



Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge

Overvåking av vannkvalitet i 2018

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 218



Tittel

Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge

Title

Survey of lakes near roads in Norway

Undertittel

Overvåkning av vannkvalitet i 2018

Subtitle

Monitoring of water quality in 2018

Forfatter

Halvor Saunes, Nina Værøy og Svein Ole Åstebøl

Author

Halvor Saunes, Nina Værøy and Svein Ole Åstebøl

Avdeling

Transportavdelingen

Department

Transport Department

Seksjon

Klima og miljø

Section

Climate and Environmental Assessment

Prosjektnummer

604305

Project number

604305

Rapportnummer

Nr. 218

Report number

No. 218

Prosjektleder

Kjersti Kronvall

Project manager

Kjersti Kronvall

Godkjent av

Regine Benz, Monica Næss, Grete Ørsnes, Ingrid Hjelle, Grete Sponga, Ola R. Eide, Lene Jacobsen og Steinar Møll

Approved by

Regine Benz, Monica Næss, Grete Ørsnes, Ingrid Hjelle, Grete Sponga, Ola R. Eide, Lene Jacobsen and Steinar Møll

Emneord

Vegsalt, undersøkelser, saltpåvirkning, innsjøer, forurensning

Key words

Road salt, investigations, salt impact, lakes, pollution

Sammendrag

Se s.3.

Summary

COWI AS, on behalf of the Norwegian Public Roads Administration, has investigated 23 lakes in the South, Western and Eastern Norway in 2018. The survey is part of a comprehensive monitoring of a total of 67 lakes that were started in autumn 2015. A selection of the 67 lakes are monitored annually based on a rolling in the years 2016, 2017 and 2018. The purpose is to investigate the effect of road salt and traffic pollution in lakes. The project includes sampling water, as well as sediment in a few selected lakes. The main focus of the project is the effects of road salting in lakes. The surveys in 2018 show that 14 out of 23 surveyed lakes are clearly affected by road salt. In 9 of these 14 lakes the absence of oxygen in the bottom water was found probably as a result salt-induced layering in the lake. In 5 lakes, there are high concentrations of chloride in the lakes and no salt gradient.



STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET

UNDERSØKELSE AV VEINÆRE INNSJØER I NORGE

OVERVÅKNING AV VANNKVALITET I 2018

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



Gaupåsvatnet ved E16, Bergen kommune, Hordaland. Foto: COWI/Nina Værøy

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.				
A070127	1.0				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	28.03.2019	Statusrapport overvåkning av vannkvalitet i 2018	Halvor Saunes, Nina Værøy	Svein Ole Åstebøl	Svein Ole Åstebøl

INNHOOLD

Sammendrag	3
1 Innledning	4
1.1 Generelt om forurensning fra vei	4
1.2 Salt- og oksygengradienter	5
2 Material og metode	7
2.1 Vannprøvetakning og målinger av sprangsjikt	8
2.2 Klassifisering av vann	9
3 Resultat og diskusjon	10
3.1 Region Sør	10
3.2 Region Vest	12
3.3 Region Øst	24
3.4 Salt- og oksygengradienter	38
4 Oppsummering	39
4.1 Region Sør	39
4.2 Region Vest	40
4.3 Region Øst	41
5 Konklusjon	42
6 Referanser	43

Sammendrag

COWI AS har på oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet undersøkt 23 innsjøer i Sør-, Vest- og Øst-Norge i 2018. Undersøkelsen inngår i en omfattende overvåkning av totalt 67 innsjøer som ble startet høsten 2015. Et utvalg av de 67 innsjøene er overvåket årlig basert på en rullering i årene 2016, 2017 og 2018.

Hensikten er å undersøke virkningen av veisalt og trafikkforurensning i veinære innsjøer. Prosjektet omfatter prøvetaking vann, i tillegg til sediment i noen få utvalgte innsjøer. Prosjektets hovedfokus er virkninger av veisalting på vinteren på vannkvaliteten i innsjøene.

Prøvetakningen av innsjøene i 2018 ble gjennomført i oktober og november etter antatt høst-sirkulasjon i innsjøene.

Avrenning av veisalt til en innsjø kan foruten økt saltinnhold i vannmassene, føre til potensiell opphopning av salt i bunnvannet som igjen kan redusere sirkulasjon av vannmassene vår og høst. Sistnevnte forårsakes av en høy konsentrasjonsforskjell (kalt saltgradient eller saltindusert sjiktning) mellom topp- og bunnvann og medfører oksygenmangel i bunnvannet. Denne situasjonen vil føre til ulevelige forhold for vannlevende organismer i bunnvannet

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.

Undersøkelsene i 2018 viser at 14 av 23 undersøkte innsjøer er tydelig påvirket av veisalt. I 9 av disse 14 innsjøene er det funnet fravær av oksygen i bunnvannet, trolig som følge av saltindusert sjiktning i vannmassen. Dette gjelder innsjøene Gaupåsvatnet, Lekvenvatn, Tveitavannet (Region vest), Langvannet, Nordbytjern, Steinstjern, Svarttjern, Tussetjern, Ulvenvannet (Region øst).

I 5 innsjøer er det høye konsentrasjoner av klorid i hele vannmassen og ingen saltgradient i vannsøylen. Dette gjelder særlig grunne innsjøer med god vindpåvirket sirkulasjon og som derfor har lav risiko for dannelse av stagnerende bunnvann (reduisert sirkulasjon) på grunn av tilført veisalt.

Overvåkningsprogrammet viser at det er en gjennomgående økning i kloridkonsentrasjonen i innsjøer hvor man har måledata fra flere år. Spesielt Lekvenvatn, Tveitavannet, Ulvenvatn (Region vest), Langvannet, Nordbytjern, Steinstjernet, Ulvenvannet, Østensjøvannet og Gjersrudtjern (Region øst) viser en negativ utvikling.

Undersøkelsen viser at de fleste metallene påvises i tilstandsklasse 1 eller 2. Det er noen innsjøer med forhøyede konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse 4.

1 Innledning

COWI ble i 2015 engasjert av Statens vegvesen Vegdirektoratet for å gjennomføre et årlig overvåkningsprogram av et utvalg veinære innsjøer i Norge. Innsjøene var valgt ut av regionene i Statens vegvesen og totalt 67 innsjøer ble prøvetatt (vann og sediment) høsten 2015 og våren 2016 [1]. De utvalgte innsjøene er overvåket videre basert på en rullering høsten 2016, 2017 og 2018 [2,3]. Det ble også utført biologiske undersøkelser i 14 av innsjøene i 2016 og 2017. Arbeidet i 2018 inkluderer kun prøvetakning og undersøkelse av vannkjemi.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra de vannkjemiske undersøkelsene for de 23 innsjøene som ble undersøkt oktober og november 2018.

Undersøkellesprogrammet har sett på om og hvordan avrenning fra vei påvirker vannforekomsten, spesielt veisalt. Undersøkelsen har ikke vurdert den totale trafikkbelastningen (årsdøgntrafikk, ÅDT) og årlige saltmengder sett i sammenheng med påviste forurensninger i innsjøene. Dette vil bli presentert i en egen sluttrapport for prosjektet i løpet av 2019. Undersøkelsen er en fortsettelse av tilsvarende overvåkningsprogram som NIVA gjennomførte i 2005/2006 [4] og 2010 [5], samt COWIs undersøkelser i 2015, 2016 og 2017.

1.1 Generelt om forurensning fra vei

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

Tungmetaller og PAH i veiavrenning er i stor grad bundet til partikler. Disse forbindelsene vil til dels holdes tilbake i veigrøfter og veikanter. Etter at de kommer ut i tjern og innsjøer vil en betydelig andel sedimentere på bunnen [6]. 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 veier vinterstid. Saltet løses lett i vann og følger vannstrømmen fra veiene til vassdrag. Vinterdrift og saltstrategi skal være iht. vinterdriftsklassen for den spesifikke veistrekningen. Det er høyest saltforbruk på veier som klassifiseres som barvei. 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 sprangsjikt er et lag i en lagdelt vannmasse der det skjer en rask endring i en av egenskapene til vannet. Dette kan for eksempel være en kjemoklin (kjemisk endring) eller en termoklin (temperatur).

Et problem som oppstår ved stor tilførsel av veisalt til en innsjø er at saltholdig vann har høyere tetthet og derfor synker til bunns i innsjøen og fører til en saltindusert kjemoklin, som i denne sammenhengen fører til sjikting av vannmassene, såkalt saltgradient. Store forskjeller i salinitet (saltkonsentrasjon) mellom topp- og bunnvann kan vises gjennom store endringer av konduktivitet i vannsøylen. Konduktiviteten er et mål for mengden oppløste salter i vannet. Endringer i fysiske og kjemiske forhold fra toppvann til bunnvann kalles sprangsjikt.

Innsjøer som islegges om vinteren sirkulerer normalt 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 vindeksponering som setter i gang sirkulasjonen. Når det oppstår et tyngre vannlag på bunnen som følge av høyt innhold av salt, vil fullsirkulasjonen av innsjøen gå tregere og sirkulasjonen kan helt eller delvis opphøre. Dette medfører et nytt kjemisk regime (oksygengradient) med dannelse av 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 veiavrenning er menneskeskapt.

Eutrofe forhold (høy algevekst) og humuspåvirkninger kan medvirke til sjiktninger i innsjøer. Innsjøer som er mest utsatt for skader fra veisalt, 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) [6].

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

Det eksisterer ingen tiltaksgrense for kloridkonsentrasjoner i vassdrag, men med bakgrunn i vanddirektivet vil man normalt se på endringer i forhold til naturtilstand. Normalt vil bakgrunnskonsentrasjonen for klorid ligge mellom 2 og 10 mg/l, men kystnært overflatevann kan ha noe høyere innhold (30 mg/l) [6]. Mengden klorid i vannforekomster 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 [7].

Kloridkonsentrasjoner som er dobbelt så høye som antatt referansetilstand betegnes som høyt i beskrivelsen av innsjøene, Kap 3.

En differanse mellom toppvann og bunnvann på 6 mg/l oksygen og 10 mg/l klorid er definert som oksygengradient og saltgradient i innsjøene [4,5]. Undersøkelse av salt- og

oksygengradient bør i hovedsak gjøres etter høst- eller vårsirkulasjon for å undersøke effekten av veisalt. Innsjøene skal da ha gjennomgått fullsirkulasjon av vannmassene. En konsekvens av økende saltinnhold i innsjøer er blant annet at artsrikdom av planter og dyr synker med økende saltinnhold. Saltindusert sjiktning som blir permanente vil kunne endre de fysiske og kjemiske forholdene i innsjøene med påfølgende biologiske endringer og fravær av samfunn av smådyr som lever på og i bunnsedimentene i innsjøen.

Klorid- og oksygengradienter kan kun benyttes som indikasjon på veipåvirkning 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).

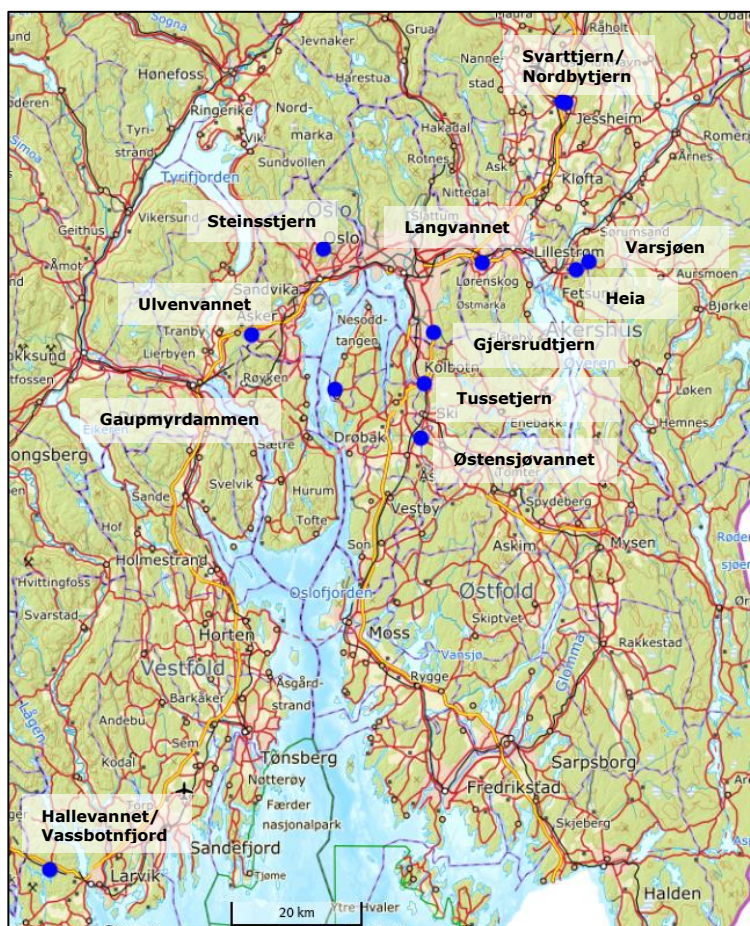
Bruk av oksygengradient kan være problematisk da oksygenvinn nedover i vannsøylen kan skyldes forhold som eutrofiering, nedbrytning av organisk stoff (humus) i bunnvannet og/eller lite volum under sprangsjiktet. Derfor måles også TOC og Tot-P for å undersøke eventuelle andre årsaker til oksygenvinn i innsjøen enn veisalt. Økt fosforinnhold i vannmassene kan føre til eutrofiering i fotisk sone og økt forbruk av oksygen.

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. 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 [8]. Generelt kan man sette en kritisk grense ved 2-5 mg O₂/l, og at 2 mg O₂/l er et minimum for overlevelse.

2 Material og metode

Undersøkelsene i 2018 har inkludert 23 innsjøer i 5 fylker.

Navn på undersøkte innsjøer med kart, koordinater, nærmeste veistrekning, kommune, vanntype, vannlokalitetskode [7] (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 1 og Figur 2.



