



# Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge

Vannkjemiske og biologiske undersøkelser - 2017

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 564



## Tittel

Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge

## Undertittel

Vannkjemiske og biologiske undersøkelser - 2017

## Forfatter

Halvor Saunes, Nina Værøy og Svein Ole Åstebøl

## Avdeling

Transportavdelingen

## Seksjon

Klima og miljø

## Prosjektnummer

604305

## Rapportnummer

Nr. 564

## Prosjektleder

Kjersti Wike Kronvall

## Godkjent av

Lene Sørli Heier

## Emneord

Vegsalt, tungmetaller, innsjøer, sjiktning, planteplankton

## Sammendrag

COWI AS har på oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet undersøkt 39 innsjøer i Sør, Vest, Midt og Nord-Norge i 2017. Hensikten med kartleggingen har vært å undersøke innsjøene med hensyn på salt- og oksygengradienter i topp-/bunnvann og mulig påvirkning fra vegrelatert forurensning.

Det er prøvetatt toppvann (1 m dyp) og bunnvann (dypeste punkt) fra hver av innsjøene. Vannprøvene ble analysert på totalt organisk innhold (TOC), total fosfor (Tot-P), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), jern (Fe), mangan (Mn), antimon (Sb), kalsium (Ca), natrium (Na) og klorid (Cl). Det er blitt gjennomført profileringer av vannsøylen med måling av pH, konduktivitet, oksygen og temperatur.

Det ble også gjennomført prøvetakning av planteplankton for å undersøke samfunnsstruktur i 8 av innsjøene.

## Title

An investigation of lakes with close proximity to roads in Norway

## Subtitle

Analysis of water chemistry and phytoplankton community - 2017

## Author

Halvor Saunes, Nina Værøy and Svein Ole Åstebøl

## Department

Transport Department

## Section

Climate and Environmental Assessment

## Project number

604305

## Report number

No. 564

## Project manager

Kjersti Wike Kronvall

## Approved by

Lene Sørli Heier

## Key words

Road salt, heavy metals, lakes, stratification, phytoplankton

## Summary

COWI AS on the behalf of the Norwegian Public Roads administration have conducted an investigation of 39 lakes in the Southern parts of Norway in 2016. The aim of the investigation was to elucidate the salt and oxygen gradients in the top and bottom water bodies of the lakes, and to see if there was a link to road related pollution.

Samples were taken from the top (1 meter depth) and the deepest point of each lake. The samples were analysed for several compounds including the total concentration of organic matter (TOC), total phosphor (Tot-P), sodium (Na), chloride (Cl) and dissolved concentrations of heavy metals. In addition the water column in the lakes were profiled with respect to pH, conductivity, oxygen and temperature.

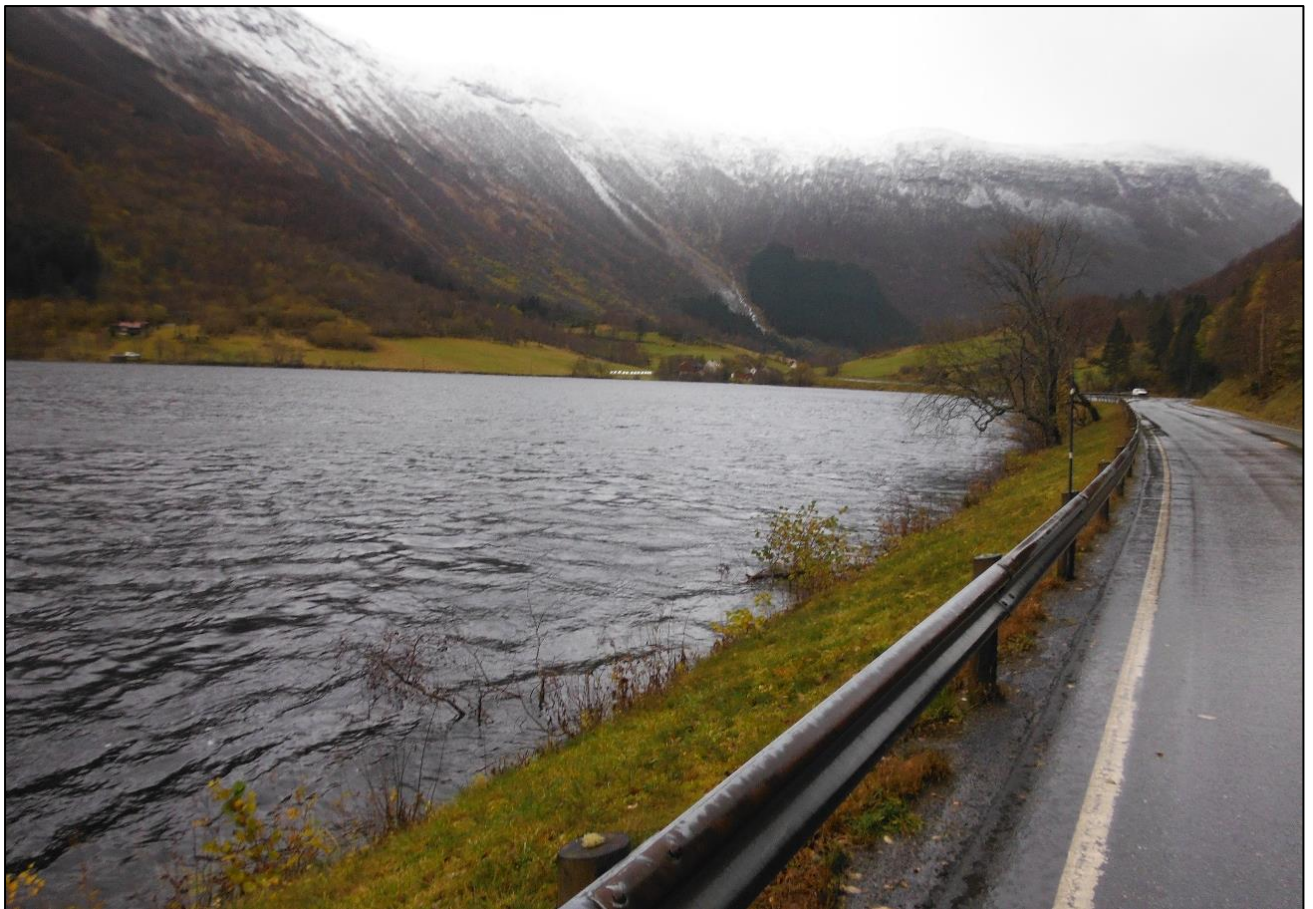
Sampling of phytoplankton were performed in 7 of the lakes, to investigate changes at the community level.

STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET

## UNDERSØKELSE AV VEGNÆRE INNSJØER I NORGE

MILJØOVERVÅKNING VANN OG BIOLOGI - 2017

ADRESSE COWI AS  
Karvesvingen 2  
Postboks 6412 Etterstad  
0605 Oslo  
TLF +47 02694  
WWW cowi.no



*Nedstevatnet ved Rv.651, Volda kommune, Møre- og Romsdal. Foto: COWI/Halvor Saunes*

OPPDRAKSNR.	DOKUMENTNR.				
A070127	1.0				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	31.05.2017	Overvåkningsrapport	Halvor Saunes/ Nina Værøy	Svein Ole Åstebøl	Svein Ole Åstebøl

# INNHOOLD

Sammendrag	3	
1	Innledning	5
1.1	Generelt om forurensning fra vei	5
1.2	Salt- og oksygengradienter	6
1.3	Biologi – planteplankton	7
2	Material og metode	8
2.1	Vannprøvetakning og målinger av sprangsjikt	11
2.2	Klassifisering av vann	11
2.3	Biologiske undersøkelser – planteplankton	12
3	Resultat og diskusjon	14
3.1	Region Sør	14
3.2	Region Vest	30
3.3	Region Midt	36
3.4	Region Nord	59
3.5	Salt- og oksygengradienter	62
3.6	Resultater planteplankton	63
3.7	Vurdering – planteplankton	67
4	Oppsummering	69
4.1	Region Sør	69
4.2	Region Vest	69
4.3	Region Midt	70
4.4	Region Nord	71
5	Konklusjon	71
6	Referanser	72

## Sammendrag

COWI AS har på oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet undersøkt 39 innsjøer i Sør, Vest, Midt og Nord-Norge i 2017. Prosjektet er en videreføring av overvåkingen av 67 innsjøer som ble startet høsten 2015 og våren 2016. Utvalgte innsjøer overvåkes videre basert på en rullering. COWI undersøkte 23 av de vegnære innsjøene høsten 2016.

Hensikten er å undersøke virkningen av veisalt og trafikkforurensning i vegnære innsjøer (vannkvalitet). Det er også gjennomført biologiske undersøkelser med prøvetakning av planteplankton for å undersøke samfunnsstruktur i 8 av innsjøene. Prøvetakningen av vann ble gjennomført i juni og november 2017, etter antatt vår-/høst-sirkulasjon, mens uttak av planteplankton ble gjennomført i juni 2017.

Avrenning av vegsalt til en innsjø kan potensielt føre til opphopning av salt i bunnvannet (saltgradient) som videre kan bidra til redusert sirkulasjon og fravær av oksygen i bunnvannet. Denne situasjonen vil føre til ulevelige forhold for vannlevende organismer.

Det er prøvetatt toppvann (1 m dyp) og bunnvann i det dypeste punktet fra hver av innsjøene. Vannprøvene ble analysert for totalt organisk innhold (TOC), total fosfor (Tot-P), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), jern (Fe), mangan (Mn), antimon (Sb), kalsium (Ca), natrium (Na) og klorid (Cl). Metallanalysene er gjort på filtrerte prøver (0,45µm) for å relatere metallkonsentrasjonene til EQS-verdier i vannforskriften. Det ble gjennomført profileringer av vannsøylen med måling av pH, konduktivitet, oksygen og temperatur.

Prøver av planteplankton ble tatt som blandprøver av vannsøylen fra overflaten og ned til det dobbelte av siktedypet ved hjelp av en rørprøvetaker. I tillegg ble det gjennomført håvtrekk fra samme dyp. Artsidentifisering ble utført med mikroskop på laboratorium.

Undersøkelsene i 2017 viser at 12 av 39 undersøkte innsjøene er tydelig påvirket av vegsalt. I 7 av disse 12 innsjøene er det funnet fravær av oksygen i bunnvannet som følge av saltindusert sjiktning i vannmassen. Dette gjelder innsjøene Griggjastemma (Region vest), Gravtjønn, Hanevatn, Aklandstjenna, Studevann, Øvre Jerpetjern (Region Sør) og Kvamlivatnet (Region Midt). I 5 innsjøer er det høye konsentrasjoner av klorid i vannmassene, men uten at det er påvist noen saltgradient i vannsøylen. Dette gjelder særlig grunne innsjøer med god sirkulasjon og som derfor har lav risiko for dannelse av stagnerende bunnvann på grunn av tilført vegsalt.

Overvåkningsprogrammet viser at det er en gjennomgående svak økning i kloridkonsentrasjonen i innsjøer hvor man har måledata fra flere år. I flere av innsjøene er det påvist kraftig økning i kloridkonsentrasjonen sammenlignet med målingene i 2015. Spesielt Gravtjønn, Øvre Jerpetjern, Griggjastemma og Buvatn har en negativ kloridutvikling.

Innholdet av undersøkte metaller er forholdsvis lavt, men det er påvist konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse 4 og 5 i enkelte av innsjøene. Dette gjelder særlig innsjøer nær de mest trafikkerte hovedveiene.

Planteplanktonprøver er først og fremst samlet inn for å ha et sammenligningsgrunnlag ved fremtidig overvåkning. Derfor er det ikke grunnlag for å forklare mulige endringer i planteplanktonsamfunn i de 8 undersøkte innsjøene som følge av saltpåvirkning. Det ble i 2017 ikke observert fravær av kiselalger i sterkt saltpåvirkede innsjøer, ei heller påfallende tilstedeværelse av gullalger, noe som ble observert i noen av innsjøene fra 2016.

## 1 Innledning

COWI ble i 2015 engasjert av Statens vegvesen Vegdirektoratet for å gjennomføre årlig overvåkningsprogram av et utvalg vegnære innsjøer i Norge. Innsjøene var valgt ut av regionene i Statens vegvesen og totalt 67 innsjøer ble prøvetatt i 2015 [1]. I 2016 ble 23 av de samme innsjøene undersøkt med hensyn på vegsalt og metaller, og det ble også utført biologiske undersøkelser i 7 av innsjøene [2]. Overvåkningsprogrammet i 2017 er en videreføring av prosjektet fra 2015 og 2016.

Prøvetakningen av vannkjemien i innsjøene ble gjennomført i juni og november 2017, mens de biologiske undersøkelser ble gjort i juni 2017. Denne rapporten oppsummerer resultatene for alle 39 innsjøer som ble undersøkt våren/forsommeren og høsten 2017. I foreliggende rapport er resultatene fra undersøkelsene av både vannkjemi og biologi presentert.

Undersøkelsen har sett på om og hvordan avrenning fra veg påvirker vannforekomsten, spesielt vegsalt. Undersøkelsen har ikke vurdert den totale trafikkbelastningen (årsdøgntrafikk, ÅDT) og årlige saltmengder sett i sammenheng med påviste forurensninger i innsjøene. Undersøkelsen er en fortsettelse av tilsvarende overvåkningsprogram som NIVA gjennomførte i 2005/2006 [3] og 2010 [4], samt COWIs undersøkelser i 2015 og 2016.

### 1.1 Generelt om forurensning fra vei

Vegavrenning kan være en betydelig forurensningskilde til vannforekomster som ligger nær veg. Forurensningen består i hovedsak av vegsalt (NaCl), men også metaller (f.eks. Cu, Zn, Ni, Pb) og organiske miljøgifter som f.eks. PAH- forbindelser (polysykliske aromatiske hydrokarboner) som tilføres fra biltrafikken. Mengden av forurensninger fra veg til vannforekomst er avhengig bl.a. av lengde på vegstrekning i nedbørfeltet, trafikkmengde, type vegdekke, forbruket av salt og nærhet til innsjøen [5].

Tungmetaller og PAH i vegavrenning er i stor grad bundet til partikler. Disse forbindelsene vil til dels holdes tilbake i grøfter og vegkanter. Etter at de kommer ut i tjern og innsjøer vil en betydelig andel sedimentere på bunnen [5]. En mindre andel vil imidlertid kunne holde seg løst i selve vannfasen. Dette avhenger av typen metall og den øvrige vannkjemien. Høye konsentrasjoner av saltholdig veivann øker mobiliteten til tungmetallene, og gjør at de lettere transporteres til resipientene.

Salt benyttes på veger vinterstid, det løses lett i vann og følger vannstrømmene. Vinterdrift og saltstrategi skal være iht. vinterdriftsklassen for den spesifikke vegstrekningen. Det er høyest saltforbruk på veger som klassifiseres som barveg. Graden av saltpåvirkning i innsjøene vil være avhengig av blant annet mengden årlig saltforbruk, innsjøens størrelse og den totale årlige tilrenningen til innsjøen (dvs. nedbørfeltets størrelse). Et problem som oppstår ved stor tilførsel av vegsalt til en innsjø er at saltvannet har høyere tetthet og derfor synker til bunnvannet og fører til en kjemoklin (saltindusert) sjikting av vannmassene. Store forskjeller i salinitet mellom topp og bunnvann kan vises gjennom store endringer av konduktivitet i vannsøylen. Konduktiviteten er mengden oppløste salter i vannet. Overgangen i fysiske og kjemiske forhold fra overflatevann til bunnvann kalles sprangsjikt.

Normalt sirkulerer innsjøer (innsjøer som islegges om vinteren) to ganger i året, om våren og om høsten. Dette skjer fordi tetthetsforskjellene mellom vannet i dypet og i overflaten på disse tidspunktene er liten, på grunn av samme temperaturer i topp- og bunnvann. Samtidig forsvinner det vindbeskyttende islaget om våren. Det er i hovedsak turbulens (vindeksponering) som setter i gang sirkulasjonen. Når det oppstår et tyngre vannlag (som

følge av salt) på bunnen, vil fullsirkulasjonen av innsjøen gå tregere og sirkulasjonen kan helt eller delvis opphøre. Dette medfører et nytt kjemisk regime med oksygenfattig bunnvann som medfører ulevelige forhold for dyr og planter.

Innsjøer som ikke sirkulerer i løpet av året kalles meromiktiske. Dette kan skyldes naturlige forhold slik som biogen meromiksis som skyldes produksjon av biologisk materiale og utfelling av kalk i innsjøen, eller høye konsentrasjoner av jernsalter i bunnvannet. Meromiksis som skyldes tilførsel av salt fra vegavrenning er menneskeskapt.

Eutrofe forhold og humuspåvirkninger kan medvirke til sjiktningen. Innsjøer som er mest utsatt for skader fra vegsalt, er innsjøer med lav avrenning (lite nedbørsfelt) og dermed har lang oppholdstid av vannmassene. Innsjøer har en naturlig variasjon i vannkvalitet basert på tilførsel av næringssalter, humusinnhold, innslag av grunnvann etc. Innsjøer lokalisert nær kysten og innsjøer med marine sedimenter, vil ofte ha en ionesammensetning med markante innslag av sjøsalter (hovedsakelig natrium og klorid) [5].

Hvor god den naturgitte sirkulasjonen er i en innsjø, avhenger av innsjøens geografiske beliggenhet (temperatur, nedbørsmønster, innsjøens ionesammensetning, etc.), vindpåvirkning (areal, form, islegging og dekningsgrad, etc.) og innsjøvannets oppholdstid og gjennomstrømning (hydrologisk regime etc.).

## 1.2 Salt- og oksygengradienter

Normalt vil bakgrunnskonsentrasjonen for klorid ligge mellom 2 og 10 mg/l, men kystnært overflatevann kan ha noe høyere innhold (30 mg/l) [5]. Mengden klorid i vannforekomsten er også avhengig av om den er over/under marin grense. I arbeidet med å vurdere kloridnivåer i topp- og bunnvann i de undersøkte innsjøene har man sammenlignet nivåene opp mot data fra en rekke referanseinnsjøer i tilsvarende geografisk område som er registrert i miljødirektoratets vannmiljødatabase [5]. Kloridkonsentrasjoner som er dobbelt så høye som antatt referansetilstand betegnes som høyt i beskrivelsen av innsjøene, Kap 3.

En differanse mellom overflatevann og bunnvann på 6 mg/l oksygen og 10 mg/l klorid er i tidligere undersøkelser definert som oksygengradient og saltgradient i innsjøene [3,4]. En konsekvens av økende saltinnhold i innsjøer er blant annet at artsrikdom av planter og dyr synker med økende saltinnhold.

Klorid- og oksygengradienter kan kun benyttes som indikasjon på vegpåvirkning for innsjøer over en viss dybde. Grunne innsjøer (2-4 m dyp) vil ofte sirkulere flere ganger over sommerperioden som følge av sterk vind og det påvises derfor ikke gradienter selv om saltpåvirkningen er høy. I enkelte grunne innsjøer kan det derfor oppstå høye kloridkonsentrasjoner som følge av tilførsel av veisalt, uten at dette medfører noen saltgradient. I disse innsjøene er det derfor valgt å kun se på den totale kloridkonsentrasjonen i vannsøylen for å vurdere belastningen. Svært høye kloridkonsentrasjoner kan blant annet føre til effekter i den biologiske sammensetningen (planktonsamfunn).

Bruk av oksygengradient kan være problematisk da oksygenvinn nedover i vannsøylen kan skyldes forhold som eutrofiering, nedbrytning av humus i bunnvannet og/eller lite volum under sprangsjiktet. Derfor måles også TOC og Tot-P for å undersøke eventuelle andre årsaker til oksygenvinn i innsjøen enn vegsalt.



Lavt oksygeninnhold kan ha stor påvirkning på innsjøens dynamikk, med økt utløsning av fosfor og andre uorganiske næringssalter fra sedimentene. Resultatet kan være en utløsning av fosfor til vannmassene som gir en intern gjødsling, og frigjøring av metaller, slik som jern og mangan, fra sedimentene til vannforekomsten. For makroinvertebrater og fisk kan anoksiske forhold eller langvarig hypoksi (underskudd på oksygen) ha en dramatisk effekt. Ulike organismer og ulike livsstadier har forskjellige krav til oksygen. Eksempelvis vil bentiske (bunnlevende) organismer, fiskeegg og juvenile individer med høy metabolisme være mer sårbare enn voksne individer [6]. Generelt kan man sette en kritisk grense ved 2-5 mg O<sub>2</sub>/l, og at 2 mg O<sub>2</sub>/l er et minimum for overlevelse.

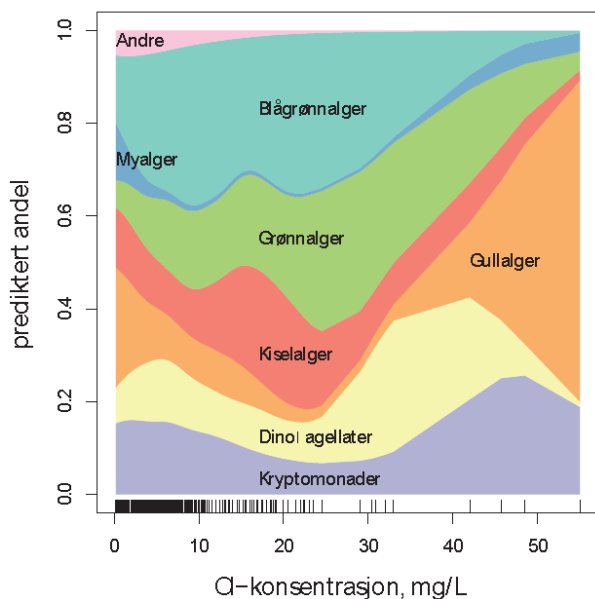
### 1.3 Biologi – planteplankton

NIVA gjennomførte i 2010 statistiske analyser og laboratorietester for å undersøke tålegrenser for planteplankton i innsjøer i Norge, hvor blant annet vekstraten ble testet ut mot en konsentrasjonsgradient av vegsalt [7]. En grafisk fremstilling av resultatene ved bruk av modellverktøy (VGAM), av planteplanktongruppe som funksjon av kloridkonsentrasjon er vist i Figur 1.

Resultatene fra statistiske analyser (NIVAs egen innsjødatabase) har vist at effekten av kloridkonsentrasjonen på algesammensetningen er betydelig større i kalkfattige innsjøer enn i kalkrike. I kalkfattige innsjøer forventes det ikke å finne arter av dinoflagelater og kiselalger når kloridkonsentrasjonen overstiger 23-30 mg/l [7]. Arter av gullalger og kryptomonader forventes å dominere under de samme forholdene. I kalkrike (humøse) innsjøer forventes ikke endringer i samfunnsstruktur før kloridnivåene er > 40 mg/l og gullalger og kryptomonader vil da dominere.

I laboratorietester har to av artene vist forholdsvis lav toleranse for vegsalt [7]. Mest følsom var flagellaten *Rhodomonas lacustris* med EC50 (effekt konsentrasjon 50 %) på 34 mg/l. De andre algene hadde høy toleranse med EC50 over 1000 mg/l. Selv om det må tas forbehold om usikkerheter i datamaterialet og laboratorietester så indikerer datamaterialet i NIVAs forsøk at det skjer endringer i algesamfunnet ved kloridkonsentrasjoner på 23-30 mg/l.

Tidligere undersøkelser har også konkludert med at kloridkonsentrasjonen i innsjøer ikke må overstige 25 mg/l for å unngå skade på minst 90 % av planktonartene [8].

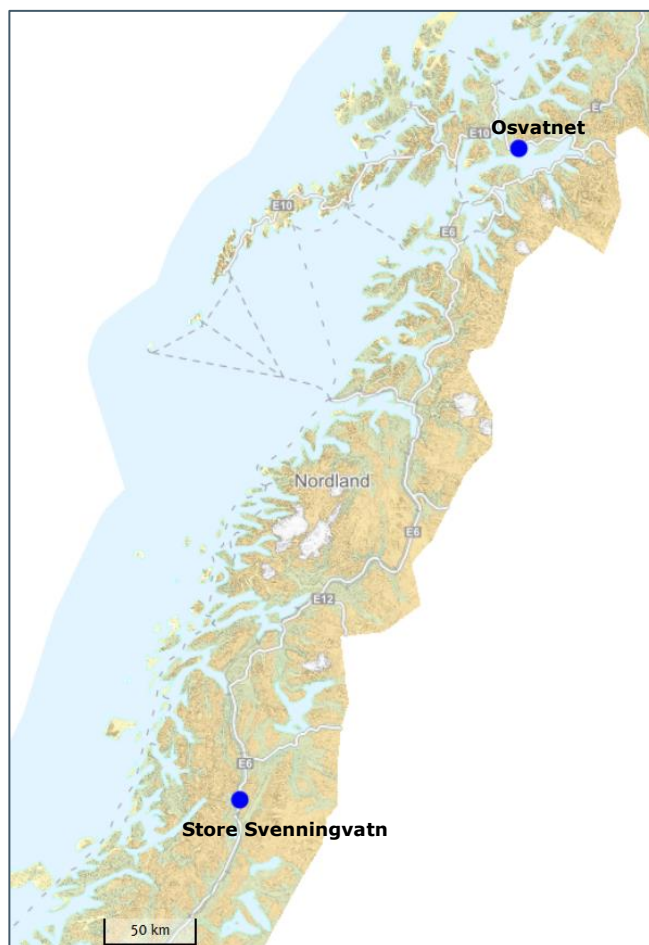


Figur 1. Statistisk fremstilling av de ulike planktongrupperne som funksjon av kloridkonsentrasjon med bruk av statistisk verktøy [7].

## 2 Material og metode

Undersøkelsene i 2017 har inkludert 39 innsjøer i 10 fylker. I 8 av innsjøene ble det utført biologiske undersøkelser med innhenting av prøver for analyse av planteplanktonsamfunn.

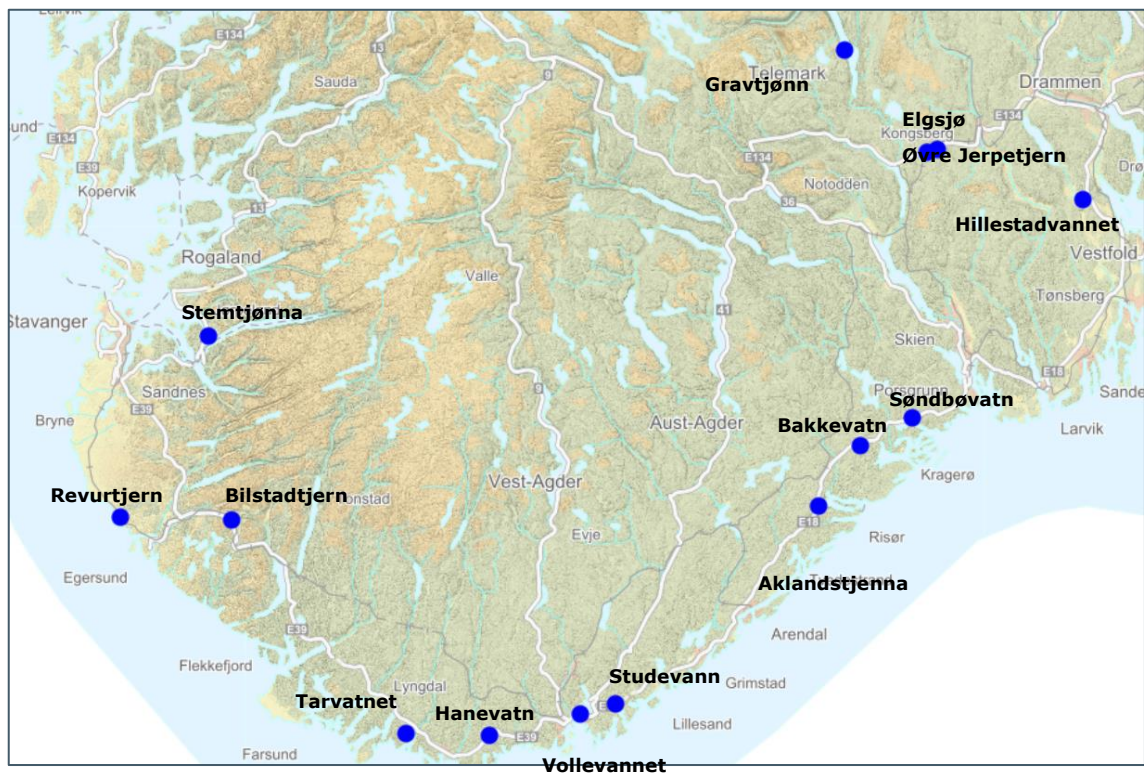
Navn på undersøkte innsjøer med kart, koordinater, nærmeste vegstrekning, kommune, vannstype, vannlokalitetskode [9] (vann-nett), høyde over havet og innsjøareal er vist i egen tabell i beskrivelsen av hver innsjø i Kap 3. Kart over plasseringen av innsjøene i hver region er vist i Figur 2 og Figur 4.



