



Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge

Vannkjemiske undersøkelser - 2015/2016

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 344



Tittel

Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge

Undertittel

Vannkjemiske undersøkelser - 2015/2016

Forfatter

Halvor Saunes og Nina Værøy

Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

Seksjon

Miljø

Prosjektnummer

604305

Rapportnummer

Nr. 344

Prosjektleder

Kjersti Wike Kronvall

Godkjent av

Sondre Meland og Turid Hertel-Aas

Emneord

Vegsalt, tungmetaller, innsjøer, sjiktning

Sammendrag

COWI AS gjennomfører på oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet en undersøkelse av 67 innsjøer i Midt- og Sør-Norge.

Hensikten med kartleggingen har vært å undersøke innsjøene med hensyn på salt- og oksygengradienter i topp-/bunnvann og mulig påvirkning fra vegrelatert forurensning i vannforekomstene. Feltarbeid ble gjennomført i oktober-desember 2015 og juni 2016, etter antatt høst/vår-sirkulasjon.

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. I tillegg er det samlet inn sedimentprøver i 11 utvalgte innsjøer.

Title

An investigation of lakes with close proximity to roads in Norway

Subtitle

Analysis of water chemistry - 2015/2016

Author

Halvor Saunes and Nina Værøy

Department

Traffic Safety, Environment and Technology Department

Section

Miljø

Project number

604305

Report number

No. 344

Project manager

Kjersti Wike Kronvall

Approved by

Sondre Meland and Turid Hertel-Aas

Key words

Road salt, heavy metals, lakes, stratification

Summary

COWI AS on the behalf of the Norwegian Public Roads administration have conducted an investigation of 67 lakes in the middle and southern parts of Norway.

The aim of the investigation was to elucidate the salt and oxygen gradients in the top and bottom water bodies of the lake, and to see if there was a link to road related (water) pollution. The fieldwork were conducted through October-December 2015 and June 2016, the dates were chosen to correspond with the autumn and spring circulation.

Samples were taken from the top (1 meter depth) and bottom parts (the deepest point in the lake) of each lake. The samples were analysed for the total concentration of organic matter (TOC) and several other compounds. In addition the water samples were profiled with pH measurements, conductivity, oxygen and temperature. Sediment cores were also taken from 11 lakes.

STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET

UNDERSØKELSE AV VEGNÆRE INNSJØER I NORGE

VANNKJEMISKE UNDERSØKELSER – 2015/2016



ADRESSE COWI AS
Grensev. 88
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

Dokumentinformasjon:

Tittel:	Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge		
Oppdrag nr:	A070127	Rapportnummer	2.0
Utgivelsesdato:	24.09.2016	Antall sider:	90 + vedlegg
Tilgjengelighet:	Åpen	Antall vedlegg:	1
Utarbeidet:	Halvor Saunes, Nina Værøy	Sign.	<i>Halvor Saunes</i>
Kontrollert:	Mona Weideborg	Sign.	<i>Mona Weideborg</i>
Godkjent:	Svein Ole Åstebøl	Sign.	<i>Svein Ole Åstebøl</i>
Oppdragsgiver:	Statens vegvesen	Oppdragsgivers kontaktperson:	Sondre Meland
Stikkord:	Vegnære innsjøer, vegsalt, metaller, kloridgradient		
Foto på forside:	Kutjern, Østfold fylke (foto: Nina Værøy/COWI)		

INNHOOLD

Sammendrag	4
1 Innledning	5
1.1 Generelt om vegforurensning i innsjøer	5
1.2 Salt- og oksygengradienter	6
2 Material og metode	7
2.1 Vannprøvetakning og målinger av sprangsjikt	8
2.2 Prioriterte innsjøer	9
2.3 Sedimenter	9
2.4 Klassifisering av vann og sediment	10
3 Resultat og diskusjon	11
3.1 Region Midt	11
3.2 Region Sør	19
3.3 Region Vest	40
3.4 Region Øst	60
4 Tidstrendanalyse	81
5 Oppsummering	86
6 Konklusjon	89
7 Referanser	90

Sammendrag

COWI AS gjennomfører på oppdrag fra Statens vegvesen Vegdirektoratet en undersøkelse av 67 innsjøer i Midt- og Sør-Norge.

Hensikten med kartleggingen har vært å undersøke innsjøene med hensyn på salt- og oksygengradienter i topp-/bunnvann og mulig påvirkning fra vegrelatert forurensning i vannforekomstene. Feltarbeid ble gjennomført i oktober-desember 2015 og juni 2016, etter antatt høst/vår-sirkulasjon.

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. I tillegg er det samlet inn sedimentprøver i 11 utvalgte innsjøer.

Ved stor avrenning av vegsalt til en innsjø vil dette potensielt føre til opphopning av salt i bunnvannet (saltgradient) som kan bidra til redusert sirkulasjon og fravær av oksygen i bunnvannet. Denne situasjonen vil kunne føre til ulevelige forhold for dyr og planter.

Undersøkelsen viser at 15 av innsjøene har tydelig saltindusert sjiktning med påfølgende reduksjon av oksygen i bunnvannet. I tillegg til disse 15 innsjøene har 20 vann middels høye til høye konsentrasjoner av klorid i både topp- og bunnvann, men uten at det er påvist noen saltgradient i vannsøylen. Totalt 35 av innsjøene i undersøkelsen er påvirket av vegsalt i ulik grad. Tidstrendanalyse for vann som er undersøkt tidligere viser både avtagende og økende utvikling med hensyn på salt- og oksygengradienter.

I innsjøene hvor det kun er påvist sjiktninger med hensyn på oksygen skyldes dette som regel eutrofiering og/eller mye humus i bunnvannet, med påfølgende reduksjon av oksygeninnholdet.

Det er store forskjeller mellom innsjøene med hensyn på metaller i vann og/eller sediment. Enkelte innsjøer har høye nivåer av Pb, Cu og Zn i topp- og/eller bunnvann, tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 iht. veileder M-241/2014. I sedimentene er det i hovedsak Cu, Ni og Zn, i tillegg til PAH-er som viser forhøyede konsentrasjoner. Kilder til metaller og PAH i vann og sediment kan stamme fra en rekke diffuse kilder i nedbørsfeltet, men et visst bidrag fra vei er sannsynlig.

1 Innledning

COWI har blitt engasjert av Statens vegvesen Vegdirektoratet for å gjennomføre en kartlegging av forurensning fra veg i 67 vegnære innsjøer i Sør- og Midt-Norge.

Vannkjemiske målinger i innsjøene ble gjennomført fra oktober til desember 2015, samt juni 2016. Denne rapporten oppsummerer resultatene for alle 67 innsjøer som ble undersøkt høsten 2015 og våren 2016. I foreliggende rapport er resultatene fra undersøkelsen av vann og sediment presentert.

Undersøkelsen har sett på om og hvordan avrenning fra veg påvirker vannforekomsten, spesielt vegsalting. Undersøkelsen har ikke vurdert den totale trafikkbelastningen (ÅDT) og årlige saltmengder sett i sammenheng med påviste forurensninger i innsjøen. Undersøkelsen er en fortsettelse av tilsvarende overvåkingsprogram som NIVA gjennomførte i 2005/2006 /1/ og 2010 /2/. Det er gjort en tidstrendanalyse for innsjøer der det foreligger nok data til dette.

1.1 Generelt om vegforurensning i innsjøer

Avrenning fra veg kan være en betydelig forurensningskilde til resipienter som ligger nær veg. Forurensningen består i hovedsak av vegsalt (NaCl, Ca-salter), men også metaller (Cu, Zn, Ni, Pb) og PAH- forbindelser (polysykliske aromatiske hydrokarboner). Mengden av eventuelle forurensninger fra veg til resipient er avhengig av lengde på vegstrekning i nedbørfeltet, trafikkmengde, type vegdekke og forbruk av salt, i tillegg til nærhet til innsjø.

Tungmetaller og PAH i vegavrenning er i stor grad knyttet til partikler. Disse forbindelsene vil derfor til dels holdes tilbake i grøfter og vegkanter. Etter at de kommer ut i tjern og innsjøer vil en betydelig andel sedimentere på bunnen /3/. En mindre andel vil imidlertid kunne holde seg løst i selve vannfasen. Dette avhenger av typen metall og den øvrige vannkjemien. Høye konsentrasjoner av saltsmeltevann i grøfter øker mobiliteten til tungmetallene her, og gjør at de lettere transporteres til resipientene.

Salt benyttes på veier vinterstid, det løses lett i vann og følger vannstrømmene. Saltmengden bestemmes av saltstrategien for bestemt vei. Høyest saltforbruk på veier som klassifiseres som barveg. Konsentrasjonen av salt i vegnære innsjøer vil normalt øke med økende saltforbruk, men graden av påvirkning er imidlertid avhengig av mengden årlig saltforbruk, innsjøens størrelse og den totale årlige tilrenningen til innsjøen (dvs. nedbørfeltets størrelse). Et problem ved avrenning av vegsalt til resipient er at saltvannet har høyere tetthet og derfor synker til bunnen av sjøene og fører til en kjemoklin (saltindusert) sjikting av vannmassene /4/. Store forskjeller i salinitet mellom topp og bunnvann kan vises gjennom store endringer av konduktivitet i vannsøylen. Konduktiviteten er mengden oppløste salter i vannet. Den mer eller mindre brå 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 /4/. Dette medfører et nytt kjemisk regime med oksygenfattig bunnvann som medfører ulevelige forhold for dyr og planter. Svært grunne innsjøer (feks 2-4 m dype) sirkulerer ofte flee ganger i løpet av sommerperioden.

Innsjøer som ikke sirkulerer i løpet av året kalles meromiktiske. Dette kan skyldes naturlige forhold; biogen meromiksis (skyldes produksjon av biologisk materiale og utfelling av kalk i innsjøen, eller høye konsentrasjoner av jernsalter i bunnvannet) eller tilførsel av salt f.eks. fra vegavrenning. Det er ikke kjent om enkelte av innsjøene er naturlige meromiktiske dvs. innsjøer som av naturlige årsaker ikke har sirkulasjon vår og høst.

Eutrofe forhold og humuspåvirkninger kan medvirke til sjiktningen. Innsjøer som er mest utsatt for skader fra vegsalt, er i områder med lav avrenning (høy evapotranspirasjon i forhold til nedbør og lite nedbørfelt) og innsjøer med 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 mm).

Hvor god den naturgitte sirkulasjonen er i en innsjø, avhenger av innsjøens geografiske beliggenhet (temperatur, nedbørmønster, 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) /4/. Mengden klorid i vannforekomsten er også avhengig av om den er over/under marin grense. 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 /1/. 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.

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 resuspensjon av fosfor til vannmassene, som gir en intern gjødsling, og frigjøring av metaller fra sedimentene til vannforekomsten /8/. 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 med høy metabolisme være mer sårbare enn voksen individer /8/. Generelt kan man sette en kritisk grense ved 2-5 mg O₂/l, og at da 2 mg O₂/l er et minimum.

pH er et mål på mengden H⁺ ioner, og forteller noe om en vannforekomsts surhetsgrad. Foretrukket pH for biota er mellom 6-8,5 og artsrikdommen tenderer til å synke i begge ender av pH- skalaen /8/.

2 Material og metode

Undersøkelsen inkluderer 67 vegnære innsjøer/dammer i 15 fylker. Navn på undersøkte vann med kart, koordinater, nærmeste vegstrekning, kommune, vanntype, vannlokalitetskode /5/ (vannnett.no) og høyde over havet er vist i egen tabell for hver av innsjøene i Kap 3. Kart over plassering av innsjøene i hver region er vist i Figur 1 - Figur 4.



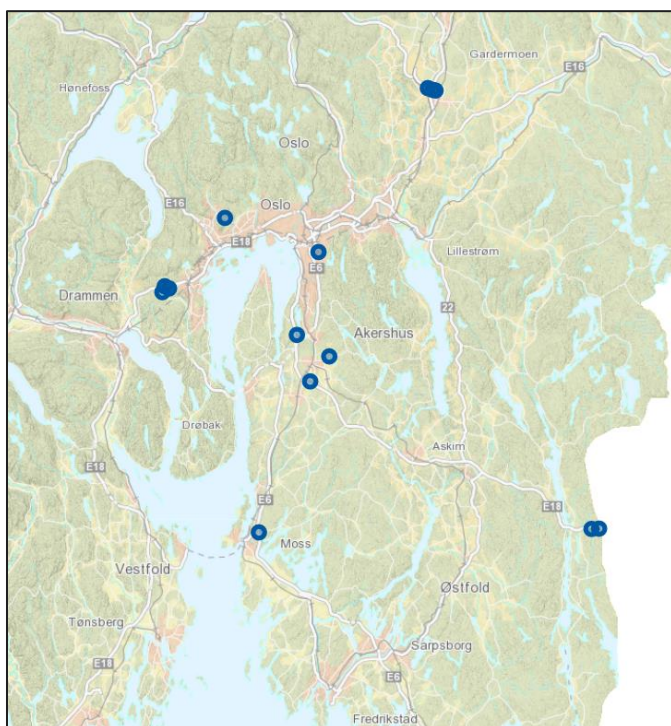
Figur 1. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region midt.



Figur 2. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region vest.



Figur 3. Lokalisering av undersøkte vann i Region sør.



Figur 4. Lokalisering av undersøkte innsjøer i Region øst.

2.1 Vannprøvetaking og målinger av sprangsjikt

Feltarbeid ble gjennomført november og desember i 2015, samt juni 2016, etter antatt høst- og vårsirkulasjon. Arbeidet ble gjennomført av personell fra COWI og Norsk vannmiljøkunnskap.

Det ble benyttet en 5-fots gummibåt eller 14 fots aluminiumsbåt under feltarbeidet. Alt utstyr ble desinfisert med Virkon S før forflytning til neste vassdrag for å forhindre spredning av

uønskede arter. Dypeste punkt i innsjøene ble bestemt ved hjelp av ekkolodd, mens prøvepunktens posisjon ble fastsatt med GPS. Det ble samlet inn vannprøver fra topp- og bunnvann i innsjøene. Vannprøver ble samlet inn ved hjelp av en Ruttner vannhenter og analysert for klorid (Cl), natrium (Na), total-fosfor (Tot-P), totalt organisk karbon (TOC), kalsium (Ca), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), nikkel (Ni), sink (Zn), antimon (Sb), jern (Fe) og mangan (Mn). Vannprøver ble filtrert i felt (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 (WTW MPPF310) for å måle eventuell termoklin (temperatursprangsjikt) og kjemoklin (kjemisk sprangsjikt) i vannmassene. Parametere fra disse målingene inkluderte dyp (m), pH, konduktivitet (µS/cm), temperatur (°C) og oksygen (mg/l). I tillegg ble turbiditet målt i topp og bunnvann med turbidimeter (TN-100).

2.2 Prioriterte innsjøer

Elleve av innsjøene var prioriterte innsjøer, hvor det ble samlet inn sediment. Aktuelle innsjøer er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Prioriterte innsjøer der prøvetaking av sediment og analyse av totalinnhold og løst innhold i vannprøver ble utført.

Prioriterte innsjøer 2015		
Region Vest	Region Sør	Region Øst
Apeltunvassdaget	Øvre Jerpetjørn	Nordbyvannet
Griggastemma	Vassbotnfjorden/Hallevannet	Patterødtjern
Tveitavannet		Steinstjernet
Tarvannet		Gjersjøen
Ulvenvannet		

2.3 Sedimenter

Sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en kjerneprøvetaker. Kjerneprøvene varierte fra 30-40 cm lengde. Det ble deretter tatt ut prøvemateriale fra topp og bunn av kjernen (5 cm). Bunnprøven representerer derfor referansetilstanden i innsjøen før antropogen påvirkning.

Sedimentene ble analysert for jern (Fe), mangan (Mn), kalsium (Ca), natrium (Na), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), nikkel (Ni), sink (Zn) og 16 PAH-forbindelser.

2.4 Klassifisering av vann og sediment

Analysene av metall- og PAH i vann og sedimentprøvene, er i resultatdelen klassifisert iht. foreslåtte EQS-verdier i veileder M-241/2014 /6/ (Tabell 2). Det er ikke benyttet samme tilstandsklasser (TKL) som for undersøkelsene i 2005 /1/ og 2010 /2/ (veileder 04:1997). Forskjellene mellom klassegrensene i de to veilederene er at tilstandsklasser i 04:1997 sammenligner konsentrasjoner mot naturtilstand, mens EQS-verdier i veileder M-241/2014 gir risiko for biologiske effekter. For vurdering av metaller iht. EQS-verdier må vannprøver være filtrert. De gamle klassegrensene for metaller iht. veileder 04:1997 gjelder totalinnhold (oppløst) i vannprøver.

Tabell 2. Klasseinndeling for vann- og sediment iht. veileder M-241/2014 (Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder)

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 /7/, hvor vanntype er bestemmende for klassegrensene.

3 Resultat og diskusjon

Resultatene blir i det etterfølgende kapittelet presentert regionsvis. En oppsummerende vurdering for hver av innsjøene er vist i Kap 4.

3.1 Region Midt

Resultater for vannkjemiske målinger av topp- og bunnvann i 7 vegnære innsjøer i Region midt er vist i Tabell 3 og Tabell 4.

Tabell 3. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, Tot-P, TOC, Fe (mg/l), samt Mn (µg/l) turbiditet (NTN,) i topp- (T) og bunnvannprøver (B) i 7 undersøkte vann i Region Midt. 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	
Brusdalsvatnet	9,9	10	5,3	5,4	1,5	1,5	13	13	2,4	2,3	4,6	33	0,62	7,8	0,16	0,33
Buvatnet	14	15	7,9	8,4	11	10	<3	<3	5,7	5,5	13	12	1,2	0,6	1,8	1,8
Kinnsettjørna	23	22	14	14	74	74	5	5,6	4,7	4,7	0,92	0,88	18	28	3,1	3,1
Hammarvatnet	8,2	9,8	4,7	5,7	9	9,2	3,5	<3	5,1	4,9	11	9,2	0,46	0,52	-	-
Lundavatnet	9,2	9	6	6	13	14	31	28	14	14	280	240	16	21	2,34	2,43
Nesvatnet	16	16	9,2	9,3	13	12	13	19	9,4	9,3	210	190	290	270	3,01	3,47
Rungstadvatnet	19	19	11	11	14	14	6,7	16	9,4	9,5	140	150	75	78	0,85	0,58

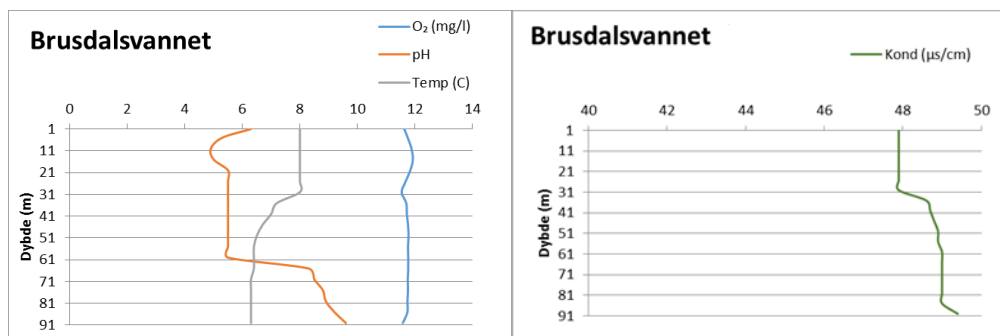
Tabell 4. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) i topp (T)- og bunnvannprøvene (B) fra 7 undersøkte vann i Region Midt. Resultatene er klassifisert iht. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Rapport M-241 / 2014.

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	
Brusdalsvatnet	2,1	3,6	0,022	0,0076	2,1	2,9	0,64	0,79	5,1	6,8	0,047	0,022
Buvatnet	0,53	1,9	0,018	0,064	6,1	6,9	1,4	3,4	12	35	< 0,020	0,022
Kinnsettjørna	0,028	0,039	0,0061	0,0056	1,6	1,2	7,8	7,1	8,4	6,5	0,036	0,031
Hammarvatnet	0,89	1,5	0,011	0,023	1,7	2,1	1	5,8	8,2	19	0,025	0,027
Lundavatnet	0,48	0,83	0,0053	0,021	2,1	2,3	0,48	2,6	3,6	7	0,023	0,027
Nesvatnet	0,64	1,7	0,015	0,01	2,5	2,1	1,4	1	7	5,7	0,032	0,029
Rungstadvatnet	0,35	7,1	0,01	0,0072	2,1	1,9	0,82	0,44	4,1	8,5	0,035	0,034

Møre og Romsdal

Brusdalsvatnet

Navn innsjø	Brusdalsvatnet	
Region	Midt	
Kommune	Ålesund/Skodje	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	101-56382	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	101-1982-L	
Vanntype	Kalkfattig klar	
Nærmeste veg	E39	
Dybde prøvepunkt (m)	90	
Koordinater (UTM 32)	6929785, 369429	
Nærhet til sjø (km)	3	
Høyde over havet	26	
Innsjøareal (km ²)	7,52	



Figur 5. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i dypeste punkt i Brusdalsvatnet, Møre og Romsdal, november 2015

Brusdalsvatnet er dyp og vindutsatt og er i tillegg drikkevannskilde for Ålesund. Det er spredt bebyggelse og noe dyrket mark rundt vannet som også kan være kilder til forurensninger, i tillegg til vei.


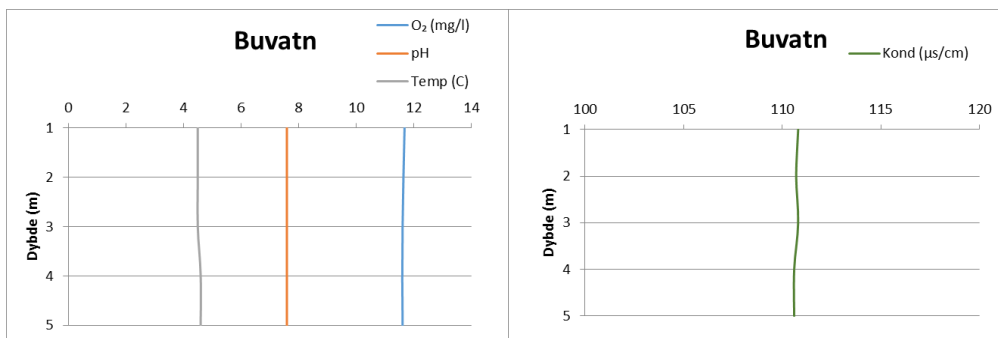
Undersøkelsen viser at innsjøen ikke har utviklet oksygenvinn nedover i vannmassene, og resultatene viser at vannmassene har sirkulert (Figur 5). Innholdet av klorid er lavt (T/B: 9,9/10 mg/l). Undersøkelsen viser marginale forskjeller topp- og bunnvann for undersøkte parametere. Det ble påvist Tot-P og Pb i TKL 3 i både topp- og bunnvann, mens øvrige parametere er i TKL 2 eller lavere. Innsjøen viser ikke tegn til å være påvirket av avrenning fra veg.

Tidligere undersøkelser av COWI i 2014 og 2015 viste heller ingen tydelige tegn på forurensning fra veg /9/. Da Brusdalsvatnet er drikkevannskilde anbefales det at vannet overvåkes videre for å følge utviklingen.

Sør-Trøndelag

Buvatn

Navn innsjø	Buvatn
Region	Midt
Kommune	Rennebu
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	Ikke registrert
Vannforekomstnummer (vann.nett)	122-33900-L
Vanntype	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 ²)	0,28

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 Buvatn, Sør-Trøndelag fylke, oktober 2015.

Buvatn er grunn, men har stor overflate som er sterkt vindutsatt. For Buvatn kan andre forurensningskilder være avrenning fra næringsområder i sørenden av innsjøen.

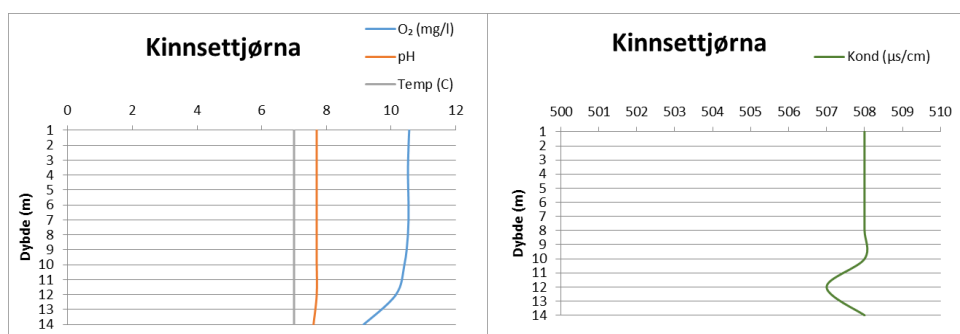
Resultatene viser at Buvatn har fullsirkulert og det ikke er tegn til oksygenvinn i bunnvannet (Figur 6). Kloridinnholdet er forholdsvis lavt i både topp- og bunnvann (T/B: 14/15 mg/l).

Topp- og bunnvannet inneholder Zn tilsvarende TKL 4, mens bunnvannet inneholder Pb i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen synes ikke å være nevneverdig påvirket av veisalt, men noe forøydete konsentrasjoner av metaller tyder på en viss tilførsel av avrenning fra veg.

Kinnsettjørna

Navn innsjø	Kinnsettjørna	
Region	Midt	
Kommune	Malvik	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	123-56397	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	123-37326-L	
Vanntype	Kalkfattig, klar	
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 ²)	0,04	



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 Kinnsettjørna, Sør-Trøndelag fylke, oktober 2015.

Kinnsettjørna er et lite tjern som ligger tett inntil E6. Andre forurensningskilder antas å være bebyggelse og utbyggingsaktivitet rundt vannet. Vannet i eksponert for vind.

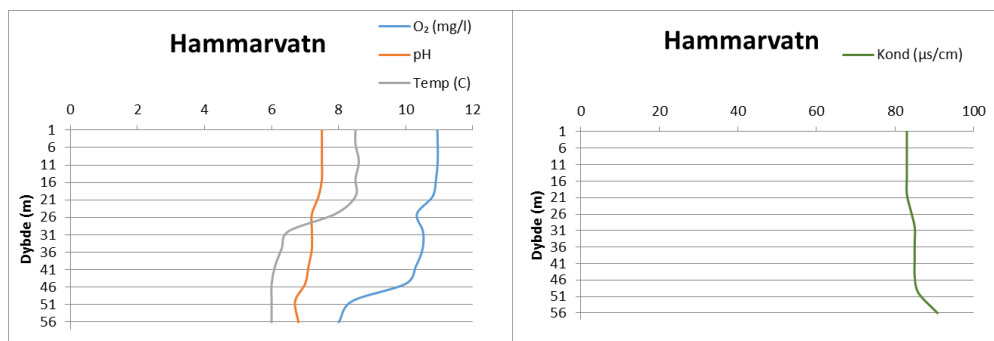
Vannprøvene viser at kloridinnholdet er noe høyt (T/B: 23/22 mg/l), men det ble ikke påvist salt- eller oksygengradient. Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 7). Det ble påvist høy konduktivitet, men innsjøen ligger kun 1,4 km fra sjø, og konduktiviteten er derfor ikke høyere enn hva man kan forvente.

Det ble påvist Ni i både topp- og bunnvann tilsvarende TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere. Det er ingen betydelige forskjell i konsentrasjon av metaller mellom topp- og bunnvann. Innsjøen synes å være noe påvirket av avrenning fra veg.

Nord-Trøndelag

Hammarvatn

Navn innsjø	Hammarvatn	
Region	Midt	
Kommune	Levanger	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	125-28840	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	125-912-L	
Vanntype	Middels kalkfattig, humøs	
Nærmeste veg	E6	
Dybde prøvepunkt (m)	65	
Koordinater (UTM 32)	7055500, 599700	
Nærhet til sjø (km)	7	
Høyde over havet (m)	25	
Innsjøareal (km ²)	5,96	



Figur 8. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktiviteten (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Hammarvatn, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2015.

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

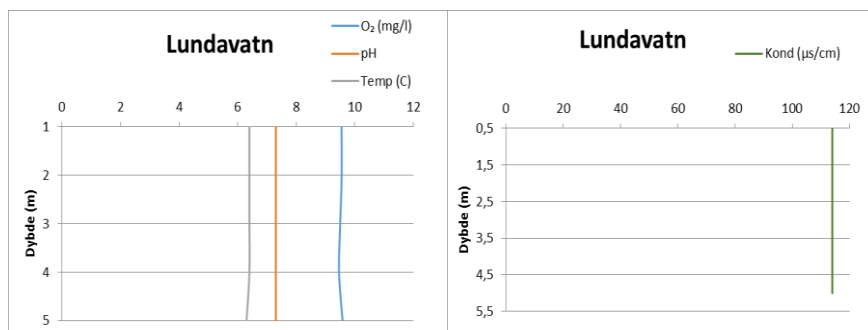
Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er lave (T/B: 8,2/9,8 mg/l) og det ble ikke påvist salt- eller oksygengradient. Profilene tyder på at termoklinen er i ferd med å dannes etter høstsirkulasjonen (Figur 8).

I bunnvannet ble det påvist Zn i TKL 4, i tillegg til Pb og Ni i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Undersøkelsen viser at Hammarvatn er lite påvirket av avrenning fra veg.

Lundavatn

Navn innsjø	Lundavatn	
Region	Midt	
Kommune	Steinkjer	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	128-46713	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	128-41651-L	
Vanntype	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 ²)	0,25	



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 Lundavatn, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2015.