Figur 1. Lokalisering av undersøkte vann i Region Øst og Region Sør.



Figur 2. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region Vest.

2.1 Vannprøvetakning og målinger av sprangsjikt

Målinger av vannkjemi ble gjennomført i oktober og november 2018. Alle målinger skulle etter planen gjennomføres etter antatt høstsirkulasjon. Høsten 2018 var preget av en kald periode i oktober, etterfulgt at en svært varm periode i november. Dette kan ha påvirket sirkulasjonstidspunktet for noen av innsjøene. Resultatene for enkelte av innsjøene i 2018 tyder på at de ikke har gjennomgått høstsirkulasjon i forkant av undersøkelsestidspunktet.

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 (mS/m), temperatur (°C) og oksygen (mg/l).

Det er ikke kjent om noen av de undersøkte innsjøene i 2018 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 [9] (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 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver* [10], hvor vanntype er bestemmende for klassegrensene.

3 Resultat og diskusjon

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

3.1 Region Sør

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

Tabell 2. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, og TOC (alle mg/l), Tot-P, Fe, Mn (alle i µg/l) og turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i undersøkte innsjøer i Region sør. Tot-P er klassifisert iht. veileder 02:2018.

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	
Hallevannet/ Vassbotnfjord	24,6	29,3	15	17	6	6,3	7	22	5,6	6,7	130	700	16	470	0,34	4,6

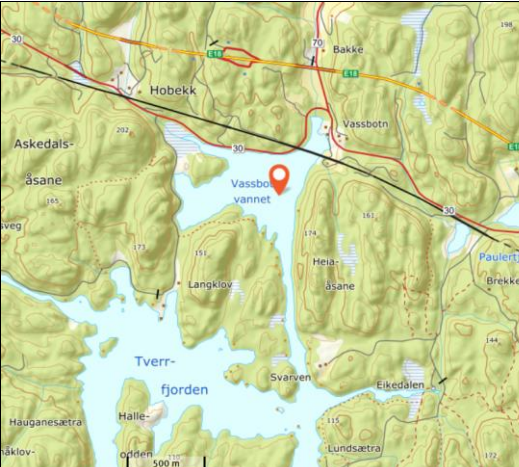
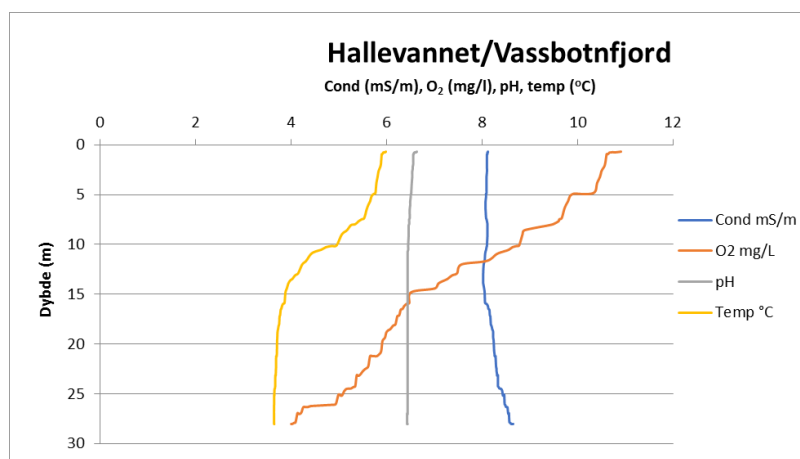
Tabell 3. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for undersøkte innsjøer i Region sør. Resultatene er klassifisert iht. veileder M-608 /2016.

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	
Vassbotnfjord/ Hallevannet	0,1	0,49	0,027	0,046	3,7	2,3	0,25	0,42	4,9	10	0,12	0,14

3.1.1 Vestfold

Halle vannet/Vassbotnfjord

Navn innsjø	Halle vannet/ Vassbotnfjord
Region	Sør
Kommune	Larvik
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	015-38227
Vannforekomstnummer (vann-nett)	015-433-1-L
Vanntype	Kalkfattig klar (L105b)
Nærmeste vei	E18
Dybde prøvepunkt (m)	33
Koordinater (UTM 32)	6547706, 552682
Nærhet til sjø (km)	6,5
Høyde over havet (m)	48
Innsjøareal (km ²)	1,72

Figur 3. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Halle vannet/Vassbotnfjord i Vestfold fylke, november 2018.

Halle vannet/Vassbotnfjorden er en forholdsvis stor innsjø, men som fordeler seg ut over flere forgreninger og bassenger. Den delen som er prøvetatt er den nordlige delen som omtales som Vassbotnfjord. Innsjøen er humøs og lite eksponert for vind. Det har vært mye byggeaktivitet i nedbørsfeltet de siste årene.

Det er ikke påvist saltgradient i vannmassene, men konsentrasjonene av klorid er antatt forhøyede (T/B: 24,6/ 29,3 mg/l) i forhold til forventet bakgrunnsnivå. Kloridkonsentrasjonen har også økt i forhold til målingene i 2015 (T/B: 18/22 mg/l).

Profilmålingene viser en jevn reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen og forskjellen mellom topp- og bunnvann viser at det er oksygengradient. Dette skyldes trolig at målingene i 2018 har blitt utført før høstsirkulasjonen. Blant annet ses en høyere temperatur i overflatevannet enn i bunnvannet. Reduksjon i oksygen mot bunn skyldes i stor grad nedbrytning av organisk stoff.

Konsentrasjonene av undersøkte metaller er lavere enn i 2015, hvor det da ble påvist sink og kobber i tilstandsklasse 4 i toppvannet. I 2018 var alle metallene i tilstandsklasse 2 eller bedre i både topp- og bunnvann.

Undersøkelsen viser at Vassbotnfjord/Hallevannet er påvirket av veisalt og at nivåene er svakt økende.

3.2 Region Vest

Resultater for vannkjemimålinger i topp- og bunnvann i 11 veinære 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 02:2018.

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
Hordaland	Gaupåsvatnet	12,4	27,2	6,3	16	2,5	4,7	8,4	16	4,4	2,6	150	450	23	210	1,1	4,5
	Hopsvannet	11,9	15,8	6,9	6,9	3,2	3,2	18	20	4	4	98	94	8,4	12	1,2	1,4
	Lekvenvatn	34	72,3	20	41	14	20	14	560	4,6	5,5	79	4600	44	510	4	31
	Tveitavannet	47,3	137	29	81	11	16	13	34	3,2	5,8	300	12000	55	780	1,8	13
	Ulvenvatn	35	55	20	35	11	15	<3	12	3,5	2,8	36	34	3,2	48	0,94	7
Rogaland	Bongsatjønn	14,1	13,4	8,4	8,4	4,2	4,2	4,5	3,5	3,6	3,7	62	81	7,8	10	0,91	1,1
	Lille Saglandsvatnet	11,3	11,4	6,7	6,9	3,9	3,8	7	5,9	1,6	1,7	39	37	11	10	0,41	0,47
	Lutsivatn	13,8	13,6	8,1	7,6	4,9	4,3	6,3	11	3,8	2,9	35	31	6,6	48	0,94	5,6
	Stokkalandsvatnet	17,9	18,1	11	11	8,6	8,8	19	23	5,3	5,3	240	270	62	64	4,8	4,3
	Store Saglandsvatnet	13	13,3	7,6	7,7	1,9	1,9	4,8	6,4	1,5	1,1	6	1,2	1,8	1,5	0,38	1,2
	Toskatjønn	13,4	16,9	7,6	9,6	1,4	2	4,4	10	8,1	8,2	280	550	23	51	0,87	12

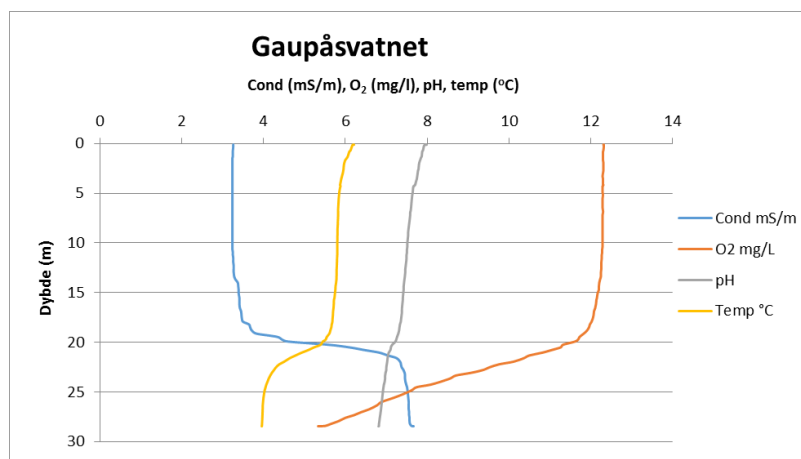
Tabell 5. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (alle i $\mu\text{g/l}$) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for 11 undersøkte vann i Region vest. Resultatene er klassifisert iht. veileder M-608 /2016.

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
		$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Hordaland	Gaupåsvatnet	0,46	0,38	0,008	0,019	1,8	2,9	0,82	1,2	5,3	9,8	0,14	0,11
	Hopsvannet	0,2	0,68	0,011	0,012	3,3	5,4	0,48	0,56	7,20	9,3	0,084	0,064
	Lekvenvatn	0,046	0,065	0,008	< 0,0040	5,6	0,76	1,9	0,97	8,3	2,8	0,11	0,04
	Tveitavannet	0,11	0,19	0,012	< 0,0040	3,1	1,8	0,96	0,97	16	6,9	0,13	0,071
	Ulvenvatn	0,53	0,59	0,012	0,013	3,9	3,4	1,3	1,2	5,9	6,8	1	0,88
Rogaland	Bongsatjønn	0,078	0,16	0,019	0,012	2,2	2,5	3,3	3	14	13	0,24	0,25
	Lille Saglandsvatnet	0,028	0,066	0,016	0,012	0,9	1,1	0,39	0,41	4,7	4,7	0,082	0,071
	Lutsivatn	0,043	0,019	0,009	< 0,0040	2,1	1,6	0,23	0,28	3,8	4,1	0,13	0,076
	Stokkalandsvatnet	0,11	0,15	0,01	0,011	2,6	2,5	0,64	0,67	5,2	4,9	0,094	0,082
	Store Saglandsvatnet	0,017	0,057	0,01	0,013	0,94	0,51	0,24	0,27	3,4	3,8	0,044	0,053
	Toskatjønn	0,54	0,9	0,026	0,029	1,2	2,7	0,59	0,66	8,9	12	0,06	0,086

3.2.1 Hordaland

Gaupåsvatnet

Navn innsjø	Gaupåsvatnet
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	061-30052
Vannforekomstnummer (vann-nett)	061-2074-L
Vanntype	Små, svært kalkfattig (L101d)
Nærmeste vei	E16
Dybde prøvepunkt (m)	29
Koordinater (UTM 32)	6707791, 302947
Nærhet til sjø (km)	1
Høyde over havet	65
Innsjøareal (km ²)	0,27

Figur 4. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Gaupåsvatnet, Hordaland fylke, november 2018.

Gaupåsvatnet er omringet av både skog- og fjellområder, samt boligbebyggelse. Andre forurensningskilder er avløp fra spredt bebyggelse og landbruksavrenning. E16 ligger tett inntil innsjøen langs en fjellskjæring. Gaupåsvatnet er ikke tidligere undersøkt for veisalt.

Profilmålingene viser et tydelig sprangsjikt ved 20 meters dyp (Figur 4), hvor ledningsevnen øker, samtidig som oksygenkonsentrasjonen raskt avtar ned mot bunn.

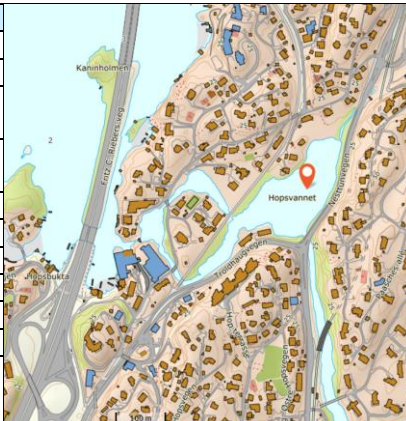
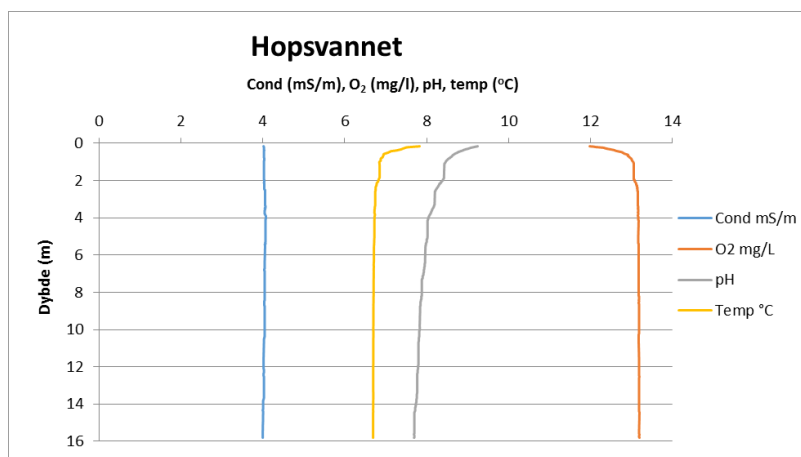
Konsentrasjonen av klorid i bunnvannet er høy sammenlignet med toppvannet (T/B: 12,7/27,4 mg/l), og det er påvist både salt- og oksygengradient i vannmassene.

Resultatene viser lave konsentrasjoner av metaller i topp- og bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere.

Undersøkelsen viser at Gaupåsvatnet er moderat påvirket av veisalt.