Figur 2. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region Nord.



Figur 3. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region Midt.



Figur 4. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region Sør og Vest.

## 2.1 Vannprøvetakning og målinger av sprangsjikt

Målinger av vannkjemi ble gjennomført oktober og november 2017. I tillegg ble det gjort prøvetakning av vannkjemi juni 2017 i 8 av innsjøene samtidig som det ble utført biologiske undersøkelser. Alle målinger ble gjennomført etter antatt vår- og høstsirkulasjon.

Det ble benyttet en 5-fots gummibåt eller 14 fots aluminiumsbåt under feltarbeidet. Dypeste punkt i innsjøene ble bestemt ved hjelp av ekkolodd, og prøvepunktens posisjon var de samme som ble fastsatt med GPS i forbindelse med undersøkelsen i 2015 [1].

Det ble samlet inn vannprøver fra topp- og bunnvann i innsjøene. Vannprøver ble samlet inn ved hjelp av en Ruttner vannhenter og analysert for Cl, Na, Tot-P, TOC, Ca, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Sb, Fe og Mn. Vannprøver ble filtrert i felt (filterhus, 0,45 µm), med unntak av måling av TOC og Tot-P. Alle analyser ble utført av Eurofins Environment Testing AS.

Et utvalg parametere ble målt kontinuerlig nedover i hele vannsøylen ved hjelp av en senkbar sonde (YSI, Exo 2) for å måle eventuell termoklin (temperatursprangsjikt) og kjemoklin (kjemisk sprangsjikt). Parametere fra disse målingene inkluderte dyp (m), pH, konduktivitet (µS/cm), temperatur (°C) og oksygen (mg/l).

Det er ikke kjent om noen av de undersøkte innsjøene i 2017 er naturlig meromiktiske, dvs. innsjøer som av naturlige årsaker ikke har sirkulasjon vår og høst.

## 2.2 Klassifisering av vann

Konsentrasjonen av metaller i vannprøvene er klassifisert iht. EQS-verdier angitt i veileder M- 608/2016 [10] (Tabell 1). Det er ikke benyttet samme tilstandsklasser som for undersøkelsene i 2005 [3] og 2010 [4] (veileder 04:1997). Forskjellene mellom klassegrensene er at tilstandsklasser i veileder 04:1997 sammenligner konsentrasjoner mot naturtilstand, mens EQS-verdier i veileder M-608/2016 gir risiko for biologiske effekter. For vurdering av metaller iht. EQS-verdier må vannprøver være filtrert (0,45 µm). De gamle klassegrensene for metaller iht. veileder 04:1997 gjelder totalinnhold i vannprøver.

Tabell 1. Klasseinndeling for vann iht. veileder M-608/2016 (Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota).

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært omfattende
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutte toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter

Tot P i vannprøvene er klassifisert etter klassifiseringsveileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver [11], hvor vanntype er bestemmende for klassegrensene.

## 2.3      Biologiske undersøkelser – planteplankton

Feltarbeid for de biologiske undersøkelsene ble gjennomført i juni 2017. Det ble samlet inn prøver av planteplankton for å undersøke samfunnsstrukturen i 8 av innsjøene. Dette var innsjøene: Aklandstjenna, Elgsjø, Gravtjønn, Hanevatn, Studevann, Tarvatnet og Øvre Jerpetjønn i Region sør, i tillegg til Griggjastemma i Region Vest. Innsamlingen ble utført i henhold til metode beskrevet i veileder 02:2013, revidert 2015 [11], men med kun én prøverunde.

Prøver for volumberegning av planteplankton ble tatt som blandprøver av vannsøylen fra overflaten og ned til det dobbelte av siktedypet ved hjelp av en rørprøvetaker (Rambergørør). Vannet ble videre samlet i en balje og 2 x 150 ml delprøve ble samlet opp i prøveglass. Prøvene ble deretter konserverert på hhv. lugol og glutaraldehyd. I tillegg ble det foretatt et håvtrekk (Figur 5) til samme dybde med planktonhåv med maskevidde 25 µm og danner grunnlaget for å artsbestemme algene i prøven.

Kvantitativ analyse av planteplankton gjøres etter Uthermöls metode (NS EN 15204) [12]. Før blandprøven analyseres blir den sedimentert. Først blir prøveflaskene vendt flere ganger for jevn fordeling av fytoplankton så blir en delprøve på 10 eller 50 ml fylt på et sedimentasjonskammer. Sedimentasjonskammeret står under en boks sammen med en skål vann for å hindre ujevn fordeling og fordampning. Kammer på 10 ml står i 8 timer, mens 50 ml kammer står i 24 timer. For beregning av biomasse blir tilnærmet gjennomsnittsvolum av hver art beregnet [13,14]. Deretter beregnes et samlet biovolum for hver art pr volumenhet vann. Volum beregnes på slektsnivå. Klorofyll-a er analysert på laboratoriet til Eurofins Environmental Testing AS.

Resultatene omfatter kun én prøveomgang og det gjøres oppmerksom på at samfunnsstruktur og volum endrer seg mye i løpet av vekstsesongen. I vannforskriftens veileder forutsettes et uttak av 5-6 prøver gjennom hele vekstsesongen (mai-oktober) for å kunne beregne indeksverdi. Bruk av indeksene i denne undersøkelsen er derfor ikke relevant, da det kun er tatt én prøve i hver av innsjøene.



Figur 5. Prøvetakning av planteplankton i Øvre Jerpetjern, juni 2017.

Meromiktiske forhold forhindrer normalt at store deler av det tilførte fosforet blir gjort tilgjengelig for primærprodusentene ved at det sedimenteres og akkumuleres i bunnvannet

[6]. Tap av sprangsjikt (kjemoklinen) ved sirkulasjon høst/vår kan føre til transport av fosfor fra dypvannet og oppover i vannsøylen (miksolimnion). Saltindusert sjiktning med fravær av oksygen kan derfor føre til intern gjødsling ved frigjøring av fosfor til de frie vannmassene, samt medføre utlekking av metaller fra sedimentet. Intern gjødsling kan derfor oppstå som en sekundær effekt av saltindusert sjiktning. Disse mekanismene kan ha stor innvirkning på innsjøene, og muligens endre algesamfunnets sammensetning til mer næringskrevende og/eller næringstolerante arter på sikt. En høy kloridkonsentrasjonen i seg selv vil kunne påvirke algesamfunnets sammensetning. Følgelig er sammensetningen av algesamfunnet en bedre og mer pålitelige indikatorer på habitatforhold enn tilstedeværelse eller ikke av enkeltarter [15].

### 3 Resultat og diskusjon

Resultatene er videre i teksten presentert for hver enkelt region. En oppsummerende vurdering for hver av innsjøene er vist i Kap 4.

#### 3.1 Region Sør

Resultater for vannkjemimålinger i topp- og bunnvann i 11 vegnære innsjøer i Region sør er vist i Tabell 2 og Tabell 3.

Tabell 2. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, Tot-P, TOC, Fe ( $\mu\text{g/l}$ ), samt Mn ( $\mu\text{g/l}$ ) turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i 11 undersøkte vann i Region sør. Tot-P er klassifisert iht. veileder 02:2013.

Fylke	Parameter / Vannforekomst	Cl_T	Cl_B	Na_T	Na_B	Ca_T	Ca_B	Tot P_T	Tot P_B	TOC_T	TOC_B	Fe_T	Fe_B	Mn_T	Mn_B	Turb_T	Turb_B
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	NTU	NTU
Aust-Agder	Aklandstjenna <sup>1)</sup>	13,1	26	6,3	14	2	3,2	6,6	29	9	9,6	230	1300	15	100	2,5	22
	Aklandstjenna <sup>2)</sup>	12,2	26,9	3	2,9	2,3	2,1	4,2	19	7,6	8,1	170	230	27	35	2,1	15
	Studevann <sup>1)</sup>	11,4	25,9	6,6	15	1,7	3,8	<3	6,2	2,7	2,8	14	130	15	96	-	-
	Studevann <sup>2)</sup>	8,52	27,2	4,7	13	1,3	3,7	<3	8,5	4	3,2	32	200	18	150	0,76	4,9
Vest-Agder	Hanevatn <sup>1)</sup>	18,9	39,9	11	23	2,8	4,5	3,5	9,3	3,6	3,4	78	170	26	100	-	-
	Hanevatn <sup>2)</sup>	11,3	38,3	6,1	19	1,9	5,4	3,6	22	6,1	8,6	250	7500	24	350	0,73	19
	Vollevannet	29,6	35,8	16	20	8	9,8	5,1	60	5,2	5,9	37	420	4	900	0,5	31
	Tarvatnet <sup>1)</sup>	14,8	14,9	7,9	8,1	1,9	1,9	<3	3,2	2,7	2,8	24	28	16	18	-	-
Telemark	Tarvatnet <sup>2)</sup>	13,2	16,2	6,4	7,9	1,6	1,9	3,3	41	4,5	3,8	72	240	15	43	0,72	17
	Bakkevatn øst	4,92	4,98	3	2,9	2,3	2,1	4,2	19	7,6	8,1	170	230	27	35	2,1	15
	Elgsjø <sup>1)</sup>	11	16	6,7	9,4	2	2,2	5,7	18	9	8,9	230	460	24	43	1,2	10
	Elgsjø <sup>2)</sup>	9,4	12,9	5,1	6,2	2	1,9	4,6	15	12	12	380	730	26	100	0,8	5,7
	Gravtjønn <sup>1)</sup>	76	110	40	55	5,9	9,4	11	26	8	16	980	16000	39	200	1,7	10
	Gravtjønn <sup>2)</sup>	68,3	98,8	37	53	5,2	9,2	8,5	27	11	20	1100	14000	58	200	10	17
	Søndbøvatn	7,13	8,42	4,5	4,9	1,9	2,1	4,4	23	7,9	8,4	210	290	14	18	1,2	16
	Øvre Jerpetjern <sup>1)</sup>	27	68	15	37	1,1	2,1	14	6,5	8	7	210	320	41	69	1,1	0,96
Vest-fold	Øvre Jerpetjern <sup>2)</sup>	24,1	25,1	13	14	1,2	1,1	3,4	3,8	9,5	9,7	270	270	39	38	1	1,7
	Hillestadvannet	13	13,4	8,7	8,1	14	12	18	24	9,2	9,3	130	120	23	22	5,7	10

1) juni 2017, 2) november 2017

Tabell 3. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb ( $\mu\text{g/l}$ ) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for 11 undersøkte vann i Region sør. Resultatene er klassifisert iht. veileder M-608 /2016.

Fylke	Vannforekomst/enhet	Pb_T	Pb_B	Cd_T	Cd_B	Cu_T	Cu_B	Ni_T	Ni_B	Zn_T	Zn_B	Sb_T	Sb_B
		$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Aust-Agder	Aklandstjenna <sup>1)</sup>	0,61	0,56	0,032	0,044	15	12	1,2	2,8	9,6	11	0,13	0,14
	Aklandstjenna <sup>2)</sup>	0,6	0,62	0,031	0,032	3,3	1,7	0,81	1,1	9,7	8,4	0,096	0,092
	Studevann <sup>1)</sup>	0,15	0,17	0,052	0,068	5,6	11	1,1	1,4	11	12	0,076	0,062
	Studevann <sup>2)</sup>	0,18	0,21	0,044	0,036	1	1	0,82	0,79	8,3	7,7	0,063	0,032
Vest-Agder	Hanevatn <sup>1)</sup>	0,32	0,24	0,049	0,087	6,3	15	0,74	1,2	8,3	16	0,12	0,077
	Hanevatn <sup>2)</sup>	0,79	0,98	0,045	0,014	5,1	0,91	0,69	0,94	12	3,4	0,1	0,054
	Vollevannet	0,28	0,24	0,017	0,014	4,2	1,6	2	2,4	5,3	5,9	0,17	0,11
	Tarvatnet <sup>1)</sup>	0,25	0,23	0,07	0,074	9,8	6,9	0,53	0,59	12	13	0,089	0,079
Telemark	Tarvatnet <sup>2)</sup>	0,33	0,38	0,045	0,04	1,7	0,96	0,38	0,31	9,1	8,5	0,08	0,11
	Bakkevatn øst	0,51	0,71	0,03	0,018	2,3	1,9	0,8	0,8	8,3	7,7	0,093	0,088
	Elgsjø <sup>1)</sup>	0,37	0,6	0,02	0,016	11	22	0,74	1,6	6,6	8,6	0,07	0,1
	Elgsjø <sup>2)</sup>	0,47	0,57	0,014	0,013	2	2,5	0,3	0,4	6,3	8,3	0,061	0,071
	Gravtjønn <sup>1)</sup>	0,28	0,31	0,011	0,007	10	24	1,3	5,6	4,5	3,5	0,065	0,042
	Gravtjønn <sup>2)</sup>	0,37	0,63	0,011	0,008	3,2	1,8	1,1	1,5	7,1	3,7	0,048	0,038
	Søndbøvatn	0,6	0,62	0,029	0,017	4,4	2,5	1,5	1,4	10	7,8	0,068	0,067
	Øvre Jerpetjern <sup>1)</sup>	1,1	1,4	0,051	0,077	15	21	0,5	0,67	15	21	0,09	0,1
Vest-fold	Øvre Jerpetjern <sup>2)</sup>	0,63	1,2	0,039	0,041	2,4	4,1	0,28	0,35	11	20	0,082	0,066
	Hillestadvannet	0,17	0,082	0,004	<0,0040	2	1,4	0,69	0,54	4,9	3,1	0,12	0,081


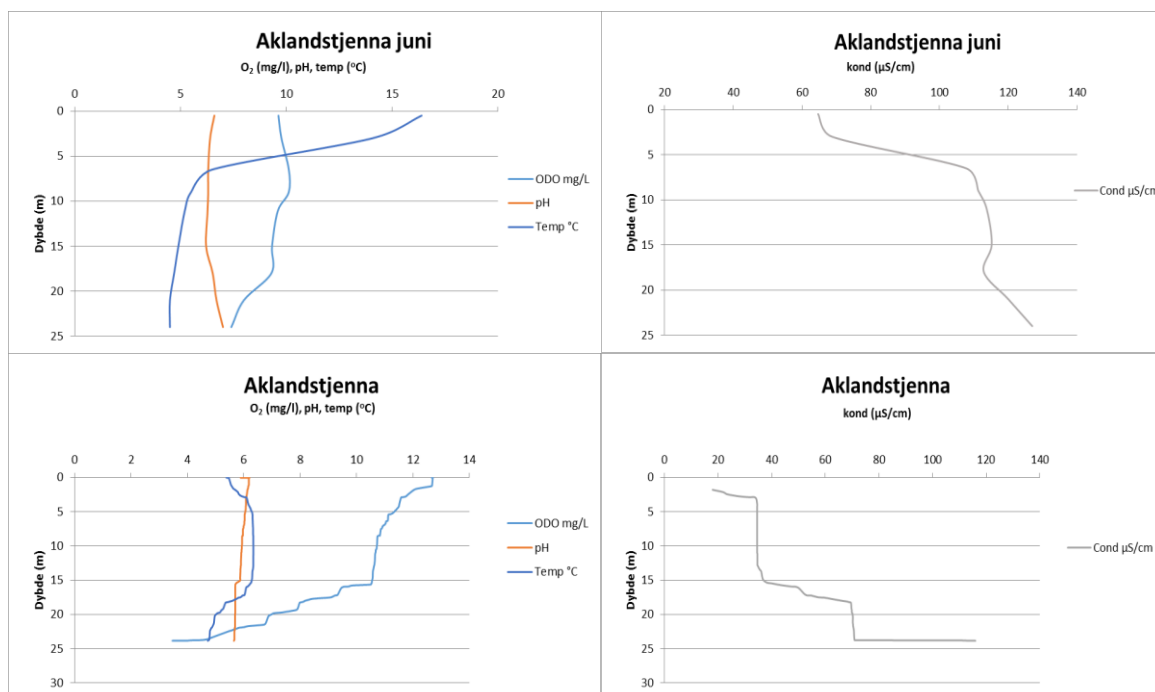
1) juni 2017, 2) november 2017



### 3.1.1 Aust-Agder

#### Aklandstjenna

Navn innsjø	Aklandstjenna
Region	Sør
Kommune	Risør
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	018-43325
Vannforekomstnummer (vannnett)	018-9375-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	25
Koordinater (UTM 32)	6509400, 501981
Nærhet til sjø (km)	1,6
Høyde over havet	40
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,24

Figur 6. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Aklandstjenna, Aust-Agder, november 2017.

Aklandstjenna er en eutrof og humøst innsjø. Innsjøen er omringet av skogområder, og det er få andre kilder til forurensning i nedbørsfeltet. E18 går tett på vannet. Det ble utført undersøkelser i Aklandstjenna både juni og november 2017.

Det er ikke påvist noen oksygengradient i juni, innsjøen har sirkulert og er inne i pågående vårsirkulasjon (Figur 6). I november ble det påvist oksygengradient i vannmassene. Målingene, både i juni og november, viser at Aklandstjenna har en klar saltgradient og Konduktiviteten øker gradvis nedover i vannsøylen. Konsentrasjonen av klorid i vannmassene regnes som forhøyet og over naturlig bakgrunnsnivå (juni, T/B: 13/26 mg/l) B: 13/26 mg/l). Konsentrasjonen av klorid i bunnvannet har økt noe i forhold til målingene i 2015 (T/B: 14/21 mg/l).

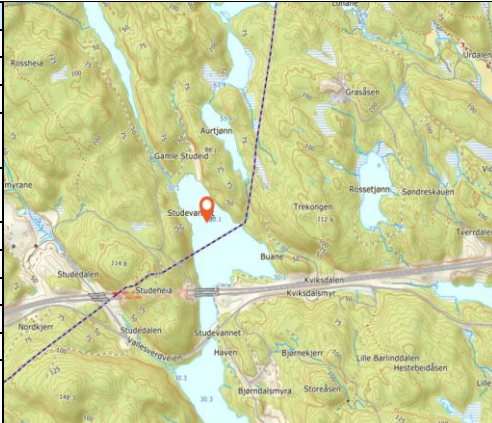
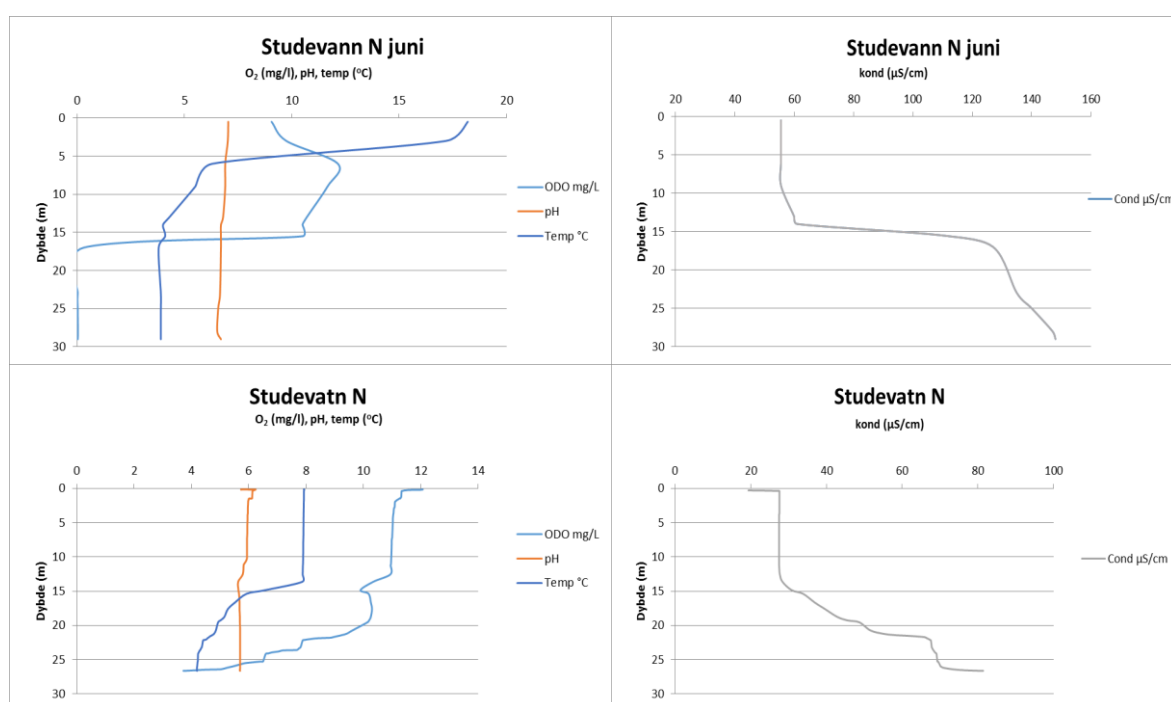
Høye konsentrasjoner av Tot-P og jern i bunnvannet skyldes utlekking fra sedimentet som følge av anoksiske (oksygenfrie) bunnforhold.

I juni ble det påvist kobber i topp- og bunnvann, samt sink i bunnvannet i tilstandsklasse 4. Det ble påvist sink i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4 også i 2015. I november 2017 var nivåene av undersøkte metaller betydelig lavere, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Denne forbedringen skyldes trolig de reduserende forholdene i bunnvannet som fører til utfelling av en rekke metaller.

Målingene fra 2015 og 2017 tyder på at Aklandstjenna er påvirket av forurensning fra veg og at sjiktningen av vannmassene skyldes tilførsel av vegsalt.

## Studevann Nord

Navn innsjø	Studevann N
Region	Sør
Kommune	Lillesand
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	020-56361
Vannforekomstnummer (vann-nett)	020-11410-L
Vanntype	5 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	28
Koordinater (UTM 32)	6451504, 452039
Nærhet til sjø (km)	4,5
Høyde over havet	30,3
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	Ukjent

Figur 7. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Studevann nord, Aust-Agder fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Studevann er omringet av skog og fjellområder, og ligger godt skjermet for vind. Det er få andre kilder til forurensning rundt innsjøen. E18 går i bru over innsjøen.

Det ble påvist salt- og oksygengradient i Studevann i 2015, og det ble konkludert med at innsjøen var påvirket av forurensning fra veg. Målingene i juni og november 2017 viser også at innsjøen har både salt- og oksygengradient (Figur 7). I juni er bunnvannet oksygenfritt fra ca 16 meter og ned til bunn. Ledningsevnen øker også jevnt nedover i vannsøylen. Vannprøvene fra juni og november viser kloridkonsentrasjoner i bunnvannet over forventet bakgrunnsnivå (juni, T/B:11/25 mg/l) (november, T/B:8/27 mg/l). Kloridkonsentrasjonen er på samme nivå som i november 2015 (T/B:10/28 mg/l).

I juni 2017 ble det påvist sink i topp- og bunnvann, samt kobber i bunnvannet i tilstandsklasse 4. Det ble også i 2015 påvist høye konsentrasjoner sink, tilsvarende


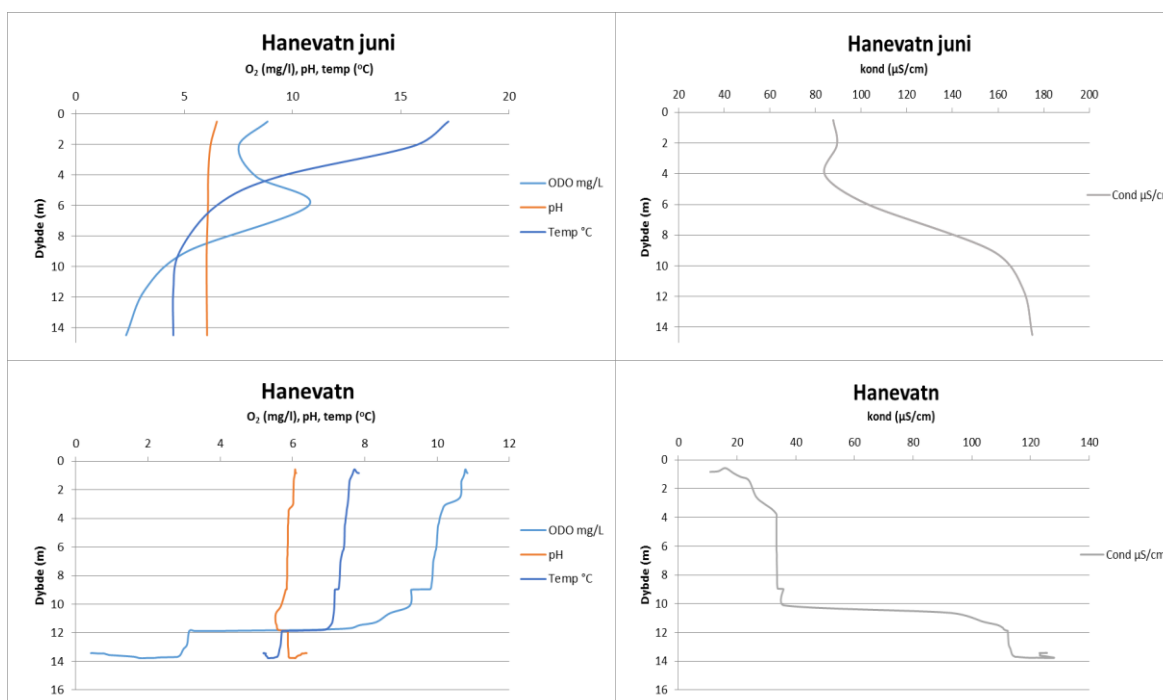
tilstandsklasse 4 i topp- og bunnvann. I november var konsentrasjonene av undersøkte metaller lavere, i tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsene som er utført i Studevann viser at innsjøen er påvirket av forurensning fra veg og at oksygensvinnet i bunnvannet trolig er saltindusert.

### 3.1.2 Vest-Agder

#### Hanevatn

Navn innsjø	Hanevatn
Region	Sør
Kommune	Mandal
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	022-56407
Vannforekomstnummer (vann.nett)	022-158598-L
Vanntype	7 (kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	15
Koordinater (UTM 32)	6439808, 419059
Nærhet til sjø (km)	5
Høyde over havet	58
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,2

Figur 8. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Hanevatn, Aust-Agder fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Hanevatn er et lite, humøst myrtjern med noe spredt bebyggelse rett ved vannet. Innsjøen ligger i en gryte og er en relativt vindbeskyttet lokalitet. Innsjøen er omringet av små fjellknauser og skogområder.

Resultatene viser at det er stor reduksjon i oksygenkonsentrasjonen fra topp til bunn i begge prøverundene. Det er påvist oksygengradient både i juni og november 2017. Det ble påvist salt- og oksygengradient i innsjøen også i 2015.

I november er det et tydelig sprangsjikt ved 10 meter og anoksiske forhold fra 12 meters dyp. I juni foregår reduksjonen av oksygen mer gradvis. Konduktiviteten øker betraktelig i dypvannet ved ca. 10 m. Det ble registret sterk lukt av H<sub>2</sub>S i bunnvannet ved samtlige prøvetakninger.