Lundavatn minner om en grytehullsjø, omringet av gårder, dyrket mark og beitemark. Innsjøen er humøs, og vindutsatt.

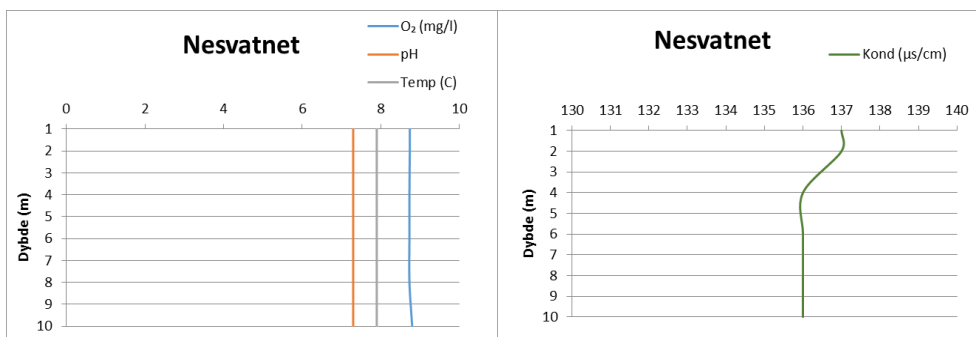
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 9), og at det ikke er tegn til salt- eller oksygengradient. Kloridkonsentrasjonene er lave i topp- og bunnvann (T/B: 9,45/ 9,58 mg/l).

I topp- og bunnvann er fosforverdiene noe høyt (TKL 3), som følge av avrenning fra dyrket mark. Alle metaller er i TKL 2 eller lavere. Det er generelt små forskjeller mellom topp- og bunnvann.

Innsjøen synes ikke å være påvirket av avrenning fra vei.

Nesvatnet

Navn innsjø	Nesvatnet	
Region	Midt	
Kommune	Levanger	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	125-80364	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	125-37128-L	
Vanntype	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 ²)	0,7	



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 Nesvatnet, Nord-Trøndelag fylke, oktober 2015.

Innsjøen ligger tett på jernbanen og E6 som følger hele innsjøens lengde. Innsjøen er vindutsatt, og antatte øvrige påvirkninger inkluderer spredt bebyggelse og landbruk.

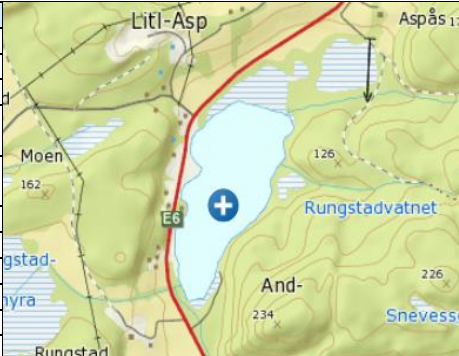
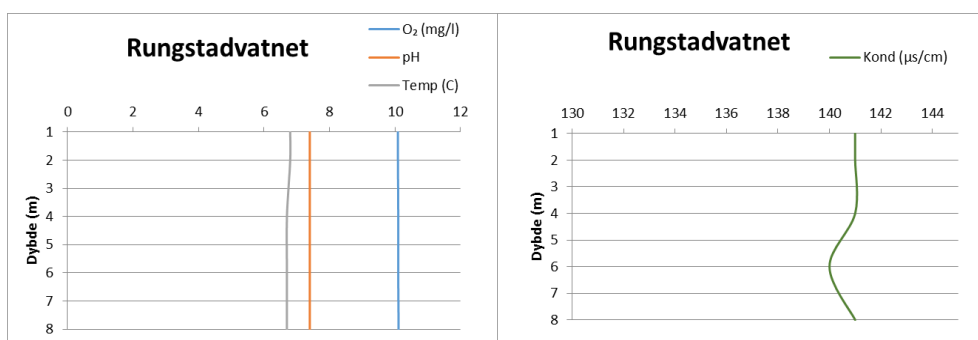
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert, og det er ikke påvist oksygen- eller saltgradient (Figur 10).

Det ble påvist Pb i TKL 3 i bunnvannet. Øvrige målte metaller i topp- og bunnvann er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen viser ikke tegn til å være påvirket av avrenning 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 ²)	0,7

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 Rungstadvatn., Nord-Trøndelag fylke, oktober 2015.

Rungstadvatn er et forholdsvis grunt vann, omringet av dyrket mark. Innsjøen er lite vindutsatt. Ovenfor vannet ligger det en skytebane som mulig forurensningskilde.

Vannprøvene viser svakt forhøyede konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 19/19 mg/l). Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 11), og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient.

Det ble påvist Pb i TKL 3 i bunnvannet. Dette kan skyldes avrenning fra nærliggende skytebane oppstrøms. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen synes å være noe påvirket av veisalt, da konsentrasjonene av klorid har økt siden 2005 /1/.

3.2 Region Sør

Resultater for vannkjemiske målinger av topp- og bunnvann i 20 vegnære innsjøer i Region sør er vist i Tabell 5 og Tabell 6.

Tabell 5. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, Tot-P, TOC, Fe (mg/l), samt Mn (µg/l) turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i 20 undersøkte vann i Region sør. 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	
Aklandstjenna	14	21	8,9	12	2,8	3,1	11	23	7,4	8,7	300	730	19	84	1,8	11,03
Jostadvannet	5,9	5,9	4	4	2,2	2,3	14	11	6,3	6	280	320	56	59	11,15	1,65
Kråkevatn	12	12	7,9	7,9	7,4	6,8	4,1	<3	5,2	5,1	56	61	35	33	0,99	0,66
Longumvann SØ	10	12	6,9	7,5	4,4	4,7	10	13	5,5	4,6	110	440	45	900	0,88	1,58
Molandsvann	13	13	8,9	8,9	5	5	16	12	6,4	6,4	290	340	57	60	1,92	1,65
Studevann N	10	28	6,4	16	1,9	4,7	<3	4,3	3,5	3	12	44	26	350	0,46	1,14
Hanevatn	10	25	6,3	13	2,1	4,5	4,3	14	5,6	7,9	100	2900	24	220	0,29	3,13
Tarvannet	13	14	7,3	7,5	1,9	2	4,1	3,5	3,7	2,9	33	16	16	33	0,28	0,21
Vollevannet	27	31	17	19	8,3	9,2	5,5	12	5,6	6,3	31	270	11	520	0,47	6,15
Damtjern	36	110	22	55	55	66	14	21	12	15	8	6,7	47	4500	1,3	2,82
Eikeren	5,9	5,9	4,2	4,2	6,5	6,7	<3	6,6	4,1	3,9	10	6,7	0,98	1,3	0,33	2,65
Holsfjorden	11	1,9	1,5	1,5	4,7	4,8	<3	<3	3,6	3,8	13	13	0,6	0,54	0,26	0,34
Bakkevatn øst	6,5	8,6	4,2	5,2	2,4	2,6	7,9	16	4,8	6	70	340	6,9	50	0,56	2,8
Elgsjøen	6,4	9,9	3,7	5,4	1,9	2,4	13	13	12	11	370	670	41	110	0,4	0,92
Gravtjønn	51	84	28	44	4,9	9	13	38	12	23	660	14000	67	230	9,59	8,52
Stokkevann	22	22	14	14	24	24	17	19	8	8	74	92	170	260	1,38	2,98
Søndbøvatn	20	26	12	16	4,3	5,9	12	9,8	5,1	5	100	180	7,2	23	0,47	1,7
Øvre Jerpetjønn	13	13	7,2	7,2	1,1	1,2	12	10	9,4	9,6	250	250	46	56	0,88	10,6
Hillestadvannet	25	25	17	16	17	17	110	120	7,9	9,5	28	130	2,9	42	36	37
Vassbotnfjorden/ Hallevannet	18	22	12	14	5,8	6,7	9,8	16	7,9	7,2	240	550	19	120	0,53	2,1

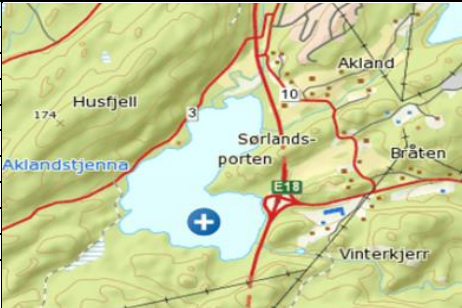
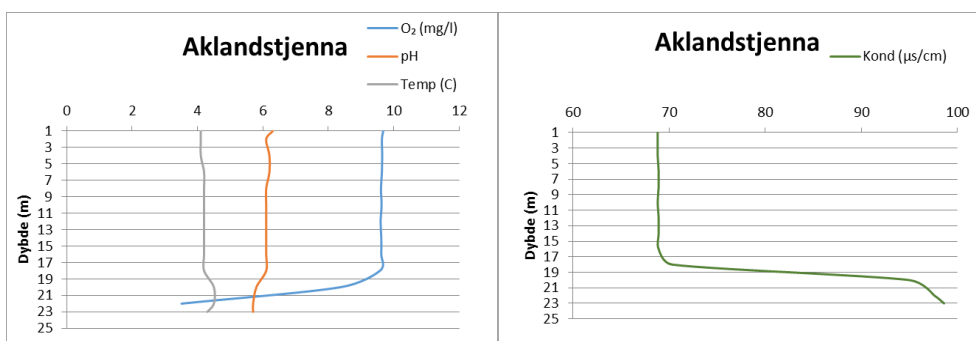
Tabell 6. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) i topp (T)- og bunnvannprøver (B) for 20 undersøkte vann i Region sør. Resultatene er klassifisert iht. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Rapport M-241 / 2014.

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	
Aklandstjenna	2,4	1,5	0,041	0,046	4,6	7,6	1,2	1,3	16	14	0,055	0,039
Jostadvannet	0,99	2,3	0,039	0,048	2,2	3	0,99	2,6	12	22	0,043	0,036
Kråkevatn	0,69	1,5	0,078	0,084	3,9	2,5	7	7,2	26	24	0,035	0,029
Longumvann SØ	0,9	1,7	0,02	0,04	2,2	4	1	1,5	9,5	14	0,047	0,031
Molandsvann	1,6	0,96	0,015	0,022	3,4	4,4	0,88	2,5	8,8	16	0,042	0,044
Studevann N	0,49	0,32	0,06	0,048	2,5	2	1,2	1,5	12	11	0,026	< 0,020
Hanevatn	2,2	0,83	0,062	0,028	3	2,8	0,85	1,9	13	17	0,051	0,021
Tarvannet	0,98	2,5	0,065	0,072	4,3	3,1	0,68	0,64	19	16	0,037	0,027
Vollevannet	0,86	0,89	0,025	0,032	5	5,5	2,4	2,8	13	9,5	0,14	0,08
Damtjern	1,1	0,13	0,015	0,0089	15	11	0,92	1,1	7,5	6,1	0,35	0,26
Eikeren	0,94	1,3	0,016	0,015	4	3,7	1,5	1,5	17	13	0,036	0,028
Holsfjorden	7,1	2,5	< 0,0040	< 0,0040	9,1	4,4	0,6	0,63	4,6	3,6	< 0,020	< 0,020
Bakkevatn øst	0,36	1,4	0,017	0,034	7,6	19	0,69	1	5,1	13	0,08	0,073
Elgsjøen	1,1	3,3	0,026	0,025	5,6	14	0,54	0,68	12	13	0,064	0,062
Gravtjønn	0,8	7,8	0,016	0,17	16	45	1,4	1,5	14	370	0,067	0,094
Søndbøvatn	2,5	1,1	0,022	0,032	18	12	2	2,1	7,8	9,9	0,075	0,07
Stokkevann	1,9	1,1	0,0041	0,0066	2,7	3	1	1,2	4,9	5,6	0,11	0,11
Øvre Jerpetjønn	1,2	1,9	0,049	0,049	12	14	0,5	0,61	19	19	0,074	0,072
Hillestadvannet	0,21	0,64	< 0,0040	< 0,0040	14	10	0,33	0,59	1,3	1,7	0,083	0,095
Vassbotnfjorden/ Hallevannet	2,5	3,4	0,038	0,047	7,8	5,7	1	0,52	23	10	0,09	0,068

Aust-Agder

Aklandstjenna

Navn innsjø	Aklandstjenna
Region	Sør
Kommune	Risør
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	018-43325
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	25
Koordinater (UTM 32)	6509400, 501981
Nærhet til sjø (km)	1,6
Høyde over havet	40
Innsjøareal (km ²)	0,24

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 Aklandstjenna, Aust-Agder, november 2015.

Aklandstjenna er et eutroft humøst vann. E18 går tett på vannet. Det er ingen øvrige forurensningskilder i nærheten av vannet. Innsjøen er noe vindutsatt.


Det ble ikke påvist noen klar kloridgradient, men bunnvannet synes likevel å ha en noe forhøyet kloridkonsentrasjon (T/B: 14/21 mg/l). Det er tydelig oksygengradient fra ca 17 meters dybde (Figur 12) som følges av en økning i konduktivitet. Det er svært lav konsentrasjon av oksygen i bunnvannet.

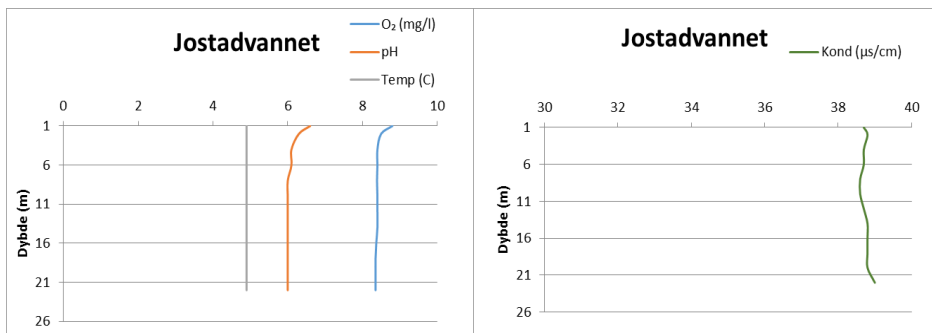
Vannprøvene bekrefter at det er anoksiske bunnforhold, med høye konsentrasjoner av Fe som følge av utlekking fra sedimentene. Høyt nivå av Tot-P i bunnvannet er trolig medvirkende til de oksygenreducerende forholdene i bunnvannet.

Resultatene viser høye konsentrasjoner av Zn i topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 4, samt Pb i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er til en viss grad påvirket av avrenning fra veg, men de anoksiske bunnforholdene skyldes ikke bare vegsalt alene. Næringstilstanden i innsjøen bidrar også til nedgangen i oksygeninnhold i bunnvannet.

Jostadvatn

Navn innsjø	Jostadvatn	
Region	Sør	
Kommune	Tvedestrand	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	018-41666	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	018-10202-L	
Vanntype	Kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	E18	
Dybde prøvepunkt (m)	23	
Koordinater (UTM 32)	6493542, 491287	
Nærhet til sjø (km)	7	
Høyde over havet	58	
Innsjøareal (km ²)	0,62	



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 Jostadvannet, Aust-Agder fylke, november 2015.

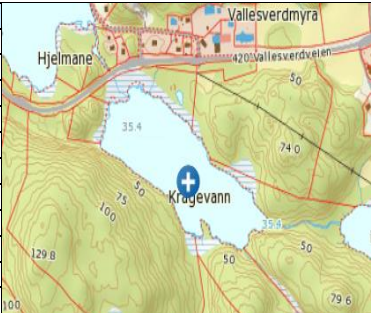
Jostadvatn er en stor innsjø, og er meget vindutsatt. Det har landbruk og spredt bebyggelse i nedbørfeltet.

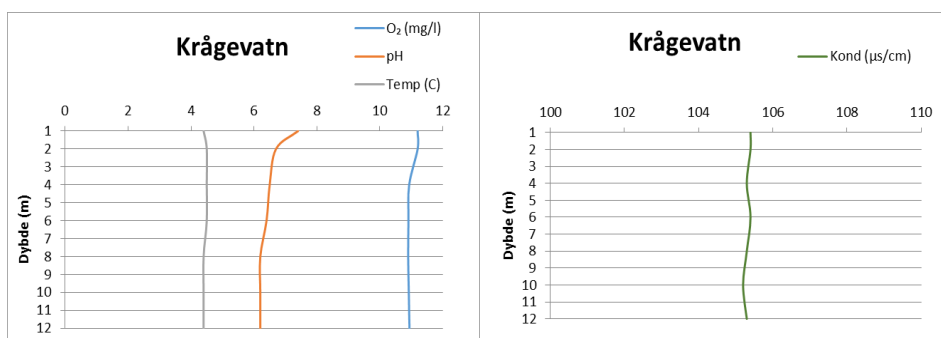
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert, og viser ingen tegn til anoksiske bunnforhold (Figur 13). Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Resultatene viser lave konsentrasjoner av klorid i topp- og bunnvann (T/B: 5,9/5,9 mg/l).

Resultatene viser høye konsentrasjoner av Zn i topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 4. I tillegg er det Pb i bunnvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen viser ikke tegn til påvirkning av vegsalt.

Krågevatn

Navn innsjø	Krågevatn	
Region	Sør	
Kommune	Lillesand	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	020-32213	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	ikke registrert	
Vanntype	kalkrik humøs	
Nærmeste veg	E18	
Dybde prøvepunkt (m)	12	
Koordinater (UTM 32)	6450864, 454326	
Nærhet til sjø (km)	1,5	
Høyde over havet	39	
Innsjøareal (km ²)	0,06	




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 Krågevatn, Aust-Agder fylke, november 2015.

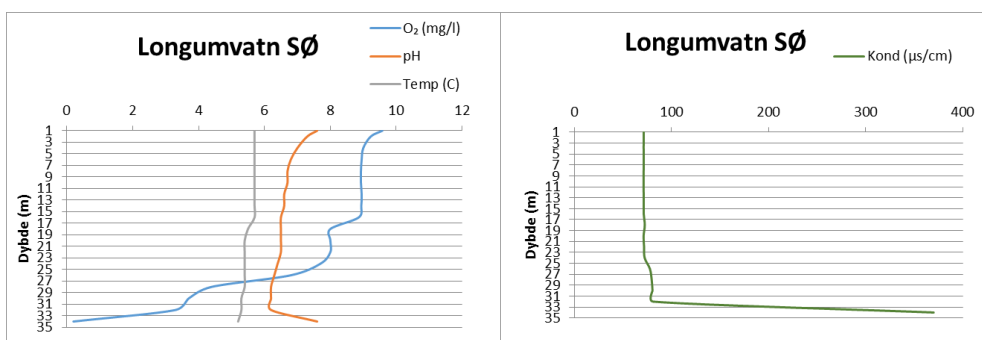
Innsjøen er et lite, humøst myrtjern. Innsjøen er lite vindutsatt. Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert og det er ikke tegn til anoksiske forhold i bunnvannet (Figur 14). Kloridinnholdet er forholdsvis lavt i både topp- og bunnvann (T/B: 12/12 mg/l).

Vannprøvene viser at det er små forskjeller mellom topp- og bunnvann. Det ble påvist Zn i TKL 4 og Ni i TKL 3 i både topp- og bunnvann. Det ble også påvist Pb og Cd i TKL 3 i bunnvannet.

Det er få tegn på at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg i stor grad.

Longumvatn SØ

Navn innsjø	Longumvatn SØ	
Region	Sør	
Kommune	Arendal	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	019-27747	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	019-10538-L	
Vanntype	svært kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	E18	
Dybde prøvepunkt (m)	35	
Koordinater (UTM 32)	6482917, 485666	
Nærhet til sjø (km)	3,5	
Høyde over havet	34	
Innsjøareal (km ²)	1	



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 Longumvatn SØ, Vest-Agder fylke, november 2015.

Innsjøen er vindutsatt og påvirkningskilder vil være landbruk og bebygde områder i nedbørfeltet. Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert og har utviklet en kjemoklin. Oksygenet synker fra ca 17 meter og ned til bunn, hvor det er anoksiske forhold. Konduktiviteten øker brått fra ca 30 meter.


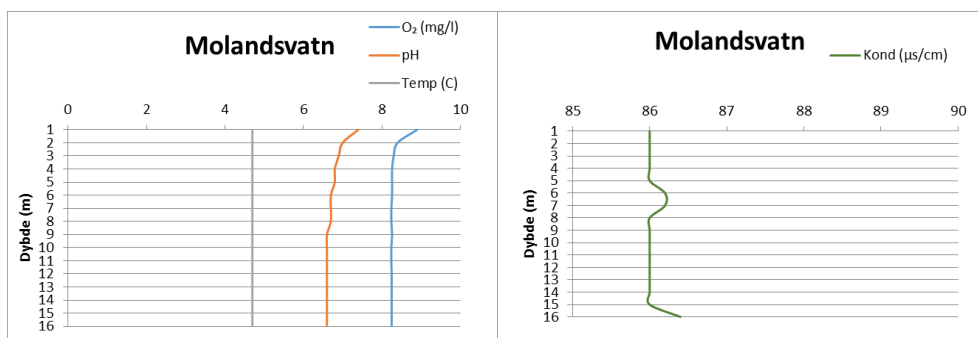
Vannprøvene viser lave kloridkonsentrasjoner i topp- og bunnvann (T/B: 10/12 mg/l) og det er ikke påvist saltgradient. NIVA konkluderte med at Longumvatn hadde saltindusert oksygenvinn i 2005 /1/ og 2010 /2/. På grunn av fravær av oksygen i bunnvannet er det høye nivåer av Tot-P, Fe og Mn som følge av utlekking fra sedimentene og dette er trolig årsaken til høy ledningsevne.

Det ble påvist Zn og Pb i bunnvannet tilsvarende TKL 4 og TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Det kan ikke konkluderes med at det er avrenning av vegsalt som er årsaken til anoksiske bunnforhold.

Molandsvatn

Navn innsjø	Molandsvatn
Region	Sør
Kommune	Arendal
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	018-28630
Vannforekomstnummer (vann.nett)	018-1265-L
Vanntype	kalkfattig klar
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	17
Koordinater (UTM 32)	6470738, 489232
Nærhet til sjø (km)	6,5
Høyde over havet	27
Innsjøareal (km ²)	1,45

Figur 16. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (C_o) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Molandsvatn, Aust-Agder fylke, november 2015.

Molandsvatn er forholdsvis vindutsatt og har spredt bebyggelse og landbruk i nedbørfeltet.

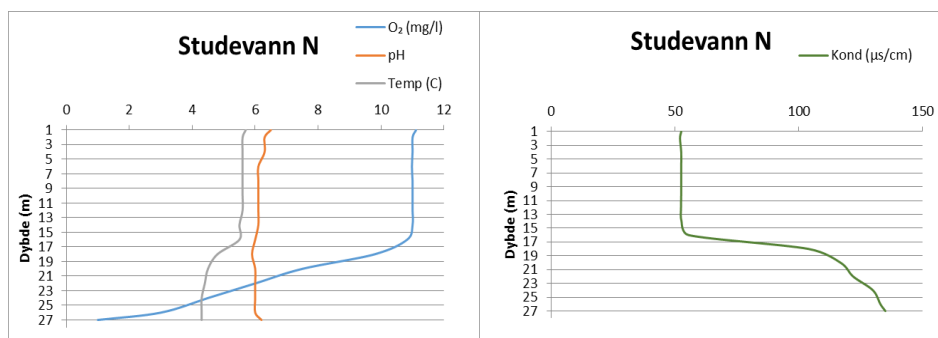
Undersøkelsen viser at innsjøene har fullsirkulert (Figur 16), og det er ikke påvist gradienter med hensyn på klorid eller oksygen. Vannprøvene viser forholdsvis lave kloridkonsentrasjoner i topp- og bunnvann (T/B: 13/13 mg/l).

Det ble påvist Pb i toppvannet tilsvarende TKL 3, i tillegg til Ni og Zn i bunnvannet tilsvarende i TKL 3 og TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er lite påvirket av vegsalt.

Studevann N

Navn innsjø	Studevann N	
Region	Sør	
Kommune	Lillesand	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	020-56361	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	020-11410-L	
Vanntype	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 ²)	Ukjent	



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 Studevann, Aust-Agder fylke, november 2015.

Det er få andre potensielle kilder til forurensning i Studevann og vannet er lite eksponert for vinden. Dybden i innsjøen varierer mye, og innsjøen har flere bassenger.

Profilene viser at innsjøen har jevn reduksjon av oksygen fra 18 m og til bunnen. Bunnvannet er tilnærmet anoksisk (Figur 17). Konduktiviteten øker også brått fra ca 18 meter. Kloridkonsentrasjonen i bunnvannet er noe høyt (T/B:10/28 mg/l). Det ble påvist både salt- og oksygengradient i Studevann.

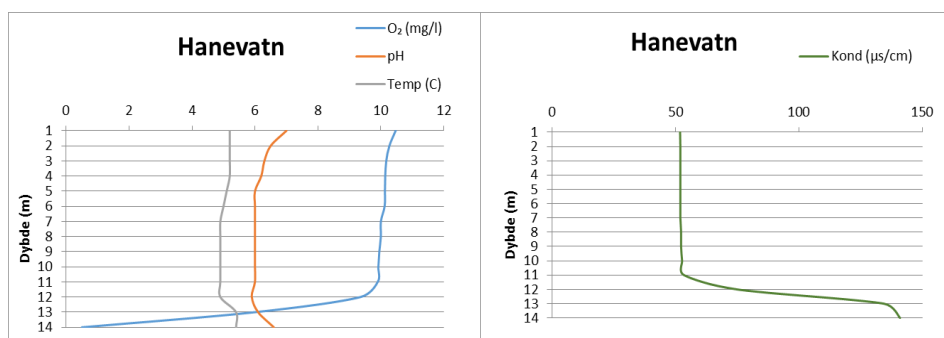
Det ble påvist Zn i topp- og bunnvannet tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Resultatene tyder på at innsjøen er påvirket av vegsalt.

Vest- Agder

Hanevatn

Navn innsjø	Hanevatn
Region	Sør
Kommune	Mandal
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	022-158598-L
Vannforekomstnummer (vann.nett)	ikke registrert
Vanntype	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 ²)	0,2



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 Hanevatn, Aust-Agder fylke, november 2015.

Hanevatn er et lite, humøst myrtjern med noe bebyggelse rett ved vannet. Vannet ligger i en gryte og er en relativt vindbeskyttet lokalitet.

Undersøkelsen viser at oksygenet reduseres raskt fra ca 11 meter (Figur 18), og følges av økt konduktivitet. Det er ingen termoklin i vannmassene. Det ble påvist både salt- og oksygengradient.


Det er oksygenreducerende forhold i bunnvannet som frigjør jern fra sedimentene. Det var sterk lukt av H₂S i bunnvannet.

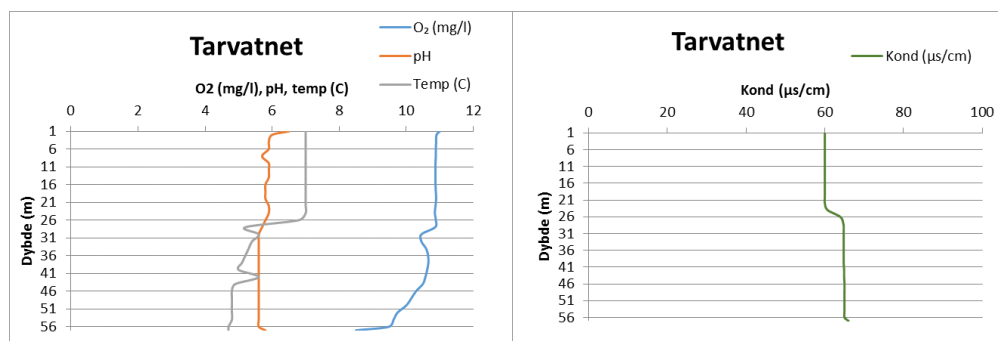
Høye kloridverdier i bunnvannet (T/B:10/25 mg/l) skyldes med stor sannsynlighet tilførsel av vegsalt. Også NIVA konkluderte i 2005 og 2010 at oksygenvinnet var saltindusert /1//2/.

Det ble påvist Zn i både topp- og bunnvann tilsvarende TKL 4, samt Pb i toppvannet i TKL 3. Øvrige målte metaller er i TKL 2 eller lavere.

Resultatene tyder på at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Tarvatnet

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



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 Tarvatnet, Aust-Agder fylke, november 2015.

Tarvatnet er en langstrakt innsjø, med relativt stort volum. Det er få andre potensielle forureningskilder i nedbørsfeltet. Tarvatnet er også drikkevannskilde og derfor en viktig naturressurs. Innsjøen er vindutsatt.

Profilene (Figur 19) indikerer at innsjøen har fullsirkulert og det er marginale forskjeller i temperatur, selv om man ser antydning til en termoklin på ca 26 m. Oksygen reduseres noe fra ca 30 m, men det indikeres ikke oksygenvikt mot bunnen.

Kloridkonsentrasjonene er forholdsvis lave og det er ingen betydelige forskjeller mellom topp- og bunn (T/B:13/14 mg/l). Det er ikke påvist oksygen- eller saltgradient.

Både topp- og bunnavann inneholder Zn i TKL 4. Det ble også påvist Pb i bunnavannet tilsvarende TKL 3.


Sedimentkjernen i Tarvatnet var fast og uten klar lagdeling. Det ble påvist høyere konsentrasjoner av undersøkte forbindelser i topplaget sammenlignet med referansesedimentene (bunn) (Tabell 7). Dette gjelder forbindelser PAH-16, Pb, Cd og Zn. Kilder til forurensninger i sedimentene er trolig en blanding av avrenning fra veg og annen diffus forurensning i nedbørsfeltet.

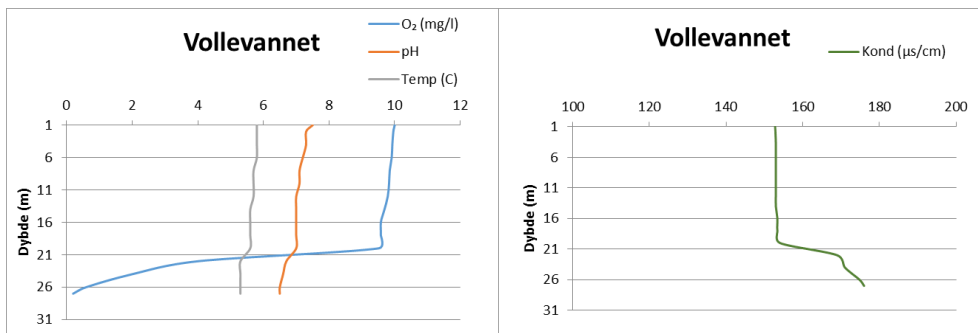
Resultatene tyder på at Tarvatnet er lite påvirket av vegsalt, men enkelte høye nivåer av metaller i vann og PAH i sediment tyder på bidrag fra ulike kilder i nedbørsfeltet.

Tabell 7. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne fra Tarvatnet.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	490	130
Cd	mg/kg TS	4,1	1,2
Cu	mg/kg TS	62	16
Cr	mg/kg TS	28	11
Ni	mg/kg TS	24	8,3
Zn	mg/kg TS	470	180
Fe	mg/kg TS	94000	100000
Ca	mg/kg TS	2300	2100
Mn	mg/kg TS	2100	3600
Na	mg/kg TS	390	290
Naf.	µg/kg TS	48	<27
Ace.	µg/kg TS	67	<27
Acen.	µg/kg TS	<34	<27
Fluora.	µg/kg TS	78	<27
Fen.	µg/kg TS	750	<27
Ant.	µg/kg TS	120	<27
Flu.	µg/kg TS	1900	28
Pyr.	µg/kg TS	2100	<27
Benz[a]ant.	µg/kg TS	1000	<27
Krys/Trifen.	µg/kg TS	4000	65
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	16000	270
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	2900	29
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	1600	<27
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	5400	140
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	1100	<27
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	4000	76
PAH 16	µg/kg TS	41000	610
TOC	% TS	18	17
Tørrstoff	%	5,9	7,5

Vollevannet

Navn innsjø	Vollevannet	
Region	Sør	
Kommune	Kristiansand	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	021-80365	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	021-11492-L	
Vanntype	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 ²)	Ukjent	



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 Vollevannet, Vest-Agder fylke, november 2015.

Vollevannet er stort og vindutsatt, med en demning i sør-vest enden. Innsjøen er omkranset av bebyggelse, veg og industri.

Undersøkelsen viser at oksygeninnholdet reduseres raskt fra ca 21 m (Figur 20), og det er anoksiske bunnforhold. Konduktiviteten følger oksygenprofilen og det er påvist en tydelig oksygengradient.

Det er ikke påvist saltgradient, men kloridinnholdet regnes som noe høyt (T/B: 27/31 mg/l). Dette kan også skyldes nærhet til sjøen. Innholdet av Tot-P er lavt og kan derfor ikke forklare lavt oksygeninnhold i bunnvannet. Grunnet oksygensvinnnet er det høyt jern og manganinnhold i bunnvannet.

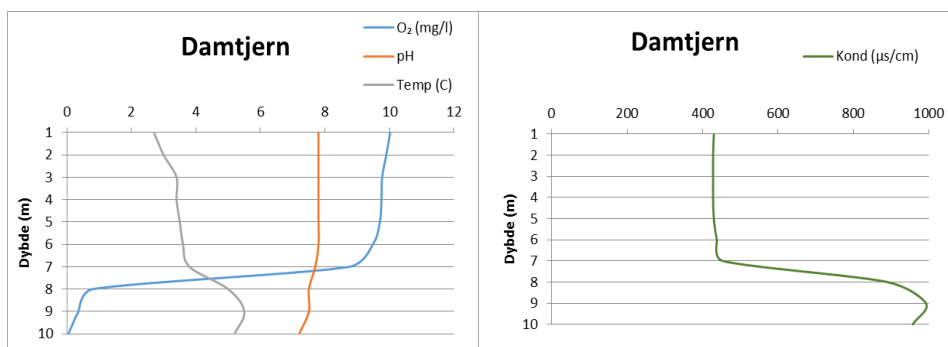
Konsentrasjonene av metaller er lave, med unntak av Zn i toppvannet tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Det er ikke entydig at anoksiske bunnforhold skyldes vegsalt alene.

Buskerud

Damtjern

Navn innsjø	Damtjern
Region	Sør
Kommune	Lier
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	011-3816
Vannforekomstnummer (vann.nett)	011-5559-L
Vanntype	kalkrik humøs
Nærmeste veg	E 18
Dybde prøvepunkt (m)	10
Koordinater (UTM 32)	572040, 6630145
Nærhet til sjø (km)	5,8
Høyde over havet	194
Innsjøareal (km ²)	0,013



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 Damtjern, Buskerud fylke, november 2015.

Damtjern ligger rett ved E18 og har historisk vært påvirket av anleggsvirksomhet og næringsområder oppstrøms. Vannet er lite eksponert for vind.

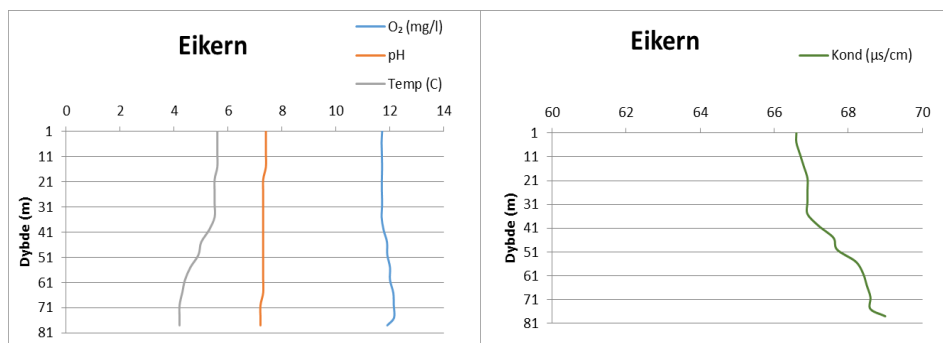
Undersøkelsen viser tydelig salt- og oksygengradient. Det er dannet en kjemoklin ved 7 meter (Figur 21), og bunnvannet er anoksisk. Damtjern inneholder svært høye nivåer av klorid i topp- og bunnvannet (T/B:36/110 mg/l)

Det ble påvist Cu i TKL 4 i topp- og bunnvann. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er påvirket av vegsalt og har utviklet saltindusert oksygenvinn.

Eikern

Navn innsjø	Eikern	
Region	Sør	
Kommune	Øvre Eiker/Hof	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	0125-29264	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	012-542-2-L	
Vanntype	Kalkfattig klar	
Nærmeste veg	Fv 35	
Dybde prøvepunkt (m)	79	
Koordinater (UTM 32)	6608207, 556205	
Nærhet til sjø (km)	14	
Høyde over havet	19	
Innsjøareal (km ²)	27,72	



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 Eikern, Buskerud fylke, november 2015.


Eikern er en stor, dyp innsjø. Innsjøen er vindutsatt. Kilder til forurensning kan være avrenning fra spredt bebyggelse og landbruk i nedbørfeltet. Profilen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 22).

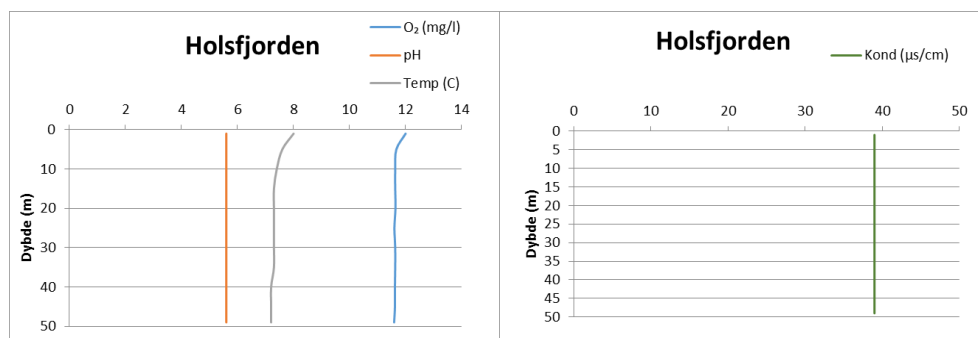
Kloridkonsentrasjonene er lave (T/B: 5,9/5,9 mg/l), og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient i bunnvannet.

Det ble påvist Zn i topp- og bunnvann i TKL 4, i tillegg til Pb i bunnvannet tilsvarende TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er lite påvirket av avrenning fra veg.

Holsfjorden

Navn innsjø	Holsfjorden	
Region	Sør	
Kommune	Hole	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	012-27636	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	012-597-L	
Vanntype	Kalkfattig klar	
Nærmeste veg	E16	
Dybde prøvepunkt (m)	50	
Koordinater (UTM 32)	6653069, 570125	
Nærhet til sjø (km)	12,7	
Høyde over havet	63	
Innsjøareal (km ²)	137,3	



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 Holsfjorden, Buskerud fylke, november 2015.

Holsfjorden er en del av Tyrifjorden, som i seg selv er en stor dyp innsjø. Det er mye bebyggelse og landbruk i umiddelbar nærhet til innsjøen. Holsfjorden er i stor grad eksponert for vind. Innsjøen er drikkevannskilde for Asker og Bærum.

Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 23). Kloridkonsentrasjonene var lave i både topp- og bunnvann (T/B:11/1,9 mg/l), og det ble ikke funnet salt- eller oksygengradient i vannmassene.

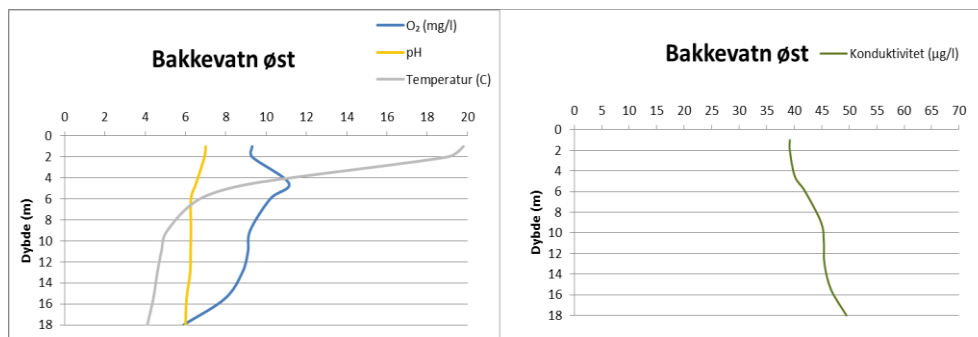
Topp- og bunnvann inneholder Pb i TKL 3. I tillegg er det påvist Cu i toppvann i TKL 4. Resterende metaller er i TKL eller lavere. Øvrige parametere er i TKL 2 eller lavere. Bunnvannet har generelt bedre kvalitet med hensyn på metaller sammenlignet med toppvannet.

Holsfjorden er i liten grad påvirket av avrenning fra veg.

Telemark

Bakkevatn øst

Navn innsjø	Bakkevatn øst
Region	Sør
Kommune	Bamle
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	017-56398
Vannforekomstnummer (vann.nett)	017-7904-L
Vanntype	Middels, kalkfattig, klar
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	18
Koordinater (UTM 32)	6535215, 525012
Nærhet til sjø (km)	2,3
Høyde over havet	37
Innsjøareal (km ²)	0,58

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 Bakkevatn øst, Telemark fylke, juni 2016.

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

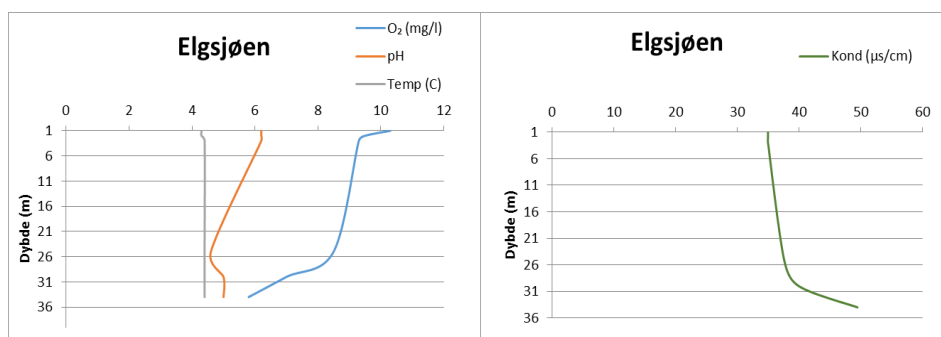
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 24) og begybbebde sommerstagnasjon av vannmassene. Kloridkonsentrasjonene var lave i både topp- og bunnvann (T/B:6,5/8,6 mg/l), og det ble ikke funnet salt- eller oksygengradient i vannmassene.

Resultatene viser at bunnvannet inneholder Cu i TKL 5, i tillegg til Zn og Pb i TKL 4 og TKL 3. Øvrige metaller er i TKL eller lavere.

Innsjøen virker lite påvirket av vegsalt, men høye konsentrasjoner av metaller i bunnvannet kan tyde på påvirkning fra vegavrenning.

Elgsjøen

Navn innsjø	Elgsjøen	
Region	Sør	
Kommune	Notodden	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	016-80360	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	016-6264-L	
Vanntype	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 ²)	0,6	



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 Elgsjøen, Telemark fylke, november 2015.

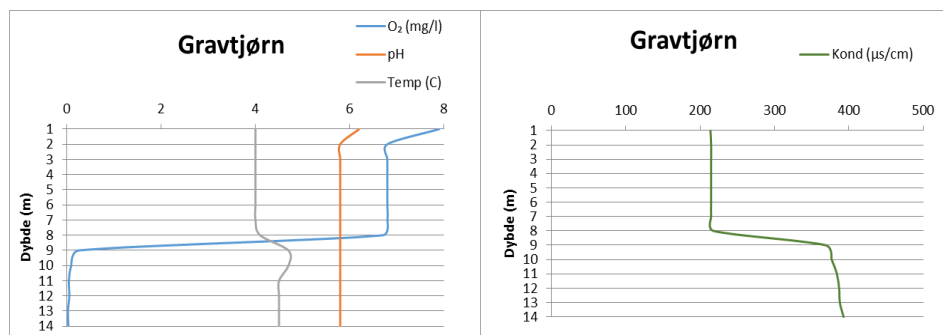
Elgsjøen er humøs og vindutsatt. Det er få kilder til forurensning til Elgsjøen. Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient i vannmassene. Undersøkelsen viser at oksygen reduseres fra 26 meter, men det er ikke tegn til anoksiske forhold (Figur 25). Konsentrasjonene av klorid er lave (T/B: 6,4/9,9 mg/l).

Bunnvannet inneholder noe forhøyede nivåer av Cu og Pb, tilsvarende TKL 4 og 3. I tillegg har topp- og bunnvann nivåer av Zn i TKL 4. Resterende parametere er i TKL 2 eller lavere

Det er ikke entydig at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Gravtjørn

Navn innsjø	Gravtjørn
Region	Sør
Kommune	Notodden
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	016-56399
Vannforekomstnummer (vann.nett)	016-203093-L
Vanntype	svært kalkfattig klar
Nærmeste veg	Fv. 37
Dybde prøvepunkt (m)	15
Koordinater (UTM 32)	6635839, 496575
Nærhet til sjø (km)	75
Høyde over havet	203
Innsjøareal (km ²)	0,02



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 Gravtjørn i Telemark, november 2015.

Gravtjørn er humøst og tydelig eutroft og er lite eksponert for vind. Det er få andre potensielle foruensningskilder enn vei i nedbørsfeltet.

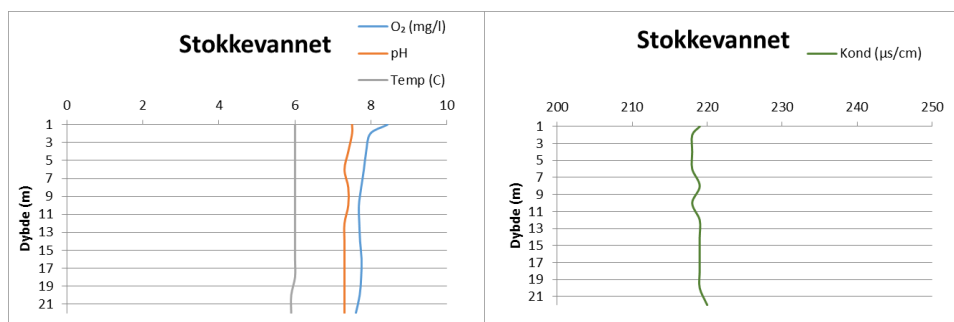
Undersøkelsen viser at det dannes en kjemoklin på 8 meter, hvor oksygeninnholdet reduseres brått (Figur 26). Vannet er anoksisk fra 9 meter og ned til bunn. Det er høyt innhold av klorid i topp og bunnvann (T/B:51/84 mg/l). Det ble påvist både salt- og oksygengradient i innsjøen. Ved prøvetidspunktet var det kraftig snøvær, og salting av veg var påbegynt.

Det er påvist høye konsentrasjoner av Zn i topp- og bunnvann tilsvarende TKL 4 og 5. Det er i tillegg Cu i topp- og bunnvann i TKL 5. I bunnvannet er det Pb, Cd og Ni i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Resultatene viser at Gravtjørn er sterkt påvirket av både vegsalt og undersøkte metaller.

Stokkevannet

Navn innsjø	Stokkevannet	
Region	Sør	
Kommune	Bamle	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	017-56403	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	017-1256-L	
Vanntype	Moderat kalkrik klar	
Nærmeste veg	E18	
Dybde prøvepunkt (m)	23	
Koordinater (UTM 32)	6544035, 539244	
Nærhet til sjø (km)	2	
Høyde over havet	21	
Innsjøareal (km ²)	0,66	



Figur 27. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Stokkevannet i Telemark, november 2015.

Stokkevannet ligger tett ved sterkt trafikkerte E18, og det er noe industri og landbruk i området. Innsjøen er forholdsvis vindutsatt.

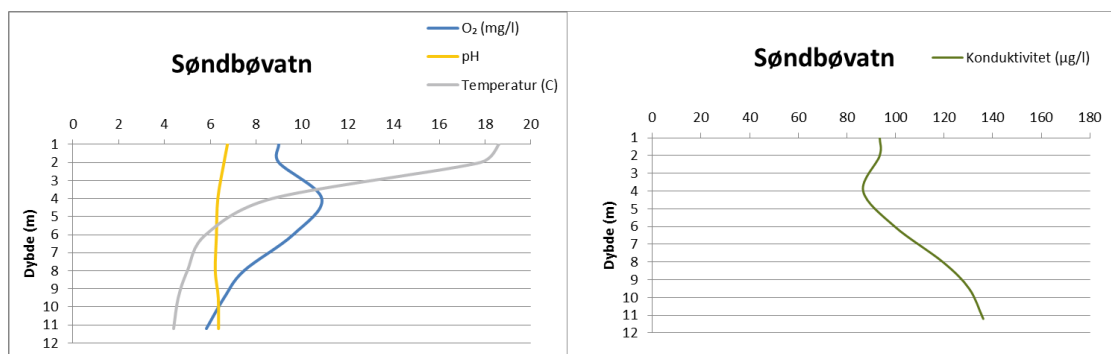
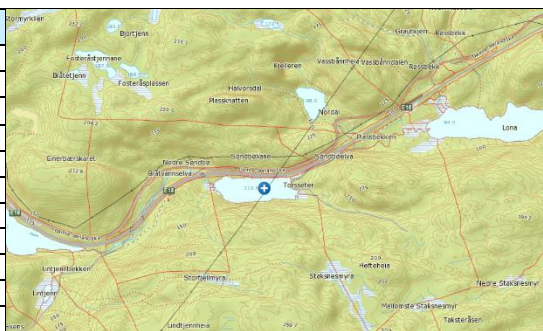
Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 27), og det er ikke tegn til oksygenvinn i bunnvannet. Vannprøvene viser noe forhøyde nivåer av klorid (T/B: 22/22 mg/l), men det er ingen forskjell mellom topp- og bunnvann. Det er lite forskjell mellom topp- og bunnvann for målte metaller.

Det ble påvist Pb i toppvannet i TKL 3, mens øvrige metaller i topp- og bunnvann tilsvarer TKL 2 eller lavere.

Den nære beliggenheten til sterkt trafikkert saltet veg forklarer sannsynligvis det høye kloridinnholdet. Innsjøen sirkulerer og det er ingen tegn til saltgradient.

Søndbøvatn

Navn innsjø	Søndbøvatn
Region	Sør
Kommune	Kragerø
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	017-56402
Vannforekomstnummer (vann.nett)	017-193-R
Vanntype	Moderat kalkrik, 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 ²)	1,04



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 Søndbøvatn i Telemark, juni 2016.

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

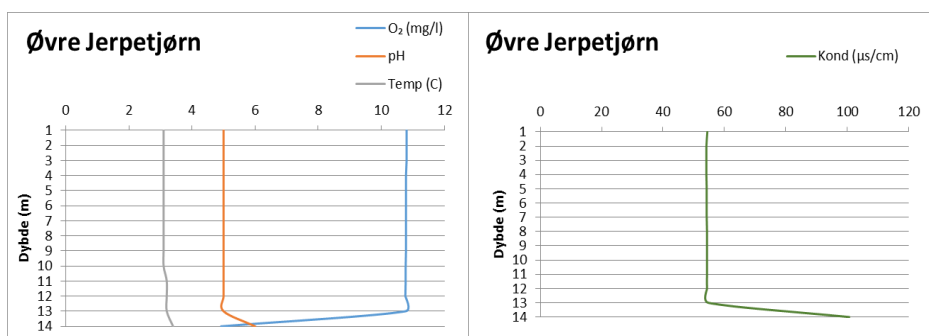
Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert (Figur 28), og det er ikke tegn til oksygenvinn i bunnvannet, selv om det er en tydelig reduksjon nedover i vannsøylen, noe som skyldes begynnende sommerstagnasjon. Vannprøvene viser noe forhøyde nivåer av klorid (T/B: 20/26 mg/l), men det er ingen påvist saltgradient.

Det er påvist høye konsentrasjoner av Cu i topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 5 og TKL 4. Det er også påvist Pb i TKL 3 i toppvannet. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Selv om det ikke er påvist salt- eller oksygengradient tyder resultatene på at Søndbøvatn er påvirket av avrenning fra vei.

Øvre Jerpetjørn

Navn innsjø	Øvre Jerpetjørn	
Region	Sør	
Kommune	Notodden	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	015-56404	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	ikke registrert	
Vanntype	Svært 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 ²)	Ukjent	



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 Øvre Jerpetjørn i Telemark, november 2015.

Øvre Jerpetjørn er et skogstjern med få andre potensielle forurensningskilder annet enn veg i nedbørsfeltet. Ved prøvetidspunktet hadde isen akkurat lagt seg. Det var sterk lukt av H₂S fra bunnvann og sediment.

Undersøkelsen viser at det dannes en kjemoklin på 13 meter (Figur 29). Det er likevel ikke påvist en oksygengradient (>6 mg/l). Kloridinnholdet er lavt (T/B:13/13 mg/l), og det er ikke påvist saltgradient. Konduktiviteten øker betydelig fra 13 m og ned til bunn og må derfor skyldes andre oppløste salter i bunnvannet.

Vannprøvene viser konsentrasjoner av Cu og Zn tilsvarende TKL 4 i både topp- og bunnvann. Det ble påvist Pb i bunnvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Sedimentene viser forhøyet innhold av Pb, Cd, Zn og PAH-16, sammenlignet med referansesediment (Tabell 8).

Resultatene tyder på at innsjøen er noe påvirket av metaller og PAH fra avrenning fra veg.

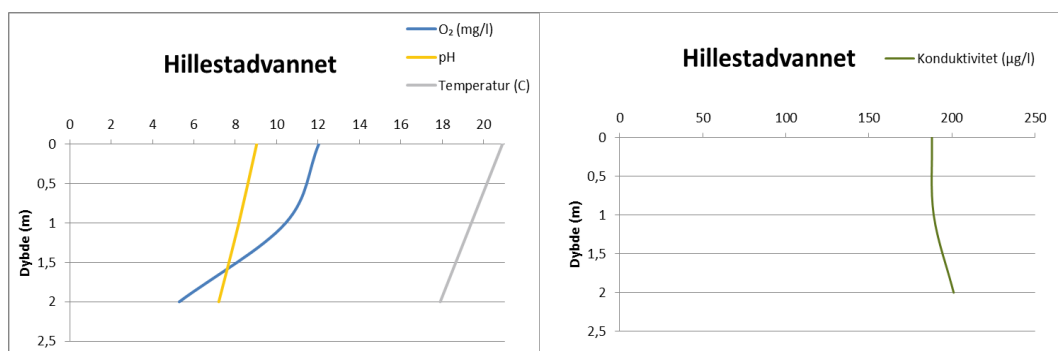
Tabell 8. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Øvre Jerpetjørn.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	130	8,2
Cd	mg/kg TS	1,6	0,53
Cu	mg/kg TS	26	28
Cr	mg/kg TS	11	13
Ni	mg/kg TS	11	11
Zn	mg/kg TS	380	190
Fe	mg/kg TS	59000	33000
Ca	mg/kg TS	2200	4500
Mn	mg/kg TS	380	490
Na	mg/kg TS	670	480
Naf.	µg/kg TS	<50	<50
Ace.	µg/kg TS	<50	<50
Acen.	µg/kg TS	<50	<50
Fluora.	µg/kg TS	<50	<50
Fen.	µg/kg TS	84	<50
Ant.	µg/kg TS	<50	<50
Flu.	µg/kg TS	360	<50
Pyr.	µg/kg TS	250	<50
Benz[a]ant.	µg/kg TS	89	<50
Krys/Trifen.	µg/kg TS	310	<50
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	1100	<50
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	260	<50
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	200	<50
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	720	<50
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	110	<50
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	600	<50
PAH 16	µg/kg TS	4000	N.d
TOC	%	5	6

Vestfold

Hillestadvannet

Navn innsjø	Hillestadvannet	
Region	Sør	
Kommune	Holmestrand/ Hof	
Vannlokalisetskode (vannmiljø)	012-27767	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	012-544-L	
Vanntype	Moderat 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 ²)	1,57	



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 Hillestadvannet i Vestfold, juni 2016.

Hillestadvannet er svært grunn (2 m) og er omringet av spredt bebyggelse og landbruksområder. Innsjøen er sterkt leirpåvirket, kalkrik og er svært eutrof som følge av avrenning fra landbruk. Sirkulasjonen er sterkt vindpåvirket.

Konsentrasjonen av klorid regnes som svakt forhøyet (T/B:25/25 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient. Forhøyede kloridkonsentrasjoner kan også skyldes avrenning fra landbruk. Som følge av en jevn reduksjon av oksygen fra topp til bunn er det påvist oksygengradient i vannmassene.

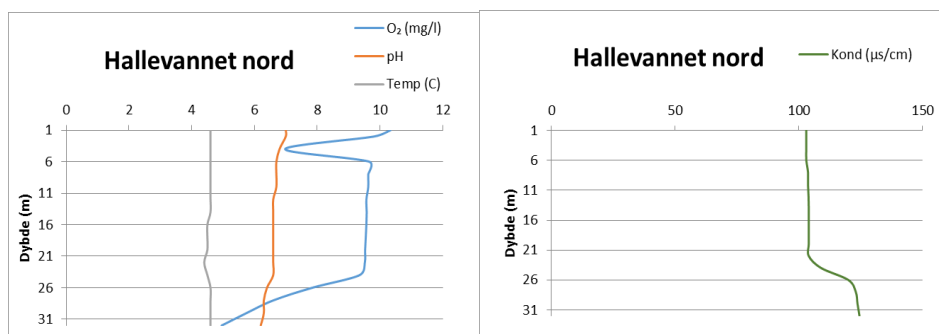
Det er påvist konsentrasjoner av Cu i topp- og bunnvann tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Det er påvist svært høye konsentrasjoner av Tot-P i topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 5, noe som viser at eutrofiering trolig er hovedårsak til reduksjon av oksygen i bunnvannet.

Hillestadvannet er tydelig påvirket av landbruksavrenning, men et visst bidrag fra vei kan likevel ikke utelukkes.

Vassbotnfjord/ Hallevannet nord

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



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 Vassbotnfjord/Hallevannet i Telemark, november 2015.

Det pågår stor byggeaktivitet nær Vassbotnfjord/Hallevannet, med blant annet bygging av en ny bro på E18. Innsjøen er humøs og noe eksponert for vind. Oksygenmålingene i innsjøen er ustabile, men verdiene reduseres jevnt fra 21 meter (Figur 31). Konduktiviteten øker på samme dyp. Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient, men noe forhøyede nivåer av klorid (T/B:18/22 mg/l) i både topp- og bunnvann kan tyde på bidrag fra veg.

Det ble påvist Pb i topp- og bunnvann i TKL 3, i tillegg til Cu og Zn i toppvannet tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller er i TKL eller lavere.

Toppsedimentene viser forhøyet innhold av Pb, Zn og enkelte PAH-forbindelser sammenlignet med referansesediment, nederst fra sedimentkjernen (Tabell 9).