Hopsvannet

Navn innsjø	Hopsvannet
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-82799
Vannforekomstnummer (vann-nett)	056-144315-L
Vanntype	Kalkfattig, klar (L105a)
Nærmeste vei	Fv. 582
Dybde prøvepunkt (m)	16
Koordinater (UTM 32)	6693750, 298252
Nærhet til sjø (km)	0,3
Høyde over havet	11
Innsjøareal (km ²)	0,02

Figur 5. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Hopsvannet, Hordaland fylke, november 2018.

Hopsvannet er et bynært vann, omkranset av veier og bolighusbebyggelse. Innsjøen er lite vindutsatt, men har stor vanntilførsel som bidrar til god vannutskifting. Andre potensielle forurensningskilder er industri og næringsvirksomhet i nedbørsfeltet.

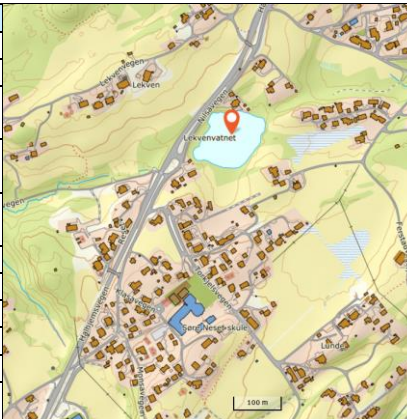
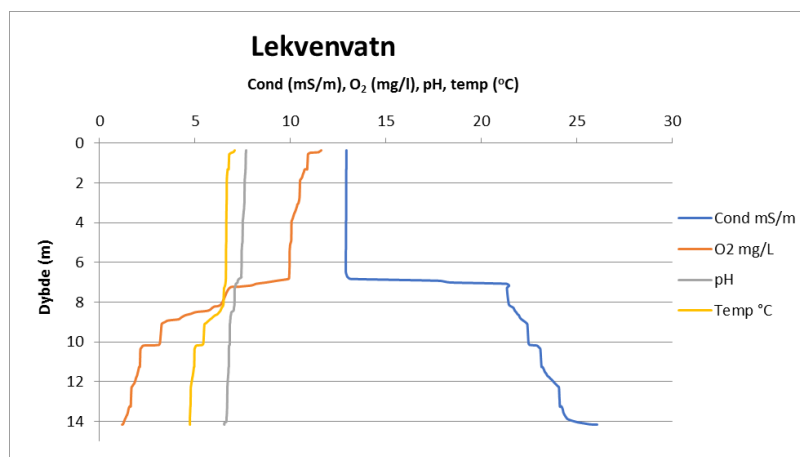
Måleresultatene viser at Hopsvannet har fullsirkulert og med gode oksygenforhold i bunnvannet (Figur 5). Kloridkonsentrasjonen er forholdsvis lav (T/B: 11,9/15,8 mg/l), men er økende sammenlignet med 2015 (T/B: 8,3/8,3 mg/l).

I 2018 var konsentrasjonen av undersøkte metaller lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere. I 2015 ble det påvist sink i bunnvannet i tilstandsklasse 4.

Undersøkelsen viser at vannmassene i Hopsvannet er lite påvirket av veiavrenning.

Lekvenvatn

Navn innsjø	Lekvenvatn
Region	Vest
Kommune	Os
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	055-63640
Vannforekomstnummer (vann-nett)	Ikke registrert
Vanntype	Svært kalkfattig, humøs (L103)
Nærmeste vei	E39
Dybde prøvepunkt (m)	14
Koordinater (UTM 32)	6675093, 302535
Nærhet til sjø (km)	0,62
Høyde over havet	37
Innsjøareal (km ²)	0,010

Figur 6. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Lekvenvatn, Hordaland fylke, november 2018.

Lekvenvatn er et lite tjern omringet av landbruk og boligbebyggelse. Det har liten vannutskiftning og er tydelig eutroft. Tjernet ligger i en gryte og er en relativt vindbeskyttet lokalitet.

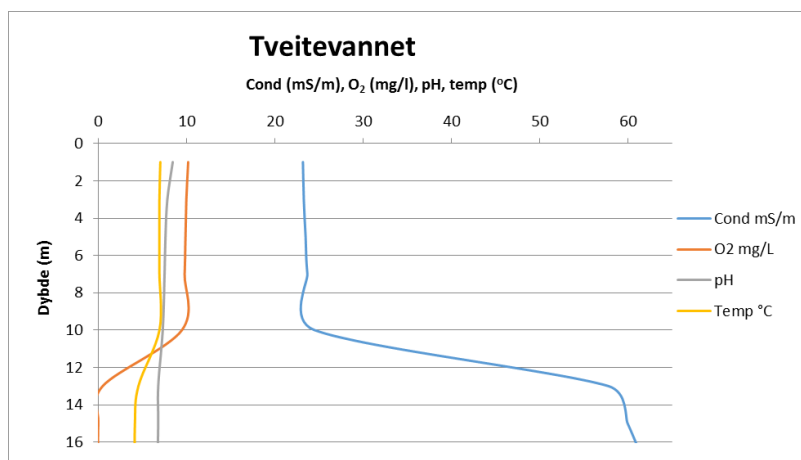
Målingene viser et sprangsjikt med en kraftig økning i ledningsevnen ved 7 meters dyp, samtidig som oksygenet reduseres gradvis med påfølgende oksygengradient (Figur 7). Det ble registrert sterk lukt av H₂S i bunnvannet. Konsentrasjonene av klorid viser at innsjøen har saltgradient (T/B: 34/72 mg/l) og at nivåene er over det som forventes å være naturlig bakgrunnsnivå. Kloridnivået har økt sammenlignet med målingene i 2015 (T/B: 20/21 mg/l). Det er påvist svært høye konsentrasjoner av Tot-P i bunnvannet, noe som tyder på at de oksygenfattige forholdene i bunnvannet fører til en frigjøring av fosfor fra sedimentene.

Konsentrasjonen av de undersøkte metallene er lave og på samme nivå som 2015, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere.

Undersøkelsen viser at Lekvenvatn er påvirket av veisalt og konsentrasjonene er økende.

Tveitevannet

Navn innsjø	Tveitevannet
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	056-43315
Vannforekomstnummer (vann-nett)	056-26747-L
Vanntype	Svært kalkfattig, klar (L102d)
Nærmeste vei	E39
Dybde prøvepunkt (m)	22
Koordinater (UTM 32)	6696435, 298877
Nærhet til sjø (km)	1,9
Høyde over havet	45,5
Innsjøareal (km ²)	0,14



Figur 7. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Tveitevannet, Hordaland fylke, november 2018.

Tveitevannet er en bynær innsjø omringet av en rekke høyt trafikkerte veier, i tillegg til boligbebyggelse, næringsvirksomhet og parkområder. Innsjøen er forholdsvis vindutsatt. Det ble i 2015 vurdert at Tveitevannet var påvirket av forurensning fra vei [1].

Målingene viser en kraftig økning i ledningsevnen ved ca. 10 meters dyp, samtidig som oksygenkonsentrasjon avtar (Figur 7). Innsjøen har oksygengradient. Fra 13 meter og ned til bunn er vannmassene anoksiske.

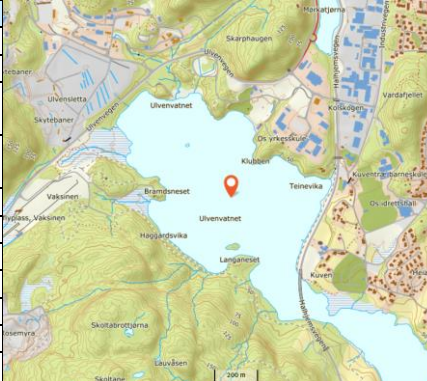
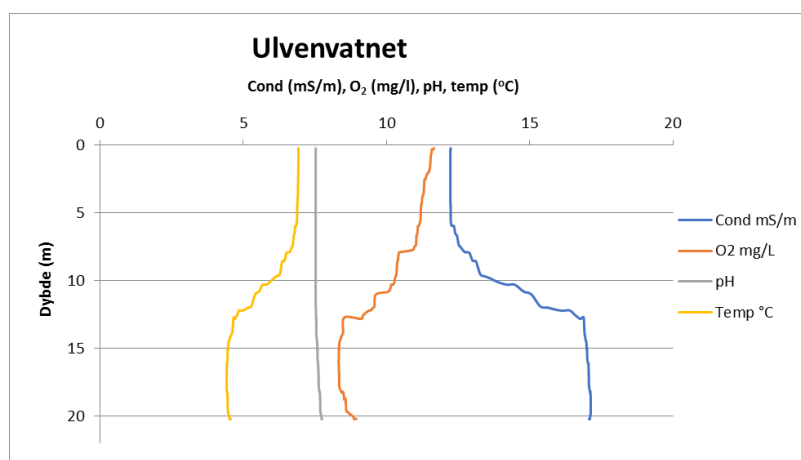
Resultatene viser at Tveitevannet har saltgradient (T/B: 47/137 mg/l). Det ble både i 2005 og 2010 konstatert at oksygenvinnet i bunnvannet var saltindusert. I 2015 ble det konstatert at kloridkonsentrasjonene var forhøyet (T/B 29/29 mg/l), men at vannmassene hadde fullsirkulert.

Det ble påvist sink i toppvannet i tilstandsklasse 4 og konsentrasjonen ligger på samme nivå som i 2015. De øvrige undersøkte metallene er i tilstandsklasse 2 eller lavere. Forhøyet konsentrasjon av sink tyder på påvirkning fra overvann fra vei og andre tette flater i nedbørsfeltet.

Undersøkelsen viser at Tveitevannet er tydelig påvirket av forurensning fra vei og annen urban avrenning og at oksygenvinnet i bunnvannet er saltindusert.

Ulvenvatnet

Navn innsjø	Ulvenvatnet
Region	Vest
Kommune	Os
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	055-28146
Vannforekomstnummer (vann-nett)	055-26962-L
Vanntype	Svært kalkfattig, klar (L102d)
Nærmeste vei	E39
Dybde prøvepunkt (m)	22
Koordinater (UTM 32)	6678269, 302597
Nærhet til sjø (km)	1
Høyde over havet	43
Innsjøareal (km ²)	0,96

Figur 8. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Ulvenvatnet, Hordaland fylke, november 2018.

Ulvenvatnet er omringet av skog- og fjellområder, i tillegg til en del bebyggelse i nedbørsfeltet. Andre kilder til forurensning er avløp fra spredt bebyggelse, avrenning fra Forsvarets områder, landbruksavrenning, samt bygge- og anleggsvirksomhet i nedbørsfeltet. Innsjøen er vindutsatt.

Profilmålingene viser en jevn reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen. Dette skyldes trolig at målingene i 2018 har blitt utført før høstsirkulasjonen. Blant annet ses en høyere temperatur i overflatevannet enn i bunnvannet. Det er ikke påvist noen oksygengradient i vannmassene. Resultatene viser også at ledningsevnen øker jevnt fra ca. 7 meters dyp og ned til bunn.

Vannprøvene viser forhøyet nivå av klorid (T/B: 35/55 mg/l) og at innsjøen har saltgradient. Resultatene viser en økning i kloridinnholdet sammenlignet med målingene i 2015 (T/B: 18/21).


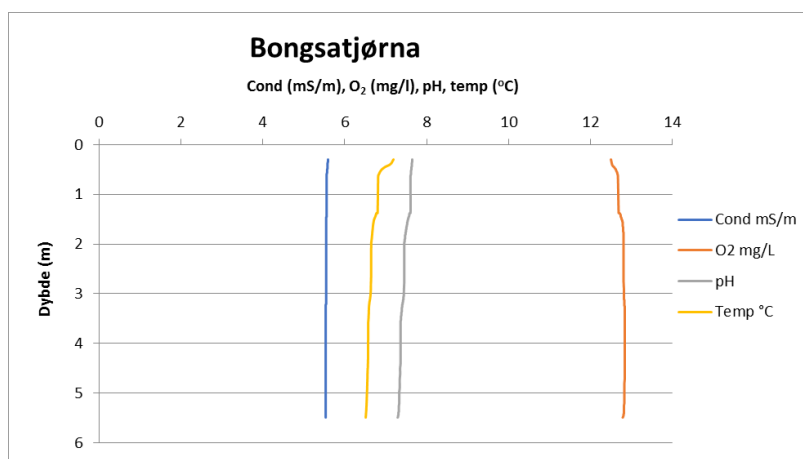
Konsentrasjonen av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lavt. Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse 2. I 2015 ble det påvist bly i tilstandsklasse 3 i bunnvannet, mens konsentrasjonene av de øvrige metaller også den gang var lave.

Undersøkelsen viser at Ulvenvatnet er påvirket av veisalt og at nivåene er økende, men at kloridnivåene er på et nivå som ikke fører til dannelse av oksygengradient i vannmassene.

3.2.2 Rogaland

Bongsatjørna

Navn innsjø	Bongsatjørna
Region	Vest
Kommune	Tysvær
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	039-63652
Vannforekomstnummer (vann-nett)	039-22704-L
Vanntype	Moderat kalkrik, klar (L107)
Nærmeste vei	E134
Dybde prøvepunkt (m)	6
Koordinater (UTM 32)	6592445, 297915
Nærhet til sjø (km)	3,8
Høyde over havet (m)	25
Innsjøareal (km ²)	0,047

Figur 9. Profilering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Bongsatjørna, Rogaland fylke, november 2018.

Bongsatjørna er en grunn liten innsjø med både skog, fjell, samt bolig- og næringsvirksomhet i nedbørsfeltet. Det foregår mye bygge- og anleggsvirksomhet i området. Bongsatjørn er eksponert for vind og innsjøen sirkulerer trolig mange ganger i løpet av året som følge av liten dybde. Andre mulige forurensningskilder er avrenning fra spredt avløp og overvann fra Akسدal sentrum. Områdene rundt Bongsatjørna er populære rekreasjonsområder.

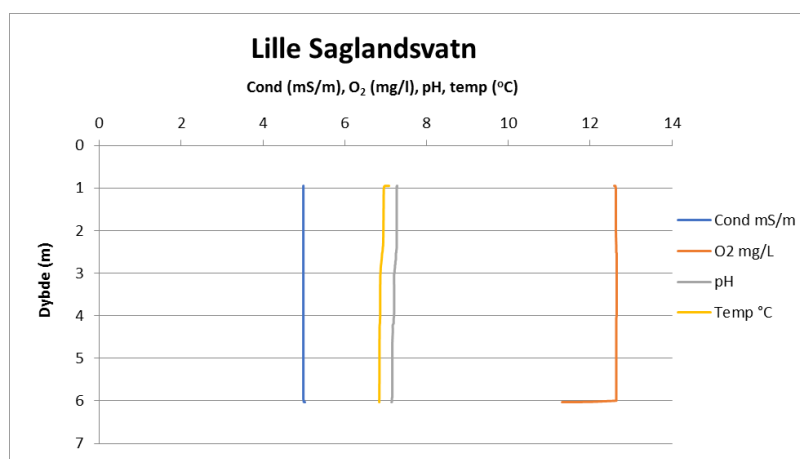
Profilmålingene viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 9) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient i vannmassene. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er forholdsvis lave (T/B: 14/13 mg/l) og på omtrent samme nivå som målingene i 2005 (T/B: 13/13 mg/l) [4].

Det ble påvist forhøyede konsentrasjoner av sink i topp- og bunnvann tilsvarende tilstandsklasse 4. De øvrige metallene var i tilstandsklasse 2 eller lavere. I 2005 ble det påvist kobber og nikkel i topp- og bunnvannet i tilstandsklasse 4 (gamle klassegrenser, veileder 04:97). Disse vannprøvene er ikke direkte sammenlignbare med resultatene fra 2018 da disse ble analysert oppsluttet (ikke filtrert).

Undersøkelsen viser at Bongstjørn er lite påvirket av veisalt, men forhøyede konsentrasjoner av sink tyder på avrenning fra vei og andre tette flater i nedbørsfeltet.

Lille Saglandsvatnet

Navn innsjø	Lille Saglandsvatnet
Region	Vest
Kommune	Bjerkreim
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	027-633656
Vannforekomstnummer (vannnett)	Ikke registrert
Vanntype	Svært kalkfattig, klar (L102d)
Nærmeste vei	E39
Dybde prøvepunkt (m)	6
Koordinater (UTM 32)	6493942, 329392
Nærhet til sjø (km)	9,8
Høyde over havet (m)	123
Innsjøareal (km ²)	0,01

Figur 10. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/cm) i vannmassene i Lille Saglandsvatnet, Rogaland fylke, november 2018.

Lille Saglandsvatnet er en del av Store Saglandsvatnet, men som nå er avskilt med en veifylling. Lille Saglandsvatnet er en avsnørt bukt med liten vannutskifting. Vannet er omringet av fjell, skog og landbruksområder.

Profilmålingene viser at Lille Saglandsvatn har fullsirkulert (Figur 10) og det er ikke påvist oksygengradient. Innsjøen er sterkt utsatt for vind. Det regnes som lite risiko for at det vil kunne oppstå saltgradient og fravær av oksygen i bunnvannet. Innsjøen sirkulerer trolig flere ganger i året som følge av liten dybde.


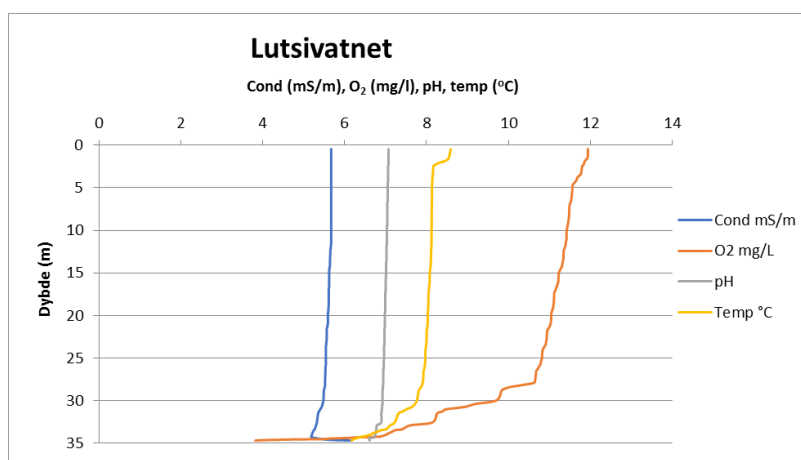
Konsentrasjonene av klorid i topp- og bunnvann er forholdsvis lave (T/B: 11/11 mg/l) og nivået er lavere enn målingene fra 2012 (T/B: 21/22 mg/l).

Innholdet av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Lille Saglandsvatnet er lite påvirket av vei.

Lutsivatnet

Navn innsjø	Lutsivatnet
Region	Vest
Kommune	Sandnes
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	029-29186
Vannforekomstnummer (vann-nett)	029-20926-L
Vanntype	Små, svært kalkfattig (L107)
Nærmeste vei	Fv.13
Dybde prøvepunkt (m)	35
Koordinater (UTM 32)	6530398, 318203
Nærhet til sjø (km)	3,2
Høyde over havet (m)	25
Innsjøareal (km ²)	0,38

Figur 11. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Lutsivatnet, Rogaland fylke, november 2018.

Lutsivatnet er en del av Storavatnet, som består av fire ulike bassenger. Lutsivatnet er omringet av både fjell, skog og landbruksområder. Andre kilder til forurensning kan være landbruk og avløp fra spredt bebyggelse. Innsjøen er forholdsvis vindutsatt.

Profilmålingene viser en jevn svak reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen og forskjellen mellom topp- og bunn viser at det er oksygengradient i vannmassene (Figur 11). Dette skyldes trolig at målingene i 2018 har blitt utført før høstsirkulasjonen og at nedbrytning av organisk stoff bidrar til redusert oksygen i bunnvannet.

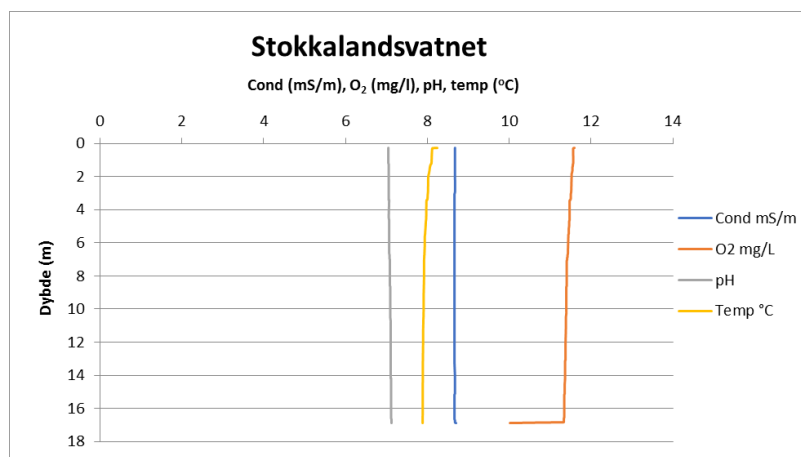
Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er forholdsvis lavt (T/B: 13/13 mg/l) og på samme nivå som i 2005 (12/13 mg/l).

Innholdet av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Lutsivatnet ikke er påvirket av veirelatert forurensning.

Stokkalandsvatnet

Navn innsjø	Stokkalandsvatnet
Region	Vest
Kommune	Sandnes
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	029-50876
Vannforekomstnummer (vann-nett)	029-19777-L
Vanntype	Middels, moderat kalkrik, klar (L107)
Nærmeste vei	E39, Fv.505
Dybde prøvepunkt (m)	17
Koordinater (UTM 32)	6524612, 311194
Nærhet til sjø (km)	3,3
Høyde over havet (m)	22
Innsjøareal (km ²)	0,42

Figur 12. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Stokkalandsvatnet, Rogaland fylke, november 2018.

Stokkalandsvatnet er en bynær innsjø omringet av en rekke høyt trafikkerte veier, landbruksområder, boliger, næringsvirksomhet og parkområder. Innsjøen er forholdsvis vindutsatt.

Profilmålingene viser at Stokkalandsvatnet har fullsirkulert og det er ikke påvist noen sprangsjikt i vannmassene (Figur 12). Innsjøen har hverken salt- eller oksygengradient.

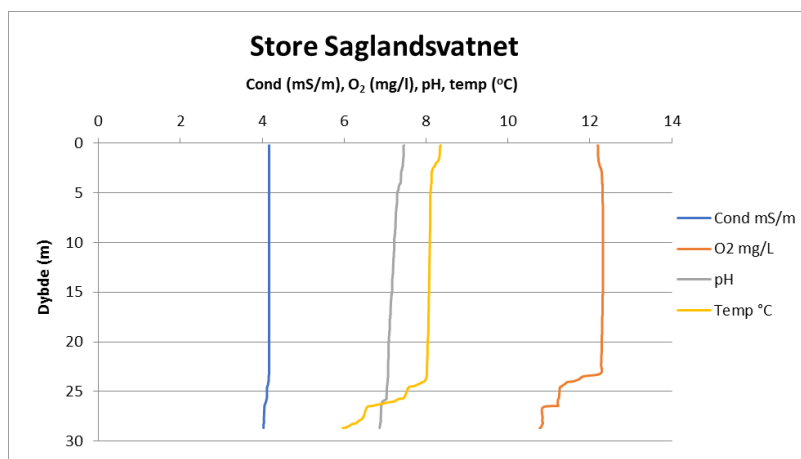
Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann ansees som svakt forhøyet (T/B: 18/18 mg/l) og er svakt økende siden målingene i 2005 (T/B: 15/15 mg/l).

Innholdet av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Forhøyede nivåer av fosfor tyder på tilførsel fra landbruksavrenning.

Undersøkelsen viser at Stokkalandsvatnet trolig er svakt påvirket av tilførsel av veisalt, men at det ikke er dannet saltgradient i vannmassene.

Store Saglandsvatnet

Navn innsjø	Store Saglandsvatnet
Region	Vest
Kommune	Bjerkreim
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	027-63657
Vannforekomstnummer (vann-nett)	027-20926-L
Vanntype	Små, svært kalkfattig (L102d)
Nærmeste vei	E39
Dybde prøvepunkt (m)	29
Koordinater (UTM 32)	6493420, 329490
Nærhet til sjø (km)	9,8
Høyde over havet (m)	123
Innsjøareal (km ²)	0,38

Figur 13. Profilmålinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Store Saglandsvatnet, Rogaland fylke, november 2018.

Saglandsvatnet er en forholdsvis stor innsjø omringet av landbruk, fjell og skogområder. Innsjøen er delt av en veifylling og er videre i rapporten omtalt som to separate innsjøer (Store og Lille Saglandsvatnet). Store Saglandsvatnet ble undersøkt samtidig som Lille Saglandsvatnet.

Profilmålingene viser at innsjøen har fullsirkulert og at det ikke er oksygengradient i vannmassene (Figur 13). En svak reduksjon av oksygen og temperatur fra 24 meter og ned mot bunnen kan tyde på at målingene er utført før høstsirkulasjon.


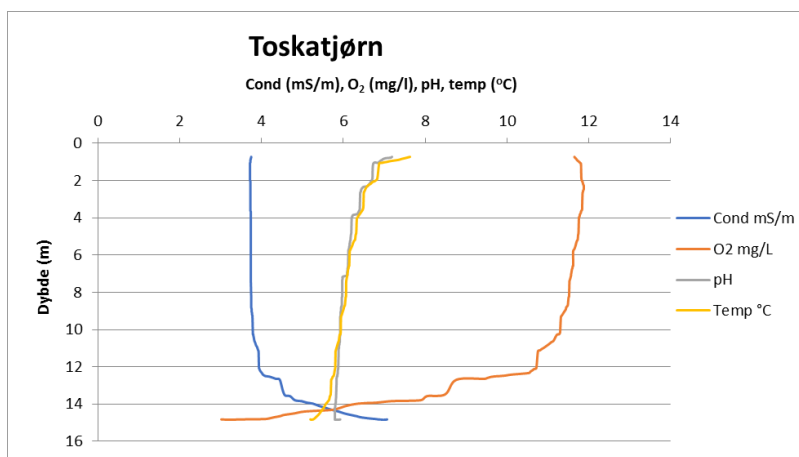
Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er forholdsvis lave (T/B:13/13 mg/l) og innsjøen har ikke saltgradient. Kloridinnholdet ligger på samme nivå som målinger fra 2012 (13/13 mg/l).

Konsentrasjonen av undersøkte metaller i topp- og bunnvannet er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre.

Undersøkelsen viser at Store Saglandsvatnet er lite påvirket av forurensning fra veiavrenning.

Toskatjørn

Navn innsjø	Toskatjørn
Region	Vest
Kommune	Haugesund
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	039-56392
Vannforekomstnummer (vann-nett)	039-22711-1-L
Vanntype	Kalkfattig, humøs (L106)
Nærmeste vei	E134
Dybde prøvepunkt (m)	16
Koordinater (UTM 32)	6591531, 292782
Nærhet til sjø (km)	1
Høyde over havet	63
Innsjøareal (km ²)	0,06

Figur 14. Profilmålinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Toskatjørn, Rogaland fylke, november 2018.

Toskatjørn er et humøst myrtjern hvor E134 ligger tett inntil vannkanten. Tjernet er omringet av skog og fjellknauser (kystlinghei) og det er få andre forurensningskilder enn vei i nedbørsfeltet. Toskatjørn ligger nedsunken i terrenget og er lite eksponert for vind.

Profilmålingene viser en reduksjon av oksygen i bunnvannet fra 12 meter og ned til bunn (Figur 14). Det er påvist oksygengradient, men reduksjonen skyldes i stor grad nedbrytning av organisk stoff i bunnvannet. Mot bunn øker ledningsevnen.

Det er ikke saltgradient i vannmassene og konsentrasjonene av klorid i topp- og bunnvann ligger på et nivå man kan forvente i kystnære innsjøer (T/B: 13/17 mg/l). Kloridkonsentrasjonen er omtrent på samme nivå som i 2015 (T/B: 16/16 mg/l) og i 2016 (T/B: 17/16 mg/l).

Det er påvist forhøyede konsentrasjoner av sink i bunnvannet, tilsvarende tilstandsklasse 4. De øvrige metallene er i tilstandsklasse 2 eller lavere. Det ble i 2015 og 2016 påvist forhøyede nivåer av sink i både topp- og bunnvannet.

Undersøkelsen viser at Toskatjørn er lite påvirket av veisalt, men forhøyede konsentrasjoner av sink tyder på avrenning fra vei.

3.3 Region Øst

Resultater for vannkjemimålinger i topp- og bunnvann i 11 veinære innsjøer i Region øst 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 11 undersøkte innsjøer i Region øst. Tot-P er klassifisert iht. veileder 02:2018.

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	
Akershus	Gaupemyrdammen	42,6	42,5	24	25	9,3	9,4	12	14	10	10	120	80	36	35	3,0	3,2
	Heia	8,57	9,57	-	-	-	-	21	28	9,5	9,3	910	900	4,3	41	0,85	1,6
	Langvann	60,9	177	32	91	19	27	11	28	5,3	6,8	59	4500	59	1900	1,8	8,9
	Nordbytjern	36,2	78,5	17	39	37	44	14	290	3,2	21	19	13000	83	38000	2,1	0,32
	Steinstjern	104	219	48	86	45	73	14	37	5,1	6,4	31	3900	75	600	2,1	8,9
	Svarttjern	138	177	55	67	55	72	9	26	2,2	3,7	36	1200	620	3500	1,1	11
	Tussetjern	53,7	84,6	31	45	25	22	19	27	8,0	8,3	200	960	150	910	5,0	13
	Ulvenvannet	34,2	53,3	19	29	42	52	13	16	5,6	4,8	27	120	8,5	2400	1,0	4,5
	Varsjøen	7,1	7,31	4,6	4,5	2,3	2,3	9,1	18	6,8	7,4	110	320	42	120	0,47	2,2
Øststensjøvannet	39,2	39,4	23	23	23	23	72	72	7,3	7,0	110	100	120	120	15	17	
Oslo	Gjersrudtjern	70,2	131	42	73	34	58	30	24	10	8,0	180	130	89	120	7,1	3,6

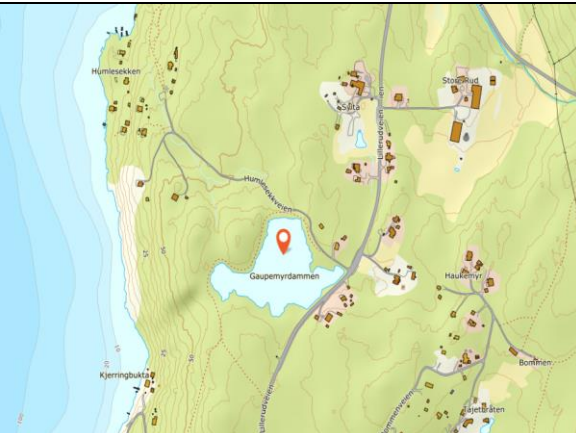
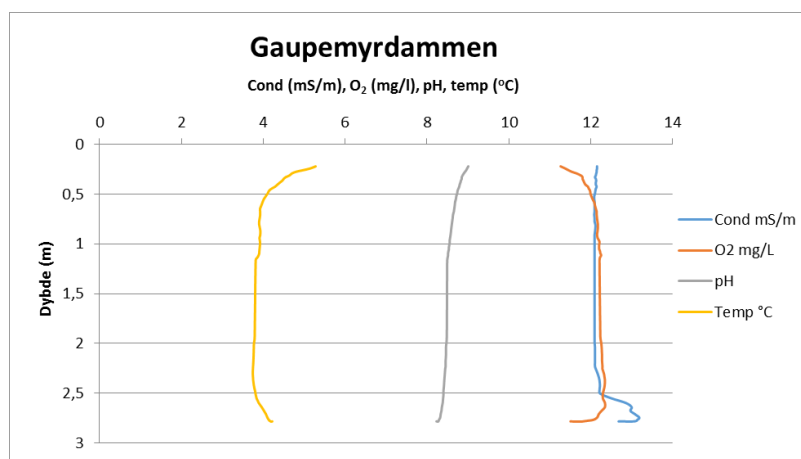
Tabell 7. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (alle i µg/l) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for 11 undersøkte innsjøer i Region Øst. Resultatene er klassifisert iht. veileder M-608 /2016.

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
		µg/l		µg/l		µg/l		µg/l		µg/l		µg/l	
Akershus	Gaupemyrdammen	0,26	0,075	0,004	< 0,0040	3,6	3,4	0,56	0,5	4,7	2,3	0,079	0,086
	Heia	0,71	0,73	0,006	0,007	3,5	8	0,69	1	5	5,5	0,089	0,13
	Langvann	0,029	0,32	0,007	0,006	3,8	4,4	0,89	1,5	3,8	6,3	0,31	0,13
	Nordbytjern	0,036	0,093	0,007	0,01	9,8	15	2,9	2,6	4,4	6,6	0,079	0,083
	Steinstjern	< 0,010	0,067	< 0,0040	< 0,0040	2	0,092	0,21	0,29	1,1	1,9	0,12	0,045
	Svarttjern	0,05	0,095	0,004	0,013	5	7,7	0,61	0,6	2,5	5,5	< 0,020	0,028
	Tussetjern	0,29	0,25	0,014	0,022	6,1	6,5	1,1	1,2	4,8	6,3	0,29	0,19
	Ulvenvannet	0,02	0,12	0,006	0,006	0,99	0,63	0,73	0,98	2,6	5,5	0,13	0,073
	Varsjøen	0,8	0,6	0,012	0,01	6,3	7,1	0,64	0,59	6,5	6,1	0,06	0,05
Øststensjøvannet	0,21	0,17	0,005	0,005	3,4	3,6	1,1	1,1	2,3	1,5	0,38	0,37	
Oslo	Gjersrudtjern	0,26	0,11	0,014	0,007	3,6	2,4	1,3	1,5	4,7	1,9	0,29	0,33

3.3.1 Akershus

Gaupemyrdammen

Navn innsjø	Gaupemyrdammen
Region	Øst
Kommune	Nesodden
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	005-49311
Vannforekomstnummer (vann-nett)	Ikke registrert
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs (L108)
Nærmeste vei	Fv.157
Dybde prøvepunkt (m)	3
Koordinater (UTM 32)	6624305, 589248
Nærhet til sjø (km)	0,2
Høyde over havet (m)	61
Innsjøareal (km ²)	0,08

Figur 15. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Gaupemyrdammen, Akershus fylke, november 2018.

Gaupemyrdammen er et grunt, humøst skogstjern. Innsjøen er en kunstig oppdemmet dam som historisk har vært brukt som isdam. Vannmassene er stillestående og innsjøen har liten vannutsiftning. Gaupemyrdammen er eksponert for vind og innsjøen sirkulerer trolig mange ganger i løpet av året som følge av de liten dybde.

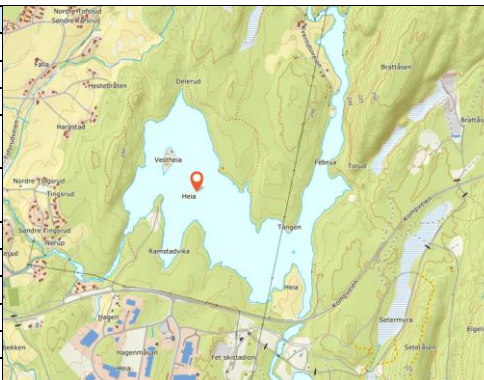
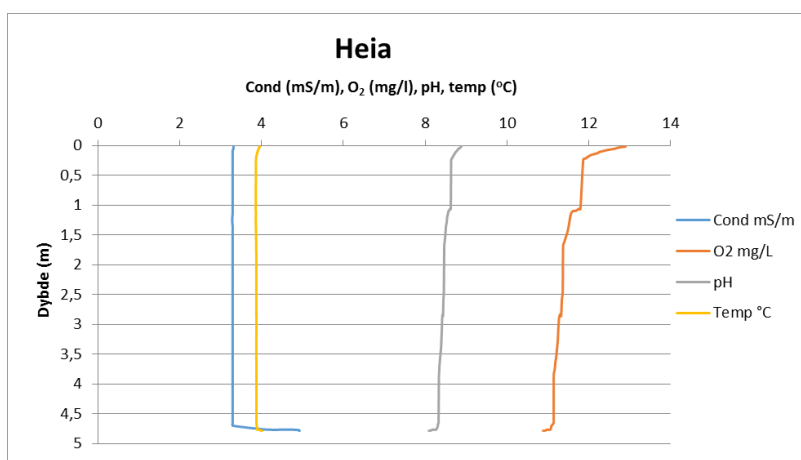
Profilmålingene viser at innsjøen har fullsirkulert og at det ikke er dannet noe sprangsjikt i vannmassene (Figur 15). Det er påvist høye konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann (T/B:42/42 mg/l) og nivåene har økt siden 2016 (T/B: 37/35 mg/l). At det ikke dannes saltgradient skyldes trolig de grunne dybdeforholdene og god sirkulasjon.

Det er ikke påvist metaller i topp- og bunnvann over tilstandsklasse 2. Det er stor forskjell fra målingene i 2016 hvor det ble påvist kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4 og 5, samt bly og kadmium i bunnvannet i tilstandsklasse 3 og 4. Det er usikkert hva denne endringen kan skyldes.

Undersøkelsen viser at økende konsentrasjon av klorid i vannmassene kan skyldes avrenning av veisalt.

Heia

Navn innsjø	Heia
Region	Øst
Kommune	Fet
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-46393
Vannforekomstnummer (vannnett)	002-3107-L
Vanntype	Små, kalkfattig, humøs (L106)
Nærmeste vei	Fv. 170
Dybde prøvepunkt (m)	3,5
Koordinator (UTM 32)	664526, 624135
Nærhet til sjø (km)	25
Høyde over havet (m)	183
Innsjøareal (km ²)	0,51

Figur 16. Måling av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Heia, Akershus fylke, oktober 2018.

Heia er en grunn oppdemmet innsjø. Innsjøen er ikke tidligere prøvetatt, da innsjøen har vært tørrlagt i flere år som følge av lekkasje på demningen ved utløpet. Demningen er nå reparert og vannstanden var under prøvetakningen på normalt nivå. Innsjøen er eksponert for vind, og andre forurensningskilder kan være avløp fra spredt bebyggelse.

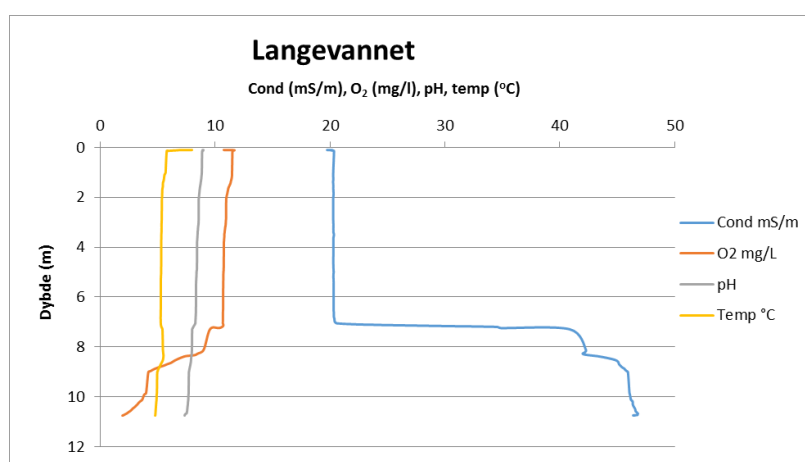
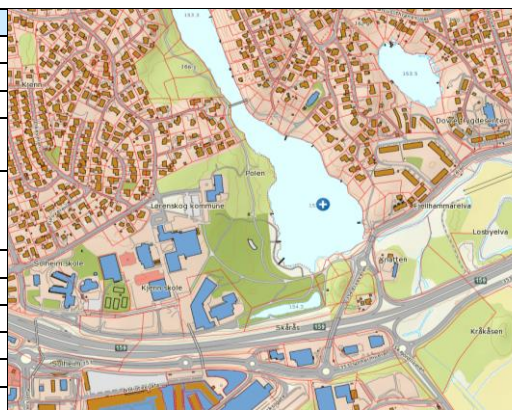
Profilene viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 16) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 8/9 mg/l).

Det ble påvist kobber i tilstandsklasse 4 i bunnvannet. De andre undersøkte metallene er i tilstandsklasse 2 eller lavere.

Undersøkelsen viser at Heia er lite påvirket av veiavrenning.

Langvannet

Navn innsjø	Langvannet
Region	Øst
Kommune	Lørenskog
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-43322
Vannforekomstnummer (vannnett)	002-3520-R
Vanntype	(L108) Små, moderat kalkrik, humøs
Nærmeste vei	Fv. 159
Dybde prøvepunkt (m)	11
Koordinater (UTM 32)	6645445, 609819
Nærhet til sjø (km)	11,5 km
Høyde over havet (m)	154
Innsjøareal (km ²)	0,15



Figur 17. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Langvannet, Akershus fylke, oktober 2018.

Langvannet er et humøst tjern omgitt av en rekke sterkt trafikkerte veier og bebygde områder. Innsjøen har historisk sett vært sterkt påvirket av avløpsvann, sigevann fra avfallsfyllinger og avrenning fra industriområder.

Profilmålingene viser at innsjøen ikke har fullsirkulert og det er påvist en kraftig økning i konduktivitet fra ca. 7 meters dyp og ned til bunn, samtidig med en reduksjon av oksygen i bunnvannet (Figur 17). Langvannet har både salt- og oksygengradient. Fravær av oksygen i bunnvannet kan i tillegg til veisalt også ses i sammenheng med nedbrytning av organisk stoff i bunnvannet.


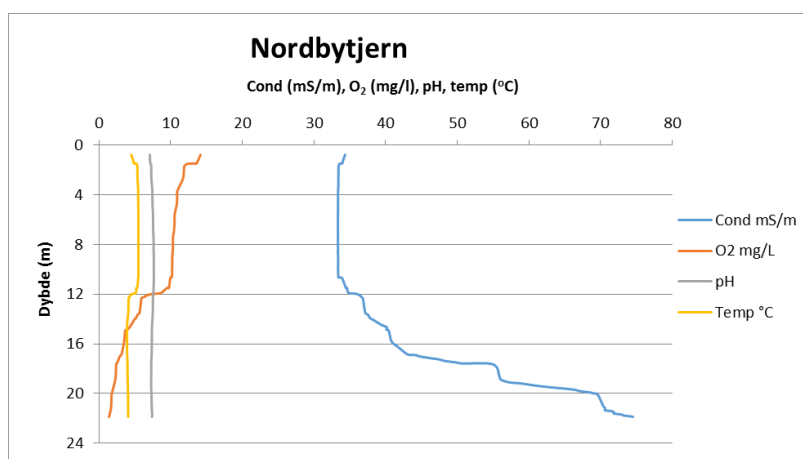
Kloridkonsentrasjonene er høye både i topp- og bunnvann (T/B: 61/177 mg/l) og er høyere enn målingene i juni 2016 (T/B: 29/90 mg/l).

Konsentrasjonen av undersøkte metaller er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere. I 2016 ble det påvist kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4, samt sink i bunnvannet i tilstandsklasse 4. Det er påvist forøydte nivåer av Tot-P, som delvis skyldes utlekking fra sedimentene på grunn av reduserende forhold i bunnvannet (oksygenfattig).

Undersøkelsen viser, i likhet med målingene i 2016, at Langevannet er preget av høy tilførsel av veisalt og at dette bidrar til salt- og oksygengradient og redusert sirkulasjon av vannmassene.

Nordbytjern

Navn innsjø	Norbytjern
Region	Øst
Kommune	Ullensaker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-28956
Vannforekomstnummer (vann-nett)	022-4228-L
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs (L108)
Nærmeste vei	E6/Fv 454
Dybde prøvepunkt (m)	23
Koordinater (UTM 32)	6670847, 620149
Nærhet til sjø (km)	37
Høyde over havet (m)	185
Innsjøareal (km ²)	0,27

Figur 18. Profilmålinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (mS/m) (t.h.) i vannmassene i Nordbytjern, Akershus fylke, oktober 2018.

Nordbytjern er en grunnvannsmatet meromiktisk innsjø. Innsjøen er vindutsatt og har avrenning fra Jessheim sentrum, samt grunnvannstilførsel fra landbruks- og skogområder. Mye av overvannet fra Jessheim ledes til en rensepark før det kommer ut i Nordbytjern. Innsjøen er omringet av veier og bebyggelse.

Profilmålingene viser at ledningsevnen øker fra 12 meter dyp og ned til bunn samtidig som at oksygenkonsentrasjonene går gradvis mot anoksiske forhold (Figur 18). Innsjøen har oksygengradient, som følge av at innsjøen er naturlig meromiktisk og ikke fullsirkulerer. Sprangsjiktet lå på ca. 9 meters dybde i 2016.


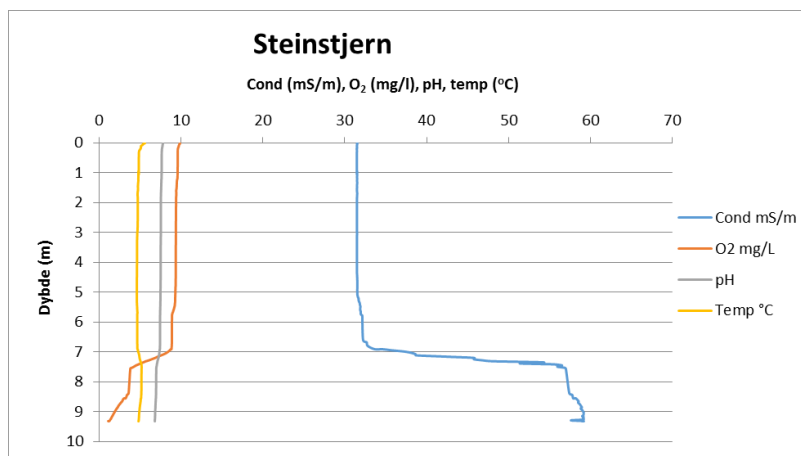
Det er også saltgradient i vannmassene. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er forhøyet (T/B:36/78 mg/l) og er økende sammenlignet med resultatene fra 2015 (T/B:29/29 mg/l), 2010 (T/B: 26/17 mg/l) og 2011 (T/B: 23/28) [11]. Konsentrasjonen av klorid i overflatevannet har økt fra 5 mg/l på begynnelsen av 1970-tallet [11] til 36 mg/l i 2018.

Nordbytjern er rapportert å være naturlig meromiktisk og har dermed naturlig høye nivåer av jern og mangan i bunnvannet, noe som også resultatene viser. Veisalt har derfor ikke noen innvirkning på fullsirkulasjon av innsjøen, men økt tilførsel kan føre til at nivået på sprangsjiktet øker og innvirke på biologien.

Det er påvist kobber i tilstandsklasse 4 i topp- og bunnvann, mens de øvrige metallene er i tilstandsklasse 2 eller lavere. Resultatene fra 2015 viste også lave konsentrasjoner av metaller i topp- og bunnvann.

Steinstjern

Navn innsjø	Steinstjern
Region	Øst
Kommune	Bærum
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	008-53432
Vannforekomstnummer (vannnett)	ikke registret
Vanntype	Kalkrik klar (L109)
Nærmeste vei	Fv.168
Dybde prøvepunkt (m)	10
Koordinater (UTM 32)	6645324, 585625
Nærhet til sjø (km)	5,7
Høyde over havet	201
Innsjøareal (km ²)	0,02

Figur 19. Profilmålinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Steinstjern, Akershus fylke, november 2018.

Steinstjern er et stillestående kalkrikt tjern med relativt lav vannutskiftning. Innsjøen ligger innen Kolsås og Dælivann landskapsvernområde, langs med FV 168. Det er noe spredt bebyggelse i nedbørfeltet. Nord for Steinstjern ligger det et steinbrudd (Steinshøgda), men det er usikkert om steinbruddet har avrenning til Steinstjern.

Profilmålingene viser at Steinstjern ikke har fullsirkulert og har sprangsjikt med stagnerende bunnvann (Figur 19). Ledningsevnen øker betydelig fra ca. 7 meters dyp samtidig som oksygenkonsentrasjonen reduseres. Bunnvannet luktet sterkt av H₂S. Innsjøen har påvist både salt- og oksygengradient.

Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er høye (T/B: 104/209 mg/l). Konsentrasjonene har økt kraftig siden 2015 (T/B: 36/65 mg/l) og 2010 (T/B:48/77 mg/l).

I Steinstjern er det høye konsentrasjoner av kalsium i bunnvannet som vil bidra til høy tetthet og dermed tyngre bunnvann. Dette, sammen med økte konsentrasjoner av klorid,

bidrar til at innsjøen ikke sirkulerer. Det er også påvist høyt nivå av Tot-P i bunnvannet, som skyldes utlekking fra sedimentene på grunn av reduserende forhold i bunnvannet (oksygenfattig).

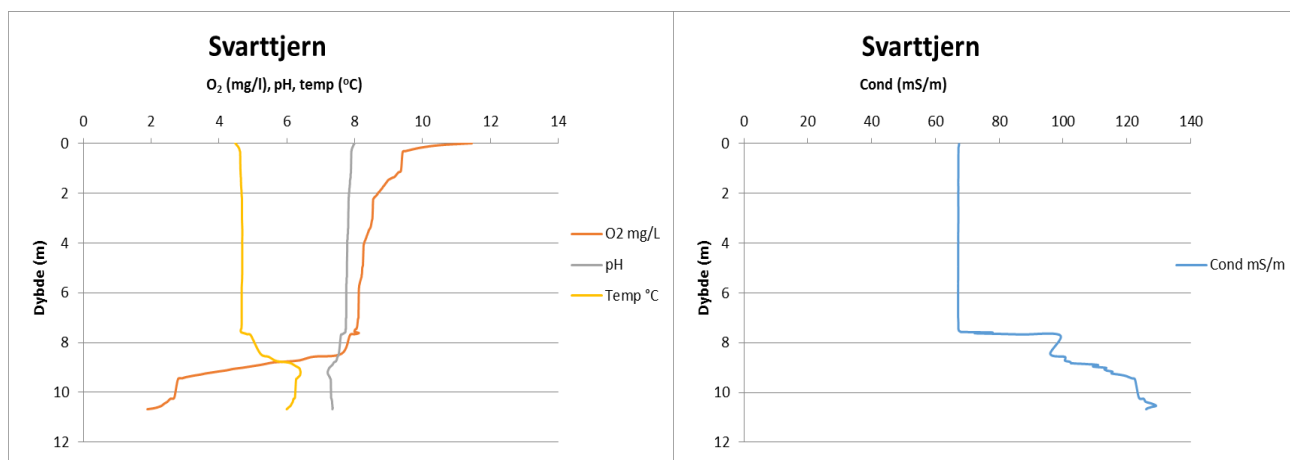
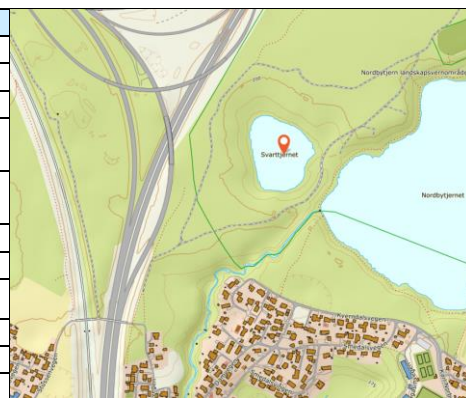
Konsentrasjonen av metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere. Konsentrasjonene av metaller var også lavt i 2015.

Undersøkelsen viser, i likhet med målingene i 2015, at Steinstjern er preget av høy tilførsel av klorid og at dette trolig bidrar til saltgradient og redusert sirkulasjon av vannmassene.

Pukkverk benytter ofte magnesiumklorid som støvbinder på tørre dager. Det bør derfor kartlegges om pukkverket har avrenning til Steinstjern og om de benytter støvbindende kjemikalier i produksjonen.

Svarttjern

Navn innsjø	Svarttjern
Region	Øst
Kommune	Ullensaker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-49210
Vannforekomstnummer (vannnett)	Ikke registrert
Vanntype	Små, kalkrik klar (L109)
Nærmeste vei	E6/E18
Dybde prøvepunkt (m)	10
Koordinater (UTM 32)	6670853, 619689
Nærhet til sjø (km)	45
Høyde over havet (m)	180
Innsjøareal (km ²)	0,02



Figur 20. Profilmålinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (mS/cm) (t.h.) i vannmassene i Svarttjern, Akershus fylke, oktober 2018.

Svarttjern er en mesotrof kalksjø og grytehullsjø, nær vei og jernbane. Grunnvannstilførsel er eneste tilrenning til innsjøen og innsjøen har ikke utløp. E6 ligger i tilrenningsområdet for innsjøen. Her ble det for få år siden under utbyggingen av flyplasskrysset, etablert membran langs E6 for å samle opp og lede bort saltholdig veivann. Tiltaket ble iverksatt for å fjerne tilførselen av veisalt til Svarttjern. Innsjøen er lite eksponert for vind.

Profilmålingene viser sprangsjikt ved ca. 8 meters dyp, hvor ledningsevnen øker kraftig. Samtidig er det også en kraftig reduksjon av oksygen fra 8 meter og ned mot bunn (Figur 20). Målingene viser at innsjøen ikke har fullsirkulert og at den har både salt- og oksygengradient.

Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er svært høyt (T/B: 138/177 mg/l) og nivået har økt sammenlignet med målingene i 2015 (T/B:120/170 mg/l) og 2011 (T/B: 80/120) [11].

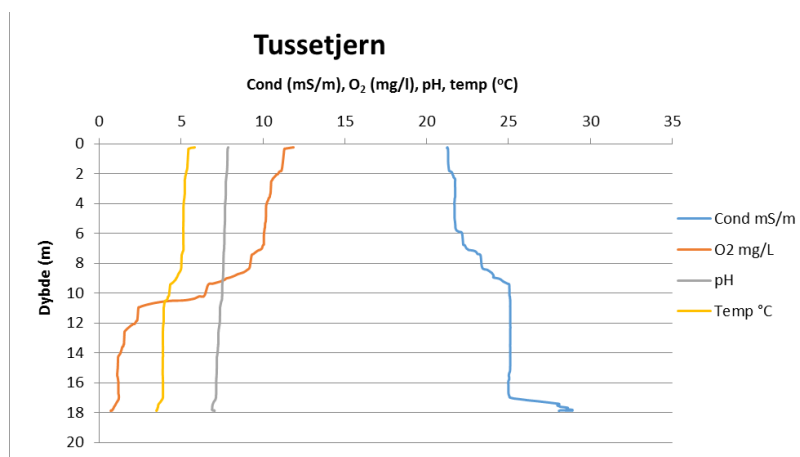
Svarttjern er naturlig kalkrik, noe som bidrar til høy tetthet og dermed tyngre bunnvann. Sammen med dette vil økte konsentrasjoner av klorid redusere sirkulasjon av vannmassene.

Konsentrasjonen av metaller i topp- og bunnvann er lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Det var også lave konsentrasjoner av metaller i Svarttjern i 2015.

Undersøkelsen viser, i likhet med målingene i 2015, at Svarttjern har saltindusert sjiktning som følge av høy tilførsel av veisalt. Oppsamlingstiltaket for veivann langs E6 har så langt ikke vist positive effekter i Svarttjern. Det vil ta lang tid å få effekter av tiltaket grunnet grunnvannets langsomme strømming til tjernet.

Tussetjern

Navn innsjø	Tussetjern	
Region	Øst	
Kommune	Ski/Oppegård	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	005-62293	
Vannforekomstnummer (vannnett)	005-5611-L	
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs (L108)	
Nærmeste vei	E6/Fv.156	
Dybde prøvepunkt (m)	17	
Koordinater (UTM 32)	6626416, 602732	
Nærhet til sjø (km)	5,5	
Høyde over havet (m)	91,8	
Innsjøareal (km ²)	0,1	



Figur 21. Målinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Tussetjern, Akershus fylke, november 2018.

Tussetjern er en forholdsvis liten, men dyp innsjø (17 m). Innsjøen er omringet av sterkt trafikkerte veier, industriområder (tette flater) og boligbebyggelse. Tussetjern ligger i en gryte i terrenget og er lite eksponert for vind.

Profilmålingene viser en generell økning i ledningsevnen nedover i vannmassene (Figur 21). Det er også en sterk reduksjon av oksygen fra ca. 8 meters dyp og ned til bunn. Tussetjern har påvist både salt- og oksygengradient.

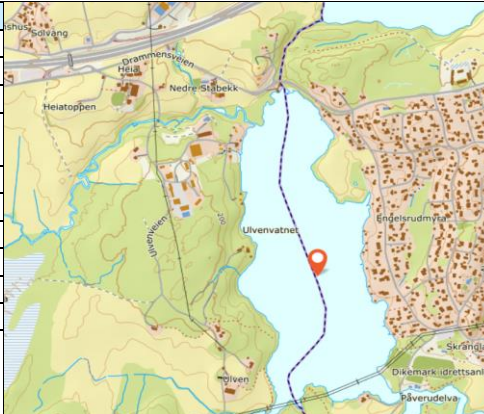
Kloridkonsentrasjonene i topp- og bunnvann er høye (T/B: 53/84 mg/l) og har økt sammenlignet med resultatene fra 2016 (T/B: 32/64 mg/l) og 2011 (T/B:17/90 mg/l) [12].

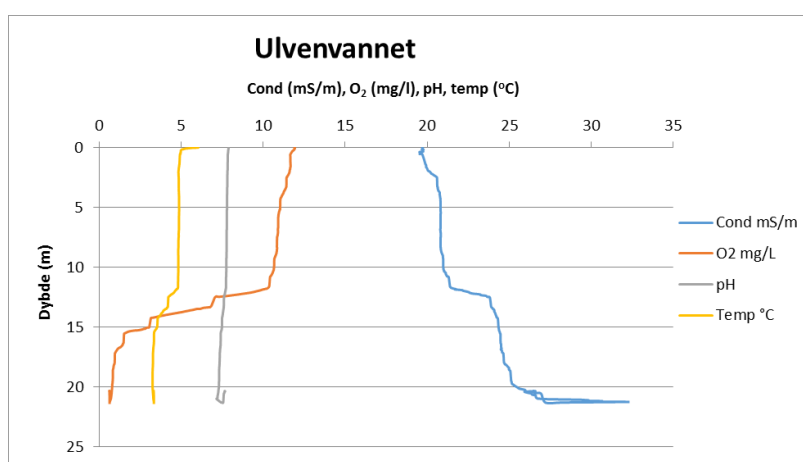
Høye konsentrasjoner av Tot-P i bunnvannet tyder på utlekking fra sedimentene som følge av reduserende forhold i bunnvannet (oksygenfattig).

Konsentrasjonene av metaller i topp- og bunnvann er generelt lave i 2018, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. I 2016 ble det påvist kobber i bunnvannet, tilstandsklasse 4.

Høye konsentrasjoner av klorid i vannmassene tyder på at Tussetjern er påvirket av avrenning fra vei og at dette forårsaker redusert sirkulasjon av vannmassene.

Ulvenvannet

Navn innsjø	Ulvenvannet	
Region	Øst	
Kommune	Asker/Lier	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	009-37939	
Vannforekomstnummer (vannnett)	009-2478-L	
Vanntype	Kalkrik klar (L108)	
Nærmeste vei	E18	
Dybde prøvepunkt (m)	22	
Koordinater (UTM 32)	6631340, 575996	
Nærhet til sjø (km)	4,5	
Høyde over havet (m)	181	
Innsjøareal (km ²)	0,96	



Figur 22. Profilmålinger av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Ulvenvannet, Akershus fylke, oktober 2018.

Ulvenvannet er en kalkrik innsjø omringet av landbruksområder, skog og boligbebyggelse. Innsjøen er eksponert for vind.

Profilmålingene viser at Ulvenvannet ikke har fullsirkulert, og at det er oksygenfattig bunnvann fra ca. 15 meter og ned til bunn (Figur 22). Ledningsevnen øker også kraftig ned mot bunn. Innsjøen har både salt- og oksygengradient.

Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er forhøyet (T/B: 24/53 mg/l) og nivået har økt sammenlignet med resultatene fra 2016 (T/B: 14/14 mg/l).


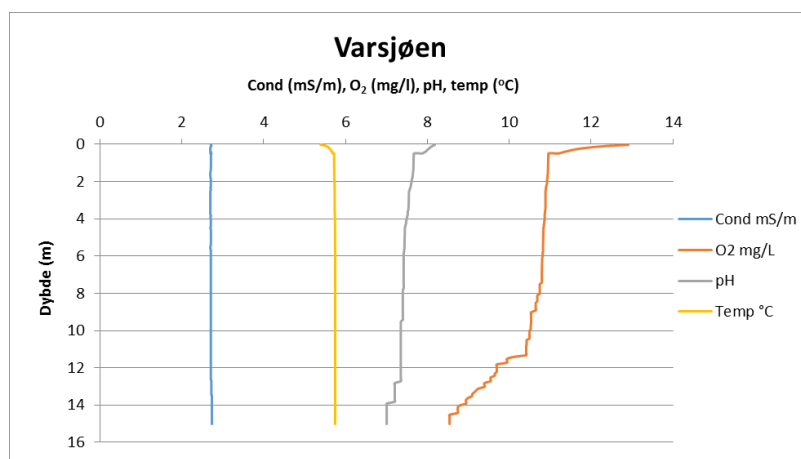
I Ulvenvannet er det høye konsentrasjoner av kalsium i bunnvannet som vil bidra til høy tetthet og dermed tyngre bunnvann. Sammen med økte konsentrasjoner av klorid, vil dette kunne bidra til redusert sirkulasjon av vannmassene.

Konsentrasjonen av undersøkte metaller er i tilstandsklasse 2 eller lavere. I 2015 var konsentrasjonen av kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4, i tillegg til bly i bunnvannet i tilstandsklasse 3.

Økningen av klorid i vannmassene tyder på at Ulvenvannet er påvirket av avrenning av veisalt.

Varsjøen

Navn innsjø	Varsjøen
Region	Øst
Kommune	Fet
Vannlokaltetskode (vannmiljø)	002-46607
Vannforekomstnummer (vannnett)	002-3101-L
Vanntype	Små, kalkfattig, humøs (L106)
Nærmeste vei	Fv.170
Dybde prøvepunkt (m)	15
Koordinater (UTM 32)	6647213, 625889
Nærhet til sjø (km)	27,3
Høyde over havet (m)	191,8
Innsjøareal (km ²)	0,54

Figur 23. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Varsjøen, Akershus fylke, oktober 2018.

Varsjøen er en forholdsvis stor innsjø omringet av skogsområder. Med unntak av noe hyttebebyggelse rundt innsjøen er det få kilder til forurensninger i nedbørsfeltet. Innsjøen er vindutsatt.


Profilmålingene viser at Varsjøen har fullsirkulert (Figur 23) og det hverken påvist salt- eller oksygengradient i vannmassene. En svak reduksjon av oksygen i bunnvannet tyder på nedbrytning av organisk stoff som forbruker oksygenet.

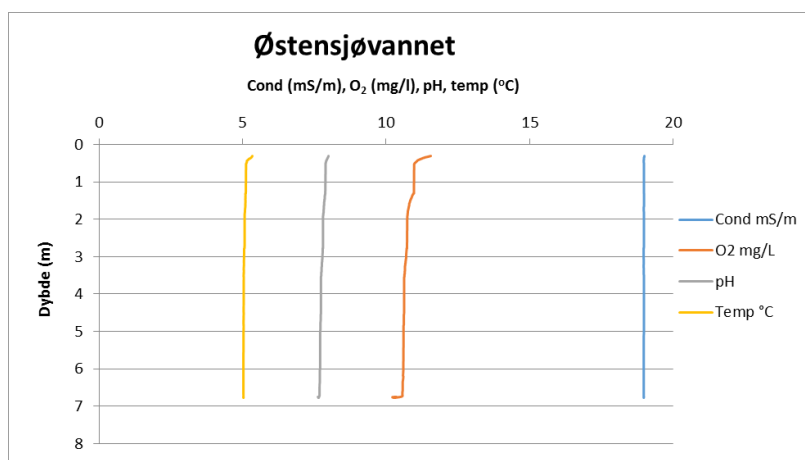
Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 7/7 mg/l) og ligger på omtrent samme nivå som i 2016 (T/B: 6/6 mg/l).

Konsentrasjonene av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. Det var også lave konsentrasjoner av metaller i 2016.

Undersøkelsen viser at Varsjøen er lite påvirket av forurensning fra vei og kan tas ut av det videre overvåkningsprogrammet.

Østensjøvannet

Navn innsjø	Østensjøvannet	
Region	Øst	
Kommune	Ås	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	005-29662	
Vannforekomstnummer (vannnett)	005-5681-L	
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs (L108)	
Nærmeste vei	E18, Fv. 152	
Dybde prøvepunkt (m)	7	
Koordinator (UTM 32)	6618193, 602994	
Nærhet til sjø (km)	7	
Høyde over havet (m)	89	
Innsjøareal (km ²)	0,33	



Figur 24. Måling av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/m) i vannmassene i Østensjøvann, Akershus fylke, november 2018.

Områdene rundt Østensjøvann er viktige våtmarksområder og er fredet som naturreservat (verneområde VV00000771, naturbase.no). Innsjøen er omgitt av store landbruksområder og er svært næringsrik. Innsjøen er vindeksponert og sirkulerer trolig mange ganger i løpet av året som følge av små dybder.

Profilmålingene viser at Østensjøvannet har fullsirkulert (Figur 24). Ledningsevnen er svært høy og viser at vannmassene inneholder mye oppløste salter.

Kloridkonsentrasjonene er høye (T/B: 39/39 mg/l) og nivået har økt i forhold til 2015 (T/B: 17/17 mg/l).

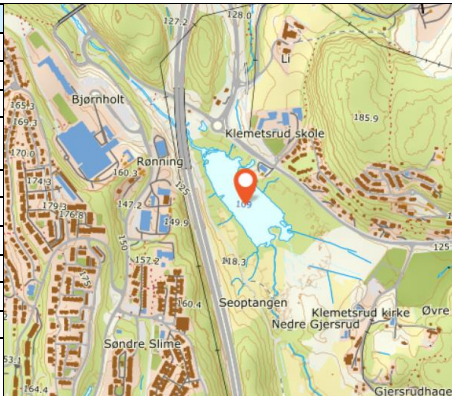
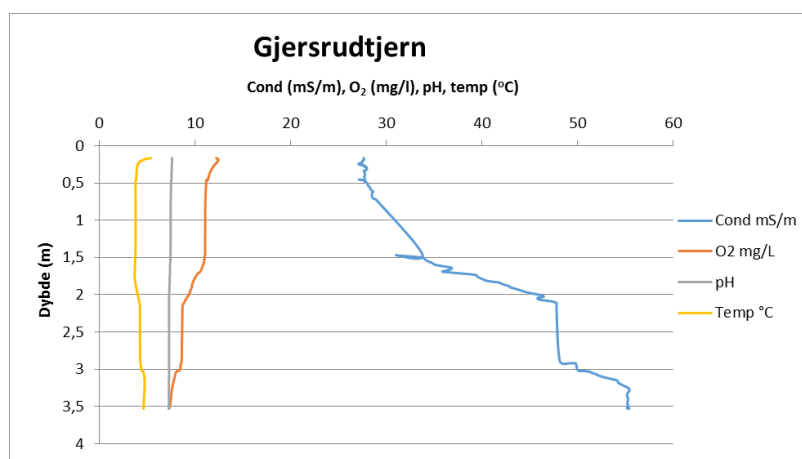
Østensjøvannet har høye konsentrasjoner av Tot-P i vannmassene, som videre tyder på at innsjøen er sterkt påvirket av landbruksavrenning. Det er ikke påvist metaller over tilstandsklasse 2. I 2015 ble det påvist kobber i topp- og bunnvann i tilstandsklasse 4.

Målingene viser at Østensjøvann har forhøyet nivå av klorid i vannmassene som følge av avrenning fra vei. Det er ikke saltgradient i innsjøen, som skyldes at Østensjøvann har gode forutsetninger for sirkulasjon av vannmassene.

3.3.2 Oslo

Gjersrudtjern

Navn innsjø	Gjersrudtjern
Region	Øst
Kommune	Oslo
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	006-43307
Vannforekomstnummer (vannnett)	Ikke registrert
Vanntype	(L110) Kalkrik, humøs
Nærmeste vei	E6
Dybde prøvepunkt (m)	3
Koordinater (UTM 32)	6634307, 603259
Nærhet til sjø (km)	4
Høyde over havet (m)	109
Innsjøareal (km ²)	0,03

Figur 25. Profilmåling av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) og konduktivitet (mS/cm) i vannmassene i Gjersrudtjern i Oslo, november 2018.

Gjersrudtjern er et lite myrtjern som ligger tett inntil E6 og andre urbane områder (tette flater). I tillegg har tjernet historisk vært utsatt for avrenning fra Grønmo avfallsdeponi og avløp fra spredt bebyggelse. Innsjøen er vindeksponert og sirkulerer trolig mange ganger i løpet av året som følge av liten dybde.

Profilmålingen viser at Gjersrudtjern har fullsirkulert, men at ledningsevnen øker kraftig fra topp til bunn (Figur 25). Det er ikke påvist oksygengradient, men oksygenivået avtar gradvis nedover i vannsøylen.

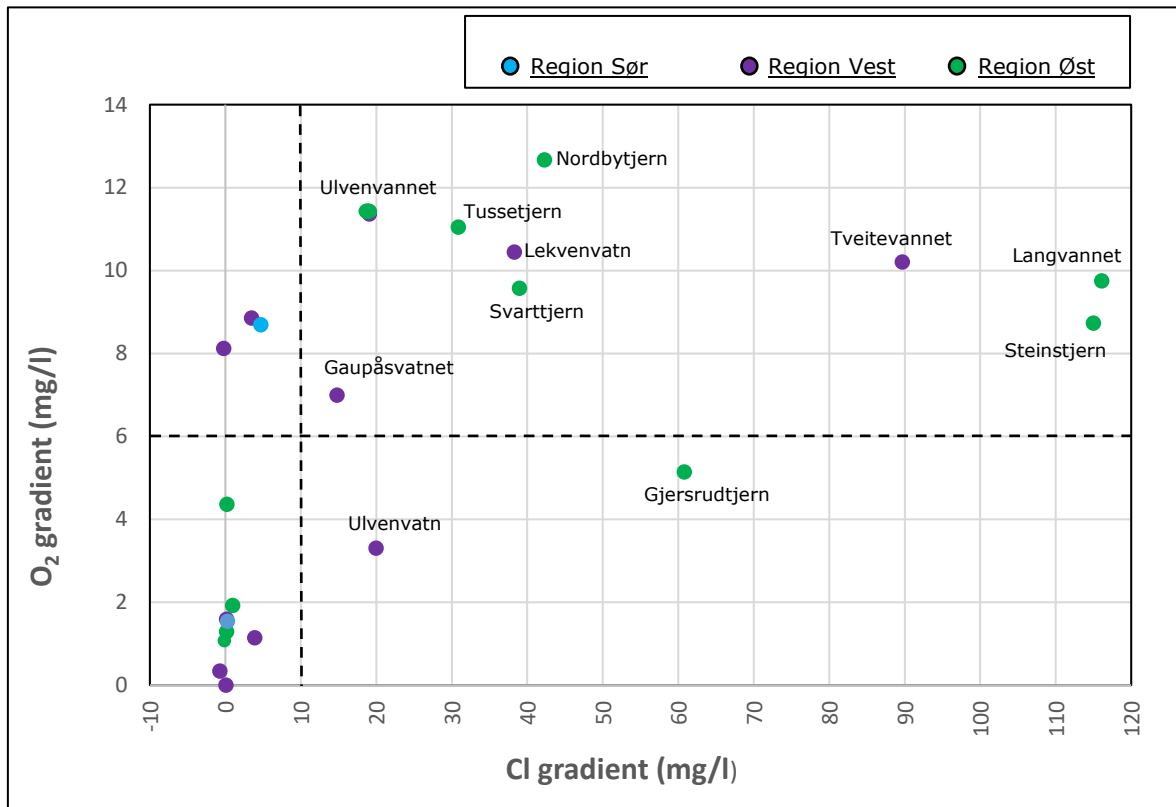
Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er svært høy (T/B: 70/ 131 mg/l) og nivåene er økende sammenlignet 2016 (T/B: 58/68 mg/l). Innsjøen har saltgradient i vannmassene.

Konsentrasjonene av undersøkte metaller i topp- og bunnvann er lave, tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre. I 2015 viste resultatene et høyt innhold av kobber i topp- bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5, samt sink i bunnvannet i tilstandsklasse 4.

Undersøkelsen viser at Gjersrudtjern har høye nivåer av klorid i vannmassene som følge av avrenning fra vei og at konsentrasjonen er økende. Det er ikke oksygengradient i vannmassene. Dette skyldes at innsjøen er grunn og vindpåvirket, og dermed har tilstrekkelig sirkulasjon.

3.4 Salt- og oksygengradienter

Figur 26 viser gruppering av undersøkte innsjøer med hensyn på salt- og oksygengradient i 2018. Totalt 9 av de 23 innsjøene som er blitt undersøkt i 2018 har salt- og oksygengradient.



Figur 26. Forhold mellom klorid- og oksygengradient i undersøkte innsjøer i 2018. Stiplede linjer i figuren viser grenseverdi for gradient mellom topp- og bunnvann som er satt til 10 mg/l klorid og 6 mg/l oksygen.

4 Oppsummering

Tabell 8- Tabell 10 viser en oppsummering av vannkjemien i hver av innsjøene i undersøkelsen fra 2018. Tabellene er delt inn regionvis. Tabellene viser innsjøer hvor det er påvist salt- og/eller oksygengradient og om innsjøen er påvirket av veisalt. Det er viktig å være oppmerksom på at innsjøer kan være påvirket av veisalt uten å ha saltgradienter og at oksygengradient også kan skyldes andre forhold enn veisalt. I tillegg sett på om kloridinnholdet i topp- og bunnvann er redusert og/eller økt i forhold til tidligere målinger. Her er det skilt på undersøkelser i perioden 2005, 2010 (Niva) [4,5]- 2015 (COWI [1]) og perioden 2015 – 2018 (COWI) [1,2,3].

4.1 Region Sør

I Region sør er kun Hallevannet/Vassbotnfjord undersøkt (Tabell 8). Målingene viser at Hallevannet/Vassbotnfjord er moderat påvirket av veisalt og at kloridkonsentrasjonen er svakt økende sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Tabell 8. Oppsummering og vurdering av Vassbotnfjord/Hallevannet i Region sør. Tabellen viser om det er funnet salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av veisalt og utvikling over tid. Innsjøer med både salt- og oksygengradient er merket med rød tekst.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O ₂ >6 mg/L	Påvirket av veisalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015-2018
Hallevannet/ Vassbotnfjord	Nei	Ja (8,7 mg/l)	Moderat	Svak økning Cl (2005, 2010-2015)	Svak økning Cl (2015-2018)

4.2 Region Vest

I Region vest er det i 2018 gjennomført undersøkelse av vannkjemien i 11 innsjøer (Tabell 9). Målingene viser at 4 av innsjøene er tydelig påvirket av veisalt. Dette gjelder Gaupåsvatnet, Lekvenvatn, Tveitavannet og Ulvenvatn. I Lekvenvatn, Tveitevannet og Ulvenvatn er det også målt en økning i kloridkonsentrasjonen i vannmassene sammenlignet med undersøkelsen i 2015. De andre undersøkte innsjøene i Region vest er lite eller ubetydelig påvirket av forurensing fra vei.

Tabell 9. 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 veisalt 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 ₂ >6 mg/L	Påvirket av veisalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015- 2018
Gaupåsvatnet	Ja (14,8 mg/l)	Ja (7 mg/l)	Moderat	Ikke tidligere undersøkt	
Hopsvannet	Nei	Nei	Svakt	Ingen endring (2013-2015)	Svak økning Cl (2015-2018)
Lekvenvatn	Ja (38 mg/l)	Ja (10,4 mg/l)	Sterkt	Ikke undersøkt	Økning Cl (2015-2018)
Tveitavannet	Ja (89 mg/l)	Ja (10,2 mg/l)	Sterkt	Nedgang Cl (2010-2015)	Sterk økning Cl (2015-2018)
Ulvenvatn	Ja (20 mg/l)	Nei	Moderat	Ingen endring Cl (2013-2015)	Sterk økning Cl (2015-2018)
Bongsatjønn	Nei	Nei	Svakt	Ingen endring Cl (2005-2018)	
Lille Saglandsvatnet	Nei	Nei	Svakt	Nedgang Cl (2012-2018)	
Lutsivatn	Nei	Ja (8,1 mg/l)	Ubetydelig	Ingen endring Cl (2005-2018)	
Stokkalandsvatnet	Nei	Nei	Svakt	Svak økning Cl (2005-2018)	
Store Saglandsvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring Cl (2012-2018)	
Toskatjørn	Nei	Ja (8,7 mg/l)	Svakt	Ikke undersøkt	Svak nedgang Cl (2015-2018)

4.3 Region Øst

I Region Øst er det i 2018 gjennomført undersøkelser i 11 innsjøer (Tabell 10). Målingene viser at 9 av innsjøene har forhøyde nivåer av klorid som følge av avrenning av veisalt. Dette gjelder Gaupemyrdammen, Langvannet, Nordbytjern, Steinstjernet, Svarttjern, Tussetjern, Ulvenvannet, Østensjøvannet og Gjersrudtjern. Det observeres også en økning av klorid i vannmassene i de nevnte innsjøene sammenlignet med resultatene fra 2015.

Tabell 10. Oppsummering og vurdering for hver av innsjøene som er undersøkt i Region Øst. Tabellen viser om det er funnet salt- og/eller oksygengradient, om innsjøen er påvirket av veisalt og utvikling over tid. Innsjøer med både salt- og oksygengradient er merket med rød tekst.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O2>6 mg/L	Påvirket av veisalt	Utvikling 2005/2010-2015	Utvikling 2015-2018
Gaupemyrdammen	Nei	Nei	Moderat	Svak økning Cl (2005-2016)	Svak økning Cl (2016-2018)
Heia	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt	
Langvannet	Ja (116 mg/l)	Ja (9,7 mg/l)	Sterkt	Svak nedgang Cl (2010-2016)	Økning Cl (2016-2018)
Nordbytjern	Ja (42 mg/l)	Ja (12,6 mg/l)	Sterkt	Økning Cl (2005-2015)	Økning Cl (2015-2018)
Steinstjernet	Ja (115 mg/l)	Ja (8,7	Sterkt	Ingen endring Cl (2005-2015)	Sterk økning Cl (2015-2018)
Svarttjern	Ja (39 mg/l)	Ja (9,5 mg/l)	Sterkt	Ikke undersøkt	Svak økning Cl (2015-2018)
Tussetjern	Ja (31 mg/l)	Ja (11 mg/l)	Sterkt	Svak økning Cl (2005, 2010-2015)	Svak økning Cl (2015-2018)
Ulvenvannet	Ja (19 mg/l)	Ja (11,3 mg/l)	Moderat	Ingen endring	Økning Cl (2015-2018)
Varsjøen	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke undersøkt	Ingen endring (2016-2018)
Østensjøvannet	Nei	Nei	Sterkt	Ikke undersøkt	Sterk økning Cl (2015-2018)
Gjersrudtjern	Ja (60 mg/l)	Nei	Sterkt	Økning Cl (2005-2015)	Sterk økning Cl (2015-2018)

5 Konklusjon

Det er gjennomført en kartlegging av tilstanden i 23 veinære innsjøer i Statens vegvesen Region sør, vest, og øst i 2018 for å vurdere konsekvensene av avrenning av veisalt og metaller fra vei.

Resultatene fra 2018 viser at totalt 14 av innsjøene i undersøkelsen er tydelig påvirket av veisalt. Det er påvist saltindusert sjiktning med påfølgende reduksjon av oksygen i bunnvannet i 9 av innsjøene (Gaupåsvatnet, Lekvenvatn, Tveitevannet, Langvannet, Nordbytjern, Steinstjern, Svarttjern, Tussetjern, Ulvenvannet).

I 3 innsjøer (Østensjøvann, Gjersrudtjern, Gaupmyrdammen) er det høye konsentrasjoner av klorid i vannmassene som følge av veisalt, men uten at det er påvist noen saltgradient i vannsøylen. Disse innsjøene er svært grunne og sirkulerer flere ganger i året som følge av vindeksponering. Det er også funnet forhøyde nivåer av klorid i Vassbotnfjord/Hallevannet og Ulvenvatn.

Det var store forskjeller i kloridkonsentrasjon mellom innsjøene. I overflatevannet varierte nivåene fra 7,1 mg/l til 138 mg/l. I bunnvannet varierte konsentrasjonene mellom 7,31 mg/l til 219 mg/l.

Det observeres en økning i kloridkonsentrasjonen i vannmassene i flere av innsjøene sammenlignet med målingene i 2015 og 2005/2010. Spesielt Lekvenvatn, Tveitevannet, Ulvenvatn, Langvannet, Nordbytjern, Steinstjernet, Ulvenvannet, Østensjøvannet og Gjersrudtjern viser en negativ utvikling.

Undersøkelsen viser at de fleste metallene er i tilstandsklasse 1 eller 2. Det er påvist enkelte høye konsentrasjoner av kobber og sink i tilstandsklasse 4.

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] Saunes, H., Værøy, N. og Åstebøl, S.O., 2018. COWI AS. Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske- og biologiske undersøkelser – 2017. Statens vegvesen rapporter nr. 564. Prosjektnr.604305
- [4] Bækken, T., og T. O. Haugen. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer: Påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. Oslo, Vegdirektoratet, Miljøseksjonen 2006.
- [5] Bækken, T., og T. O. Haugen, 2011. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veger i Sør-Norge 2010. Vegdirektoratet, Miljøseksjon 2012.
- [6] 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.
- [7] Vann-nett: Lastet ned fra: <http://vann-nett.no/portal/map>
- [8] Kalff, J., 2001 "Limnology". ISBN-13: 978-0130337757.
- [9] Miljødirektoratet, 2016. Veileder: Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. MDir rapport M-608/2016.
- [10] Direktoratgruppa for gjennomføring av vanddirektivet. (2013, revidert 2018): Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.
- [11] Bækken, T og Åstebøl, S.O. (2012). Grytehullsjøer Ullensaker. Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak. NIVA-rapport 6312-2012.
- [12] Bækken, T og Åstebøl, S.O. (2012b). Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak for vann langs E6 i Oslo, Oppegård, Ås og Ski. NIVA-rapport 6314-2012.

Vedlegg

Vedlegg A: Analyseresultater Eurofins Environmental Testing AS, 2018



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

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen