøer ble en vurdert til å ha «god» tilstand, tre til å ha «moderat» tilstand, mens den var «dårlig» i de tre siste. Vannkjemiske forsuringsparametere hadde større innvirkning på den endelige klassifiseringen i de «kalkfattige» enn i de «svært kalkfattige» innsjøene. Av de biologiske indeksene som inngår i kvalitetselementet «invertebrater» ga Forsuringsindeks 1 best tilstand i de «kalkfattige» sjøene, mens småkrepsindeksen LACI-2 ga dårligst. I de «svært kalkfattige» innsjøene var det LACI-1 som indikerte best tilstand, og bunndyrindeksen MultiClear dårligst. Det var til dels stor variasjon mellom delindeksene i dette kvalitetselementet. Labilt aluminium var den vannkjemiske forsuringsparameteren som systematisk ga dårligst tilstand, mens det var relativt godt samsvar mellom ANC og pH.

## 4 emneord

Basisovervåking, Innsjøer, Vannforskriften, Økologiske tilstand

## 4 subject words

Surveillance monitoring, Lakes, EU Water Framework Directive, Ecological status

## Forsidefoto

Indre Espedalsvatnet, Foto: Helge Kiland, Faun Naturforvaltning

# Innhold

Sammendrag .....	4
1. Innledning .....	5
1.1 Bakgrunn .....	5
1.2 Mål og innhold.....	6
2. Presentasjon av innsjøene .....	6
2.1 Lokalisering .....	6
2.2 Vanntyper .....	8
3. Materiale og metoder .....	10
3.1 Tidspunkt for prøvetaking.....	10
3.2 Fysisk-kjemiske parametere .....	12
3.3 Småkreps.....	12
3.4 Bunndyr .....	13
3.5 Fisk .....	13
3.6 Rapportering av data.....	14
3.7 Klassifiseringsmetodikk.....	15
3.7.1 Prosedyre for klassifisering .....	15
3.7.2 Usikkerheter og begrensninger.....	15
4. Tilstandsvurdering pr. innsjø .....	18
4.1 Innledning inkl. usikkerhetsvurdering.....	18
4.2 Bjorvatn .....	19
4.3 Lille Hovvatn .....	21
4.4 Sognevannet .....	23
4.5 Indre Espedalsvatnet .....	25
4.6 Saudlandsvatnet .....	27
4.7 Ljosevatnet .....	29
4.8 Dybingsvatnet.....	31
4.9 Lomstjørni .....	33
4.10 Stakksheitja.....	35
4.11 Rundavatnet .....	37
4.12 Heimre Flogvatn.....	39
4.13 Økologisk tilstand alle innsjøer – vurdering av usikkerhet.....	41
5. Referanser.....	44
6. Vedlegg .....	45
6.1 Vedlegg A. Vanntemperatur og oksygen.....	45
6.2 Vedlegg B. Vannkjemiske data.....	46

6.3	Vedlegg C. Småkreps .....	47
6.4	Vedlegg D. Fisk .....	49
6.4.1	Datakvalitet.....	49
6.4.2	Lengdefordeling bunngarn.....	50
6.4.3	Aldersfordeling bunngarn .....	50
6.4.4	Elfiske tetthetsberegninger .....	51
6.4.5	Lengdefordeling elfiske .....	52

# Sammendrag

Overvåkingsprogrammet «Økosystemovervåking i ferskvann» (Økofersk) skal gi kunnskap om referansetilstand og endringer i miljøtilstand som følge av naturlig utvikling og påvirkninger utenfra, som langtransporterte luftforurensninger. I dette programmet inngår bl.a. såkalte Biolok-sjøer. Dette er innsjøer som er valgt ut for å måle og følge biologiske virkninger av forurensning. Disse sjøene inngår i et fast nettverk av forurensfølsomme innsjøer med varierende grad av påvirkning.

Delprogrammet «Økofersk Sør» omfatter regionen Telemark, Agder og sørlige deler av Rogaland. I 2017 ble det gjennomført undersøkelser i 11 Biolok-sjøer i denne regionen. Denne omfattet fire «kalkfattige» ([Ca]: 1 - 4 mg/l) og sju «svært kalkfattige» ([Ca]: < 1 mg/l) innsjøer. I alle innsjøene ble forekomsten av bunndyr og småkreps undersøkt, og i fire av dem ble det i tillegg utført garnfiske i innsjøene og elfiske i viktige gytebekker. Vannkjemiske analyser som er relevante ved vurdering av grad av forurensning eller eutrofiering ble også utført.

I de «kalkfattige» innsjøene ble den økologiske tilstanden i 2017 fastsatt til «god» i Sognevann og Lomstjørni, og til «moderat» i Bjorvatn og Saudlandsvatn. I disse innsjøene indikerte de vannkjemiske parameterne gjennomgående noe større grad av forurensning enn de biologiske.

For de «svært kalkfattige» innsjøene ble det beregnet en «god» økologisk tilstand i Indre Espedalsvatn, «moderat» tilstand i Ljosevatn, Dybingsvatnet og Stakkheitja, mens denne ble vurdert som «dårlig» i Lille Hovvatn, Rundavatnet og Heimre Flogvatn. Her var det i hovedsak de biologiske parameterne som kom dårligst ut, og som dermed var styrende for den endelige tilstandsvurderingen.

I kvalitetselementet «invertebrater» inngår fire ulike indekser; de tre bunndyrindeksene «Forsuringsindeks 1», «MultiClear» og «LAMI», samt LACI som er småkrepsindeksen. LACI finnes i to varianter; LACI-1 benyttes i «svært kalkfattige» innsjøer, mens LACI-2 benyttes i «kalkfattige». Av disse indeksene var det i «kalkfattige» innsjøer Forsuringsindeks 1 som indikerte best tilstand, mens LACI-2 i de fleste tilfeller ga dårligst tilstand. I de «svært kalkfattige» innsjøene var det småkrepsindeksen LACI-1 som gjennomgående indikerte minst grad av forurensning, mens bunndyrindeksen MultiClear i nesten alle tilfeller viste dårligst tilstand. Det var i mange tilfeller stor variasjon mellom de ulike delindeksene i dette kvalitetselementet.

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), pH og innhold av labilt aluminium inngikk som vannkjemiske parameterne relatert til forurensning. Også mellom disse kunne vi i en del tilfeller finne betydelig variasjon, men i alle de 11 undersøkte innsjøene var det innholdet av labilt aluminium som indikerte sterkest grad av forurensning. Samsvaret mellom ANC og pH var i de fleste tilfeller relativt bra.

Eutrofieringsparameteren total fosfor viste i Sognevann samme grad av påvirkning som de vannkjemiske forurensningsparameterne. I Dybingsvannet ga kvalitetselementet «fisk» en «moderat» økologisk tilstand. For øvrig viste disse parameterne bedre tilstand enn de biologiske- og kjemiske parameterne som er relatert til forurensning.

Den økologiske tilstanden var gjennomgående dårligere i «svært kalkfattige» innsjøer enn i «kalkfattige». Dette bør ikke være overraskende så lenge forurensning er det mest aktuelle problemet. Resultatene i denne undersøkelsen antyder imidlertid at det også er en mulighet for at det biologiske kvalitetselementet «invertebrater» gir en noe strengere tilstandsvurdering i den «svært kalkfattige» innsjøene enn i de «kalkfattige».

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Norge er tilsluttet EU's rammedirektiv for vann (vanndirektivet). Dette ble tatt inn i Norsk lovverk som vannforskriften 15.12.2006. I løpet av første ordinære planperiode 2015 - 2021 skal vannforskriftens mål om minst god økologisk tilstand være oppnådd for alle vannforekomster i Norge. For å nå dette målet må det settes i verk en rekke tiltak basert på overvåking av miljøtilstanden i vannforekomstene.

Overvåkingsprogrammet «Økosystemovervåking i ferskvann» (Økofersk) er en videreføring av tre tidligere overvåkingsprogrammer. Det skal dekke både overvåking i referansesjøer, og kjemisk og biologisk overvåking av forsurelseeffekter. Programmet er delt på seks delprogrammer; Økofersk Nord, Økofersk Midt, Økofersk Vest, Økofersk Sør og Økofersk Øst. I tillegg er det et eget delprogram for kjemisk forsurelseovervåking; Økofersk Sur. Programmene går over en fireårsperiode, fra og med 2017 til og med 2020. Det skal gi kunnskap om referansetilstand og endringer i miljøtilstand som følge av naturlig utvikling og påvirkninger utenfra, som langtransporterte luftforurensninger.

Økofersk Sør består av to typer overvåkingslokaliteter:

**Referansesjøer:** Dette er antatt upåvirkede innsjøer der overvåkingen skal gi kunnskap om referansetilstand for ulike vanntyper. Dette er basisovervåking som gir et viktig grunnlag for klassifisering av miljøtilstand etter vannforskriften og revisjon av klassifiseringsveileder 02:2013 (revidert versjon fra 2015, heretter bare kalt «klassifiseringsveilederen») (Direktoratsgruppa 2013). Ingen referansesjøer sto på programmet for Økofersk Sør i 2017.

**Biolog-sjøer:** Innsjøer som er valgt ut for å måle og følge biologiske virkninger av forurensning. Disse sjøene inngår i et fast nettverk av forurensningsfølsomme innsjøer med varierende grad av påvirkning. Innsjøene har vært med i tidligere overvåking hvor det har vært fokus på virkninger av langtransporterte og grenseoverskridende luftforurensninger. For enkelte av innsjøene foreligger det data helt tilbake til 1970-tallet fra forskningsprogrammet «Sur nedbørs virkning på skog og fisk» (SNSF-prosjektet). Overvåkingsprogrammene har nå blitt tilpasset kravene til basisovervåking etter vannforskriften.

## 1.2 Mål og innhold

Hensikten med overvåkingen er å skaffe referansedata fra upåvirkede vannforekomster som påvirkninger kan vurderes mot. Det skal følges med på langsiktige endringer i miljøtilstand og overvåke utviklingen i norske ferskvannsforekomster som følge av sur nedbør.

Målet for programmet er:

1. Utprøve metoder for tilstandsklassifisering av innsjøer.
2. Gi bedre datagrunnlag for å fastsette referanseverdier for de ulike kvalitetselementene som blir brukt for å klassifisere miljøtilstand i ferskvann.
3. Dokumentere endringer og virkninger av biologisk og kjemisk forurensning i vann og hvordan disse fordeler seg geografisk og over tid.
4. Starte langsiktig overvåking i noen av innsjøene for å skaffe oversikt over langsiktige endringer som følge av omfattende menneskeskapte påvirkninger.
5. Bidra til å fylle Norges forpliktelser overfor «Vanndirektivet» og «Konvensjonen om langtransportert grenseoverskridende luftforurensning».

Basisovervåkingen omfatter alle biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer, dvs. bunndyr, småkrepser, fisk, planteplankton, vannplanter, næringsalter, relevante kationer og anioner, siktedyp, oksygen og temperatur.

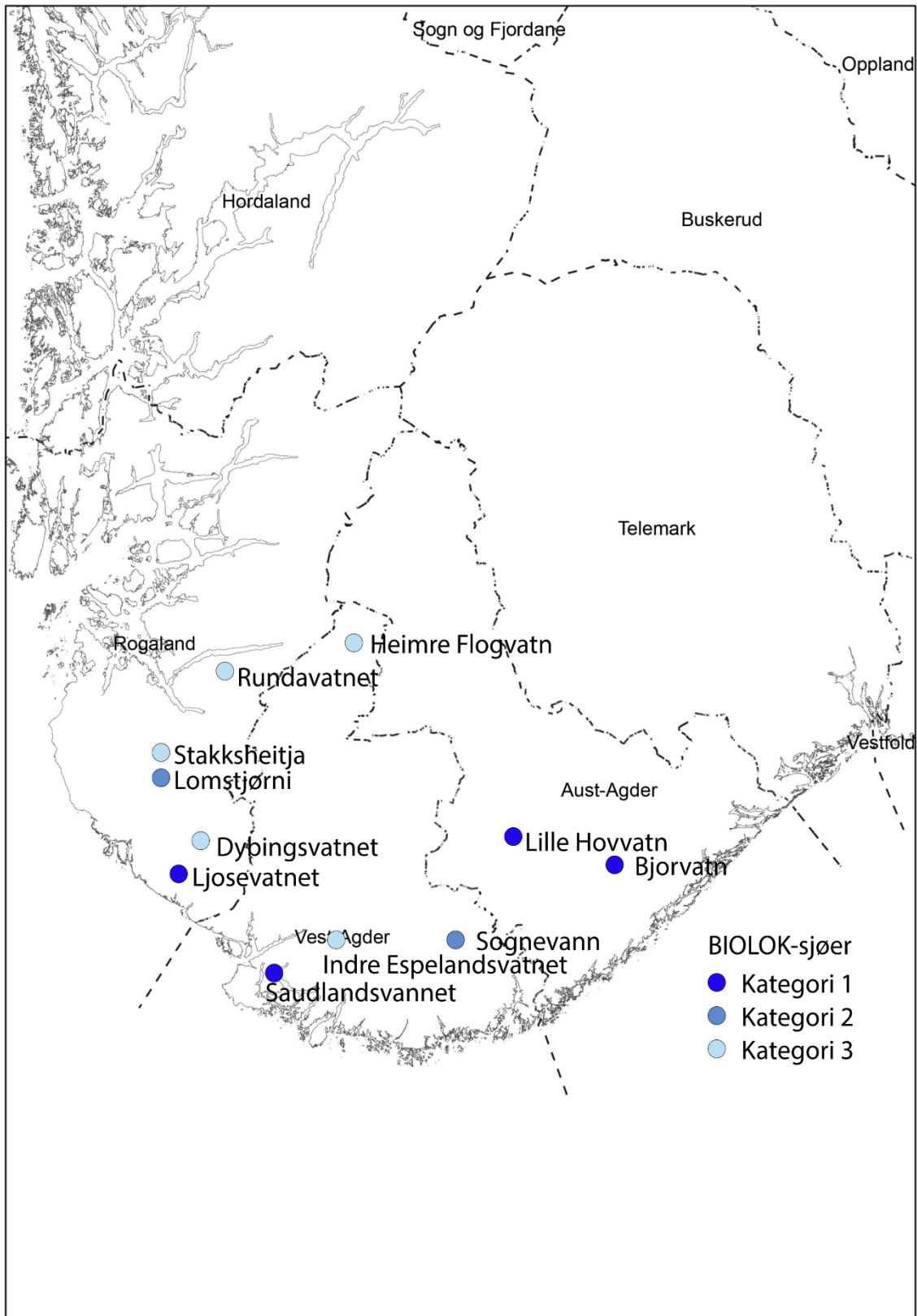
For Økoforsk Sør skal alle disse analysene utføres i referansesjøene i 2018 og 2020. I 2017 var overvåkingen begrenset til 11 Biolok-sjøer.

## 2. Presentasjon av innsjøene

### 2.1 Lokalisering

Totalt 11 innsjøer var i 2017 med i delprogram 4. Dette delprogrammet omfatter Telemark, Agder og sørlige deler av Rogaland. To av de undersøkte innsjøene i 2017 ligger i Aust-Agder fylke, fire i Vest-Agder og fem i Rogaland (fig. 1). Ti av innsjøene har blitt overvåket i perioden 2012-2014 (Schartau m.fl. 2016). I Stakksheitja har det tidligere også blitt gjennomført både kjemiske og biologiske undersøkelser, men ingen i perioden 2012-2014.





Figur 1. Oversikt over innsjøer i delprogram 4 (ØKOFERSK sør) som ble undersøkt i 2017.



## 2.2 Vanntyper

Innsjøtypen er fastsatt etter klassifiseringsveilederen (avsnitt 3.3) på bakgrunn av høyderegion (lavland, skog, fjell), av humusinnhold og av vannets konsentrasjon av kalsium. For høyderegionene er grensen mellom «lavland» og «skog» satt ved 200 moh., mens den mellom «skog» og «fjell» er satt ved 800 moh., eller under/over tregrensen.

Innholdet av humus kan estimeres for eksempel ved måling av vannets fargetall målt mot en platina-fargeskala (mg Pt/l), eller ved å måle vannets totale innhold av organisk karbon (TOC, i mg/l). I klassifiseringsveilederen er grenseverdien mellom en «svært klar» og «klar» innsjø satt ved henholdsvis 10 mg Pt/l eller 2 mg TOC/l, mens den mellom «klare» og «humøse» sjøer er satt ved 30 mg Pt/l og 5 mg TOC/l. I denne undersøkelsen av Biolok-sjøene i Økofersk Sør, ble kun TOC målt.

Kalsium er en relativt konservativ parameter, og vi vil ikke forvente store variasjoner i kalsiuminnhold gjennom sesongen eller fra år til år. De eneste hovedtypene i klassifiseringsveilederen som er relevante i denne undersøkelsen er «kalkfattige» og «svært kalkfattige» innsjøer. Grenseverdien mellom disse er satt til 1,0 mg/l.

I denne undersøkelsen lå alle innsjøene som tidligere er typifisert som «kalkfattige» nær denne grensen på 1,0 mg/l (tab. 1), og i tre av dem ser det ut til at flesteparten av målingene av kalsium ligger under grenseverdien (Schartau m.fl. 2016). Der innsjøtypen er på grensen mellom to eller flere vanntyper skal den vanntypen som har de strengeste klassegrensene velges. Ved vurdering av forsuringspåvirkning bør derfor grenseverdiene for «kalkfattige» innsjøer benyttes i slike tilfeller. Dette øker imidlertid usikkerheten i tilstandsvurderingene. Dette er omtalt ytterligere i avsnitt 3.9.2, og i kapittel 4 for hver enkelt innsjø.

For alle innsjøene, unntatt Stakksheitja, har vanntypen allerede blitt bestemt. Disse har da blitt beholdt, uavhengig av hvilke verdier vi fikk for innhold av kalsium og TOC i 2017.

Tabell 1. Vanntyper for innsjøene som er inkludert i basisovervåkingen i 2017.

Gjennomsnittsverdier fra overvåkingsdata i 2017

Innsjø	Vannforekomst ID	Kommune	Fylke	Vanntype <sup>1</sup> (Vann-Nett)	Vanntype beskrivelse	Norsk type nr.	NGIG-type <sup>2</sup>	h.o.h (m)	Innsjøstørrelse (km <sup>2</sup> )	Maks dyp (m)	Kalsium (mg Ca/l)	Alkalitet (Alk-E) (mekv/L)	Farge (mg Pt/L)	TOC mg/L
Bjorvatn	019-443-R	Froland	Aust-Agder	LSM12112	Skog, kalkfattig, klar, grunn	16	L-N- BF1	224	375		0,75 <sup>3</sup>	< 0,03		5,7
Lille Hovvatn	020-284-R	Birkenes	Aust-Agder	LSM11112	Skog, svært kalkfattig, klar, grunn	13b	L-N- BF1	503	192		0,19	< 0,03		5,8
Saudlandsvatnet	024-482-R	Farsund	Vest-Agder	LSL12112	Lavland, kalkfattig, klar, grunn	6	L-N- BF1	13d	170		0,87 <sup>3</sup>	< 0,03		3,0
Ljosevatnet	026-286-R	Sokndal	Rogaland	LSL11412	Lavland, svært kalkfattig, svært klar, grunn	1b	L-N- BF1	152	290		0,36	< 0,03		1,2
Sognevannet	022-673-R	Vennesla og Songdalen	Vest-Agder	LSM12212	Skog, kalkfattig, humøs, grunn	17	L-N- BF1	267	239		1,15	0,05		15,8
Indre Espelandsvatn	024-410-R	Hægebostad	Aust-Agder	LSM11212	Skog, svært kalkfattig, humøs, grunn	14c	L-N- BF1	389	341		0,40	< 0,03		6,4
Dybingvatnet	026-66156-L	Lund	Rogaland	LSL21412	Lavland, svært kalkfattig, svært klar, grunn	1c	L-N- BF1	177	1009		0,50	< 0,03		2,8
Lomstjønni	027-237-R	Bjerkreim	Rogaland	LWM12112	Skog, kalkfattig, klar, grunn	16	L-N- BF1	13c	60		0,80 <sup>3</sup>	0,04		4,0
Stakksheitja	028-113-R	Gjesdal	Rogaland	LWM11112	Skog, svært kalkfattig, klar, grunn	13c	L-N- BF1	318	115		0,50	< 0,03		2,5
Rundavatn	031-1-R	Forsand	Rogaland	LWM11112	Skog, svært kalkfattig, klar, grunn	13a	L-N- BF1	552	153		0,17	< 0,03		3,7
Heimre Flogvatn	026-557-R	Sirdal	Vest- Agder	LSH11412	Fjell, svært kalkfattig, svært klar, grunn	20b	L-N- BF1	874	345		0,27	< 0,03		1,4

<sup>1</sup> Vann-Nett koder. Kodene er forklart i tabell 3.4 i Klassifiseringsveilederen.

<sup>2</sup> NGIG typen som er angitt gjelder bunnfauna (L-N-BF1).

<sup>3</sup> På grensen mellom svært kalkfattig og kalkfattig. Settes som kalkfattig fordi innsjøen ligger i et forsursingsutsatt område og fordi kategorien kalkfattig gir de strengeste klassegrensene for forsursingsparameterne (føre-vår prinsippet).

## 3. Materiale og metoder

### 3.1 Tidspunkt for prøvetaking

Bunndyrene vi finner i innsjøens litoralsone og i utløpsbekkene er betydningsfulle for den endelige tilstandsvurderingen av innsjøene. Insektlarver vil klekke utover våren og sommeren, og det er derfor viktig å få tatt den første prøven for sesongen før denne prosessen kommer i gang. Tilsvarende er det fordelaktig at utviklingen av nye larver har kommet så langt som mulig før innsamling på høsten. Med prøvetaking i mai og oktober vil vi normalt treffe på perioder hvor innsjøene fullsirkulerer, noe som er en fordel også for de vannkjemiske analysene, særlig når slike prøver bare tas noen få ganger gjennom sesongen.

Ulike arter av småkreps vil ha ulike miljømessige preferanser, for eksempel med hensyn til temperaturforhold. Det best utviklede samfunnet vil vi normalt finne på sommeren. For denne analysen er det derfor viktig å ha en prøvetaking i juli eller august. Med en supplerende prøve på våren og høsten, eller begge deler, bør det være god mulighet for å få med flesteparten av artene som faktisk finnes i innsjøen.

I Biolok 1-sjøene ble det tatt prøver av vannkjemi og småkreps i mai (uke 19), juli (uke 27) og oktober (uke 41). Bunndyr fra litoralsonen i innsjøene og i utløpsbekkene ble samlet inn i mai og oktober. For Biolok 2- og Biolok 3-sjøene ble det ikke tatt prøver i mai, men i juli og oktober var prøveprogrammet det samme som i Biolok 1.

Undersøkelsene av fisk ble utført i august (uke 34). På grunn av stor vannføring i begynnelsen av uke 34 ble nytt elfiske i gytebekker til Saudlandsvatn og Dybingsvatnet utført i uke 38 (21. september).

**Tabell 2 Prøvetakingsfrekvens og tidspunkt for feltarbeid for de ulike biologiske kvalitetselement i 2017**

Prøvetakingsfrekvens og tidspunkt for feltarbeid for de ulike biologiske kvalitetselementene i 2017. SK = småkreps, BD = bunndyr, FI = fisk og VK = vannkjemiske støtteparametere. Påvirkningstype: E = eutrofiering, F = forsurening. Tilleggsundersøkelser av fisk pga. høy vannstand i august markert med: (x)

Biolog-sjøer	Innsjø	Vannforek.-ID	Påvirkning	Mai (uke 19)				Juni				Juli (uke 27)				August (uke 34)				September (uke 38)				Oktober (uke 41)						
				VK	BD	SK	FI	VK	BD	SK	FI	VK	BD	SK	FI	VK	BD	SK	FI	VK	BD	SK	FI	VK	BD	SK	FI			
1	Bjorvatn	019-443-R	F	x	x	x							x		x											x	x	x		
	Lille Hovvatn	020-284-R	F	x	x	x							x		x											x	x	x		
	Ljosvatnet	026-286-R	F	x	x	x							x		x											x	x	x		
	Saudlandsvatn	024-482-R	F	x	x	x							x		x											x	x	x		
2	Lomstjørni	027-237-R	F										x		x											(x)	x	x	x	
	Sognevannet	022-673-R	F, E										x		x											x	x	x		
3	Dybingsvatnet	026-66156-L	F										x		x											(x)	x	x	x	
	Heimre Flogvatn	026-557-R	F										x		x											x	x	x		
	Indre Espelandsvatn	024-410-R	F										x		x											x	x	x		
	Rundavatnet	031-1-R	F										x		x											x	x	x		
	Stakksheitja	028-113-R	F										x		x											x	x	x		

## 3.2 Fysisk-kjemiske parametere

Vannprøvene er tatt ved det antatt djupeste området i hver innsjø. Temperatur og oksygeninnhold ble målt i felt på 0,5m dyp med en YSI ProPlus sonde med tilhørende sensorer for disse analysene. Vannprøvene ble tatt på samme dyp.

Alle kjemiske analyser er gjennomført etter akkrediterte metoder av Eurofins AS. Følgende analyseparametere ble målt i vannprøvene: pH, ledningsevne, turbiditet, alkalitet, kalsium, total organisk karbon, ammonium, nitrat, total nitrogen, fosfat, total fosfor, kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, reaktivt og ikke-labil aluminium og aluminium filtrert.

Labil aluminium (L-Al) er beregnet som differansen mellom reaktivt (Al-R) og ikke labilt (Al-II) aluminium. Vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er beregnet som differansen mellom konsentrasjonen av basekationer og sterke syrers anioner, her ut fra metodikk beskrevet i Hindar og Larssen (2005). Alkalitet er i denne rapporten registrert ved titrering til pH 4,5.

De eutrofieringsrelevante parametere total fosfor og total nitrogen er vurdert på basis av middelveidien for prøvene og følger de typespesifikke klassegrensene som er angitt i klassifiseringsveilederen. Det samme gjelder de forsursrelevante parametere pH og ANC, men for labilt aluminium er det høyest registrerte verdi som teller.

For de vannkjemiske parametere beregnes EQR-verdiene som referanseverdi dividert på observert verdi for parametere som øker med økende påvirkning. I denne undersøkelsen gjelder det analysene total fosfor (Tot-P) og labilt aluminium (L-Al). pH er en parameter som *avtar* med økende påvirkning. Her blir da observert verdi dividert på referanseverdien ved beregning av EQR. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) kan ved sterk forsurspåvirkning bli negativ. Her beregnes EQR også som observert verdi dividert på referanseverdi, men for å unngå negative EQR-verdier trekkes det fra en antatt «verste» verdi på -100 både i teller og nevner (se tabell 3.11 i klassifiseringsveilederen).

## 3.3 Småkreps

Dyreplankton er en gruppe av små dyr som befinner seg på nivået over mikroskopiske alger i akvatiske næringskjeder. De viktigste algespisere i innsjøer er normalt små krepsdyr, men betegnelsen dyreplankton inneholder også enda mindre grupper, som f.eks. ciliater eller hjuldyr.

I en del sammenhenger er det kun de små krepsdyrene i ordenen Clodocera (vannlopper) og underklassen Copepoda (hoppekreps) vi er interesserte i. Mange av disse lever i litoralsonen, og betegnelsen «plankton» er derfor misvisende. På grunn av dette, og for å skille disse krepsdyrene fra øvrige grupper av dyreplankton, benyttes betegnelsen «småkreps».

Prøver av litorale og pelagiske småkreps ble samlet inn i de fire Biolok 1-sjøene i mai, juli og oktober, mens det i Biolok-2 og Biolok-3 sjøene ble tatt prøver i juli og oktober (tab. 2). Prøvene ble tatt etter Norsk Standard NS-EN 15110 og fiksert med etanol i mai og juli, og med lugol i oktober.

For å unngå å få mudder inn i prøven ble prøvene tatt like i overkant av sedimentoverflaten, som beskrevet i standarden NS-EN 15110. En interkalibrering avslørte at dette trolig medførte at prøvene ble tatt med noe mer distanse til sedimentoverflaten enn det som har vært tilfelle i tidligere

undersøkelser i de samme innsjøene. Særlig i innsjøene med svært fattig vegetasjon ser dette ut til å ha medført funn av færre arter enn tidligere. Ved framtidige undersøkelser vil metodikken justeres, slik at resultatene i større grad kan sammenliknes med artslistene fra tidligere år.

All småkreps er bestemt til art, med unntak av cyclopoide og calanoide copepoditter. En oppdatert bestemmelsesnøkkel over alle europeiske arter (Błędzki og Rybak 2016) ble benyttet i arbeidet med artsbestemmelse. Artene er inndelt i fire klasser etter følsomhet eller toleranse for forsurening, samt en klasse for indifferente arter. Dette gir grunnlag for utregning av to indekser; LACI-1 (Lake Acidification Crustacean Index 1) og LACI-2 (Lake Acidification Crustacean Index 2), hvor LACI-1 anvendes i «svært kalkfattige» innsjøer og LACI-2 i «kalkfattige». Grenseverdier er angitt i vedleggstabellen C1. For mer informasjon om denne indeksen og utregning av indeksverdier, se Schartau m.fl. (2017).

## 3.4 Bunndyr

Fra de fire Biolok 1-sjøene ble bunndyrprøver samlet inn i mai og i oktober 2017. Fra de øvrige sju innsjøene ble bunndyrprøvene tatt i oktober. For hver innsjø og prøvetakingsdato ble det tatt to prøver; en fra innsjøens litoralsone og en fra utløpselva.

Prøvene ble tatt som sparkeprøver, fortrinnsvis på steinete substrat i samsvar med Norsk Standard for prøvetaking i rennende vann, og i innsjøer og elver med lav vannhastighet (NS-EN-ISO 10870). I enkelte innsjøer ble prøvetakingsinnsatsen økt noe for å sikre tilstrekkelig prøvemateriale. De registrerte artene ble benyttet til å beregne tre ulike bunndyrindekser; Forsuringsindeks 1, MultiClear (Multimetrisk indeks for vurdering av forureningstilstand i klare innsjøer) og LAMI (Indeks for makroinvertebrater i sure innsjøer). Informasjon om disse indeksene og utregning av indeksverdier kan finnes i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

For å unngå at en enkelt indeks skal gi for stort utslag i tilstandsklassifiseringen av innsjøene, er de tre indeksene for bunnfauna og LACI-indeksen for småkreps slått sammen i kvalitetselementet «invertebrater». Den endelige nEQR-verdien for dette kvalitetselementet blir da gjennomsnittet av nEQR-verdiene for de fire delindeksene.

## 3.5 Fisk

Fire innsjøer ble prøvefisket i perioden 21. - 24. 8. 2017. Det ble benyttet bunn garn av typen Nordiske oversiktsgarn stratifisert på djup etter standard metode (NS-EN 14757). Bunn garnene er 30 m lange og 1,5 m djupe og har 12 maskevidder fra 5 til 55 mm.

Når det fanges et stort antall fisk, er det av ressurs hensyn nødvendig å ta prøver av et begrenset utvalg. I alle lokalitetene ble all fisk veid og målt (til nærmeste mm). Kjønn og stadium ble bestemt på et utvalg av fisk i alle lokaliteter. Det ble tatt otolitter og skjell til aldersbestemmelse. Aldersbestemmelse ble utført på inntil 30 fisker fra hver innsjø. Som dokumentasjon er det oppbevart fotografier av skjellprøver og otolitter fra hver fisk.

Fangstutbyttet (CPUE) er beregnet som antall fisk fanget pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnareal pr. natt. Siden ørret var eneste fiskeart i alle innsjøene har vi brukt fangstutbyttet av ørret justert for oppvekstratio som mål for fisketetthet (jf. tabell 6-8 i klassifiseringsveilederen). Selv om parameteren opprinnelig

er utviklet for forsuring som påvirkningsfaktor, tyder bruk av denne på at den også egner seg til å registrere respons på andre påvirkninger (Schartau m.fl. 2016)

Oppvekstratio (OR) er forholdet mellom tilgjengelig gyte- og oppvekstareal i tilløps- og utløpsbekker, målt i m<sup>2</sup> og innsjøens overflateareal målt i hektar. Det vil alltid være noe usikkerhet ved beregning av tilgjengelig gyte- og oppvekstareal, siden arealene i tilløpsbekkene kan være mer eller mindre egnet for gyting og oppvekst for ørretyngel. Oppvekstratio (OR) for ørret er tidligere utregnet for alle innsjøene i denne undersøkelsen, og disse verdiene blir også benyttet her.

«Norsk endringsindeks for fisk» (NEFI) er beregnet for en innsjø og følger metodikk gitt i kap. 6.3.2 i klassifiseringsveiledren- veileder 02:2013. Indeksen baserer seg på en sammenligning av resultatet fra prøvofiske med referansetilstanden i innsjøen. Referansetilstanden er basert på informasjon fra tidligere rapporter fra basisovervåking (Schartau m.fl. 2016).

Det er også utført elfiske i de viktigste gytebekkene i hver innsjø, som hovedsakelig var inn- og utløpsbekken. Fiskeundersøkelsene ble gjennomført med elfiskeapparat (Terik GeOmega FA 4) etter standard prosedyre (NS-EN 14011). For alle stasjonene utenom én ble det utført tre omganger med suksessivt overfiske med 30 minutter mellom hver omgang. For den siste stasjonen ble det kun gjennomført ett overfiske. Tilleggsparametere som ledningsevne og vanntemperatur ble målt med YSI ProPlus multiparameterlogger.

Der resultatet ga grunnlag for det, er tettheten beregnet basert på avtagende fangst over tre fiskeomganger (Zippin 1958, Bohlin 1989). Fangbarheten av årsyngel (0+) og eldre fisk ( $\geq 1+$ ) estimeres ut ifra det totale antall fisk og antall fisk fanget ved hver omgang. Ved kun ett overfiske er det ikke mulig å beregne fangbarhet. Det er da benyttet en antatt fangbarhet for årsyngel og eldre ungfisk på hhv. 0,45 og 0,62 for å angi et tetthetsestimert (Forseth og Forsgren 2008). Nevnte fangbarheter ble også benyttet i tilfeller der avtagende fangst ikke ble oppnådd eller fisket resulterte i svært få fisk.

## 3.6 Rapportering av data

Alle data fra denne undersøkelsen, både fysisk-kjemiske og biologiske, importeres til portalen Vannmiljø (vannmiljo.miljodirektoratet.no/) innen 30. september 2019. I selve rapporten presenteres alle verdier som benyttes for beregning av EQR- og normaliserte EQR-verdier. I hovedsak er dette gjennomsnittsverdiene fra de tre prøvetakingene i Bioløk 1-sjøene og fra to prøvetakinger i Bioløk 2-sjøene. Unntakene fra dette er for småkreps, hvor EQR beregnes på bakgrunn av det totale antall arter funnet gjennom sesongen, og for labilt aluminium, der maksimalverdien benyttes.

I vedleggene til denne rapporten finnes alle målinger av temperatur- og oksygen, alle vannkjemiske målinger og figurer som viser indeksverdier for småkreps (LACI-1 og LACI-2). I tillegg fra prøvofiske: Lengde- og aldersfordeling, og en vurdering av påliteligheten av datagrunnlaget. Fra elfiske: Tetthetsberegninger og lengdefordeling.



## 3.7 Klassifiseringsmetodikk

### 3.7.1 Prosedyre for klassifisering

Den gjeldende klassifiseringsveilederen fra 2013 (revidert 2015) gir informasjon om aktuelle analyser som kan benyttes for å vurdere tilstanden i ferskvannsføremønstre. I denne veilederen finnes også grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser (Direktoratsgruppa 2013).

En viktig forandring mellom denne veilederen og tidligere norske klassifiseringssystemer var at det her ble tatt hensyn til naturlige karaktertrekk ved klasseinndelingen. Områder med ulik geologi vil for eksempel naturlig ha ulik bakgrunnstilførsel av næringssalter eller forsurende stoffer, og selv uten noen menneskelig påvirkning ville vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske og biologiske parametere. I stedet for å benytte målte verdier som utgangspunkt for klassifiseringen, benyttes derfor heller avviket fra en definert referansetilstand. Dette forholdstallet mellom målt verdi og referanseverdi kalles økologisk kvalitetskvotient («ecological quality ratio», EQR), og varierer fra 0 til 1, der 1 er best. Til slutt normaliseres EQR - verdiene (nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0.8, 0.6, 0.4 og 0.2. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til nevnte veileder (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013).

I Biolok-sjøene er det først og fremst parametere relatert til forsurening som er av interesse. Av biologiske kvalitetselementer er det forekomsten av invertebrater (bunnfauna og småkreps) som undersøkes, mens kjemiske parametere utgjøres av pH, syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og maksimalt innhold av labilt aluminium (L-Al). I fire innsjøer ble også kvalitetselementet «fisk» undersøkt.

Det beregnes først nEQR for hver parameter. Dersom det er målt flere parametere i hvert kvalitetselement, er det gjennomsnittet av disse som blir gjeldene for dette kvalitetselementet. Dersom vi for eksempel får følgende nEQR verdier for henholdsvis pH, ANC og L-Al: 0,64, 0,42, 0,26, så blir nEQR for kvalitetselementet som helhet:  $(0,64 + 0,42 + 0,26)/3 = 0,44$ .

Tilsvarende gjøres for alle kvalitetselementer som undersøkes. Ved fastsettelse av endelig tilstand for lokaliteten benyttes reglene for kombinasjon av biologiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer, og prinsippet om at «verste styrer». Fysisk-kjemiske analyser er støtteparametere. De kan bare nedgradere tilstanden til lokaliteten dersom denne ut fra de biologiske analysene kommer i klasse «god» eller «svært god». De kan heller ikke nedgradere lenger enn til «moderat» tilstand. Dersom den styrende nEQR-verdien for de fysisk-kjemiske støtteparameterne nedgraderer tilstanden, og kommer ut med en verdi lavere enn 0,50, settes endelig nEQR for lokaliteten til 0,50, som er midt i tilstandsklassen «moderat» (se klassifiseringsveileder, avsnitt 3.5.5).

Sammenliknet med tidligere undersøkelser i disse innsjøene er det verdt å merke seg at en ny komponent er introdusert i kvalitetselementet «bunnfauna». Dette gjelder småkreps, hvor det nå er utarbeidet en egen forsøringsindeks (LACI) (Schartau m.fl. 2017). Dette kvalitetselementet skifter da navn til «invertebrater». Det betyr også at resultatene for denne organismegruppen ikke er direkte sammenliknbare med de fra tidligere år.

### 3.7.2 Usikkerheter og begrensninger

Enkelte av indeksene som inngår i klassifiseringssystemet for bestemmelse av økologisk tilstand er testet ut over flere år, andre er relativt nye. Noen av indeksene er interkalibrert, mens andre ikke er

det. I tillegg kan noen være testet ut for et begrenset antall vanntyper. Dette betyr at det er knyttet usikkerhet til selve indeksene og de fastsatte klassegrensene, men noen av dem vurderes som sikrere enn andre.

I Biolok-sjøene gjennomføres et prøveprogram med 2-3 prøvetakinger per år. Bruk av gjennomsnittsverdier basert på så få målinger vil naturlig nok medføre betydelig usikkerhet, særlig for vannkjemiske parametere.

**Vannkjemi, forsurening:** Av de analysene som inngår i denne undersøkelsen vurderes labilt aluminium som den mest usikre. Dette fordi det er maksimalverdien av kun 2-3 målinger som anvendes, og fordi den er sensitiv for endringer i pH og vanntemperatur. Det er også vel kjent at det er vanskelig å oppnå nøyaktige og pålitelige målinger av pH i elektrolyttfattig vann. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) krever analyse av mange ulike ioner, men analysemetodene for de normalt viktigste av disse (f.eks. Na, Ca, Cl) er pålitelige. Av disse tre parameterne anser vi ANC å være den med minst usikkerhet.

**Vannkjemi, eutrofiering:** Fosfor er den viktigste analysen her. Konsentrasjonen av dette elementet er vanligvis særdeles lav, gjerne under 10 µg/l. Dette betyr at selv en svært liten kontaminering av prøven kan gi store utslag. I Biolok-sjøene er innholdet av fosfor helt ned mot-, eller under deteksjonsgrensen for analysen. Den relative usikkerheten blir derfor betydelig. Vi kjenner heller ikke til hvor stor variasjon det er i prøveresultater fra laboratorier når vi beveger oss i et så lavt konsentrasjonsområde.

Innholdet av nitrogen er vanligvis vesentlig høyere enn for fosfor. Dette er svært sjelden en begrensende faktor for algevekst i norske innsjøer, og dermed blir heller ikke usikkerheten i denne analysen en kritisk faktor.

**Invertebrater, forsurening:** Indeksen for småkreps (LACI) er ny, og begrenset erfaring med denne representerer en usikkerhet i seg selv. Både i Forsuringsindeks 1 og i LACI beregnes indeksverdien kun på bakgrunn av om arter er tilstede eller ikke. Det tas altså ikke hensyn til hvor stor eller liten forekomsten er. For sjeldne arter oppstår dermed et element av tilfeldighet. Ulike prøver tatt på nøyaktig samme måte, kan for eksempel inneholde alt fra null til 2-3 individer. Særlig i LACI-1 kan dette ha stor betydning fordi nEQR-verdien gjør store sprang opp for hver forsureningssensitiv art som registreres.

MultiClear er en multimetrisk indeks som i seg selv kan bidra til å redusere usikkerheten i den. Den inneholder mange komponenter, slik at enkelte arter eller grupper av organismer ikke vil ha avgjørende innflytelse på indeksverdien. Den er imidlertid interkalibrert for klare, kalkfattige innsjøer, og har større usikkerhet ved anvendelse i andre typer vannforekomster, som f.eks. humøse eller svært kalkfattige innsjøer (Lyche Solheim m.fl. 2016).

Kvalitetselementet «invertebrater» inneholder fire ulike komponenter (Forsuringsindeks 1, MultiClear, LAMI og LACI). Selv om hver av disse inneholder betydelig usikkerhet, vil en gjennomsnittlig verdi av disse fire ha god mulighet til å treffe den sanne verdien temmelig godt, gitt at usikkerheten til hver av dem slår ut tilnærmet like kraftig i begge retninger.

I klassifiseringsveiledren er det vist til tre fiskeparametere som brukes til å klassifisere tilstand av fisk: Norsk endringsindeks for fisk (NEFI), fangstutbytte (CPUE) og bestandsnedgang i fiskebestander. Ingen av indeksene er interkalibrerte, men er basert på et nasjonalt arbeid oppsummert i Sandlund m.fl. (2013).

I dette arbeidet er det kun NEFI-indeksen og CPUE for ørret som er benyttet. NEFI-indeksen vurderes som den mest usikre indeksen, da den baserer seg på at vi vet referansetilstanden til innsjøen. CPUE er regnet ut for hver innsjø og brukes til å si noe om bestandstettheten av ørret. Data fra tidligere prøvefiske brukes som sammenligningsgrunnlag for å se om det er skjedd eventuelle endringer i bestandene. Datagrunnlaget vurderes som høyt i alle innsjøene utenom Dybingsvatnet, og på bakgrunn av dette inkluderes den når den økologiske tilstanden av innsjøene fastsettes.

Ut fra disse vurderingene har vi oppsummert usikkerheten til de ulike enkeltindeksene eller kvalitetselementene som er relevante i denne undersøkelsen i tabell 4.

Tabell 4. Usikkerhet for enkeltindekser og kvalitetselementer benyttet i innsjøklassifisering av BIOLOK-sjøer, Økofersk sør 2017	
Grad av usikkerhet	Enkeltindeks/kvalitetselement
<b>Lav usikkerhet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interkalibrerte indekser/parametere, og/eller</li> <li>• Inde kser/parametere med mye erfaringsgrunnlag</li> <li>• Analyser med stor grad av pålitelighet og/eller med liten innvirkning på endelig klassifisering.</li> </ul>	Invertebrater: MultiClear
	Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), Total nitrogen
<b>Middels usikkerhet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke-interkalibrerte indekser, men noe erfaringsgrunnlag.</li> <li>• Analyser med betydelig usikkerhet, og som samtidig har en viss betydning for endelig klassifisering.</li> </ul>	Invertebrater: Forsuringsindeks 1, LAMI
	Fiskeindeksene: Norsk endringsindeks for fisk (NEFI), fangstutbytte ørret, bestandsnedgang fisk
	Total fosfor, pH, labilt aluminium (L-Al)
<b>Høy usikkerhet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inde kser med begrenset/lite erfaringsgrunnlag, og/eller</li> <li>• Klassifisering i hovedsak basert på analyser med stor usikkerhet.</li> </ul>	Invertebrater: Småkrepsindeksene LACI-1 og LACI-2

## 4 Tilstandsvurdering pr. innsjø

### 4.1 Innledning inkl. usikkerhetsvurdering

I de følgende avsnittene gjøres det rede for hvordan vi ut fra biologiske- og kjemiske data har kommet fram til en endelig tilstandsvurdering for hver av innsjøene som inngikk i undersøkelsen for året 2017.

Fargekoder som er benyttet i oversiktstabellene i avsnitt 4.2 - 4.13 er i overensstemmelse med fargene som generelt er knyttet til hver av tilstandsklassene i klassifiseringsveilederen. Hvite felt i tabellen indikerer at parameteren ikke har inngått i denne undersøkelsen. Parametere som er målt, men som ikke inngår i den endelige klassifisering, er uten fargekode og tallverdiene er markert med grått heller enn med svart. Indeksen for småkreps benyttes i år for første gang. Her skal LACI-1 inngå for «svært kalkfattige» innsjøer, og LACI-2 for «kalkfattige». Med en ny indeks kan det være interessant å se hvordan LACI-1 og LACI-2 samsvarer i hver av disse innsjøtypene. Vi har derfor valgt å oppgi indeksverdien for begge, men da bare gitt fargekode for den som er relevant for klassifiseringen. I humøse innsjøer er verken bunndyr eller småkreps benyttet i den endelige tilstandsvurderingen.

I avsnitt 3.9.2 vurderte vi hvor sikre eller usikre de verdiene som danner grunnlaget for klassifiseringen er. En ytterligere usikkerhet ligger i selve innsjøtypifiseringen. Det er fastsatt ulike grenseverdier for ulike vanntyper. Dersom det er usikkert hvilken vanntype en lokalitet tilhører, eller dersom den ligger akkurat i grenseområdet mellom to vanntyper, vil usikkerheten i tilstandsklassifiseringen øke. Et generelt prinsipp da er å benytte vanntypen med de strengeste klassegrensene. Dette gjør imidlertid at usikkerheten ikke lenger blir «symmetrisk», men at det er større sannsynlighet for å ende opp med for dårlig- enn med for god tilstandsvurdering.

I denne undersøkelsen er det kun Sognevann som har en kalsiumkonsentrasjon som klart ligger over 1 mg/l. Dette er den fastsatte grensen mellom «kalkfattige» og «svært kalkfattige» vannforekomster. Gjennomsnittlig kalsiumkonsentrasjon i Bjorvatn, Lomstjørne og Saudlandsvatn var i 2017 på henholdsvis 0,75, 0,83 og 0,87 mg/l. Også i perioden 2012 - 2014 ble det gjort flere målinger under 1 mg/l i disse innsjøene. Innsjøene ligger åpenbart helt i nærheten av denne grensen på 1 mg/l, og er typifisert som «kalkfattige». Dette gir klart strengere grenseverdier enn om de hadde havnet i kategorien «svært kalkfattige», og er trolig de innsjøene i denne undersøkelsen med størst fare for å bli vurdert for «strengt».

Ved vurdering av usikkerhet for et gitt år har vi altså både usikkerhet knyttet til bestemmelse av vanntype (og dermed hvilke grenseverdier som benyttes), og til de ulike EQR-verdiene vi kommer fram til etter biologiske- og fysiske-kjemiske analyser. Ved beregning av slik kombinert usikkerhet tas normalt kvadratroten av summen av kvadratet av hver usikkerhet. Vi har imidlertid bare lagd skjønsmessige kategorier av usikkerhet, og benytter en forenklet variant hvor vi ganske enkelt multipliserer disse. Dersom usikkerheten i analysene gis tallverdier slik at «lav» = 1, «middels» = 2 og «høy» = 3 (se avsnitt 3.9.2), og «ganske sikker» typifisering tilsvarer tallverdi 1 og «nokså usikker» = 2, får vi en enkel skala som går fra 1 til 6 hvor grad av usikkerhet øker med økende verdi.

Til slutt gjør vi en vurdering av usikkerhet ut fra hvor godt eller dårlig samsvar det er mellom biologiske- og kjemiske parametere, og mellom årets resultat og tidligere resultater. Vi tillater oss da å justere den matematiske verdien vi har kommet fram til med +/- 1.

## 4.2 Bjorvatn



Vannforekomst-ID:	019-443-R
Beliggenhet:	Froland
Vanntype (undertype):	Norsk type 16
Typebeskrivelse:	Skog, kalkfattig, klar
Høyde over havet (m):	226
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,375
Påvirkning:	Biolog 1, forsurening

Bjorvatn er en av Biolog 1 innsjøene som skal overvåkes hvert år i løpet av perioden. Vannet ligger på Øydnaheia nord i Froland kommune. I dette området er det noe innslag av amfibolitt, som bidrar til å gi noe mindre surt vann. Vannet er omgitt av mye furuskog. I sørenden er det noe myrpreg, men ellers er strendene ganske bratte. Det er noe helårsbebyggelse i nedslagsfeltet, men ellers beskjedne påvirkning av antropogen næringstilførsel.

Innholdet av kalsium ligger nær 1 mg/l, og innsjøen ligger i grenseområdet mellom hovedtypene «kalkfattig» og «svært kalkfattig».

Innenfor kvalitetselementet «invertebrater» var det betydelig sprik mellom de ulike indeksene. Bunndyrindeksen MultiClear ga en verdi i grenseland mellom «dårlig» og «svært dårlig» tilstand. Døgnflueslekten *Baetis* ble registrert i utløpsbekken, noe som alene ga maksimal indeksverdi for Forsuringsindeks 1. LAMI kom ut midt imellom med «moderat» tilstand». Av småkreps ble den svært forsuringfølsomme arten *Daphnia longispina* funnet. I pelagialen hadde den en maksimal forekomst på 11%, som indikerer «god» tilstand (se vedlegg C). I tillegg ble det registrert fem arter som vurderes som moderat forsuringfølsomme. LACI-2 - indeksen for småkreps ga dermed også beste klasse.

Konsentrasjonen av labilt aluminium (L-Al) ble etter prøvetakingen i oktober beregnet til 83 µg/l. Dette var 4-5 ganger høyere enn ved målingene vår og sommer. Siden det er den maksimale konsentrasjonen som benyttes i klassifiseringen, ga dette utslag i en lav nEQR-verdi for denne parameteren. Gjennomsnittlig pH ble målt til 5,7, som må anses som relativt lavt. Med klassegrensene for innsjøtype 16 («kalkfattig») tilsier det «moderat» tilstand. Samlet endte de fysiske-kjemiske kvalitetselementene også i klassen «moderat».

I og med at de biologiske kvalitetselementene kom i klasse «god» og de fysiske-kjemiske i «moderat», ble innsjøen trukket ned til en endelig tilstandsklassifisering på «moderat». Endelig nEQR-verdi for innsjøen ble justert opp fra 0,46 til 0,50 (midt i denne klassen) siden en støtteparameter ikke kan trekke tilstandsvurderingen lengre ned enn dette.

Også i perioden 2012 - 2014 ga bunndyrindeksen MultiClear dårligere resultat enn LAMI, men begge lå noe høyere enn i denne undersøkelsen (Schartau m.fl. 2016). nEQR-verdier for pH og ANC var også svært like det vi fant i 2017, mens L-Al da kom bedre ut. Både ut fra biologiske- og fysiske-kjemiske kvalitetselementer ble tilstanden den gang vurdert til «moderat». Det er altså den nye indeksen for småkreps som gjorde at innsjøen totalt sett kom bedre ut på biologiske kvalitetselementer i 2017.

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: pH og L-AI : 2

Typifisering: Nokså usikker : 2

Justering: -1 Endelig klassifisering («moderat») er i god overensstemmelse med gjennomsnittet av bunndyrindeksene MultiClear og LAMI, og med totalvurderingen av innsjøen i perioden 2012-2014

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 3

**Tabell 5. BJORVATN**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIC				
Vannplanter: forsuringindeks, SIC				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsuringindeks, Forsuringindeks 1	1	SG	1,00	1,00
Bunnfauna: forsuringindeks, MultiClear	2,25	SD	0,53	0,20
Bunnfauna: forsuringindeks, LAMI	3,37	M	0,80	0,57
Småkreps: forsuringindeks, LACI-1				
Småkreps: forsuringindeks, LACI-2	2,13	SG	1,02	1,00
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		<b>G</b>		<b>0,69</b>
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		<b>G</b>		<b>0,69</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	3,2	SG	0,94	0,97
Total nitrogen, µg/l	300	G	0,50	0,73
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>SG</b>		<b>0,97</b>
pH	5,7	M	0,81	0,53
ANC, µekv/l	30,4	M	0,58	0,60
LAI, µg/l	83	D	0,03	0,26
<b>Totalvurdering forsuringparametere</b>		<b>M</b>		<b>0,46</b>
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		<b>M</b>		<b>0,50</b>

## 4.3 Lille Hovvatn



Vannforekomst-ID	020-284-R
Beliggenhet:	Birkenes
Vanntype (undertype):	Norsk type 13b
Typebeskrivelse:	Skog, svært kalkfattig, klar
Høyde over havet (m):	503
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,192
Påvirkning:	Biolok 1, forsurening

Lille Hovvatn ligger nord for riksvei 42 i Birkenes kommune. Rett nord for Lille Hovvatn ligger Store Hovvatn, som har vært brukt som forsøksvann for kalking i nedbørfelt. Lille Hovvatn har lenge vært fisketomt og har blitt benyttet som referanse og sammenlikningsgrunnlag for kalkingsprosjektet i Store Hovvatn.

Kalsiuminnholdet viser at denne innsjøen uten tvil er «svært kalkfattig». Den har et nokså høyt innhold av organisk materiale. I 2012 - 2014 ga dette verdier for totalt organisk karbon (TOC) på 4,0 - 7,0 mg/l, mens TOC i 2017 i gjennomsnitt var på 5,8 mg/l. Innsjøen er plassert i vanntype 13 («svært kalkfattig, klar»), men ligger på grensen til vanntype 14 («svært kalkfattig, humøs»).

Det var i 2017 godt samsvar mellom de tre ulike bunndyrindeksene, som alle viste «svært dårlig» tilstand. nEQR-verdiene var nesten identiske med de som er rapportert for perioden 2012-2014. Det var imidlertid dårlig samsvar mellom indeksene for bunndyr og småkreps. Dette skyldtes blant annet at både *Bythotrephes longimanus* og *Daphnia longispina* ble funnet i håvtrekk fra pelagialen. Begge disse artene anses som forsureningsfølsomme, og ingen av dem er tidligere rapportert fra innsjøen. Dette er dermed et viktig funn, som må betraktes som svært positivt. Det ble imidlertid kun funnet ett individ av hver art, som gjør at kontaminering av prøven aldri kan utelukkes. Til tross for grundig skylling mellom innsjøene kan det være mulig at dyr har hengt fast i duken. Det at vi fant to ulike arter, den ene i mai-prøven og den andre i juli-prøven, og vi samtidig ser at pH for 2017 kom bedre ut enn i perioden 2012-2014, øker sannsynligheten for at disse artene faktisk var tilstede i innsjøen.

De fysiske-kjemiske parameterne kom i 2017 også ut med nEQR-verdier som var omtrent de samme som tidligere, bare med unntak av pH som i 2012-2014 viste «god» tilstand (Schartau m.fl. 2016), mens denne parameteren i 2017 var akkurat på grensen mellom «god» og «svært god».

Det var resultatene for bunndyrene som ble styrende for den endelige tilstandsvurderingen av Lille Hovvatn i 2017. Kvalitetsparameteren «invertebrater» ble trukket opp av resultatene for småkreps. Dette gjorde at innsjøen totalt sett endte i klassen «dårlig» i 2017, mens tilstanden ble vurdert til «svært dårlig» for perioden 2012-2014.



**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Invertebrater : 2

Typifisering: Nokså usikker : 2

Justering: 0 LACI har høy usikkerhet, og påvirker klassifiseringen. Det er noe sprik mellom biologiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer, men generelt godt samsvar med tidligere år.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 4

**Tabell 6. LILLE HOVVATN**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIC				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIC				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	0	SD	0	0,00
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	2,25	SD	0,53	0,20
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	2,66	SD	0,64	0,19
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1	0,20	SG	0,83	0,90
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		D		0,32
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		D		0,32
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	3,9	SG	0,76	0,88
Total nitrogen, µg/l	317	G	0,47	0,72
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		SG		0,88
pH	5,1	G	0,88	0,80
ANC, µekv/l	-0,61	D	0,76	0,39
LAI, µg/l	71	SD	0,04	0,17
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		M		0,45
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		D		0,32

## 4.4 Sognevannet



Vannforekomst-ID	022-673-R
Beliggenhet:	Vennesla og Sogndalen
Vanntype (undertype):	Norsk type 17
Typebeskrivelse:	Skog, kalkfattig, humøs
Høyde over havet (m):	267
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,239
Påvirkning:	Biolog 2, forsurening, eutrofiering

Vannet ligger i Finsland nord i Songdalen kommune og i Vennesla kommune. Det består av mange bukter, og det er aktivt landbruk i deler av nedbørfeltet. Innsjøen er et naturreservat og er et viktig hekkeområde, særlig for ender.

Det er liten tvil om hvilken vanntype Sognevannet tilhører. Kalsiuminnholdet er bare litt over 1 mg/l, men tilstrekkelig til at den helt klart bør kategoriseres som «kalkfattig». I tillegg er det totale innholdet av organisk karbon (TOC) over 5 mg/l, som er grenseverdien som er satt mellom «klare» og «humøse» innsjøer.

Forsuringsindeks 1 ga maksimal verdi pga. funn av døgnfluen *Baetis* i utløpsbekken. Det var godt samsvar mellom de to bunndyrindeksene MultiClear og LAMI, som begge ga «god» tilstand. Det ble registrert hele ni arter av forsuringstolerante arter av småkreps. Imidlertid ble det funnet nesten like mange arter som anses å være forsuringstolerante, noe som ga «dårlig» tilstand ved bruk av indeksen LACI-2. Dafnier ble observert i innsjøen. Den maksimale forekomsten av disse i pelagialen var på ca. 2%, som tilsier «god» tilstand (se vedlegg C). Disse indeksene for bunndyr og småkreps er ikke utviklet for humøse sjøer, og skal derfor ikke inngå i klassifiseringen av Sognevannet.

Av de fysiske-kjemiske forsuringsparameterne var det godt samsvar mellom pH og ANC, som begge lå i grenseområdet mellom «god» og «svært god» tilstand. Den maksimale konsentrasjonen av labilt aluminium (L-Al) ga noe dårligere resultat, slik at kvalitetselementet som helhet tilsa «god» tilstand.

I denne innsjøen ble det målt konsentrasjon av total fosfor i overkant av 10 µg/l. Dette gjorde at denne eutrofieringsparameteren ga samme resultat som forsuringsparameterne.

Det var et forbløffende godt samsvar mellom de ulike kvalitetselementene, hvor alle kom ut med mer eller mindre samme verdi. Tilfeldigheter spiller naturligvis inn her, men det tilsier likevel at den endelige klassifiseringen framstår temmelig sikker. Denne vurderingen styrkes av at målingene i perioden 2012-2014 ga samme tilstandsklasse (Schartau m.fl. 2016). Imidlertid øker det usikkerheten at tilstandsvurderingen kun er basert på fysiske-kjemiske kvalitetselementer.

Økologisk tilstand i 2017 fastsettes til «god».

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Labilt aluminium : 2

Typifisering: Ganske sikker : 1

Justering: 0 Labilt aluminium (L-Al) vurderes som en temmelig usikker parameter, og er her avgjørende for å trekke tilstandsvurderingen ned til «god». Svært god sammenheng mellom kvalitetselementene, og mellom resultatene i 2017 og i 2012-2014.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 2

**Tabell 7. SOGNEVANNET**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	1	SG	1,00	1,00
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	3,5	G	0,83	0,69
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	3,59	G	0,85	0,65
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1				
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2	0,86	D	0,41	0,37
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		G		0,68
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		G		0,68
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	10,9	G	0,46	0,69
Total nitrogen, µg/l	455	G	0,55	0,71
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		G		0,69
pH	6,1	G	0,89	0,78
ANC, µekv/l	81,3	SG	0,81	0,84
LAI, µg/l	50	M	0,05	0,45
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		G		0,69
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		G		0,69

## 4.5 Indre Espedalsvatnet

	Vannforekomst-ID	024-410-R
	Beliggenhet:	Hægebostad
	Vanntype (undertype):	Norsk type 14c
	Typebeskrivelse:	Skog, svært kalkfattig, humøs
	Høyde over havet(m):	289
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,341
	Påvirkning:	Biolok 3, forsurening

Vatnet ligger i Hægebostad kommune, vest for Snartemo og nær kommunegrensa mot Kvinesdal.

Innsjøen er plassert i vanntype 14, som tilsier at den er «svært kalkfattig» og «humøs». De fleste målinger av kalsium siden 2012 har vært i underkant av 0,5 mg/l, som forteller at innsjøen ligger nær undertypen 14b. Innholdet av organisk karbon (TOC) ble i 2012-2014 målt i intervallet 3,9 - 7,3 mg/l (Schartau m.fl. 2016), mens gjennomsnittet i 2017 var på 6,4 mg/l. Den ligger derfor heller ikke langt unna grensen til «klare» innsjøer (5 mg TOC/l), som ville gitt vanntype 13.

Det var svært godt samsvar mellom de tre bunndyrindeksene, som alle ga «svært dårlig» tilstand. I tillegg var nEQR-verdiene identiske med det som ble funnet i perioden 2012-2014. Indeksene MultiClear og LAMI er utviklet for kalkfattige og klare innsjøer og antas å være mindre egnet for humøse eller svært kalkfattige lokaliteter (Schartau m.fl. 2016). Usikkerheten i tilstandsvurderingen ut fra bunndyr er derfor større enn det gode samsvaret mellom indeksene skulle tilsa. Siden de anses som lite egnet for bruk i humøse vannforekomster, inkluderes ikke resultatene fra bunndyrparameterne i den endelige klassifiseringen. LACI-1 indeksen for småkreps kom vesentlig bedre ut enn bunndyrene. Det ble ikke funnet noen arter i kategorien «svært forsureningsfølsomme», men *Bythotrephes longimanus* og tre andre «moderat forsureningsfølsomme» arter ble registrert. Heller ikke denne indeksen gjelder for humøse innsjøer, og den inkluderes derfor heller ikke i tilstandsvurderingen.

Fosforkonsentrasjon var lav og ga beste tilstandsklasse for eutrofieringsparametere.

Parametere relatert til forsurening er imidlertid mer sentrale i Biolok-sjøene enn eutrofieringsparametere. Her var det også betydelig variasjon mellom de målte parameterne. pH og ANC kom begge ut bra, med henholdsvis «svært god» og «god» tilstand. Det maksimale innholdet av labilt aluminium var så høyt at det tilsa «svært dårlig» tilstand. Vurdert samlet ga de fysisk-kjemiske kvalitetselementene «god» tilstand.

Samsvaret med tidligere målinger er svært godt, både når det gjelder biologiske- og fysisk-kjemiske parametere. Dette øker tiltroen til den endelige klassifiseringen selv om det er betydelig sprik mellom de ulike parameterne som ble målt. I og med at biologiske kvalitetselementer ikke inngår i den endelige tilstandsvurderingen, må denne gjøres ut fra de fysisk-kjemiske parameterne alene. Totalt vurderer vi derfor at usikkerheten i klassifisering av økologisk tilstand i denne innsjøen er relativt høy.

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Labilt aluminium : 2

Typifisering: Nokså usikker : 2

Justering: 0 Labilt aluminium (L-Al) anses som en relativt usikker parameter. Den trekker tilstandsklassifiseringen ned til «god», men det er samme vurdering som parameteren ANC også gir. Betydelig sprik innad i- og mellom kvalitetselementer, men meget godt samsvar med tidligere år.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 4

<b>Tabell 8. INDRE ESPELANDSVATN</b>				
Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	0,25	SD	0,25	0,20
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	2,0	SD	0,48	0,17
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	2,69	SD	0,64	0,19
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1	0,19	SG	0,79	0,87
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		D		0,36
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		D		0,36
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	4,3	SG	1,18	1,00
Total nitrogen, µg/l	335	SG	0,75	0,87
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		SG		1,00
pH	5,4	SG	1,00	1,00
ANC, µekv/l	29	G	0,86	0,77
LAI, µg/l	68	SD	0,04	0,18
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		G		0,65
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		G		0,65

## 4.6 Saudlandsvatnet

	Vannforekomst-ID	024-482-R
	Beliggenhet:	Farsund
	Vanntype:(undertype):	Norsk type 6
	Typebeskrivelse:	Lavland, kalkfattig, klar
	Høyde over havet(m):	106
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,162
	Påvirkning:	Biolo 1, forsurening

Saudlandsvatn ligger nordvest for Åpta i Farsund kommune og er omgitt av blandingskog med mye eik. Rundt innsjøen er det noen nedlagte gårdsbruk og fritidseiendommer, men også noe fast bosetting. Vannet har vært brukt som referansevann for forsurening, med måleserier siden 1970-tallet. Det har aldri vært fisketomt, men fiskebestanden var i den verste forsuringstiden svært liten.

De fleste målingene av kalsium i perioden 2012-2014 var like i underkant av 1 mg/l (Schartau m.fl. 2016). Gjennomsnittet av tre målinger i 2017 var 0,87 mg Ca/l. Saudlandsvatn er kategorisert som en «kalkfattig» innsjø (innsjøtype 6), som skal ha et kalsiuminnhold på 1-4 mg/l. Den er dermed helt i grenseland mot «svært kalkfattige» innsjøer.

Det ble i utløpsbekken til Saudlandsvatn funnet et betydelig antall arter med indeksverdi 0,5 i Forsuringsindeks 1, men det var funn av døgnfluen *Cloeon* i litoralen, og av sneglen *Gyraulus acronicus* i utløpsbekken som ga maksimal verdi (1,0) for denne indeksen. Det var meget godt samsvar mellom bunndyrindeksene MultiClear og LAMI, som begge ga et resultat i øvre del av klassen «moderat». Det ble funnet fire forsuringfølsomme arter av småkreps, inklusive *Daphnia* som i perioder dominerte samfunnet av småkreps i pelagialen (vedlegg C). Fire forsuringstolerante arter ble også registrert, noe som ga en nEQR-verdi akkurat på grensen mellom klassene «dårlig» og «moderat». Samlet havnet kvalitetselementet «invertebrater» på «god» tilstand.

Fangst pr. innsatsenhet (CPUE) er brukt til å klassifisere ørretbestanden i innsjøen. Datagrunnlaget blir vurdert som godt, da det er utført prøvefiske annethvert år i hele perioden fra 1977 til 2015. CPUE-indeksen ble estimert til å være 24,4, noe som indikerer at tilstanden for fisk er «svært god». Det ble konstatert gyting i både innløps- og utløpsbekk i 2017. Tetthetsberegninger av ungfisk er ikke inkludert i tilstandsklassifiseringen, men resultatene fra elfiske er presentert i vedlegg D.

Det var meget godt samsvar mellom de fysisk-kjemiske forsuringparameterne, som alle ga «moderat» tilstand.

Selv om biologiske- og vannkjemiske kvalitetselementer kom ut med ulik klasse, må det sies å ha vært temmelig godt samsvar mellom dem. De sikreste bunndyrindeksene, MultiClear og LAMI, kom ut helt likt med vannkjemien, og nEQR-verdi for «invertebrater» var i nedre del av klassen «god».

Endelig tilstandsvurdering for 2017 ble «moderat» med fysisk-kjemiske forsuringparameterne som styrende kvalitetselement.

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Vannkjemi : 1

Typifisering: Nokså usikker : 2

Justering: 0 Godt samsvar mellom fysisk-kjemiske forsuringsparametere og bunndyrindekser.  
 Biologiske komponenter i samsvar med tidligere år, men vannkjemien ga noe dårligere resultat i 2017.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 2

**Tabell 9. SAUDLANDSVATN**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIC				
Vannplanter: forsuringsindeks, SIC				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsuringsindeks, Forsuringsindeks 1	1	SG	1,00	1,00
Bunnfauna: forsuringsindeks, MultiClear	3	M	0,71	0,56
Bunnfauna: forsuringsindeks, LAMI	3,41	M	0,81	0,59
Småkreps: forsuringsindeks, LACI-1				
Småkreps: forsuringsindeks, LACI-2	0,92	D	0,44	0,40
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		G		0,64
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR = 25-50	24,4	SG		0,90
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>		SG		0,90
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		G		0,64
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	4,6	G	0,65	0,75
Total nitrogen, µg/l	327	G	0,54	0,65
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		G		0,75
pH	5,8	M	0,83	0,57
ANC, µekv/l	19,1	M	0,53	0,46
LAI, µg/l	39	M	0,06	0,51
<b>Totalvurdering forsuringsparametere</b>		M		0,51
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		M		0,51



## 4.7 Ljosevatnet



Vannforekomst-ID	026-282-R
Beliggenhet:	Sokndal
Vanntype (undertype):	Norsk type 1b
Typebeskrivelse:	Lavland, svært kalkfattig, svært klar
Høyde over havet:	106
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,162
Påvirkning:	Biologisk 1, forurening

Ljosevatn ligger vest for Vinja ved Eiavatnet i Sokndal kommune. Det er ingen hytter eller fast bosetning rundt vannet, men mye bart fjell og lynghei.

Kalsiumkonsentrasjonen i innsjøen har konsekvent blitt målt i underkant av 0,5 mg/l. Innholdet av løst organisk innhold (TOC) er svært lavt, bare rett i overkant av 1 mg/l. Fastsettelse av vanntype 1b anses derfor som svært sikker.

Bunndyrfaunaen gir inntrykk av å være betydelig forurensningspåvirket. Artsmangfoldet er relativt stort, men praktisk talt alle artene blir karakterisert som forurensningstolerante. De eneste unntakene var vårfluen *Hydropsyche siltalai* som ble funnet både vår og høst i utløpsbekken, og sneglen *Gyraulus acronicus* som i bekken ble registrert i vårprøven. I selve innsjøen ble ingen forurensningsfølsomme arter funnet. Dette ga likevel bedre resultat for Forurensningsindeks 1 («moderat») enn de øvrige bunndyrindeksene. MultiClear og LAMI indikerte henholdsvis «svært dårlig» og «dårlig» tilstand. Av småkrepser ble det registrert to moderat forurensningsfølsomme arter; *Alona quadrangulis* og *Ceriodaphnia pulchella*. Dette var tilstrekkelig til at LACI-1 kom ut med «god» tilstand. Dafnier ble ikke funnet. En samlet tilstandsvurdering for kvalitetselementet «invertebrater» ble dermed «moderat».

Innholdet av fosfor var på ca. 3 µg/l, som er lavere enn referanseverdien for innsjøtype 1b.

Gjennomsnittlig pH var så lav som 5,2, men dette tilsier likevel «moderat» tilstand i denne vanntypen. Både ANC og labilt aluminium (L-Al) var imidlertid mer i overensstemmelse med bunndyrindeksene MultiClear og LAMI, og indikerte «svært dårlig» tilstand.

For perioden 2012-2014 var gjennomsnittlig nEQR-verdi for biologiske kvalitetselementer på 0,40, altså noe lavere enn i 2017. Det er imidlertid verdt å bemerke at indeksen for småkrepser ikke var inkludert før 2017. Alle bunndyrindeksene lå klart lavere i 2012-2014 enn de gjorde i 2017. For fysisk-kjemiske parametere var det motsatt. Disse kom ut noe bedre i 2012-2014 enn i 2017. Siden innsjøen ut fra biologien er klassifisert lavere enn «god» tilstand, påvirker imidlertid ikke de fysisk-kjemiske støtteparameterne den endelige klassifiseringen.

Mens Ljosevatn i 2012-2014 ble vurdert å ha en økologisk tilstand helt på grensen mellom «dårlig» og «moderat» tilstand, endte den i 2017 opp med «moderat» tilstand.

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Småkreps : 3


Typifisering: Ganske sikker : 1

Justering: 0 Småkreps avgjørende for å trekke den økologiske tilstanden fra «dårlig» til «moderat». Dette er en ny indeks som anses å ha høy usikkerhet. Godt samsvar med tidligere resultater, men ser ut til å ligge i grenseområdet mellom «dårlig» og moderat» tilstand.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 3

<b>Tabell 10. LJOSEVATN</b>				
<b>Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).</b>				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	0,75	M	0,75	0,60
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	2,0	SD	0,48	0,17
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	2,91	D	0,69	0,30
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1	0,15	G	0,64	0,77
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		M		0,46
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		M		0,46
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	3,2	SG	1,25	1,00
Total nitrogen, µg/l	297	SG	0,67	0,84
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		SG		1,00
pH	5,2	M	0,81	0,43
ANC, µekv/l	-27,4	SD	0,58	0,17
LAI, µg/l	57	SD	0,04	0,14
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		D		0,25
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		M		0,46

## 4.8 Dybingsvatnet

	Vannforekomst-ID	026-6156-L
	Beliggenhet:	Lund
	Vanntype (undertype):	Norsk type 1c
	Typebeskrivelse:	Lavland, svært kalkfattig, svært klar
	Høyde over havet(m):	177
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,009
	Påvirkning:	Biolo 3, forsuring

Dybingsvatnet ligger vest for E39 og Heskestad i Lund kommune. Vannet er ca. 1 km<sup>2</sup> stort, med bratte strender langs store deler av innsjøen. Skogen som omgir vannet er for det meste bjørkeskog.

I Dybingsvatnet ligger målingene av kalsium både i 2013 og 2017 noe i overkant av 0,5 mg/l, mens innholdet av løst organisk karbon (TOC) er godt under 5 mg/l. Det er således liten tvil om at vanntype 1c er den korrekte for denne innsjøen.

Av bunndyr med en viss følsomhet for forsuring ble det kun funnet to arter av vårfluer. *Lepidostoma hirtum* ble funnet i litoral av innsjøen, mens *Tinodes waeneri* ble funnet både i innsjøen og i utløpsbekken. Begge disse har en indeksverdi på 0,5 i Forsuringsindeks 1, men denne indeksen kom like fullt ut i tilstandsklassen «dårlig». De to andre bunndyrindeksen indikerte henholdsvis «svært dårlig» (MultiClear) og «moderat» (LAMI) tilstand. Av småkreps ble hele fire forsuringfølsomme arter registrert, inklusiv vannloppene *Daphnia longispina* og *Bythotrephes longimanus*. Indeksen for småkreps viste derfor «svært god» tilstand. Alle disse fire artene har blitt observert i innsjøen tidligere. Samlet kom kvalitetselementet «invertebrater» ut med en «moderat» økologisk tilstand.

Innsjøen har opprinnelig hatt bestander av både ørret og røye. Røyebestanden er ifølge tidligere undersøkelser gått tapt, og det ble heller ikke påvist røye under prøvefisket i 2017. På bakgrunn av denne informasjonen er det regnet ut NEFI-indeks for innsjøen. Indeksen ble i 2013 estimert til å være 0,57 noe som tilsvarer en nEQR-verdi på 0,45, «moderat» tilstand (Schartau m.fl. 2016). Siden det ikke har skjedd noen endringer av arts- og dominansforhold i innsjøen siden 2013, forblir verdien den samme. CPUE-verdien i 2017 er en del høyere enn tidligere år. Det kun er gjennomført prøvefiske to ganger tidligere i innsjøen. Det er dermed vanskelig å si om verdien i 2017 er innenfor fiskepopulasjonen naturlige svingning. CPUE for ørret blir derfor ikke inkludert i endelig tilstandsklassifisering av innsjøen. Det ble konstatert gyting i både innløps- og utløpsbekk i 2017. Tetthetsberegninger av ungfisk er heller ikke inkludert i tilstandsklassifiseringen, men resultatene fra elfiske er presentert i vedlegg D.

Som for de biologiske parameterne, var det også innen de fysisk-kjemiske betydelig variasjon. En pH-verdi på 5,7 ga «moderat» tilstand, mens syrenøytraliserende kapasitet (ANC) indikerte at denne var «dårlig». En høy maksimalverdi for labilt aluminium (L-Al) på 48 µg/l ga «svært dårlig» tilstand. Totalt kom det fysisk-kjemiske kvalitetselementet ut dårligere enn de biologiske, men trekker ikke innsjøen ytterligere ned i klassifiseringen, siden de biologiske elementene allerede var på «moderat» tilstand.

Resultatene i 2017 ga gjennomgående lavere nEQR-verdier enn i 2013, både for de biologiske- og de fysisk-kjemiske parameterne. Innsjøen holdt seg imidlertid fortsatt i tilstandsklassen «moderat».

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Invertebrater : 3

Typifisering: Ganske sikker : 1

Justering: 0 Både LACI-1 og MultiClear anses som usikre i svært kalkfattige innsjøer. Her dro de i hver sin retning. Det var temmelig godt samsvar i nEQR-verdi mellom biologi og vannkjemi i 2017. Innsjøen undersøkes sjelden, men det var god overensstemmelse med resultatene fra 2013.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 3

**Tabell 11. DYBINGSVATNET**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsuringindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsuringindeks, Forsuringindeks 1	0,50	D	0,50	0,40
Bunnfauna: forsuringindeks, MultiClear	1,5	SD	0,36	0,13
Bunnfauna: forsuringindeks, LAMI	3,11	M	0,74	0,44
Småkreps: forsuringindeks, LACI-1	0,22	SG	0,93	0,96
Småkreps: forsuringindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		M		0,48
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)	0,57	M	0,57	0,45
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR = 25-50	48,3	SG		0,90
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>		M		0,45
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		M		0,45
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	7,0	G	0,57	0,78
Total nitrogen, µg/l	290	G	0,69	0,85
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		G		0,78
pH	5,7	M	0,86	0,53
ANC, µekv/l	-1,77	D	0,70	0,37
LAI, µg/l	48	SD	0,05	0,17
<b>Totalvurdering forsuringparametere</b>		D		0,36
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		M		0,45

## 4.9 Lomstjørne

	Vannforekomst-ID	027-237-R Lomstjørne
	Beliggighet:	Bjerkreim
	Vanntype (undertype):	Norsk type 16
	Typebeskrivelse:	Skog, kalkfattig, klar
	Høyde over havet(m):	242
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,062
	Påvirkning:	Bioloek 2, forsuring

Lomstjørne ligger nær fylkesvei 112 i Bjerkreim kommune og er i vest omgitt av sauebeite og i øst av bratt lauvskog med bjørk og ur. Vannet ble kalket første gang i 1996. Da var pH målt til 5,4. Siden 1997 har pH variert mellom 6,0 og 6,7. Fra negativ verdi i 1996 har ANC steget til mellom 50 og 100  $\mu\text{ekv/l}$ .

I 2017 var gjennomsnittlig kalsiumkonsentrasjon i Lomstjørne på 0,83 mg/l. I målingene som ble gjort i perioden 2012–2014 lå imidlertid disse i intervallet 0,95 – 1,58 mg/l (Schartau m.fl. 2016). Det er ikke kjent hvorfor målingene var lavere i 2017. Det er dermed liten tvil om at innsjøen bør kategoriseres som «kalkfattig», men ved senere undersøkelser er det verdt å legge merke til om det kan være tegn til at kalsiuminnholdet er fallende. Konsentrasjonen av totalt organisk karbon (TOC) ligger i Lomstjørne typisk mellom 2 og 4 mg/l, og den faller dermed opplagt innunder «klare» innsjøer. Plassering av innsjøen i vanntype 16 må betraktes som temmelig sikker.

Det ble funnet et betydelig antall forsuringfølsomme arter både blant bunndyr og småkreps. Dafnier ble registrert i pelagiske prøver, med en maksimal andel på ca. 3% (se vedlegg C). Alle bunndyrindeksene ga beste klasse, mens småkrepsindeksen LACI-2 ga tilstandsklasse «god». Som den eneste innsjøen i denne undersøkelsen ga det tilstandsklassen «svært god» for kvalitetselementet «invertebrater».

Ørret er den eneste arten i innsjøen, og CPUE er brukt til brukt til å klassifisere bestanden. Kvaliteten på datagrunnlaget blir vurdert som høyt siden det forekommer data fra fire tidligere prøvefiske i innsjøen. CPUE ble estimert til 49,5 noe som indikerer at tilstanden for fisk er «svært god». Ut fra dette resultatet ser det også ut som bestanden har økt siden 2009 og frem til i dag. Det ble konstatert gyting i både innløps- og utløpsbekk i 2017. Ttthetsberegninger av ungfisk er ikke inkludert i tilstandsklassifiseringen, men resultatene fra elfiske er presentert i vedlegg D.

Variasjonen mellom de fysisk-kjemiske parameterne knyttet til forsuring var relativt liten. Den høyeste målingen av labilt aluminium (L-Al) tilsa «moderat» tilstand, mens både pH og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) havnet i tilstandsklasse «god». En fosforkonsentrasjon i overkant av 6  $\mu\text{g/l}$  ga også «god» økologisk tilstand. Totalt sett ga vannkjemiske parametere både for eutrofiering og forsuring «god» tilstand.

I Lomstjørne ble de fysisk-kjemiske kvalitetselementene styrende for den endelige klassifiseringen av innsjøen, som i 2017 ble fastsatt til «god». nEQR-verdiene for vannkjemi var i 2017 gjennomgående noe lavere enn i perioden 2012–2014, men for øvrig var det svært godt samsvar mellom resultatene.

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Vannkjemi : 1

Typifisering: Ganske sikker : 1

Justering: 0 Godt samsvar mellom de fysiske-kjemiske parameterne som ble styrende her. Meget god overensstemmelse også mellom resultatene fra 2017 og de fra 2012-2014, både med hensyn til biologiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 1

**Tabell 12. LOMSTJØRNI**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	1	SG	1,00	1,00
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	4,5	SG	1,07	1,00
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	4,15	SG	0,99	0,96
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1				
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2	1,73	G	0,83	0,75
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		SG		0,93
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR ≥ 50	49,5	SG		0,90
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		SG		0,90
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	6,2	G	0,49	0,73
Total nitrogen, µg/l	240	SG	0,63	0,81
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		G		0,73
pH	6,3	G	0,90	0,71
ANC, µekv/l	51	G	0,67	0,71
LAI, µg/l	39	M	0,06	0,51
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		G		0,65
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		G		0,65



## 4.10 Stakksheitja

	Vannforekomst-ID	028-113-R
	Beliggenhet:	Gjesdal
	Vanntype (undertype):	Norsk type 13c
	Typebeskrivelse:	Skog, svært kalkfattig, klar
	Høyde over havet(m):	318
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,115
	Påvirkning:	Biolo 3, forsuring

Stakksheitja ligger øst for Gjesdal i Gjesdal kommune. Vannprøver fra 2001 - 2009 viser at ANC verdien har variert mellom - 3 og 16  $\mu\text{ekv/l}$  og pH har i samme tidsrom variert fra 5,3 til 5,9. Vannet var ikke med i basisovervåkingen i perioden 2012-2014.

Innsjøen er ikke typifisert tidligere. Den ligger i høyderegionen «skog» (200 - 800 moh.). Målinger av totalt organisk karbon (TOC) lå i perioden 2001-2009 på mellom 0,9 og 2,2 mg/l, mens disse var på 1,9 og 3,2 i 2017. I tillegg er alle målinger av kalsium langt under 1 mg/l. Dette gir vanntype 13, «skog, svært kalkfattig, klar».

For svært kalkfattige innsjøer er det laget undertyper basert på kalsiuminnhold. I Stakksheitja ble kalsium målt til verdier på 0,44 - 0,60 mg/l i 2001 - 2009. To målinger i 2017 ga henholdsvis 0,59 og 0,42 mg/l. Grenseverdien for kalsium mellom vanntype 13b og 13c går ved 0,5 mg/l. Stakksheitja ligger akkurat på denne grensen. I slike tilfeller skal vanntypen med strengest grenseverdier velges. Dette gjør at vi plasserer innsjøen i vanntype 13c.

Under kvalitetselementet «invertebrater» kom bunndyrindeksen LAMI og småkrepsindeksen LACI-1 omtrent likt ut, og med nEQR-verdier som tilsa «moderat» økologisk tilstand. I utløpsbekken ble den moderat forsuringfølsomme vårfluen *Hydropsyche siltalai* og steinfluen *Isoperla grammatica* funnet. Det ble også observert ett individ av døgnfluen *Baetis rhodani*, som gjorde at Forsuringsindeks 1 kom ut med maksimal verdi (1,0). Usikkerheten i resultatene fra bunndyrindeksen MultiClear anses å være større i «svært kalkfattige» innsjøer enn i «kalkfattige». Denne indeksen ga svært lav score i Stakksheitja, tilsvarende «svært dårlig» tilstand. Ved at denne indeksen og Forsuringsindeks 1 trakk i hver sin retning, ble imidlertid gjennomsnittet for kvalitetselementet som helhet «moderat» tilstand.

Ved prøvetakingene i juli og oktober ble pH målt til henholdsvis 6,0 og 5,7, noe som tilsier «svært god» tilstand for denne vanntypen. Syrenøytraliserende kapasitet ble i gjennomsnitt målt til 29,6 som tilsvarer «god» tilstand, og som er klart høyere enn noen målinger i perioden 2001-2009. Innholdet av labilt aluminium (L-Al) i 2017 ga «moderat» tilstand.

Kvalitetselementet «invertebrater» ble styrende for den endelige tilstandsvurderingen av innsjøen, som i 2017 endte på «moderat».

De vannkjemiske parameterne indikerer at det har vært en positiv utvikling i innsjøen fra 2009 og fram til i dag.



**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Invertebrater : 2

Typifisering: Nokså usikker : 2

Justering: +1 Det er godt samsvar mellom parameterne på vannkjemi, og disse kommer totalt ut med «god tilstand». Betydelig variasjon mellom de biologiske indeksene. Mangel på data å sammenlikne med øker usikkerheten i tilstandsvurderingen.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 5

**Tabell 13. STAKKSHEITJA**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	1	SG	1,00	1,00
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	1,5	SD	0,36	0,13
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	3,40	M	0,81	0,58
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1	0,10	M	0,42	0,50
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		M		0,55
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		M		0,55
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	3,5	SG	0,86	0,93
Total nitrogen, µg/l	240	SG	0,63	0,81
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		SG		0,93
pH	5,9	SG	0,93	0,82
ANC, µekv/l	29,6	G	0,89	0,79
LAI, µg/l	17	M	0,15	0,54
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		G		0,72
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		M		0,55

## 4.11 Rundavatnet

	Vannforekomst-ID	031-131-R
	Beliggenhet:	Forsand
	Vanntype (undertype):	Norsk type 13a
	Typebeskrivelse:	Skog, svært kalkfattig, klar
	Høyde over havet(m):	552
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,153
	Påvirkning:	Biolog 3, forsuring

Rundavatnet ligger på heia øst for Lysefjorden i Forsand kommune og er omgitt av åpen hei, myr og bjørkeskog.

Både i 2017 og i 2013 var alle målinger av kalsium i Rundavatnet under 0,25 mg/l, mens innholdet av organisk karbon (TOC) var mellom 2 og 4 mg/l (Schartau m.fl. 2016). Det er derfor liten tvil om at innsjøen er «svært kalkfattig» og at innholdet av TOC ligger i intervallet 2-5 mg/l. Dette gir vanntype 13. Med en kalsiumkonsentrasjon klart under 0,25 mg/l, er det tilsvarende liten tvil om at den skal plasseres i undertype 13a.

I perioden 2012-2014 var det ingen bunndyr, verken i innsjøens litoralsone eller i utløpsbekken, som hadde en indeksverdi over 0 (null) i Forsuringsindeks 1 (Schartau m.fl. 2016). I 2017 ble det funnet tre individer av ertemusling (*Pisidium*) i litoralsonen, noe som resulterte i en score på denne indeksen på 0,25. Dette tilsier imidlertid fortsatt «svært dårlig» tilstand. Det samme resultatet ga også bunndyrindeksene MultiClear og LAMI. Dette er også i god overensstemmelse med det som ble funnet i 2013. Småkrepsindeksen LACI-1 er ikke benyttet tidligere, og denne ga et klart bedre resultat. Ett individ av den svært forsuringfølsomme arten *Daphnia longispina* ble registrert i prøven fra pelagialen. Denne arten er også tidligere funnet i Rundavatn. To arter i kategorien «moderat forsuringfølsomme» ble også funnet. Dette ga «svært god» tilstand ut fra småkreps-indeksen, men kvalitetselementet «invertebrater» som helhet ga en «dårlig» økologisk tilstand.

Referanseverdien for pH er så lav som 5,1 i denne vanntypen. I 2017 var gjennomsnittet av pH-målingene i Rundavatnet på 5,75 som ga «svært god» tilstand. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ga samme resultat, mens en maksimal konsentrasjon av labilt aluminium (L-Al) på 21 µg/l tilsa «dårlig» tilstand. Sett under ett ga de vannkjemiske parameterne «god» økologisk tilstand.

I 2013 var det maksimalt sprik mellom de biologiske og de fysisk-kjemiske kvalitetselementene, hvor de biologiske ga «svært dårlig» tilstand, mens de fysisk-kjemiske ga «svært god». I 2017 var det fortsatt stort avvik mellom disse, men indeksen LACI-1 trakk de biologiske opp til «dårlig», mens høyere innhold av labilt aluminium trakk de vannkjemiske ned til «god». Likevel tilsier dette at det er betydelig usikkerhet om hva som er den korrekte tilstandsklassen for denne innsjøen.

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Invertebrater : 3

Typifisering: Ganske sikker : 1

Justering: +1 MultiClear og LAMI regnes som mer usikre i «svært kalkfattige» innsjøer. LACI-1 er en ny indeks med høy usikkerhet, men den trekker biologien mer i retning av de vannkjemien. Stort avvik mellom kvalitetselementene både i 2017 og i 2013 gjør at vi justerer usikkerheten fra 3 til 4.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 4

<b>Tabell 14. RUNDAVATNET</b>				
<b>Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).</b>				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	0,25	SD	0,25	0,20
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	1,5	SD	0,36	0,13
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	2,68	SD	0,64	0,19
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1	0,18	SG	0,74	0,84
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		D		0,34
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR =				
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		D		0,34
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	3,3	SG	0,91	0,96
Total nitrogen, µg/l	315	G	0,48	0,72
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		SG		0,96
pH	5,8	SG	1,12	1,00
ANC, µekv/l	23,4	SG	1,07	1,00
LAI, µg/l	21	M	0,12	0,46
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		G		0,72
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		D		0,34

## 4.12 Heimre Flogvatn

	Vannforekomst-ID	026-557-R
	Beliggenhet:	Sirdal
	Vanntype (undertype):	Norsk type 20b
	Typebeskrivelse:	Fjell, svært kalkfattig, svært klar
	Høyde over havet(m):	873
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,344
	Påvirkning:	Biolo 3, forsuring

Heimre Flogvatn ligger i Sirdal kommune langs fylkesvei 987, Brokke - Suleskard. Den er omgitt av blåbær-blålynghei og noe myr.

Denne innsjøen er karakterisert som «svært kalkfattig» og «svært klar». I 2013 og 2017 ga alle målingene av organisk karbon (TOC) verdier mellom 1,1 mg/l og 1,7 mg/l. Tilsvarende ble kalsiumkonsentrasjon målt til 0,29-0,31 mg/l i 2013 og 0,26-0,27 mg/l i 2017. Dette skulle klart tilsi at den faller i vanntype 20b. Innsjøen ligger nesten 900 moh., altså i høyderegionen som defineres som «fjell». Denne øker trolig usikkerheten i tilstandsvurderinger basert på biologiske parametere.

Steinfluen *Diura nanseni* ble funnet både i innsjøens litoralsone og i utløpsbekken. Forsuringsindeks 1 kom dermed ut med en verdi på 0,5, som er det samme som den gjorde i 2013. Bunndyrindeksen MultiClear hadde også samme verdi begge årene (1,0), men ga en så lav nEQR-verdi som 0,09. Både bunndyrindeksen LAMI og småkrepsindeksen LACI-1 tilsa en tilstand i grenseland mellom «dårlig» og «moderat». Diversiteten av småkreps var lav i denne innsjøen. Av noe forsuringfølsomme arter ble kun hoppekrepsen *Eucyclops serrulatus* funnet, mens det ikke ble registrert dafnier i noen av prøvene. Tilstandsvurderingen ut fra kvalitetselementet «invertebrater» endte som i 2013 på «dårlig».

Ørret er dominerende art i innsjøen og fangst pr. innsatsenhet (CPUE) er brukt til å klassifisere bestanden. Kvaliteten på datagrunnlaget blir vurdert som høyt siden det forekommer data fra fire tidligere prøvefiske i innsjøen. CPUE-indeksen ble estimert til 28,4, noe som tilsier at tilstanden for fisk er «svært god». Indeksen ligger noe høyere enn tidligere år, som kan tyde på at bestanden har økt de siste årene. Det ble konstatert gyting på utløpsbekken i 2017. Tetthetsberegninger av ungfisk er ikke inkludert i tilstandsklassifiseringen, men resultatene fra elfiske er presentert i vedlegg D.

Akkurat som i 2013 tilsa vannkjemiske parametere gjennomgående bedre tilstand enn de biologiske. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ga i 2017 «svært god» tilstand, mens en gjennomsnittlig pH på 6,1 for denne vanntypen gir «god» tilstand. Til tross for at labilt aluminium (L-Al) ga en vesentlig lavere nEQR-verdi, kom de fysiske-kjemiske kvalitetselementene totalt sett ut med «god» tilstand. Dette er det samme som i 2013 (Schartau m.fl. 2016).

Det var meget godt samsvar mellom resultatene i 2013 og i 2017, men begge årene var det en forskjell på to tilstandsklasser mellom biologiske og fysiske-kjemiske kvalitetselementer. Ved bruk av prinsippet om «verste styrer» var det i begge tilfellene kvalitetselementet «invertebrater» som ble styrende, og endelig tilstandsvurdering for innsjøen ble da «dårlig».

**Usikkerhet:**

Viktigste parametere: Invertebrater : 3

Typifisering: Ganske sikker : 1

Justering: +1 MultiClear og LAMI regnes som mer usikre i «svært kalkfattige» innsjøer og LACI-1 er en ny indeks med høy usikkerhet. Både for de biologiske og de vannkjemiske parameterne var det meget godt samsvar mellom resultatene i 2013 og i 2017, men høyderegion «fjell» øker usikkerheten.

Endelig vurdering av usikkerhet (skala 1-6) : 4

**Tabell 15. HEIMRE FLOGVATN**

Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parameter som absoluttverdi, tilstandsklasse, EQR verdi og normalisert EQR verdi, og samlet for hele vannforekomsten nederst i tabellen. Den samlede vurderingen er basert på det verste styrer prinsippet. Indekser og parametere uten farge angir manglende data eller data som er for usikre til å inkluderes i totalvurderingen. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>				
Plantep plankton: klorofyll-a, µg/l				
Plantep plankton: totalt volum, mm <sup>3</sup> /l				
Plantep plankton: trofisk indeks, PTI				
Plantep plankton: Cyano <sub>max</sub> , mm <sup>3</sup> /l				
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>				
Vannplanter: trofisk indeks, TIc				
Vannplanter: forsursingsindeks, SIc				
<b>Totalvurdering vannplanter</b>				
Bunnfauna: forsursingsindeks, Forsursingsindeks 1	0,5	D	0,50	0,40
Bunnfauna: forsursingsindeks, MultiClear	1,0	SD	0,24	0,09
Bunnfauna: forsursingsindeks, LAMI	2,96	D	0,71	0,34
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-1	0,08	M	0,35	0,42
Småkreps: forsursingsindeks, LACI-2				
<b>Totalvurdering invertebrater</b>		D		0,31
Fisk: endring fiskesamfunn: NEFI: (generell)				
Fisk: fangstutbytte ørret: CPUE (forsuring/hymo); OR ≤ 25	28,42	SG		0,90
Fisk: bestandsnedgang (%) (forsuring/hymo); datagrunnlag =				
<b>Totalvurdering fisk</b>				
<b>Totalvurdering biologiske kvalitetselementer</b>		D		0,31
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>				
Total fosfor, µg/l	3,4	G	0,60	0,75
Total nitrogen, µg/l	115	SG	1,09	1,00
Siktedyp, m				
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		G		0,75
pH	6,1	G	0,95	0,78
ANC, µekv/l	21,9	SG	0,98	0,94
LAI, µg/l	16	D	0,16	0,21
<b>Totalvurdering forsursingsparametere</b>		G		0,64
<b>Totalvurdering for vannforekomsten</b>		D		0,31

## 4.13 Økologisk tilstand alle innsjøer – vurdering av usikkerhet

**Kalkfattige innsjøer:** Av de 11 innsjøene i denne undersøkelsen, var fire definert som «kalkfattige». Dette var Bjorvatn, Sognevannet, Saudlandsvatnet og Lomstjørne. I Sognevannet ga de biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene samme resultat, mens i de tre øvrige var det vannkjemien som kom ut med lavest nEQR-verdier. Dette justerte den endelige tilstandsklassifiseringen i Lomstjørne ned fra «svært god» til «god», mens Bjorvatn og Saudlandsvatn ble trukket ned fra «god» til «moderat» tilstand.

I de «kalkfattige» innsjøene var det gjennomgående Forsuringsindeks 1 som ga best score av de biologiske parameterne, mens småkrepsindeksen LACI-2 ga dårligst. Bunndyrindeksene MultiClear og LAMI kom ut temmelig likt. Av de kjemiske parameterne var det innholdet av labilt aluminium som i alle innsjøene, unntatt Saudlandsvatnet, indikerte sterkest grad av forsurening. Det var meget godt samsvar mellom de beregnede nEQR-verdiene for pH og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i alle disse innsjøene.

Ved endelig klassifisering av de «kalkfattige» innsjøene kom Lomstjørne og Sognevannet ut med «god» tilstand, mens den økologiske tilstanden i Bjorvatn og Saudlandsvatnet ble fastsatt til «moderat» (tab. 16). Dette er det samme som resultatene i 2012-2014 viste, unntatt i Saudlandsvannet som i 2017 lå en klasse lavere nå enn i perioden 2012-2014 (Schartau m.fl. 2016).

**Svært kalkfattige innsjøer:** Til forskjell fra de kalkfattige innsjøene, var det i de sju innsjøene definert til å være «svært kalkfattige» i hovedsak de biologiske parameterne som var styrende for den endelige tilstandsklassifiseringen.

Dette var tilfellet i alle de tre innsjøene som i tillegg til å være «svært kalkfattige» også ble karakterisert som «klare». Lille Hovvatn, Stakkheitja og Rundavatnet hadde alle klart lavere nEQR-verdi for de biologiske kvalitetselementene enn for de fysisk-kjemiske. Det samme var tilfellet i den «svært klare» fjellsjøen Heimre Flogvatn. Indre Espedalsvatn er en humøs innsjø. Her ble endelig tilstandsvurdering «god», som er fastsatt ut fra fysisk-kjemiske kvalitetselementer alene.

I de to andre innsjøene som ble definert som «svært klare», Ljosevatn og Dybingsvatnet, var det igjen vannkjemiske parametere som ga de laveste nEQR-verdiene. I begge disse ga imidlertid de biologiske kvalitetselementene «moderat» økologisk tilstand, og de ble da ikke trukket ytterligere ned av de fysisk-kjemiske støtteparameterne.

I de «svært kalkfattige» innsjøene var det innad i kvalitetselementet «invertebrater» småkrepsindeksen LACI-1 som kom best ut i samtlige innsjøer, unntatt i Stakkheitja. Tilsvarende kom bunndyrindeksen MultiClear dårligst ut i alle innsjøene unntatt i Lille Hovvatn.

Blant de fysisk-kjemiske parameterne var det innholdet av labilt aluminium som ga lavest nEQR-verdier i samtlige av innsjøene. Igjen var det godt samsvar mellom pH og ANC, selv om pH i de fleste tilfellene kom ut med noe høyere nEQR-verdier.

Tilstanden i de «svært kalkfattige» innsjøene var gjennomgående dårligere enn i de «kalkfattige». Indre Espedalsvatn ble ut fra fysisk-kjemiske parametere alene vurdert å ha «god» økologisk tilstand, i Dybingsvatnet, Stakkheitja og Ljosevatn ble denne fastsatt til «moderat» økologisk tilstand, mens

endelig tilstand i alle de øvrige innsjøene (Lille Hovvatn, Rundavatnet og Heimre Flogvatn) ble vurdert til å være «dårlig» (tab. 16).

2017 er det første året hvor småkrepsindeksen LACI inngår i beregningene av økologisk tilstand. Den inkluderes sammen med tre ulike bunndyrindekser i det kvalitetselementet som nå blir kalt «invertebrater». Det er varianten LACI-1 som skal benyttes i de svært kalkfattige innsjøene, mens LACI-2 benyttes i de kalkfattige. Samsvaret mellom dem virker å være relativt dårlig. Det ser vi ved at LACI-1 i «svært kalkfattige» innsjøer gjennomgående bidrar til høyere nEQR-verdi for kvalitetselementet «invertebrater», mens LACI-2 bidrar til *lavere* nEQR-verdier for dette kvalitetselementet i de «kalkfattige» innsjøene.

Bunndyrindeksene MultiClear og LAMI er utviklet for innsjøer med et kalsiuminnhold på over 1 mg/l, og anses derfor for å være mer usikre når de benyttes i de som er «svært kalkfattige» (Schartau m.fl. 2016). Resultatene kan også tyde på at særlig MultiClear gir for lave nEQR-verdier i de mest kalkfattige innsjøene. Mens det gjennomgående var god overenstemmelse mellom LAMI og MultiClear i innsjøene med ca. 1 mg Ca/l, var MultiClear den delindeksen i kvalitetselementet «invertebrater» som ga lavest nEQR-verdier i alle de «svært kalkfattige» unntatt i Lille Hovvatn.

Samlet nEQR-verdi for de vannkjemiske forsuringsparameterne var i gjennomsnitt temmelig lik for de «kalkfattige» og de «svært kalkfattige» innsjøene. For kvalitetselementet «invertebrater» var det imidlertid betydelig forskjell mellom disse innsjøtypene. For de «kalkfattige» sjøene lå nEQR-verdien for «invertebrater» i gjennomsnitt 28% høyere enn den for de vannkjemiske parameterne, mens tilsvarende nEQR-verdi lå 26% *lavere* i de «svært kalkfattige» innsjøene. Dersom dette skulle være et gjennomgående trekk for alle Økoforsk-områdene, kan det tyde på at de fastsatte klassegrensene for «invertebrater» gir utslag i en noe strengere vurdering av «svært kalkfattige» innsjøer enn av «kalkfattige».

Indeksene for fisk og eutrofiparameteren total fosfor hadde svært liten innflytelse på den endelige klassifiseringen av innsjøene. Unntakene var Dybingsvatnet der fiskeindeksene ga en nEQR-verdi som tilsa «moderat» tilstand, noe også «invertebrater» gjorde, og Sognevannet der total fosfor ga samme nEQR-verdi (0,69) som forsuringsparameterne.

For flere av innsjøene i denne undersøkelsen er det usikkerhet rundt valg av rett vanntype. Dette kan ha stor innvirkning på den endelige tilstandsvurderingen. Denne problematikken er kommentert i avsnitt 4.1, og under avsnittene for hver enkelt innsjø. Begrunnelsen for usikkerheten som er angitt i tabell 16 er gitt i teksten for den enkelte innsjø i avsnittene 4.2 - 4.12.

**Tabell 16. Samlet økologisk tilstand og tilstand pr. kvalitetselement for alle innsjøene i basisovervåkingen i ØKOFERSK 2017.**

Alle verdier er gitt som nEQR og farge angir tilstandsklasse (ikke brukt for kvalitetselementer der tilstandsklassifiseringen anses som svært usikker jf. kap. 3.9.2).

Påvirkning: E= Eutrofiering, F = Forsuring. IN = Invertebrater, FI = Fisk, VK-E = Vannkjemisk eutrofi, VK-F = Vannkjemisk forsuring. Usikkerhet: Skala 1 - 6, økende usikkerhet med økende verdi

Innsjø	Påvirkn.	Norsk type	Beskrivelse	H.o.h. (m)	IN	FI	VK-E	VK-F	Totalt	Usikkerhet
Bjorvatn	F	16	Kalkfattig, klar	200-800	0,69		0,97	0,46	0,50	3
Lille Hovvatn	F	13b	Svært kalkfattig, klar	200-800	0,32		0,88	0,45	0,32	4
Sognevann	F/E	17	Kalkfattig, humøs	200-800	0,68		0,69	0,69	0,69	2
Indre Espelandsvatn	F	14c	Svært kalkfattig, humøs	200-800	0,36		1,00	0,65	0,65	4
Saudlandsvatn	F	6	Kalkfattig, klar	200-800	0,64	0,90	0,75	0,51	0,51	2
Ljosevatn	F	1b	Svært kalkfattig, svært klar	0-200	0,46		1,00	0,25	0,46	3
Dybingsvatnet	F	1c	Svært kalkfattig, svært klar	0-200	0,48	0,45	0,78	0,36	0,45	3
Lomstjørne	F	16	Kalkfattig, klar	0-200	0,93	0,90	0,73	0,65	0,65	1
Stakksheitja	F	13c	Svært kalkfattig, klar	200-800	0,55		0,93	0,72	0,55	5
Rundavatnet	F	13a	Svært kalkfattig, klar	200-800	0,34		0,96	0,72	0,34	4
Heimre Flogvatn	F	20b	Svært kalkfattig, svært klar	> 800	0,31	0,90	0,75	0,64	0,31	4



## 5. Referanser

- Błędzki LA & Rybak JI (2016). Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida) Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Springer Verlag.
- Bohlin T, Hamrin S, Heggeberget TG, Rasmussen G & Saltveit SJ (1989). Electrofishing Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologica* 173: 9-43.
- Direktoratsgruppa, vanndirektivet (2013). Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Forseth T & Forsgren E (red.) (2008). El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. 74 s.
- Hindar A & Larssen T (2005). Modifisering av ANC- og tålegrenseberegninger ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport 5030: 38 s.
- Lyche Solheim A, Schartau AK, Bongard T, Edvardsen H, Jensen TC, Mjelde M, Persson J, Saksgård R, Sandlund OT & Skjelbred B (2016). ØKOFERSK: Basisovervåking av utvalgte innsjøer 2015. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht vannforskriften. Miljødirektoratet, rapport M-580, 142 s.
- Sandlund OT (red.), Bergan MA, Brabrand Å, Diserud O, Fjeldstad HP, Gausen D, Halleraker JH, Haugen T, Hegge O, Helland IP, Hesthagen T, Nøst T, Pulg U, Rustadbakken A & Sandøy S (2013). Vannforskriften og fisk - forslag til klassifiseringssystem. (The Water Framework Directive and fish - proposal for classification parameters and indices.). Miljødirektoratet, rapport M22-2013, 60 s.
- Schartau AK, Fjellheim A, Garmo Ø, Halvorsen GA, Hesthagen T, Saksgård R, Skancke LB, Walseng B (2016). Effekter av langtransporterte forurensninger i norske innsjøer - forurensningstilstand og trender. Inkludert nye overvåkingsdata fra 2012-2014. Miljødirektoratet, rapport M-503. 182 s.
- Schartau AK, Lyche Solheim A, Bongard T, Bækkeli, KAE, Dahl-Hansen G, Dokk JG, Edvardsen H, Gjelland KØ, Hobæk A, Jensen TC, Jonsson B, Mjelde M, Mølversmyr Å, Persson J, Saksgård R, Sandlund OT, Skjelbred B, Walseng B (2017). ØKOFERSK: Basisovervåking av utvalgte innsjøer 2016. Overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht vannforskriften. Miljødirektoratet, rapport M-758. 175 s.
- Zippin C (1958). The removal method and population estimation. *Journal of wildlife management* 22: 82-90.

## 6. Vedlegg

### 6.1 Vedlegg A. Vanntemperatur og oksygen

	Temp. °C	Oksygen % metning
<b>Bjørvatn</b>		
08.05.2017	11,2	109,0
03.07.2017	17,3	96,2
09.10.2017	10,1	99,4
<b>Lille Hovvatn</b>		
08.05.2017	10,4	110,0
03.07.2017	16,0	93,9
09.10.2017	9,7	97,5
<b>Saudlandsvatn</b>		
09.05.2017	11,5	105,3
04.07.2017	17,4	94,1
11.10.2017	10,4	96,6
<b>Ljosevatn</b>		
09.05.2017	11,1	109,0
04.07.2017	16,5	99,0
11.10.2017	11,3	99,3
<b>Sognevann</b>		
03.07.2017	17,1	98,7
10.10.2017	8,2	93,6
<b>Indre Espelandsvatn</b>		
04.07.2017	14,4	91,0
10.10.2017	8,7	102,0
<b>Dybingsvatn</b>		
04.07.2017	15,6	101,0
12.10.2017	10,1	95,9
<b>Lomstjørne</b>		
06.07.2017	16,8	102,0
12.10.2017	8,2	102,9
<b>Stakksheitja</b>		
06.07.2017	16,1	100,0
13.10.2017	9,5	100,6
<b>Rundavatn</b>		
06.07.2017	14,0	100,0
13.10.2017	6,9	102,9
<b>Heimre Flogvatn</b>		
07.07.2017	11,5	100,5
14.10.2017	6,5	106,3

## 6.2 Vedlegg B. Vannkjemiske data

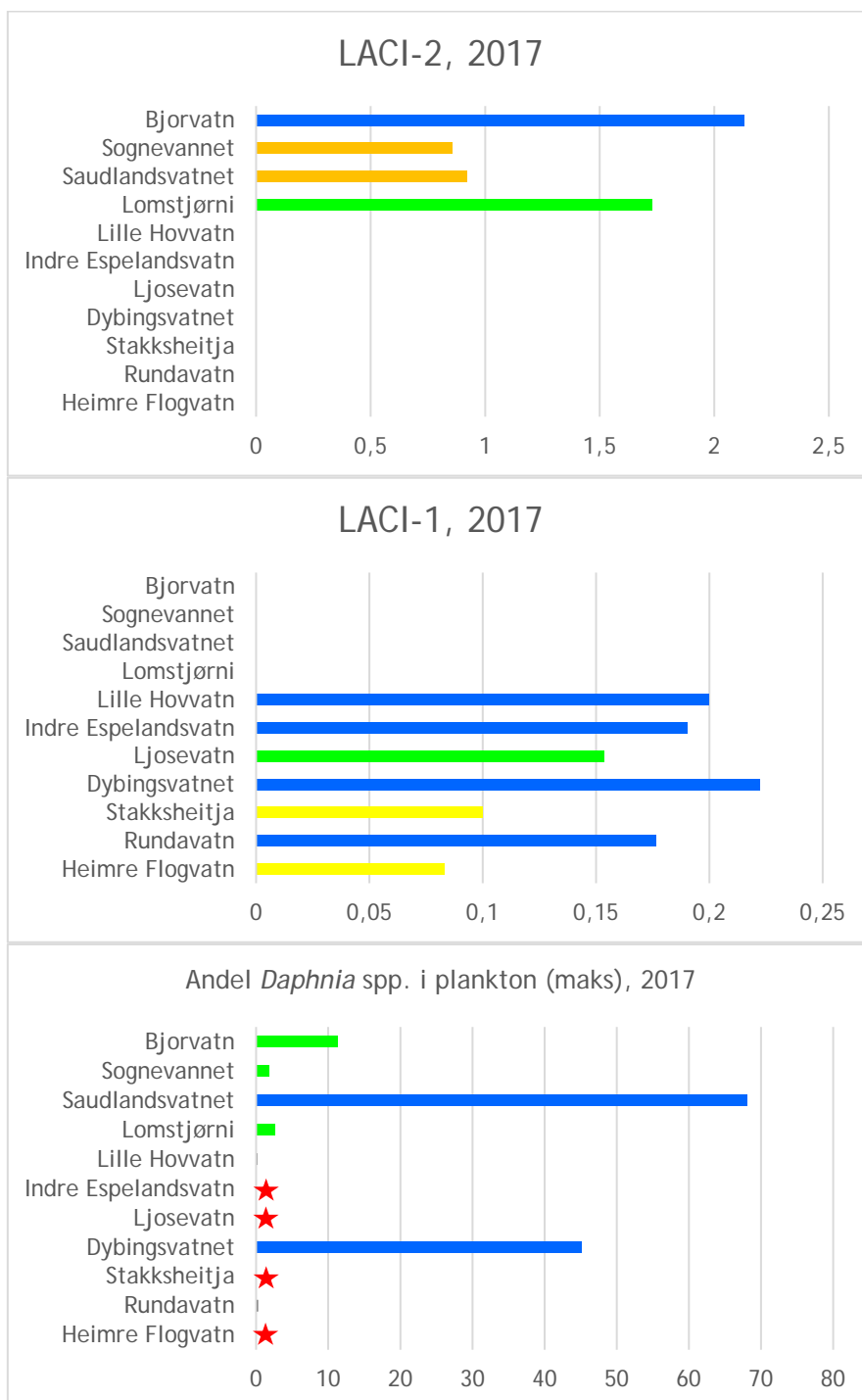
	Dato	pH	Kond mS/m	Turb FNU	Alk 4,5 mmol/l	Tot-P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	NO3-N µg/l	Klorid mg/l	Sulfat mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	ANC µekv/l	TOC mg/l	Al reakt. µg/l	Al illab. µg/l	Al lab. µg/l
<b>Bjorvatn</b>																					
	08.05.2017	5,7	2,11	0,57	< 0,03	< 3	3,1	270	7,4	110	3,4	1,58	0,74	0,26	0,34	1,80	14,2	4,5	71	58	13
	03.07.2017	5,9	1,94	0,59	> 0,03	< 3	< 2	270	14	51	2,9	1,54	0,79	0,19	0,37	2,00	45,7	5,3	67	46	21
	09.10.2017	5,4	2,18	0,90	< 0,03	3,6	< 2	360	29	67	3,1	1,72	0,73	0,38	0,34	1,90	31,3	7,3	110	27	83
<b>Lille Hovvatn</b>																					
	08.05.2017	4,9	1,45	0,86	< 0,03	< 3	3,2	300	16	94	2,0	0,64	0,20	0,10	0,13	1,10	-4,0	5,1	110	67	43
	03.07.2017	5,4	1,29	1,50	< 0,03	< 3	2,4	340	13	61	1,5	0,56	0,18	0,10	0,12	0,99	7,3	5,7	100	62	38
	09.10.2017	5,0	1,25	1,30	< 0,03	5,8	< 2	310	34	81	1,6	1,08	0,19	0,18	0,12	0,96	-5,1	6,6	110	39	71
<b>Saudlandsvatn</b>																					
	09.05.2017	5,6	5,95	0,28	0,04	6,6	3,8	350	7,2	310	15,0	2,46	1,00	0,36	1,10	7,20	-31,5	1,9	49	24	25
	04.07.2017	6,1	5,54	0,36	< 0,03	< 3	2,8	270	7,9	180	14,0	2,23	1,00	0,33	0,98	7,40	8,7	2,2	30	19	11
	11.10.2017	5,7	3,80	2,00	< 0,03	4,3	2,1	360	27	120	7,7	2,30	0,62	0,31	0,62	6,00	80,0	4,8	77	38	39
<b>Ljosevatn</b>																					
	09.05.2017	5,0	4,34	0,28	< 0,03	3,6	4,1	320	11	270	11,0	2,08	0,37	0,30	0,61	5,20	-68,6	1,0	70	13	57
	04.07.2017	5,3	4,17	0,30	< 0,03	< 3	2,8	300	11	250	9,8	1,72	0,39	0,17	0,60	5,30	-24,7	1,1	60	20	40
	11.10.2017	5,3	3,16	0,64	< 0,03	< 3	< 2	270	17	160	7,1	1,37	0,32	0,13	0,47	4,40	11,0	1,5	43	10	33
<b>Sognevann</b>																					
	03.07.2017	6,4	2,69	0,72	0,06	13	3,9	410	30	11	4,6	0,93	1,20	0,52	0,46	2,80	85,8	7,6	45	37	8
	10.10.2017	5,7	2,34	1,40	< 0,03	8,7	< 2	500	24	210	3,7	1,40	1,10	0,86	0,40	2,60	76,8	24,0	100	50	50
<b>Indre Espelandsvatn</b>																					
	04.07.2017	5,6	2,34	1,60	< 0,03	4,6	2,3	350	22	93	4,6	1,13	0,46	0,18	0,27	3,10	26,7	5,4	92	63	29
	10.10.2017	5,2	1,78	1,20	< 0,03	3,9	2,2	320	19	73	2,9	1,00	0,36	0,30	0,24	2,10	30,6	7,3	120	52	68
<b>Dybingsvatn</b>																					
	04.07.2017	5,7	3,59	0,34	< 0,03	< 3	2,8	230	10	150	8,8	1,65	0,56	0,24	0,55	4,40	-21,0	2,0	48	26	22
	12.10.2017	5,7	3,00	0,72	< 0,03	11	3,5	350	23	120	6,9	1,41	0,46	0,26	0,43	4,20	17,4	3,5	62	14	48
<b>Lomstjørne</b>																					
	06.07.2017	6,5	2,96	0,61	0,05	4,6	2,4	280	13	67	5,0	1,45	0,99	0,18	0,53	3,60	79,9	4,7	47	34	13
	12.10.2017	6,1	2,30	0,57	0,03	7,7	2,2	200	8,2	82	4,6	2,31	0,67	0,36	0,44	2,90	22,5	3,4	52	13	39
<b>Stakksheitja</b>																					
	06.07.2017	6,0	3,57	0,46	< 0,03	< 3	2,4	240	11	160	8,3	1,48	0,59	0,24	0,62	4,90	25,1	1,9	41	24	17
	13.10.2017	5,7	2,78	0,70	< 0,03	4	2,4	240	13	92	6,3	1,01	0,42	0,16	0,47	4,00	34,0	3,2	53	48	5
<b>Rundavatn</b>																					
	06.07.2017	6,2	4,42	1,10	< 0,03	< 3	2,3	160	6	38	3,8	0,85	0,19	0,10	0,27	2,60	20,6	3,3	70	49	21
	13.10.2017	5,3	1,50	0,79	< 0,03	3,6	2,5	470	5	17	2,7	0,44	0,14	0,10	0,19	2,00	26,3	4,1	63	61	2
<b>Heimre Flogvatn</b>																					
	07.07.2017	6,0	1,09	0,23	< 0,03	< 3	2,8	110	7,2	41	1,9	0,52	0,26	0,10	0,16	1,10	10,0	1,1	31	15	16
	14.10.2017	6,1	0,97	0,43	< 0,03	3,7	2,4	120	16	41	1,2	0,37	0,27	0,10	0,16	1,10	33,9	1,7	21	19	2

## 6.3 Vedlegg C. Småkreps

For oversikt over småkreps som inngår i indeksen LACI, og for beregning av EQR-verdier ved bruk av denne indeksen, se Schartau m.fl. (2017).

**Tabell C1. Fastsettelse av økologisk tilstand for forsuringsfølsomme innsjøer basert på småkreps, referanse- og klassegrenser.** LACI-1 (Lake Acidification Crustacean Index 1), LACI-2 (Lake Acidification Crustacean Index 2) og prosent dafnier; referanse- og klassegrenser. Merk: klassegrenser for LACI-1 er gitt både for svært kalkfattige og kalkfattige innsjøer (med ulike klassegrenser), men i endelig klassifisering er kun LACI-2 benyttet for de kalkfattige innsjøene. Prosent dafnier er basert kun på pelagiske prøver (maksimumsverdi), mens de øvrige parameterne er basert på akkumulert artsliste der litorale og pelagiske prøver kombineres (gjennomsnittsverdi).

Vanntype	Svært kalkfattig, klar	Kalkfattig, klar	Kalkfattig, klar	Svært kalkfattig / Kalkfattig, klar
Indeks	LACI-1	LACI-1	LACI-2	Prosent dafnier (maksimum)
Tilstandsklasse	(litoral+pelagisk)	(litoral+pelagisk)	(litoral+pelagisk)	(pelagisk)
referanseverdi	0,24	0,32	2,09	
svært god	> 0,16	> 0,27	> 1,85	> 20
god	> 0,12 - 0,16	> 0,20 - 0,27	> 1,39 - 1,85	1 - 20
moderat	> 0,08 - 0,12	> 0,14 - 0,20	> 0,92 - 1,39	0,5 - 1
dårlig	> 0,04 - 0,08	> 0,07 - 0,14	> 0,46 - 0,92	> 0 - 0,5
svært dårlig	≤ 0,04	≤ 0,07	≤ 0,46	0



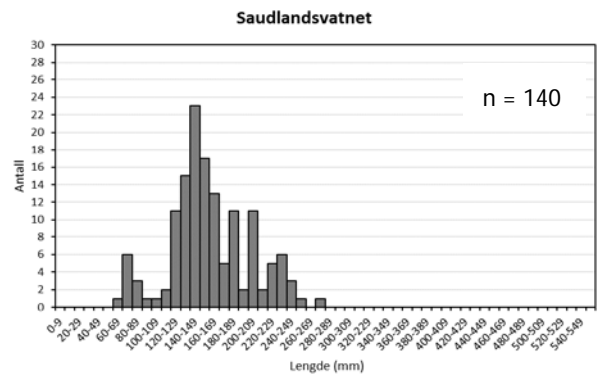
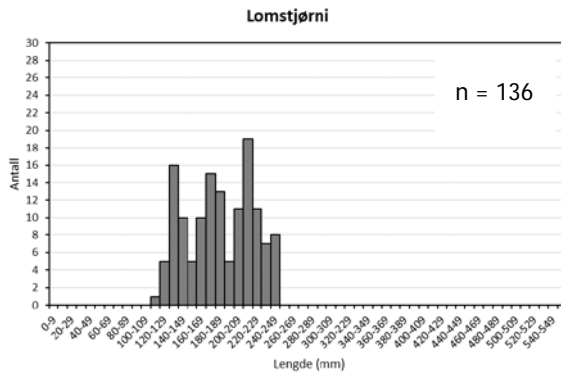
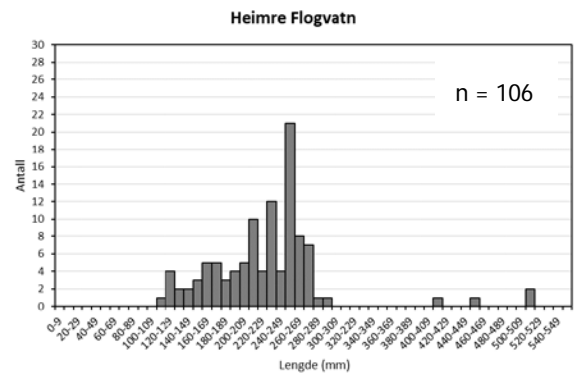
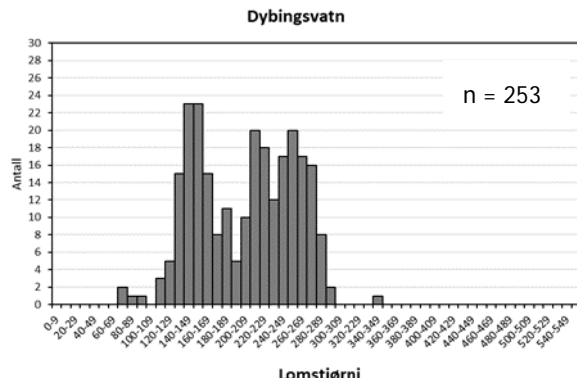
Figur C1. LACI-verdier for innsjøene i denne undersøkelsen, og for den maksimale prosentvise andelen av dafnier som ble registrert i prøver fra pelagialen. Rød stjerne markerer at dafnier ikke ble funnet i noen prøver.

## 6.4 Vedlegg D. Fisk

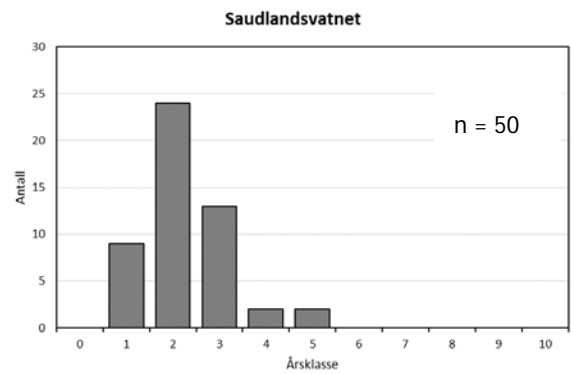
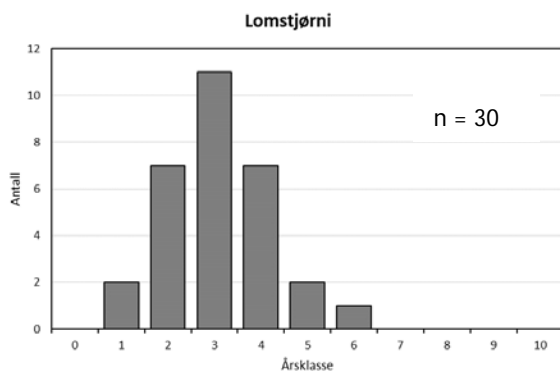
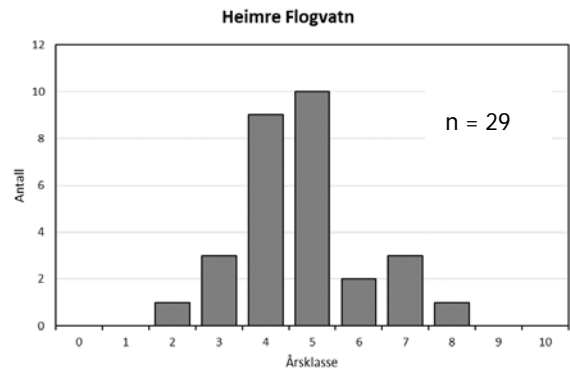
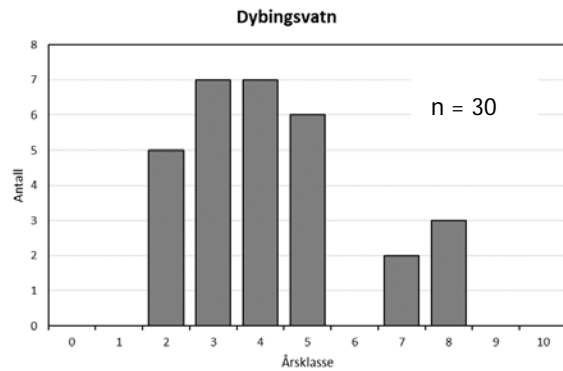
### 6.4.1 Datakvalitet

<b>Datakvalitet</b> Datagrunnlag for fastsettelse av referansegrunnlag tilknyttet NEFI-indeksen og vurdering av datakvalitet (høy, middels eller lav). Data fra tidligere prøvefiske er hentet fra tidligere rapporter fra basisovervåking. Vurdering av bestandsendringer er gjort på bakgrunn av tilgjengelig data av fangstutbytte (CPUE) fra tidligere rapport M-503 og prøvefiske utført 2017. Dominansklasser: D= dominat, V = vanlig og S= sjelden						
Innsjø	Art	Dominans-klasse	Opprinnelse	Data fra tidligere prøvefiske data	Bestands- endring	Data- kvalitet
Dybingsvatn	ørret røye ål	D V ukjent	naturlig naturlig naturlig	2001,2013 og 2017 1996 og 2005 ukjent	Økt tapt ukjent	Middels
Heimre Flogvatn	ørret  bekkerøye	D  ukjent	naturlig  introdusert	2001,2005,2009,2013  1996 og 2005	økt fra 2009- 2017  ukjent	Høy
Lomstjørni	ørret	D	naturlig	1996,2005,2009, 2013 og 2017	Stabil	Høy
Saudlandsvatnet	ørret  ål	D  ukjent	naturlig  naturlig	1977-2017  ingen	Stabil siden 2005 ukjent	Høy

### 6.4.2 Lengdefordeling bunngarn



### 6.4.3 Aldersfordeling bunngarn



#### 6.4.4 Elfiske tetthetsberegninger

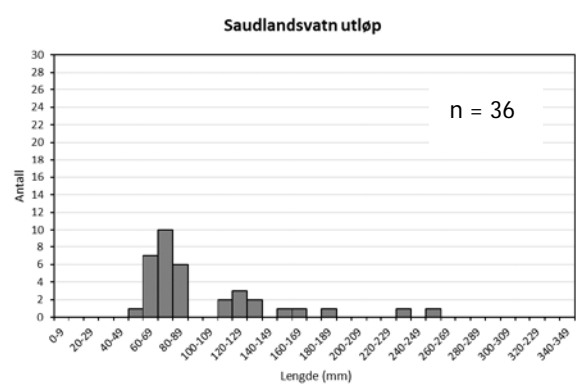
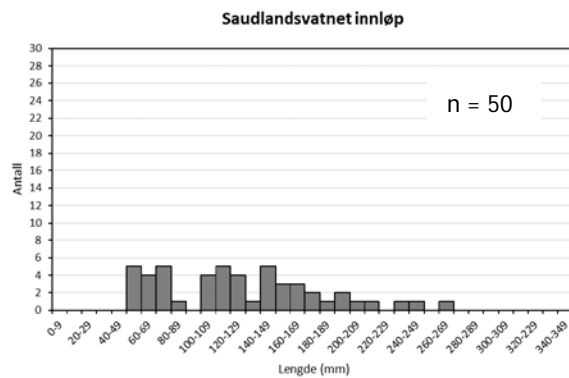
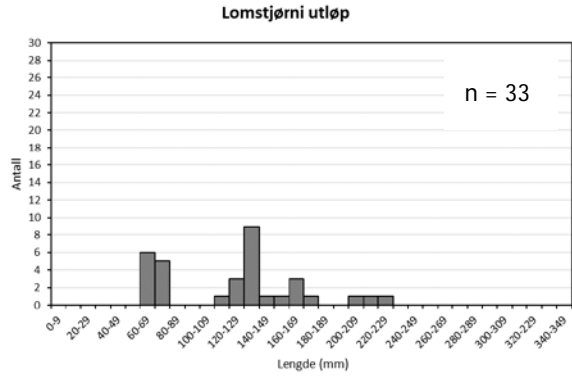
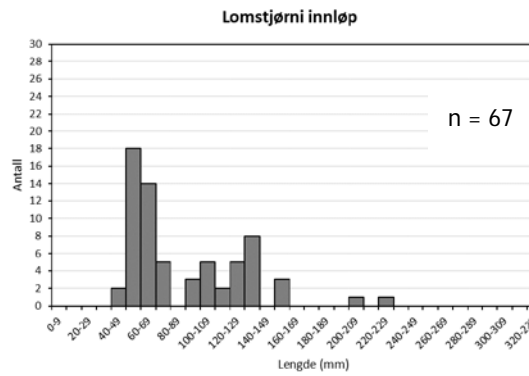
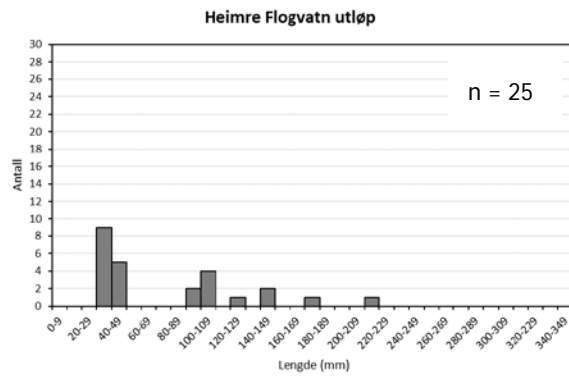
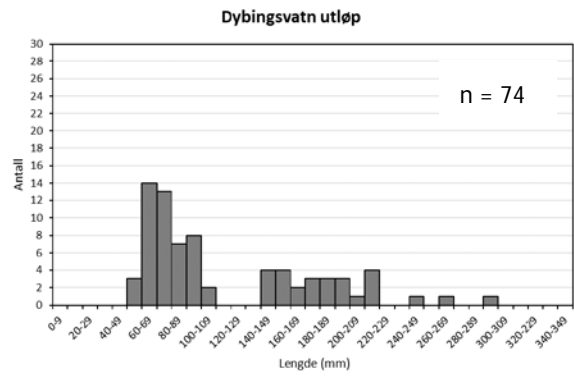
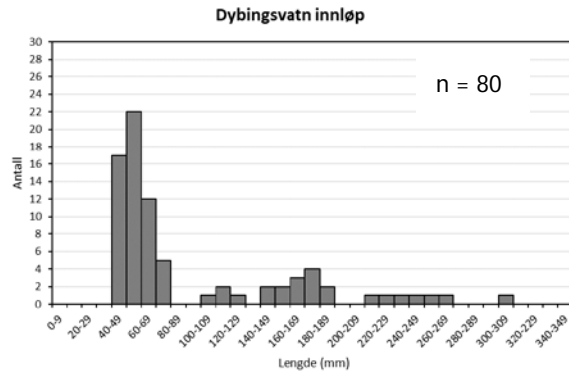
##### Tetthetsdata elfiske

Beregnet tetthet av ungfisk (0+ og ≥1+) på de viktigste gytebekkene i innsjøene Dybingsvatn, Heimre Flogvatn, Lomstjørni og Saudlandsvatnet. Beregningene forutsetter avtakende fangstutbytte, der dette ikke var tilfelle er det brukt standardisert fangbarhet på 0,45 for 0+ og 0,62 for ≥1.

Stasjon	Areal (m <sup>2</sup> )	Alder	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	Totalt antall fisk	Fangbarhet	Antall fisk/100 m <sup>2</sup>
Dybingsvatn innløp	105	0+	56	-	-	56	0,45	64
		≥1+	24	-	-	24	0,62	24
Dybingsvatn utløp	150	0+	30	11	6	47	0,58	34
		≥1+	19	4	4	27	0,62	19
Heimre Flogvatn utløp	145	0+	5	6	3	14	0,45	12
		≥1+	7	2	2	11	0,52	8
Lomstjørni innløp	94	0+	24	8	7	39	0,51	47
		≥1+	17	5	6	28	0,62	32
Lomstjørni utløp	120	0+	7	0	4	11	0,45	11
		≥1+	8	9	5	22	0,62	19
Saudlandsvatn innløp	150	0+	7	0	4	15	0,45	12
		≥1+	23	6	6	35	0,55	26
Saudlandsvatn utløp	112	0+	24	9	8	7	0,12	68
		≥1+	12	9	2	1	0,71	11



### 6.4.5 Lengdefordeling elfiske



### Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: [post@miljodir.no](mailto:post@miljodir.no)

Nett: [www.miljodirektoratet.no](http://www.miljodirektoratet.no)

Post: Postboks 5672 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Grensesvingen 7, 0661 Oslo

Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptre selvstendig i enkeltsaker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring. Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.