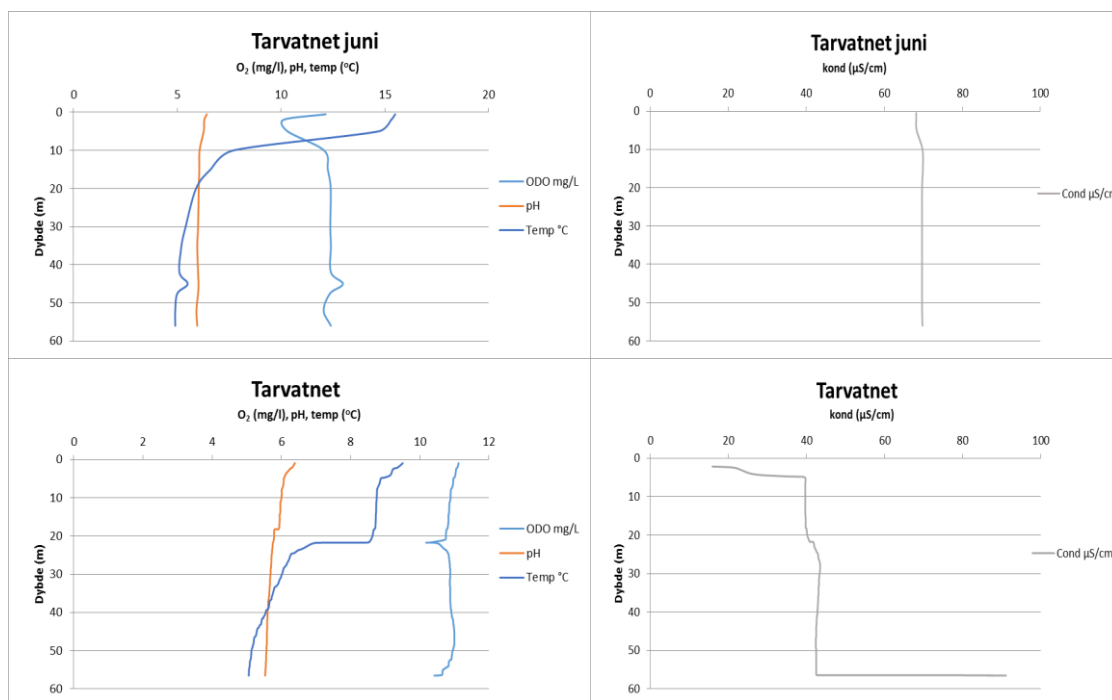
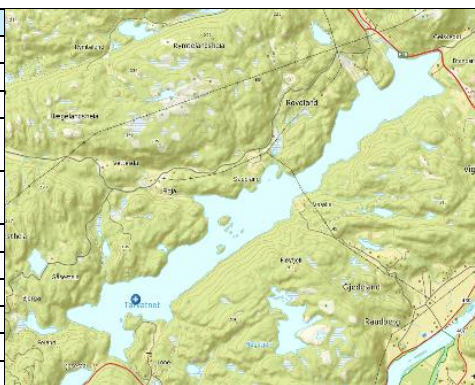
Konsentrasjonene av klorid viser at innsjøen har saltgradient både i juni (T/B:18/39 mg/l) og november (T/B:11/38 mg/l) og nivåene er godt over det som forventes å være naturlig bakgrunnsnivå. Kloridnivået har økt noe siden 2015 (T/B:10/25). Det ble også i 2005 og 2010 konkludert med at oksygensvinnet i bunnvannet var saltindusert.

Det er også funnet forhøyede konsentrasjoner av enkelte metaller. I juni ble det påvist kobber og sink i bunnvannet, tilsvarende tilstandsklasse 4, mens det i november var sink i toppvannet i tilstandsklasse 4. Det ble også i 2015 påvist sink i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4.

Undersøkelsen viser at Hanevatn er tydelig påvirket av forurensning fra veg og at fravær av sirkulasjon av bunnvannet skyldes tilførsel av vegsalt.

## Tarvatnet

Navn innsjø	Tarvatnet
Region	Sør
Kommune	Lindesnes
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	023-31998
Vannforekomstnummer (vann.nett)	023-1231-L
Vanntype	6 (Kalkfattig, klar, dyp)
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	60
Koordinater (UTM 32)	6437492, 395452
Nærhet til sjø (km)	2
Høyde over havet	31
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	2,07



Figur 9. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Tarvatnet, Vest-Agder fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Tarvatnet er en langstrakt og dyp innsjø, med et relativt stort volum. Innsjøen er omringet av skog og fjellområder, og det er få andre potensielle forurensningskilder i nedbørsfeltet. Tarvatnet er også drikkevannskilde og derfor en viktig naturressurs. Innsjøen ligger kystnært og er vindutsatt.

Undersøkelsene i juni og november viser at vannmassene har sirkulert (Figur 9) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Junimålingene viser begynnende sommerstagnasjon.

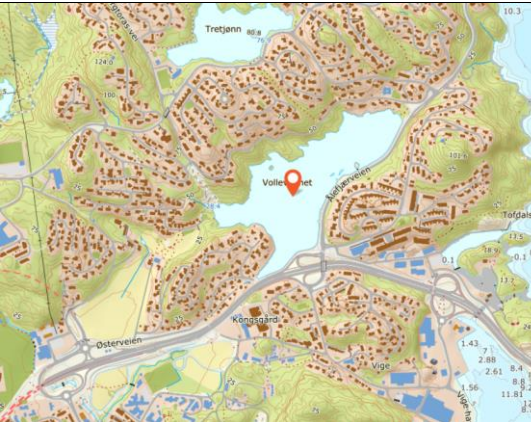
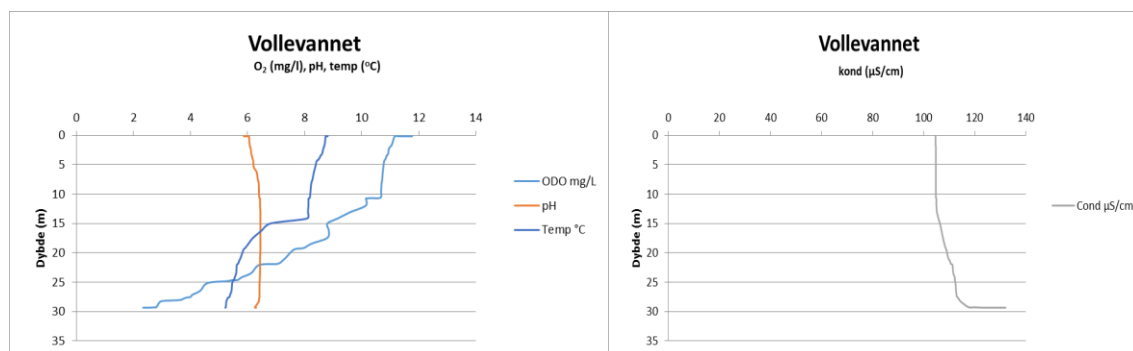
Kloridkonsentrasjonene (juni, T/B:14/16) (november, 14/14) ligger på samme nivå som tidligere (T/B: 13/14). Det ble i 2015 vurdert at Tarvatnet var lite påvirket av forurensning fra veg.

I juni ble det påvist kobber i toppvannet, samt sink i topp- og bunnvannet i tilstandsklasse 4. I november var alle metallene i tilstandsklasse 2 eller bedre.

Målingene i 2017 viser også at Tarvatnet er lite påvirket av forurensning fra veg.

### Vollevannet

Navn innsjø	Vollevannet
Region	Sør
Kommune	Kristiansand
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	021-80365
Vannforekomstnummer (vannnett)	021-11492-L
Vanntype	9 (Humøs, kalkfattig)
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	28
Koordinater (UTM 32)	6447797, 443005
Nærhet til sjø (km)	0,8
Høyde over havet	28
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	Ukjent

Figur 10. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Vollevannet, Aust-Agder fylke, november 2017.

Vollevannet er en bynær innsjø omringet av mye boligbebyggelse og veier. Innsjøen ligger svært nær havet. Vollevannet er vindutsatt og er demmet opp i sør-vest enden. Det ble i 2015 vurdert at innsjøen var noe påvirket av forurensning fra veg.

Målingene viser en jevn reduksjon av oksygen i vannsøylen fra topp til bunn (Figur 10). Forskjellen i oksygeninnholdet mellom topp- og bunnvannet er såpass stor at Vollevannet har oksygengradient, men profilene viser ingen tydelige sprangsjikt. Konduktiviteten øker også noe ned mot bunn. Kloridkonsentrasjonene er over forventet bakgrunnsnivå (T/B:29/35 mg/l), men det er ikke påvist noen saltgradient i vannmassene. Kloridinnholdet er omtrent på samme nivå som i 2015 (T/B: 27/31 mg/l). Forhøyede kloridkonsentrasjoner i vannmassene kan skyldes innsjøens nærhet til havet, men det er sannsynlig at vegsalt også påvirker vannkjemien.

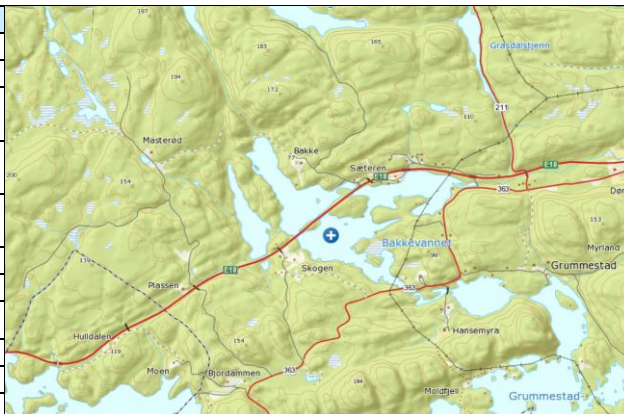
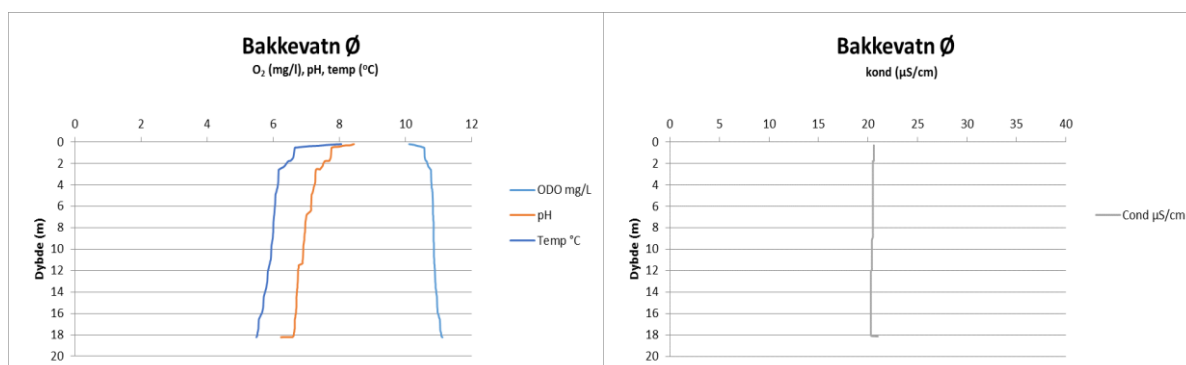
Konsentrasjonen av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. I 2015 ble det påvist sink i toppvannet i tilstandsklasse 4.

Resultatene fra Vollevannet kan tyde på at innsjøen er svakt påvirket av vegsalt, men at kloridnivåene er på et nivå som ikke fører til dannelse av saltsjiktning av vannmassene.

### 3.1.3 Telemark

#### Bakkevatn øst

Navn innsjø	Bakkevatn øst
Region	Sør
Kommune	Bamble
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	017-56398
Vannforekomstnummer (vann-nett)	017-7904-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	18
Koordinater (UTM 32)	6535215, 525012
Nærhet til sjø (km)	2,3
Høyde over havet	37
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,58

Figur 11. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Bakkevatn, Telemark fylke, november 2017.

Bakkevatn er et forholdsvis dypt (18 m) og humøst skogstjern, hvor E18 deler innsjøen på midten. Det er få andre kilder til forurensning i nedbørsfeltet. Innsjøen er eksponert for vind.

Målingene viser at innsjøen har sirkulert (Figur 11) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient i vannmassene. Konduktiviteten er også lav i hele vannsøylen. Vannprøvene viser at innholdet av klorid i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 4/4 mg/l). Kloridkonsentrasjonen var noe lavere i 2017 enn i 2015 (T/B:6/8 mg/l).

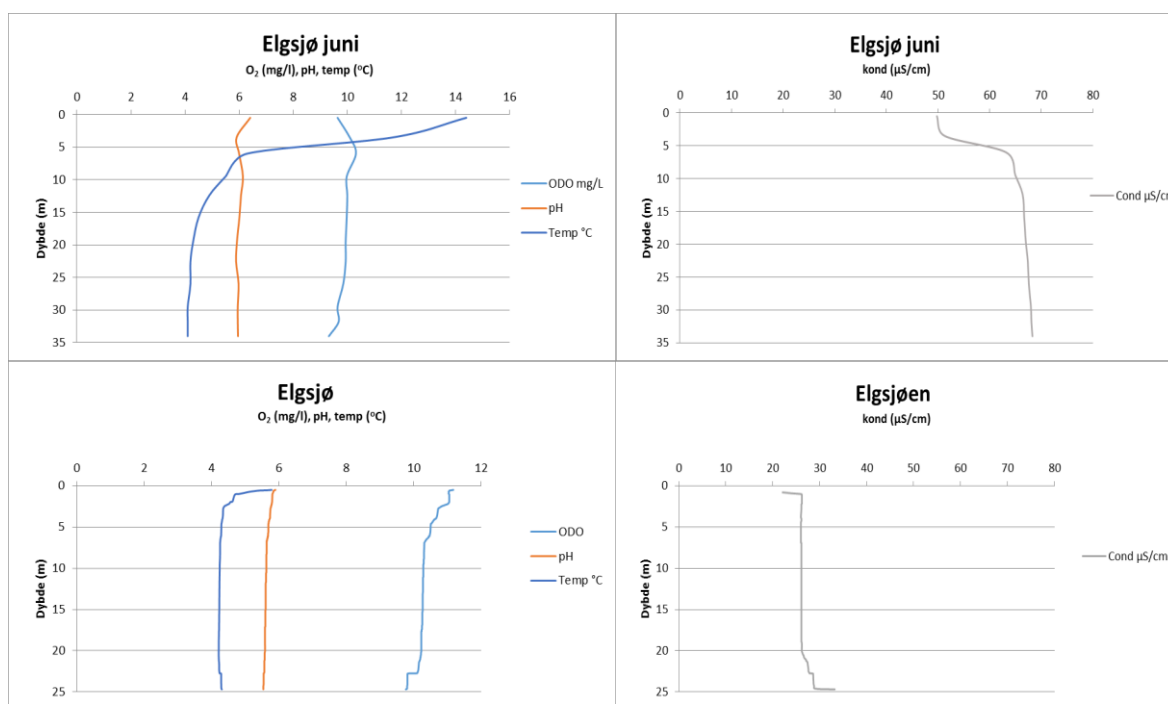
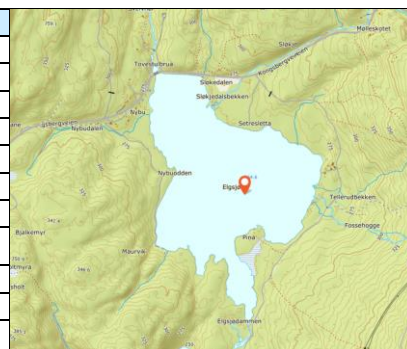
Resultatene fra 2015 viste konsentrasjoner av kobber og sink i bunnvannet i tilstandsklasse 5 og 4. Målingene i 2017 viste vesentlig lavere konsentrasjoner av undersøkte metaller i topp- og bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Bakkevatnet har en god tilstand og er ikke nevneverdig påvirket av forurensning fra veg.



## Elgsjø

Navn innsjø	Elgsjø
Region	Sør
Kommune	Notodden
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	016-80360
Vannforekomstnummer (vann-nett)	016-6264-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E134
Dybde prøvepunkt (m)	36
Koordinater (UTM 32)	6605551, 520409
Nærhet til sjø (km)	54
Høyde over havet	264
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,6



Figur 12. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Elgsjø, Telemark fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Elgsjø er et humøs innsjø omringet av skog. Innsjøen er vindutsatt og det er få kilder til forurensning i nedbørsfeltet.

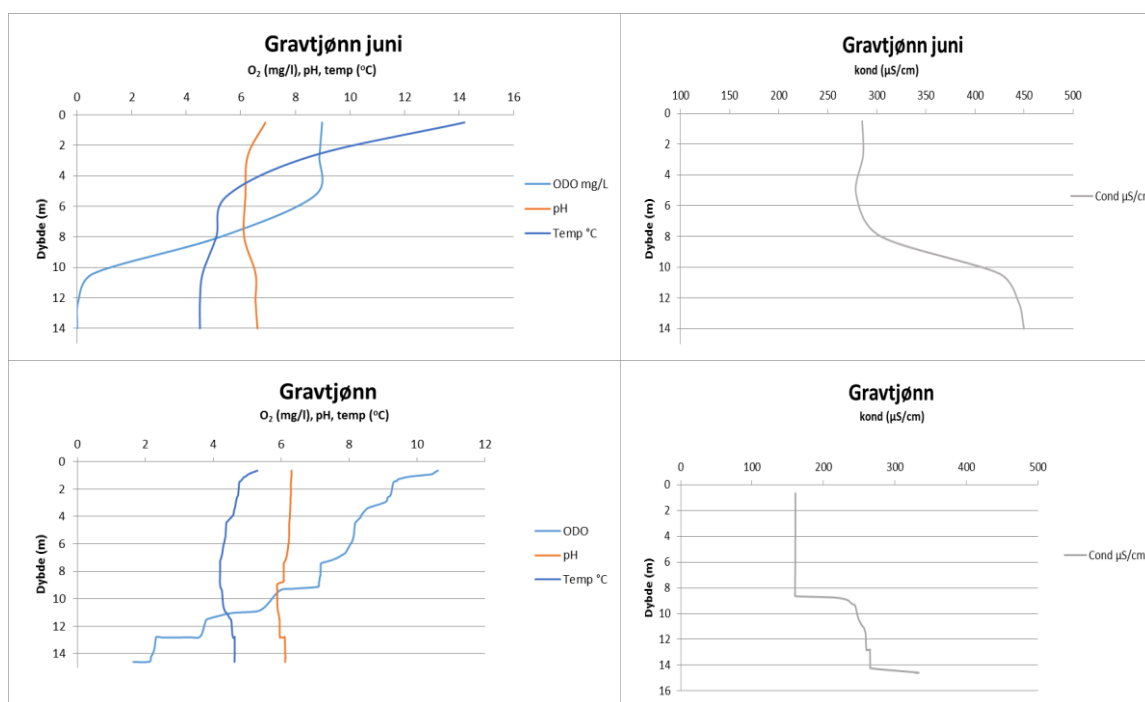
Målingene i 2017 viser at Elgsjø har fullsirkulert (Figur 12) både i juni og november, og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er forholdsvis lavt (juni, T/B: 11/16 mg/) (november, T/B: 9/12 mg/l), men mulig svakt over forventet bakgrunns konsentrasjon. Kloridkonsentrasjonen er noe høyere enn målingene i 2015 (T/B: 6/9 mg/l).

Konsentrasjonen av kobber var i juni svært høyt, tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 i topp- og bunnvann. I november var nivåene lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Det ble i 2015 også påvist forhøyede konsentrasjoner av kobber og bly i bunnvannet i tilstandsklasse 4 og tilstandsklasse 3. Det ble i 2015 også påvist sink i toppvannet tilsvarende tilstandsklasse 4.

Undersøkelsen tyder på at Elgsjø er svakt påvirket av forurensning fra veg, men at det er liten risiko for dannelse av saltsjiktning.

### Gravtjønn

Navn innsjø	Gravtjønn
Region	Sør
Kommune	Notodden
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	016-56399
Vannforekomstnummer (vann.nett)	016-203093-L
Vanntype	9 (moderat kalkrik, humøs)
Nærmeste veg	Fv. 37
Dybde prøvepunkt (m)	15
Koordinater (UTM 32)	6635839, 496575
Nærhet til sjø (km)	75
Høyde over havet	203
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,02

Figur 13. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gravtjønn i Telemark fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Gravtjønn er et humøst og eutroft myrtjern, med lav vannutskiftning. Det er få andre potensielle forurensningskilder enn vei i nedbørsfeltet. Innsjøen er lite eksponert for vind.

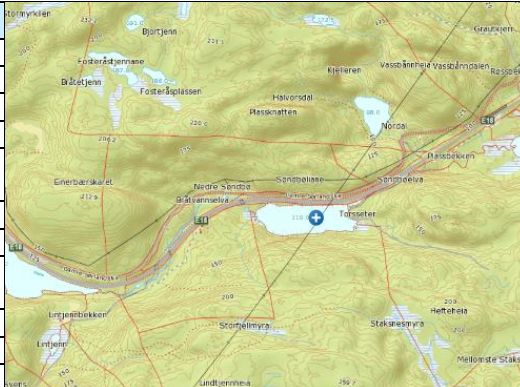
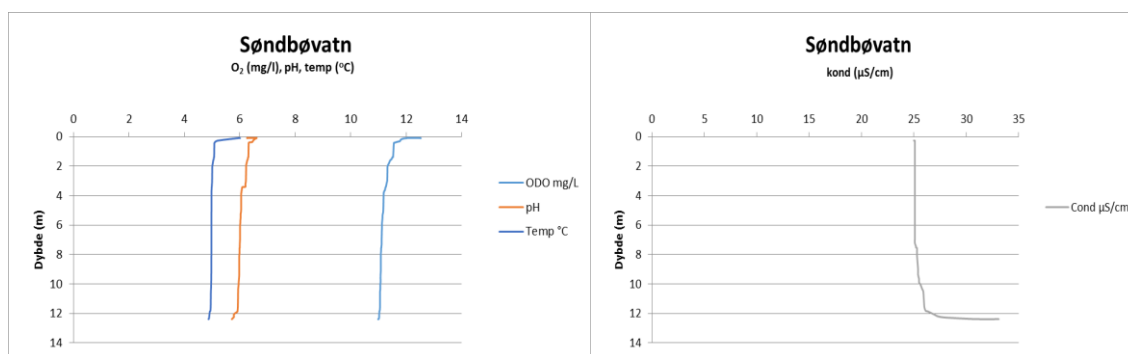
Det ble i 2015 påvist saltgradient i Gravtjønn og høye konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann. Målingene i 2017 viser at Gravtjønn ikke har fullsirkulert (Figur 13). Det er påvist både salt- og oksygengradient i vannmassene, både i juni og i november. I juni er det et tydelig sprangsjikt hvor bunnvannet er anoksisk fra ca 10 meters dyp, mens det i november er en mer jevn reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen. Konduktiviteten øker kraftig fra 8 meters dyp ved begge prøveomgangene. Innholdet av klorid er høyt i topp- og bunnvann både i juni (T/B:68/98 mg/l) og november (T/B:76/110 mg/l). Konsentrasjonene er også økt kraftig siden 2015 (T/B:51/84 mg/l).

I juni ble det påvist kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4 og 5. Høye konsentrasjoner kobber ble ikke påvist i november. De andre metallene er lave i juni og november, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Høye konsentrasjoner av jern og mangan i bunnvannet skyldes utlekking fra sedimentene som følge av anoksiske forhold.

Målingene i Gravtjønn 2016 og 2017 viser at innsjøen er kraftig påvirket av veisalt og at utviklingen går i en negativ retning.

## Søndbøvatn

Navn innsjø	Søndbøvatn
Region	Sør
Kommune	Kragerø
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	017-56402
Vannforekomstnummer (vann-nett)	017-193-R
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	11,2
Koordinater (UTM 32)	6526646, 511814
Nærhet til sjø (km)	5,5
Høyde over havet	108
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	1,04

Figur 14. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Søndbøvatn, Telemark fylke, november 2017.

Søndbøvatn er et lite humøst myrtjern som ligger tett inntil E18 langs nordenden av innsjøen. Innsjøen er omringet av skog og fjellknauser og det er få andre kilder enn veg til forurensning i nedbørsfeltet. Søndbøvatn ligger nedsunken i terrenget og er lite eksponert for vind.

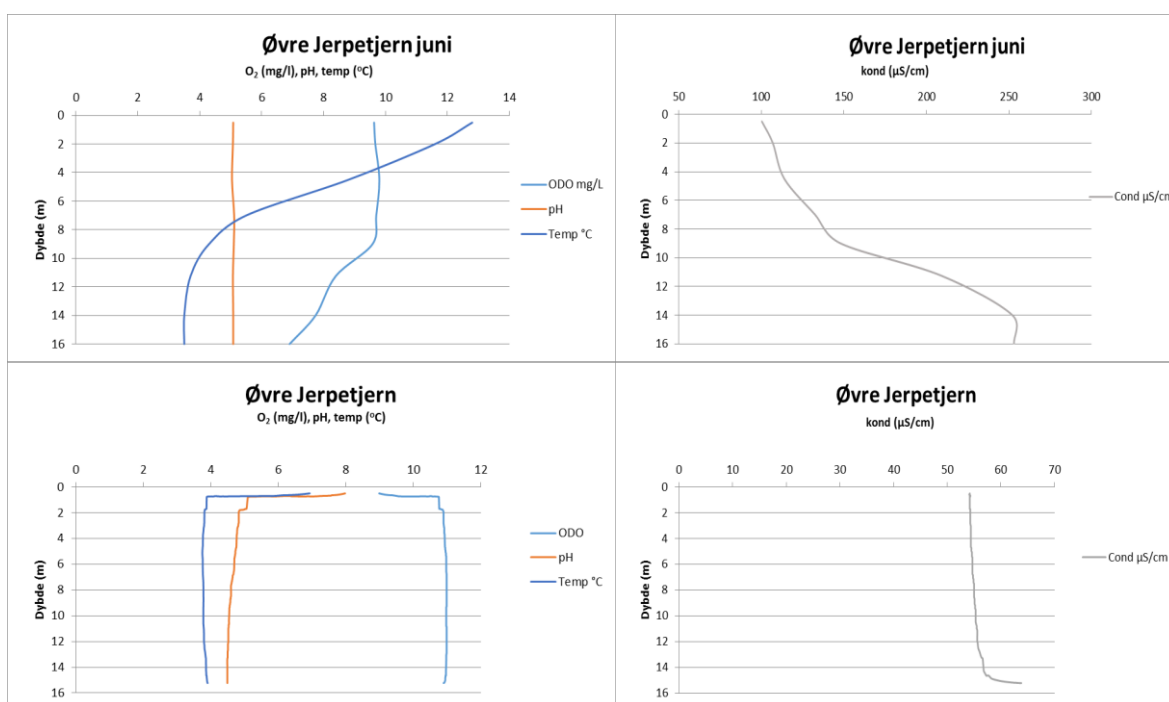
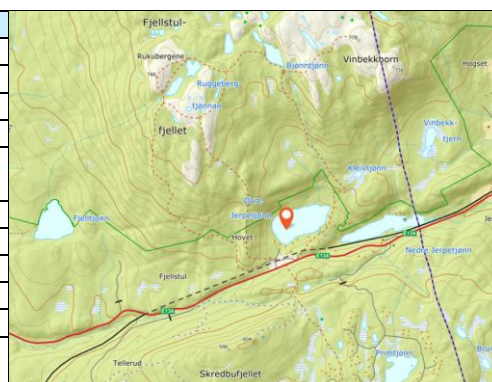
Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 14) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Konduktiviteten øker noe i bunnvannet, men dette kan skyldes oppvirvling fra sedimentet. Vannprøvene viser forholdsvis lave konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 7/8 mg/l). Konsentrasjonene er vesentlig lavere enn i juni 2016 (T/B: 20/26 mg/l). Det ble i 2016 konstatert at Søndbøvatn hadde forhøyede nivåer av klorid som følge av tilførsel av veisalt.

Målingene i 2017 viser lavere konsentrasjoner av metaller i topp- og bunnvann sammenlignet med 2016. I 2016 ble det påvist kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 5 og 4. I 2017 var alle metallene i tilstandsklasse 2 eller lavere.