Resultatene tyder på at Hallevannet er i noe grad påvirket av avrenning fra veg.

Tabell 9. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Øvre Jerpetjørn.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	77	38
Cd	mg/kg TS	1,1	0,31
Cu	mg/kg TS	27	12
Cr	mg/kg TS	32	16
Ni	mg/kg TS	25	10
Zn	mg/kg TS	230	99
Fe	mg/kg TS	33000	22000
Ca	mg/kg TS	4800	3700
Mn	mg/kg TS	760	610
Na	mg/kg TS	650	760
Naf.	µg/kg TS	<14	<14
Ace.	µg/kg TS	<14	<14
Acen.	µg/kg TS	<14	<14
Fluora.	µg/kg TS	<14	<14
Fen.	µg/kg TS	78	27
Ant.	µg/kg TS	17	<14
Flu.	µg/kg TS	270	43
Pyr.	µg/kg TS	260	36
Benz[a]ant.	µg/kg TS	120	16
Krys/Trifen.	µg/kg TS	440	51
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	1100	150
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	300	36
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	260	36
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	420	88
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	<14	<14
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	370	72
PAH 16	µg/kg TS	3700	560
TOC	% TS	12	15
Tørstoff	%	14,1	14,3

3.3 Region Vest

Resultater for vannkjemiske målinger av topp- og bunnvann 19 vegnære innsjøer i Region Vest er vist i Tabell 10 og Tabell 11.

Tabell 10. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, Tot-P, TOC, Fe (mg/l), samt Mn (µg/l) turbiditet (NTU) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i 19 undersøkte vann i Region Vest. 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	
Apeltunvatnet	18	140	13	77	9,8	18	35	270	6,5	17	190	18000	7,8	510	0,82	4,43
Frølandsvatnet	2,1	2,4	1,6	1,8	0,61	0,66	8,7	7,8	1,9	1,8	24	24	1,9	1,9	0,28	0,02
Griggjastemma	17	150	13	100	5,2	15	56	380	6,9	6,8	270	7700	9,4	100	11,64	44,2
Hopsvannet	8,3	8,3	5,4	5,4	3,3	3,4	23	23	5	4,9	120	110	6,2	6,4	1,18	0,71
Kristianborgvatnet	16	16	13	13	9,8	9,9	38	69	4,8	4,9	150	160	13	16	0,5	0,7
Lekvenvatn	20	21	13	13	16	16	27	30	7,1	7,1	130	130	3,3	0,39	16,2	17,43
Liavatnet	18	18	11	10	12	12	16	18	4,8	4,9	23	24	4,1	4,2	-	-
Skeievatnet	35	35	23	24	17	17	72	66	9,4	9,2	770	970	83	98	3,4	4,7
Søvikatjern	17	46	15	31	17	18	19	35	7,4	11	100	2700	14	430	0,7	2,13
Tveitvatnet	29	29	19	19	13	13	21	19	4,6	4,7	110	110	35	33	0,91	0,71
Ulvenvatnet	18	21	11	12	9,7	9,2	9,3	14	4,2	3,3	23	10	0,64	1,6	0,18	0,32
Vestratjørn	23	23	20	20	19	21	140	230	9,7	10	180	310	7,7	42	3,11	3,11
Åstveitstemma	22	39	14	23	7,3	7,1	45	84	<0,5	7,5	330	2700	12	11	1,3	2,84
Bilstadtjern	10	12	5,9	6,9	2,6	3,3	53	180	4,8	6,8	140	790	15	5,7	2,14	29,9
Revurstjernet	34	35	21	21	1,7	1,6	3,9	4,8	3,9	4,1	25	24	2	1,3	1,04	1,13
Stemtjørna	13	12	7,7	7,6	1	1,1	6,3	6,2	8,6	8,9	110	110	6	5,2	1,18	1,1
Toskatjørna	16	16	8,8	8,8	1,6	1,5	6,1	6,3	9,7	10	310	320	23	23	0,9	1,29
Movatnet	2	2,1	1,2	1,3	0,81	0,82	11	11	1,9	2,4	40	37	5,4	4,6	0,73	0,6
Oppstrynvannet	1,3	1,6	0,83	0,99	1,9	2,3	8,9	13	0,97	0,67	1,4	2,9	1	1,5	0,4	0,72

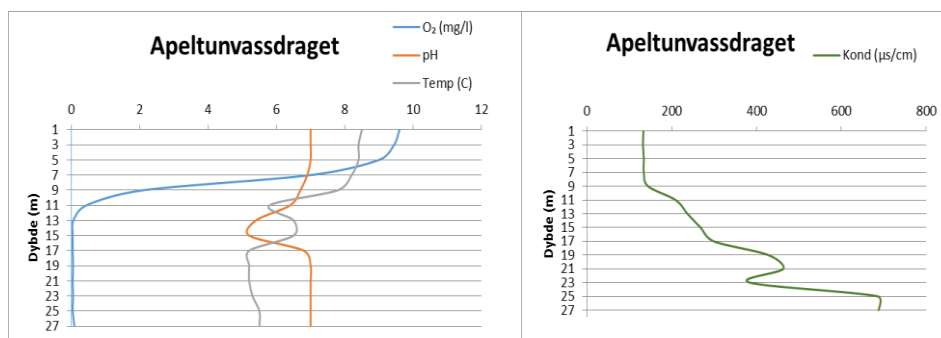
Tabell 11. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) for topp (T)- og bunnvannprøvene (B) i 19 undersøkte vann i Region Vest. Resultatene er klassifisert iht. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Rapport M-241 / 2014.

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	
Apeltunvatnet	1,2	4,1	0,015	0,01	4,3	1,7	0,85	0,64	10	9,6	0,16	0,061
Frølandsvatnet	0,31	0,76	0,0083	0,02	1,3	2	0,29	0,78	4,6	12	0,024	0,028
Griggjastemma	1,5	0,75	0,015	0,018	3,7	2,4	1,1	0,92	10	12	0,17	0,12
Hopsvannet	0,23	0,74	0,014	0,02	2,1	2,3	0,68	1,4	7,7	11	0,071	0,07
Kristianborgvatnet	0,31	1,2	0,011	0,017	2,2	2,3	0,53	1,1	9	11	0,17	0,17
Lekvenvatn	1,1	0,34	0,0086	0,0068	3,3	3	1,4	1,8	6,9	8	0,091	0,1
Liavatnet	0,67	0,67	0,0059	0,0053	2	2	0,54	0,53	3,3	3,4	0,28	0,27
Skeievatnet	0,23	0,74	0,014	0,02	2,1	2,3	0,68	1,4	7,7	11	0,071	0,07
Søvikatjern	0,35	0,7	0,0052	0,0078	2,9	1,3	0,77	1	5,5	8,1	0,14	0,1
Tveitvatnet	0,65	0,25	0,0081	0,012	2,4	2,7	0,66	0,9	9,5	11	0,14	0,14
Ulvenvatnet	0,51	3,8	0,0097	0,016	3,1	3,1	0,97	1,2	4,1	9,2	0,82	0,78
Vestratjørn	0,11	0,73	0,013	0,017	8,5	13	0,92	1,6	12	19	0,36	0,33
Åstveitstemma	1,3	0,7	0,0097	0,0072	2,7	1,4	0,63	0,81	7	5,6	0,12	0,068
Bilstadtjern	0,94	0,42	0,029	0,013	4,3	1,9	0,98	1,3	15	14	0,025	< 0,020
Revurstjernet	0,65	0,41	0,047	0,017	2,2	1,7	1,2	0,42	34	9,5	0,032	0,025
Stemtjørna	1,6	1,6	0,025	0,023	6	3,7	0,61	0,4	11	8,1	< 0,020	< 0,020
Toskatjørna	3,7	7,4	0,033	0,033	2,8	3,4	0,79	0,82	15	14	0,033	0,037
Movatnet	1,2	1,1	0,0072	0,0093	5,6	3,9	0,54	1,6	6,5	12	< 0,020	0,02
Oppstrynvannet	0,15	0,51	0,0084	0,0094	2,6	2,8	0,38	1	5,1	7,6	< 0,020	< 0,020

Hordaland

Apeltunvatnet

Navn innsjø	Apeltunvatnet	
Region	Vest	
Kommune	Bergen	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-17238	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26851-L	
Vanntype	kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	Fv. 580	
Dybde prøvepunkt (m)	29	
Koordinater (UTM 32)	6690147, 297389	
Nærhet til sjø (km)	1,33	
Høyde over havet	32	
Innsjøareal (km ²)	0,11	



Figur 32. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktiviteten (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Apeltunvatnet i Hordaland, oktober 2015.

Apeltunvatnet er omringet av tett bebyggelse, kjøpesenter og industri. Innsjøen er humøs og vindutsatt.

Undersøkelsen viser at innsjøen har utviklet en kjemoklin fra 9 meter, hvor også ledningsevne øker (Figur 32). Vannprøvene viser svært høyt innhold av klorid i bunnvannet (T/B:18/140 mg/l) og det er påvist salt- oksygengradient. NIVA konkluderte også med saltindusert oksygenvinn i 2005 og 2012 /1//2/.

Topp- og bunnvannet inneholder Pb i TKL 3. Øvrige metaller er lave, tilsvarende TKL 2 eller lavere.

Toppsedimentet inneholder høyere konsentrasjoner av målte forbindelser sammenlignet med referansesedimentet (bunn av kjernen) (Tabell 12).

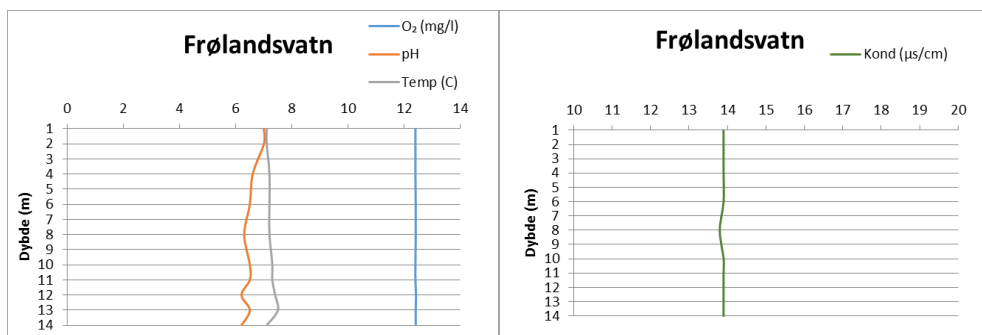
Sedimentprøvene sammen med vannprøvene underbygger at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg, og at oksygenvinn er saltindusert.

Tabell 12. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Apeltunvatnet.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	77	54
Cd	mg/kg TS	1,2	0,85
Cu	mg/kg TS	190	130
Cr	mg/kg TS	53	59
Ni	mg/kg TS	53	82
Zn	mg/kg TS	560	370
Fe	mg/kg TS	110000	72000
Ca	mg/kg TS	11000	10000
Mn	mg/kg TS	1100	790
Na	mg/kg TS	1600	1300
Naf.	µg/kg TS	22	<20
Ace.	µg/kg TS	<20	<20
Acen.	µg/kg TS	<20	<20
Fluora.	µg/kg TS	43	<20
Fen.	µg/kg TS	130	58
Ant.	µg/kg TS	34	<20
Flu.	µg/kg TS	240	89
Pyr.	µg/kg TS	510	160
Benz[a]ant.	µg/kg TS	170	54
Krys/Trifen.	µg/kg TS	520	130
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	470	170
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	110	42
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	180	54
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	83	41
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	30	<20
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	130	55
PAH 16	µg/kg TS	2700	850
TOC	% TS	17	14
Tørrstoff	%	11,2	13,7

Frølandsvatnet

Navn innsjø	Frølandsvatnet	
Region	Vest	
Kommune	Tysse	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	055-17854	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	055-26719-L	
Vanntype	Kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	Fv.7	
Dybde prøvepunkt (m)	15	
Koordinater (UTM 32)	6698222, 323213	
Nærhet til sjø (km)	1,55	
Høyde over havet	28	
Innsjøareal (km ²)	0,37	



Figur 33. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Frølandsvatn i Hordaland, oktober 2015.


Innsjøen er vindutsatt, og får tilførsel fra to store elver som sørger for god tilgang på ferskvann og sirkulasjon i bunnvannet.

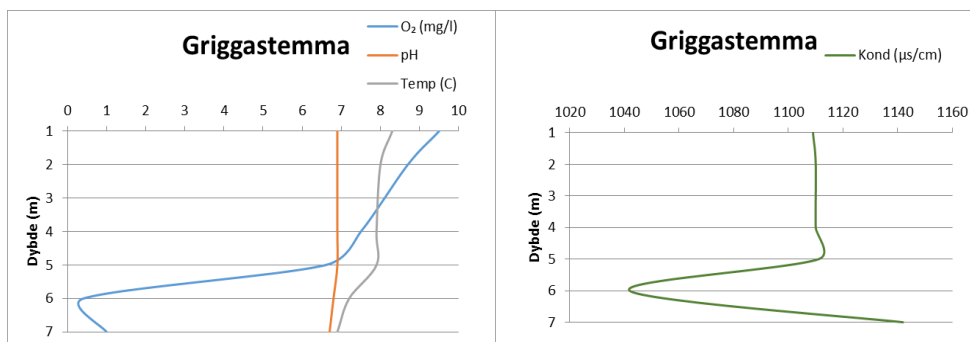
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 33), og viser ingen tegn til anoksiske bunnforhold. Vannprøvene viser at innholdet av klorid i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 2,1/2,4 mg/l).

Det er påvist Zn i bunnvannet tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller i topp- og bunnvann er i TKL 2 eller lavere. Det er marginale forskjeller mellom topp- og bunnvann.

Innsjøen viser ikke tegn til å være påvirket av avrenning fra veg.

Griggastemma

Navn innsjø	Griggastemma	
Region	Vest	
Kommune	Bergen	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-29886	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26605-L	
Vanntype	Kalkfattig, klar	
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 ²)	0,04	



Figur 34. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Griggastemma i Hordaland, oktober 2015.

Innsjøen påvirkes av nærings- og industrivirksomhet, i tillegg til veg. Griggastemma er et oppdemmet vann. Innsjøen er i liten grad eksponert for vinden.

Undersøkelsen viser at innsjøen har utviklet en kjemoklin på 5 meter (Figur 34). Det er anoksiske forhold fra 6 meter og ned til bunn. Det er påvist både salt- og oksygengradient. Bunnvannet inneholder svært høye kloridkonsentrasjoner (T/B:17/150 mg/l). Det ble konkluderte med saltindusert oksygenvinn i både 2005, 2010 og 2013.

Bunnvannet inneholder Zn i TKL 4, sam Pb i toppvannet tilsvarende TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere. Konsentrasjonen av Tot-P i topp- og bunnvann er høyt, tilsvarende TKL 5.

Sedimentene var bløte, finpartikulære, med svart topp og lysere bunn. Innholdet av miljøgifter i topp-prøven, inneholder Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og PAHer i TKL 4 og indikerer at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg eller industrivirksomhet.

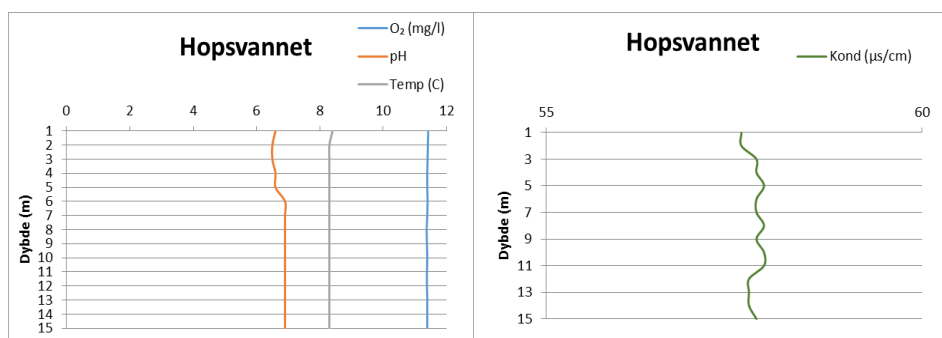
Resultatene viser at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg, og at oksygenvinnet er saltindusert.

Tabell 13. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Griggastemma.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	130	92
Cd	mg/kg TS	1,5	0,9
Cu	mg/kg TS	160	63
Cr	mg/kg TS	41	31
Ni	mg/kg TS	52	27
Zn	mg/kg TS	540	220
Fe	mg/kg TS	45000	33000
Ca	mg/kg TS	10000	6800
Mn	mg/kg TS	470	440
Na	mg/kg TS	2800	2000
Naf.	µg/kg TS	27	<20
Ace.	µg/kg TS	<20	<20
Acen.	µg/kg TS	21	<20
Fluora.	µg/kg TS	97	26
Fen.	µg/kg TS	240	95
Ant.	µg/kg TS	56	24
Flu.	µg/kg TS	490	260
Pyr.	µg/kg TS	1100	320
Benz[a]ant.	µg/kg TS	340	210
Krys/Trifen.	µg/kg TS	1500	500
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	820	790
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	160	200
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	250	180
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	99	150
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	38	41
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	200	110
PAH 16	µg/kg TS	5400	2900
TOC	% TS	17	16
Tørrstoff	%	13,2	18

Hopsvannet

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



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 Hopsvannet, oktober 2015.

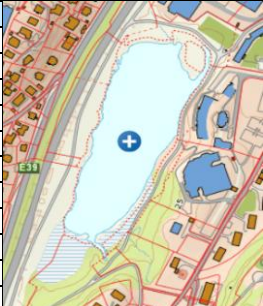
Hopsvannet er et bynært vann omkranset av veger og boligområder, samtidig som det er lite eksponert for vind. Andre potensielle forurensningskilder er industri og næringsvirksomhet i nedbørsfeltet. Hopsvannet har to elver/bekker som går inn og sikrer sirkulasjon i bunnvannet.

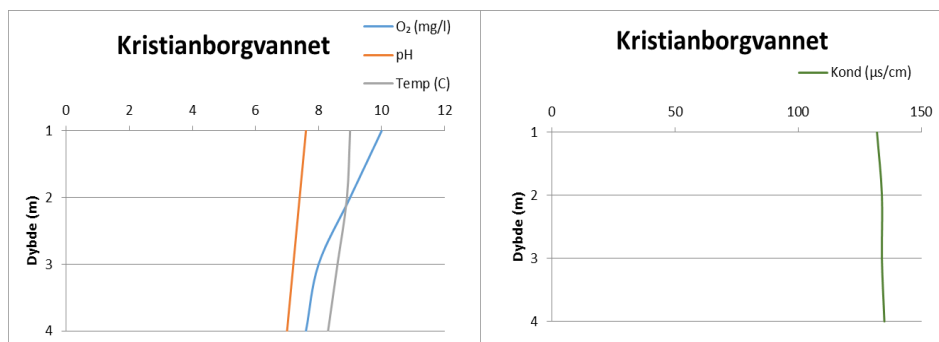
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 35), og det er ingen tegn til anoksiske bunnforhold. Kloridkonsentrasjonene er lave, både i topp- og bunnvann (T/B: 8,3/8,3 mg/l).

Bunnvannet inneholder Zn i TKL 4, mens øvrige metaller i topp- og bunnvann er i TKL 2 eller lavere.

Det er få tegn på at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Kristianborgvannet

Navn innsjø	Kristianborgvatnet	
Region	Vest	
Kommune	Bergen	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-29774	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26750-L	
Vanntype	Svært kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	E39	
Dybde prøvepunkt (m)	6	
Koordinater (UTM 32)	6696350, 298118	
Nærhet til sjø (km)	0,75	
Høyde over havet (m)	12,1	
Innsjøareal (km ²)	0,04	



Figur 36. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Kristianborgvannet, Hordaland, oktober 2015.

Innsjøen er omringet av nærings- og industrivirksomhet og boligbebyggelse. Innsjøen er grunn og vindutsatt.

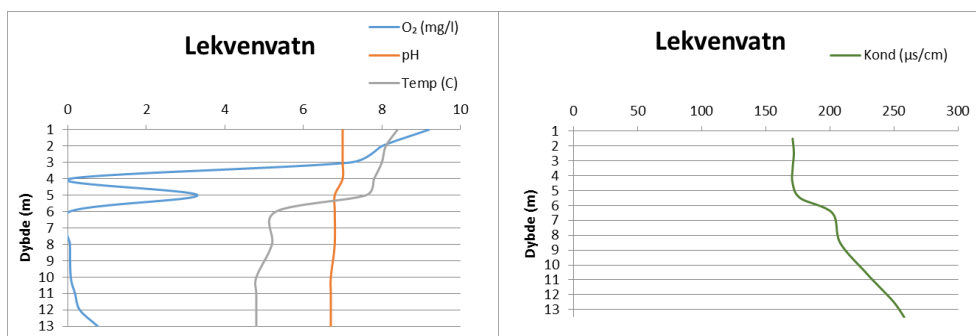
Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 36), og selv om oksygenet reduseres noe, er det ikke tegn til anoksisk bunnvann. Det var likevel sterk lukt av H₂S i bunnvannet. Vannprøvene viser høye verdier av Tot-P både i topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 4 og TKL 5. Kloridkonsentrasjonene er forholdsvis lave (T/B:16/16 mg/l), spesielt med tanke på innsjøens nærhet til marint miljø.

Det er ingen markante forskjeller mellom topp- og bunnprøver for undersøkte parametere. Det er påvist Zn i bunnvannet tilsvarende TKL 4 og Pb i TKL 3, mens resterende metaller i topp- og bunnvann er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er i liten grad forurenset som følge av avrenning fra veg.

Lekvenvatn

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



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 Lekvenvatn, Hordaland, oktober 2015.

Innsjøen ligger mellom veg og boligområder og er lite eksponert for vind. Innsjøen er svært eutrof og med stor algeoppblomstring.

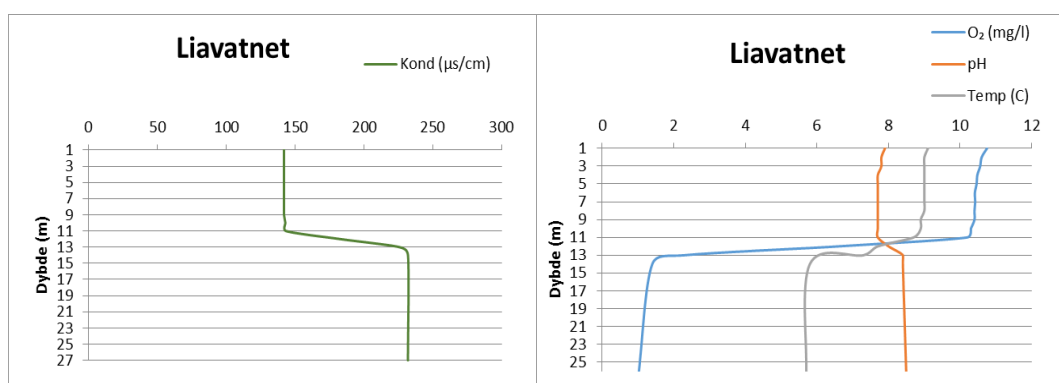
Undersøkelsen viser at oksygen reduseres kraftig allerede fra 3 meter (Figur 37). Det er tydelig oksygengradient i vannmassene, men dette skyldes trolig høy biologisk aktivitet og eutrofiering. Termoklinen fra 5 meter og ned til bunn.

Kloridinnholdet er noe høyt (T/B: 20/21 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient. Konsentrasjonene av metaller er lavt i både topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 2 eller lavere.

Det er ikke entydig at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Liavatnet

Navn innsjø	Liavatnet
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-43268
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26706-L
Vanntype	
Nærmeste veg	Rv. 555
Dybde prøvepunkt (m)	37
Koordinater (UTM 32)	6698772293541.9
Nærhet til sjø (km)	1,5
Høyde over havet (m)	31
Innsjøareal (km ²)	0,21



Figur 38. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Liavatnet, Hordaland, oktober 2015.

Liavatnet er avlangt og ligger tett inntil veien. Innsjøen er inneklemt mellom flere fjell og er godt skjermet for vindeksponering. Det er få andre mulige kilder til forurensninger enn veg i området.

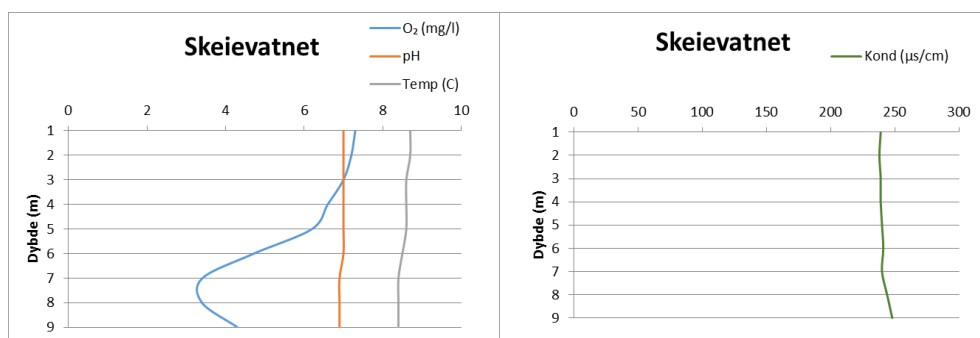
Undersøkelsen viser et tydelig sprangskjikt ved 11 meter hvor oksygenivået reduseres betydelig, samtidig som ledningsevnen øker kraftig (Figur 38). Det er påvist oksygengradient i vannmassene. Det er likevel ikke funnet saltgradient i vannmassene. Kloridkonsentrasjonen er ikke forhøyet med tanke på nærhet til marint miljø (T/B: 18/18 mg/l). Økende konduktivitet skyldes derfor andre oppløste salter i bunnvannet enn klorid. Høyt innhold av Tot-P i bunnvannet er trolig medvirkende årsak til lavt oksygenivå i bunnvannet.

For undersøkte metaller er konsentrasjonen i topp- og bunnvann tilsvarende TKL 2 eller lavere.

Resultatene viser at Liavatnet er lite forurenset av avrenning fra veg.

Skeievatnet

Navn innsjø	Skeievatnet
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-29829
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26868-L
Vanntype	Kalkfattig, humøs
Nærmeste veg	Fv. 580 og Fv 172
Dybde prøvepunkt (m)	10
Koordinater (UTM 32)	6689160, 295909
Nærhet til sjø (km)	2
Høyde over havet (m)	21
Innsjøareal (km ²)	0,077



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 Skeievatnet, Hordaland, oktober 2015.

Området rundt Skeievatnet er dominert av industri, bebyggelse og noe landbruk. Vannet er tydelig eutroft. Vannet har grønnlig farge, og det er svært frodig vegetasjon i littoralsonen. Det pågikk anleggsarbeid ved Fv. 580 under prøvetakningen. Innsjøen er noe vindutsatt.

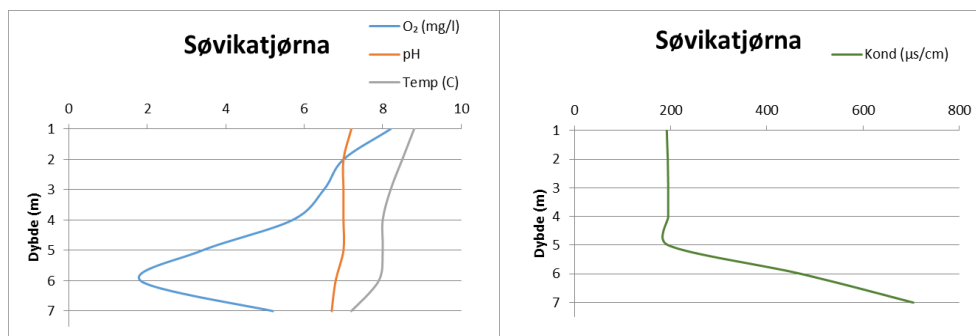
Undersøkelsen viser at oksygenet reduseres noe fra topp og ned til 5 meter, for så å øke ned mot 9 meter (Figur 39). Det er ikke påvist saltgradient, selv om konsentrasjonene av klorid er noe høyt (T/B:35/35 mg/l).

Konsentrasjonene av undersøkte metaller var lave, med unntak av Pb i bunnvannet som tilsvarer TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere. Nivåene av næringsalter (Fe, Mn) og Tot-P er høyt. Konsentrasjonen av Tot-P tilsvarer TKL 5.

Skeievatnet er noe påvirket av vegrelatert forurensning, men hovedproblemet er tilførsel av næringsalter og mineraler fra landbruk og nærliggende bebyggelse.

Søvikatjørna

Navn innsjø	Søvikatjørna
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-63643
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registret
Vanntype	Kalkfattig, humøs
Nærmeste veg	Fv.179
Dybde prøvepunkt (m)	7,4
Koordinater (UTM 32)	6691740, 295155
Nærhet til sjø (km)	0,15
Høyde over havet (m)	19
Innsjøareal (km ²)	Ukjent



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 Søvikatjørna i Hordaland, oktober 2015.


Søvikatjørn er et humøst myrtjern som ligger omkranset av boligbebyggelse. Innsjøen er trolig marint påvirket og er i liten grad eksponert for vind.