Økningen av klorid som ble påvist i juni 2016 skyldes trolig veisalt, men nivået reduseres betydelig i løpet av sommerhalvåret. Dette tyder på at Søndbøvatn har tilstrekkelig vannutskiftning til å håndtere tilført mengde veisalt i sommerhalvåret.

## Øvre Jerpetjern

Navn innsjø	Øvre Jerpetjern
Region	Sør
Kommune	Notodden
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	015-56404
Vannforekomstnummer (vann-nett)	015-6247-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E134
Dybde prøvepunkt (m)	14
Koordinater (UTM 32)	6607695, 523696
Nærhet til sjø (km)	61
Høyde over havet	457
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	Ukjent



Figur 15. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Øvre Jerpetjern i Telemark fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Øvre Jerpetjern er et humøst tjern omringet av skog og fjellområder. Det er få andre potensielle forurensningskilder i nedbørsfeltet.

Målingene viser at Øvre Jerpetjern har sirkulert (Figur 15). Det ble ikke påvist oksygengradient i vannmassene, men det er en jevn reduksjon av oksygen i vannsøylen i juni. Temperaturprofilen tyder på at innsjøen er inne i pågående sommerstagnasjon. I juni øker konduktiviteten jevnt nedover i vannsøylen og kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er høy (T/B: 27/68 mg/l), med påfølgende saltgradient. I november er kloridverdiene redusert (T/B: 24/25 mg/l), og det er ikke påvist saltgradient i vannmassene. Kloridnivåene er vesentlig høyere enn i juni 2016 (T/B: 13/13 mg/l). I øvre Jerpetjern har det vært gjort målinger av klorid i overflatevannet siden 1970-taller. Fra de første målingene på 2,5 mg/l har det vært en gradvis økning til ca. 8-10 mg/l rundt 2000-tallet. Målingene som er gjort i 2015 og 2017 viser at kloridverdiene i Øvre Jerpetjern fortsatt stiger [1].

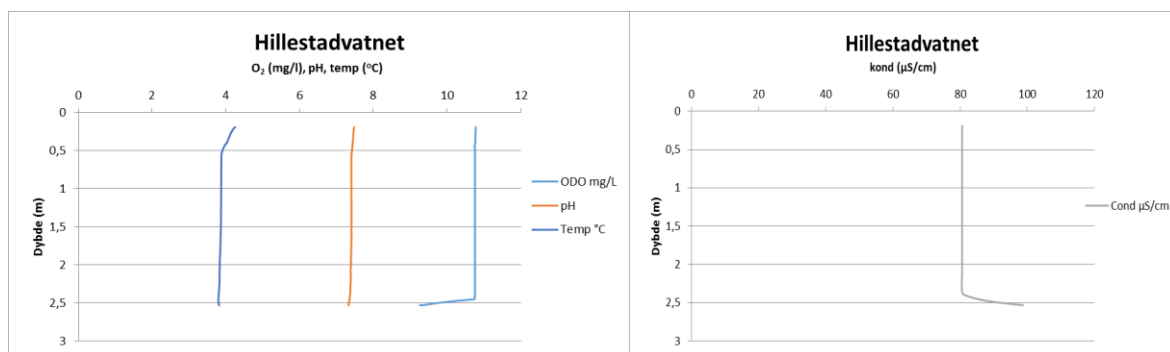
I juni ble det påvist kobber i topp- og bunnvannet i tilstandsklasse 4 og 5, samt sink i tilstandsklasse 4. Det ble også påvist sink i topp- og bunnvannet i november, tilsvarende tilstandsklasse 4. Det ble i tillegg påvist bly i tilstandsklasse 3 i bunnvannet både i juni og i november. Konsentrasjonene av kobber og sink er på samme nivå som i 2016.

Høye konsentrasjoner av klorid i vannmassene i juni, samt kobber og sink, tyder på at Øvre Jerpetjern er påvirket av forurensning fra veg.

### 3.1.4 Vestfold

#### Hillestadvannet

Navn innsjø	Hillestadvannet
Region	Sør
Kommune	Holmestrand/ Hof
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	012-27767
Vannforekomstnummer (vann-nett)	012-544-L
Vanntype	9 (Kalkrik, humøs)
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	2,5
Koordinater (UTM 32)	6597907, 565914
Nærhet til sjø (km)	5,4
Høyde over havet (m)	37
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	1,57

Figur 16. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Hillestadvannet i Vestfold fylke, november 2017.

Hillestadvannet er omringet av spredt bebyggelse og landbruksområder. Innsjøen er sterkt leirpåvirket og kalkrik, samt eutrof som følge av avrenning fra landbruk. Hillestadvannet er svært grunt (2-3 m) og sirkulasjonen er sterkt vindpåvirket.

Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient (Figur 16). Innsjøene er sterkt utsatt for vind og har tilstrekkelig sirkulasjon. Det regnes som lite risiko for at det vil kunne oppstå saltgradient og fravær av oksygen i bunnvannet i Hillestadvannet. Innsjøen sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av de grunne dybdeforholdene. Det er påvist forholdsvis lave nivåer av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 13/13 mg/l), og konsentrasjonene er mye lavere sammenlignet med målingene juni 2016 (T/B: 25/25 mg/l). Dette kan skyldes at prøvetakningen i 2016 ble utført om våren, etter endt vintersesong, og at vannmassene derfor ikke er skiftet ut i like stor grad som i november måned.

Innholdet av undersøkte metaller er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. I 2015 var konsentrasjonen kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4. Høyt innhold av Tot-P (*moderat*) tyder på at Hillestadvannet er påvirket av landbruk.

Økningen av klorid som ble påvist i 2015 skyldes trolig veisalt, men nivået reduseres betydelig i løpet av sommerhalvåret. Dette viser at Hillestadvannet har god nok vannutskiftning til å håndtere tilført mengde veisalt.

## 3.2 Region Vest

Resultater for vannkjemimålinger i topp- og bunnvann i 4 vegnære innsjøer i Region vest er vist i Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 4. Analyseresultat for Cl, Na, Tot-P, TOC, Fe ( $\mu\text{g/l}$ ), samt Mn ( $\mu\text{g/l}$ ), Ca, turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i 4 undersøkte innsjøer i Region sør. Tot-P er klassifisert iht. veileder 02:2013.

Fylke	Parameter / Vannforekomst	Cl_T	Cl_B	Na_T	Na_B	Ca_T	Ca_B	Tot P_T	Tot P_B	TOC_T	TOC_B	Fe_T	Fe_B	Mn_T	Mn_B	Turb_T	Turb_B
		mg/l		mg/l		mg/l		$\mu\text{g/l}$		mg/l		$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$		NTU	
Hordaland	Griggjastemma <sup>1)</sup>	40,5	412	26	240	5,7	14	84	190	5,5	7,6	170	8900	11	140		
	Griggjastemma <sup>2)</sup>	31,6	430	23	250	4,6	17	28	710	6,2	19,5	160	21000	8,6	170	2,3	140
Rogaland	Bilstadtjern	7,65	16,1	4,4	7,7	2,2	3,7	48	670	4,8	12	260	11000	16	110	2,8	70
	Revurstjernet	21,1	21,6	12	11	1,3	1,1	3	21	4	4,3	98	89	2,5	2	0,51	5,9
	Stemtjørna	6,5	6,6	4,5	4,7	0,75	0,78	<3	32	8,1	8,1	120	120	5,2	5,7	0,74	0,98

1) juni 2017, 2) november 2017

Tabell 5. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (alle i  $\mu\text{g/l}$ ) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for 4 undersøkte vann i Region vest. Resultatene er klassifisert iht. veileder M-608 /2016.

Fylke	Vannforekomst/enhet	Pb_T	Pb_B	Cd_T	Cd_B	Cu_T	Cu_B	Ni_T	Ni_B	Zn_T	Zn_B	Sb_T	Sb_B
		$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$	
Hordaland	Griggjastemma <sup>1)</sup>	0,2	0,24	0,015	0,007	15	14	1,3	1	5,9	2,4	0,2	0,13
	Griggjastemma <sup>2)</sup>	0,86	0,44	0,016	0,013	2,3	2,1	2,5	5,6	25	67	0,18	0,23
Rogaland	Bilstadtjern	0,24	0,77	0,016	0,018	2,1	1,8	0,51	0,76	7,4	6,3	0,074	0,049
	Revurstjernet	0,37	0,34	0,011	0,005	2,2	1	0,19	0,13	5,9	3,6	0,074	0,099
	Stemtjørna	0,88	0,95	-	-	0,5	0,61	0,12	0,21	5,6	7,8	0,037	0,13

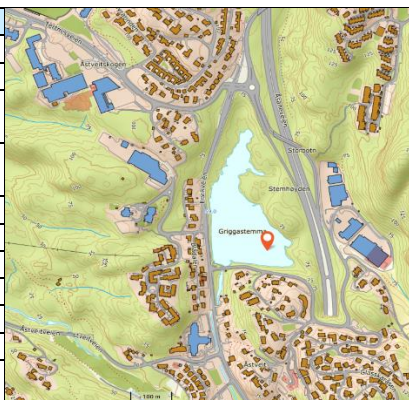
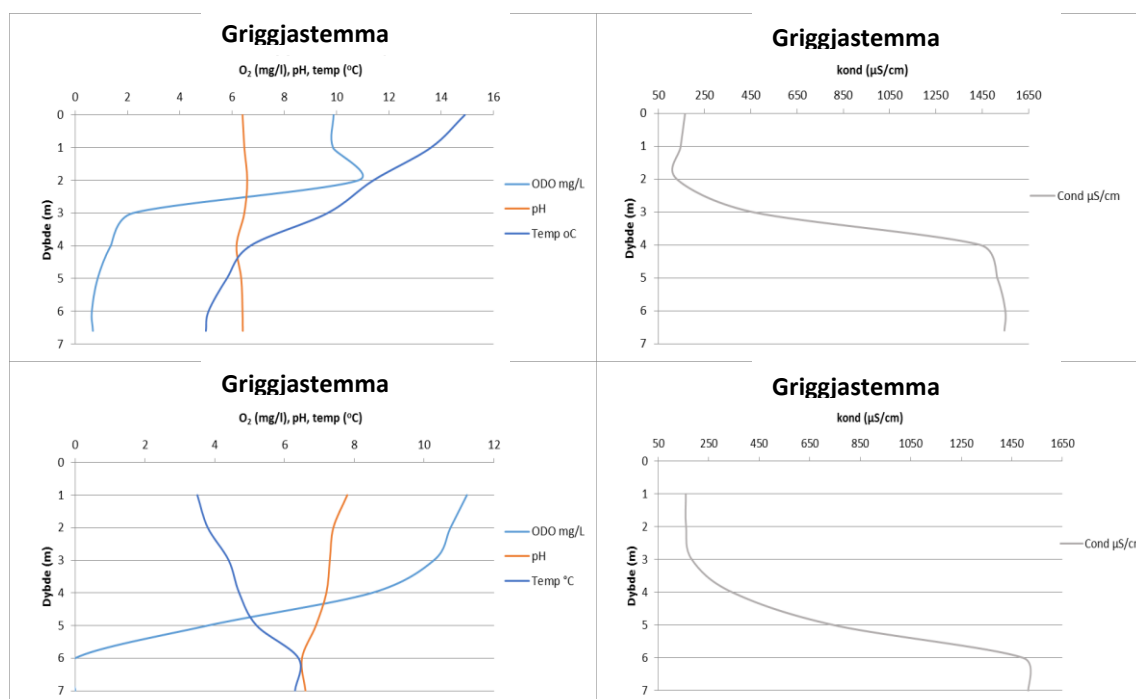
1) juni 2017, 2) november 2017



### 3.2.1 Hordaland

#### Griggjastemma

Navn innsjø	Griggjastemma
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-29886
Vannforekomstnummer (vann-nett)	056-26605-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	Fv. 267 og E39
Dybde prøvepunkt (m)	7
Koordinater (UTM 32)	6707439, 297654
Nærhet til sjø (km)	0,82
Høyde over havet	61
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,037

Figur 17. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Griggjastemma, Hordaland fylke, juni (øverst) og november (nederst) 2017.

Griggjastemma ligger mellom fjell, skogområder og bolig- og næringsområder. Innsjøen påvirkes trolig av avrenning fra tette flater og diffuse tilførsler. Griggjastemma er et oppdemmet vann. Innsjøen ligger nedsunken i terrenget og er i liten grad eksponert for vind.

Målingene viser at Griggjastemma ikke fullsirkulerer. Bunnvannet er oksygenfritt (anoksisk) (Figur 17) i begge prøveomgangene. I juni er det et tydelig sjikt fra 2,5 meter, mens det i november er anoksisk bunnvann fra 6 meter dyp. Ledningsevnen øker også kraftig fra ca 100 µS/cm i toppvannet til opp mot 1600 µS/cm i bunnvannet i juni og november. Griggjastemma har både oksygen- og saltgradient.

Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er svært høyt (juni, T/B:40/412 mg/l) (november, T/B:31/430 mg/l). Bunnvannet inneholder de høyeste kloridkonsentrasjonene

som er påvist av samtlige innsjøer i overvåkningsprogrammet. Kloridkonsentrasjonen har økt mye sammenlignet med målingene i 2015 (T/B:17/150 mg/l), 2005, 2010 og 2013. Det ble også i 2015 konkludert med at Griggjastemma har saltindusert oksygenvinn.

Innholdet av Tot-P i toppvannet er høyt både i juni (*svært dårlig*) og november (*moderat*), som følge av utlekking fra sediment på grunn av anoksiske forhold.

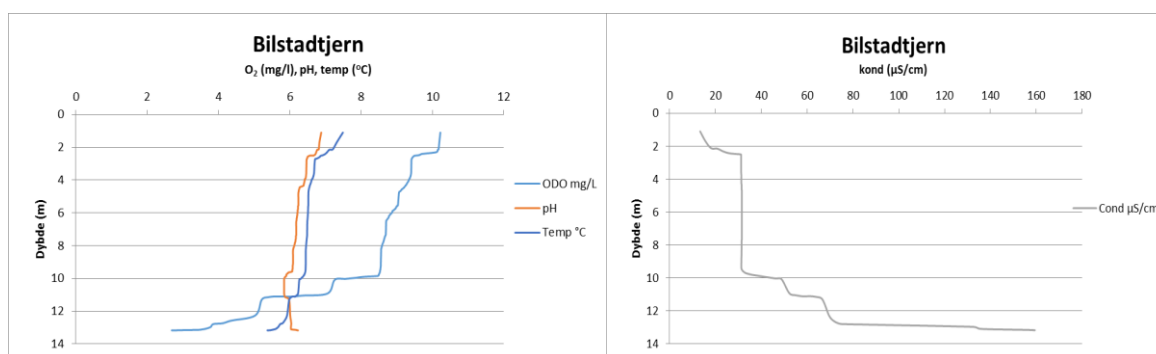
I juni ble det påvist kobber i både topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4. I november var konsentrasjonen av sink i bunnvannet i tilstandsklasse 5, mens bunnvannet tilsvarer tilstandsklasse 4. I bunnvannet ble det også påvist nikkel i tilstandsklasse 3. Det ble også påvist forhøyede konsentrasjoner av sink i bunnvannet (tilstandsklasse 4) i 2015.

Resultatene viser at innsjøen er sterkt påvirket av avrenning fra veg, og at oksygenvinnet er saltindusert.

### 3.2.2 Rogaland

#### Bilstadtjern

Navn innsjø	Bilstadtjern
Region	Vest
Kommune	Dalane
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	027-6125
Vannforekomstnummer (vann.nett)	027-20968-L
Vanntype	Svært kalkfattig, klar
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	12,5
Koordinater (UTM 32)	6491357, 344667
Nærhet til sjø (km)	24
Høyde over havet (m)	184
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,018

Figur 18. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Bilstadtjern, Rogaland fylke, november 2017.

Bilstadtjern er en liten eutrof innsjø, liggende i en gryte, omgitt av landbruk, veg og jernbane. Tjernet er lite eksponert for vinden.

Målingene viser en jevn reduksjon av oksygen i vannsøylen fra topp til bunn (Figur 10), men det skjer likevel en brå reduksjon ved 10 meters dyp. Forskjellen i oksygeninnholdet mellom topp- og bunnvann er såpass stor at Bilstadtjern har oksygengradient. Konduktiviteten øker kraftig fra 10 meter og ned mot bunn. Reduksjonen av oksygen i bunnvannet skyldes i stor grad nedbrytning av organisk stoff, enn redusert sirkulasjon som følge av vegsalt. Bilstadtjern er også svært eutroft og med høye Tot-P verdier i topp- og bunnvann (*dårlig tilstand*). Høye konsentrasjoner av Tot-P og jern skyldes utlekking fra sedimentene på grunn av reduserende forhold i bunnvannet (oksygenfattig).

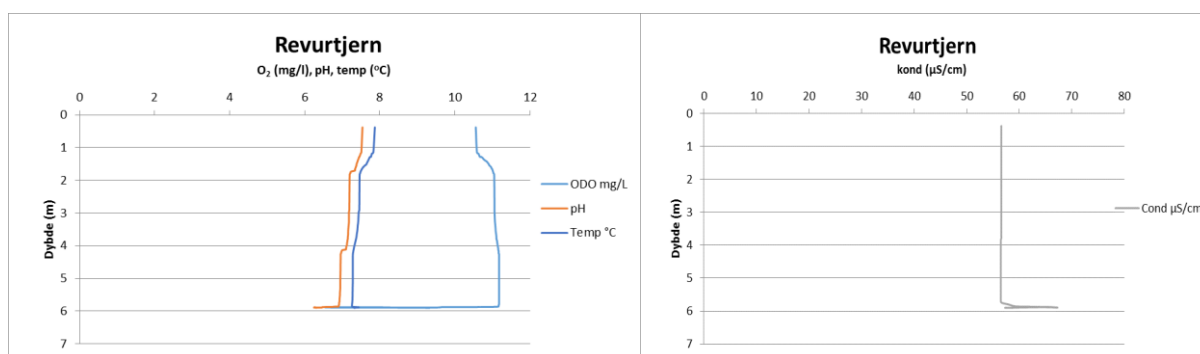
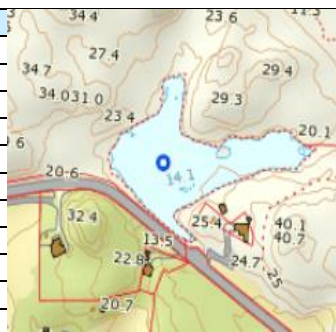
Kloridkonsentrasjonen i toppvannet er lav, mens bunnvannet trolig er svakt forhøyet og over forventet bakgrunn (T/B:7/16 mg/l). Forskjellen mellom topp- og bunnvann er ikke stor nok til å kunne klassifiseres som saltgradient. Det ble heller ikke påvist noen saltgradient i 2015.

Bilstadtjern har lave konsentrasjoner av undersøkte metaller i topp- og bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Bilstadtjern er i liten grad påvirket av forurensning fra veg. Resultatene tyder i større grad på at innsjøen er påvirket av avrenning fra landbruk.

## Revurtjern

Navn innsjø	Revurstjern
Region	Vest
Kommune	Hå
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	027-63653
Vannforekomstnummer (vann-nett)	Ikke registrert
Vanntype	5 (Kalkfattig klar, grunn)
Nærmeste veg	Fv. 44
Dybde prøvepunkt (m)	7,5
Koordinater (UTM 32)	6488276, 314037
Nærhet til sjø (km)	0,5
Høyde over havet (m)	14
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,01



Figur 19. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Revurstjern, Rogaland fylke, november 2017.

Revurtjern ligger i et kystlandskap omringet av flere fjellknauser. Det er få andre mulige forurensningskilder enn veg rundt tjernet. Innsjøen ligger svært nær havet og er derfor trolig påvirket av marint salt. Revurtjern er en grunn innsjø (6 m) og sirkulasjonen er sterkt vindpåvirket.

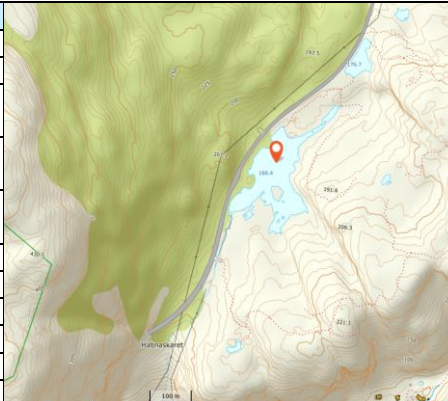
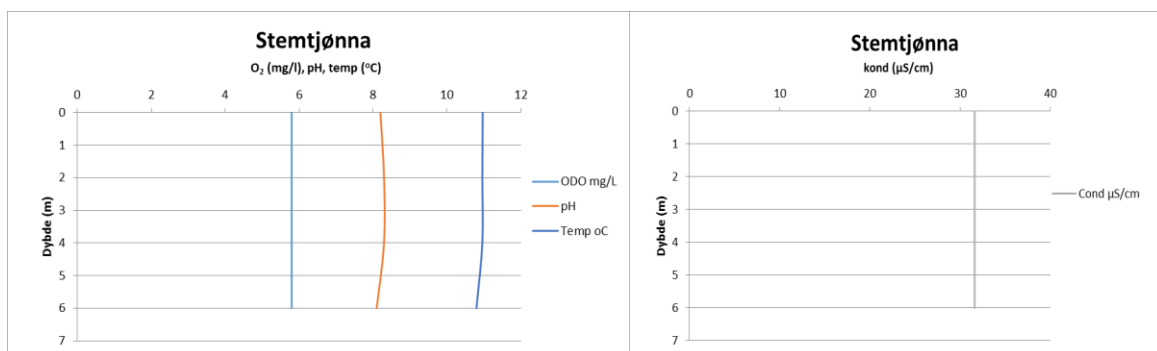
Undersøkelsen viser at Revurtjern har sirkulert (Figur 19) og det er ikke påvist oksygen- eller saltgradient. Tjernet sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av de grunne dybdeforholdene. Kloridkonsentrasjonene ansees som høye (T/B:21/21 mg/l), men dette skyldes nok tilførsel av marint havsalt som følge av vær og vind. Kloridkonsentrasjonen er lavere sammenlignet med målingene i 2015 (T/B: 34/35 mg/l) og i 2012.

Konsentrasjonene av metaller i topp- og bunnvann er lav. Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse 2.

Undersøkelsen tyder på at Revurtjern er lite påvirket av forurensning fra veg. Det anbefales å avslutte overvåkingen av tjernet.

## Stemtjørna

Navn innsjø	Stemtjørna
Region	Vest
Kommune	Forsand
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	031-63659
Vannforekomstnummer (vann-nett)	031-132455-L
Vanntype	3 (Svært kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	Rv.13
Dybde prøvepunkt (m)	6,5
Koordinater (UTM 32)	6538308, 333495
Nærhet til sjø (km)	0,8
Høyde over havet (m)	166,4
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,02

Figur 20. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Stemtjørna, Rogaland fylke, november 2017.

Stemtjørna er et lite grunt og humøst myrtjern. Innsjøen ligger i et fjellandskap langs Fv. 33 og har få andre potensielle forurensningskilder enn veg i nedbørsfeltet. Innsjøen benyttes som drikkevannskilde.

Målingene viser at Stemtjørna har sirkulert (Figur 20) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Oksygeninnholdet er forholdsvis lavt, men dette skyldes trolig høyt innhold av organisk stoff. Kloridkonsentrasjonen er lav i både topp- og bunnvann (T/B:6/6 mg/l), og lavere sammenlignet med målingene i 2015 (T/B:13/12 mg/l).

Topp- og bunnvann inneholder lave konsentrasjoner av undersøkte metaller, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Konsentrasjonen av sink og bly er vesentlig lavere enn i 2015.

Undersøkelsen viser at Stemtjørna er lite påvirket av forurensning fra veg.

### 3.3 Region Midt

Resultater for vannkjemimålinger i topp- og bunnvann i 22 vegnære innsjøer i Region Midt er vist i Tabell 6 og Tabell 7.

Tabell 6. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, Tot-P, TOC, Fe (µg/l), samt Mn (µg/l) turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i 22 undersøkte vann i Region Midt. Tot-P er klassifisert iht. veileder 02:2013.

Fylke	Parameter / Vannforekomst	Cl_T	Cl_B	Na_T	Na_B	Ca_T	Ca_B	Tot P_T	Tot P_B	TOC_T	TOC_B	Fe_T	Fe_B	Mn_T	Mn_B	Turb_T	Turb_B
		mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	NTU								
Nord-Trøndelag	Hammarvatn	7,17	8,03	4,6	5	8,8	9,1	3,4	7,2	4,5	4,4	17	1,2	1	< 0,050	1	2,1
	Lundavatn	8,16	8,17	6,1	6,1	14	14	25	39	10	11	450	480	22	29	4,2	11
	Nesvatn	14,7	14,6	9,9	9,8	13	13	7,6	23	7,3	7,4	140	170	330	320	2,3	15
	Rungstadvatn	19,8	19,9	12	12	15	15	4,7	110	7,6	8,4	210	1000	160	260	3,1	86
Sør-Trøndelag	Buvatn	26,8	26,9	16	16	11	11	<3	19	4,8	5,2	16	72	2,2	23	0,57	4,5
	Gammelelva	21,7	23,6	14	15	36	38	21	19	5,6	4,9	<	390	<	<	9,2	7,4
	Gangåsvatnet	7,11	7,23	4,3	4,7	2,6	2,8	5,1	5,7	3,9	3,9	34	52	2,4	3,9	0,32	0,66
	Kinnsettjørna	20	20	13	13	75	73	6,8	59	3,7	24	0,71	4,7	2,1	72	0,85	77
Møre- og Romsdal	Bjørkedalsvatnet	3,71	5,32	2,6	3,3	0,64	0,84	5,2	6,3	1,9	1,6	11	19	1,5	2,8	0,28	0,57
	Bolgavatnet	12	11,9	8,3	8,2	1,4	1,4	7,6	7,1	6,9	7	210	210	8,7	8,4	0,54	0,53
	Brusdalsvannet	10,2	10,5	6	6,3	1,5	1,4	4,6	5,3	2,3	2,1	6,9	5,9	0,64	1,2	0,23	0,44
	Engsetdalsvatnet	6,86	7,56	4,7	4,9	1,8	1,6	6	27	3,3	3,2	29	130	3,4	38	0,66	7,6
	Gammelsetervatnet	5,54	7,7	4	4,8	1,4	1,6	7,2	15	8,5	6,6	480	710	19	37	0,75	4,5
	Grimstadvatnet	9,34	9,31	6,2	5,7	1,9	1,8	7,5	21	4,4	4,4	85	100	3,2	5,5	0,86	2,1
	Hovdevatnet	11,4	11,4	6,6	6,7	2,6	2,6	5,1	32	2,8	3,2	17	31	3,4	5,4	0,5	8,4
	Kvamlivatnet	11,3	11,7	8,1	7,0	1,4	1,4	8,7	200	6,9	12	190	3400	7,7	110	0,88	64
	Midtvatnet	3,61	3,74	2,7	2,7	0,7	0,8	4,4	59	1,9	2,2	11	14	2,3	12	0,45	11
	Myklebustvatnet	19,8	19,5	14	13	7,1	6,9	17	50	7,2	7,9	160	250	4,8	8,7	1,4	15
	Nedstevatnet	3,65	3,67	2,7	2,5	0,72	0,66	4,4	4,4	1,9	1,9	12	9,3	0,96	1,3	0,36	0,59
	Slettebaktjønnna	9,12	9,23	7	6,5	1,6	1,5	11	16	10	9,9	510	450	13	12	1,8	2
	Skjørsetervatnet	5,86	6,54	4,3	3,9	1,2	0,9	5,4	23	6,3	6,9	210	680	9,4	24	0,6	10
	Svartdalsdammen	10,6	10,5	6,7	7,1	1,2	1,2	5	17	5,2	5,8	67	120	3,2	6,6	0,45	7,2

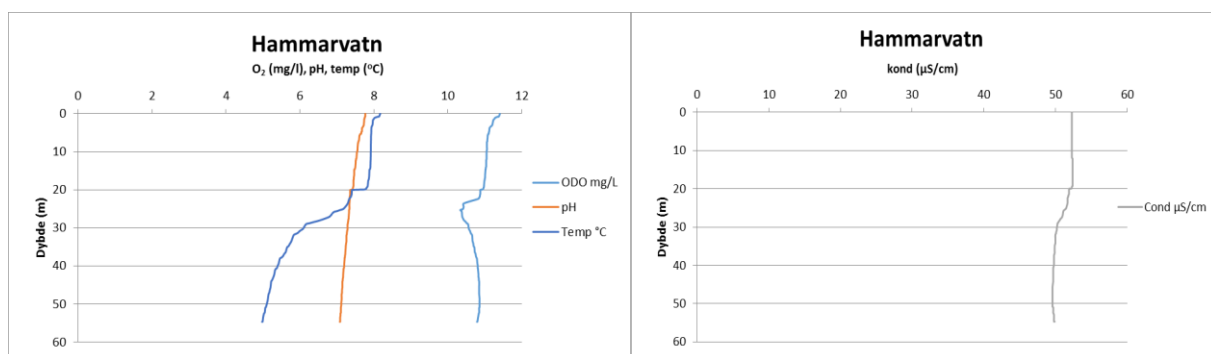
Tabell 7. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for 22 undersøkte vann i Region Midt. Resultatene er klassifisert iht. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Rapport M-608 /2016.

Fylke	Vannforekomst/ enhet	Pb_T	Pb_B	Cd_T	Cd_B	Cu_T	Cu_B	Ni_T	Ni_B	Zn_T	Zn_B	Sb_T	Sb_B
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nord-Trøndelag	Hammarvatn	0,18	< 0,010	< 0,0040	< 0,0040	3	< 0,050	0,55	< 0,050	2,4	< 0,20	0,021	< 0,020
	Lundavatn	0,21	0,18	< 0,0040	< 0,0040	3,6	4,3	0,57	0,57	2,2	1,4	< 0,020	0,02
	Nesvatn	0,03	0,12	< 0,0040	< 0,0040	2,3	2,4	0,68	0,76	0,66	1,1	0,045	0,06
	Rungstadvatn	0,1	0,69	< 0,0040	< 0,0040	4	2,8	0,49	0,86	2,3	1,6	0,037	0,04
Sør-Trøndelag	Buvatn	0,016	0,12	0,009	0,017	6,4	7,3	0,64	0,8	5,4	22	0,022	< 0,020
	Gammelelva	< 0,010	0,098	< 0,0041	< 0,0041	< 0,050	2,2	< 0,050	2	< 0,20	2,3	< 0,020	0,032
	Gangåsvatnet	0,25	0,12	< 0,0040	< 0,0040	2,9	1,6	0,48	0,44	5,3	3,7	< 0,020	< 0,020
	Kinnsettjørna	0,039	0,045	< 0,0040	< 0,0040	2,6	0,74	6,3	6,3	5,4	2	0,029	0,043
Møre- og Romsdal	Bjørkedalsvatnet	0,15	0,2	< 0,0040	< 0,0040	0,92	0,63	0,91	1,1	2,4	2,7	< 0,020	< 0,020
	Bolgavatnet	0,33	0,16	< 0,0040	< 0,0040	2,4	2	0,44	0,39	5,7	5,2	< 0,020	< 0,020
	Brusdalsvannet	0,25	3,8	< 0,0040	0,004	0,78	0,73	0,27	0,31	3,3	5,2	< 0,020	< 0,020
	Engsetdalsvatnet	0,14	0,14	< 0,0040	< 0,0040	1,5	1,2	0,16	0,17	3,4	3,8	< 0,020	< 0,020
	Gammelsetervatnet	0,36	0,68	< 0,0040	< 0,0040	2,4	2,5	0,25	0,26	4,2	6,7	< 0,020	< 0,020
	Grimstadvatnet	0,074	0,064	< 0,0040	< 0,0040	1,7	2	0,33	0,28	4,1	4	0,02	< 0,020
	Hovdevatnet	0,048	0,06	< 0,0040	< 0,0040	0,92	0,71	0,25	0,24	2,1	2,4	< 0,020	< 0,020
	Kvamlivatnet	0,13	0,53	< 0,0040	0,005	1,8	1,4	0,2	0,38	2,7	7,3	0,021	0,028
	Midtvatnet	0,089	0,024	< 0,0040	< 0,0040	0,94	0,45	0,93	0,77	11	1,5	< 0,020	< 0,020
	Myklebustvatnet	0,58	0,16	< 0,0040	0,005	3,4	3,3	1,5	1,5	7,1	4,9	0,059	0,074
	Nedstevatnet	0,047	0,23	< 0,0040	< 0,0040	0,57	1,8	0,87	0,98	3,2	5,8	< 0,020	0,024
	Slettebaktjønnna	0,2	0,2	0,004	< 0,0040	2,6	2,3	0,6	0,59	5,8	5,1	0,027	0,026
	Skjørsetervatnet	0,15	0,74	< 0,0040	< 0,0040	2	1,4	0,25	0,44	3,6	6	< 0,020	< 0,020
	Svartdalsdammen	0,11	0,25	< 0,0040	< 0,0040	1,5	1,8	0,31	0,37	2,9	4	< 0,020	0,022

### 3.3.1 Nord-Trøndelag

#### Hammarvatn

Navn innsjø	Hammarvatn
Region	Midt
Kommune	Levanger
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	125-28840
Vannforekomstnummer (vann-nett)	125-912-L
Vanntype	8 (Moderat kalkrik, klar)
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	65
Koordinater (UTM 32)	7055500, 599700
Nærhet til sjø (km)	7
Høyde over havet (m)	25
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	5,96



Figur 21. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Hammarvatn, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Hammarvatn er en stor innsjø med flere dype bassenger, samtidig som innsjøen har et stort nedbørfelt. Det ble valgt et basseng nærme vegen, med dyp på 65 meter. Innsjøen er vindutsatt, og andre forurensningskilder er landbruk og spredtbebyggelse rundt vannet.

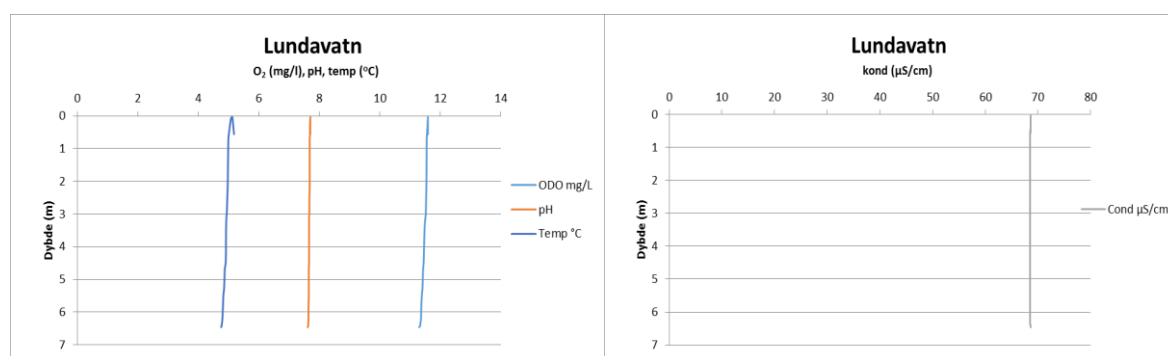
Resultatene viser at Hammarvatn har god sirkulasjon av vannmassene (Figur 21). Det ble ikke påvist salt- eller oksygengradient, i tillegg er nivået av klorid i topp- og bunnvann lavt (T/B: 7,1/8,3 mg/l). Kloridverdiene fra 2017 ligger på omtrent samme nivå som i 2015.

I 2015 ble det påvist forhøyede verdier av sink, bly og nikkel i bunnvannet, tilsvarende tilstandsklasse 3 og 4. I 2017 er innholdet av undersøkte metaller i både topp- og bunnvann vesentlig lavere, i tilstandsklasse 1 eller 2.

Undersøkelsene både i 2015 og i 2017 viser at Hammarvatn er lite påvirket av forurensning fra veg.

## Lundavatn

Navn innsjø	Lundavatn
Region	Midt
Kommune	Steinkjer
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	128-46713
Vannforekomstnummer (vannnett)	128-41651-L
Vanntype	9 (Moderat kalkrik humøs)
Nærmeste veg	Fv. 17
Dybde prøvepunkt (m)	6,2
Koordinater (UTM 32)	7108749, 619543
Nærhet til sjø (km)	8,4
Høyde over havet (m)	63
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,25



Figur 22. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Lundavatn, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Lundavatn omringet av store landbruksområder. Innsjøen er forholdsvis grunn, samtidig som den er humøs, og vindutsatt.

Profilene viser at viser at Lundavatn har sirkulert (Figur 22) og det er ikke påvist salt-oksygengradient. Innsjøen sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av de grunne dybdeforholdene. Det er påvist lave nivåer av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 8,1/8,17 mg/l), og på omtrent samme nivå som i 2015.

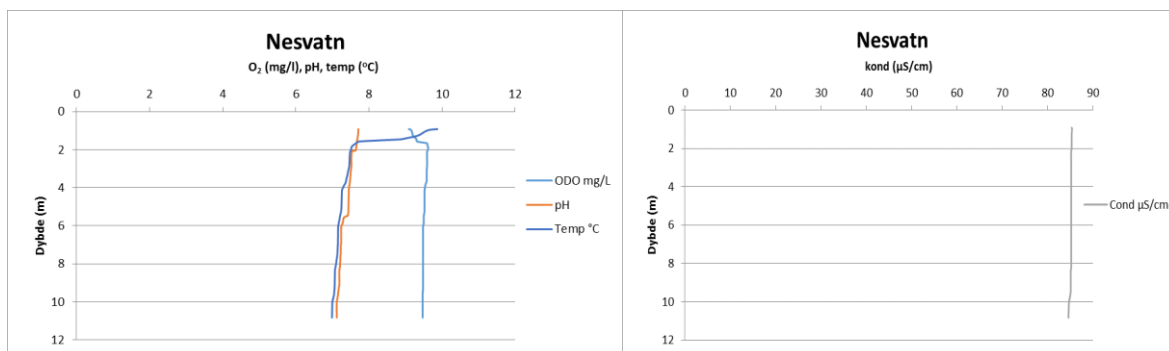
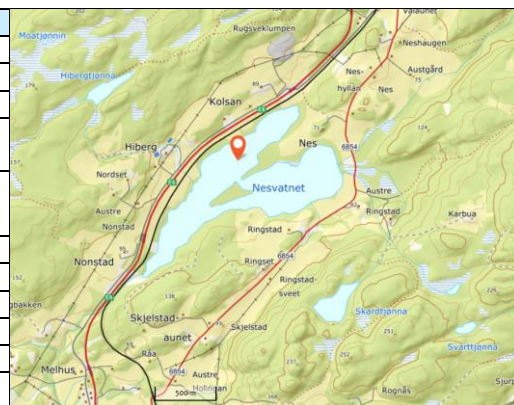
Lundavatn har noe høyt innhold av Tot-P (*moderat*) som følge av avrenning fra landbruk. Innholdet av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lavt. Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse 2, i 2015 eller i 2017.

Resultatene fra 2015 og 2017 viser at Lundavatn er lite påvirket av forurensning fra veg.



## Nesvatnet

Navn innsjø	Nesvatnet
Region	Midt
Kommune	Levanger
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	125-80364
Vannforekomstnummer (vannnett)	125-37128-L
Vanntype	9 (Kalkrik, humøs)
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	11
Koordinater (UTM 32)	7059553, 603216
Nærhet til sjø (km)	9,14
Høyde over havet (m)	61
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,7



Figur 23. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Nesvatn, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Nesvatnet ligger tett på jernbanen og E6 som følger hele innsjøens lengde. Innsjøen er vindutsatt, og antatte øvrige påvirkninger inkluderer både avløp fra spredt bebyggelse og landbruksavrenning.

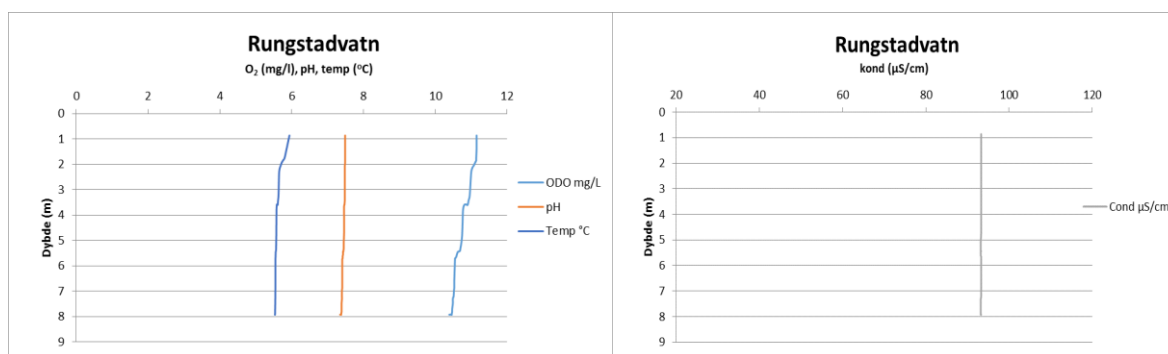
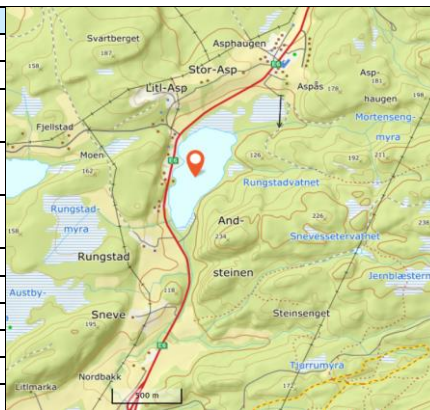
Målingene av vannsøylen i 2017 viser at innsjøen har sirkulert (Figur 23), og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Det er påvist forholdsvis lave nivåer av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 14,7/14,6 mg/l), og nivåene er på samme nivå som i 2015.

Innholdet av metaller i topp- og bunnvann er lavt. I 2015 ble det påvist bly i tilstandsklasse 3 i bunnvannet. I 2017 overskrider ingen av metallene tilstandsklasse 2.

Undersøkelsen viser at Nesvatnet er lite påvirket av forurensning fra veg.

## Rungstadvatn

Navn innsjø	Rungstadvatn
Region	Midt
Kommune	Steinkjer
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	128-46715
Vannforekomstnummer (vann-nett)	128-41745-L
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	8,6
Koordinater (UTM 32)	7105735, 621757
Nærhet til sjø (km)	5,5
Høyde over havet (m)	61
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,7



Figur 24. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Rungstadvatn, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Rungstadvatn er et forholdsvis grunt vann, omringet av skog og dyrket mark. Innsjøen er ligger dypt i terrenget og er derfor lite vindutsatt. Ovenfor innsjøen ligger det en skytebane som mulig forurensningskilde.

Målingene viser at innsjøen har sirkulert (Figur 24). Innholdet av klorid antas å være svakt forhøyet som følge av påvirkning av vegsalt (T/B: 19,8/19,9 mg/l) og på samme nivå som i 2015. Men det er ikke påvist salt- eller oksygengradient i Rungstadvatn.


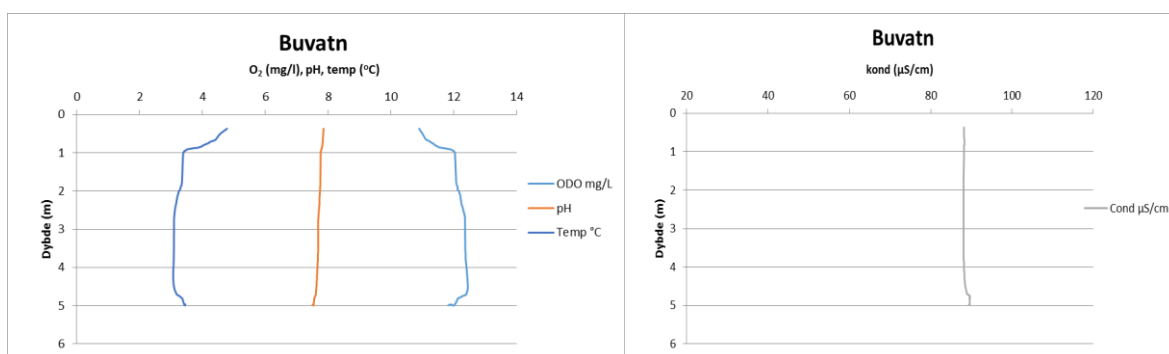
Konsentrasjonen av metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere.

Rungstadvatn er trolig påvirket av veisalt, og konsentrasjonene av klorid har økt siden 2005. Med et økende innhold av klorid i vannmassene vil det være risiko for at det oppstår saltgradient i vannmassene i fremtiden.

### 3.3.2 Sør-Trøndelag

#### Buvatn

Navn innsjø	Buvatn
Region	Midt
Kommune	Rennebu
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	122-25711
Vannforekomstnummer (vannnett)	122-33900-L
Vanntype	8 (Moderat kalkrik klar)
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	5,3
Koordinater (UTM 32)	551938, 6968713
Nærhet til sjø (km)	80
Høyde over havet	419
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,28

Figur 25. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Buvatn, Sør-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Buvatn er en grunn innsjø, som har en stor overflate og som derfor er sterkt utsatt for vindpåvirket sirkulasjon. Andre mulige forurensningskilder er avrenning fra næringsområdet i sørenden av innsjøen.

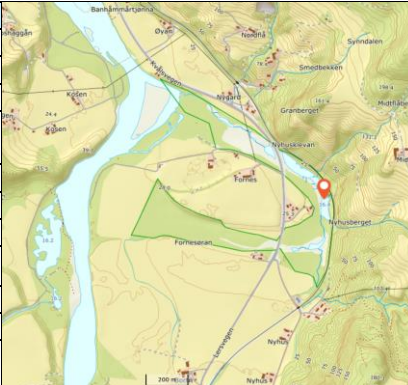
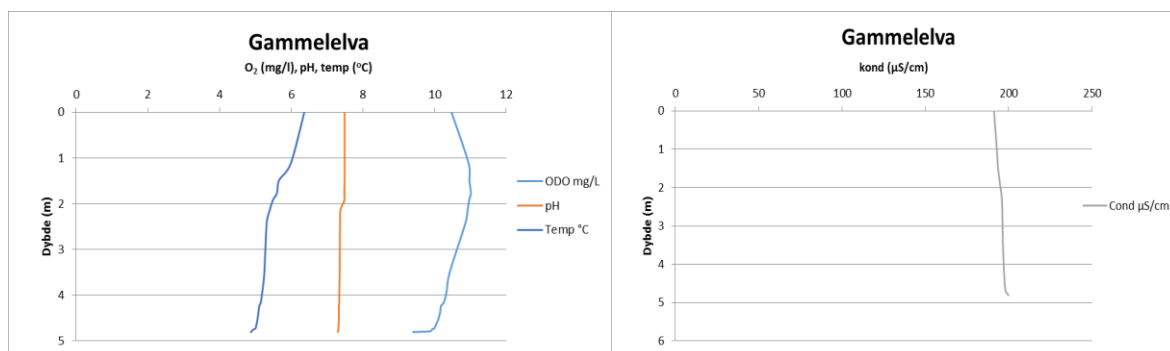
Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient (Figur 25). Likevel antas innholdene av klorid å være svakt forhøyet i topp- og bunnvann som følge av avrenning av vegsalt til innsjøen (T/B: 26/26 mg/l). Kloridkonsentrasjonen har økt siden 2015 (T/B: 14/15 mg/l). Det regnes som lite risiko for at det vil kunne oppstå saltgradient og fravær av oksygen i bunnvannet i Buvatn, selv om innsjøen har kloridkonsentrasjon godt over naturlig bakgrunnsnivå. Innsjøene er sterkt utsatt for vind og har derfor tilstrekkelig sirkulasjon. Innsjøen sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av de grunne dybdeforholdene.

Det ble påvist sink i bunnvannet i tilstandsklasse 4. Innholdet av sink var også i tilstandsklasse 4 i topp- og bunnvann i 2015. De øvrige undersøkte metallene i topp- og bunnvann er i tilstandsklasse 2 eller lavere.

Buvatn er tydelig påvirket av vegsalt og metaller som følge av avrenning fra veg.

## Gammelelva

Navn innsjø	Gammelelva
Region	Midt
Kommune	Melhus
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	122-35984
Vannforekomstnummer (vannnett)	122-104999-L
Vanntype	11 (Kalkrik, humøs)
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	5 m
Koordinater (UTM 32)	7010349.89, 565895.5
Nærhet til sjø (km)	13
Høyde over havet (m)	16,4
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,014

Figur 26. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gammelelva, Sør-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Gammelelva er en sterkt humøs og leirpåvirket kroksjø, som tidligere har vært en del av Gaula. Innsjøen er svært grunn, stillestående og tydelig eutrof. Andre forurensningskilder til Gammelelva er avrenning fra landbruk og jernbanen som får langs med innsjøen. Det er ikke gjennomført vannundersøkelser i Gammelelva tidligere.

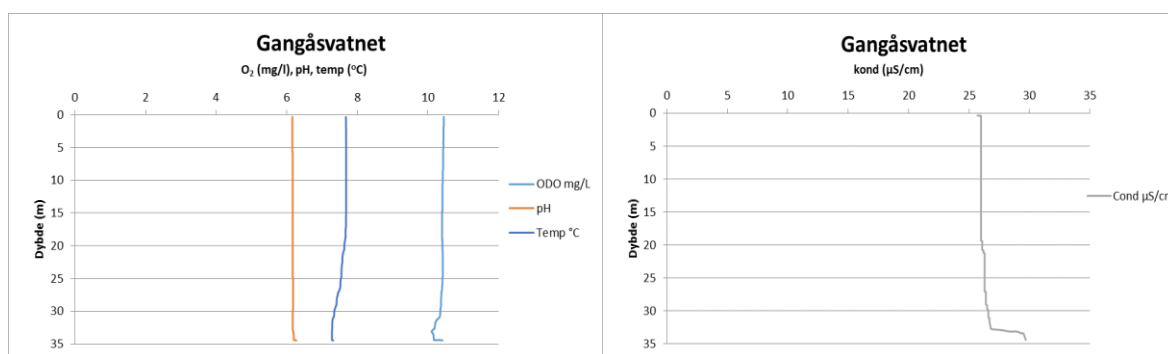
Målingene viser at Gammelelva har sirkulert og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient (Figur 26). Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er likevel svakt forhøyet (T/B: 21/23 mg/l). Innsjøen er såpass grunn at det er lite sannsynlig at det vil kunne oppstå salt- og oksygengradient i vannmassene.

Det er påvist høyt innhold av Tot-P i vannmassene, tilsvarende *dårlig* tilstand i toppvannet. Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse 2.

Svakt forhøyede kloridkonsentrasjoner i vannmassene antas å skyldes avrenning fra veg.

## Gangåsvatnet

Navn innsjø	Gangåsvatnet
Region	Midt
Kommune	Orkdal
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	121-15540
Vannforekomstnummer (vannnett)	121-963-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	38
Koordinater (UTM 32)	7016023.3, 532727.3
Nærhet til sjø (km)	8
Høyde over havet (m)	153
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	5,5



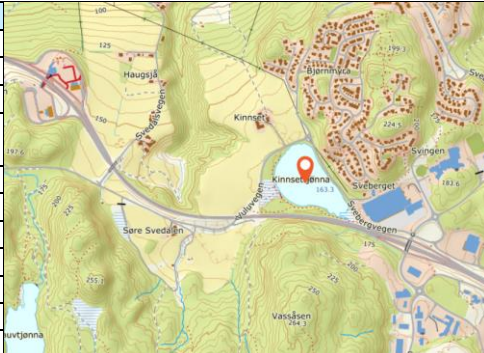
Figur 27. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gangåsvatnet, Sør-Trøndelag fylke, oktober 2017.

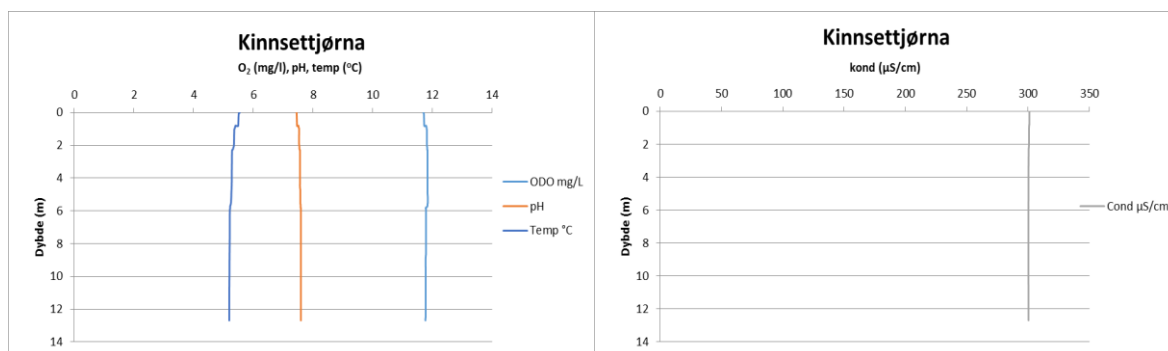
Gangåsvatnet er en forholdsvis stor innsjø omringet av skog, myrområder og landbruk. Andre kilder til forurensning kan være landbruk og avløp fra spredt bebyggelse. Innsjøen ligger godt eksponert for vind.

Det ble ikke påvist salt- eller oksygengradient og innsjøen har god sirkulasjon av vannmassene (Figur 27). Det ble påvist lave konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 7,1/7,2 mg/l). Topp- og bunnvann inneholder også lave konsentrasjoner av undersøkte metaller, som er i tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Gangåsvatnet ikke er påvirket av forurensning fra veg.

## Kinnsettjørna

<b>Navn innsjø</b>	<b>Kinnsettjørna</b>	
Region	Midt	
Kommune	Malvik	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	123-56397	
Vannforekomstnummer (vannnett)	123-37326-L	
Vanntype	11 (Kalkrik, humøs)	
Nærmeste veg	E6	
Dybde prøvepunkt (m)	14	
Koordinater (UTM 32)	7033718, 587286	
Nærhet til sjø (km)	1,4	
Høyde over havet (m)	164	
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,04	



Figur 28. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Kinnsettjørna, Sør-Trøndelag fylke, oktober 2017.

Kinnsettjørna er et lite tjern som ligger tett inntil E6 og tjernet er preget av en rekke fysiske inngrep. Andre forurensningskilder antas å være anleggsvirksomhet og næringsområder i nedbørsfeltet.

Målingene viser at innsjøen har sirkulert (Figur 28) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Tjernet er svært kalkrikt, noe som medfører høy konduktivitet i vannmassene. Innholdet av klorid i topp- og bunnvann er moderat (T/B: 20/20 mg/l) og over antatt naturlig bakgrunnsnivå. Kloridkonsentrasjonen er omtrent på samme nivå som i 2015 (T/B: 23/22 mg/l).

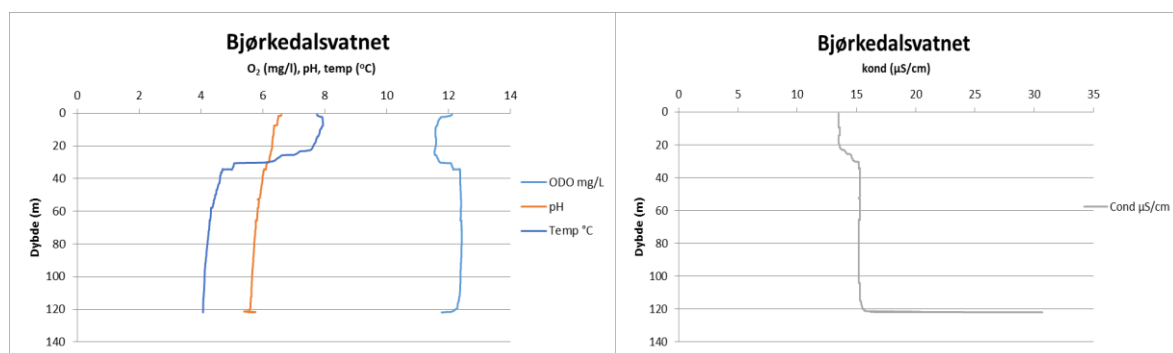
Det ble påvist nikkel i både topp- og bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 3. Dette var også tilfelle i 2015. De andre metallene er i tilstandsklasse 2 eller lavere.

Resultatene kan tyde på at Kinnsettjørna er svakt påvirket av forurensning fra veg.

### 3.3.3 Møre- og Romsdal

#### Bjørkedalsvatnet

Navn innsjø	Bjørkedalsvatnet
Region	Midt
Kommune	Volda
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	Ikke oppgitt
Vannforekomstnummer (vannnett)	094-1934-L
Vanntype	1 (Svært kalkfattig, svært klar)
Nærmeste veg	Fv. 651
Dybde prøvepunkt (m)	121
Koordinater (UTM 32)	6879879.4, 345510.5
Nærhet til sjø (km)	4
Høyde over havet (m)	25
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	3,78



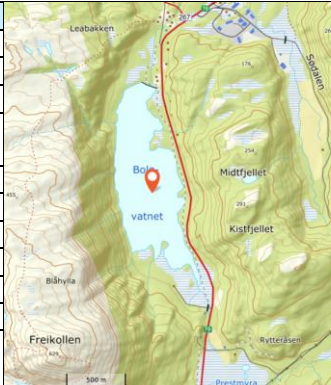
Figur 29. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Bjørkedalsvatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

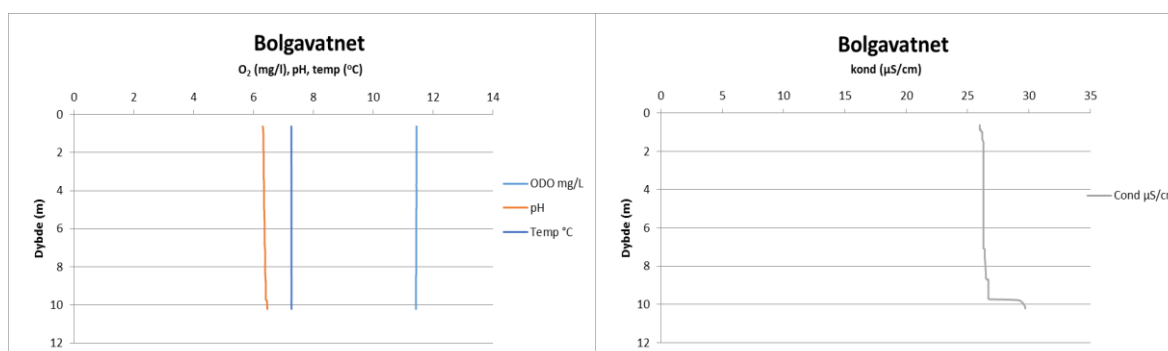
Bjørkedalsvatnet er en stor og dyp innsjø. Innsjøen har et stort nedbørsfelt og er svært vindutsatt. Innsjøen er ikke prøvetatt tidligere. Området rundt innsjøen er dominert av skog- og fjellområder, samt noe bebyggelse og landbruk. Fra Bjørkedalsvatnet renner vannet videre til Midtvannet og Nedstevatnet.

Det ble ikke påvist salt- eller oksygengradient og innsjøen har god sirkulasjon (Figur 29). Økningen i konduktiviteten ved 122 meters dyp skyldes trolig oppvirvling fra sedimentene. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 3,7/5,3 mg/l). Topp- og bunnvann inneholder også lave konsentrasjoner av undersøkte metaller, som er i tilstandsklasse 2 eller bedre.

Bjørkedalsvatnet har en god tilstand og er ikke påvirket av forurensning fra veg.

## Bolgavatnet

<b>Navn innsjø</b>	<b>Bolgavatnet</b>	
Region	Midt	
Kommune	Kristiansund	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	Ikke oppgitt	
Vannforekomstnummer (vannnett)	110-36614-L	
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)	
Nærmeste veg	Fv.70	
Dybde prøvepunkt (m)	10,5	
Koordinater (UTM 32)	6993342.38, 437951.85	
Nærhet til sjø (km)	1,5	
Høyde over havet (m)	66	
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,63	



Figur 30. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Bolgavatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Bolgavatnet er en langstrakt humøs innsjø, omgitt av skog, fjell og myrområder. Det er ingen andre kilder til forurensning i nedbørsfeltet. Bolgavatnet fungerer som drikkevannskilde til Kristiansund kommune. Innsjøen ligger kystnært og er svært eksponert for vind.

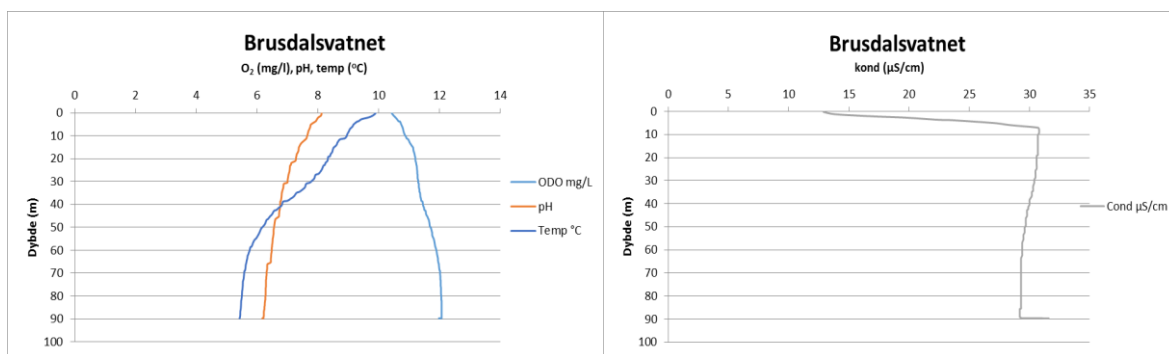
Målingene viser at Bolgavatnet har sirkulert (Figur 30) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Innholdet av klorid i topp- og bunnvann er forholdsvis lavt (T/B: 12/11 mg/l). Konsentrasjonen av de undersøkte metallene er også lavt, tilsvarende tilstandsklasse 1-2.

Undersøkelsen viser at Bolgavatnet i liten grad er påvirket av forurensning fra veg.



## Brusdalsvatnet

<b>Navn innsjø</b>	<b>Brusdalsvatnet</b>	
Region	Midt	
Kommune	Ålesund/Skodje	
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	101-56382	
Vannforekomstnummer (vann-nett)	101-1982-L	
Vanntype	Kalkfattig klar	
Nærmeste veg	E39	
Dybde prøvepunkt (m)	96	
Koordinater (UTM 32)	6929785, 369429	
Nærhet til sjø (km)	3	
Høyde over havet (m)	26	
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	7,52	



Figur 31. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Brusdalsvatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Brusdalsvatnet er den største innsjøen i undersøkelsen. Innsjøen er drikkevannskilde for Ålesund kommune. Brusdalsvatnet er dyp og vindusatt. Andre kilder til forurensning til innsjøen er landbruksavrenning og avløp fra spredt bebyggelse. Ålesund vannverk gjennomfører i egen regi regelmessig overvåkning av innsjøen for se på mulig forurensning.

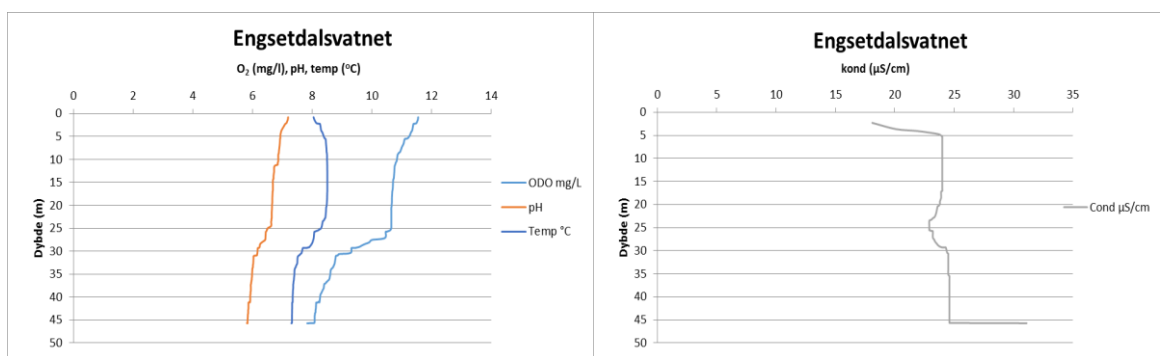
Undersøkelsen i 2017 viser at Brusdalsvatnet har sirkulert (Figur 31) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Kloridkonsentrasjon i topp- og bunnvann er lav (T/B: 10/10 mg/l), og på samme nivå som tidligere undersøkelser.

Det er påvist bly i bunnvannet tilsvarende tilstandsklasse 3. Det ble også påvist bly i både topp- og bunnvann i tilstandsklasse 3 i 2015. Det er vanskelig å fastslå om dette skyldes forurensning fra veg.

Undersøkelsen viser at Brusdalsvatnet er lite påvirket av forurensning fra veg. Undersøkelser i 2014 og 2015 viste omtrent de samme funnene som i 2017. Selv om Brusdalsvatnet tilføres store mengder vegsalt hvert år tyder overvåkningene på at Brusdalsvatnet har tilstrekkelig kapasitet siden innsjøen har såpass store vannmasser. Det anbefales at Brusdalsvatnet overvåkes videre, siden innsjøen er drikkevannskilde som ligger utsatt til.

## Engsetdalsvatnet

Navn innsjø	Engsetdalsvatnet
Region	Midt
Kommune	Skodje
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	101-11256
Vannforekomstnummer (vann-nett)	101-1983-L
Vanntype	8 (Moderat kalkrik, klar)
Nærmeste veg	Fv.661
Dybde prøvepunkt (m)	46
Koordinator (UTM 32)	6935258.9, 381093.35
Nærhet til sjø (km)	1,2
Høyde over havet (m)	46
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	4,36



Figur 32. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Engsetdalsvatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Engsetdalsvatnet er en stor og forholdsvis dyp innsjø med flere armer. Innsjøen er omgitt av fjell, skog og dyrket mark. Innsjøen har flere ulike bassenger og ligger utsatt til for vinden. Engsetdalsvatnet er ikke tidligere undersøkt.

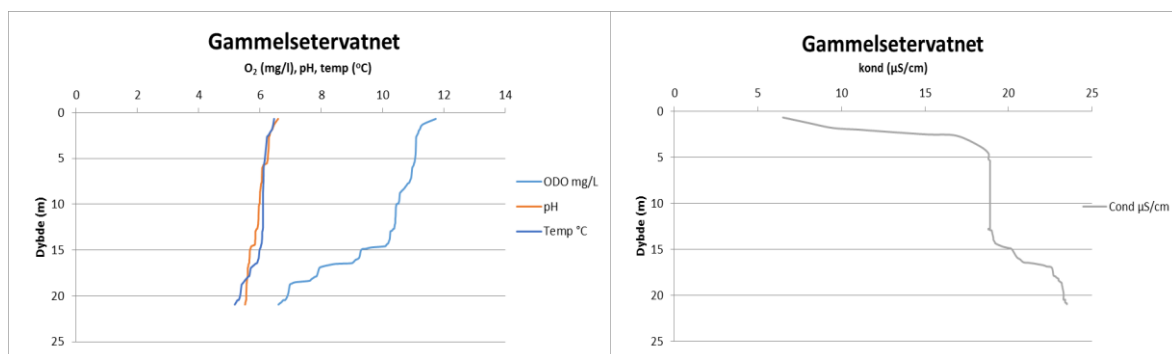
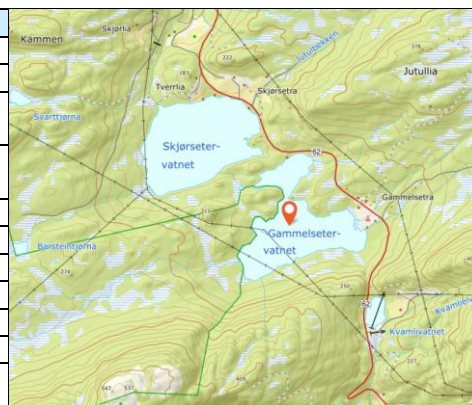
Resultatene fra målingene av vannsøylen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 32) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lav (T/B: 6/7 mg/l).

Konsentrasjonen av undersøkte metaller er i tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Engsetdalsvatnet i liten grad er påvirket av forurensning fra veg.

## Gammelsetervatnet

Navn innsjø	Gammelsetervatnet
Region	Midt
Kommune	Neset
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	105-1924
Vannforekomstnummer (vann-nett)	105-31217-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	Fv.62
Dybde prøvepunkt (m)	21
Koordinater (UTM 32)	6961698.0, 442546.0
Nærhet til sjø (km)	1,6
Høyde over havet (m)	144
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,45



Figur 33. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gammelsetervatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

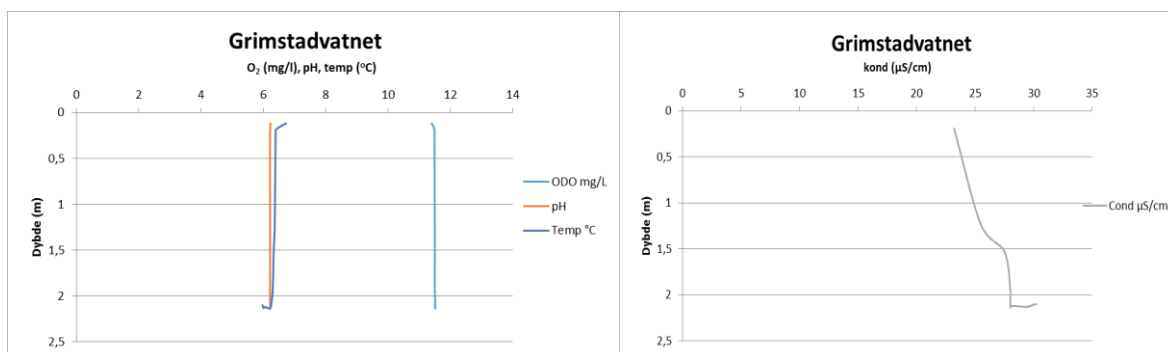
Gammelsetervatnet er en humøs innsjø omringet av fjell, skog og myrområder. Andre kilder til forurensning i nedbørsfeltet er avløp fra spredt bebyggelse. I den østre enden av innsjøen er det en campingplass. Innsjøen er moderat utsatt for vind. Gammelsetervatnet er ikke tidligere undersøkt.

Målingene viser en jevn reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen, men det er ikke påvist noen salt- eller oksygengradient. Konduktiviteten er generelt lav, men øker svakt ned mot bunn. Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 33). Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lav (T/B: 5/7 mg/l). Innholdet av undersøkte metaller er også lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Gammelsetervatnet er lite påvirket av forurensning fra veg.

## Grimstadvatnet

<b>Navn innsjø</b>	<b>Grimstadvatnet</b>
Region	Midt
Kommune	Hareid
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	096-54647
Vannforekomstnummer (vannnett)	096-30918-L
Vanntype	5 (Kalkfattig, klar, grunn)
Nærmeste veg	Fv.61
Dybde prøvepunkt (m)	2,2
Koordinater (UTM 32)	6918260.8, 344847.2
Nærhet til sjø (km)	1,4
Høyde over havet (m)	18
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,33



Figur 34. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gammelsetervatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Grimstadvatnet er en svært grunn innsjø (2 m) preget av flere fysiske inngrep. Nedbørsfeltet er preget av myr, skog og landbruksområder. Andre kilder til forurensning er trolig avløp fra spredt bebyggelse. Grimstadvatnet er ikke undersøkt tidligere.

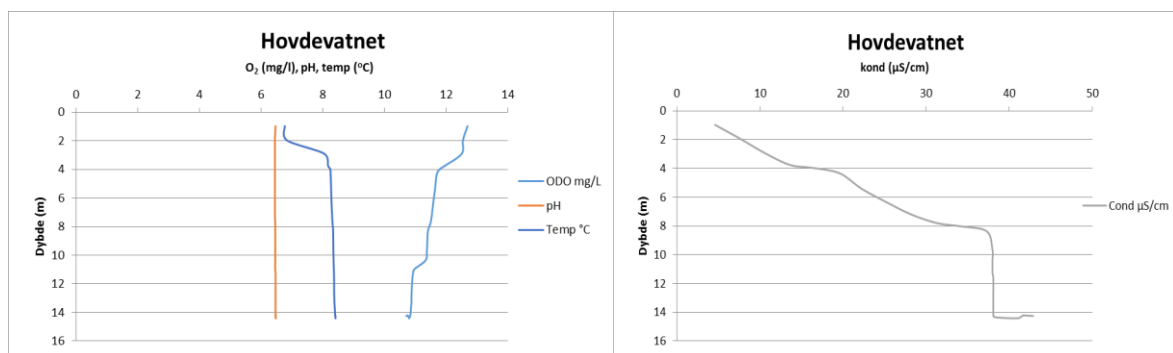
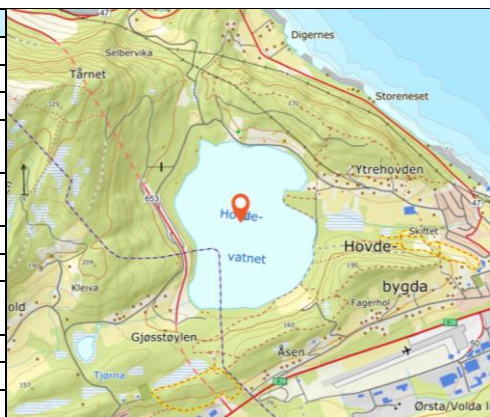
Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient (Figur 34). Innsjøen er utsatt for vind og har tilstrekkelig sirkulasjon. Det regnes som lav risiko for at det vil kunne oppstå saltgradient og fravær av oksygen i bunnvannet i Grimstadvatnet. Innsjøen sirkulerer trolig mange ganger i løpet av året som følge av de grunne dybdeforholdene. Det er påvist lave nivåer av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 9/9 mg/l).

Høye konsentrasjoner av Tot-P (*dårlig tilstand*) tyder på at innsjøen er mulig landbrukspåvirket. Innholdet av undersøkte metaller er i tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Grimstadvatnet ikke er påvirket av forurensning fra veg.

## Hovdevatnet

Navn innsjø	Hovdevatnet
Region	Midt
Kommune	Ørsta
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	095-13136
Vannforekomstnummer (vannnett)	095-30969-L
Vanntype	5 (Kalkfattig, klar, grunn)
Nærmeste veg	E39/ Fv.653
Dybde prøvepunkt (m)	14,2
Koordinater (UTM 32)	6927096.3, 35047.98
Nærhet til sjø (km)	0,7
Høyde over havet (m)	73
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,88



Figur 35. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Hovdevatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

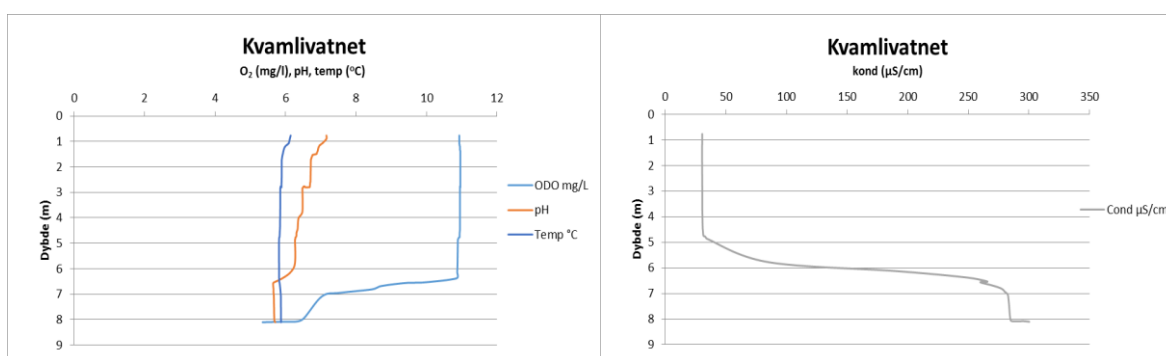
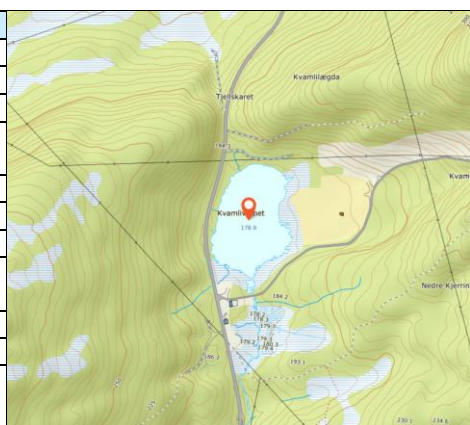
Hovdevatnet er et typisk skogsvann. Innsjøen er oppdemmet, ligger svært nær havet og er forholdsvis eksponert for vind. Andre kilder til forurensning vil kunne være avrenning fra landbruk og avløp fra spredt bebyggelse. Hovdevatnet er ikke tidligere undersøkt.

Målingene viser at innsjøen har sirkulert (Figur 35), og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Konduktiviteten er generelt lav, men øker svakt ned mot bunn. Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lave (T/B: 11/11 mg/l) med tanke på hvor nær innsjøen ligger havet. Innholdet av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Hovdevatnet ikke er påvirket av forurensning fra veg.

## Kvamlivatnet

Navn innsjø	Kvamlivatnet
Region	Midt
Kommune	Neset
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	Ikke registrert
Vannforekomstnummer (vannnett)	104-33-R
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	Fv.62
Dybde prøvepunkt (m)	8,1
Koordinater (UTM 32)	6961068.4, 443316.53
Nærhet til sjø (km)	1,2
Høyde over havet (m)	181
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,032



Figur 36. Måling av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Kvamlivatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Kvamlivatnet er et lite, stillestående humøst myrtjern med lav vannutskifting. Området rundt tjernet benyttes som skytebane.

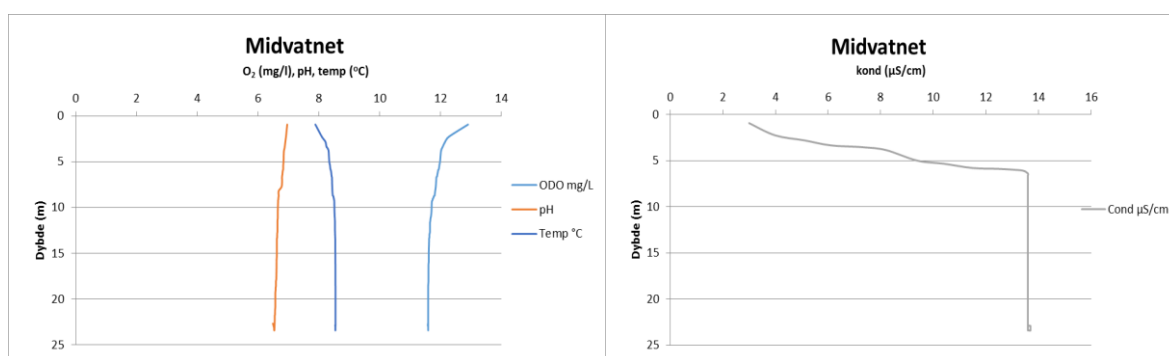
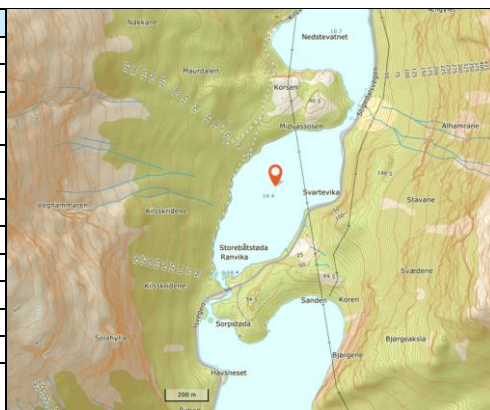
Profilingen av vannsøylen (Figur 36) viser et tydelig sjikt ved 5 meters dyp hvor konduktiviteten øker kraftig (fra 25 -300 µS/cm). Samtidig reduseres oksygeninnholdet brått ved 6,5 meters dyp. Forskjellen i oksygeninnholdet mellom topp- og bunnvann er ikke stor nok for å bli definert som en oksygengradient. Innholdet av klorid i bunnvannet er høyt (T/B:11 /117 mg/l) og det er påvist tydelig saltgradient i vannmassene.

Høye konsentrasjoner av Tot-P og jern i bunnvannet skyldes utlekking fra sedimentet som følge av anoksiske (oksygenfrie) bunnforhold. For undersøkte metaller er konsentrasjonene i topp- og bunnvann tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen tyder på at Kvamlivatnet har saltgradient, med påfølgende fravær av oksygen i bunnvannet, som følge av tilførsel av veisalt.

## Midtvatnet

Navn innsjø	Midtvatnet
Region	Midt
Kommune	Volda
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	094-24050
Vannforekomstnummer (vann-nett)	094-31070-L
Vanntype	2 (Svært kalkfattig, klar)
Nærmeste veg	Fv. 651
Dybde prøvepunkt (m)	23
Koordinater (UTM 32)	6881177.5, 345410.83
Nærhet til sjø (km)	3,3
Høyde over havet (m)	12
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,63



Figur 37. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Midtvannet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Midtvannet ligger mellom Bjørkedalsvatnet og Neddrevatnet. Innsjøen er vindutsatt og har samtidig svært stor vannutsjiktning. Midtvannet er ikke tidligere undersøkt. Området rundt innsjøen er dominert av skog- og fjellområder.

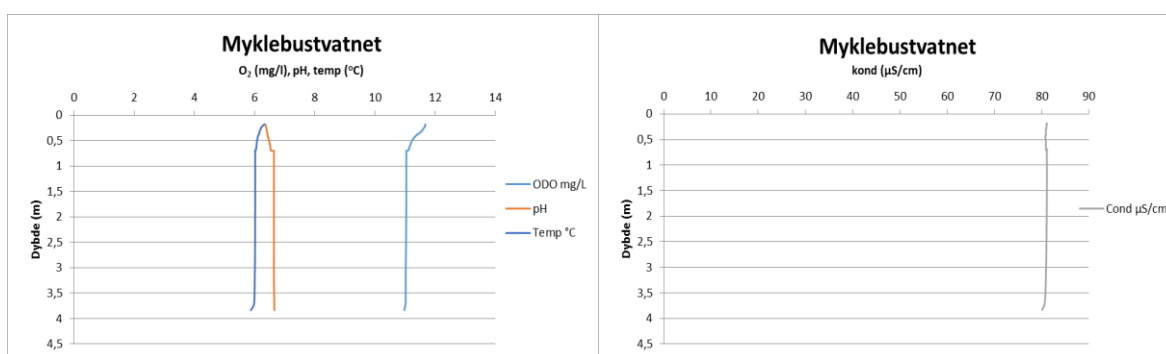
Resultatene fra målingene av vannsøylen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 37) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lav (T/B: 3/3 mg/l).

Det er påvist sink i toppvannet i tilstandsklasse 4. Det er uklart hva økningen av sink i toppvannet kan skyldes. For de andre metallene er konsentrasjonen i topp- og bunnvann tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Midtvannet i liten grad er påvirket av forurensning fra veg.

## Myklebustvatnet

Navn innsjø	Myklebustvatnet
Region	Midt
Kommune	Herøy
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	Ikke registrert
Vannforekomstnummer (vannnett)	101-31423-L
Vanntype	9 (Moderat kalkrik, humøs)
Nærmeste veg	Fv.654
Dybde prøvepunkt (m)	3,9
Koordinater (UTM 32)	6945868.2, 16320.9
Nærhet til sjø (km)	0,26
Høyde over havet (m)	2,1
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,015

Figur 38. Måling av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Myklebustvatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Myklebustvatnet er et lite, stillestående humøst myrtjern med lav vannutskifting. Nedbørsfeltet er dominert av myrområder og innsjøen ligger svært nær havet. Andre kilder til forurensning til tjernet antas å være avløp fra spredt bebyggelse og landbruk. Myklebustvatnet er ikke undersøkt tidligere.

Innsjøene er sterkt utsatt for vind og har tilstrekkelig sirkulasjon (Figur 38). Det regnes som lite risiko for at det vil kunne oppstå saltgradient og fravær av oksygen i bunnvannet i Myklebustvatnet. Innsjøen sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av de grunne dybdeforholdene. Kloridkonsentrasjonene ansees som høye (T/B:19/19 mg/l), men dette skyldes nok tilførsel av marint havsalt som følge av vær og vind.


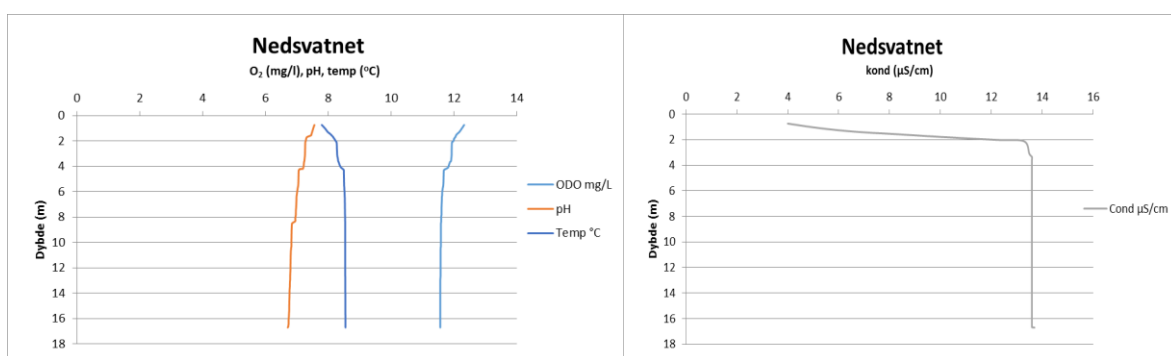
Myklebustvatnet har høyt innhold av Tot-P i topp- og bunnvann (*moderat/dårlig tilstand*). Konsentrasjonen av undersøkte metaller er lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Myklebustvatnet er lite påvirket av forurensning fra veg.



## Nedstevatnet

Navn innsjø	Nedstevatnet
Region	Midt
Kommune	Volda
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	094-17566
Vannforekomstnummer (vann-nett)	094-31061-L
Vanntype	2 (Svært kalkfattig, klar)
Nærmeste veg	Fv.651
Dybde prøvepunkt (m)	16,5
Koordinater (UTM 32)	6881808.08, 345536.57
Nærhet til sjø (km)	2,5
Høyde over havet (m)	10,7
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,15

Figur 39. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Nedstevatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

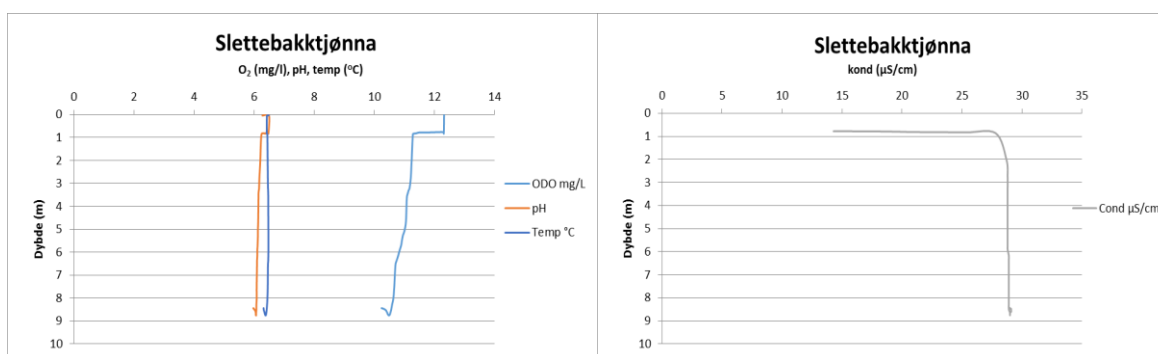
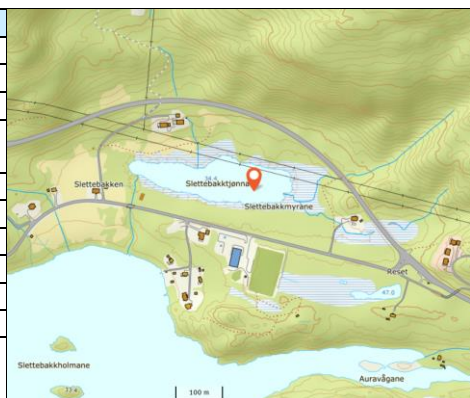
Nedstevatnet ligger nedstrøms Bjørkedalsvatnet og Midtvatnet. Innsjøen er vindutsatt og har samtidig svært stor vannutskifting. Nedstevatnet er ikke tidligere undersøkt. Området rundt innsjøen er dominert av skog- og fjellområder.

Resultatene fra målingene av vannsøylen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 39) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lav (T/B: 3/3 mg/l). Topp- og bunnvann inneholder også lave konsentrasjoner av undersøkte metaller, tilstandsklasse 2 eller bedre.

Nedstevannet har en god tilstand og er ikke påvirket av forurensning fra veg.

## Slettebaktjønna

Navn innsjø	Slettebaktjønna
Region	Midt
Kommune	Skodje
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	Ikke oppgitt
Vannforekomstnummer (vannnett)	Ikke oppgitt
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	8,5
Koordinater (UTM 32)	6930734.0, 371538.7
Nærhet til sjø (km)	1,55
Høyde over havet (m)	34
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,023



Figur 40. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Slettebaktjønna, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

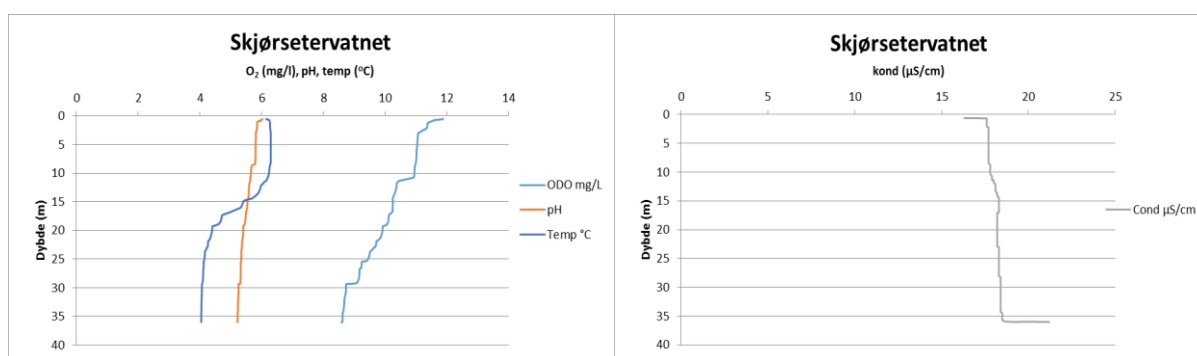
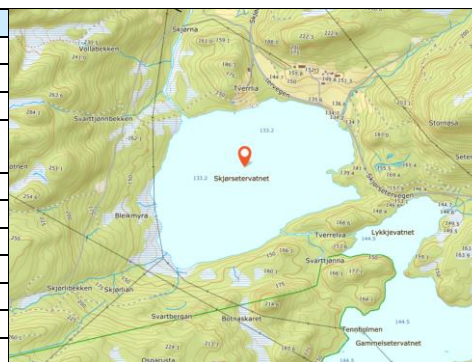
Slettebaktjønna er et lite, stillestående, humøst myrtjern. Tjernet ligger mellom E39 og Brusdalsvatnet. Området rundt tjernet er dominert av fjell og skogsområder. Andre kilder til forurensning kan være avløp fra spredt bebyggelse. Tjernet er forholdsvis grunt og eksponert for vindpåvirket sirkulasjon.

Målingene viser at tjernet har sirkulert (Figur 40) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Topp- og bunnvann inneholder også lave konsentrasjoner klorid (T/B:9/9 mg/l). Vannmassene inneholder i tillegg lave konsentrasjoner av undersøkte metaller, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Målingene i Slettebaktjønna viser at tjernet er lite påvirket av forurensning fra veg.

## Skjørsetervatnet

Navn innsjø	Skjørsetervatnet
Region	Midt
Kommune	Neset
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	105-7681
Vannforekomstnummer (vannnett)	105-31216-L
Vanntype	7 (Kalkfattig, humøs)
Nærmeste veg	Fv.62
Dybde prøvepunkt (m)	36
Koordinater (UTM 32)	6962368.5, 441709.3
Nærhet til sjø (km)	2,5
Høyde over havet (m)	135
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,56



Figur 41. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Skjørsetervatnet, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

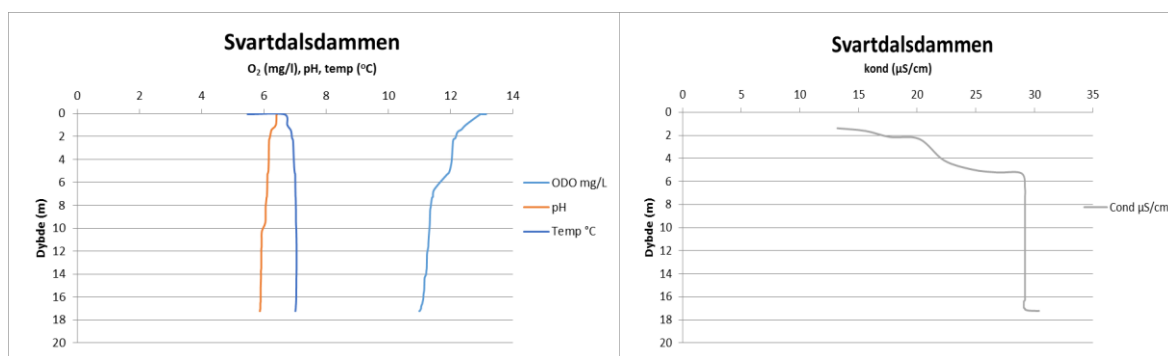
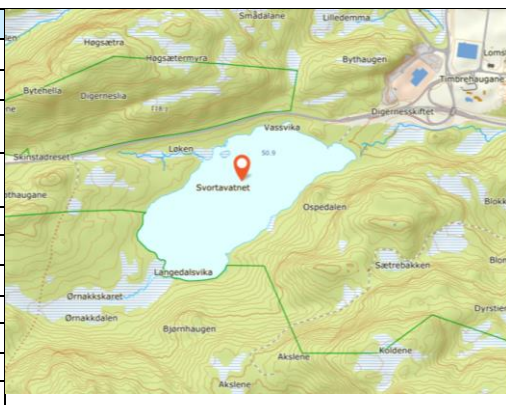
Skjørsetervatnet er en forholdsvis dyp, humøs innsjø omringet av fjell, skog og myrområder. Det er også noe landbruksområder i nedbørsfeltet. Innsjøen er moderat utsatt for vind. Skjørsetervatnet er ikke tidligere undersøkt.

Målingene viser en jevn reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen (Figur 41), men det er ikke påvist noen salt- eller oksygengradient. Profilene viser at innsjøen har sirkulert. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er lav (T/B: 5/6 mg/l). Topp- og bunnvann inneholder også lave konsentrasjoner av undersøkte metaller, tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Skjørsetervatnet er lite påvirket av forurensning fra veg.

## Svartdalsdammen

Navn innsjø	Svartdalsdammen
Region	Midt
Kommune	Skodje
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	101-10984
Vannforekomstnummer (vann-nett)	101-31409-L
Vanntype	5 (Kalkfattig, klar, grunn)
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	17
Koordinater (UTM 32)	6930710.6, 375839.71
Nærhet til sjø (km)	0,74
Høyde over havet (m)	52
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,42



Figur 42. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Svartdalsdammen, Møre- og Romsdal fylke, oktober 2017.

Svartdalsdammen er en humøs innsjø, omringet av fjell, myr og skog. Det er ingen bebyggelse eller dyrka mark rundt innsjøen. Innsjøen ligger godt eksponert for vind.

Målingene fra vannsøylen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 42) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Konduktiviteten øker noe fra topp til bunn, men verdiene er lave. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 10/10 mg/l). Innholdet av undersøkte metaller er lavt i topp- og bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Svartdalsdammen ikke er påvirket av forurensning fra veg.

### 3.4 Region Nord

Resultater for vannkjemimålinger i topp- og bunnvann i 2 vegnære innsjøer i Region nord er vist i .

Tabell 8 og Tabell 9.

Tabell 8. Analyseresultat for Cl, Na, Tot-P, TOC, Fe (µg/l), samt Mn (µg/l), Ca, turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i Osvatnet og Store Svenningvatn i Region nord. Tot-P er klassifisert iht. veileder 02:2013.

Vannforekomst/enhet	Cl_T	Cl_B	Na_T	Na_B	Ca_T	Ca_B	Tot P_T	Tot P_B	TOC_T	TOC_B	Fe_T	Fe_B	Mn_T	Mn_B	Turb_T	Turb_B
	mg/l		mg/l		mg/l		µg/l		mg/l		µg/l		µg/l		NTU	
Osvatnet	4,42	4,52	4,1	4,2	11	13	3,6	16	6	5	110	100	5,1	4,9	1,9	9,4
Store Svenningvatn	4,4	5,41	2,9	3,2	2,6	2,7	<3	<3	2,5	2,3	7,6	16	0,52	1,5	0,42	0,23

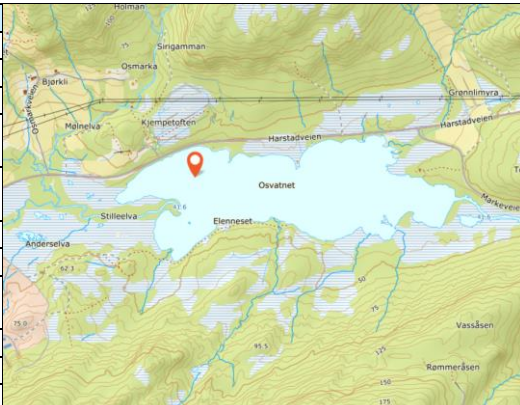
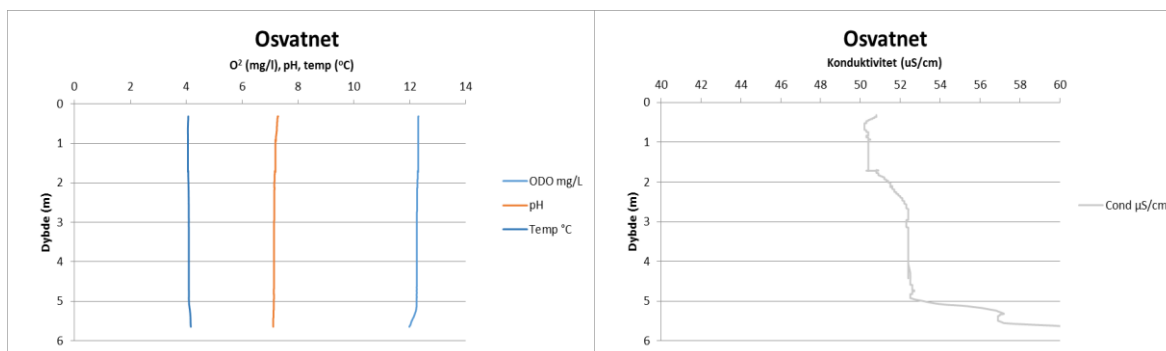
Tabell 9. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) fra Osvatnet og Store Svenningvatn i Region nord. Resultatene er klassifisert iht. veileder M-608/2016.

Vannforekomst/enhet	Pb_T	Pb_B	Cd_T	Cd_B	Cu_T	Cu_B	Ni_T	Ni_B	Zn_T	Zn_B	Sb_T	Sb_B
	µg/l		µg/l		µg/l		µg/l		µg/l		µg/l	
Osvatnet	0,085	0,086	0,014	0,004	10	8,5	0,52	0,58	2,5	2	< 0,020	< 0,020
Store Svenningvatn	0,074	0,37	0,006	0,005	7	2,4	0,17	0,48	2,6	4,4	< 0,020	0,022

### 3.4.1 Nordland

#### Osvatnet

Navn innsjø	Osvatnet
Region	Nord
Kommune	Evenes
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	75-26346
Vannforekomstnummer (vannnett)	175-48536-L
Vanntype	19 (Moderat kalkrik, humøs)
Nærmeste veg	E10
Dybde prøvepunkt (m)	6
Koordinater (UTM 32)	7618690.9, 819441.6
Nærhet til sjø (km)	2,5
Høyde over havet (m)	42
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	0,33

Figur 43. Måling av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Osvatnet, Nordland fylke, oktober 2017.

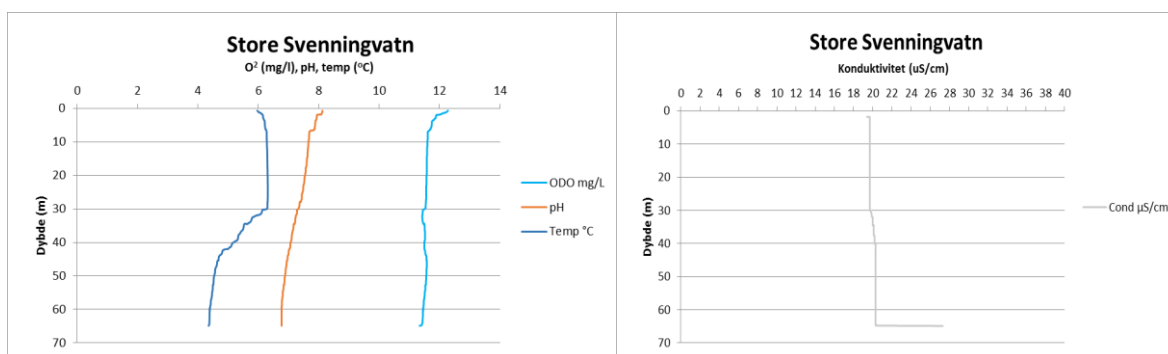
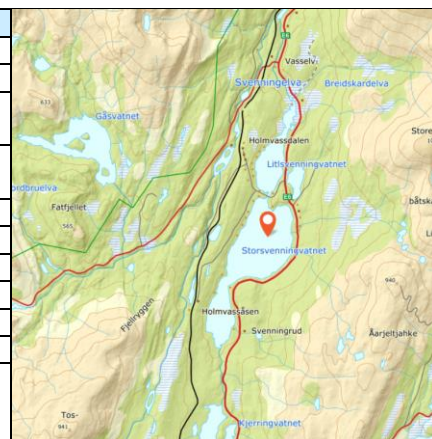
Osvatnet er en forholdsvis grunn, men utstrakt innsjø. Andre kilder til forurensning kan være avløp fra spredt bebyggelse eller industriområdet vest for innsjøen hvor det er registrert grunnforurensning.

Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient (Figur 43). Innsjøene er sterkt utsatt for vind og har tilstrekkelig sirkulasjon. Det regnes som lite risiko for at det vil kunne oppstå saltgradient og fravær av oksygen i bunnvannet i Osvatnet. Innsjøen sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av de grunne dybdeforholdene. Det er påvist lave nivåer av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 4,4/4,5 mg/l).

Osvatnet har forhøyede konsentrasjoner av kobber i topp- og bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 4, som kan skyldes bidrag fra veg eller industriområde vest for innsjøen.

## Store Svenningvatn

Navn innsjø	Store Svenningvatn
Region	Nord
Kommune	Grane
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	151-6669
Vannforekomstnummer (vann-nett)	151-478-L
Vanntype	16 (Kalkfattig, klar)
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	64
Koordinater (UTM 32)	7251847.5, 702957.0
Nærhet til sjø (km)	18
Høyde over havet (m)	184
Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	5



Figur 44. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Store Svenningvatn, Nordland fylke, oktober 2017.

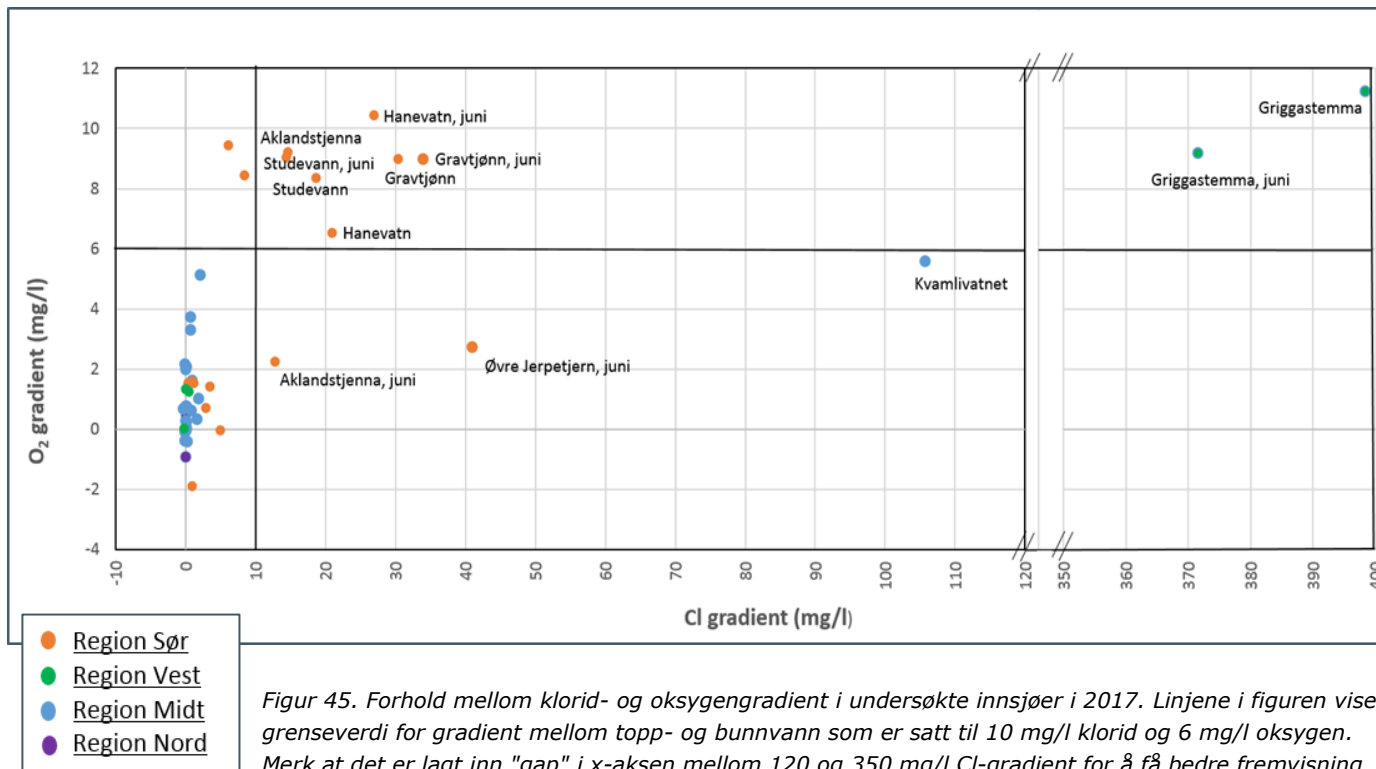
Store Svenningvatn er et stort fjellvann omringet av myr- og skogområder. Det er lite bebyggelse rundt innsjøen. Det var pågående anleggsarbeid på E6 under prøvetakningen i november. Innsjøen ligger godt eksponert for vind.

Det ble ikke påvist salt- eller oksygengradient og innsjøen har god sirkulasjon av vannmassene (Figur 44). Det ble påvist lave konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 4,4/5,4 mg/l). Topp- og bunnvann inneholder også lave konsentrasjoner av undersøkte metaller og Tot-P, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Store Svenningvatn er lite påvirket av veg. Innsjøen er stor og avrenning fra veg har liten effekt på innsjøen. Det anses derfor ikke nødvendig med videre overvåkning.

### 3.5 Salt- og oksygengradienter

Figur 45 viser gruppering av undersøkte innsjøer med hensyn på salt- og oksygengradient for 2017. Totalt 7 av de 39 innsjøene som er blitt undersøkt i 2017 har salt- og/eller oksygengradient.



Figur 45. Forhold mellom klorid- og oksygengradient i undersøkte innsjøer i 2017. Linjene i figuren viser grenseverdi for gradient mellom topp- og bunnvann som er satt til 10 mg/l klorid og 6 mg/l oksygen. Merk at det er lagt inn "gap" i x-aksen mellom 120 og 350 mg/l Cl-gradient for å få bedre fremvisning av data.



### 3.6 Resultater planteplankton

Tabell 10 viser fordelingen av planteplanktonklassene for hver av de 8 innsjøene, med antall taksa og antall klasser pr innsjø.

Tabell 10. Sammensetning av de ulike planteplanktongruppene i de 8 innsjøene, med antall taksa og klasser pr innsjø

	Aklandstjønna	Elgsjøen	Gravtjønn	Griggastemma	Hanevatn	Studevann	Tarvatnet	Øvre Jerpetjønn
Bacillariophyceae (kislealger)	3	3	1	1	4	2	4	2
Chlorophyceae (grønnalger)	7	4	6	7	9	6	8	2
Chrysophyceae (gullalger)	2	2	0	0	6	2	5	1
Cryptophyceae (kryptomonader)	4	3	1	3	3	3	0	2
Cyanophyceae (blågrønnalger)	1	0	0	0	3	1	4	0
Dinophyceae (dinoflagellater)	1	2	3	0	2	2	3	2
Euglenophyceae (øyeflagellater)	0	0	1	1	1	0	1	0
Klebsormidiophyceae (grønnalger)	1	1	1	0	1	0	1	0
Raphidophyceae (nåleflagellater)	1	1	0	0	1	0	1	0
Trebouxiophyceae (grønnalger)	1	1	1	0	1	0	1	0
Ubestemte	1	1	0	1	1	1	0	1
<b>Taksa totalt</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>10</b>
<b>Antall klasser</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>

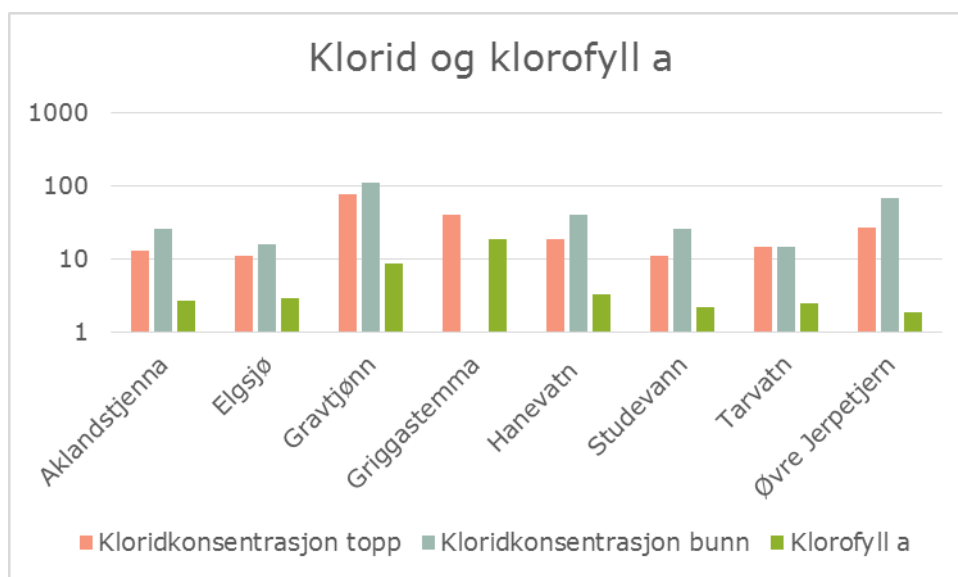
Alle innsjøene i årets undersøkelse har kislealger, noe som ikke er forventet når kloridkonsentrasjonene overstiger 23-30 mg/l [8]. Gravtjønn og Griggastemma har kun 1 taksa av kislealger, og de har en kloridkonsentrasjon på hhv. 76 og 41 mg/l i toppvannet. Det er også forventet at gullalger har høy toleranse for klorid, men hverken Griggastemma eller Gravtjønn har påvist gullalger ved årets undersøkelser. Det er dermed ikke sagt at de er totalt fraværende da det er vanlig med svingninger gjennom en vekstsesong med hensyn på når de ulike klassene kommer og går. Alle innsjøene med unntak av Elgsjøen har påvist oksygenvikt i bunnvannet grunnet vegsalt. Det viser at systemene er komplekse, og at mange faktorer spiller inn.

Hanevatn er innsjøen med størst mangfold med flest taksa totalt og flest klasser, hhv 32 og 11, mens Øvre Jerpetjønn har færrest taksa totalt med 10 taksa, mens Griggastemma har færrest antall klasser.

Tabell 11 viser samme fordeling av planteplanktonklassene, men nå med beregnet biomasse pr klasse pr innsjø. Det er Gravtjønn som har den høyeste biomassen, og lavest ut kommer Tarvatnet. Dette var å forvente gitt de to innsjøenes innbyrdes store forskjeller. Gravtjønn er en liten grunn humøs innsjø, mens Tarvatnet er en stor, dyp og vindeksponert innsjø. Oversikten baserer seg på den kvantitative prøven som ble tatt med håvtrekk og blandprøven.

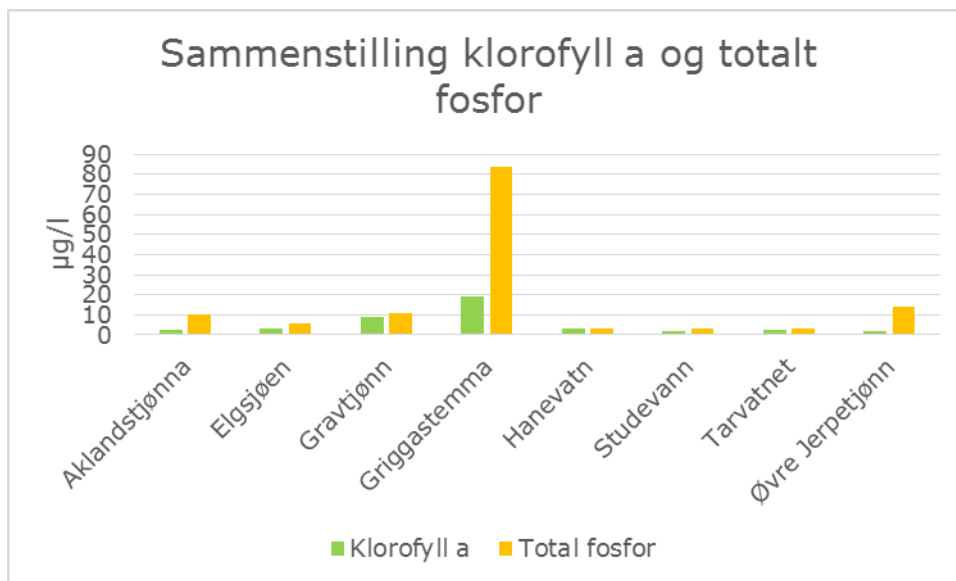
Tabell 11. Biomasse mg/l pr klasse samt total biomasse

	Aklandstjønna	Elgsjøen	Gravtjønn	Griggastemma	Hanevatn	Studevann	Tarvatnet	Øvre Jerpetjønn
Bacillariophyceae (kislealger)	0,007	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,010	0,001
Chlorophyceae (grønnalger)	0,011	0,001	0,090	0,582	0,003	0,016	0,009	0,007
Chrysophyceae (gullalger)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,006	0,004	0,000
Cryptophyceae (kryptomonader)	0,065	0,016	0,007	0,040	0,073	0,019	0,000	0,011
Cyanophyceae (blågrønnalger)	0,002	0,000	0,000	0,000	0,005	0,007	0,001	0,000
Dinophyceae (dinoflagellater)	0,005	0,001	0,637	0,000	0,030	0,002	0,004	0,000
Euglenophyceae (øyeflagellater)	0,000	0,000	0,033	0,016	0,001	0,000	0,001	0,000
Klebsormidiophyceae (grønnalger)	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Raphidophyceae (nåleflagellater)	0,001	0,006	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000
Trebouxiophyceae (grønnalger)	0,007	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ubestemte	0,090	0,050	0,000	0,062	0,039	0,081	0,000	0,022
<b>Total biomasse</b>	<b>0,188</b>	<b>0,075</b>	<b>0,781</b>	<b>0,700</b>	<b>0,181</b>	<b>0,130</b>	<b>0,030</b>	<b>0,040</b>



Figur 46 Fremstilling av kloridkonsentrasjon i hhv topp- og bunnvann og klorofyll a for alle innsjøene på logaritmisk skala.

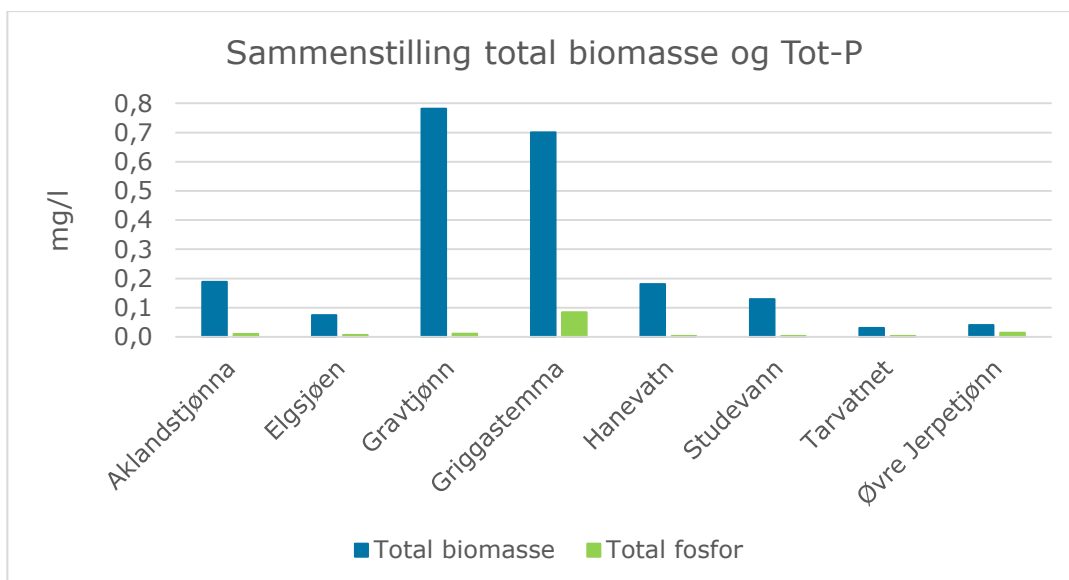
De to innsjøene som skiller seg ut i sammenstillingen med klorofyll a og totalt fosfor er Griggastemma og Gravtjønn (Figur 47) med hhv 19 og 9 µg/l klorofyll a og 11 84 og 11 µg/l totalt fosfor. Øvre Jerpetjønn har 14 µg/l totalt fosfor, men kun 2 µg/l klorofyll a.



Figur 47. Sammenstilling klorofyll a og totalt fosfor for alle innsjøene.

Griggastemma og Gravtjønn har størst biomasse, med hhv 0,7 og 0,8 mg/l (Figur 48). Griggastemma og Gravtjønn ligger også høyest på innhold av klorid i toppvannet, med hhv 41 og 76 mg/l.

Resultatene for hver innsjø oppsummeres og kommenteres kort i kapitlene under. Artslister for alle innsjøene er vist i vedlegg A, med prøvedyp for blandprøver og biomasse for hver art som er beregnet.



Figur 48. Sammenstilling total biomasse og totalt fosfor for alle innsjøene.

### 3.6.1 Aklandstjønn

Det ble observert 22 taksa fordelt på 10 klasser. Flest taksa ble funnet i klassen Chlorophyceae (grønnalger) med 7 taksa, mens klassen Cryptophyceae (kryptomonader) har 4 taksa. Total biomasse på prøvepunktet var 0,188 mg/l, med klorofyll a på 2,7 µg/l. Kloridinnholdet var på hhv 13,1 og 26 mg/l i topp og bunnvann.

### 3.6.2 Elgsjøen

Det ble funnet 18 taksa fordelt på 9 klasser. Det ble funnet flest taksa i klassen Chlorophyceae med 4 taksa. Total biomasse var 0,075 mg/l, og kloridinnholdet var på hhv 11 og 16 mg/l. Innholdet av klorofyll a var på 2,9 µg/l. Elgsjøen er den eneste av innsjøene som ikke har utviklet oksygensvinn i bunnvannet som resultat av saltpåvirkning.

### 3.6.3 Gravtjønn

Det ble funnet 14 taksa totalt fordelt på 7 klasser. Det ble funnet flest taksa i klassen Chlorophyceae med 6 arter og biomasse på 0,090 mg/l. Høyest biomasse hadde likevel Dinophyceae med 0,637 mg/l. Gravtjønn har den høyeste biomassen av årets undersøkte innsjøer, med total biomasse på 0,781 mg/l. Innholdet av klorofyll a var på 8,8 µg/l. Kloridinnholdet i Gravtjønn var på hhv 76 og 110 mg/l i topp og bunnvannet, som er det høyeste innholdet av klorid i årets innsjøer.

### 3.6.4 Griggjastemma

Det ble funnet 13 taksa fordelt på 5 klasser i Griggjastemma. Dominerende klasse er Chlorophyceae med 7 arter og biomasse på 0,582 mg/l. Griggjastemma kommer ut som nr 2 i forhold til totalt biomasse i årets innsjøer. Innholdet av klorofyll a var på 19 µg/l, som er det høyeste blant de undersøkte innsjøene. Kloridinnholdet i toppvannet var på 40,5 mg/l.

### 3.6.5 Hanevatn

Hanevatn er innsjøen med flest registrerte taksa og størst diversitet, med hhv. 32 taksa fordelt på 11 klasser. Dominerende klasse var Chlorophyceae med 9 arter. Hanevatn har også flest Chrysophyceae (gullalger), fordelt på slektene *Bitrichia* og *Dinobryon*, med biomasse på 0,005 mg/l. Gullalger er kjent for å ha høy toleranse for klorid. Total biomasse var på 0,181 mg/l med klorofyll a på 3,3 µg/l. Kloridinnholdet i hhv topp og bunn var 18,9 og 39,9 mg/l, noe som er høyt med tanke på å forvente endringer ved 23-30 mg/l.

### 3.6.6 Studevann

Det ble observert 17 taksa fordelt på 7 klasser. Dominerende klasse var Chlorophyceae med 6 arter. Total biomasse var på 0,130 mg/l og klorofyll a på 2,2 µg/l. Kloridinnholdet var på hhv 11,4 og 25,9 i topp og bunnvannet. Studevann har størst biomasse av gullalger, men kun 2 observerte arter, *Bitrichia chodatii* og *Dinobryon divergens*.

### 3.6.7 Tarvatnet

Tarvatnet er den største av årets innsjøer. Det ble observert 28 taksa fordelt på 9 klasser, med en total biomasse på 0,030 mg/l som er det laveste måle blant de undersøkte innsjøene. Klorofyllinnholdet var på 2,5 µg/l. Kloridinnholdet var på hhv 14,8 og 14,9 mg/l. Tarvatnet er eneste innsjøen hvor det ikke ble observert den kloridfølsomme kryptomonaden *Rhodomonas lacustris*. Tarvatnet ligger på gjennomsnitt med hensyn på kiselalger.

### 3.6.8 Øvre Jerpetjønn

Det ble observert 10 taksa fordelt på 6 klasser. Det var en total biomasse på 0,040 mg/l med 1,9 µg/l klorofyll a. Kloridinnholdet var på hhv 27 og 68 mg/l i topp og bunnvannet, noe som er blant det høyeste i de undersøkte innsjøene.

## 3.7 Vurdering – planteplankton

Algesamfunnets sammensetning i innsjøene påvirkes av en rekke miljøforhold, hvor saltpåvirkning kun er en av mange forhold. Forhold som næringstilgang (Tot-P) og beiter regime er variabler som generelt har svært stor påvirkning på algesammensetningen i tillegg til saltpåvirkningen.

I noen av innsjøene er det påvist saltindusert meromiksis. Dersom det kan påvises tilførsler av meromiktisk fosfor til fotisk sone (den produktive sonen), kan økt næringstilførsel sees på som en sekundær virkning av saltpåvirkning. En slik mekanisme kan ha potensiale til å påvirke algesammensetningen.

Resultatene fra de biologiske undersøkelsene baserer seg kun på én prøve per innsjø. Dette er for lite materiale til å kunne påvise eventuelle sammenhenger mellom endringer i kloridnivåer og sammensetningen av algesamfunnet isolert fra andre påvirkninger. Datasetset fra denne studien kan brukes som grunnlag for videre undersøkelser i saltpåvirkede innsjøer, og erfaringene fra studien vil være nyttige for å utvikle studiedesignet på en hensiktsmessig måte. Kloridkonsentrasjonen vil normalt variere sterkt gjennom vekstsesongen og det er ønskelig å se algesamfunnetes sammensetning gjennom sesongen, sett i sammenheng med klorofyll-a og kloridkonsentrasjonen. Det anbefales at prøveregimet endres til å gjelde prøvetaking gjennom hele vekstsesongen (mai-oktober), men med færre antall innsjøer.

Det som ses av volumberegningene er at det ikke nødvendigvis er en sammenheng mellom biomasse og antall taksa/klasser. Eksempelvis har Tarvatnet flest taksa totalt, men lavest biomasse blant årets innsjøer, og Gravtjønn som ligger som nr 2 mhp taksa/klasser har høyest biomasse.

Griggjastemma og Gravtjønn har begge færrest taksa av kiselalger, og ingen gullalger og høyest innhold av klorid i toppvannet, fulgt av Øvre Jerpetjønn. Gravtjønn har høyest biomasse.

Alle innsjøene har et lavt eller ikke målbart innhold av Cyanophyceae, Tarvatnet har fire arter, og Hanevatn har tre arter, men volum er ikke målbart.

I motsetning til i 2017 hvor det ble påvist gullalger i innsjøene med høy kloridkonsentrasjon i toppvannet, ble det i år ikke observert gullalger i de to innsjøene med høyest innhold av klorid, hhv. Gravtjønn og Griggjastemma. Både Griggjastemma og Gravtjønn er humøse innsjøer, og i kalkrike (humøse) innsjøer forventes ikke endringer i samfunnsstruktur før kloridnivåene er > 40 mg/l og gullalger og kryptomonader vil da dominere [6], noe som ikke er tilfelle for disse to. Hanevatn har flest arter gullalger, 6 stk, og biomasse 0,005 mg/l. Studevann har størst biomasse av gullalger med 0,006 mg/ fordelt på 2 arter, *Bitrichia chodatii* og *Dinobryon divergens*.

I alle innsjøene var det grønnalgene som dominerte samfunnet mhp antall observerte arter.

## 4 Oppsummering

Tabell 12 - Tabell 15 viser en oppsummering med en vurdering av vannkjemien for hver av innsjøene i undersøkelsen fra 2017. Tabellene er delt inn regionvis. Tabellene viser innsjøer hvor det er påvist salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av vegsalt og utvikling fra tidligere undersøkelser. Det er også sett på om kloridinnholdet i topp- og bunnvann er redusert og/eller økende i forhold til målingene i 2015.

### 4.1 Region Sør

I Region sør er det i 2017 gjennomført undersøkelse av vannkjemien i 10 innsjøer (Tabell 12). Det er også gjort undersøkelser for planteplankton i 7 av innsjøene i juni. Resultatene viser at 3 av innsjøene er sterkt påvirket av vegsalt (Aklandstjenna, Hanevatn og Gravtjønn). Det er også 3 innsjøer som er moderat påvirket (Studevann, Vollevannet og Øvre Jerpetjern). I Gravtjønn og Øvre Jerpetjern er det en kraftig økning i kloridkonsentrasjon i vannmassene sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Tabell 12. Oppsummering og vurdering for hver av innsjøene som er undersøkt i Region sør. Tabellen viser om det er funnet salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av vegsalt og utvikling over tid. Innsjøer med både salt- og oksygengradient er merket med rødt tekst.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O2>6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015-2017
<b>Aklandstjenna</b>	Ja (juni: 12,9 mg/l, november: 14,7 mg/l)	Ja (juni: 12,9 mg/l, november: 14,7 mg/l)	Sterkt	Ikke tidligere undersøkt	Svak økning Cl
<b>Studevann</b>	Ja (juni: 14,5 mg/l, november: 18,6 mg/l)	Ja (juni: 9,0 mg/l, november: 8,3 mg/l)	Moderat	Ingen endring Cl (2010-2015)	Ingen endring Cl
<b>Hanevatn</b>	Ja (juni: 21 mg/l, november: 27 mg/l)	Ja (juni: 6,5 mg/l, november: 10,4 mg/l)	Sterkt	Svak reduksjon Cl 2005, 2010-2015)	Svak økning Cl
<b>Vollevannet</b>	Nei	Ja (9,4 mg/l)	Moderat	Svak økning Cl (2005-2015)	Ingen endring Cl
<b>Tarvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	Ingen endring Cl
<b>Bakkevatn øst</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Svak nedgang (2005, 2010-2016)	Svak nedgang Cl
<b>Elgsjø</b>	Nei	Nei	Svakt	Ingen endring (2005- 2015)	Svak økning Cl
<b>Gravtjønn</b>	Ja (juni: 34 mg/l, november: 30,5 mg/l)	Ja (juni: 8,9 mg/l, november: 8,9 mg/l)	Sterkt	Svak økning (2010- 2015)	Kraftig økning Cl
<b>Søndbøvatn</b>	Nei	Nei	Svakt	Svak nedgang (2005, 2010 – 2016)	Nedgang Cl
<b>Øvre Jerpetjern</b>	Ja (juni: 41 mg/l, november: 1 mg/l)	Nei	Moderat	Ingen endring (2010- 2015)	Kraftig økning Cl
<b>Hillestadvannet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	Svak nedgang Cl

### 4.2 Region Vest

I Region vest er det i 2017 gjennomført undersøkelse av vannkjemien i 4 innsjøer (Tabell 13). I Griggjastemma er det gjort målinger både juni, samtidig som biologiske undersøkelser, og i november. Resultatene for 2017 viser at Griggjastemma i Bergen er sterkt påvirket av vegsalt og at det er dannet både salt- og oksygengradient i vannmassene. Det andre undersøkte innsjøene i Region vest er lite eller ubetydelig påvirket av forurensing fra veg.

Tabell 13. Oppsummering og vurdering for hver av innsjøene som er undersøkt i Region vest. Tabellen viser om det er funnet salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av vegsalt og utvikling siden målingene i 2015. Innsjøer med både salt- og/eller oksygengradient er merket med rød tekst i tabellen.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O <sub>2</sub> >6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015-2017
<b>Griggjastemma</b>	Ja (juni: 371 mg/l, november: 398 mg/l)	Ja (juni: 9,2 mg/l, november: 11,2 mg/l)	Sterkt	Svak økning Cl (2010-2015)	Sterk økning Cl (2015-2017)
<b>Bilstadtjern</b>	Nei	Ja (8,4 mg/l)	Svakt	Nedgang Cl (2010-2015)	Svak økning Cl (2015-2017)
<b>Revurtjern</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Nedgang Cl (2012-2015)	Nedgang Cl (2015-2017)
<b>Stemtjørna</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke undersøkt	Nedgang Cl (2015-2017)

### 4.3 Region Midt

I Region Midt er det i 2017 gjennomført prøvetakning i 22 innsjøer, vist i Tabell 14. Undersøkelsen viser at kun Kvamlivatnet er sterkt påvirket av vegsalt, med saltgradient i vannmassene. Det er i tillegg 4 innsjøer som er moderat påvirket (Rungstadvatn, Buvatn, Gammelleva og Kinnsettjørna), med forhøyede kloridkonsentrasjoner i topp- og bunnvann. I Buvatn er det en sterk økning av klorid i vannmassene sammenliknet med tidligere undersøkelser.

Tabell 14. Oppsummering og vurdering for hver av innsjøene som er undersøkt i Region midt. Tabellen viser om det er funnet salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av vegsalt og utvikling over tid. Innsjøer med både salt- og/eller oksygengradient er merket med rød tekst i tabellen.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O <sub>2</sub> >6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015-2017
<b>Hammarvatn</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke undersøkt i 2005/2010	Ingen endring
<b>Lundavatn</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke undersøkt i 2005/2010	Ingen endring
<b>Nesvatnet</b>	Nei	Nei	Svakt	Ikke undersøkt i 2005/2010	Ingen endring
<b>Rungstadvatn</b>	Nei	Nei	Moderat	Økning av Cl 2005-2015	Ingen endring
<b>Buvatn</b>	Nei	Nei	Moderat	Ikke undersøkt i 2005/2010	Sterk økning av Cl
<b>Gammelleva</b>	Nei	Nei	Moderat	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Gangåsvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Kinnsettjørna</b>	Nei	Nei	Moderat	Ikke undersøkt i 2005/2010	Ingen endring
<b>Bjørkedalsvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Bolgavatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Brusdalsvannet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen økning av Cl (2010-2015)	Ingen endring
<b>Engsetdalsvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Gammelsetervatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Grimstadvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Hovdevatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Kvamlivatnet</b>	Ja (105,7 mg/l)	Nei	Sterkt	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Midtvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Myklebustvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Nedstevatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Slettebakkjønn</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Skjørsetervatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
<b>Svardalsdammen</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	



## 4.4 Region Nord

I Region Midt er det i 2017 gjennomført undersøkelser i 2 innsjøer. Ingen av innsjøene som er prøvetatt er nevneverdig påvirket av vegsalt.

Tabell 15. Oppsummering og vurdering for hver av innsjøene som er undersøkt i Region Nord. Tabellen viser om det er funnet salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av vegsalt og utvikling over tid.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O2>6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015-2016
<b>Store Svenningvatn</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke undersøkt tidligere	Ikke undersøkt tidligere
<b>Osvatnet</b>	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke undersøkt tidligere	Ikke undersøkt tidligere

## 5 Konklusjon

Det har blitt gjennomført en kartlegging av tilstanden i 39 vegnære innsjøer i Statens vegvesen Region sør, vest, midt og nord, for å vurdere konsekvensene av avrenning av vegsalt og metaller fra veg. I tillegg har det blitt gjennomført biologiske undersøkelser med hensyn på planteplanktonsamfunn i 8 av innsjøene.

Resultatene fra 2017 viser at totalt 12 av innsjøene i undersøkelsen er tydelig påvirket av vegsalt. Det er påvist saltindusert sjiktning med påfølgende reduksjon av oksygen i bunnvannet i 7 av innsjøene (Griggjastemma, Gravtjønn, Hanevann, Aklandstjenna, Studevann, Kvamlivatnet og Øvre Jerpetjern). I 5 innsjøer er det høye konsentrasjoner av klorid i vannmassene, men uten at det er påvist noen saltgradient i vannsøylen. Dette gjelder særlig grunne innsjøer som sirkulerer flere ganger i året som følge av vindeksponering.

Det var store forskjeller i kloridkonsentrasjon mellom innsjøene. I overflatevannet varierte nivåene fra 3,6 mg/l til 68 mg/l. I bunnvannet varierte konsentrasjonene mellom 3,7 mg/l til 430 mg/l.

En viktig observasjon er at det generelt er en svak økning av kloridkonsentrasjonen i de fleste innsjøer hvor man har måledata fra tidligere. I flere av innsjøene er det også påvist kraftig økning i kloridkonsentrasjonen sammenlignet med målingene i 2015. Spesielt Gravtjønn, Øvre Jerpetjern, Griggjastemma og Buvatn viser en negativ utvikling.

Undersøkelsen viser at de fleste metallene er i tilstandsklasse 1 eller 2. Det er påvist noen høye konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse 4 eller 5. Det er i stor grad innsjøer langs E18 i Region Sør som har forhøyede konsentrasjoner av metaller.

Planteplanktonsamfunnet er komplekst og påvirkes av flere faktorer. Innsjøene i seg selv er ulike, også sammenlignet med innsjøene som ble undersøkt i 2016. Prøvene er først og fremst samlet inn for å kunne ha sammenligningsgrunnlag ved fremtidig overvåking. Derfor er grunnlaget for lite for å knytte analyseresultatene av planteplanktonsamfunn i de 8 undersøkte innsjøene opp mot som saltpåvirkning.

## 6      Referanser

- [1] Saunes, H., Værøy, N., Weideborg, M. og Åstebøl, S.O., 2016. COWI AS. Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske undersøkelser – 2015/2016. Statens vegvesen rapporter nr. 344. Prosjektnr.604305
- [2] Saunes, H., Værøy, N. og Åstebøl, S.O., 2017. COWI AS. Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske- og biologiske undersøkelser – 2016. Statens vegvesen rapporter nr. 565. Prosjektnr.604305
- [3] Bækken, T., og T. O. Haugen. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer: Påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. Oslo, Vegdirektoratet, Miljøseksjonen 2006.
- [4] Bækken, T., og T. O. Haugen, 2011. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge 2010. Vegdirektoratet, Miljøseksjon 2012.
- [5] Haaland, S., Turtumøygard, S., Gjemlestad, L. J., Nytrø, T.E., Salt SMART, Vegsalt i innsjøer. Tålegrense mht. kjemisk sjiktning. Bioforsk, 2011. Statens vegvesen rapport Nr.120. Vegdirektoratet miljøseksjonen 2012.
- [6] Kalff, J., 2001 "Limnology". ISBN-13: 978-0130337757.
- [7] Haugen T.O. Bækken, T. Heiaas H.H. og Skjelbred, B. NIVA. Tålegrenser for planktonalger i innsjøer. Statistiske analyser og laboratorietester av planktonalger og salt. Statens Vegdirektorat, 2010.
- [8] Færøvig, P. J., Skjelbred, B. & Andersen, T., 2006. Vegsalt og planteplankton i innsjøer. Salt og biologiske tålegrenser. Statens vegvesen. Rapport UTB 2006/04.
- [9] Vann-nett: Lastet ned fra: <http://vann-nett.no/portal/map>
- [10] Miljødirektoratet, 2016. Veileder: Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. MDir rapport M-608/2016.
- [11] Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. (2013, revidert 2015): Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.
- [12] NS EN 15204. Vannundersøkelse - Veiledning for kvantitative og kvalitative undersøkelser av marine planktonalger
- [13] Rott, E 1981: Some results from phytoplankton counting intercalibration. Hydrobiologica
- [14] Tikkanen T. & Willén T. 1992: Växtp planktonflora, Naturvårdsverket Kundtjänst 17185 Solna. ISBN 91-620-1115-4.
- [15] Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., Melo, S., 2002. Review: Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton, Journal of plankton research, Volume 24, no. 5, side 417-428.

## **Vedlegg**

Vedlegg A: Artslister planteplankton 2017

Vedlegg B: Analyseresultater Eurofins Environmental Testing AS, 2017



<b>Aklandstjønna</b>	<b>Elgsjøen</b>	<b>Gravtjønn</b>	<b>Griggastemma</b>	<b>Hanevatn</b>	<b>Studevann</b>	<b>Tarvatnet</b>	<b>Øvre Jerpetjønn</b>
0,188	0,075	0,781	0,700	0,181	0,130	0,030	0,040

<b>Tarvatnet</b>	0,030
<b>Øvre Jerpetjønn</b>	0,040
<b>Elgsjøen</b>	0,075
<b>Studevann</b>	0,130
<b>Hanevatn</b>	0,181
<b>Aklandstjønna</b>	0,188
<b>Griggastemma</b>	0,700
<b>Gravtjønn</b>	0,781



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 6706 Etterstad 0609 OSLO  
Tlf: (+47) 22073000  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**