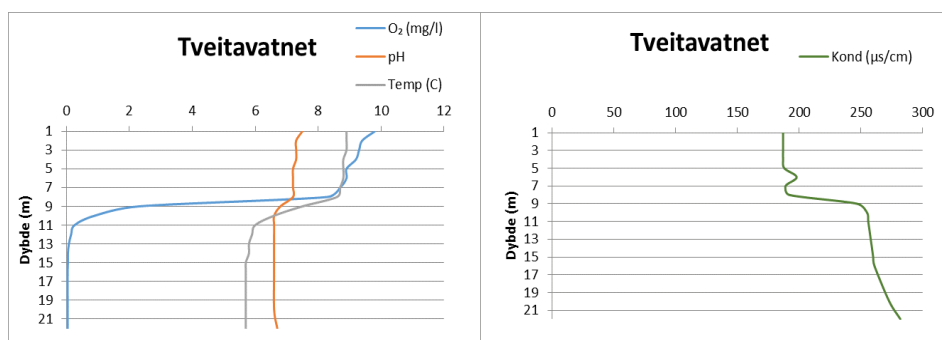
Undersøkelsen viser reduksjon av oksygen fra topp og ned til 6 m dyp for så å stige igjen (Figur 40). Konduktiviteten øker jevnt fra 5 m og ned til 7 m dyp.

Kloridinnholdet i bunnvannet er høyt (T/B: 17/46 mg/l) og det er tydelig saltgradient i vannmassene. Det er lave nivåer av metaller i topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 2 eller lavere.

Det er sannsynlig at saltgradient i Søvikatjørn skyldes tilførsel av vegsalt.

Tveitavatnet

Navn innsjø	Tveitavatnet	
Region	Vest	
Kommune	Os	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-43315	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26747-L	
Vanntype	svært kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	E39	
Dybde prøvepunkt (m)	22	
Koordinater (UTM 32)	6696435, 298877	
Nærhet til sjø (km)	1,9	
Høyde over havet (m)	45,5	
Innsjøareal (km ²)	0,14	



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 Tveitavatnet i Hordaland, oktober 2015.

Tveitavatnet er et bynært vann med boligområder og parkområder langs vannet. Innsjøen er vindutsatt.

Undersøkelsen viser at en termoklin er i ferd med å danne seg, og oksygen reduseres brått fra 8 meter, for så å bli anoksisk fra 11 meter (Figur 41).

Vannprøvene viser et forholdsvis høyt innhold av klorid i både topp- og bunnvann (T/B: 29/29 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient. Noe forhøyede nivåer av klorid i vannet kan tyde på en viss tilførsel av vegsalt. NIVA konkluderte at oksygensvinnet i innsjøen i 2005 og 2010 var saltindusert /1//2/.

Med unntak av Zn i bunnvannet (TKL 4) er det lave nivåer av metaller i vannprøvene. Øvrige metaller i topp- og bunnvann er i TKL 2 eller lavere.

Sedimentene luktet H₂S, og var svært løse. Toppsedimentene har høyt innhold av Zn og flere PAH-forbindelser, tilsvarende TKL 4 (Tabell 14). Også bunnsedimentet i kjernen hadde høye konsentrasjoner av PAH.

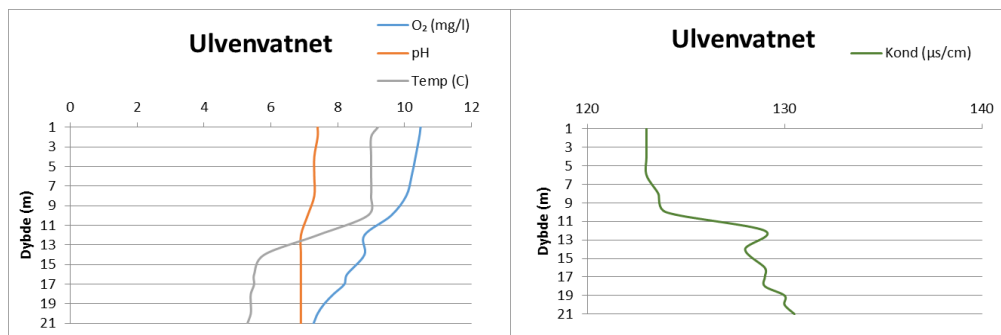
Innsjøen synes å være noe påvirket av avrenning fra veg.

Tabell 14. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Tveitavatnet.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	180	130
Cd	mg/kg TS	2,1	1,5
Cu	mg/kg TS	230	56
Cr	mg/kg TS	64	64
Ni	mg/kg TS	47	38
Zn	mg/kg TS	980	440
Fe	mg/kg TS	180000	54000
Ca	mg/kg TS	8500	6100
Mn	mg/kg TS	1200	1000
Na	mg/kg TS	1100	790
Naf.	µg/kg TS	28	26
Ace.	µg/kg TS	28	23
Acen.	µg/kg TS	38	26
Fluora.	µg/kg TS	67	36
Fen.	µg/kg TS	170	460
Ant.	µg/kg TS	62	100
Flu.	µg/kg TS	280	1400
Pyr.	µg/kg TS	750	1200
Benz[a]ant.	µg/kg TS	240	1100
Krys/Trifen.	µg/kg TS	680	1600
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	890	2900
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	210	910
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	300	960
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	200	890
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	57	190
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	240	670
PAH 16	µg/kg TS	4200	13000
TOC	% TS	13	14
Tørrstoff	%	8,8	13,6

Ulvenvatnet

Navn innsjø	Ulvenvatnet
Region	Vest
Kommune	Os
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	055-28146
Vannforekomstnummer (vann.nett)	055-26962-L
Vanntype	Svært kalkfattig, klar
Nærmeste veg	E39
Dybde prøvepunkt (m)	23
Koordinater (UTM 32)	6678269, 302597
Nærhet til sjø (km)	1
Høyde over havet (m)	43
Innsjøareal (km ²)	0,96



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 Ulvenvatnet i Hordaland, oktober 2015.

Ulvenvannet har flere potensielle forurensningskilder i nærområdet. Det er kjent grunnforurensning fra militært område, et tildekket kommunalt deponi, landbruk og industri. Innsjøen er vindutsatt.

Undersøkelsen viser en reduksjon i oksygen fra 9 meter (Figur 42), og følges av økende konduktivitet. Det er likevel ikke tegn til anoksiske forhold. Termoklin er i ferd med å dannes.

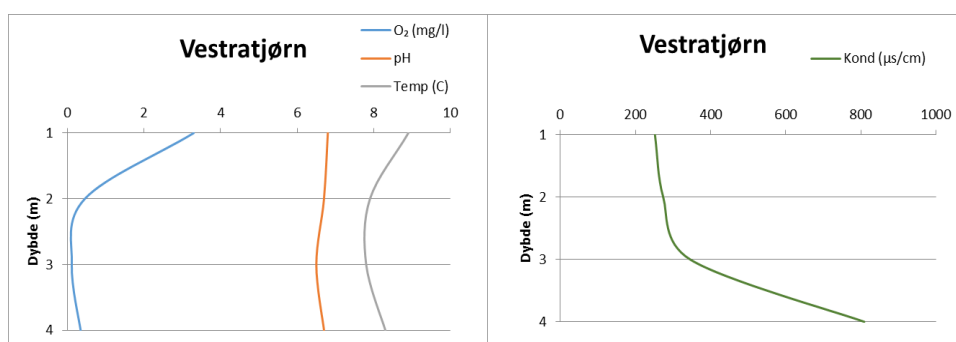
Vannprøvene viser noe forhøyet kloridinnhold (T/B: 18/21 mg/l), men ikke unormalt høyt med tanke på nærhet til marint miljø. Det er ikke påvist saltgradient i vannmassene.

Det er påvist Pb i TKL 3 i bunnvannet, mens øvrige metaller i topp- og bunnvann tilsvarer TKL 2 eller lavere.

Resultatene tyder på at dagens vegsaltyng i nedbørfeltet ikke utgjør et forurensningsproblem.

Vestratjørn

Navn innsjø	Vestratjørn
Region	Vest
Kommune	Bergen
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-63644
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-90-R
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs
Nærmeste veg	Fv.177
Dybde prøvepunkt (m)	5
Koordinater (UTM 32)	6688573, 292402
Nærhet til sjø (km)	1,4
Høyde over havet (m)	30
Innsjøareal (km ²)	0,065



Figur 43. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Vestratjørn i Hordaland, oktober 2015.

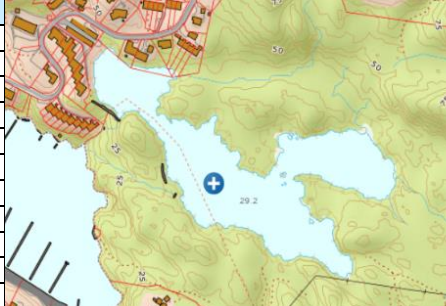
Vestratjørn er et tydelig eutroft myrtjern. Det er boliger og industri i nedbørfeltet.

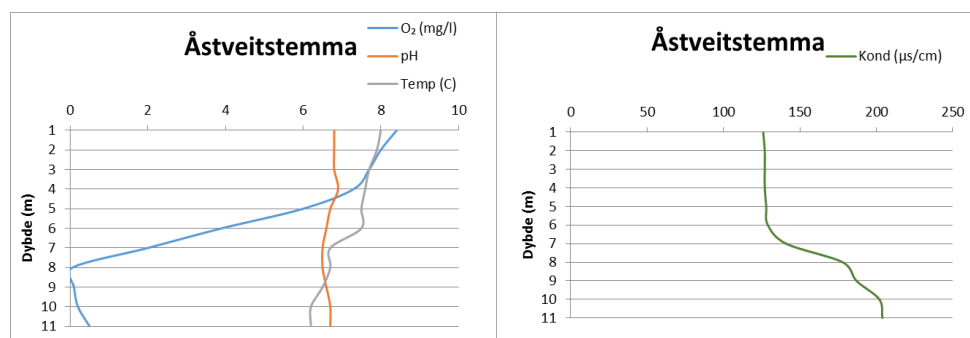
Undersøkelsen viser at oksygen reduseres rett under overflaten og det er anoksiske forhold allerede ved 2 meter (Figur 43). Konduktiviteten følger og øker kraftig fra 3 meter. Det er ikke påvist kloridgradient, selv om nivåene er noe forhøyde (T/B: 23/23 mg/l).

Vestratjørn er sterkt påvirket av næringssalter og enkelte metaller. Vannet er sterkt turbid og med høy grad av eutrofiering, som trolig er hovedgrunnen til oksygenvinn i bunnvannet. Både topp- og bunnvann inneholder Cu og Zn i TKL 4, mens øvrige metaller tilsvarer TKL 2 eller lavere. Tot-P i topp- og bunnvann tilsvarer TKL 5.

Resultatene og observasjoner i felt tyder på at forurensningskilder kan være landbruk, historiske utslipp, samt overflateavrenning fra industri og næring i området og det er ikke entydig at anoksiske forhold skyldes vegsalt alene.

Åstveitstemma

Navn innsjø	Åstveitstemma	
Region	Vest	
Kommune	Bergen	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	056-29825	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	056-26606-L	
Vanntype	Kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	E39	
Dybde prøvepunkt (m)	12	
Koordinater (UTM 32)	6707504, 296666	
Nærhet til sjø (km)	0,5	
Høyde over havet (m)	29	
Innsjøareal (km ²)	0,05	



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 Åstveitstemma i Hordaland, oktober 2015.

Innsjøen ligger svært nær havet og har et lite nedbørfelt. Potensiell forurensningskilder er nærliggende bebyggelse og veg.

Undersøkelsen viser at oksygen reduseres allerede fra 3 meter (Figur 44). Fra 8 meter er det oksygenfritt bunnvann. Konduktiviteten følger og øker fra 7 meters dyp. Konsentrasjonene av klorid er forholdsvis høye (T/B: 22/39 mg/l), og det er påvist både salt- og oksygengradient. Innsjøen ligger kun 500 meter fra sjø, og er trolig også marint påvirket.

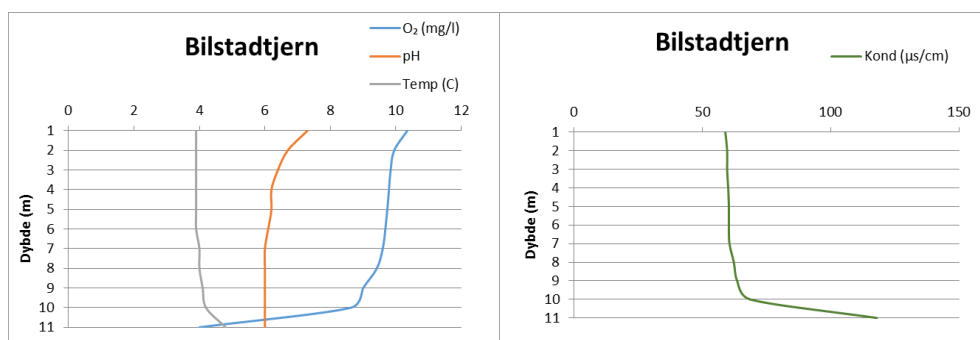
Det ble påvist Pb i TKL 3 i toppvannet, mens øvrige målte metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen har anoksiske forhold, trolig som følge av bidrag fra vegsalt, men også fra marint miljø.

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 ²)	0,018



Figur 45. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Bilstadtjern i Rogaland, oktober 2015.

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

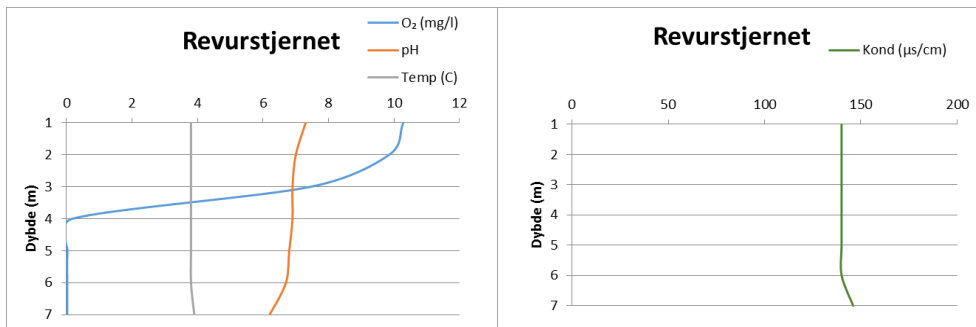
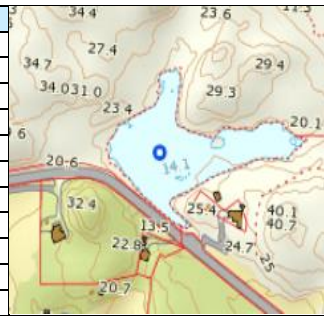
Profilmålingene viser at oksygen begynner å synke fra 8 m (Figur 45), og følges av økt konduktivitet. Oksygenivået i bunnvannet er lavt på rundt 4 mg/l. Tjernet har ikke utviklet termoklin.

Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvannet er lave (T/B: 10/12 mg/l). Grunnet oksygenreducerende i bunnvannet er innholdet av Fe høyt. Det ble påvist Zn i topp- og bunnvann tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Det er ikke tegn til at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Revurstjernet

Navn innsjø	Revurtjernet
Region	Vest
Kommune	Hå
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	027-63653
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert
Vanntype	Kalkfattig klar
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 ²)	0,01



Figur 46. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktiviteten (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Revurtjernet i Rogaland, oktober 2015.

Det er få andre mulige forurensningskilder enn veg rundt vannet. Innsjøen ligger svært nær havet og er derfor trolig marint påvirket. Innsjøen er eksponert for vind.

Undersøkelsen viser at oksygenet reduseres allerede fra 2 meter, og er oksygenfritt fra 4 meter (Figur 46). Konduktiviteten følger ikke oksygeninnholdet.

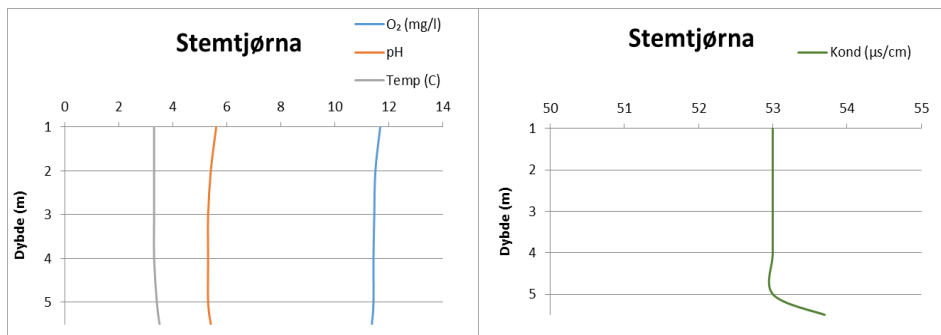
Vannprøvene viser høye kloridverdier (T/B: 34/35 mg/l), men vannet er trolig påvirket av marint miljø. Kloridkonsentrasjonene er lavere sammenlignet med undersøkelser i 2012.

Det ble påvist Zn i bunnvannet i TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Det er ikke entydig at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Stemtjørna

Navn innsjø	Stemtjørna
Region	Vest
Kommune	Forsand
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	031-63659
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert
Vanntype	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 ²)	0,02



Figur 47. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Stemtjørna i Rogaland, oktober 2015.

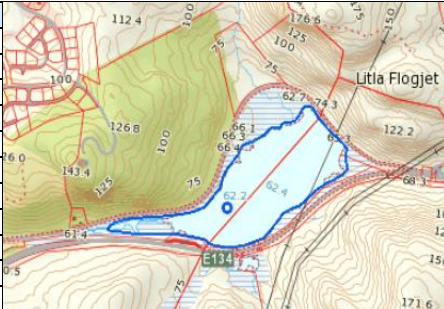
Stemtjørna ligger i fjellandskap langs Fv. 33 og har få andre potensielle forurensningskilder enn veg. Vannet er drikkevannskilde og humøst.

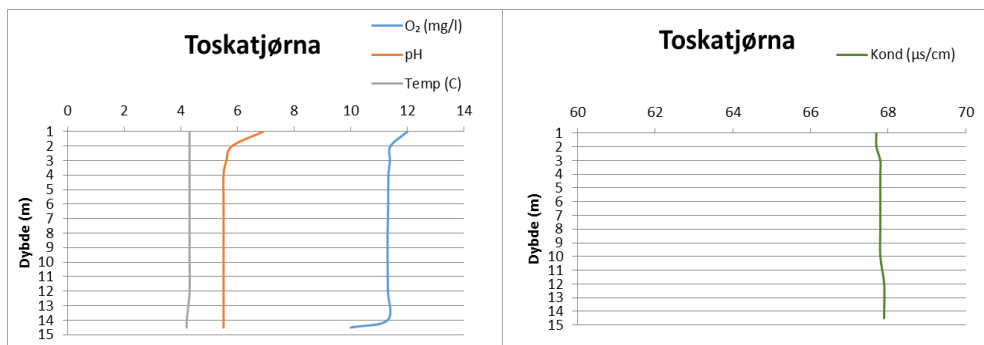
Resultatene viser at Stemtjørna har fullsirkulert og det ikke er tegn til oksygenvinn i bunnvannet (Figur 47). Kloridinnholdet er forholdsvis lavt i både topp- og bunnvann (T/B: 13/12 mg/l).

Toppvannet inneholder Zn i TKL 4, i tillegg til Pb i både topp- og bunnvann i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er i liten grad påvirket av avrenning fra veg.

Toskatjørna

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



Figur 48. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Toskatjørna i Rogaland, oktober 2015.

Innsjøen er et humøst myrjern som er lite påvirket av vind. Det er få andre mulige forurensningskilder enn veg omkring innsjøen.

Undersøkelsen viser svak reduksjon av oksygen i bunnvannet (Figur 48), men det er ikke tegn til oksygenvinn. Også konduktiviteten er lav. Det er ikke påvist salt- eller oksygengradient i vannmassene. Kloridkonsentrasjonen i topp- og bunnvann er ikke spesielt høyt med tanke på nærhet til marint miljø (T/B: 16/16 mg/l).

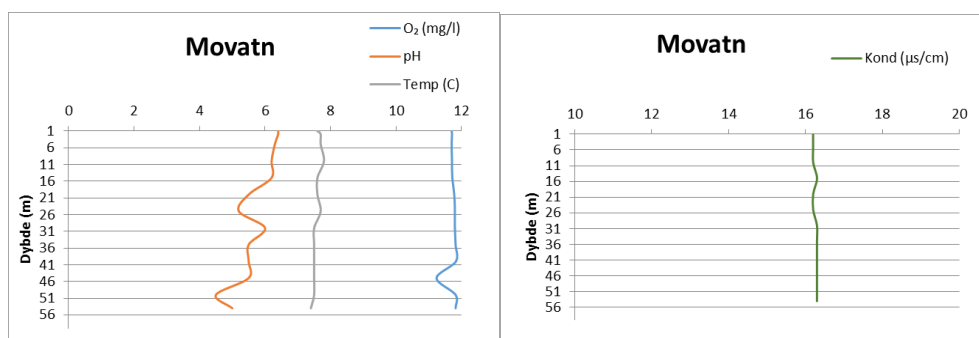
Topp- og bunnvann inneholder Zn i TKL 4 og Pb tilsvarende TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er i liten grad påvirket av avrenning fra veg.

Sogn og Fjordane

Movatnet

Navn innsjø	Movatnet	
Region	Vest	
Kommune	Førde	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	084-11522	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	084-1733-L	
Vanntype	Kalkfattig, klar	
Nærmeste veg	E39	
Dybde prøvepunkt (m)	55	
Koordinater (UTM 32)	6814432, 338061	
Nærhet til sjø (km)	7	
Høyde over havet (m)	40	
Innsjøareal (km ²)	1,62	



Figur 49. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Movatn i Sogn og Fjordane, oktober 2015.

Innsjøen mottar vann fra to store elver som sikrer god sirkulasjon i bunnvannet. Stedvis er det kraftig strøm i innsjøen og innsjøen er også noe eksponert for vind. Det er noe spredt bebyggelse og landbruk i nedbørfeltet.

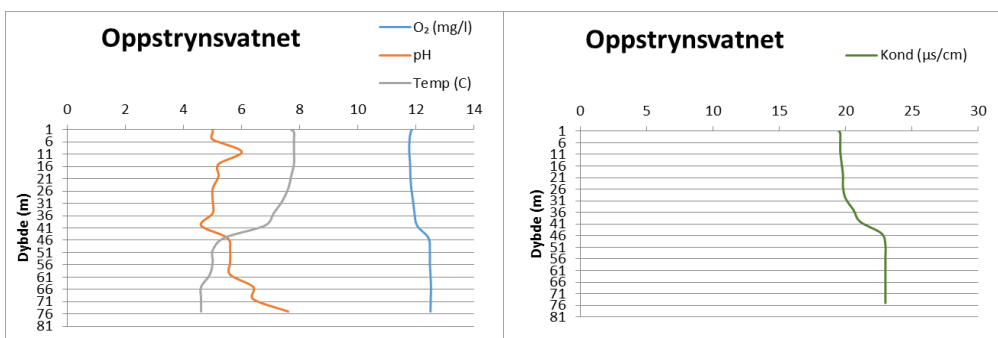
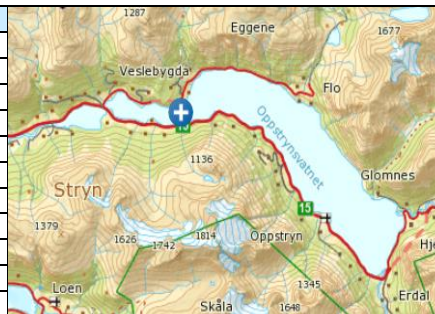
Resultatene viser at innsjøen har fullsirkulert (Figur 49) og det er ikke påvist salt- eller oksygengradient. Klordinnholdet er lavt i både topp- og bunnvann (T/B: 2,0/2,1 mg/l).

Det ble påvist konsentrasjoner av Zn i bunnvannet tilsvarende TKL 4. Det ble også påvist Pb i toppvannet i TKL 3. Øvrige metaller i topp- og bunnvann tilsvarer TKL 2 eller lavere.

Innsjøen ser ikke ut til å være påvirket av avrenning fra veg.

Oppstrynsvatnet

Navn innsjø	Oppstrynsvatnet
Region	Vest
Kommune	Stryn
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	088-38146
Vannforekomstnummer (vann.nett)	088-1802-L
Vanntype	Svært kalkfattig, klart
Nærmeste veg	Fv.15
Dybde prøvepunkt (m)	80
Koordinater (UTM 32)	6868035, 396906
Nærhet til sjø (km)	10,5
Høyde over havet (m)	29
Innsjøareal (km ²)	22,9



Figur 50. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Oppstrynsvatnet i Sogn og Fjordane, oktober 2015.

Innsjøen er sterkt påvirket av brevann. En elv med stor vannføring inn sikrer sirkulasjon i bunnvannet. Øvrige forurensningskilder kan være landbruk og spredt bebyggelse rundt vannet.

Prøvetakningene ble utført til kun 81 m dyp, mens dybden av innsjøen er totalt 230. Dette skyldes at COWI ikke hadde sonde beregnet på så stort dyp. Profileringen viser at det er gode oksygenforhold i vannsøylen (Figur 50). Det er heller ikke påvist saltgradient. Konsentrasjonen av klorid i topp- og bunnvann er lavt (T/B: 1,3/1,6 mg/l).

Vannprøvene viser lave nivåer i TKL 2 eller lavere for undersøkte metaller i topp- og bunnvann.

Innsjøen er i liten grad påvirket av avrenning fra veg.

3.4 Region Øst

Resultater for vannkjemiske målinger av topp- og bunnvann i 20 vegnære innsjøer i Region øst er vist i Tabell 15 og Tabell 16.

Tabell 15. Analyseresultat for Cl, Na, Ca, Tot-P, TOC, Fe (mg/l), samt Mn (µg/l) turbiditet (NTN,) for topp (T)- og bunnvannprøver (B) i 20 undersøkte vann i Region øst. 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	
Gaupemyrdammen	37	35	24	24	11	44	17	32	8,7	9,7	160	200	2,2	26	1,7	6
Gjersjøen	27	26	8,5	9,2	19	95	27	53	9,8	9,7	96	18	15	15	2,93	3,47
Midsjøvannet	12	12	6,7	6,3	15	15	65	55	14	14	290	280	130	130	27,3	25,3
Langvannet	29	90	17	46	15	18	14	23	6,9	6,1	67	420	6,4	490	1,9	12
Nordbytjernet	29	29	14	14	36	35	17	16	8,5	7,5	20	21	1,4	2,7	2,39	2,9
Padderudvann	30	120	18	53	57	82	14	330	12	13	20	120	57	2700	0,36	44,7
Skåntjern	50	51	26	26	25	25	85	85	7,5	6,7	110	110	230	230	1,05	1,03
Steinstjernet	36	65	19	30	27	37	15	33	10	14	75	1100	77	3,4	1,13	16,52
Svarttjern	120	170	43	57	55	78	13	40	5,6	12	4,4	58	190	7800	0,82	14,89
Svinesjøen	9,8	21	6,6	12	42	55	15	1100	10	17	3,6	580	36	1900	-	-
Tussetjern	32	64	19	32	26	22	13	29	8	9,6	110	2400	14	1500	2,3	5,6
Ulvenvannet	14	14	8,8	8,7	36	36	17	17	9,4	9,2	40	42	32	32	0,77	0,87
Varsjøen	6,7	6,6	3,9	4,2	2,3	2,4	5,7	8,7	7,8	7,4	78	240	8,2	16	0,39	0,47
Østensjøvannet, Ås	17	17	10	9,8	17	18	180	210	13	13	180	180	5,5	5,5	13,2	14,2
Jarenvannet	9,1	11	5,8	6,1	58	59	14	15	7,6	9,7	5	4,5	0,8	0,7	0,49	1,4
Gjersrudtjern	58	68	44	48	47	10	23	19	9,7	9	77	100	64	85	3,2	2,2
Østensjøvannet Oslo	34	35	22	23	24	25	110	120	11	11	170	180	150	150	15,01	14,25
Kuttjern	36	430	19	230	5,2	35	27	29	25	26	700	4500	82	400	2,44	29,6
Patterødtjernet	50	49	37	38	18	18	20	15	19	18	480	480	45	38	5,03	4,57
Søndre Brutjern	14	90	8,2	47	2,2	8,4	19	39	15	28	600	16000	160	570	3,45	12,67

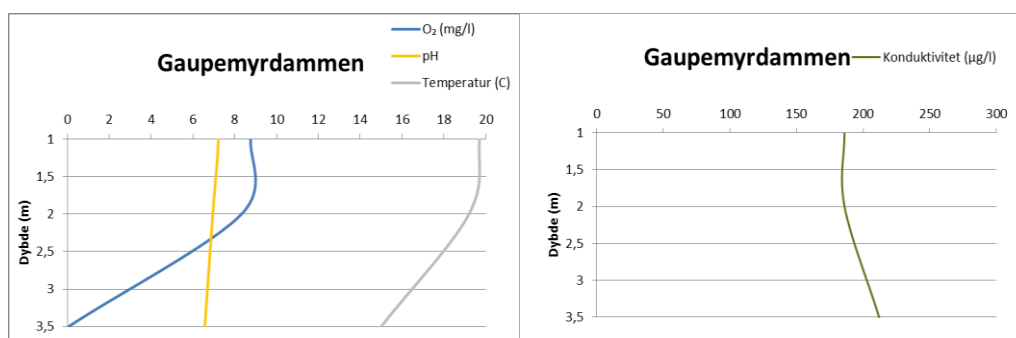
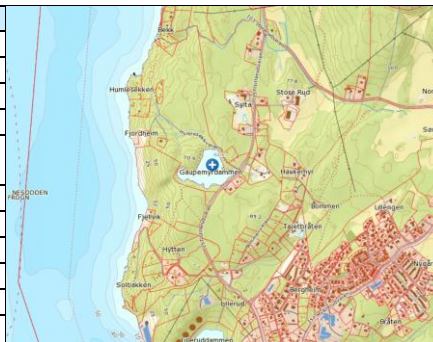
Tabell 16. Analyseresultat for Pb, Cd, Cu, Ni, Zn og Sb (µg/l) for topp (T)- og bunnvannprøvene (B) i 20 undersøkte vann i Region øst. Resultatene er klassifisert iht. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Rapport M-241 / 2014.

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	
Gaupemyrdammen	2,9	0,91	<0,0040	0,91	14	27	0,74	0,83	3,3	5,2	0,1	0,1
Gjersjøen	0,96	5,8	0,02	0,012	5,3	22	2	2,3	6,4	9,8	0,18	0,18
Midsjøvannet	2,4	0,83	0,017	0,018	8,5	25	2	2,6	9,3	8,2	0,065	0,063
Langvannet	0,13	0,17	0,0048	0,027	8,9	11	0,9	1,2	2,3	12	0,28	0,19
Nordbytjernet	0,096	0,063	0,006	0,0053	7,1	5,4	2,3	2,4	3,4	3,3	0,093	0,083
Padderudvann	0,41	0,22	0,014	<0,0040	8,7	2	2,8	1,6	10	2,4	0,15	0,045
Skåntjern	0,19	0,22	0,021	0,011	8	8	0,72	0,76	10	5,8	0,034	0,034
Steinstjernet	0,048	0,68	0,0046	0,0078	1,6	0,54	0,28	1,3	1,6	4,7	0,13	0,072
Svarttjern	0,049	<0,010	0,0041	0,0069	3,9	4,5	<0,050	0,73	4,6	3,1	0,025	0,024
Svinesjøen	0,41	0,41	0,013	<0,0040	20	3,5	1,5	1,4	16	3,3	0,13	0,026
Tussetjern	0,44	0,42	0,013	0,028	3,2	11	1,2	1,4	6,1	9,6	0,36	0,15
Ulvenvannet	1,9	0,52	0,014	0,012	9,5	9,3	1,1	1,1	7,2	4,7	0,12	0,12
Varsjøen	0,16	0,25	0,0092	0,012	6,7	6,5	0,44	0,53	3,9	5,1	0,053	0,055
Østensjøvannet, Ås	0,26	0,41	0,019	0,018	9,1	14	2,2	2,2	4,8	4,4	0,16	0,16
Jarenvannet	0,062	0,047	0,012	0,0056	8,6	8,1	2,8	2,6	11	3,6	0,15	0,14
Gjersrudtjern	0,071	0,017	0,013	0,017	14	75	1,9	2,3	2,4	12	0,31	0,3
Østensjøvannet Oslo	0,79	1,9	0,013	0,011	15	13	1,4	1,2	8,9	6,4	0,32	0,32
Kuttjern	2,4	0,33	0,034	0,0049	35	3,5	1	1,3	24	3,6	0,12	0,095
Patterødtjernet	5,3	5,2	0,023	0,014	13	7,7	2,4	1,7	21	7,3	0,26	0,27
Søndre Brutjern	1,5	1,6	0,022	0,021	28	18	1,1	1,5	10	13	0,082	0,08

Akershus

Gaupemyrdammen

Navn innsjø	Gaupemyrdammen
Region	Øst
Kommune	Nesodden
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	005-49311
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs
Nærmeste veg	Fv .157
Dybde prøvepunkt (m)	3,5
Koordinater (UTM 32)	6624305, 589248
Nærhet til sjø (km)	0,2
Høyde over havet (m)	61
Innsjøareal (km ²)	0,08



Figur 51. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gaupemyrdammen i Akershus fylke, juni 2016.

Gaupemyrdammen er et grunt (3 m), oppdemmet, humøst skogstjern. Vannmassene er stillestående, har lav grad av vannutskiftning, men er forholdsvis godt eksponert for vind.


Resultatene viser en jevn reduksjon av oksygen fra topp til bunn og påvist oksygengradient (Figur 51). Dette kan være forårsaket av pågående sommerstagnasjon. Konduktivitetsmålingene viser en svak økning nedover i vannsøylen.

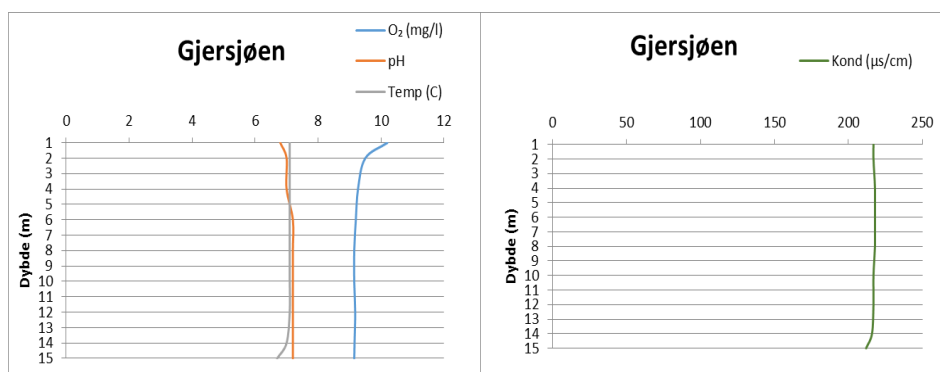
Vannprøvene viser høye kloridverdier både i topp- og bunnvann (T/B: 37/35 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient i vannmassene, som skyldes at innsjøen er svært grunn.

Det er påvist høye konsentrasjoner av Cu i topp- og bunnvannet, tilsvarende TKL 4 og TKL 5. Det er også påvist Cd i bunnvannet i TKL 4 og Pb i toppvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Høye konsentrasjoner av klorid og enkelte metaller tyder på at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Gjersjøen

Navn innsjø	Gjersjøen	
Region	Øst	
Kommune	Ås	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	005-27842	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	005-297-L	
Vanntype	Moderat kalkrik, klar	
Nærmeste veg	E18/E6	
Dybde prøvepunkt (m)	16	
Koordinater (UTM 32)	6626051, 599870	
Nærhet til sjø (km)	20	
Høyde over havet (m)	40	
Innsjøareal (km ²)	2,64	



Figur 52. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gjersjøen i Akershus fylke, november 2015.

Undersøkelsen er gjort i bukta mot Vinterbro. Innsjøen er vindutsatt, og mulige forureningskilder i tillegg til veg avrenning fra spredt bebyggelse og landbruk i nedbørsfeltet. Gjersjøen benyttes som drikkevannskilde.

Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert og profilene viser at det ikke er dannet noen kjemoklin, samtidig som oksygeninnholdet i både topp- og bunnvann er tilfredsstillende (Figur 52).

Vannprøvene viser høye kloridverdier både i topp- og bunnvann (T/B: 27/26 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient. Gjersjøen er undersøkt flere ganger tidligere og kloridkonsentrasjonene har vært svakt økende siden 70-tallet. Dette kan tyde på et visst bidrag fra vegavrenning.

Bunnvannet inneholder Cu i TKL 5 og Pb i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.


Sedimentundersøkelsen viser høyere verdier av enkelte PAH-forbindelser i bunn av kjernen sammenlignet med toppsedimentet (Tabell 17). Toppsedimentet har Ni og Zn tilsvarende TKL 3, men lave konsentrasjoner av øvrige målte metaller og PAHer.

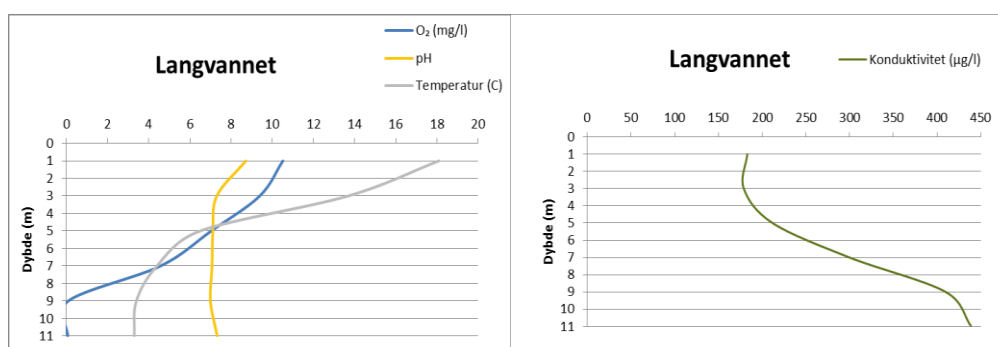
Undersøkelsen tyder på at Gjersjøen er noe påvirket av avrenning av vegsalt og metaller fra veg.

Tabell 17. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Gjersjøen.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	25	21
Cd	mg/kg TS	0,54	0,39
Cu	mg/kg TS	38	17
Cr	mg/kg TS	52	39
Ni	mg/kg TS	54	38
Zn	mg/kg TS	260	160
Fe	mg/kg TS	33000	23000
Ca	mg/kg TS	4000	2400
Mn	mg/kg TS	760	560
Na	mg/kg TS	1000	910
Naf.	µg/kg TS	<20	<10
Ace.	µg/kg TS	<20	<10
Acen.	µg/kg TS	<20	<10
Fluora.	µg/kg TS	<20	<10
Fen.	µg/kg TS	<20	42
Ant.	µg/kg TS	<20	14
Flu.	µg/kg TS	31	160
Pyr.	µg/kg TS	42	140
Benz[a]ant.	µg/kg TS	<20	67
Krys/Trifen.	µg/kg TS	36	130
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	68	320
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	<20	92
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	26	92
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	28	200
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	<20	28
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	33	160
PAH 16	µg/kg TS	260	1400
TOC	% TS	3,7	2,9
Tørrstoff	%	29,7	44,4

Langvannet

Navn innsjø	Langvannet	
Region	Øst	
Kommune	Lørenskog	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-43322	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	002-3520-R	
Vannstype	Små, moderat kalkrik, humøs	
Nærmeste veg	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 53. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Langvannet i Akershus fylke, juni 2016.

Langvannet er et humøst tjern omgitt av en rekke sterkt trafikkerte veier og bebygde områder. Innsjøen antas å historisk være sterkt påvirket av avløp, avfallsfyllinger og avrenning fra industriområder.

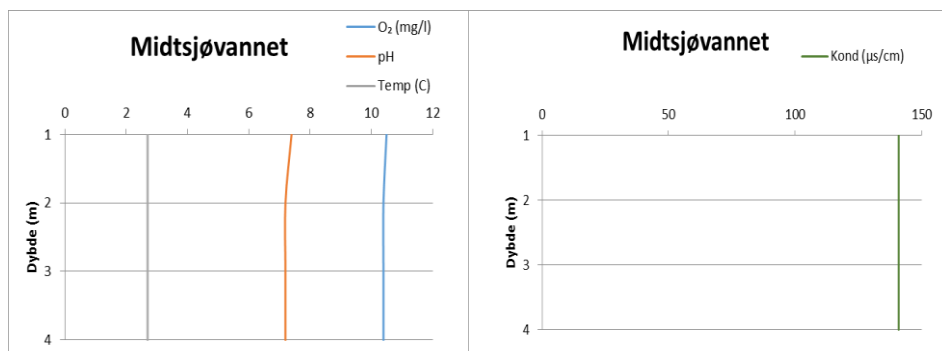
Resultatene viser høye konsentrasjoner av klorid i både topp- og bunnvann (T/B:29/90 mg/l), og med tydelig saltgradient i vannmassene. Dette bekreftes også ved økende konduktivitet nedover i vannsøylen. Det er oksygenfritt bunnvann fra 9 m og ned til bunn, med påfølgende oksygengradient. Temperaturprofilen viser begynnende sommerstagnasjon.

Vannprøvene viser at topp- og bunnvann inneholder Cu tilsvarende TKL 4, samt Zn i bunnvannet i TKL 4.

Undersøkelsen tyder på at Langvannet er sterkt påvirket av salt og metaller fra avrenning fra vei, men også andre kilder antas å ha stor effekt på innsjøen.

Midtsjøvannet

Navn innsjø	Midtsjøvannet	
Region	Øst	
Kommune	Ski	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	055-42496	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	055-5646-L	
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs	
Nærmeste veg	Fv.154	
Dybde prøvepunkt (m)	5	
Koordinater (UTM 32)	605853, 6622926	
Nærhet til sjø (km)	9	
Høyde over havet (m)	129	
Innsjøareal (km ²)	0,30	



Figur 54. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Midtsjøvannet i Akershus fylke, november 2015.

Midtsjøvann er tydelig eutroft, er vindeksponert og er omkranset av landbruksområder og spredt bebyggelse.

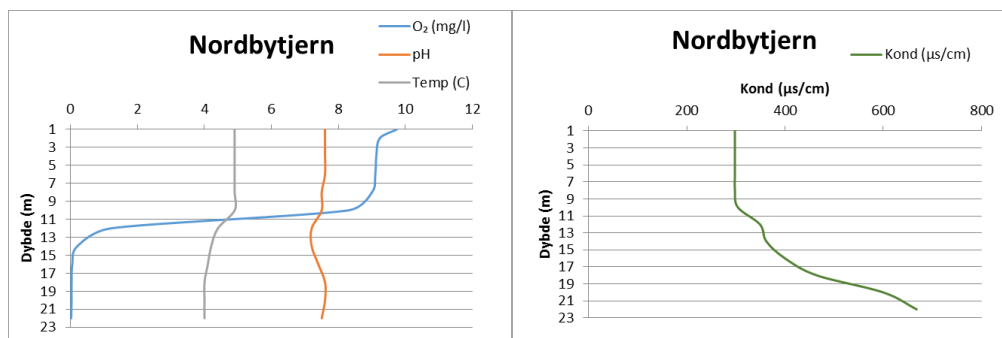
Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert, og det er ingen tegn til dannelse av kjemoklin. Kloridinnholdet er forholdsvis lave (T/B: 12/12 mg/l) og det ble ikke påvist saltgradient.

For metallene er det påvist Cu i topp- og bunnvannet, tilsvarende TKL 4 og TKL 5, i tillegg til Pb i toppvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere. Høye konsentrasjoner av Tot-P (TKL 4) tyder på avrenning fra landbruk.

Innsjøen viser ikke tegn på å være nevneverdig påvirket av avrenning av vegsalt, men resultatene viser likevel et sannsynlig bidrag av metaller (Cu).

Nordbytjern

Navn innsjø	Nordbytjern	
Region	Øst	
Kommune	Ullensaker	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-28956	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	022-4228-L	
Vanntype	Moderat kalkrik humøs	
Nærmeste veg	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 55. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Nordbytjern i Akershus fylke, november 2015.

Nordbytjern er en grunnvannspåvirket endogen meromiktisk innsjø som er grundig undersøkt tidligere. Den er vindutsatt, og påvirkes av overvann fra store deler av Jessheim. Overvannet ledes til en rensepark før det kommer ut i Nordbytjern. Innsjøen er omkranset av veg og bebyggelse.

Undersøkelsen viser at innsjøen har utviklet et sprangsjikt på 9 meter, hvor konduktiviteten også øker videre nedover i vannsøylen (Figur 55).

Vannprøvene viser et forhøyet innhold av klorid i både topp- og bunnvann (T/B: 29/29 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient. Kloridkonsentrasjonene er også økende i forhold til målingene i 2010.

Alle metaller i topp- og bunnvann er lave tilsvarende TKL 2 eller lavere.

Sedimentene viser en økning av Cd, Ni, Zn (alle TKL 3), samt enkelte PAH-forbindelser (TKL 4), sammenliknet med referansesedimentet (bunn) (Tabell 18). Dette kan tyde på et visst bidrag fra avrenning fra veg.

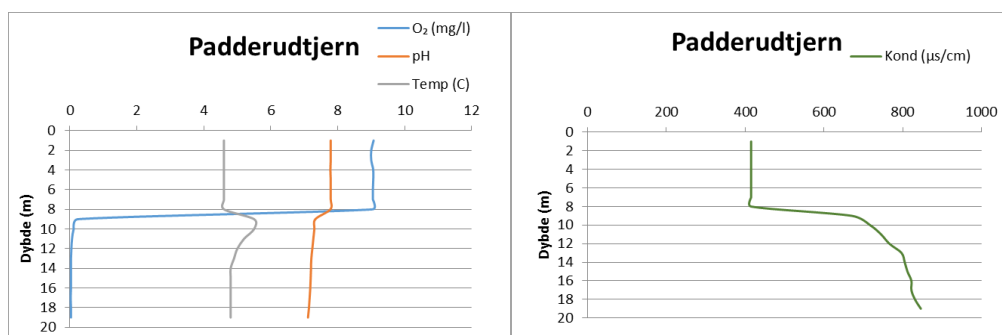
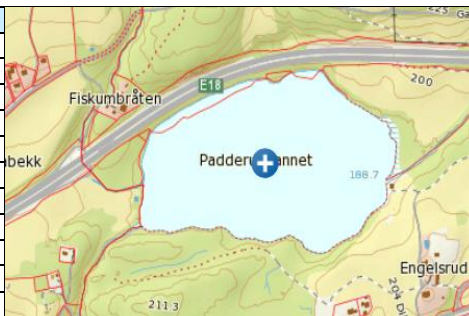
Selv om det ikke er dannet saltgradient i vannmassene, vurderes Nordbytjern å være påvirket av avrenning fra veg.

Tabell 18. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Nordbytern.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	26	20
Cd	mg/kg TS	2,2	0,78
Cu	mg/kg TS	17	1,3
Cr	mg/kg TS	32	21
Ni	mg/kg TS	98	28
Zn	mg/kg TS	460	200
Fe	mg/kg TS	120000	130000
Ca	mg/kg TS	6600	5900
Mn	mg/kg TS	30000	25000
Na	mg/kg TS	5800	5900
Naf.	µg/kg TS	<50	<50
Ace.	µg/kg TS	<50	<50
Acen.	µg/kg TS	<50	<50
Fluora.	µg/kg TS	<50	<50
Fen.	µg/kg TS	56	<50
Ant.	µg/kg TS	<50	<50
Flu.	µg/kg TS	140	<50
Pyr.	µg/kg TS	120	<50
Benz[a]ant.	µg/kg TS	<50	<50
Krys/Trifen.	µg/kg TS	130	<50
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	250	<50
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	72	<50
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	87	<50
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	210	<50
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	<50	<50
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	200	<50
PAH 16	µg/kg TS	1300	N.d
TOC	%	6,8	6,5

Padderudvann

Navn innsjø	Padderudvann
Region	Øst
Kommune	Asker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	009-42400
Vannforekomstnummer (vann.nett)	009-5521-L
Vanntype	Kalkrik klar
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	20
Koordinater (UTM 32)	6632421, 576171
Nærhet til sjø (km)	7
Høyde over havet (m)	188
Innsjøareal (km ²)	0,18



Figur 56. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Padderudtjern i Akershus fylke, november 2015.

Padderudtjern ligger tett inntil E18 og er tydelig eutroft. Innsjøen er noe eksponert for vind. Andre forurensningskilder kan være landbruk og spredt bebyggelse.

Undersøkelsen viser at innsjøen har utviklet et sprangsjikt med anoksiske forhold fra 8 m dyp (Figur 56). Både topp- og bunnvann har svært høye kloridkonsentrasjoner (T/B: 30/120 mg/l), og det er påvist både salt- og oksygengradient.


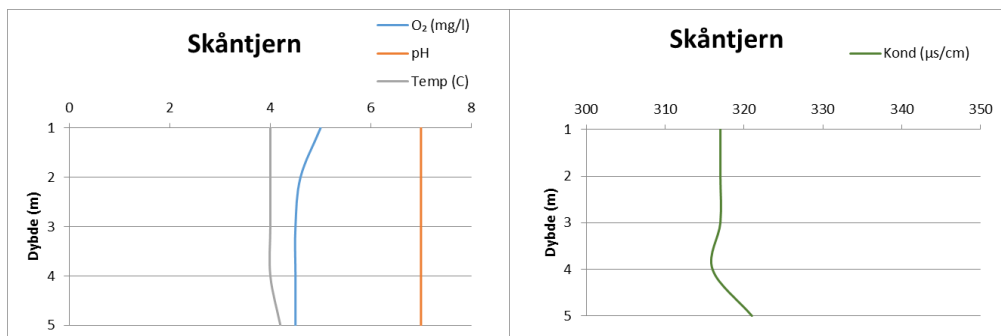
Ekstreme fosforverdier i bunnvannet, indikerer at de anoksiske forholdene gir en regjødsling av fosfor til vannmassene, men at fosforet holdes i bunnvannet grunnet sprangsjiktet.

Det er påvist Cu i toppvannet tilsvarende TKL 4. For andre målte metaller er topp- og bunnvann i TKL 2 eller lavere.

Resultatene tyder på at Padderudtjern er sterkt påvirket av vegsalt med påfølgende saltgradient i vannmassene.

Skåntjern

Navn innsjø	Skåntjern
Region	Øst
Kommune	Ullensaker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-49209
Vannforekomstnummer (vann.nett)	ikke registrert
Vanntype	Kalkrik, humøs
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	6
Koordinater (UTM 32)	6671094, 618816
Nærhet til sjø (km)	45
Høyde over havet (m)	200
Innsjøareal (km ²)	0,01

Figur 57. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Skåntjern i Akershus fylke, november 2015.

Skåntjern er en grytehullsjø som ligger i jordbrukslandskap, tett på veg og jernbane. Grunnvann er eneste tilførsel. Innsjøen er i ferd med å gro igjen. Innsjøen er lite eksponert for vind.

Undersøkelsen viser at Skåntjern har sirkulert, og det er ikke tegn til anoksiske bunnforhold selv om oksygenivået er noe lavt (Figur 57).

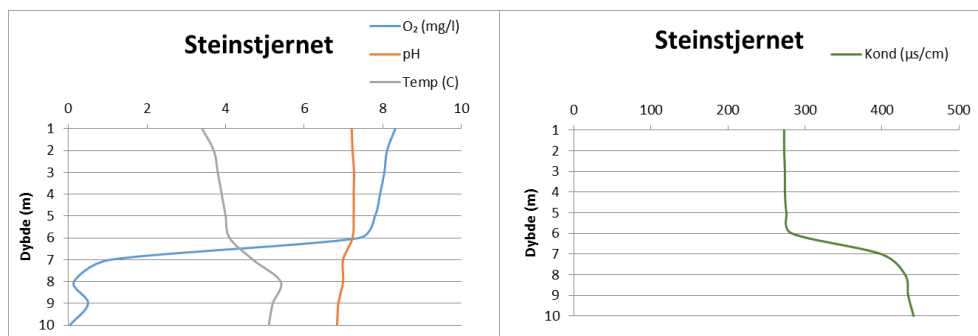
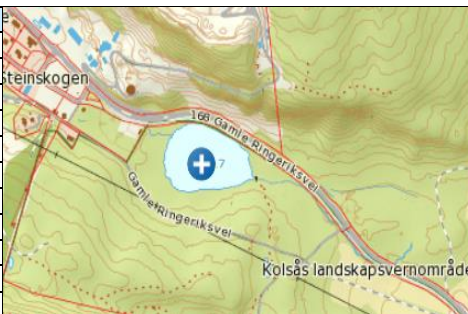
Vannprøvene viser høyt innhold av klorid både i topp og bunnvann (T/B: 50/51 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient i vannmassene.

Med unntak av Cu (TKL 4) er innholdet av metaller i topp- og bunnvann lavt (TKL 2 eller lavere).

Selv om det ikke er dannet salt- og oksygengradient i vannmassene viser resultatene at innsjøen er påvirket av avrenning fra veg.

Steinstjern

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



Figur 58. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Steinstjernet i Akershus fylke, november 2015.

Steinstjern er et stillestående kalkrikt tjern med relativt lav vannutskiftning. Innsjøen ligger innen Kolsås og Dælivann landskapsvernområde, langs FV 168. Det er noe spredt bebyggelse i nedbørfeltet.

Undersøkelsen viser at det er dannet et sprangsjikt på 6 meter, med anoksiske forhold fra 7 m dyp (Figur 58). Kloridinnholdet er høyt i både topp- og bunnvann (T/B: 36/65 mg/l), og det er påvist saltgradient i vannmassene.

Konsentrasjonene av metaller i topp- og bunnvann er lavt, tilsvarende TKL 2 eller lavere.

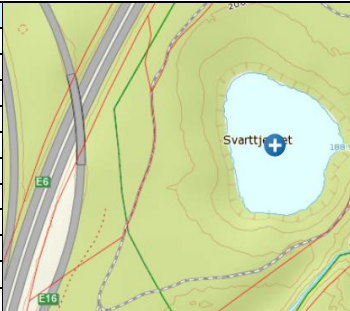
Toppesediment viser noe forhøyede konsentrasjoner av Cu, Ni og Zn (TKL 3), i forhold referansen (bunn av sedimentkjernen) (Tabell 19) og kan tyde på et visst bidrag fra veg.

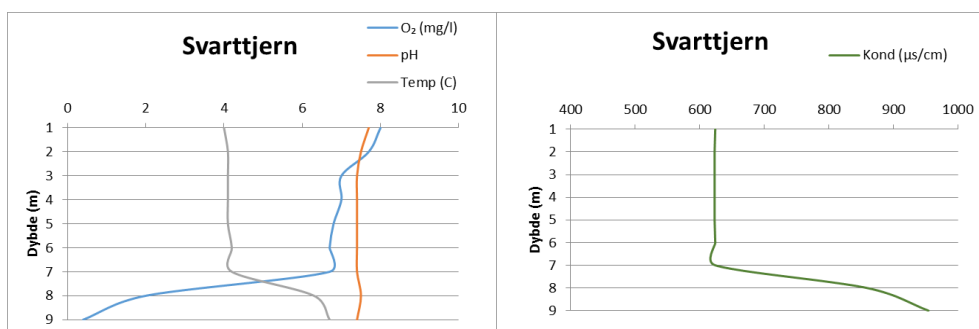
Undersøkelsen viser en svært sannsynlig saltindusert sjiktning av vannmassene som følge av avrenning av vegsalt.

Tabell 19. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerner (topp og bunn) fra Steinstjern.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	23	50
Cd	mg/kg TS	0,26	0,43
Cu	mg/kg TS	140	53
Cr	mg/kg TS	57	20
Ni	mg/kg TS	58	9,9
Zn	mg/kg TS	220	140
Fe	mg/kg TS	37000	20000
Ca	mg/kg TS	14000	12000
Mn	mg/kg TS	1100	930
Na	mg/kg TS	840	560
Naf.	µg/kg TS	<20	56
Ace.	µg/kg TS	<20	<50
Acen.	µg/kg TS	<20	<50
Fluora.	µg/kg TS	<20	<50
Fen.	µg/kg TS	39	130
Ant.	µg/kg TS	<20	<50
Flu.	µg/kg TS	78	85
Pyr.	µg/kg TS	98	62
Benz[a]ant.	µg/kg TS	25	<50
Krys/Trifen.	µg/kg TS	73	55
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	120	140
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	32	<50
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	36	<50
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	54	100
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	<20	<50
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	63	84
PAH 16	µg/kg TS	610	710
TOC	%	28,9	6,7

Svarttjern

Navn innsjø	Svarttjern	
Region	Øst	
Kommune	Ullensaker	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-49210	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	ikke registrert	
Vanntype	Kalkrik klar	
Nærmeste veg	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 59. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktiviteten (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Svarttjern i Akershus fylke, november 2015.

Svarttjern er en mesotrof kalksjø og grytehullsjø, nær veg og jernbane. Det er få andre mulige kilder til forurensning rundt tjernet. Grunnvannstilførsel er eneste tilførsel av nytt vann. Innsjøen er lite eksponert for vind.

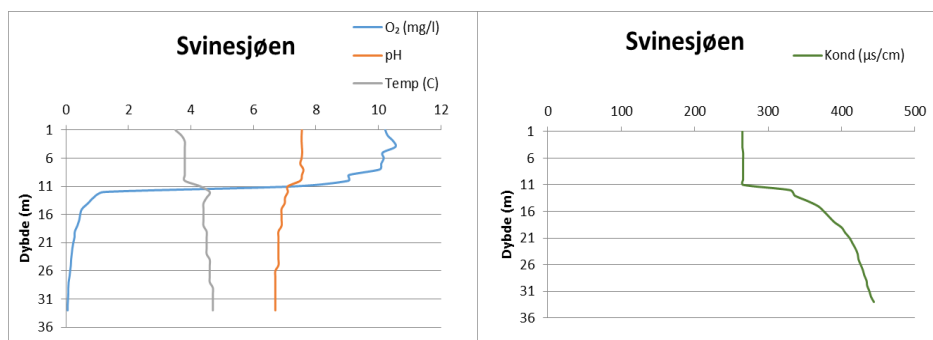
Undersøkelsen viser at oksygenet reduseres gradvis fra topp og ned til 7 meter hvor det er dannet et sprangsjikt (Figur 59). Konduktiviteten øker kraftig fra 7 meter. Det er et høyt innhold av klorid i både topp- og bunnvann (T/B: 120/170 mg/l) og det er påvist saltgradient i vannmassene.

Konsentrasjonene av metaller i topp- og bunnvann tilsvarer TKL 2 eller lavere.

Undersøkelsen viser en svært sannsynlig saltindusert sjiktning av vannmassene som følge av avrenning av vegsalt.

Svinesjøen

Navn innsjø	Svinesjøen
Region	Øst
Kommune	Asker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	009-39418
Vannforekomstnummer (vann.nett)	009-2478-L
Vanntype	Kalkrik klar
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	34
Koordinater (UTM 32)	6632123, 576954
Nærhet til sjø (km)	4
Høyde over havet (m)	181
Innsjøareal (km ²)	Ukjent



Figur 60. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Svinesjøen i Akershus fylke, november 2015.

Svinesjøen er ikke en selvstendig vannforekomst, men går sammen med Ulvenvannet-Nordvannet-Verksvannet. Vannet er omringet av både bolig- og næringsbebyggelse.


Undersøkelsen viser at det er dannet et sprangsjikt på 11 meter, hvor det blir anoksiske forhold (Figur 60). Konduktiviteten øker også med dypet. Svinesjøen har høye konsentrasjoner av klorid i bunnvannet (T/B: 9,8/21 mg/l) og det er en tydelig salt- og oksygengradient.

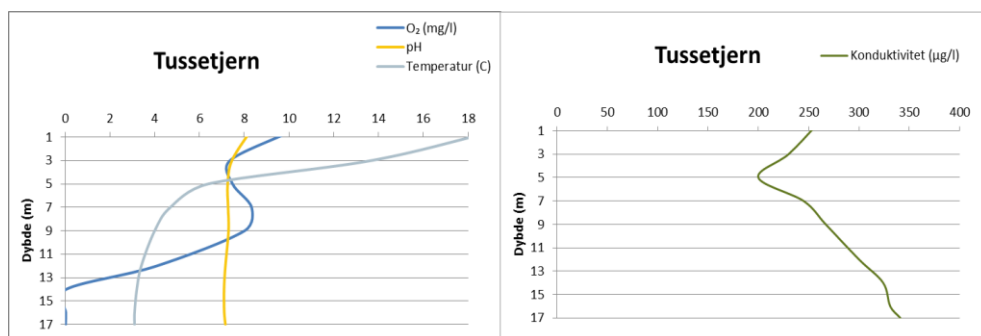
Høye verdier av Tot-P, Fe og Mn i bunnvannet tyder på at de anoksiske forholdene frigir fosfor fra sedimentene.

Innholdet av Cu og Zn i toppvannet er høyt, tilsvarende TKL 5 og TKL 4. Øvrige metaller er TKL 2 eller lavere.

Undersøkelsen viser en svært sannsynlig sjiktning av vannmassene som følge av avrenning av vegsalt og eutrofiering.

Tussetjern

Navn innsjø	Tussetjern	
Region	Øst	
Kommune	Ski/Oppegård	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	005-62293	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	005-5611-L	
Vanntype	Små, moderat kalkrik, humøs	
Nærmeste veg	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 61. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Tussetjern i Akershus fylke, juni 2016.

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

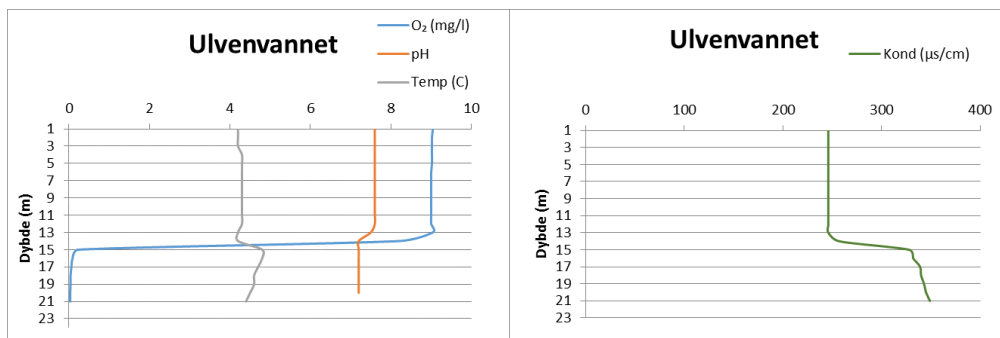
Undersøkelsen viser at innsjøen har oksygengradient og at bunnvannet er oksygenfritt fra 14 m og ned til bunn (Figur 61). Vannprøvene viser et høyt innhold av klorid både i topp- og bunnvann (T/B: 32/64 mg/l) og det er påvist saltgradient i tillegg til høy konduktivitet i vannmassene.

Det ble påvist høye nivåer av Cu i bunnvannet, tilsvarende TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 1 eller lavere. Vannprøvene bekrefter at det er anoksiske bunnforhold, med høye konsentrasjoner av Fe som følge av utlekking fra sedimentene.

Resultatene tyder på at Tussetjern er sterkt påvirket av vegsalt og metaller, med påfølgende dannelse av saltgradient i vannmassene.

Ulvenvannet

Navn innsjø	Ulvenvannet	
Region	Øst	
Kommune	Asker/Lier	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	009-37939	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	009-2478-L	
Vanntype	Kalkrik klar	
Nærmeste veg	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 62. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Ulvenvannet i Akershus fylke, november 2015.

Ulvenvannet er omkranset av skog, dyrket mark og boligbebyggelse. Innsjøen er noe eksponert for vind.

Innsjøen har ikke fullsirkulert og profilene viser at det er dannet et sprangsjikt på 15 meter (Figur 62), med anoksiske forhold ned til bunn. Det er ikke påvist saltgradient i vannmassene, og kloridnivået i topp- og bunnvann er forholdsvis lavt (T/B: 14/14 mg/l).

Det ble påvist Cu i topp- og bunnvann tilsvarende TKL 4, i tillegg til Pb i bunnvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Toppsediment inneholder forhøyede konsentrasjoner av undersøkte metaller og PAH, sammenlignet med referansen (bunn) (Tabell 20). I toppsedimentet er Cr i TKL 5, mens Zn og enkelte PAH-forbindelser tilsvarer TKL 4.

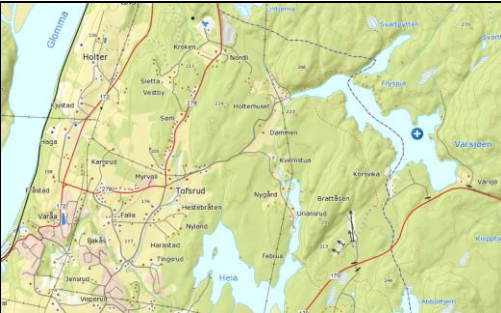
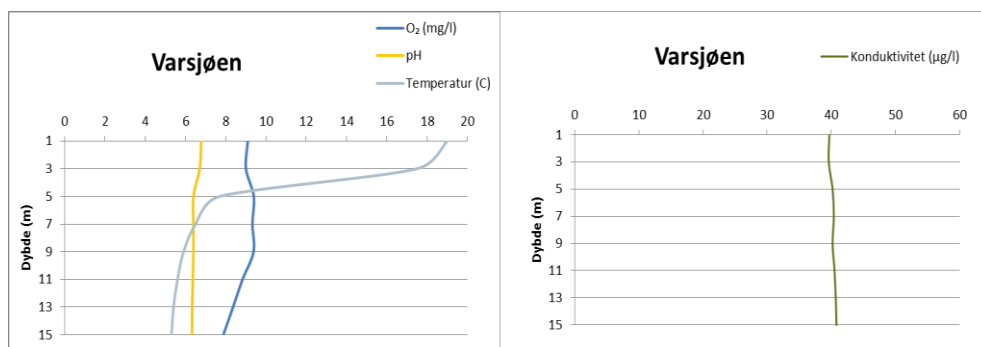
Det er usikkert om redusert sirkulasjon i innsjøen skyldes tilførsel fra veg, eller naturlige forhold i innsjøen. Høye konsentrasjoner av metaller i vann og sediment kan tyde på et visst bidrag fra vegavrenning.

Tabell 20. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Ulvenvannet.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	83	71
Cd	mg/kg TS	4,2	1,1
Cu	mg/kg TS	190	25
Cr	mg/kg TS	120	63
Ni	mg/kg TS	100	36
Zn	mg/kg TS	1600	290
Fe	mg/kg TS	38000	42000
Ca	mg/kg TS	9500	7100
Mn	mg/kg TS	39000	5100
Na	mg/kg TS	2500	1100
Naf.	µg/kg TS	<50	<50
Ace.	µg/kg TS	<50	<50
Acen.	µg/kg TS	<50	<50
Fluora.	µg/kg TS	<50	<50
Fen.	µg/kg TS	70	<50
Ant.	µg/kg TS	<50	<50
Flu.	µg/kg TS	190	<50
Pyr.	µg/kg TS	170	<50
Benz[a]ant.	µg/kg TS	62	<50
Krys/Trifen.	µg/kg TS	170	<50
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	360	54
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	100	<50
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	120	<50
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	230	<50
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	<50	<50
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	220	<50
PAH 16	µg/kg TS	1700	54
TOC	% TS	11	13
Tørstoff	%	7,2	15,4

Varsjøen

Navn innsjø	Varsjøen
Region	Øst
Kommune	Fet
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	002-46607
Vannforekomstnummer (vann.nett)	002-3101-L
Vanntype	Små, kalkfatting, humøs
Nærmeste veg	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 63. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Varsjøen i Akershus fylke, juni 2016.


Varsjøen er et omringet av skog og det er få kilder til forurensninger innenfor nedbørsfeltet. Fv. 170 går forbi innsjøen i den sørlige enden. Innsjøen er vindeksponert.

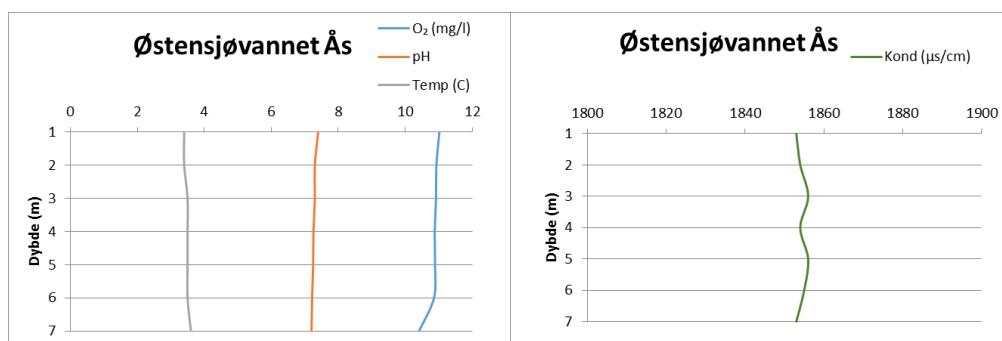
Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert. Profilene viser at det ikke er dannet noen kjemoklin, samtidig som oksygeninnholdet i både topp- og bunnvann er høyt. Kloridkonsentrasjonen er lav i både topp- og bunnvann (T/B: 6,7/6,6 mg/l).

Resultatene viser lave konsentrasjoner av undersøkte metaller tilsvarende TKL 2 eller lavere.

Innsjøen viser ingen tegn på å være påvirket av vegavrenning.

Østensjøvannet Ås

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



Figur 64. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Østensjøvannet, Akershus fylke, november 2015.

Østensjøvannet er tydelig eutroft og er omkranset av dyrket mark. Innsjøen er eksponert for vind.


Undersøkelsen viser at innsjøen har fullsirkulert og at det ikke er tegn til reduksjon av oksygen mot bunnen (Figur 64). Konduktivetsmålingene er høye og tyder på at innsjøen inneholder en høy andel oppløste salter. Kloridkonsentrasjonene er noe høye i både topp- og bunnvann (T/B: 17/17 mg/l), men det er ikke funnet saltgradient i vannmassene.

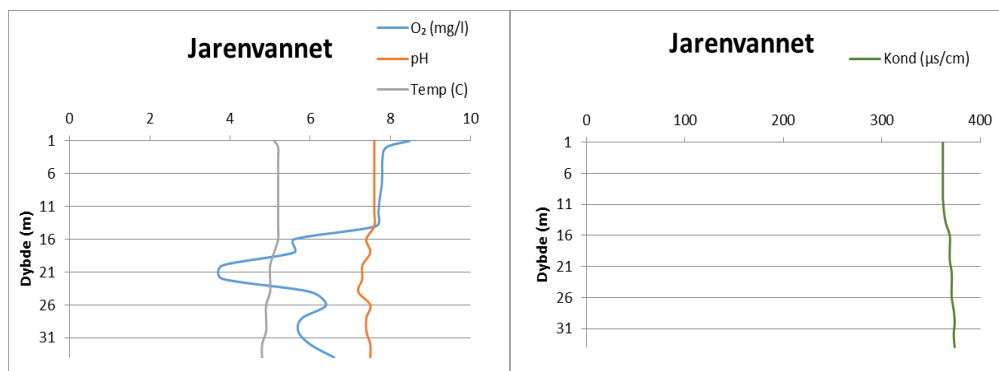
Det ble påvist Cu i TKL 4 i topp- og bunnvann. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøene er i stor grad landbrukspåvirket, men resultatene tyder også på noe bidrag fra vegavrenning. Vannet er såpass grunt, samtidig som det er svært utsatt for vind, noe som øker sannsynligheten for sirkulasjon av vannmassene.

Oppland

Jarenvannet

Navn innsjø	Jarenvannet	
Region	Øst	
Kommune	Gran	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	012-27499	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	012-557-L	
Vanntype	Moderat kalkrik klar	
Nærmeste veg	Rv.4	
Dybde prøvepunkt (m)	35	
Koordinater (UTM 32)	6694953, 585840	
Nærhet til sjø (km)	52	
Høyde over havet (m)	201	
Innsjøareal (km ²)	1,42	



Figur 65. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Jarenvannet, Oppland fylke, november 2015.

Jarenvannet er påvirket av landbruk, spredt bebyggelse, anleggsvirksomhet (ny Rv. 4) og tilførsel av avløpsvann. Vannet er eksponert for vind.


Profilen viser at oksygenet reduseres fra ca 12 meter, for å øke igjen fra 21 meter Figur 65. Dette kan være tegn på biologisk aktivitet. Innsjøen har ikke utviklet anoksiske forhold og kloridkonsentrasjonene i både topp- og bunnvann er lave (T/B: 9,1/11 mg/l).

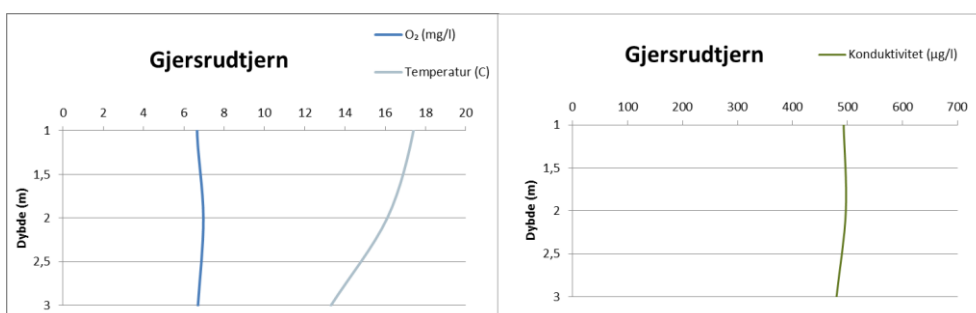
Undersøkelsen viser konsentrasjoner av Cu i topp- og bunnvann, i tillegg til Zn i toppvannet, tilsvarer TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Jarenvannet viser ingen klare tegn til å være påvirket av avrenning fra veg.

Oslo

Gjersrudtjern

Navn innsjø	Gjersrudtjern	
Region	Øst	
Kommune	Oslo	
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	006-43307	
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert	
Vanntype	Kalkrik, humøs	
Nærmeste veg	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 66. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Gjersrudtjern, Oslo fylke, juni 2016.

Gjersrudtjern er et lite myrtjern som ligger tett inntil E6 og andre sterkt trafikkerte områder (tette flater). I tillegg har tjernet historisk vært utsatt for avrenning fra Grønmo avfallsdeponi og avløp fra spredt bebyggelse. Innsjøen er grunn og er noe utsatt for vindeksponering.

Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert, og det er ingen tegn til oksygenvinn i bunnvannet (Figur 66), noe som ikke kan forventes i så grunne tjern.

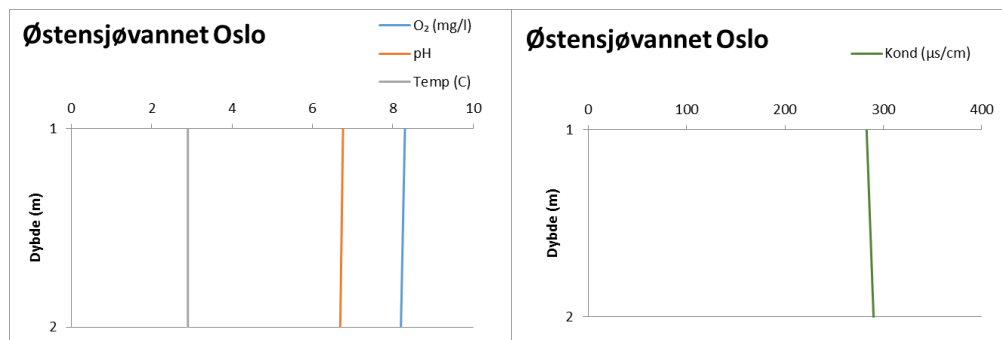
Vannprøvene viser et høyt innhold av klorid både i topp- og bunnvann (T/B: 58/68 mg/l) og det er påvist saltgradient i tillegg til høy konduktivitet i vannmassene. Innsjøen er grunn, samtidig som den er svært utsatt for vind, noe som bidrar til sirkulasjon av vannmassene. Dette bidrar sannynligvis til at det ikke oppstår fravær av oksygen i bunnvannet.

Det ble påvist svært høye nivåer av Cu i både topp- og bunnvann, tilsvarende TKL 4 og TKL 5. I tillegg ble det påvist Zn i bunnvannet i TKL 4. Øvrige metaller er i TKL 1 eller lavere.

Selv om det ikke er påvist oksygengradient, tyder høye nivåer av metaller og klorid på at Gjersrudtjern er påvirket av avrenning fra vei.

Østensjøvannet, Oslo

Navn innsjø	Østensjøvannet, Oslo
Region	Øst
Kommune	Oslo
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	006-54546
Vannforekomstnummer (vann.nett)	006-2513-L
Vanntype	Moderat kalkrik, klar
Nærmeste veg	E6 / Østensjøveien
Dybde prøvepunkt (m)	2
Koordinater (UTM 32)	6640448, 602242
Nærhet til sjø (km)	3
Høyde over havet (m)	107
Innsjøareal (km ²)	0,33



Figur 67. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Østensjøvannet, Oslo, november 2015.

Østensjøvannet er et bynært vann, som er tydelig eutroft som følge av tilførsel av avløpsvann og overvann fra bebyggelsen rundt. Innsjøen er eksponert for vind.

Resultatene viser at innsjøen har sirkulert, og det er ikke tegn til oksygensvinn (Figur 67). Vannprøvene viser høye klorid (T/B: 34/35 mg/l) og natriumkonsentrasjoner i topp- og bunnvann, men det er ingen klar saltgradient.

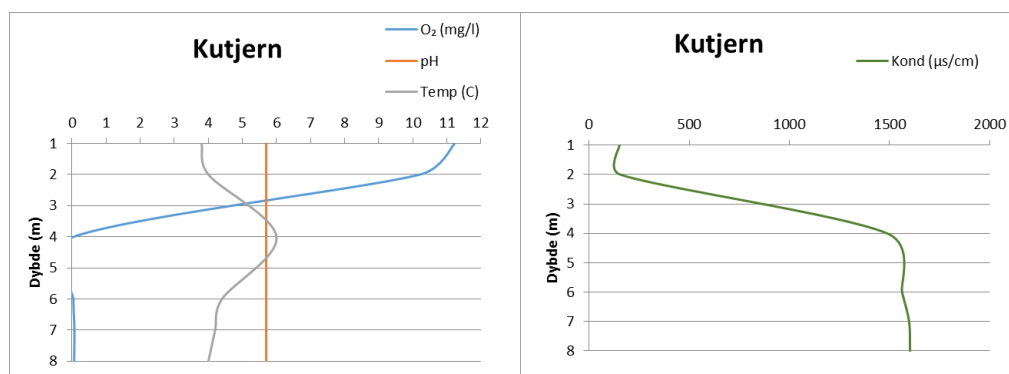
Konsentrasjonene av Cu er i TKL 4 i topp- og bunnvann, i tillegg til Pb i bunnvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er tydelig preget av ulike forurensninger, men avrenning av vegsalt er ikke hovedutfordringen i Østensjøvannet.

Østfold

Kutjern

Navn innsjø	Kutjern
Region	Øst
Kommune	Marker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	314-56414
Vannforekomstnummer (vann.nett)	ikke registrert
Vanntype	Kalkfattig humøs
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	9
Koordinater (UTM 32)	6597095, 655607
Nærhet til sjø (km)	60
Høyde over havet (m)	222
Innsjøareal (km ²)	0,01



Figur 68. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Kutjern i Østfold fylke, november 2015.

Kutjern er et sterkt humøst myrtjern som ligger tett inntil E18. Innsjøen er lite eksponert for vind. Det pågikk anleggsvirksomhet i nærområdet under prøvetakningen.

Undersøkelsen viser at oksygenet reduseres fra 2 m dyp (Figur 68). Fra 4 m dyp er vannet anoksisk. Det var sterk lukt av H₂S av bunnvannet. Konduktiviteten er såpass høy at man vil kunne se en endring i biota.


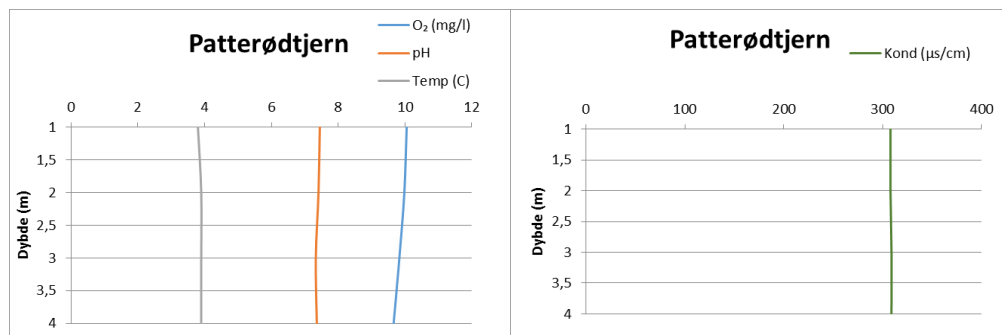
Vannprøvene viser at det er svært høye verdier av klorid (T/B: 36/430 mg/l), og stor forskjell mellom topp- og bunnvann. Det er påvist både salt- og oksygengradient i vannmassene.

Det er påvist Cu og Zn i toppvannet tilsvarende TKL 5 og TKL 4. Det er også Pb i toppvannet i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen er sterkt påvirket av vegsalt og metaller, og det er utviklet saltindusert oksygenvinn i vannmassene.

Patterødtjern

Navn innsjø	Patterødtjern
Region	Øst
Kommune	Moss
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	003-43283
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert
Vanntype	Moderat kalkrik, humøs
Nærmeste veg	E6
Dybde prøvepunkt (m)	5
Koordinater (UTM 32)	6591122, 596489
Nærhet til sjø (km)	2
Høyde over havet (m)	27
Innsjøareal (km ²)	0,02

Figur 69. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Patterødtjern i Østfold fylke, november 2015.

Innsjøen er lite eksponert for vind og det ligger mye veg, kjøpesenter og bebyggelse i nedbørsfeltet.

Undersøkelsen viser at innsjøen har sirkulert, og det er ingen tegn til oksygenvinn i bunnvannet (Figur 69).

Vannprøvene viser imidlertid høyt innhold av klorid både i topp- og bunnvann (T/B: 50/49 mg/l), men det er ikke påvist saltgradient i vannmassene. Innsjøen er grunn, samtidig som den er svært utsatt for vind, noe som bidrar til sirkulasjon av vannmassene.

Det ble påvist Cu og Zn i toppvannet tilsvarende TKL 4. I tillegg til Pb i topp- og bunnvann tilsvarende TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Sedimentprøven viser noe høyere nivåer av undersøkte metaller og PAHer i toppen av kjernen sammenlignet med referansen (bunn av kjernen) (Tabell 21). Dette tyder på et nylig bidrag fra kilder i nedbørsfeltet.

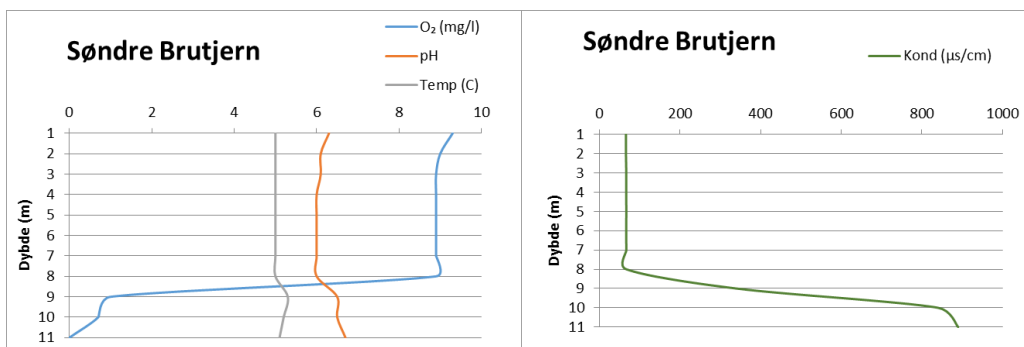
Undersøkelsen tyder på at Patterødtjern er påvirket av avrenning fra veg.

Tabell 21. Metaller (mg/kg) og 16 PAH-forbindelser (µg/kg) i sedimentkjerne (topp og bunn) fra Patterødtjern.

Parameter	Enhet	Topp	Bunn
Pb	mg/kg TS	120	61
Cd	mg/kg TS	2,7	0,83
Cu	mg/kg TS	85	21
Cr	mg/kg TS	51	40
Ni	mg/kg TS	54	31
Zn	mg/kg TS	560	160
Fe	mg/kg TS	36000	18000
Ca	mg/kg TS	7900	4900
Mn	mg/kg TS	650	360
Na	mg/kg TS	870	690
Naf.	µg/kg TS	<11	<18
Ace.	µg/kg TS	<11	<18
Acen.	µg/kg TS	<11	<18
Fluora.	µg/kg TS	<11	<18
Fen.	µg/kg TS	<11	19
Ant.	µg/kg TS	<11	<18
Flu.	µg/kg TS	180	130
Pyr.	µg/kg TS	180	93
Benz[a]ant.	µg/kg TS	<11	29
Krys/Trifen.	µg/kg TS	180	76
Benz[b]fluor.	µg/kg TS	470	170
Benz[k]fluor.	µg/kg TS	<11	40
Benz[a]pyr.	µg/kg TS	110	48
Ind[1,2,3-cd]pyr.	µg/kg TS	<11	110
Dib[a,h]ant.	µg/kg TS	<11	<18
Benz[ghi]peryl.	µg/kg TS	<11	99
PAH 16	µg/kg TS	1100	810
TOC	% TS	13	14
Tørrstoff	%	9,5	11

Søndre Brutjern

Navn innsjø	Søndre Brutjern
Region	Øst
Kommune	Marker
Vannlokalitetskode (vannmiljø)	001-8315
Vannforekomstnummer (vann.nett)	Ikke registrert
Vanntype	Kalkfattig, humøs
Nærmeste veg	E18
Dybde prøvepunkt (m)	11
Koordinater (UTM 32)	6597051, 654265
Nærhet til sjø (km)	45
Høyde over havet (m)	169
Innsjøareal (km ²)	5



Figur 70. Målinger av sprangsjikt ved registrering av oksygen (mg/l), pH, temperatur (°C) (t.v.) og konduktivitet (µS/cm) (t.h.) i vannmassene i Søndre Brutjern i Østfold fylke, november 2015.

Innsjøen er et meget humøst skogsvann. Det er få andre mulige forureningskilder enn veg i nedbørsfeltet.

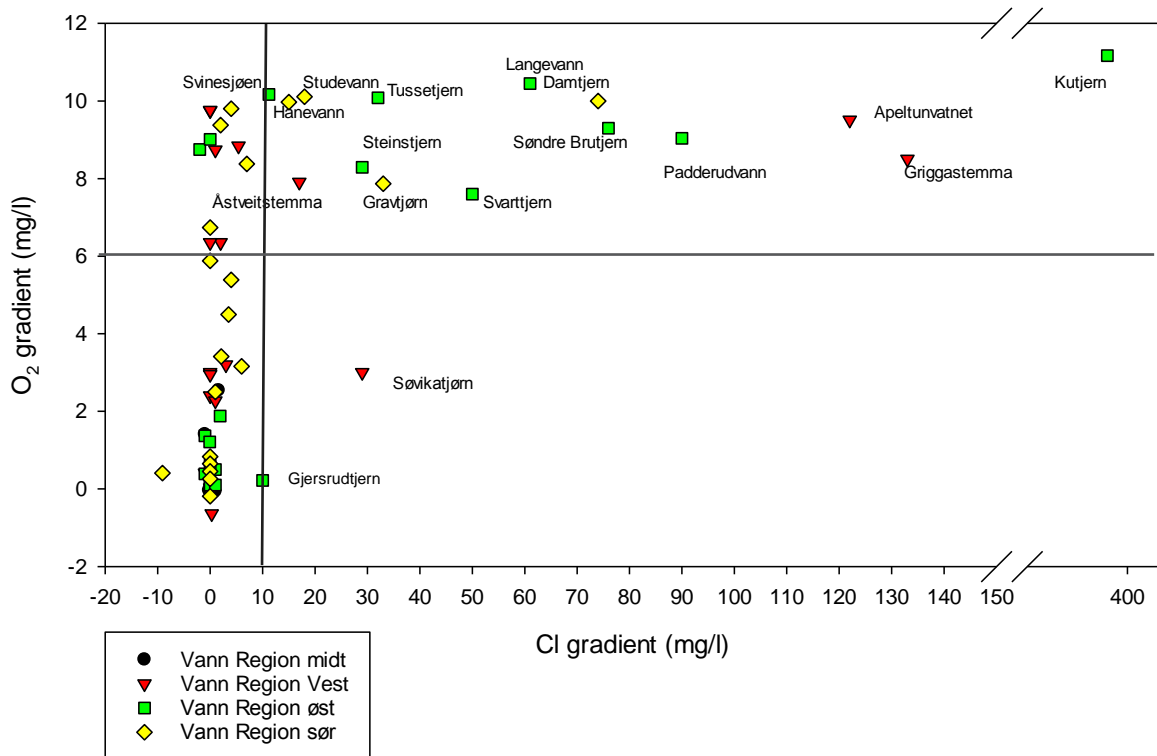
Undersøkelsen viser at innsjøen har dannet et temperatursprangsjikt på 8 meter, hvor også konduktiviteten øker kraftig (Figur 70). Innsjøen er anoksisk fra 8 meter og ned til bunn. Vannprøvene viser et høyt innhold av klorid, spesielt i bunnvannet (T/B: 17/90 mg/l). Resultatene viser at innsjøen både har salt- og oksygengradient. Det ble også registrert sterk lukt av H₂S i bunnvannet under prøvetakningen.

Det ble påvist Cu i topp- og bunnvann i TKL 5. I tillegg ble det påvist Zn i bunnvannet tilsvarende TKL 4. Det ble også påvist Pb i topp- og bunnvann i TKL 3. Øvrige metaller er i TKL 2 eller lavere.

Innsjøen har utviklet saltindusert oksygenvinn og er tydelig påvirket av avrenning fra veg.

4 Tidstrendanalyse

Figur 71 viser gruppering av undersøkte innsjøer med hensyn på salt- og oksygengradient for 2015. Totalt 15 av de 67 innsjøene som er blitt undersøkt har både salt- og oksygengradient.



Figur 71. Forhold mellom klorid- og oksygengradient i de undersøkte innsjøer 2015/2016. Linjene i figuren viser grenseverdi for gradient mellom topp- og bunnvann som er satt til 10 mg/l klorid og 6 mg/l oksygen.

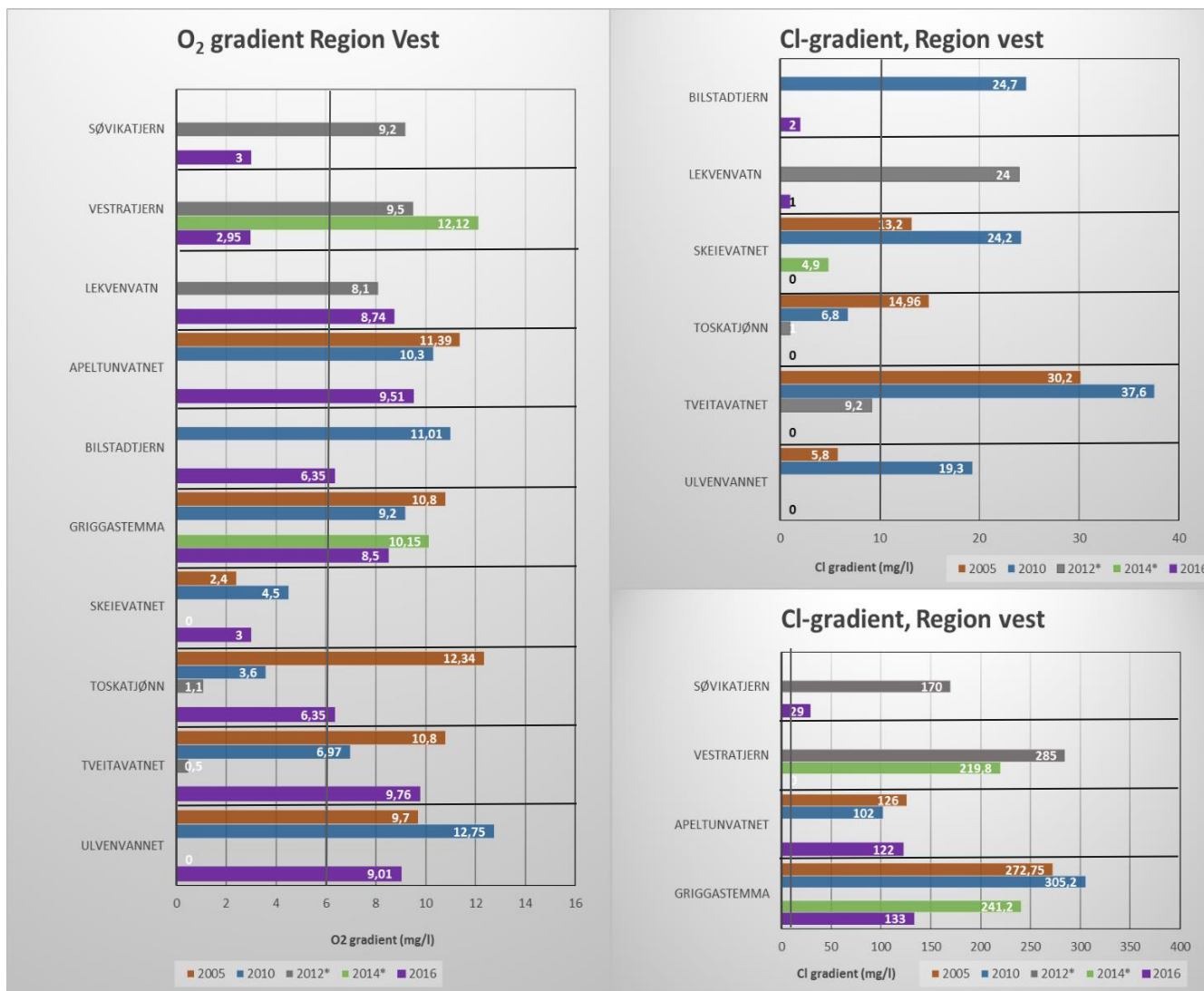
20 av de 67 innsjøene som har blitt undersøkt i 2015 og 2016 ble også prøvetatt i 2005 /1/. Det ble i 2010 også gjennomført tilsvarende undersøkelser av 32 innsjøer /2/. Undersøkelsene i 2005 og 2010 ble utført med samme metodikk og til omtrent samme årstid som målingene i 2015. Det er også supplert med data fra undersøkelser i 2012 /10//11/ og 2014 /12//13/ for innsjøer i Region vest og sør.

Figur 71 - Figur 74 viser en regionsvis sammenstilling av data fra 2005 og/eller 2010 sammenliknet med 2015/2016, med hensyn på utvikling av salt- og oksygengradient i vannmassene i 40 av innsjøene. Det er ikke kjent om Statens vegvesen har endret saltstrategi langs de aktuelle innsjøene siden forrige undersøkelse.

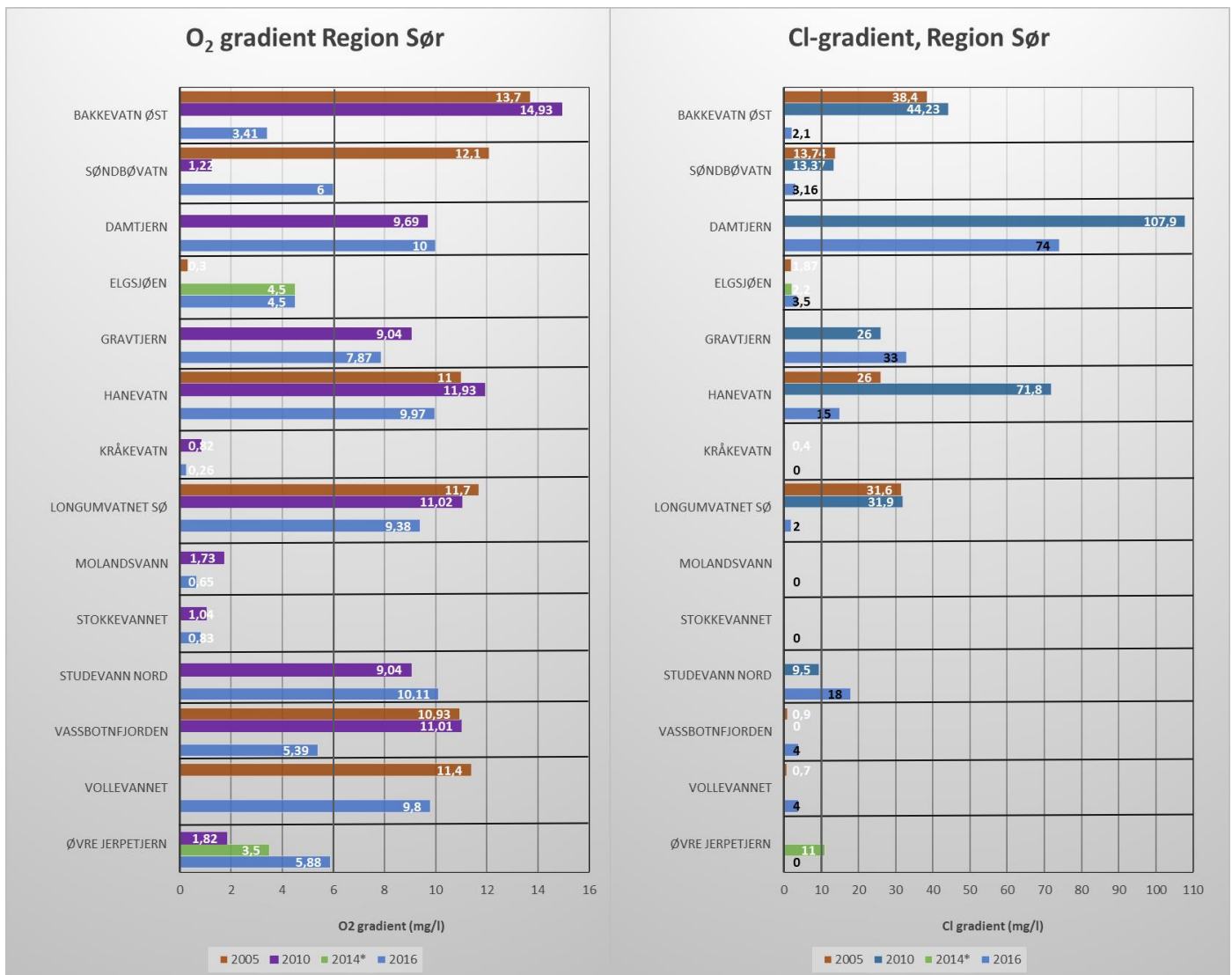
I enkelte av innsjøene, slik som Gravtjørn (Region sør), Kutjern (Region øst) og Padderudvann (Region øst), synes det å være en økende saltgradient i forhold til foregående prøvetakning. Flere av de undersøkte innsjøene har også en tydelig forbedring med hensyn på salt- og/eller oksygengradient sammenliknet med 2005 og/eller 2010, slik som f.eks. Bilstادتjern, Hanevatn, Longumvatnet, Søndre Brutjern og Ulvenvannet.

I flere av de mest belastede innsjøene, slik som Apeltunvatnet (Region vest), Griggastemma (Region vest) og Damtjern (Region sør) synes det å være mindre forskjell i kloridinnhold mellom topp- og bunnvann (saltgradient) enn tidligere, men at kloridkonsentrasjonene likevel er jevt økende i vannsøylen. For Kutjern, som er sterkt forurenset av vegsalt, er det en tydelig forverring sammenliknet med data fra 2010.

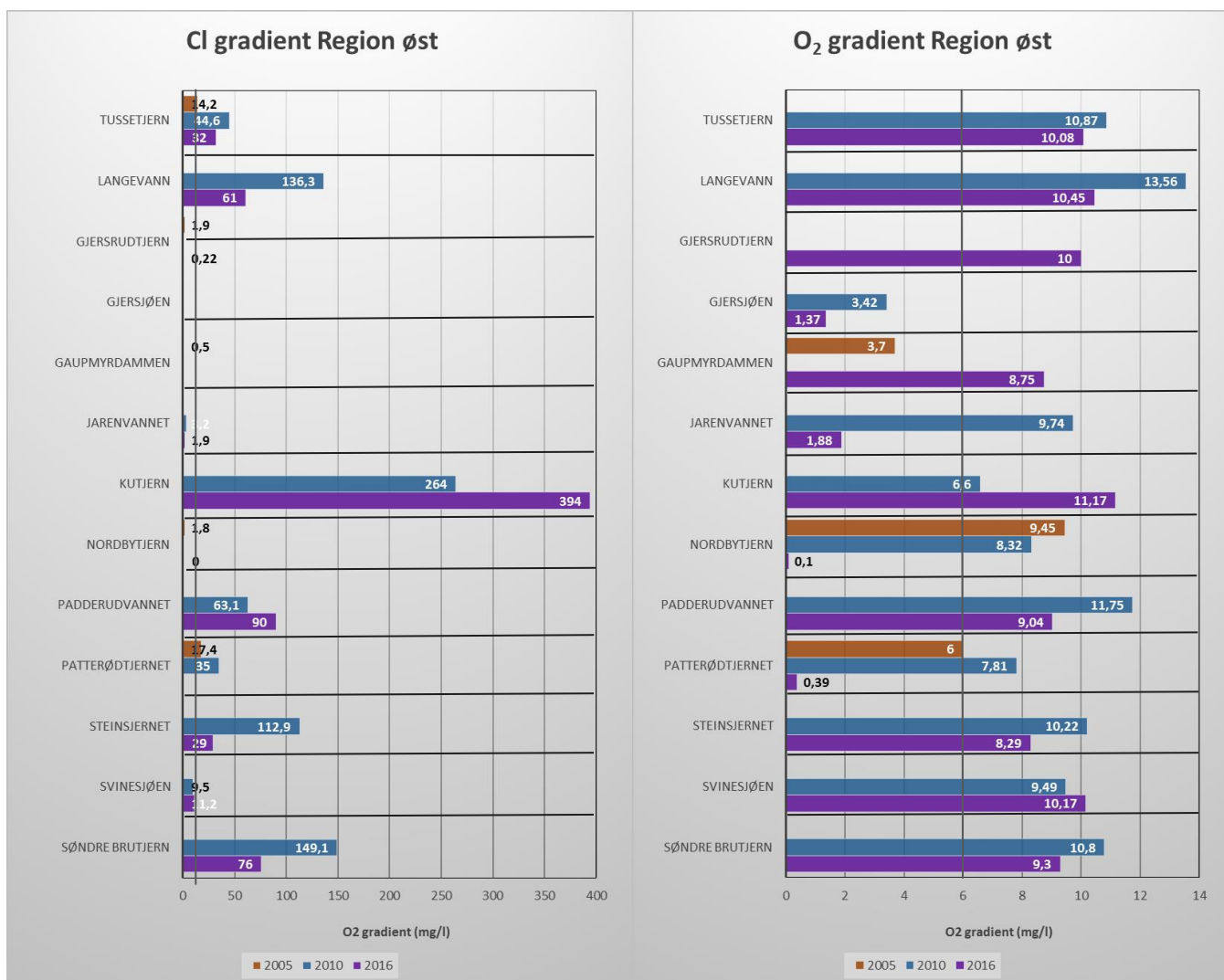
Figur 75 viser en sammenstilling av data fra 2010 og 2015/2016 med hensyn på oksygengradient. 5 av innsjøene i undersøkelsene i 2015 viser forbedret tilstand med hensyn på oksygen i bunnvannet sammenliknet med 2010. Toskatjønn (Region vest) er den eneste innsjøen som har fått påvist oksygengradient i 2015.



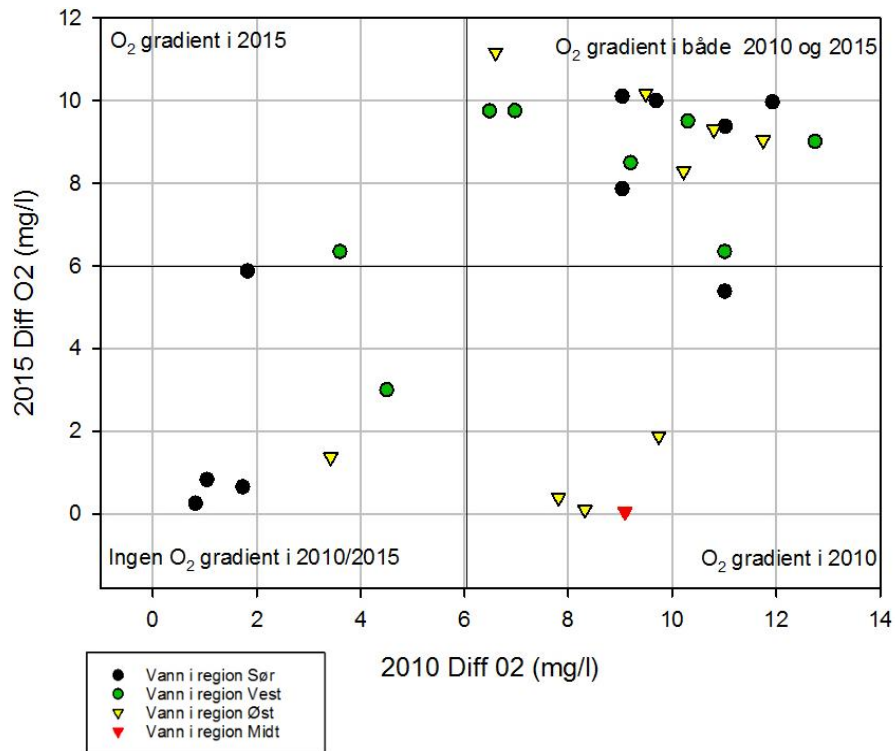
Figur 72. Oksygengradienter (t.v.) og saltgradienter (t.h.) i vann i Region vest som har blitt undersøkt ved en eller flere omganger i perioden 2005-2016. Grenseverdi for oksygengradient (>6 mg/l) og kloridgradient (>10 mg/l) er satt inn som linjer.



Figur 73. Oksygengradienter (t.v.) og saltgradienter (t.h.) i vann i Region sør som har blitt undersøkt ved en eller flere omganger i perioden 2005-2015. Grenseverdi for oksygengradient (>6 mg/l) og kloridgradient (>10 mg/l) er satt inn som linjer.



Figur 74. Oksygengradienter (t.v.) og saltgradienter (t.h.) i vann i Region øst som har blitt undersøkt ved en eller flere omganger i perioden 2005-2015. Grenseverdi for oksygengradient (>6 mg/l) og kloridgradient (>10 mg/l) er satt inn som linjer.



Figur 75. Oksygengradient (overflate – bunnvann) i 35 innsjøer undersøkt i både 2010 og 2015. Linjer viser grenseverdi på oksygengradient på 6 mg/l.

5 Oppsummering

Tabell 22 - Tabell 25 viser oppsummering og vurdering av hver av innsjøene i undersøkelsen. 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.

Undersøkelsen viser at 15 av innsjøene har tydelig saltindusert sjiktning med påfølgende reduksjon av oksygen i bunnvannet. I tillegg til disse 15 innsjøene har 20 av innsjøene middels høye til høye konsentrasjoner av klorid i både topp- og bunnvann, men uten at det er påvist noen saltgradient i vannsøylen. I innsjøene hvor det er oksygensjiktning uten saltsjiktning skyldes dette i fleste tilfeller eutrofiering og mye humus i bunnvannet. Det anbefales at 59 av innsjøene følges opp med videre prøvetakning for å undersøke utviklingen over tid. For innsjøer med påviste saltgradienter anbefales det i tillegg å undersøke biologiske effekter.

Region Midt

Tabell 22. 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.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O ₂ >6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010- 2015
Brusdalsvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen økning av Cl (2010-2015)
Buvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Kinnsettjørna	Nei	Nei	Noe	Ikke tidligere undersøkt
Hammarvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Lundavatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Nesvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Rungstadvatnet	Nei	Nei	Noe	Økning av Cl (2005-2015)

Region Sør

Tabell 23. 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.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O2>6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015
Aklandstjenna	Nei	Ja (8,38 mg/l)	Moderat	Ikke tidligere undersøkt
Jostadvannet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Kråkevatn	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2010-2015)
Longumvann SØ	Nei	Ja (9,38 mg/l)	Ubetydelig	Svak reduksjon (2010-2015)
Molandsvann	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2010-2015)
Studevann N	Ja (18 mg/l)	Ja (10,1 mg/l)	Moderat	Ingen endring (2010-2015)
Hanevatn	Ja (15 mg/l)	Ja (9,9 mg/l)	Moderat	Svak nedgang (2005, 2010-2015)
Tarvannet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Vollevannet	Nei	Ja (9,8 mg/l)	Moderat	Svak økning (2005-2015)
Damtjern	Ja (74 mg/l)	Ja (10 mg/l)	Sterkt	Svak nedgang (2010-2015)
Eikeren	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Holsfjorden	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Bakkevatn øst	Nei	Nei	Noe	Svak nedgang (2005, 2010 – 2016)
Elgsjøen	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2005-2015)
Gravtjønn	Ja (33 mg/l)	Ja (7,8 mg/l)	Sterkt	Svak økning (2010-2015)
Stokkevann	Nei	Nei	Noe	Ingen endring (2010-2015)
Søndbøvatn	Nei	Nei	Moderat	Svak nedgang (2005, 2010 – 2016)
Øvre Jerpetjørn	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2010-2015)
Hillestadvannet	Nei	Nei	Noe	Ikke tidligere undersøkt
Vassbotnfjorden/ Hallevannet	Nei	Nei	Noe	Svak økning (2005,2010 - 2015)

Region Vest

Tabell 24. 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 over tid. Innsjøer med både salt- og oksygengradient er merket med rødt.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O ₂ >6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015
Apeltunvatnet	Ja (122 mg/l)	Ja (9,5 mg/l)	Sterkt	Svak økning Cl (2010-2015)
Frølandsvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Griggjastemma	Ja (133 mg/l)	Ja (8,5 mg/l)	Sterkt	Nedgang Cl (2005 og 2010 - 2015)
Hopsvannet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2013-2015)
Kristianborgvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Lekvenvatn	Nei	Ja, (8,74 mg/l)	Moderat	Ikke tidligere undersøkt
Liavatnet	Nei	Ja (9,75 mg/l)	Ubetydelig	Svak nedgang Cl (2005 – 2015)
Skeievatnet	Nei	Nei	Moderat	Svak nedgang Cl (2010-2015)
Søvikatjern	Ja (29 mg/l)	Nei	Moderat	Ikke tidligere undersøkt
Tveitavatnet	Nei	Ja (6,35 mg/l)	Moderat	Nedgang Cl (2010-2015)
Ulvenvatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2013-2015)
Vestrattjørn	Nei	Nei	Noe	Ingen endring (2013-2015)
Åstveitstemma	Ja (17 mg/l)	Ja (7,9 mg/l)	Sterkt	Ikke tidligere undersøkt
Bilstadtjern	Nei	Ja (6,35 mg/l)	Ubetydelig	Nedgang Cl (2010-2015)
Revurstjernet	Nei	Nei	Moderat	Nedgang Cl (2012-2015)
Stemtjørna	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Toskatjørna	Nei	Ja (6,35 mg/l)	Moderat	Ingen endring (2005, 2010 - 2015)
Movatnet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Oppstrynvannet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt

Region Øst

Tabell 25. 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 vegsalt og utvikling over tid. Innsjøer med både salt- og oksygengradient er merket med rødt.

Innsjø	Saltgradient (Cl>10 mg/L)	Oksygengradient O2>6 mg/L	Påvirket av vegsalt	Utvikling 2005/2010-2015
Gaupemyrdammen	Nei	Ja (8,75 mg/l)	Moderat	Ikke tidligere undersøkt
Gjersjøen	Nei	Nei	Noe	Ingen endring (2005, 2010 - 2015)
Langvannet	Ja (61 mg/l)	Ja (10,45 mg/l)	Sterkt	Svak nedgang (2010-2016)
Midtsjøvannet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Nordbytjernet	Nei	Nei	Noe	Økning (2010,2012 -2015)
Padderudvann	Ja (90 mg/l)	Ja (9,0 mg/l)	Sterkt	Svak økning (2010-2015)
Skântjern	Nei	Nei	Moderat	Ingen endring (2012-2015)
Steinstjernet	Ja (29 mg/l)	Ja (8,3 mg/l)	Moderat	Nedgang (2010-2015)
Svarttjern	Ja (50 mg/l)	Ja (7,6 mg/l)	Sterkt	Ikke tidligere undersøkt
Svinesjøen	Ja (11,2 mg/l)	Ja (10,1 mg/l)	Sterkt	Ikke tidligere undersøkt
Tussetjern	Ja (32 mg/l)	Ja (10,0 mg/l)	Sterkt	Svak nedgang (2010-2016)
Ulvenvannet	Nei	Ja (9,0 mg/l)	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Østensjøvannet, Ås	Nei	Nei	Noe	Ikke tidligere undersøkt
Varsjøen	Nei	Nei	Ubetydelig	Ikke tidligere undersøkt
Jarenvannet	Nei	Nei	Ubetydelig	Ingen endring (2010-2015)
Gjersrudtjern	Ja (10 mg/l)	Nei	Sterkt	Økning (2005-2016)
Østensjøvannet, Oslo	Nei	Nei	Noe	Ikke tidligere undersøkt
Kuttjern	Ja (394 mg/l)	Ja (11,1 mg/l)	Sterkt	Sterk økning (2010-2015)
Patterødtjernet	Nei (ingen gradient pga grunt tjern)	Nei	Sterkt	Nedgang (2005,2010 -2015)
Søndre Brutjern	Ja (76 mg/l)	Ja (9,3 mg/l)	Sterkt	Nedgang (2010-2015)

6 Konklusjon

Det har blitt gjennomført en kartlegging av tilstanden i 67 vegnære innsjøer i Statens vegvesen Region midt, sør, vest og øst, for å vurdere konsekvensene av avrenning av vegsalt og metaller fra veg.

Undersøkelsen viser at 15 av innsjøene har tydelig saltindusert sjiktning med påfølgende reduksjon av oksygen i bunnvannet. I tillegg til disse 15 innsjøene har 20 innsjøer middels høye til høye konsentrasjoner av klorid i både topp- og bunnvann, men uten at det er påvist noen saltgradient i vannsøylen. Det var også 10 innsjøer uten saltgradient, men med påvist oksygengradient. I innsjøene hvor det kun er oksygengradient, skyldes dette i de fleste tilfeller eutrofiering og/eller mye humus i bunnvannet, med påfølgende reduksjon av oksygeninnholdet.

Det var store forskjeller i kloridkonsentrasjoner mellom innsjøene. I overflatevannet varierte de fra 1,3 mg/l til 120 mg/l. I bunnvannet varierte konsentrasjonene mellom ca. 1,6 mg/l og 430 mg/l. Totalt 35 innsjøer i undersøkelsen er påvirket av vegsalt i ulik grad. Tidstrendanalyse for vann som er undersøkt tidligere viser både avtagende og økende utvikling med hensyn på salt- og oksygengradienter.

Det anbefales at 59 av innsjøene følges opp med videre prøvetakning for å undersøke utviklingen over tid. For innsjøer med påvist saltgradient anbefales biologiske undersøkelser for å vurdere mulige effekter som følge av tilførsel av vegsalt.

De undersøkte innsjøene viser varierende grad av forurensninger i form av metaller i topp- og bunnvann. Metallene som gav størst utslag i målingene var Pb, Cu, Ni og Zn. Enkelte innsjøer har konsentrasjoner av metaller tilsvarende tilstandsklasse 4 eller 5. Sedimentprøvene fra 11 utvalgte vann viser forhøyde konsentrasjoner av Cu, Zn, Ni og PAHer i toppsedimentet.

7 Referanser

- /1/ Bækken, T., og T. O. Haugen. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer: Påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. Oslo, Vegdirektoratet, Miljøseksjonen 2006.
- /2/ Bækken, T., og T. O. Haugen, 2011. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veger i Sør-Norge 2010. Vegdirektoratet, Miljøseksjon 2012.
- /3/ Bækken, T og Færøvig, P.J (Red.) 2004: Effekter av vegforurensninger på vannkvalitet og biologi i Padderudvann- Publikasjon 106 Statens vegvesen
- /4/ 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.
- /5/ Vann-nett: <http://vann-nett.no/portal/map>
- /6/ Miljødirektoratet, 2014: Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. MDir rapport M-241/2014
- /7/ Direktoratgruppa for gjennomføring av vanddirektivet. (2013): Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.
- /8/ Kalff, J., 2001 "Limnology". ISBN-13: 978-0130337757.
- /9/ Saunes. H., Overvåkning forurensingstilførsel Brusdalsvatnet – april/mai 2015. COWI, 2015.
- /10/ Bækken. T og Bergan. M. Niva, 2012: Vegforurensning av innsjøer og vandringsmuligheter for laksefisk ved vegkulverter i Rogaland 2012. Statens vegvesen. RAPPORT L.NR. 6334-2012
- /11/ Bækken. T og Bergan. M. Niva, 2012: Vegforurensning av innsjøer og vandringsmuligheter for laksefisk ved vegkulverter i Hordaland 2012. Statens vegvesen. RAPPORT L.NR. 6333-2012
- /12/ Saunes. H og Kvåle. H, COWI, 2014: Kartlegging av kjemisk tilstand i 6 vegnære vannforekomster i Bergen og Os kommuner. A058505. Statens vegvesen.
- /13/ Snildal. J.M. Masteroppgave 2014: Effekter av veisaltning på fytoplankton i veinære innsjøer langs E134. Høgskolen i Telemark.

Vedlegg

Vedlegg A: Analyseresultater



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47 915) 02030
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen