



Undersøkelse av veinære innsjøer

Innsjøundersøkelsen 2023

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 974



Tittel

Undersøkelse av veinære innsjøer

Undertittel

Innsjøundersøkelsen 2023

Forfatter

Halvor Saunes

Avdeling

Samfunnsutvikling og klima

Seksjon

Klima og miljø

Prosjektnummer

D11909

Rapportnummer

974

Prosjektleder

Ola Rosing Eide

Godkjent av

Lene Jacobsen og Ola Rosing Eide

Emneord

Vegsalt, tungmetaller, mikroplast, innsjøer, sjikting, overvann, vegvann

Sammendrag

På oppdrag fra Statens vegvesen, har Norconsult Norge AS gjennomført prøvetaking av 37 utvalgte veinære innsjøer i Sørøst-Norge i 2023. Formålet med overvåkningen er å undersøke virkningen av veisalt og annen trafikkforurensning i innsjøene. Undersøkelsene har hatt hovedvekt på klorid og dannelse av kloridgradienter og utvikling av sjikting i bunnvannet. Det er i tillegg analysert for metaller og næringssalter og gjort vertikalprofilering for pH, konduktivitet, temperatur og oksygen. Påvirkningen fra veisalt i hver innsjø er vurdert etter et firedelt klassifiseringssystem utviklet til dette prosjektet.

Title

Survey of roadside lakes in Norway

Subtitle

Monitoring water quality and impacts from roads in 2023

Author

Halvor Saunes

Department

Sustainable Development

Section

Climate and Environment

Project number

D11909

Report number

974

Project manager

Ola Rosing Eide

Approved by

Lene Jacobsen og Ola Rosing Eide

Key words

Road salt, heavy metals, microplastic, lakes, stratification, de-icing agents, highway runoff

Summary

On behalf of the Norwegian Public Roads Administration, Norconsult Norge AS has conducted sampling from 37 lakes close to main roads in Southeastern Norway. The aim has been to investigate the effect of salt (NaCl) as a de-icing agent and other traffic-related pollution. It is focused on chloride concentrations and the chloride gradient between surface and bottom waters and stratification in the lakes. It is analyzed for heavy metals and nutrients and taken depth profiles including pH, conductivity, temperature and oxygen. The impact of road salt on each lake was assessed using a four-point classification system developed for this project.



Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Ola Rosing Eide
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika,
Oppdragsleder: Halvor Saunes
Fagansvarlig: Ruth Vingerhagen
Andre nøkkelpersoner: Tobias Karlsson, Maren Møller Bergli

J03	2024-04-11	Til bruk	HalSau	RutVin	RutVin
B02	2024-02-23	Til oppdragsgiver for kommentarer	HalSau	RutVin	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult Norge AS er engasjert av Statens vegvesen for å gjennomføre overvåkning av utvalgte veinære innsjøer i Norge. Innsjøene er valgt ut av Statens vegvesen, og vannprøver er samlet inn fra totalt 37 innsjøer våren og høsten 2023. Innsjøene er lokalisert i fylkene Østfold, Akershus, Buskerud, Oslo, Telemark og Vestfold. Alle innsjøene ligger langs sterkt trafikkerte veier (europavei eller riksvei).

Formålet med overvåkningen er å undersøke virkningen av veisalt og annen trafikkforurensning i veinære innsjøer. Undersøkelsene har hatt hovedvekt på klorid og dannelse av kloridgradienter i innsjøene.

I innsjøer vil vann med høyt innhold av veisalter ha høyere tetthet enn vann med lavere innhold, og vannet med høyt saltinnhold synker derfor til bunnen i vannmassene. I enkelte innsjøer kan dette føre til saltindusert sjiktning (kloridgradient) som videre kan gi oksygenfattig, stagnerende bunnvann. Når det oppstår et kjemisk sprangsjikt i vannsøylen (for eksempel stor mengde salter i bunnvannet) vil fullsirkulasjonen av vannmassene i innsjøen kreve større mengde energi og sirkulasjonen kan helt eller delvis opphøre. Kloridkonsentrasjon kan også bli så høy at det gir uønskede effekter for sensitiv biota og endrede økologiske samfunn.

Alle innsjøer ble undersøkt etter antatt sirkulasjon (fullsirkulasjon vår og høst). Det ble samlet inn vannprøver fra overflatevann og bunnvann ved dypeste punkt i innsjøene. Vannprøvene ble analysert for veisalt (Na, Cl), næringssalter (Tot-N, Tot-P) og metaller (Sb, Fe, Mn, Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni og Zn). Det ble også utført vertikalprofilering over dypeste punkt, med en senkbar sonde fra overflate og ned til bunn, for å måle pH, konduktivitet, temperatur og oksygen.

Resultatene viser at påvirkning fra veisalt utgjør et problem for vannkjemien og sirkulasjonsmønsteret i flere av de undersøkte innsjøene. Det ble påvist kloridgradient i 16 innsjøer våren og/eller høsten 2023. Totalt 24 av disse hadde svært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet. I 10 av disse innsjøene var det saltindusert oksygenvinn, antatt som følge av veisalt eller mulig som en kombinasjon av naturlig tilførsel av ioner og veisalt.

Et generelt trekk med vårmålingene var at det var et stort antall innsjøer med lite oksygen i bunnvannet. I 2023 var det på store deler av Østlandet sen isgang etterfulgt av en svært varm periode. Når isen går, etterfulgt av varmt vær med lite vind, kan det oppstå en temperatursjiktning nesten med en gang. Dette betyr at innsjøen ikke rekker å fullsirkulere, før temperatursjiktningen inntreffer.

Flere av de påvirkede innsjøene som har saltgradient, viser samme resultater som tidligere undersøkelser, deriblant Assurtjern, Kutjern, Gørrtjern.

I noen innsjøer viser resultatene en svak forbedring og nedgang i kloridkonsentrasjon i bunnvann, blant annet i Svinesjøen, Søndre Brutjern og Brennsrudvann.

I Nordbytjern, Gjersjøen og Skåntjern ser man imidlertid en svak økende trend i kloridkonsentrasjoner fra de første undersøkelsene som ble utført i veisaltovervåkningsprogrammet. Disse innsjøene har dermed ikke funnet sitt «terskel-nivå», som er tilstanden der det er balanse mellom tilført saltmengde og saltkonsentrasjon i innsjøen.

I flere andre innsjøer, slik som Tussetjern, Damtjern, Langevann, er utviklingen mer varierende fra år til år og mellom sesong (vår/høst).

Felles for mange innsjøer som har dannet gradienter er at de er lokalisert i områder med kalkrik berggrunn hvor avrenningen har høyt naturlig innhold av ioner (bl.a. Ca). Dette gjelder blant annet flere innsjøer i Asker-

området. Kalkrike innsjøer er i mange tilfeller næringsrike, noe som gir høy primærproduksjon. Når det organiske materialet synker mot bunnen forbrukes oksygenet hurtig i dypvannet som følge av nedbrytning av dette materialet. Fravær av oksygen gir utlekking av andre mineraler som forsterker effekten, siden disse bidrar til økt tetthet i bunnvannet og dermed tyngre bunnvann. Dette igjen krever mer energi for at innsjøen skal fullsirkulere. I flere av innsjøene med oksygenfattig bunnvann er det høye konsentrasjoner av mangan (Mn) siden anoksiske forhold bidrar til å holde mangan løst i vannfasen. Kalkrike innsjøer er som følge av dette spesielt sensitive for veisalt, og hvor det i flere tilfeller er meromiktiske forhold, dvs. permanent stagnerende bunnvann, som følge av kloridgradient.

Naturlig ionefattige innsjøer som inngår i undersøkelsen synes ikke å ha problemer med dannelse av kloridgradienter og meromiksis. Konsentrasjonene av klorid kan likevel bli høye i disse innsjøene. Enkelte innsjøer har svært høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann, men uten at det er påvist kloridgradient. Patterødtjern og Gjerdsrudtjern er eksempler på slike innsjøer. Disse innsjøene er grunne og sirkulerer lett ved vindeksponering. Innsjøene har likevel såpass høye kloridkonsentrasjoner (>120 mg Cl/l) at det vil ha effekt (kroniske) på akvatiske organismer og virke inn på samfunnsstruktur.

Det er gjennomgående lave konsentrasjoner av løste metaller i de fleste innsjøene, under miljøkvalitetsstandard (AA-EQS) i overflatevann. Noen få innsjøer (Gørrtjern, Patterødtjern, Tinnemyr) viser overskridelse av AA-EQS for bly, kobber eller sink.

Det er påvist lave konsentrasjoner av mikroplast i utvalgte innsjøer hvor dette er undersøkt.

► Summary

On behalf of the Norwegian Public Roads Administration (NPRA), Norconsult Norge AS has conducted sampling of a selection of lakes adjacent to heavily trafficked roads (international E-roads or national roads) in Norway. The lakes were selected by the NPRA, and were located in the counties of Østfold, Akershus, Buskerud, Oslo, Telemark og Vestfold. In total 37 lakes were sampled in spring and autumn 2023.

The aim of the project was to investigate the effect of road salt and other traffic-related pollution in lakes adjacent to main roads. The investigations have focused on chloride concentrations in the lakes and the chloride gradient between surface and bottom waters.

Water with a high content of road salt will have a higher density compared to water with a lower salt content and will therefore sink towards the lake bottom. In some lakes, this can lead to salt-induced stratification, which can lead to oxygen-poor bottom water and stagnation. In the presence of chemical stratification (for example as a result of high salt concentrations in bottom water), full circulation of the lake will require a greater amount of energy, and as a result mixing between top and bottom waters may only be partial or not achieved at all. High chloride concentrations may also have a negative effect for biota and precipitate ecosystem changes.

All lakes were investigated when it was assumed that mixing (overturning) had occurred (i.e. in spring and autumn). Water samples were collected from the surface and from the lakes' deepest point. The samples were analysed for road salt (Na and Cl), nutrients (total nitrogen and total phosphorous) and metals (Sb, Fe, Mn, Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni and Zn). In each lake a depth profile was also measured for pH, conductivity, temperature and oxygen.

The results show that several of the investigated lakes are affected by road salt, both in terms of water chemistry and in terms of their circulation pattern. A chloride gradient was present in 16 lakes in spring and/or autumn 2023. In 24 cases, the chloride gradient was accompanied by extremely low oxygen concentrations in bottom water. In 10 lakes, the lack of oxygen was salt-induced, either as a result of road salt alone or potentially in combination with natural mineral salts.

A general feature of the spring measurements was that a high number of lakes had low oxygen levels in bottom water. In large parts of the study area the ice was late in breaking-up and break-up was followed by a period of very warm weather. Under such conditions, with little wind, thermal stratification can be established almost immediately after the ice melts such that full circulation (which requires a period with a minimal temperature gradient between top and bottom water) never happens.

The results of several of the lakes with a chloride-gradient e.g. Assurtjern, Kutjern and Gørrtjern are comparable to previous studies.

In some of the lakes (e.g. Svinesjøen, Søndre Brutjern og Brennsrudvann) there is a slight improvement compared to previous studies, with a reduction in chloride concentration in bottom water.

In Nordbytjern, Gjersjøen and Skåntjern, chloride concentrations have increased somewhat compared to the earliest studies conducted in these lakes. These lakes have yet to find their equilibrium state where salt concentrations are in balance with the input flux of salt to the lake.

In other lakes (e.g. Tussetjern, Damtjern og Langevann), there is greater variation both from year to year and between seasons (spring vs autumn), and therefore no clear trend over time.

Many of the lakes where chemical stratification was observed are located in areas with carbonate-rich bedrock (for example Asker), and where runoff naturally contains high levels of ions (e.g. Ca). Carbonate-

rich lakes are often nutrient-rich with high levels of primary production. When the organic material sinks to the bottom, oxygen in the bottom water is rapidly depleted as the material decomposes. Reducing conditions lead to increased leaching of metals such as manganese (Mn) which compounds the problem by further increasing the density of bottom water and making it harder for full circulation to occur. Carbonate-rich lakes are therefore especially sensitive to the negative effects of road salt and more easily develop meromixis (permanent stagnation) as a result of road salt-induced chemical stratification.

Lakes with naturally low ion concentrations are less likely to become meromictic. Nevertheless, even though there is no chemical stratification, the chloride concentrations can still be very high in both surface and bottom water. Patterødtjern and Gjerdsrudtjern are examples of such lakes. They are shallow and overturn easily when exposed to wind. Their chloride concentrations are however so high (> 120 mg Cl/l) that a chronic effect for aquatic organisms and the lake ecosystem is expected.

There are low concentrations of dissolved metals (under AA-EQS values) in surface water in the majority of the lakes analysed. A few lakes (Gørrtjern, Patterødtjern and Tinnemyr) had metal concentrations (Pb, Cu, Zn) which exceeded AA-EQS values.

Water samples from a sub-set of lakes were analysed for microplastics. The results show low concentrations.

Innhold

1	Innledning	8
1.1	Forurensning fra veitrafikk	8
1.2	Effekter av veisalt i innsjøer	8
1.3	Mikroplast	10
2	Metode	11
2.1	Prøvetaking	11
2.2	Klassifiseringsgrunnlag	13
2.3	Klorid- og oksygengradienter	14
2.4	Mikroplast	15
3	Faktaark - resultater	17
3.1	Akershus	18
3.1.1	Assurtjern (ASS)	18
3.1.2	Bonntjern (BON)	21
3.1.3	Brennsrudvannet (BRE)	23
3.1.4	Finnsrudvannet (FIN)	26
3.1.5	Gjersjøen (GJJ)	29
3.1.6	Kalvsjøtjernet (KAL)	32
3.1.7	Langvannet (LAN)	35
3.1.8	Nordbytjernet (NOB)	38
3.1.9	Padderudvannet (PAD)	41
3.1.10	Sandtjernet (SAN)	44
3.1.11	Skåntjern (SKÅ)	46
3.1.12	Svarttjernet (SVA)	49
3.1.13	Stortjernet (STO)	52
3.1.14	Svinesjøen (SVI)	54
3.1.15	Tussetjern (TUS)	57
3.1.16	Ulvenvannet (ULV)	60
3.1.17	Østensjøvannet (ØST)	63
3.2	Buskerud	66
3.2.1	Botntjern (BOT)	66
3.2.2	Buvannet (BUV)	68
3.2.3	Damtjern (DAM)	70
3.2.4	Gulsviktjernet (GUL)	73
3.2.5	Miletjern (MIL)	75
3.2.6	Setertjern (SØT)	77
3.2.7	Storetjern v/Hensmoen (STO-H)	79

3.3	Oslo	81
3.3.1	<i>Gjersrudtjern (GJE)</i>	81
3.4	Telemark	84
3.4.1	<i>Grotbekktjønn (GRO)</i>	84
3.4.2	<i>Skeiderudtjønnna (SKE)</i>	86
3.4.3	<i>Tinnemyr (TIN)</i>	88
3.5	Vestfold	90
3.5.1	<i>Hvittingrudtjern (HVI)</i>	90
3.5.2	<i>Sukkevatnet (SUK)</i>	92
3.6	Østfold	94
3.6.1	<i>Gørrtjern (GØR)</i>	94
3.6.2	<i>Kutjern (KUT)</i>	97
3.6.3	<i>Lintotjern (LIN)</i>	100
3.6.4	<i>Lundebyvatnet (LUN)</i>	102
3.6.5	<i>Patterødtjernet (PAT)</i>	104
3.6.6	<i>Søndre Brutjern (S-BRU)</i>	107
3.6.7	<i>Trollebergtjern (TRO)</i>	110
4	Oppsummering	112
	Referanser	116
	Vedlegg 1: Sammenstilte analyseresultater	118

1 Innledning

Norconsult er engasjert av Statens vegvesen for å gjennomføre overvåkning av utvalgte veinære innsjøer i Norge. Innsjøene er valgt ut av Statens vegvesen og vannprøver er tatt fra totalt 37 innsjøer våren og høsten 2023.

Formålet med oppdraget er å overvåke et utvalg innsjøer for å opprettholde og utvikle kunnskapen om veisalt i veinære innsjøer og andre miljøgifter som avrenning fra vei kan tilføre. Bakgrunnen for overvåkningen er Statens vegvesen sitt ansvar for å ha oversikt over miljøkonsekvenser av sin virksomhet og fra ordinær trafikk. Det gjelder spesielt med vekt på forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften).

Undersøkelsen er en fortsettelse av tilsvarende overvåkningsprogram som NIVA gjennomførte i 2005/2006 [1] og 2010/2011 [2], og COWI i perioden 2015-2018 [3], [4], [5]. Rapporten belyser i hovedsak effekter av veisalt i innsjøer, men presenterer også data for metaller og mikroplast (i utvalgte innsjøer).

1.1 Forurensning fra veitrafikk

Veisalt er i omfattende bruk for å gi tilfredsstillende friksjon og veigrep på norske veier gjennom vinteren. Veisaltet som brukes består i hovedsak av natriumklorid (NaCl). Vinterdrift og saltstrategi skal være iht. vinterdriftsklassen for den spesifikke veistrekningen. Det er høyest saltforbruk på veier som klassifiseres som barvei, slik som for eksempel E18 [3]. Salt er lett løselige og spres til resipient ved sprut fra bildekk og direkte avrenning fra veioverflaten til sideterrenget.

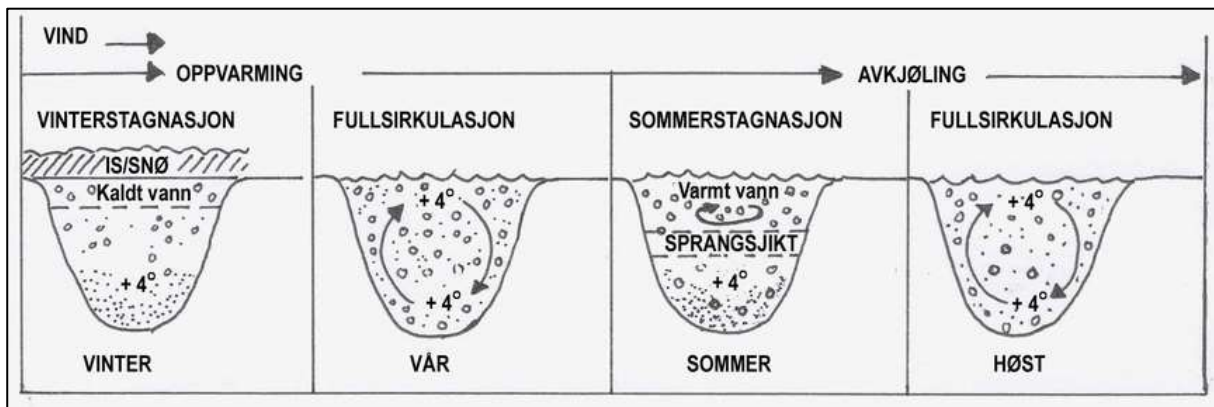
Det vil også kunne følge med metaller (f.eks. kobber, sink, nikkel, bly), mikroplast og organiske miljøgifter som f.eks. PAH- forbindelser (polysykliske aromatiske hydrokarboner) som tilføres fra biltrafikken inkludert slitasje av veidekket. Mengden av forurensninger fra vei til vannforekomst er avhengig bl.a. av lengde på veistrekning i nedbørfeltet, trafikkmengde, type veidekke, forbruket av salt (korrosjon) og nærhet til innsjø [1]. Tungmetaller og PAH i veiavrenning er i stor grad bundet til partikler. Disse forbindelsene vil til dels holdes tilbake i grøfter og veikanter. Etter at de kommer ut i tjern og innsjøer vil en betydelig andel sedimentere på bunnen [5]. En mindre andel vil imidlertid kunne forbli løst i selve vannfasen. Høye konsentrasjoner av saltholdig overvann fra vei øker mobiliteten til tungmetallene, og gjør at de lettere transporteres til resipientene, avhengig av type metall [6].

1.2 Effekter av veisalt i innsjøer

I ferskvannforekomster vil vann med høyt innhold av veisalter ha høyere tetthet, og synker derfor til bunnen i vannmassene. Dette kan føre til en saltindusert sjikting (kjemoklin) av vannmassene. Overgangen i fysiske og kjemiske forhold mellom overflatevann og bunnvann i innsjøer kalles sprangsjikt. En økning i salinitet vises gjennom store endringer av konduktivitet i vannsøylen. Konduktiviteten er den totale mengden av oppløste salter i vannet. I hvilken grad en innsjø blir påvirket av antropogen salttilførsel vil være avhengig av blant annet mengden årlig saltforbruk, innsjøens størrelse og vindeksponering og den totale årlige tilrenningen til innsjøen (dvs. nedbørfeltets størrelse). Den største saltbelastningen vil være i perioder med snøsmelting, særlig om våren.

Normalt sirkulerer dimiktiske innsjøer to ganger i året, om våren og om høsten, som vist i Figur 1. 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 kjemisk sprangsjikt i vannsøylen (for eksempel stor mengde salter i bunnvannet) vil fullsirkulasjonen av vannmassene i innsjøen kreve større mengde energi og sirkulasjonen kan helt eller delvis opphøre. Dette

medfører et nytt kjemisk regime med oksygenfattig bunnvann som medfører ulevelige forhold for dyr og planter.



Figur 1. Normalt sirkulasjonsmønster i dimiktiske innsjøer, dvs. at de har to omblendinger per år.

Innsjøer som ikke fullsirkulerer kalles meromiktiske. Dette skyldes naturlige forhold som anrikning av oppløst stoff i dypvannet, for eksempel bikarbonat av kalsium (Ca), magnesium (Mn), jern (Fe) og mangan (Mn). Denne type saltanrikning er som regel forårsaket av bakterielle prosesser i innsjøens dypvann og sedimenter på grunn av fravær av oksygen. Innsjøene betegnes da som *biogent* meromiktiske. Desto større mengde salter i bunnvannet, desto mer energi skal til for at innsjøen skal sirkulere.

Meromiksis som skyldes tilførsel av salt i form av NaCl fra veiavrenning er menneskeskapt. Ofte kan det være en kombinasjon av naturlige prosesser (spesielt i næringsrike eller kalkrike innsjøer) og veisalt som fører til saltinduserte sjiktninger (meromiktiske forhold). Innsjøer som er påvirket av veisalt vil normalt få en endret ionesammensetning, særlig i bunnvannet, med en dominans av Na^+ og Cl^- [7].

Eutrofe forhold og humuspåvirkninger kan føre til lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet. Organisk rike innsjøer vil ha en gradvis reduksjon av oksygen under sprangsjikt på vinteren og sommeren. Mengden organisk materiale produsert i innsjøer har stor sammenheng med mengden næringsalter, særlig fosfat.

Vannkvalitet i innsjøer varierer naturlig fra innsjø til innsjø basert på tilførsel av næringsalter, humusinnhold, geologi, 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) [3], [5]. Innsjøer som er mest utsatt for skader fra veisalt, er innsjøer med lav avrenning (lite nedbørsfelt), samtidig som vannmassene er næringsrike og har et høyt innhold av organisk stoff.

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.).

Økt saltbelastning i en innsjø kan føre til forringelse av vannkvaliteten når bunnvannet er oksygenfattig, for eksempel ved å frigjøre giftige oppløste stoffer fra sedimenter, som følge av reduserende forhold. I tillegg til oppløste stoffer som ammonium, hydrogen sulfid og spormetaller (Fe, Mn), fremmer anoksiske forhold også frigjøringen av oppløst fosfat som vil kunne gi eutrofiering og økt algevekst. Når oksygen er brukt opp som energikilde i bunnvannet, kan mikroorganismer ta i bruk andre energikilder. Energikildene danner en såkalte «redoksstige». Det vil si at oksygen, som ligger øverst, er den foretrukne kilde og når den er brukt opp går

det over til bruk av nitrat etterfulgt av Mn – Fe – SO₄. Lukt av H₂S i bunnvannet, er et tegn at man har kommet ganske langt ned på stigen og det skjer reduksjon av sulfat.

Lavt oksygen i bunnvannet vil gi reduserte leveforhold for organismer. Eksempelvis vil bentiske (bunnlevende) organismer, fiskeegg og juvenile individer med høy metabolisme være særlig sårbare [5]. Høy saltholdighet svekker ferskvannsøkosystemet ved å redusere forholdene for sensitiv biota og gir endrede økologiske samfunn. Undersøkelser har vist at med økt salt i innsjøer blir det betydelig mindre dyreplankton. Dette gir mindre beiting på planteplankton, som igjen vil gi økt mengde planteplanktonbiomasse, som videre gi mørkere vann og redusert sikt i innsjøene [6].

1.3 Mikroplast

Mikroplast blir definert som syntetiske polymerpartikler < 5 mm i diameter [8]. Mikroplast omfatter partikler som stammer fra husholdningsprodukter (tannkrem, hudkremer og såper) og tekstilfibre (som polyester, nylon, akryl, osv.). Det kan også være større plastbiter som har delt seg i mindre fragmenter med opprinnelig opphav fra bildekk, flasker og maling med mer.

Slitasje av dekk er en betydelig kilde til mikroplastforurensning i miljøet. Det har vært anslått at mellom 5 000 og 11 000 tonn veipartikler, hvor minst 80 % er fra bildekk, slippes ut i miljøet hvert år i Norge [8]. Mikroplast fra bildekk går under samlebetegnelsen «Tyre wear particles» (TWP). Mikroplast kan også stamme fra veimerking. Forskning har også vist at veisalt som benyttes på veiene kan inneholde mikroplast, men sammenlignet med andre kilder fra vei er denne andelen svært liten [9].

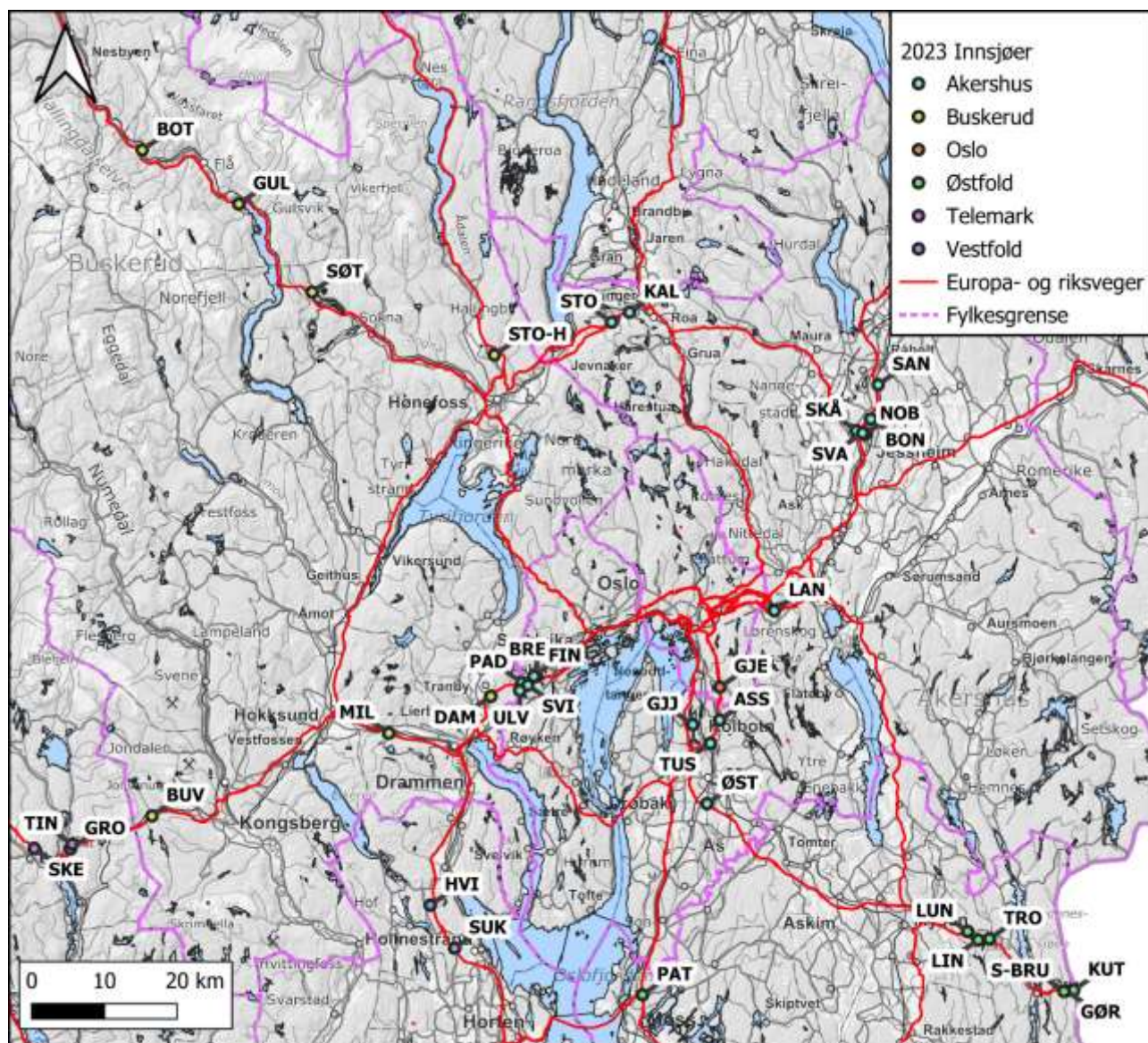
Det ble i 2023 utført en omfattende overvåkning av mikroplast i norske akvatiske miljøer og luft gjennom det nasjonale overvåkningsprogrammet «Mikroplast i kystområder, elver og innsjøer (MIKRONOR) [10]. I prøver av vann, sedimenter og biota fra områder uten kjente, nærliggende kilder viste analysene generelt lave nivåer av mikroplast, som regel under deteksjonsgrensene. I prøver fra urbane områder derimot (Oslo og Hamar, med tilhørende resipienter), ble det funnet betydelig større mengder mikroplast og dekkpartikler, i sediment og biota [10].

I MIKRONOR-prosjektet ble prøver analyser for 20 plastpolymerer. Resultatene viste at de tre mest vanlige polymerene i urban avrenning var polypropylen (PP), polyetylen (PE) og polyklorinerte polymerere. I dekkslitasje er det særlig syntetisk gummi, styrene butadien (SBR) og butadien (BR).

2 Metode

2.1 Prøvetaking

Undersøkelsene i 2023 har inkludert til sammen 37 innsjøer vist i Figur 2. Alle innsjøene ligger langs sterkt trafikkerte veier (europavei eller riksvei). Innsjøene er lokalisert i fylkene Østfold, Akershus, Buskerud, Oslo, Telemark og Vestfold.



Figur 2. Veinære innsjøer som er undersøkt i 2023.

21 av innsjøene har blitt undersøkt både vår og høst 2023, mens 16 av innsjøene har blitt prøvetatt en omgang. I innsjøer som ble prøvetatt bare en gang ble datagrunnlaget vurdert som tilstrekkelig, eller at det ikke var påvirkninger i nevneverdig grad, slik at innsjøen kunne tas ut av programmet. Om våren ble feltarbeidet utført i perioden 24.mai -31. mai, mens det om høsten ble utført i perioden 25.oktober - 11.november. Alle innsjøer ble undersøkt etter antatt sirkulasjon. Flere av innsjøene som er undersøkt i 2023 er naturlig meromiktiske, deriblant Padderudvannet, Nordbytjern og Svinesjøen.

Det ble benyttet en 7-fots robåt eller oppblåsbar packraft under feltarbeidet. Prøvestasjon i innsjøene var over dypeste punkt. I de fleste innsjøene var det oppgitt koordinater for prøvestasjon fra tidligere undersøkelser. Der det ikke var utført undersøkelser tidligere ble dypeste punkt i innsjøene bestemt ved hjelp av ekkolodd.

Høsten 2023 var kald og det ble tidlig is på innsjøene. På Svinesjøen ble det ikke utført vertikalprofilering av vannsøylen i november, da det var feil på måleinstrumentet. Da det noen dager senere ble gjort forsøk på nye målinger var det utrygg is på innsjøen.

Det ble samlet inn vannprøver fra overflate- og bunnvann i innsjøene. Vannprøver ble samlet inn ved hjelp av en Ruttner vannhenter. Prøver av bunnvann ble tatt ca. 1 meter over sedimentet. En oversikt over parametere som er analysert i hver innsjø er vist i Tabell 1.

Metallanalysene er utført på filtrerte vannprøver (filterhus, 0,45 µm på laboratoriet). Alle analyser ble utført av Eurofins Environment Testing AS. Stoffe som er prioriterte miljøgifter i vann og/eller sediment iht. vanndirektivet er markert med uthevet skrift i tabellen. Øvrige stoffer er vannregionspesifikke stoffer, støtteparametere iht. vanndirektivets veiledere eller ikke en del av klassifiseringen (bla, Cl, Na, Fe og Mn).

For å undersøke eventuelle sprangsjikt i innsjøene ble det utført vertikalprofilering over dypeste punkt med en senkbar sonde (YSI, Exo 1). Målesonden var innstilt på kontinuerlig måling med ett sekunds intervall, noe som gjør at profilene kan bli noe hakkete i utseende. Sonden ble senket nedover i vannsøylen med en hastighet på maks 0,5 m/sek. Vertikalprofilene inkluderte måling av dyp (m), pH, konduktivitet (µS/cm), temperatur (°C) og oksygen (mg/l).

I et utvalg av innsjøene ble det samlet inn vannprøver for analyse av mikroplast, se kap. 2.4.

Norconsult har fulgt standard prosedyre for desinfisering, hvor båt og alt utstyr ble innsatt med desinfeksjonsmiddelet Virkon S mellom hvert vannsystem. Alle data for vannkjemi er registrert i portalen Vannmiljø¹.

¹ [Vannmiljø \(miljodirektoratet.no\)](https://vannmiljo.miljodirektoratet.no)

Tabell 1. Oversikt over analyseparametere for vannprøver. Prioriterte stoffer iht. vannforskriften er markert med fet skrift.

Gruppe	Analyseparameter
Karakteriserende parametere	Anioner (Cl) Kationer (Na, Ca) Jern (Fe) Mangan (Mn)
Vertikalprofiler (måling fra topp til bunn)	Oksygen Konduktivitet pH Temperatur
Næringssalter	Total nitrogen (N-TOT) Total fosfor (P-TOT)
Tungmetaller	Antimon (Sb) Bly (Pb) Kadmium (Cd) Kobber (Cu) Krom (Cr) Kvikksølv (Hg) Nikkel (Ni) Sink (Zn)

2.2 Klassifiseringsgrunnlag

Det er ikke utført en full klassifisering i henhold til vannforskriften, istedenfor er analyseparametere valgt ut basert på en vurdering av hvilke parametere som er mest relevant for å belyse aktuell forurensningsbelastning. Undersøkelsen er utført tiltaksrettet, hvor fokus har vært vannforekomster som kan være påvirket av forurensning fra vei.

Konsentrasjoner av tungmetaller er klassifisert iht. tilstandsklasser for ferskvann som gitt i klassifiseringsveileder M-608 [11]. Veilederen inneholder et klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter, hvor tilstandsklassene (I-V) bygger på økende grad av toksiske effekter (Tabell 2).

Grenseverdiene i vannforskriften for miljøgifter i vann er basert på miljøkvalitetsstandarder (EQS), henholdsvis årlig gjennomsnitt (AA-EQS) og maksimal verdi (MAC-EQS). Øvre grense for klasse II i M-608 tilsvarer AA-EQS, som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering, og øvre grense for klasse III i M-608 tilsvarer MAC-EQ, som er grenseverdien for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering [12].

Grenseverdiene gjelder for overflatevann i vannforekomstene. Klassegrensene er likevel benyttet for vurdering av konsentrasjoner av metall i bunnvann, men må ikke benyttes i en eventuell klassifisering av vannforekomstene.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter [12].

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V	
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter	Kvantifiseringsgrensen høyere enn øvre grensen til TK I
Øvre grense styres av	Bakgrunn	AA-EQS, PNEC	MAC-EQS, PNEC _{akutt}	PNEC _{akutt} * AF ¹⁾		

1) AF: sikkerhetsfaktor

2.3 Klorid- og oksygengradienter

Klorid- og oksygengradienter kan benyttes som en parameter for å vurdere i hvilken grad innsjøene er påvirket av veisalt. Innsjøer som er sterkt påvirket av veisalt vil ha redusert eller opphør av fullsirkulasjon. Normalt vil bakgrunnskonsentrasjon for klorid i overflatevann ligge mellom 2 og 10 mg/l, men kystnært overflatevann kan ha noe høyere innhold (30 mg/l) [13]. En differanse mellom overflatevann og bunnvann på 6 mg/l oksygen og 10 mg/l klorid er i tidligere undersøkelser definert som oksygengradient og kloridgradient i innsjøer [1] [3] [14].

Grunne innsjøer (1-4 m dyp) vil normalt sirkulere flere ganger over sommerperioden som følge av sterk vind og det påvises derfor ikke gradienter selv om saltpåvirkningen er høy [4]. I enkelte grunne innsjøer kan det derfor oppstå svært høye kloridkonsentrasjoner, uten at det medfører noen kloridgradient. I tolkningen av resultater for klorid i innsjøene er det derfor også sett på data fra en rekke referanseinnsjøer i tilsvarende geografisk område som er registrert i Miljødirektoratets vannmiljødatabase [15].

Det eksisterer ikke egne grenseverdier for klorid i overflatevann i Norge. For dette prosjektet har Norconsult foreslått et klassifiseringssystem for grad av saltpåvirkning på innsjøene basert på både kloridgradienter og totale kloridkonsentrasjoner i overflatevann. Det presiseres at kriteriesettet ikke er en standard klassifisering iht. vannforskriftens veileder, men et system som er utviklet i dette prosjektet for å synliggjøre påvirkningsgrader mellom de ulike innsjøene undersøkt. Systemet er basert på tilgjengelig kunnskap fra litteratur (bla. tidligere undersøkelser) og praksis fra andre land. Vurderingen tar ikke hensyn til de ulike vanntypene i vannforskriftens veiledere. Inndeling av 4 kategorier for påvirkning er vist i Tabell 3. Den nedre grensen for kategori «sterkt påvirket» (120 mg Cl/l) er hentet fra Canadiske retningslinjer for beskyttelse av akvatisk liv ved langtidseksponering (kronisk) [16]. Den nedre grensen for kategori «moderat påvirket» (25 mg Cl/l) er hentet fra en tysk studie som regnet ut en vendepunktverdi for bunndyr, noe som kan ansees som tilsvarende den øvre grensen for god økologisk tilstand jf. vannforskriften [17]. Den nedre grensen på kategori «noe påvirket» (10 mg Cl/l) er basert på typiske bakgrunnskonsentrasjoner for klorid i ikke-salt påvirkede innsjøer [13]. Definisjonen av en kloridgradient er det samme som brukt i tidligere undersøkelser: en 10 mg/l forskjell i kloridkonsentrasjon mellom overflatevann og bunnvann [1] [3] [14].

Klorid er svært mobilt, og vannprøver fanger raskt opp evt. tilførsel fra vei. I avrenning av veisalt vil natrium i større grad enn klorid bli holdt tilbake i grunnen, blant annet ved kationbytteprosesser med metaller. Natrium vil da kunne holdes igjen og bli mobilisert i avrenningen på et senere tidspunkt. Derfor er ikke natrium like sporbart som klorid i mange av innsjøene.

En oksygengradient kan skyldes andre forhold enn veisalt (saltindusert oksygenvinn), som bla. eutrofiering, nedbrytning av humus i bunnvannet og/eller lite volum under sprangsjiktet. Svært humøse, næringsrike innsjøer med stillestående vann, vil raskt få lave konsentrasjoner av oksygen gjennom sommer- og vinterstagnasjon. Fravær av oksygen i bunnvannet er derfor kun vektlagt i tilfeller hvor det er kombinert med høye konsentrasjoner av salt i bunnvannet. Oksygenkonsentrasjoner mindre enn 2 mg/l i bunnvannet vurderes som anoksiske forhold.

I vurderingene er det ikke lagt vekt på endringer i gradienter og dybden på sprangsjikt over tid, fordi klimatiske forhold og nedbørsfeltprosesser kan variere mye mellom årene. Dette gjør det vanskelig å trekke noen trender uten veldig mange år med data. Selv om man også kan forvente en viss variasjon i kloridkonsentrasjoner fra år til år, er kloridkonsentrasjoner mer egnet enn gradienter til å vurdere endringer over tid [18].

Tabell 3. Vurderingsgrunnlag for fastsetting av grad av påvirkning av veisalt i innsjøene som er undersøkt ila 2023.

Grad av påvirkning	Beskrivelse
Ingen	Ikke kloridgradient. Lave konsentrasjoner av Cl i overflatevann (<10 mg/l)
Noe	Forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflatevann (10-25 mg/l), men ingen kloridgradient.
Moderat	Jevnlig kloridgradient og oksygengradient og/eller forhøyede konsentrasjoner Cl i overflatevann (25-120 mg/l)
Sterkt	Vedvarende saltgradient og saltindusert oksygengradient over flere år og/eller høye konsentrasjoner av Cl i overflatevann (>120 mg Cl/l)

2.4 Mikroplast

Det ble utført prøvetaking for analyse av mikroplast vann i følgende ni innsjøer:

- Assurtjern
- Damtjern
- Gjersjøen
- Langvannet
- Padderudtjern
- Patterødtjern
- Kalvsjøtjern
- Svarttjern
- Tinnemyr

Det ble tatt prøver av overflatevann (0-1 m dyp), på samme prøvestasjon som de øvrige vannprøvene. I to av innsjøene, hhv. Gjersjøen og Kvalsjøtjern, ble det i tillegg samlet inn en ekstra vannprøve fra en prøvestasjon nær innløpsbekk til innsjøen. Innløpsbekken hadde direkte overflateavrenning fra vei. I to innsjøer, hhv. Langvannet og Padderudvannet, ble det også samlet inn en ekstra vannprøve fra bunnvannet.

Vannprøvene ble analysert for innhold av ulike typer mikroplast hos Eurofins Environmental Testing AS iht. analysemetode beskrevet av *Rødland et al. 2021* [19]. Metoden er basert på Pyr-GC/MS og benyttes for å detektere forskjellige typer plast og kvantifisere mengden av plast. Resultatene oppgis som mengde (µg/l) per fraksjon (polymer) i størrelsesfraksjonen 27 – 1000 µm.

Analysepakken som Eurofins tilbyr er rettet inn mot identifikasjon av ti plasttyper. Denne pakken inkluderer ikke syntetisk gummi (SBR + BR) fra bildekk jf. *Rødland et al. 2021* [19], og er dermed ikke egnet til å vurdere vei som kilde av mikroplast. En oversikt over de analyserte plasttyper og kilder er vist i Tabell 4. Det ble inkludert metodeblanker under prøvetaking for å undersøke mulig kontaminering fra luften og personell. Prøveflasker ble skylt i resipientvann før prøvetaking.

Det ble påvist PP (polypropylen) i flere av prøvene og i metodeblank. Ifølge analyselaboratoriet er kilden sannsynlig prøvebeholdere med PP-kork. Det ble benyttet prøveemballasje som anbefalt og levert av laboratoriet.

Det ble også påvist PVC. Ifølge laboratoriet kan PVC, som er påvist så vidt over deteksjonsgrensen i to av prøvene, være en potensiell feilkilde grunnet organisk materiale i prøven som kan bli brutt ned som følge av metoden laboratoriet benytter for partikkelholdig vann.

Tabell 4. Typer plastpolymerer i analysepakken som er benyttet. Merk at analysepakken inkluderer ikke syntetisk gummi (SBR + BR).

Polymer	Kilder/bruk
Polyetylen (PE)	Plastposer, emballasje, plastfilm.
Polypropylene (PP)	Emballasje, tau, kabelisolasjon, takmembraner, oppbevaringsbokser, engangsflasker av plast, bøtter.
Polystyren (PS)	Er en hardplast, ofte benyttet i elektroniske deler. Isopor.
Akrylnitril-butadien-styren (ABS)	Elektriske og elektroniske produkter
Polymetylmetakrylat (PMMA)	Pleksiglass, maling og husholdningsprodukter. Sammen med andre substanser utgjør PMMA basen i akrylmaling.
Polykarbonat (PC)	Transparent termoplast, «uknuselig plast» (hammerglass). Makrolon, Lexan. Brukes i støtsikre vinduer og dører.
Polyvinylklorid (PVC)	Bygg- og anleggsrelatert, rør, kabelisolasjon.
Polyetylentereftalat (PET)	Brukes i fremstilling av polyesterfibrer som Dacron og Terylene, klare filmer og folier til emballasje.
Polyamid 6 (PA6)	Tekstilfiber, nylon.
Polyamid-6,6 (PA 66)	Syntetiske artikler, tau.

3 Faktaark - resultater

Resultatene fra innsjøene er delt inn per fylke og i alfabetisk rekkefølge.

Faktaarkene inneholder en oversikt over relevant informasjon om innsjøene og gjennomgang av resultater fra undersøkelsene i 2023 med hovedfokus på kloridinnhold og gradienter. I innsjøer som er prøvetatt tidligere er det vist en historisk utvikling av kloridkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann.

Vær oppmerksom på at skala er forskjellig fra graf til graf i vertikalprofilplottene. Etter faktaarkene presenteres en oppsummering av dataene og påvirkningsgrad.

3.1 Akershus

3.1.1 Assurtjern (ASS)



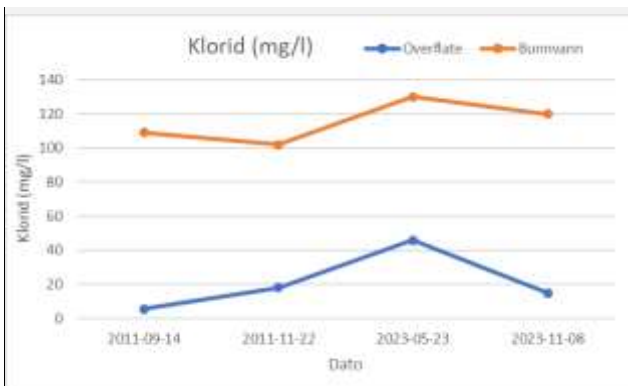
Fakta om vannforekomst og vannlokaltet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Assurtjern (005-82-R)	Dybde:	12,5 m
Kommune	Nordre Follo	Høyde over havet:	122 m
Vannlokaltet (vannmiljø)	005-62292	Innsjøareal	0,03 km ²
Vannområde	PURA	Oppholdstid:	-
Vanntype:	R111	Areal nedbørsfelt:	1,9 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 267037, N = 6635611	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6

Klorid og oksygen

Det er påvist høye konsentrasjoner klorid i bunnvannet. Det er påvist en kjemisk sjiktning, med klorid- og oksygengradient i innsjøen. Målinger fra 2011 viste tilsvarende sjiktning av vannmassene og på samme dyp [14].

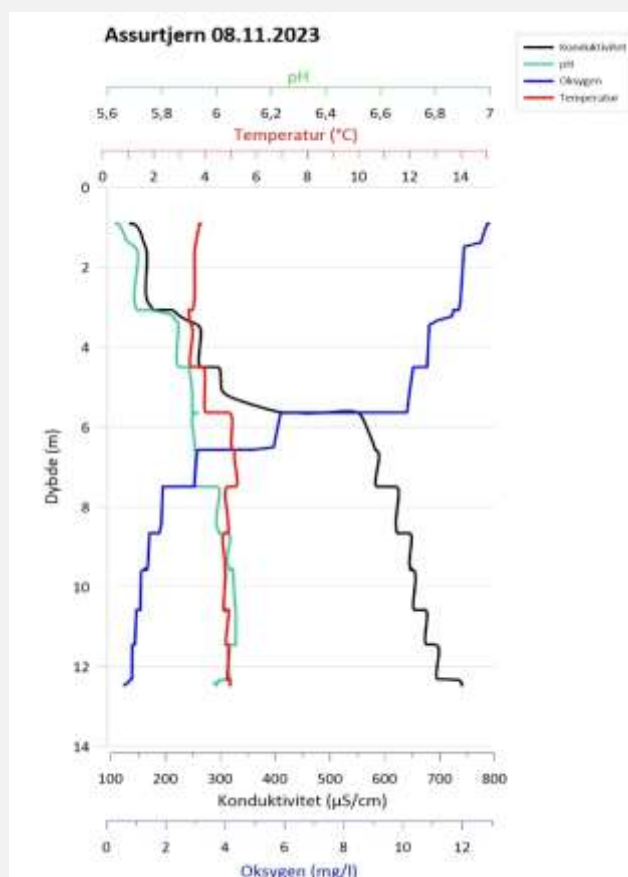
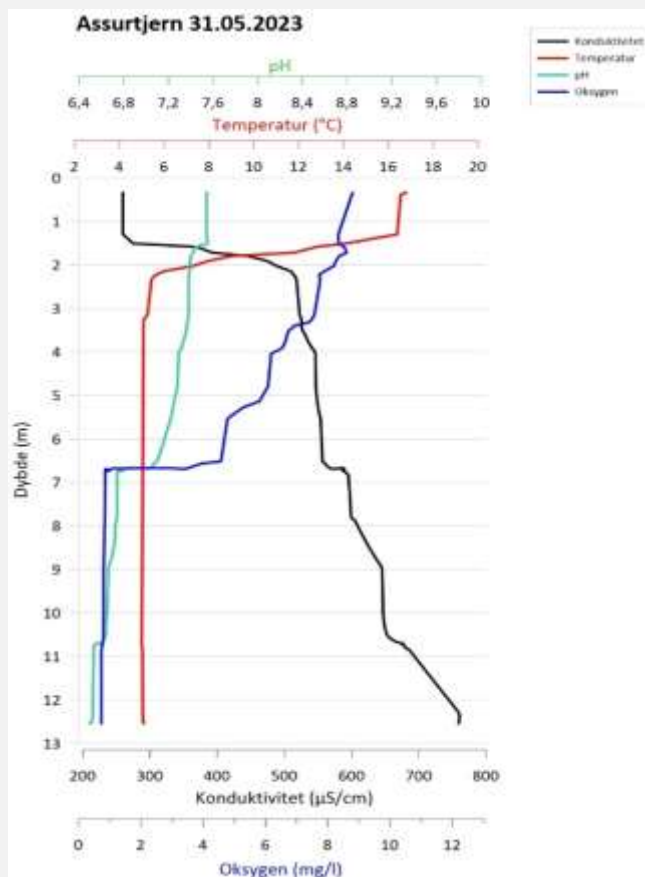
Undersøkelsen viser at det har vært en svak økning i kloridkonsentrasjon fra høsten 2011 og til våren 2023, men i november er nivåene redusert, trolig som følge av vannutskiftning og lav saltbelastning sommerstid.

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	46	8,8	15	12,9
Bunnvann	130	0,7	120	0,6



Vertikalprofiler

Innsjøen har ikke fullsirkulert. Vertikalprofilene viser en sterk sjikning av vannmassene, både om våren og høsten. I mai er det fravær av oksygen fra ca. 6,5 meter og ned til bunn, mens det om høsten er fritt for oksygen fra ca. 5 meters dyp. Konduktiviteten øker også jevnt ned mot bunn. Det var sterk lukt av H₂S i bunnvannet ved prøvetakning.



Klassifisering av metaller

Det er ikke påvist metaller over tilstandsklasse II i Assurtjern (AA-EQS).

		Vår 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	19	490	15	0,096	0,019	47	0,01	0,81	0,17	2,8	27	0,71	1,5
Bunnvann	52	6000	37	0,048	0,14	4700	0,004	0,11	0,45	1400	73	1,1	1,8

		Høst 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	5,2	730	7,4	0,11	0,34	270	0,04	1,1	0,35	56	8,7	1	6,7
Bunnvann	22	7900	41	0,05	0,14	6300	<0,004	0,16	0,53	1600	71	0,84	2,2

Mikroplast

Overflatevann høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	0,4	1,9	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	2,3

Det ble påvist lave konsentrasjoner av PP og PE i overflatevann. De øvrige plastpolymerene er under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Oppsummering

Resultatene viser i likhet med tidligere undersøkelser, at Assurtjern er påvirket av veisalt og at oksygenvinnet er saltindusert. Assurtjern er en myrsjø (dystrof) med mye humus og lite sirkulasjon, noe som trolig er medvirkende årsak til sterk sjiktning av vannmassene.

3.1.2 Bonntjern (BON)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Bonntjern (ingen ID)	Dybde:	10,5
Kommune	Ullensaker	Høyde over havet:	196
Vannlokalitet	002-39484	Innsjøareal	0,04 km ²
Vannområde	Leira - Nitelva	Oppholdstid:	-
Vanntype:	Ikke oppgitt	Areal nedbørsfelt:	0,43 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 287845, N = 6677035	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6

Klorid og oksygen

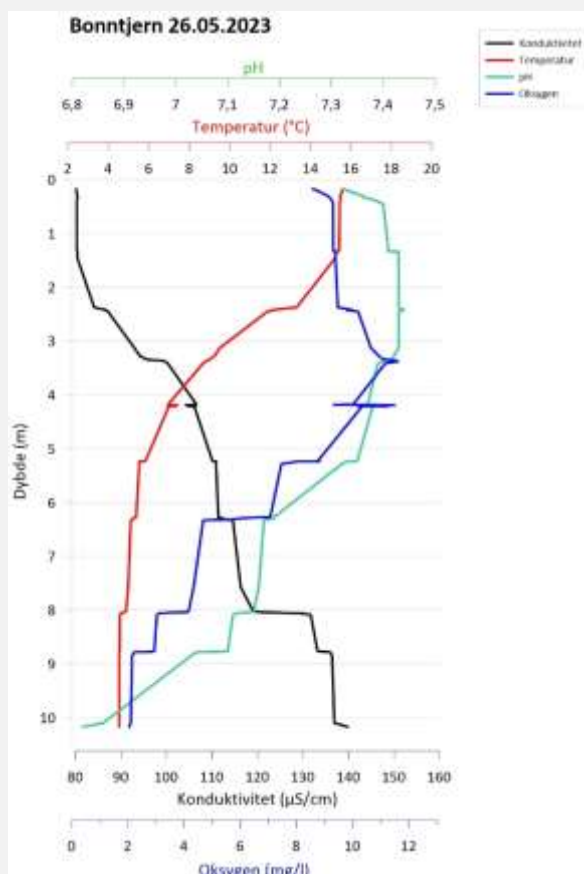
Bonntjern har svært lave konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er ikke påviste klorid- eller oksygengradient i innsjøen.

Resultatene viser samme kloridkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann som målinger i 2012 (1,2 -2.3 mg/l) [20].

	Vår 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	1,6	8,5
Bunnvann	1,9	2,1

Vertikalprofiler

Vertikalprofilen tyder på at Bonntjern har fullsirkulert, men at innsjøen er inne i begynnende sommerstagnasjon. Det er en gradvis økning i konduktiviteten nedover i vannsøylen. Målingene kan tyde på et begynnende sprangsjikt ved ca. 6,1 m dyp. Oksygenkonsentrasjonene er kraftig redusert i bunnvannet, men det er ikke anoksiske forhold ($O_2 < 2 \text{ mg/l}$). Tidligere undersøkelse viste at Bonntjern sirkulerte om høsten [20].



Klassifisering av metaller

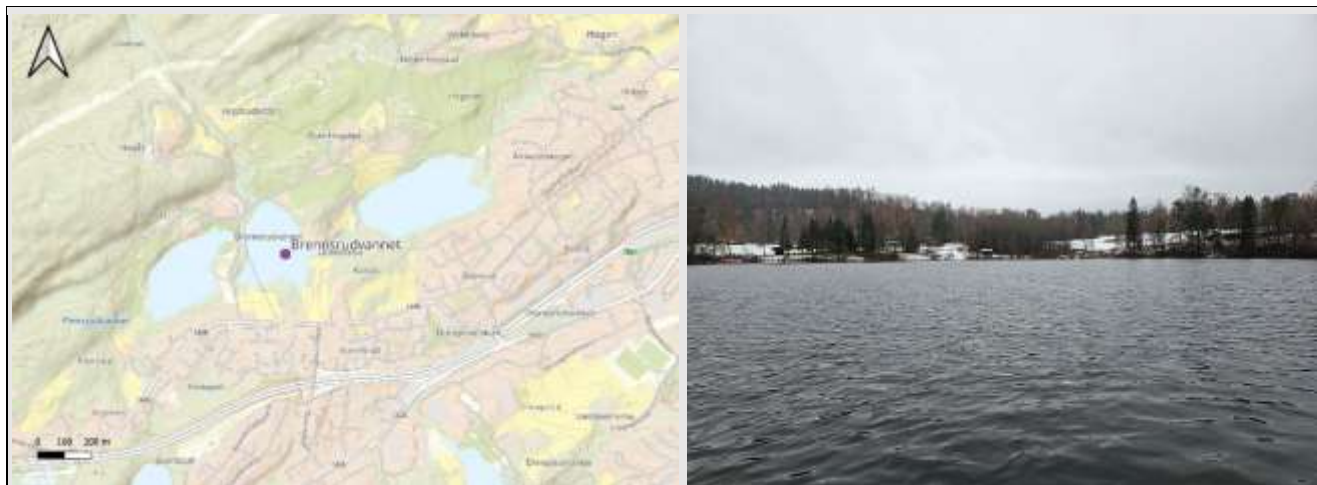
Det er ikke påvist metaller over tilstandsklasse II i Bonntjern.

	Vår 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	11	180	11	0,04	<0.01	3,8	<0.004	0,51	<0.05	0,17	1,5	1	1
Bunnvann	14	1400	19	0,039	0,012	100	<0.004	0,34	<0.05	1,2	2,3	1,4	1,6

Oppsummering

Bonntjern er en grunnvannsmatet grytehullsjø uten innløp og utløp. Undersøkelsen viser, i likhet med tidligere undersøkelser, at Bonntjern ikke er påvirket av veisalt. Det er ikke behov for videre overvåking av Bonntjern.

3.1.3 Brennsrudvannet (BRE)



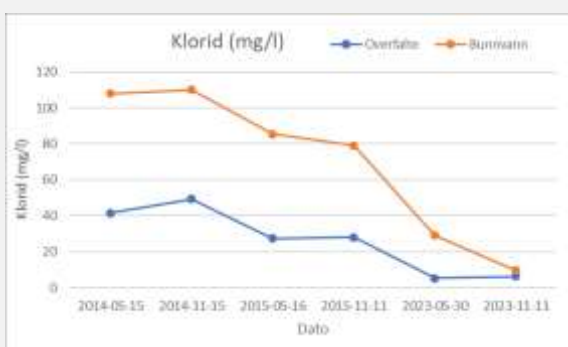
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Brennsrudvannet (009-5493-L)	Dybde:	18,5
Kommune	Asker	Høyde over havet:	175
Vannlokalitet (vannmiljø)	009-42393	Innsjøareal	0,06 km ²
Vannområde	Indre Oslofjord Vest	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L109	Areal nedbørsfelt:	5,34 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 241834, N = 6641647	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Det ble påvist forhøyede konsentrasjoner av klorid i bunnvannet våren 2023 og saltgradient. På høsten var det liten forskjell i kloridkonsentrasjonen mellom overflate- og bunnvann. Ved begge prøvetakingene ble det påvist anoksisk bunnvann og sterk oksygengradient.

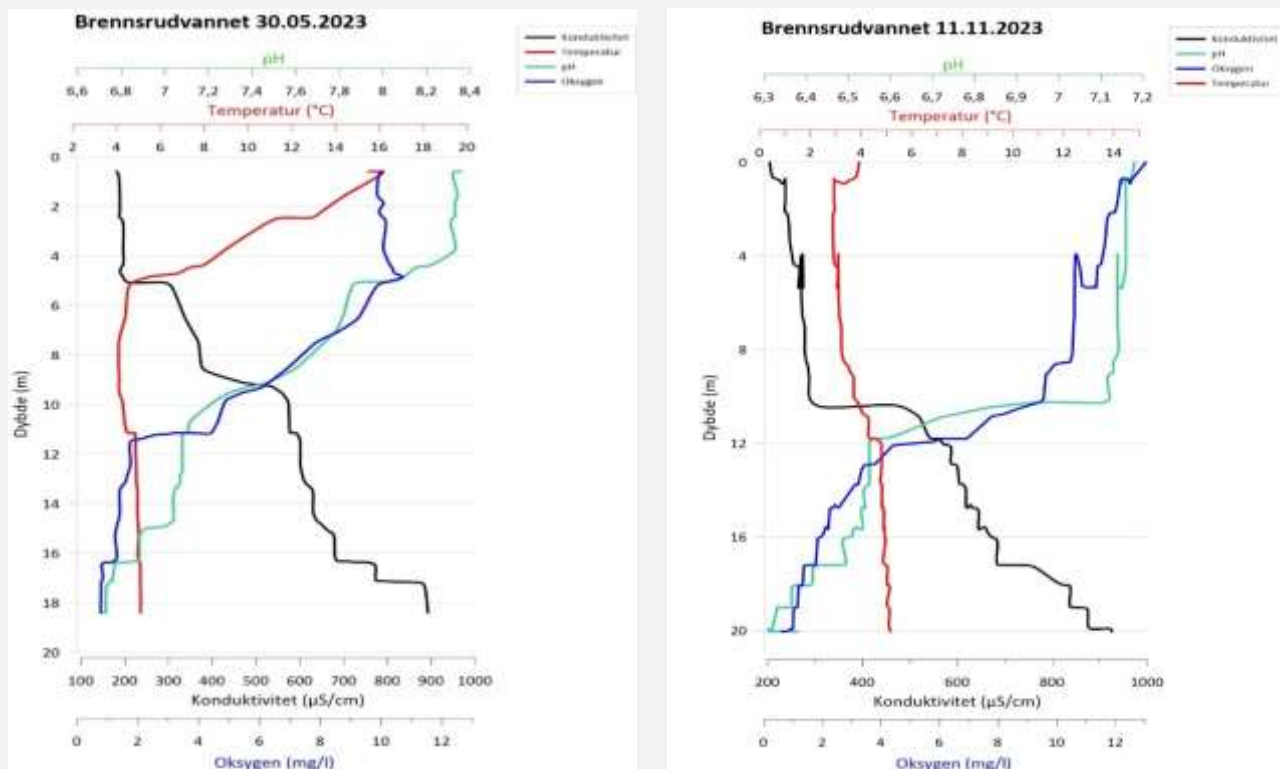
Undersøkelsen viser at konsentrasjonene av klorid er redusert sammenlignet med målinger fra 2014-2015 [21].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	5,2	10,2	6,3	12,6
Bunnvann	29	0,7	9,7	0,6



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser en kjemisk siktning ved ca. 12 meters dyp, hvor det var sterkt avtagende oksygenkonsentrasjon. Innsjøen har ikke fullsirkulert. Fra samme dyp er det også en sterk økning i konduktivitet. Brennsrudvannet ligger i et kalkrikt område, med høy naturlig tilførsel av ioner. I Brennsrudvannet kan siktningene skyldes at vannet er meromiktisk og derfor ikke sirkulerer hver vår og høst.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Det er svært høye konsentrasjoner av mangan i bunnvannet, trolig som følge av utlekking fra anoksiske sedimenter.

		Vår 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	15	530	27	0,13	0,012	22	<0,004	0,79	0,16	0,38	3,9	0,85	1
Bunnvann	1500	17000	73	0,026	<0,01	140	<0,004	<0,05	0,21	5800	14	1,5	1
		Høst 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	9,8	890	33	0,17	0,032	25	0,004	0,93	0,29	12	4,7	0,87	1,3
Bunnvann	15	1500	38	0,14	0,1	1600	0,004	0,59	0,36	390	6,4	0,98	1,4

Oppsummering

Brennsrudvannet er noe påvirket av veisalt, med saltgradient våren 2023. Brennsrudvannet ligger på kambrosiluriske sedimentære bergarter og er derfor svært kalkrik og har naturlig høy konduktivitet. Redusert sirkulasjon virker å være en kombinasjon av både tilførsel av veisalt og naturlig biogent meromiktisk. Eutrofe forhold kan forsterke sjiktningen.

3.1.4 Finnsrudvannet (FIN)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Finnsrudvannet (009-5497-L)	Dybde:	10 m
Kommune	Asker	Høyde over havet:	173 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	009-60703	Innsjøareal	0,06 km ²
Vannområde	Indre Oslofjord Vest	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L109	Areal nedbørsfelt:	0,99 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 241444, N = 6641633	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Resultatene viser høye kloridkonsentrasjoner i bunnvannet, samtidig som det er lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet. Finnsrudvannet har klorid- og oksygengradient både i mai og i november.

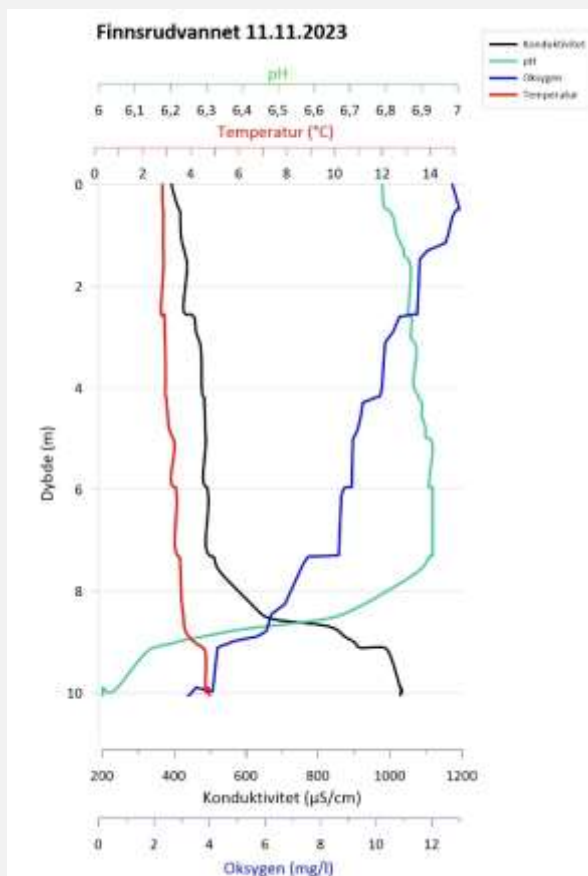
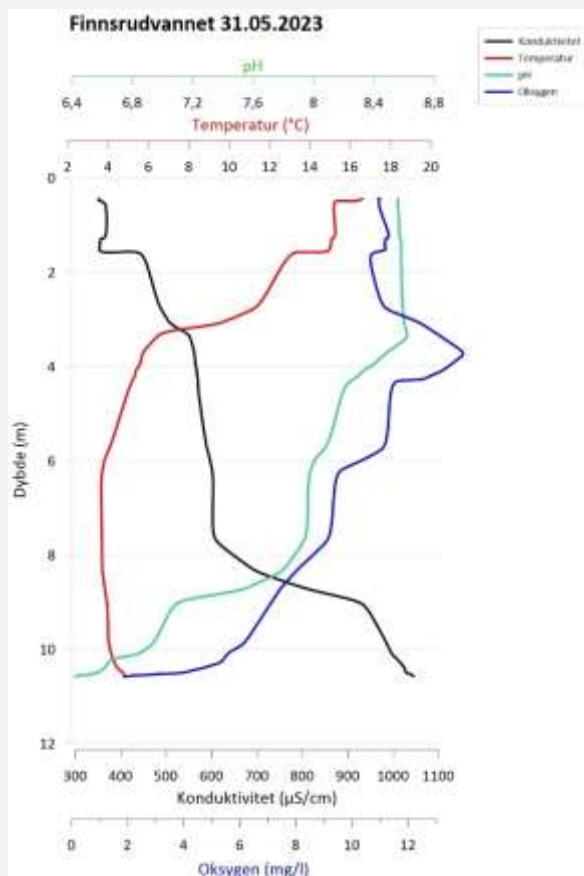
Undersøkelsen viser omtrent samme kloridkonsentrasjonen i overflate- og bunnvann som tidligere målinger i 2014, 2015 [21] og 2020 [22]. Kloridkonsentrasjonene i bunnvannet er noe lavere i 2023 enn i 2014.

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	33	11,0	41	12,2
Bunnvann	74	2,1	80	3,2



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser ingen markant kjemisk sjikt med hensyn på oksygen, men oksygeninnholdet avtar gradvis ned mot bunn. Det er en sterk økning i konduktiviteten ved ca. 9 meters dyp. Finnsrudvannet ligger på kambro-siluriske sedimentære bergarter og er derfor svært kalkrik og har naturlig høy konduktivitet.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

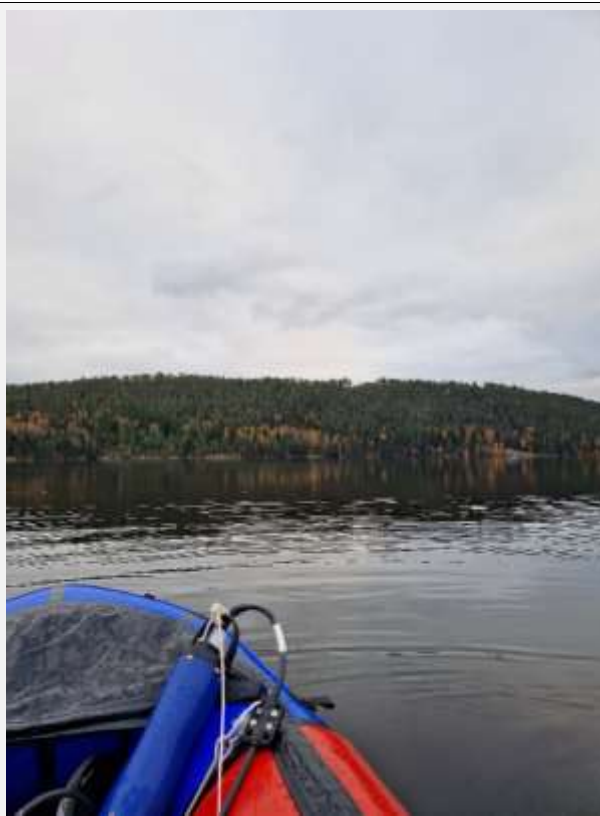
		Vår 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	19	530	40	0,12	<0.01	5,1	<0.004	0,97	0,3	0,19	20	1,5	1,1
Bunnvann	3000	30000	81	0,071	<0.01	270	<0.004	<0.05	1,8	4000	45	1,1	1,1

		Høst 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	20	1100	48	0,12	<0.01	11	<0.004	0,76	0,62	57	27	0,86	1,4
Bunnvann	1100	24000	80	0,086	<0.01	170	<0.004	<0.05	1,7	4500	47	0,9	0,65

Oppsummering

Finnsrudvannet er påvirket av veisalt og har saltindusert oksygenvinn i bunnvannet. Redusert sirkulasjon er en kombinasjon av både tilførsel av veisalt, men også naturlige forhold som høyt innhold av næringsstoffer og organiske materiale, samt høye naturlige konsentrasjoner av oppløste ioner i bunnvannet (Ca, Mn, Fe) som gir biogen meromiksis. Eutrofe forhold kan også forsterke sjiktningen.

3.1.5 Gjersjøen (GJJ)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Gjersjøen (005-297-L)
Kommune	Nordre Follo
Vannlokalitet (vannmiljø)	005-27842
Vannområde	PURA
Vanntype:	L107
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975

Fakta om innsjø

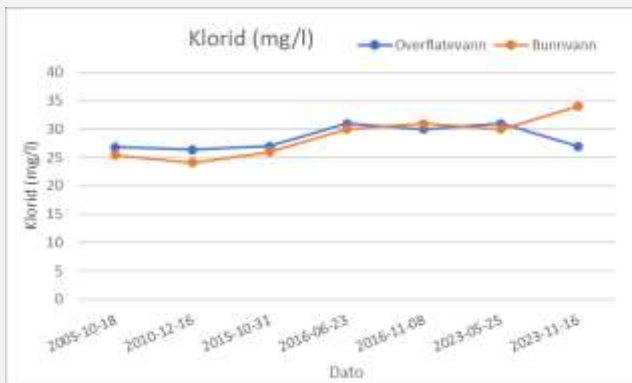
Dybde:	62 m
Høyde over havet:	40 m
Innsjøareal	2,64 km ²
Oppholdstid:	2,14 år
Areal nedbørsfelt:	82,0 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6/ E18/Fv.15

Klorid og oksygen

Det er ikke påvist klorid- eller oksygengradient i Gjersjøen. Det er noe forhøyet kloridkonsentrasjon sammenlignet med forventet naturlig bakgrunn (ca. 10 mg/l).

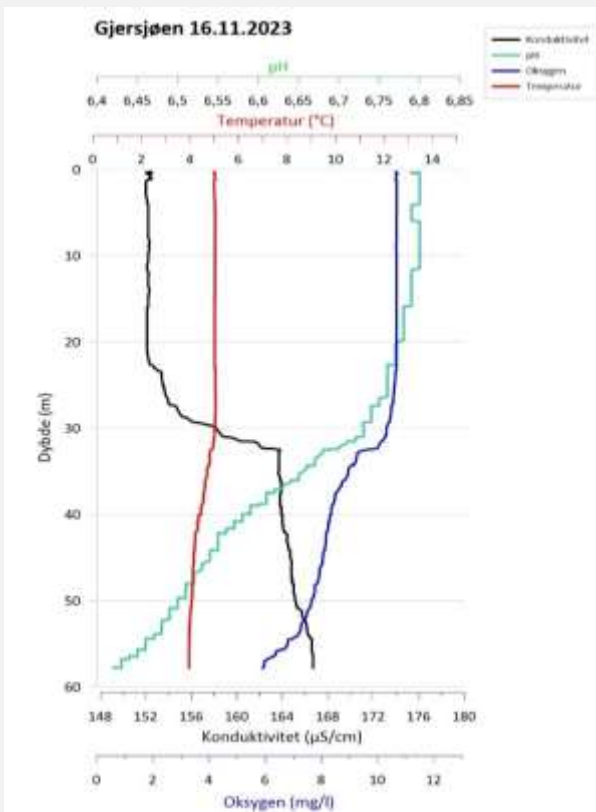
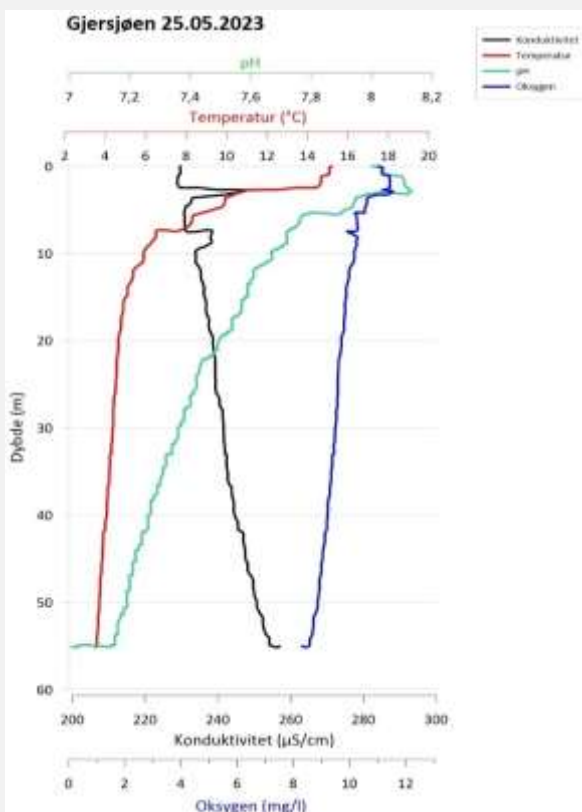
Resultatene viser en svak økning i kloridkonsentrasjonene i bunnvann i Gjersjøen siden de første undersøkelsene i 2005 [1] [2] [3].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	31	11	27	9,5
Bunnvann	30	8,3	34	7,3



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Gjersjøen har fullsirkulert, både vår og høst, og det er gode oksygenforhold i bunnvannet.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

		Vår 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	18	1500	18	0,17	0,016	33	0,005	2,6	0,13	0,55	18	2,4	0,97
Bunnvann	18	1600	19	0,18	0,014	34	0,005	1,9	0,14	1,5	19	2,5	1,5

		Høst 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	8,3	730	16	0,23	0,15	260	0,02	2,6	0,36	7	19	1,4	4,5
Bunnvann	9,7	870	50	0,24	0,076	280	0,018	1,7	0,26	98	85	1,5	5,7

Mikroplast

Det ble påvist lave konsentrasjoner av PP, PVC og PA6 i overflatevannet. De øvrige plastpolymerene er under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Prøvestasjonen ved «innløpsbekk» ble tatt i sør-enden av Gjersjøen, hvor veivann fra E18 og E6 (fellesløp) blir ført. Ved innløpet ble det påvist både PP, PS og PVC. Konsentrasjonene er forholdsvis lave, men høyere enn ved prøvestasjonen ved dypeste punkt. Konsentrasjoner av PP kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder.

Overflatevann høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	1,4	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	1,3	<0,2	0,2	<0,5	2,9

Innløp høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	13,3	0,2	<0,2	<0,2	<1,0	2,1	<0,2	<0,1	<0,5	15,6

Oppsummering

Gjersjøen er svakt påvirket av veisalt, med noe forhøyede kloridkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann. Tidligere undersøkelser har vist at konduktiviteten har doblet seg i løpet av de siste 50 årene [1]. Innsjøen sirkulerer og det er ikke tegn til oksygensvinn i bunnvannet.

3.1.6 Kalvsjøtjernet (KAL)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Kalvsjøtjernet (012-4891-L)
Kommune	Lunner
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-38096
Vannområde	Randsfjorden
Vanntype:	L207
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975

Fakta om innsjø

Dybde:	24,5 m
Høyde over havet:	359 m
Innsjøareal	0,24 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	3,7 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E16

Klorid og oksygen

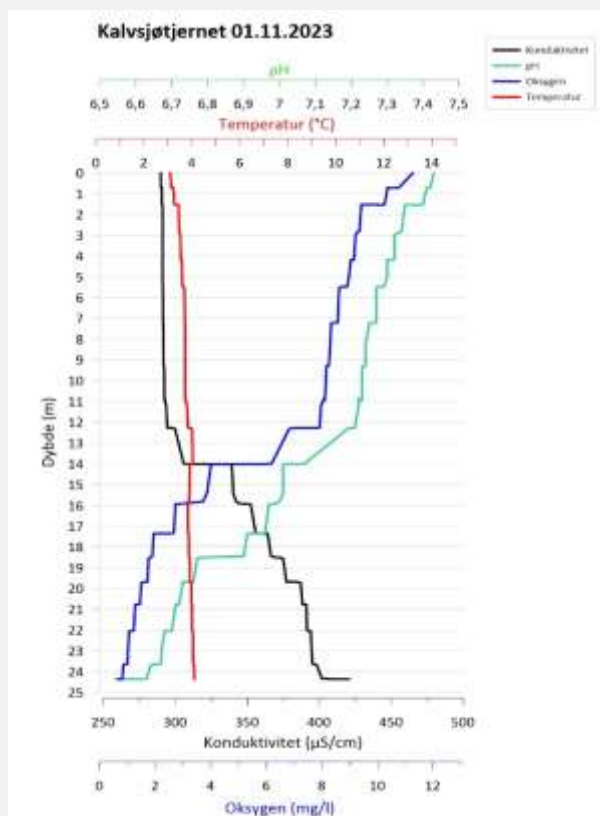
Resultatene viser lave konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Bunnvannet er anoksisk, og det er påvist oksygengradient.

Kalvsjøtjernet er ikke tidligere under søkt med hensyn på påvirkning av veisalt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	5,8	11,2
Bunnvann	6,3	0,6

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser en kjemisk sjikning ved ca. 14 meter hvor det skjer en rask reduksjon i oksygen, samtidig som konduktiviteten øker.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Kalvsjøtjern har et høyt innhold av mangan, Tot-P og Tot-N i bunnvannet.

	Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	15	980	48	0,055	<0.01	5,7	<0.004	0,67	0,14	0,16	3,5	2,4	0,74
Bunnvann	580	3600	59	0,044	<0.01	180	<0.004	0,076	0,24	2800	4	2,5	0,89

Mikroplast

Kun PP er påvist i overflatevann ved dypeste punkt og ved innløp av overvann fra vei. Konsentrasjonen er lav og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder. De øvrige plastpolymerene er under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Overflatevann											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	13,1	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	0,2	<0,5	13,2

Innløp											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	6,4	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	6,4

Oppsummering

Kalvsjøtjern er en næringsrik kalksjø. Høyt innhold av næringssalter og nedbrytning av organisk stoff i bunnvannet er trolig viktigste årsak til lavt oksygeninnhold i bunnvannet. Kloridkonsentrasjonene i overflate- og bunnvann er lave. Kalvsjøtjern er lite påvirket av avrenning av veisalt og metaller fra vei.

3.1.7 Langvannet (LAN)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Langvannet (002-5311-L)
Kommune	Lørenskog
Vannlokalitet (vannmiljø)	002-43322
Vannområde	Leira - Nitelva
Vanntype:	L110
Koordinater (UTM-33):	Ø = 274171, N = 6651370

Fakta om innsjø

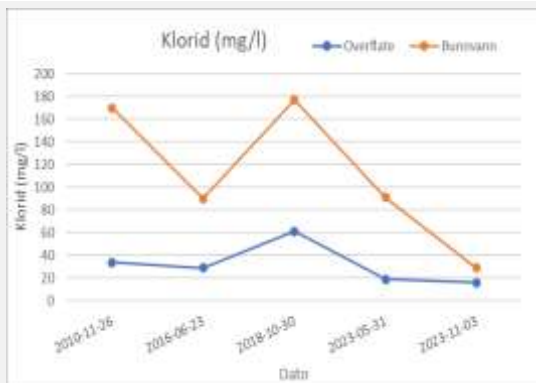
Dybde:	11 m
Høyde over havet:	153 m
Innsjøareal	0,15 km ²
Oppholdstid:	0,033 år
Areal nedbørsfelt:	38,5 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6, Fv.159

Klorid og oksygen

Langvannet har høye konsentrasjoner av klorid i bunnvannet om våren. Dette kan skyldes ulike prosesser i nedbørsfeltet eller sirkulasjonsmønsteret. Det kan også være at prøven ble tatt før innsjøen hadde sirkulert. På høsten har kloridkonsentrasjonen avtatt fra 91 mg/l til 29 mg/l. Det er likevel klorid og oksygengradient både vår og høst 2023.

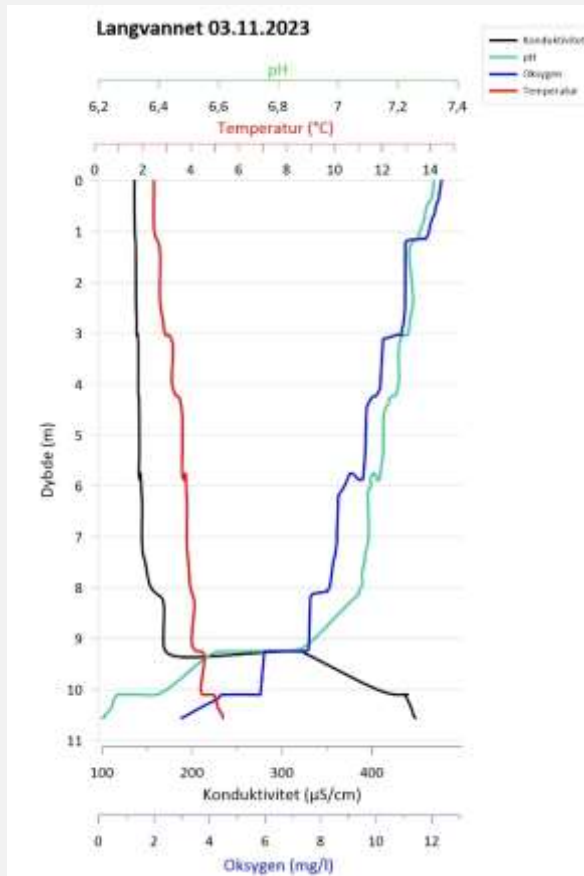
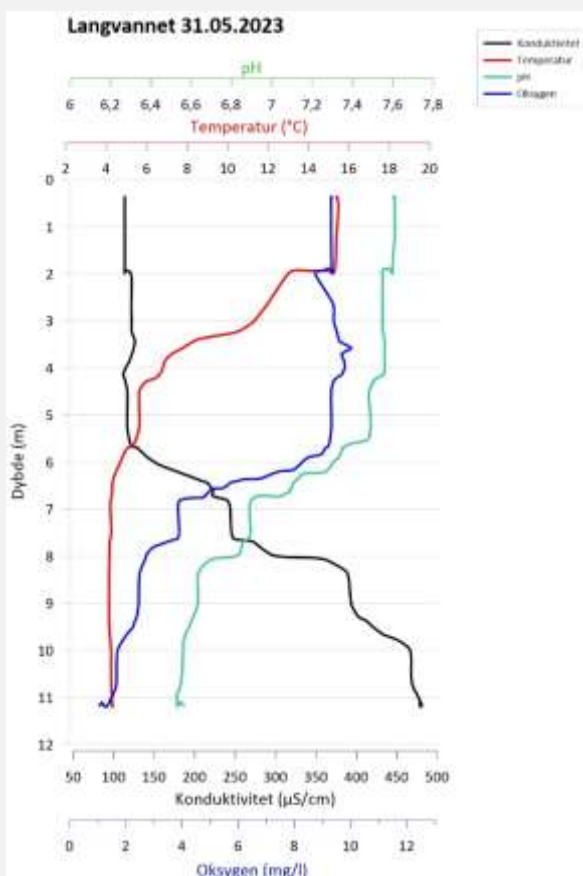
Undersøkelsen viser en reduksjon i konsentrasjonene av klorid i bunnvannet fra forrige måling 2018 [5] og målingen i 2010 [2].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	19	9,1	16	12,3
Bunnvann	91	1,1	29	3,0



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at det om våren er en kjemisk sjiktning ved ca. 6 meters dyp, hvor oksygenet reduseres ned mot bunn, samtidig som konduktiviteten øker. Dette kan være begynnende sommerstagnasjon. Om høsten viser målingene at Langvannet har sirkulert ned til ca. 9 meters dyp. Ved 9 meters dyp er det en tydelig kjemisk sjiktning og sterk økning i konduktivitet ned mot bunn.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	11	290	6,7	0,15	0,039	66	0,009	1,4	0,13	3,9	10	0,72	3
Bunnvann	140	3400	18	0,14	0,22	4300	<0.004	0,34	0,45	1200	49	0,84	2,5

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	6,7	650	9,8	0,18	0,041	150	<0.004	2	0,2	2,4	12	1	2,1
Bunnvann	18	1100	11	0,17	0,031	210	<0.004	1,5	0,24	12	18	0,9	2,4

Mikroplast

Det ble påvist PP i både overflatevann og bunnvann. Konsentrasjonene vurderes som lave og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder.

Overflatevann høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	10,9	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	10,9

Bunnvann høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	7,7	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	7,7

Oppsummering

Langvannet er sterkt påvirket av veisalt på våren, med høye kloridkonsentrasjoner i bunnvannet. Vannmassene har forholdsvis lav oppholdstid, hvor kloridkonsentrasjonene i bunnvannet synker betraktelig før ny saltsesong, dersom det har skjedd fullsirkulasjon.

Målingene tyder på at Langvannet sirkulerer, men at oksygenet i dypvannet forbrukes raskt. Høyt innhold av næringssalter og nedbrytning av organisk stoff i bunnvannet er trolig viktigste årsak til lavt oksygeninnhold i bunnvannet.

3.1.8 Nordbytjernet (NOB)



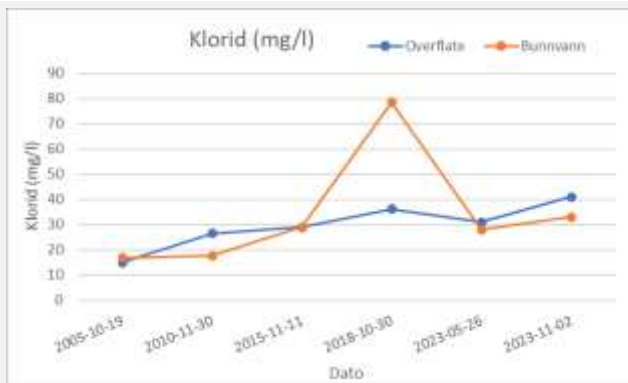
Fakta om vannforekomst og vannlokaltet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Nordbytjernet (022-4228-L)	Dybde:	22 m
Kommune	Ullensaker	Høyde over havet:	187 m
Vannlokaltet (vannmiljø)	002-28956	Innsjøareal	0,27 km ²
Vannområde	Leira - Nitelva	Oppholdstid:	0,32 år
Vanntype:	L108	Areal nedbørsfelt:	82,0 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6/Fv. 454

Klorid og oksygen

Det er påvist noe forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann, men det er ikke kloridgradient i innsjøen. Nordbytjern har oksygengradient.

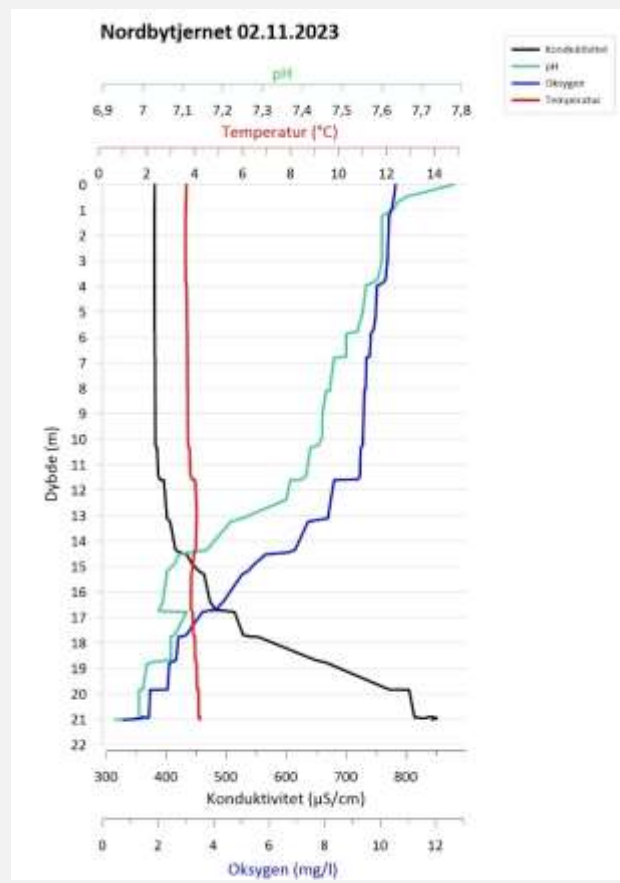
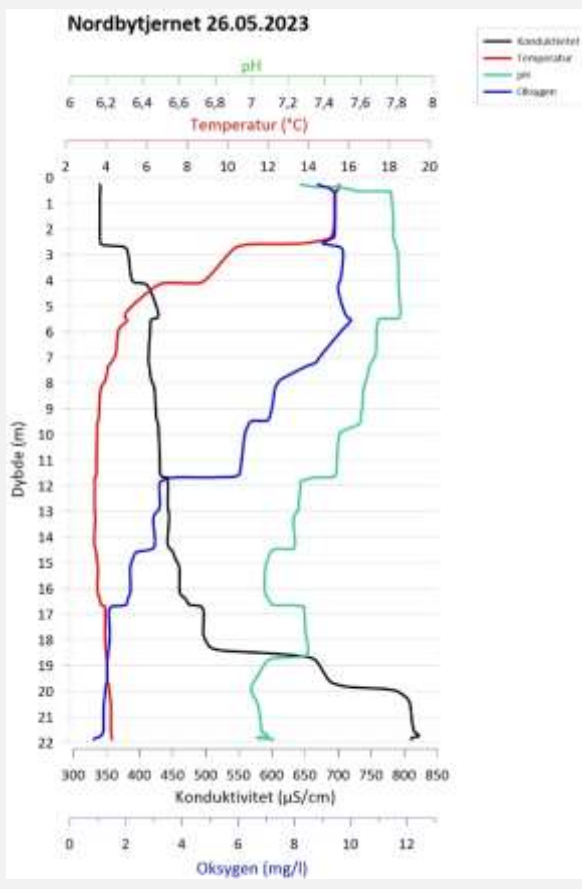
Resultatene viser at konsentrasjoner av klorid er svakt økende sammenlignet med tidligere målinger, med unntak av bunnvannet i 2018 [1] [14] [3].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	31	9,9	41	10,5
Bunnvann	28	0,7	33	0,6



Vertikalprofiler

Resultatene viser at Nordbytjern ikke har fullsirkulert, noe som skyldes at Nordtjern er naturlig meromiktisk [23]. Vertikalprofilene viser at det om våren er anoksisk fra 17 m dyp. Om høsten viser profilene at oksygen reduseres mer gradvis ned mot bunn. Ved begge prøveomganger øker konduktiviteten kraftig ved ca. 18 meters dyp, noe som tyder på høye ionekonsentrasjoner i bunnvannet. Konduktiviteten i bunnvannet ligger på samme nivå som tidligere målinger [5].



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

		Vår 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	11	460	38	0,12	<0.01	5,2	0,006	0,9	<0.05	0,23	18	2,5	1,1
Bunnvann	200	14000	51	0,04	<0.01	250	<0.004	<0.5	0,22	40000	15	1,4	1,1

		Høst 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	11	340	40	0,11	<0.01	2,1	<0.004	0,58	0,058	0,11	23	1,1	0,76
Bunnvann	76	9900	47	0,041	<0.01	200	<0.004	0,17	0,2	39000	17	2	1,3

Oppsummering

Nordbytjern er en grunnvannsmatet meromiktisk innsjø. Det er også noe tilførsel fra innløpsbekker som har vært belastet av avløpsvann. Målingene bekrefter at bunnvannet ikke fornyes under sirkulasjonsperiodene. Det er ikke påvist kloridgradient, men kloridkonsentrasjonen er svakt forhøyet og innsjøen viser en svak økende trend sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Lavt innhold av oksygen i bunnvannet gir høye konsentrasjoner av nitrogen og Mn som følge av reduserende forhold.

3.1.9 Padderudvannet (PAD)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Padderudvannet (009-5521-L)
Kommune	Asker
Vannlokalitet (vannmiljø)	009-42400
Vannområde	Indre Oslofjord Vest
Vanntype:	L109
Koordinater (UTM-33):	Ø = 239888, N = 6640764

Fakta om innsjø

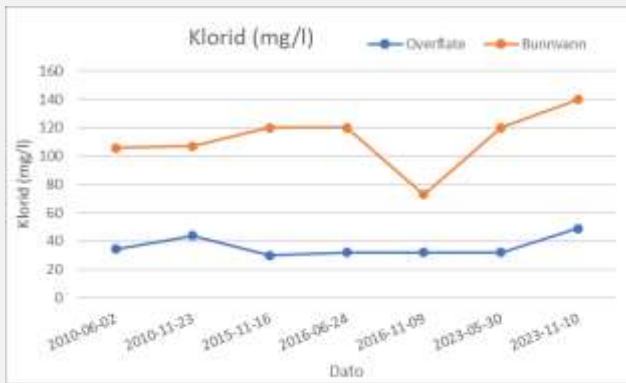
Dybde:	20 m
Høyde over havet:	188 m
Innsjøareal	0,175 km ²
Oppholdstid:	0,98 år
Areal nedbørsfelt:	2,9 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Undersøkelsen viser, i liket med tidligere målinger, at Padderudvannet har høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Padderudvannet har påvist klorid- og oksygengradient.

Resultatene viser en svak økning av klorid i bunnvannet sammenlignet med tidligere undersøkelser i perioden 2010 - 2016 [2] [3] [4].

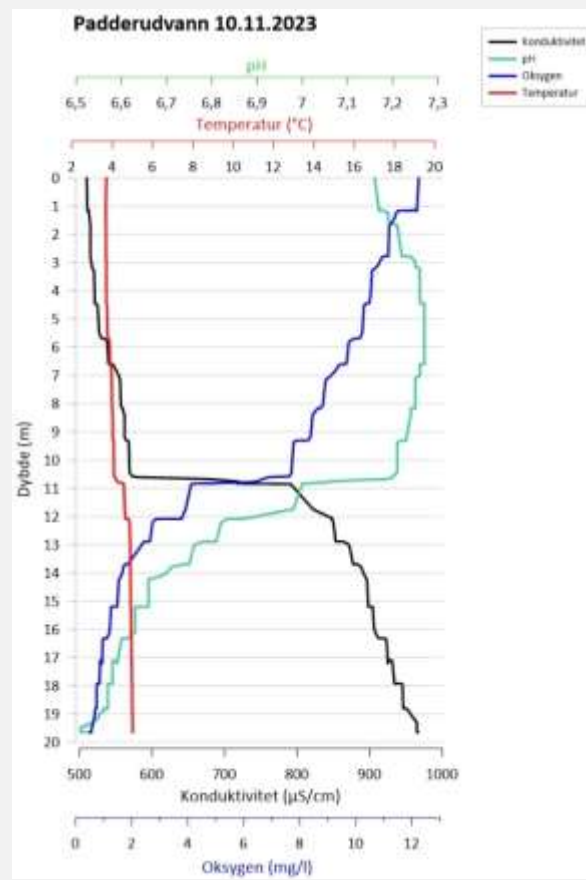
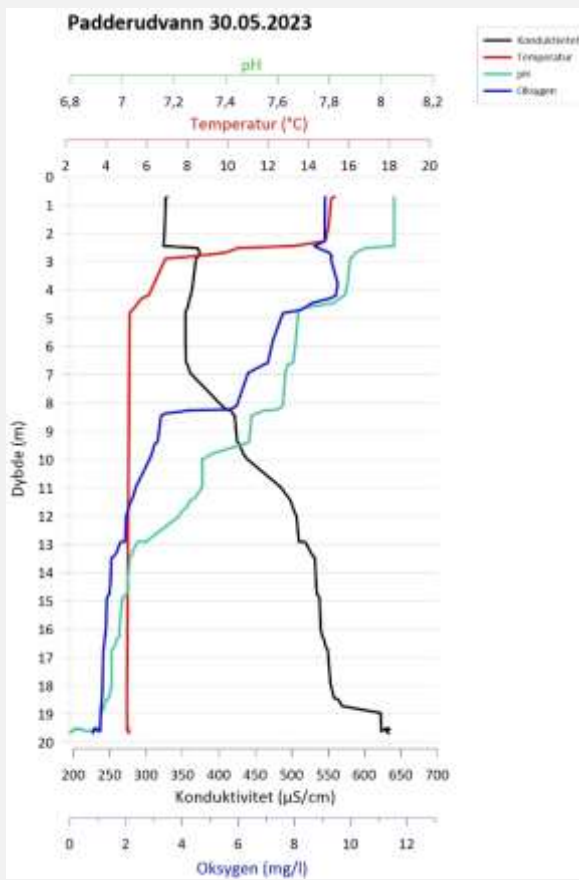
	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	32	9,6	49	12,0
Bunnvann	120	0,4	140	0,2



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Padderudvannet ikke sirkulerer. Fra tidligere undersøkelser er det kjent at Padderudvannet er naturlig meromiktisk. Innsjøen ligger i et kalkrikt område, med høyt naturlig innhold av ioner i avrenning.

Om våren viser vertikalprofilen et kjemisk sprangsjikt med anoksiske forhold fra ca. 8 meters dyp. Om høsten er sprangsjiktet på ca. 11 meters dyp. Konduktiviteten øker kraftig mot bunn og viser et høyt innhold av oppløste mineraler i bunnvannet. Målingene viser at sprangsjiktet er på samme dyp som målingene våren og høsten 2016 [4].



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Innsjøen har et høyt innhold av Ca og svært høye konsentrasjoner av Tot-P, Tot-N og Mn i bunnvannet.

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	15	1700	55	0,16	0,011	24	0,006	1,4	0,41	0,63	19	3,3	2,6
Bunnvann	430	5900	89	0,053	0,012	220	<0,004	0,09	2,3	2300	72	1,4	1,2

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	17	1300	64	0,13	<0,01	8	<0,004	1	0,56	1,1	30	2	0,92
Bunnvann	450	6000	91	0,046	0,012	200	<0,004	0,09	2,8	2400	74	1,4	0,53

Mikroplast

Det ble påvist PP i både overflatevann og bunnvann. Konsentrasjonene er høyest i bunnvannet. Det er ikke påvist andre polymerere over deteksjonsgrensen for analysemetoden. Konsentrasjonene av PP vurderes som lave og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder.

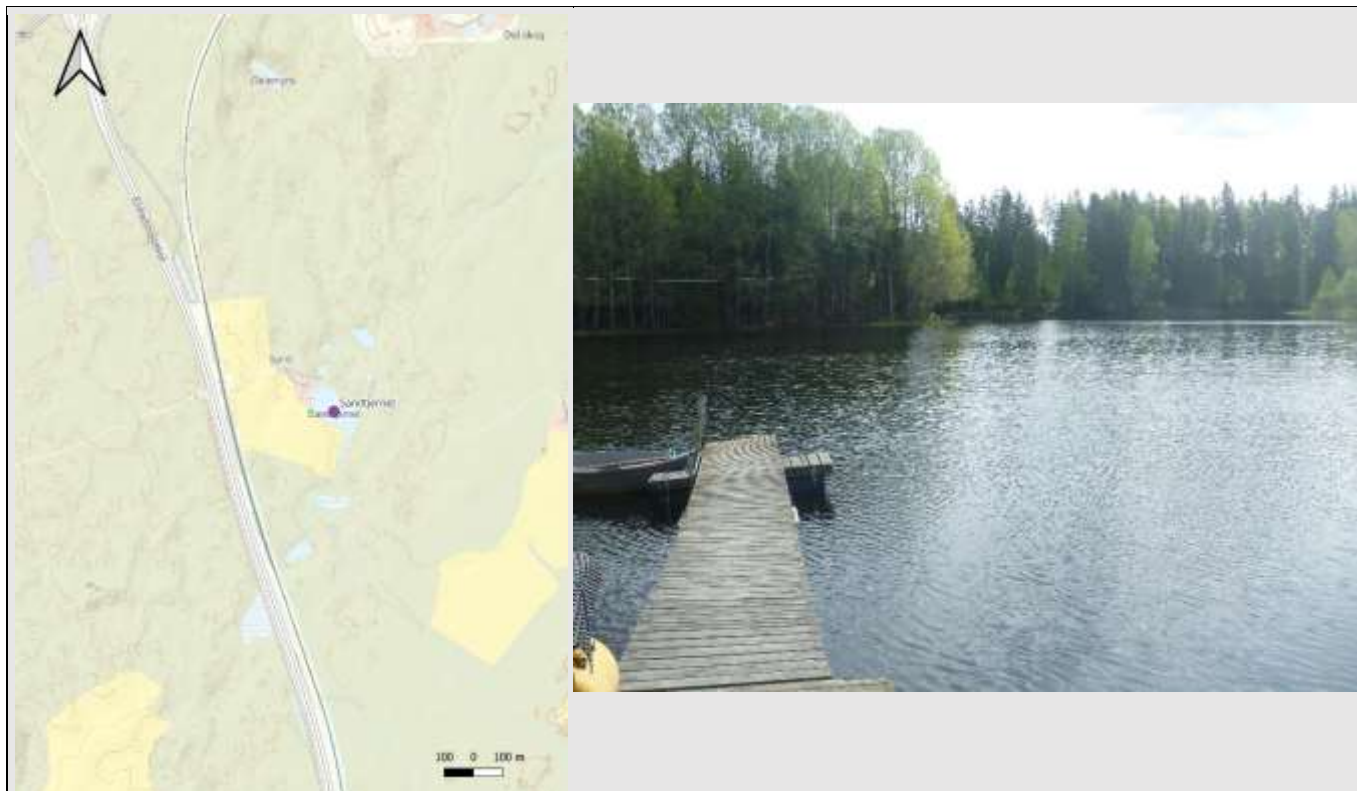
Overflatevann - høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	5,4	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	5,4
Bunnvann - høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	30,2	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	30,2

Oppsummering

Padderudvannet er sterkt påvirket av veisalt og har klorid- og oksygengradient. Padderudvann er også naturlig meromiktisk.

Fravær av full sirkulasjon virker å være en kombinasjon av både tilførsel av veisalt, men også naturlige forhold som høye konsentrasjoner av oppløste mineraler i bunnvannet (Ca, Mn) og nedbrytning av organisk materiale. Sprangsjiktet ligger på omtrent samme nivå som forrige undersøkelse og tyder ikke på å stige oppover i vannsøylen.

3.1.10 Sandtjernet (SAN)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Sandtjernet (005-297-L)	Dybde:	6,5 m
Kommune	Ullensaker	Høyde over havet:	188 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	002-49446	Innsjøareal	0,02 km ²
Vannområde	Hurdalvassdraget/Vorma	Oppholdstid:	-
Vanntype:	Ikke registrert	Areal nedbørsfelt:	5,0 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 288861, N = 6681752	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6

Klorid og oksygen

Sandtjernet har lave konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det påvist anoksiske forhold i bunnvannet. Sandtjernet er ikke tidligere undersøkt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	2,1	8,1
Bunnvann	3,2	0,9

Vertikalprofiler

Vertikalprofilen viser at Sandtjern er inne i påbegynnende sommerstagnasjon. Målingene viser at oksygenet gradvis avtar mot bunn, samtidig som konduktiviteten øker. Vertikalprofilene viser et sprangsjikt ved ca. 4 meters dyp.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Det er påvist svært høye konsentrasjoner av Fe og Tot-N og Tot-P i bunnvannet, trolig som følge av utlekking fra sedimentene.

	Vår 2023												
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	11	420	3,4	0,091	0,13	320	0,048	1,2	0,8	41	1,7	2,4	7,6
Bunnvann	110	2300	5	0,097	0,74	6700	0,033	0,6	1,1	150	1,5	2	5,8

Oppsummering

Sandtjern er et lite tjern med lav grad av vannutskiftning, uten tydelig innløp og utløp. Sandtjern er lite påvirket av veisalt og forurensning fra vei (lave kloridkonsentrasjoner). Fravær av oksygen skyldes trolig en kombinasjon eutrofe forhold, rask sommerstagnasjon, humuspåvirkninger og liten vannutskiftning.

3.1.11 Skåntjern (SKÅ)



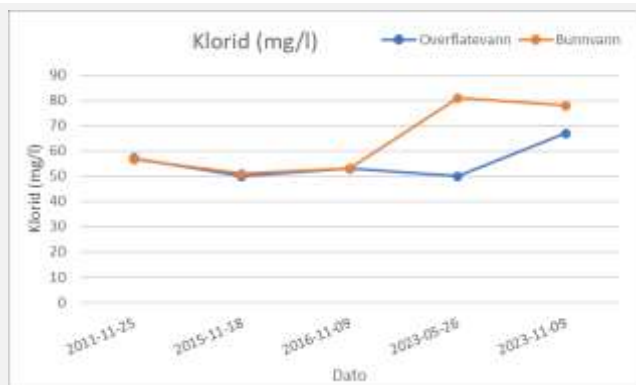
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Skåntjern (Ikke registrert)	Dybde:	5,5 m
Kommune	Ullensaker	Høyde over havet:	192 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	002-49209	Innsjøareal	0,02 km ²
Vannområde	Leira - Nitelva	Oppholdstid:	-
Vanntype:	Ikke registrert	Areal nedbørsfelt:	0,07 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 285847, N = 6675434	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E16

Klorid og oksygen

Det er påvist høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Skåntjern har kloridgradient både i mai og i november. Det er lave nivåer av oksygen i bunnvannet i mai og oksygengradient, mens det i november er god tilgang på oksygen i bunnvannet.

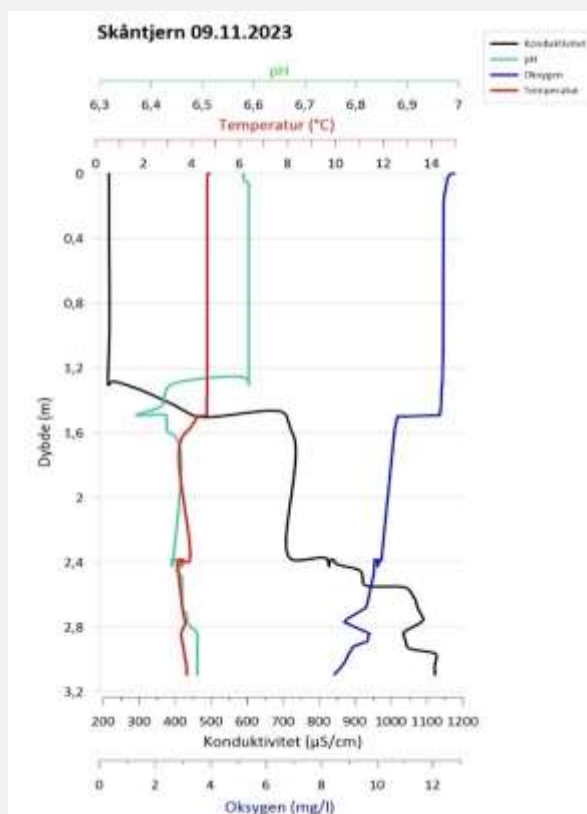
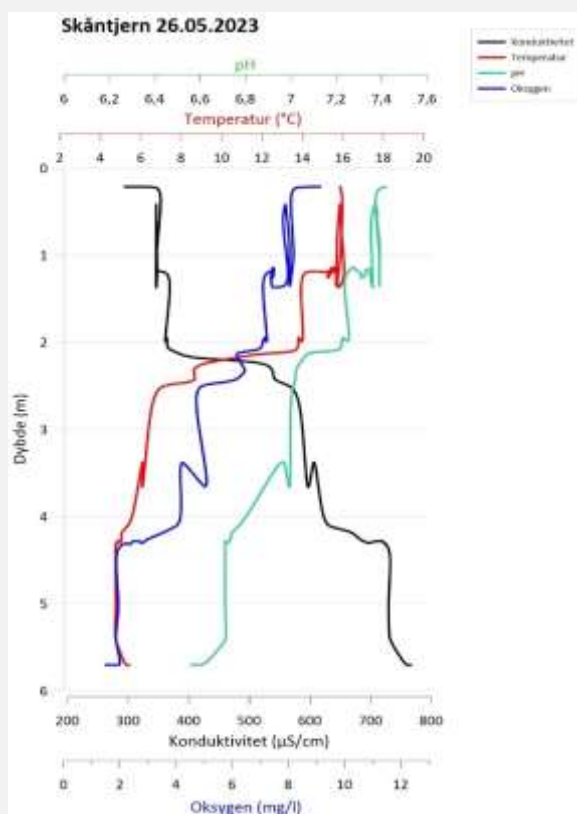
Målingene i 2023 viser en svak økning i kloridkonsentrasjonene i Skåntjern sammenlignet med tidligere undersøkelser i 2011 [20] 2015 og 2016 [3] [4]. Ifølge Niva-rapport fra 2012 har kloridkonsentrasjonen i overflate- og bunnvann økt fra ca. 2 mg/l på begynnelsen av 1970-tallet til 53 mg/l i 2011 [20].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	50	8,2	67	12,5
Bunnvann	81	2	78	8,1



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Skåntjern har sirkulert ved begge prøverunder. Målingene i mai tyder på begynnende sommerstagnasjon. I november er det god tilgang på oksygen i bunnvannet. Profilene viser en sterk økning i konduktivitet ved 1-2 meters dyp og tyder på et høyt innhold av oppløste mineraler i bunnvannet.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Skåntjern har et høyt innhold av Mn i bunnvannet.

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	19	240	22	0,057	<0.01	6,4	<0.004	0,4	<0.05	0,36	34	0,75	0,58
Bunnvann	1700	4200	52	0,028	<0.01	290	<0.004	<0.05	<0.05	1300	67	0,26	0,56

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	16	260	26	0,036	<0.01	4,1	<0.004	0,12	<0.05	18	41	0,18	0,54
Bunnvann	19	370	29	0,031	<0.01	9,6	<0.004	<0.05	<0.05	130	46	0,19	0,75

Oppsummering

Skåntjern er en grunnvannsmatet innsjø. Undersøkelsen viser at innsjøen er moderat påvirket av veisalt. Skåntjern er grunn og utsatt for vind, noe som bidrar til sirkulasjon av vannmassene. Skåntjern har heller ikke tidligere hatt stagnerende bunnvann etter sirkulasjon. Høy saltbelastning medfører derfor ikke til vedvarende saltindusert oksygenvinn.

3.1.12 Svarttjernet (SVA)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Svarttjernet (
Kommune	Ullensaker
Vannlokalitet (vannmiljø)	002-49210
Vannområde	Leira - Nitelva
Vanntype:	L108
Koordinater (UTM-33):	Ø = 286712, N = 6675106

Fakta om innsjø

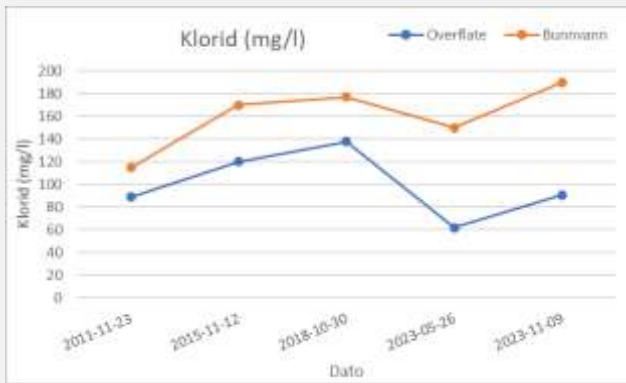
Dybde:	11 m
Høyde over havet:	188 m
Innsjøareal	0,02 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	0,34 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6

Klorid og oksygen

Resultatene viser høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er salt- og oksygengradient i mai og i november.

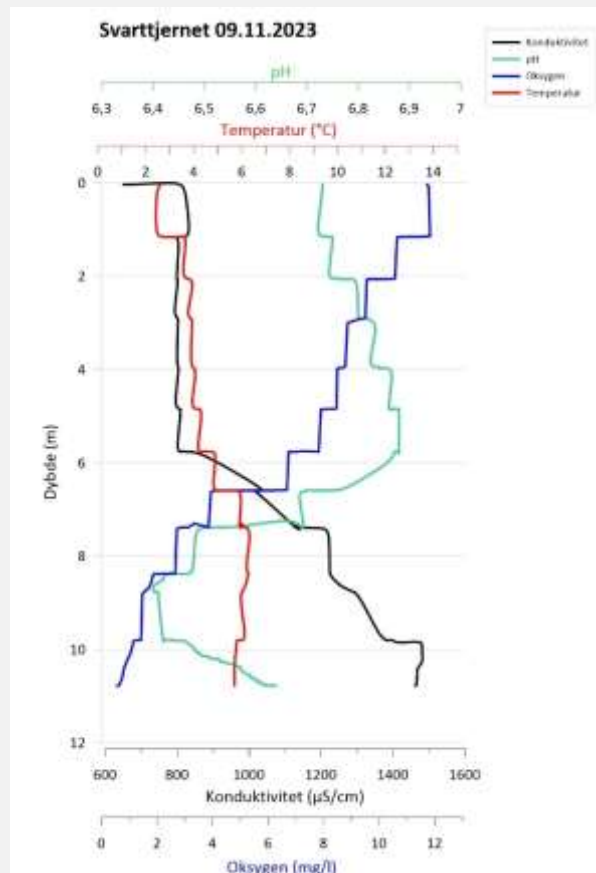
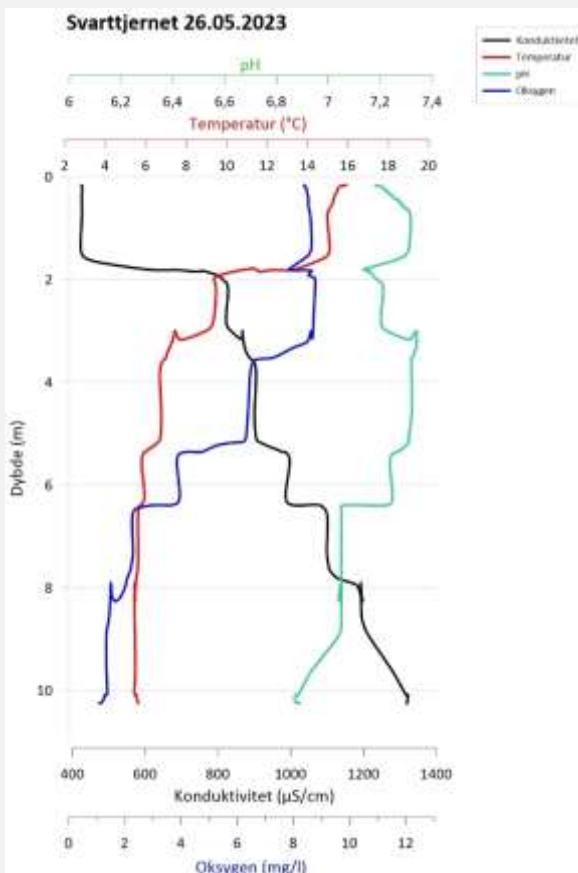
Målingene i november en svak økning i kloridkonsentrasjonen i bunnvannet siden de første målingene i 2011 [24] [3] [5]. Undersøkelsen i mai viser likevel vesentlig lavere konsentrasjoner enn i november.

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	62	8,2	91	12,1
Bunnvann	150	0,9	190	0,5



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at det er en kjemisk sjiktning med oksygenvinn i mai og november. I likhet med tidligere undersøkelser viser målingene at det ikke har skjedd full sirkulasjon av vannmassene. Konduktiviteten øker kraftig mot bunn som følge av en stor mengde oppløste mineraler som gir tungt bunnsvann. Tidligere undersøkelser viser at sprangsjiktet har ligget på rundt 8 meters dyp [24]. Profilene i 2023 viser at sprangsjiktet er på ca. 6-7 m dyp.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Det er påvist høye konsentrasjoner av Mn, Tot-N og Ca i bunnvannet.

Vår 2023

	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	12	190	35	0,037	<0.01	9,7	<0.004	0,29	0,051	62	38	1,1	1,5
Bunnvann	36	11000	94	<0.02	<0.01	17	<0.004	<0.05	<0.05	2700	67	0,23	1

Høst 2023

	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	9	230	43	0,026	0,038	100	<0.004	0,18	0,084	140	45	0,62	1,7
Bunnvann	61	15000	96	<0.02	<0.01	100	<0.004	<0.05	<0.05	3000	71	0,19	0,69

Mikroplast

Det ble påvist PP i overflatevannet. Konsentrasjonen er lav og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder. Svarttjern er grunnvannsmatet, uten direkte overflateavrenning fra vei. Dette vil normalt tilsi lav belastning av partikkelforurensning.

Overflatevann høst

Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	PE
µg/l	<0,2	11,0	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	<0,2

Oppsummering

Svarttjern er grunnvannsmatet, humøs og har liten vannutskiftning. Svarttjern er påvirket av veisalt og har veisaltindusert oksygenvinn i bunnvannet. Det er økende kloridkonsentrasjoner om høsten, noe som kan skyldes tilbakeholdelse av veisaltet i grunnvannet. Redusert sirkulasjon virker å være en kombinasjon av tilførsel av veisalt, lav vannutskiftning, organisk stoff og høye konsentrasjoner av oppløste salter i bunnvannet (Ca, Mn). Reduserende forhold gir utlekking fra sedimentene som gir høye konsentrasjoner av Tot-N og Mn i bunnvannet, som forsterker saltholdighet (konduktiviteten) og gir derved til tyngre vann.

3.1.13 Stortjernet (STO)



Fakta om vannforekomst og vannlokaltet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Stortjernet (012-4910-L)	Dybde:	16,5 m
Kommune	Lunner	Høyde over havet:	384 m
Vannlokaltet (vannmiljø)	012-29229	Innsjøareal	0,3 km ²
Vannområde	Randsfjorden	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L207	Areal nedbørsfelt:	1,9 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 252145.09, N = 6690366.51	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E16

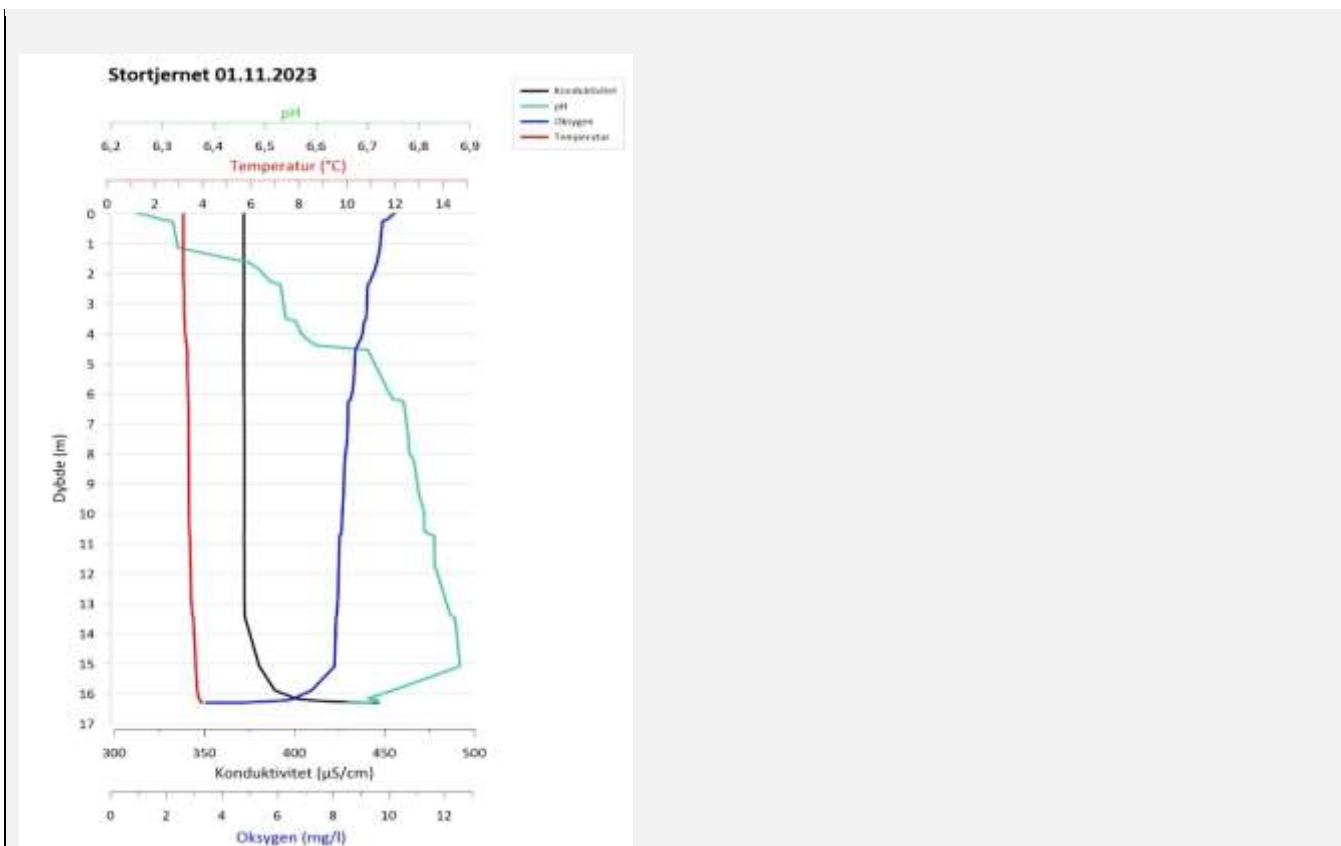
Klorid og oksygen

Det er påvist svakt forhøyede konsentrasjoner klorid i overflate- og bunnvann. Det er noe lavt oksygeninnhold i bunnvannet og oksygengradient i vannsøylen.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	15	10,2
Bunnvann	15	3,8

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Stortjernet har sirkulert. Det er påvist en kraftig reduksjon i oksygen rett over bunn, samtidig som det er økt konduktivitet. Dette kan skyldes at sonden treffer sedimentene som består av organisk materiale som forbruker oksygen.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	16	770	57	0,047	<0.01	1,6	<0.004	0,6	0,05	0,65	8,3	1,4	0,78
Bunnvann	17	820	57	0,052	<0.01	3,2	<0.004	0,44	<0.05	130	8,3	1,6	1,2

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Stortjernet er svakt påvirket av veisalt, men veisaltet påvirker ikke sirkulasjonen i innsjøen. Mangel på oksygen i bunnvannet skyldes trolig naturlige forhold som høy biologisk produksjon og nedbrytning av organiske materiale.

3.1.14 Svinesjøen (SVI)



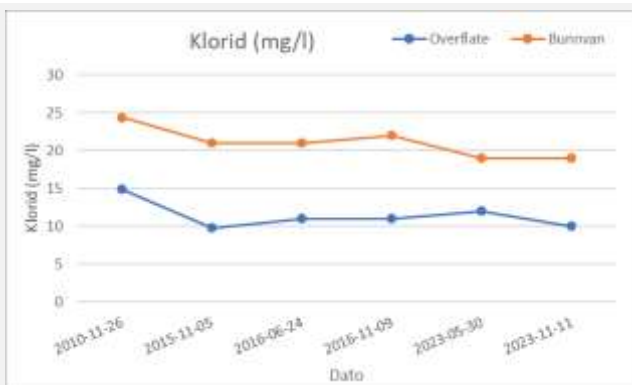
Fakta om vannforekomst og vannlokaltet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Svinesjøen (009-2478-4-L)	Dybde:	34 m
Kommune	Asker	Høyde over havet:	181 m
Vannlokaltet (vannmiljø)	009-39418	Innsjøareal	0,10 km ²
Vannområde	Indre Oslofjord Vest	Oppholdstid:	1,9 år
Vanntype:	L109	Areal nedbørsfelt:	1,6 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 240612, N = 6640389	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Resultatene viser svakt forhøyede kloridkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann, men det er ikke kloridgradient. Bunnvannet er anoksisk, og det er påvist oksygengradient. Det er fra tidligere kjent at Svinesjøen er naturlig meromiktisk.

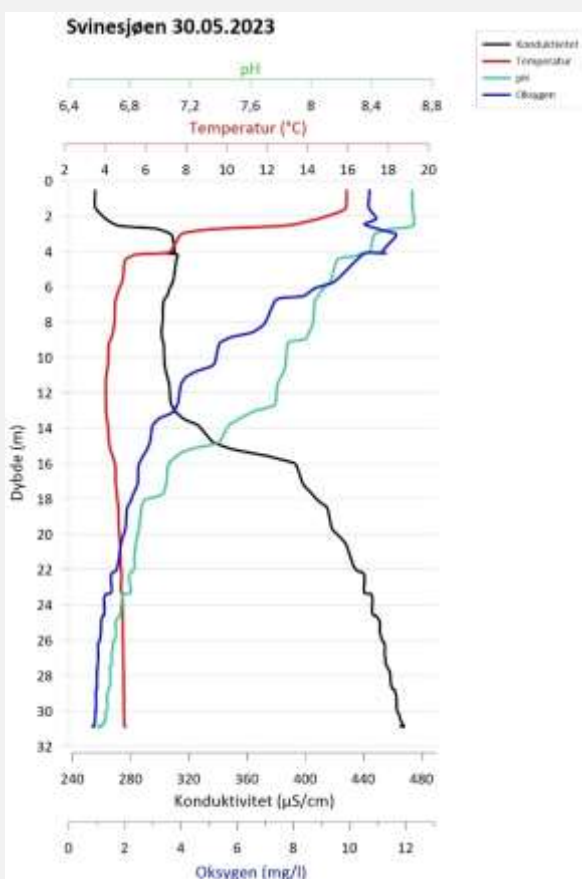
Målingene viser en svak nedgang i klorid i bunnvannet sammenlignet med tidligere undersøkelser [2] [3] [4].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	12	10,9	10	-
Bunnvann	19	0,2	19	-



Vertikalprofiler

Det ble kun utført vertikalprofilmålinger i mai. I november ble det ikke utført måling som følge av feil på sonden. Vertikalprofilene viser at oksygenkonsentrasjonen avtar gradvis mot bunn. Fra ca. 20 m dyp er bunnvannet anoksisk. Profilen viser begynnende sommerstagnasjon. Fra ca. 16 m øker konduktiviteten kraftig.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS). Det er påvist høye konsentrasjoner av Fe og Mn i bunnvannet.

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	14	300	37	0,12	<0.01	1,7	0,004	1,1	0,086	0,22	7,4	1,9	2,3
Bunnvann	910	11000	58	0,024	0,011	610	<0.004	0,093	0,51	1800	13	1,1	0,86

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	16	520	44	0,12	<0.01	1,5	<0.004	0,52	0,088	1,7	7,5	0,86	2,8
Bunnvann	1200	9400	56	0,032	<0.01	320	<0.004	<0.05	0,45	1800	11	1	1,3

Oppsummering

Svinesjøen er noe påvirket av veisalt og har klorid- og oksygengradient,

Svinesjøen ligger på kambro-siluriske sedimentære bergarter og er derfor svært kalkrik og har naturlig høy konduktivitet. Svinesjøen er naturlig biogent meromiktisk. Dette gjør at Svinesjøen er ekstra sensitiv for veisalt. Eutrofe forhold kan også forsterke sjiktningen.

Målingene viser en svak nedgang i kloridkonsentrasjon i vannmassene sammenlignet med tidligere undersøkelser. Forbedringen kan delvis skyldes senkning av vannstand i sommeren 2023, som følge av vedlikehold av demninger i utløpet. Sprangsjiktet vil dermed senkes og en større del av vannmassene ble skiftet ut ilt sommeren.

3.1.15 Tussetjern (TUS)



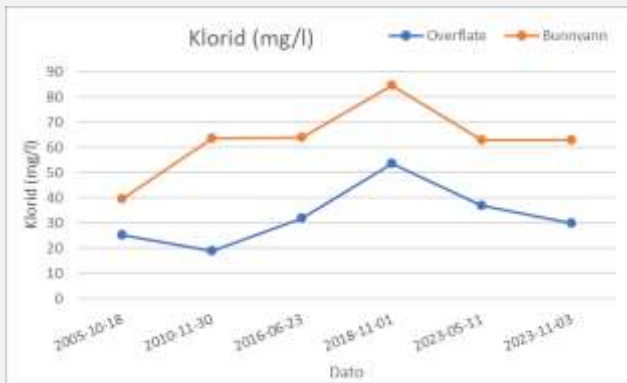
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Tussetjern (005-5611-L)	Dybde:	19 m
Kommune	Nordre Follo	Høyde over havet:	92 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	005-42475	Innsjøareal	0,10 km ²
Vannområde	PURA	Oppholdstid:	0,08 år
Vanntype:	L111	Areal nedbørsfelt:	19,9 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 265758,00, N = 6632397,00	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6/Fv. 156

Klorid og oksygen

Det er påvist høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Tussetjern har kloridgradient og anoksisk bunnvann, både i mai og november.

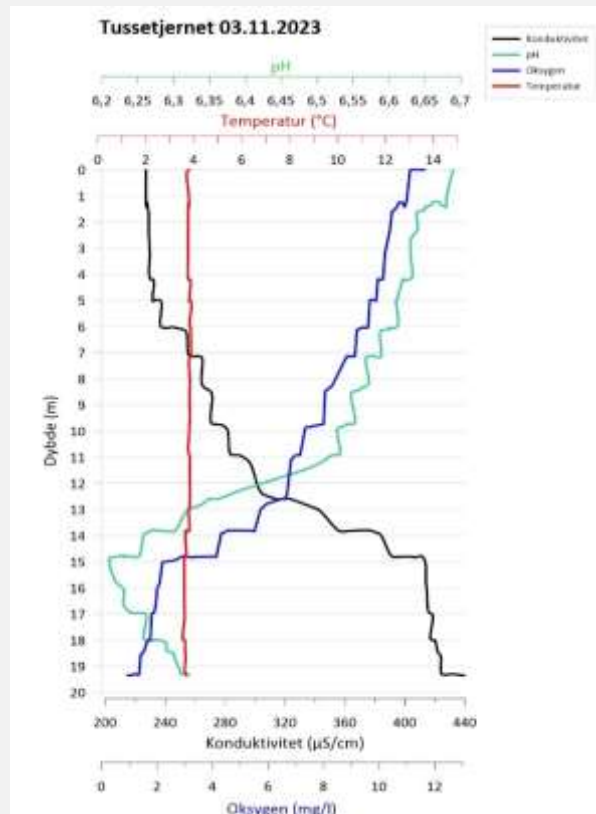
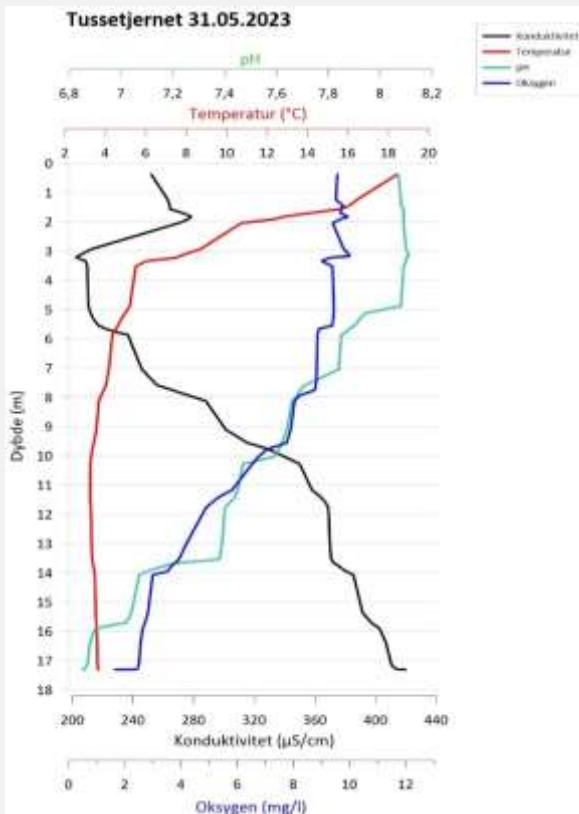
Resultatene viser en reduksjon i kloridkonsentrasjonene siden 2018, men på samme nivå som i 2010 og 2016 [2] [3] [5].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	37	9,5	30	11,6
Bunnvann	63	1,6	63	0,9



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Tussetjern ikke fullsirkulerer. Profilmålingene viser en generell økning i ledningsevnen nedover i vannmassene, samtidig som en reduksjon i oksygeninnhold, både i mai og i november. Målingene tyder på at det Tussetjern har et kjemisk sprangsjikt ved ca. 14-15 meters dyp, i mai og november hvor bunnvannet blir anoksisk.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

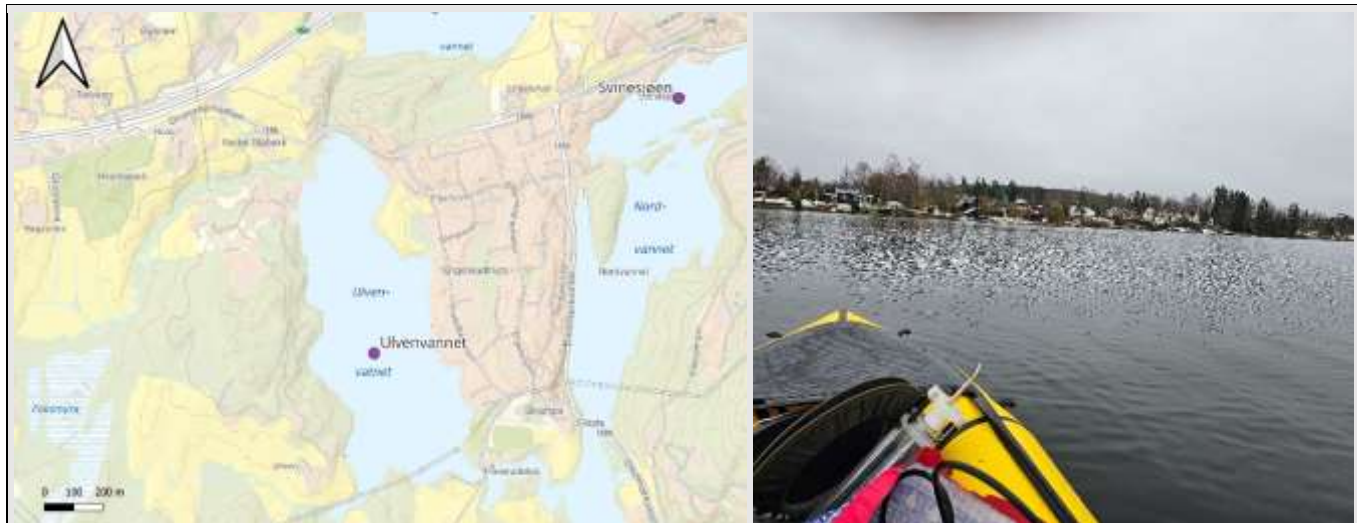
		Vår 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	18	800	17	0,25	0,034	74	0,006	1,8	0,19	1,1	21	1,4	1,1
Bunnvann	66	2300	21	0,14	0,38	6400	<0.004	0,77	0,42	2300	35	1,3	4,1

		Høst 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	20	1000	17	0,25	0,098	250	0,009	1,9	0,3	5,2	20	1,3	2,9
Bunnvann	70	2400	23	0,13	0,5	7000	0,006	0,97	0,42	88	37	1,3	3,4

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Tussetjern er påvirket av veisalt. Høy saltbelastning medfører saltindusert oksygenvinn.

3.1.16 Ulvenvannet (ULV)



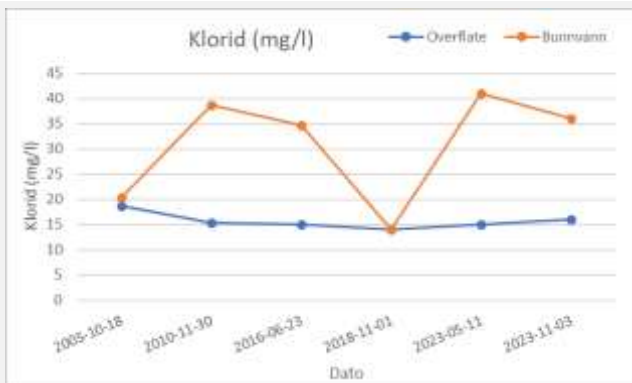
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Ulvenvannet (009-2478-L)	Dybde:	22 m
Kommune	Asker/Lier	Høyde over havet:	181 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	009-37939	Innsjøareal	0,42 km ²
Vannområde	Indre Oslofjord Vest	Oppholdstid:	0,35 år
Vanntype:	L109	Areal nedbørsfelt:	21,7 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 240239, N = 6639339	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Resultatene viser at Ulvenvannet har forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er påvist kloridgradient i mai og november. Det er også lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet. I november er det oksygengradient i vannsøylen.

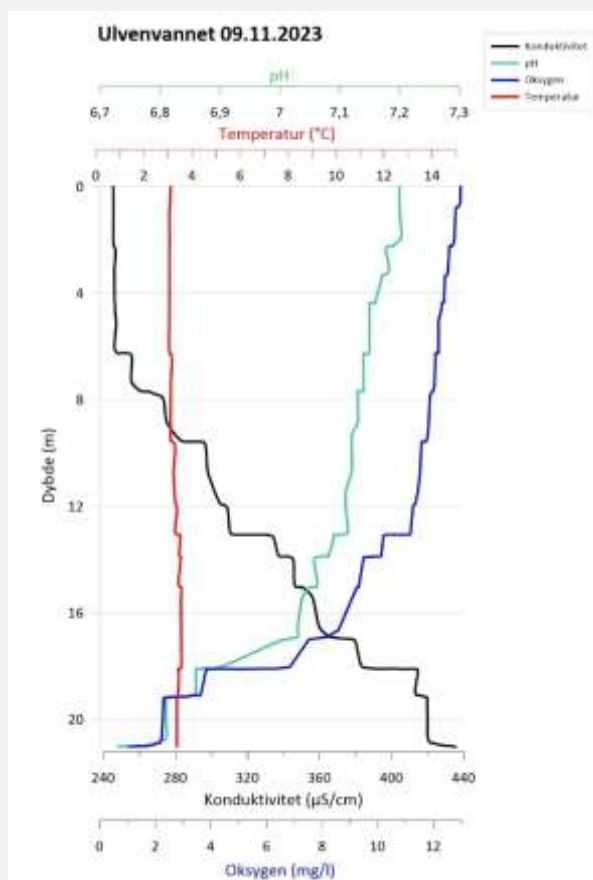
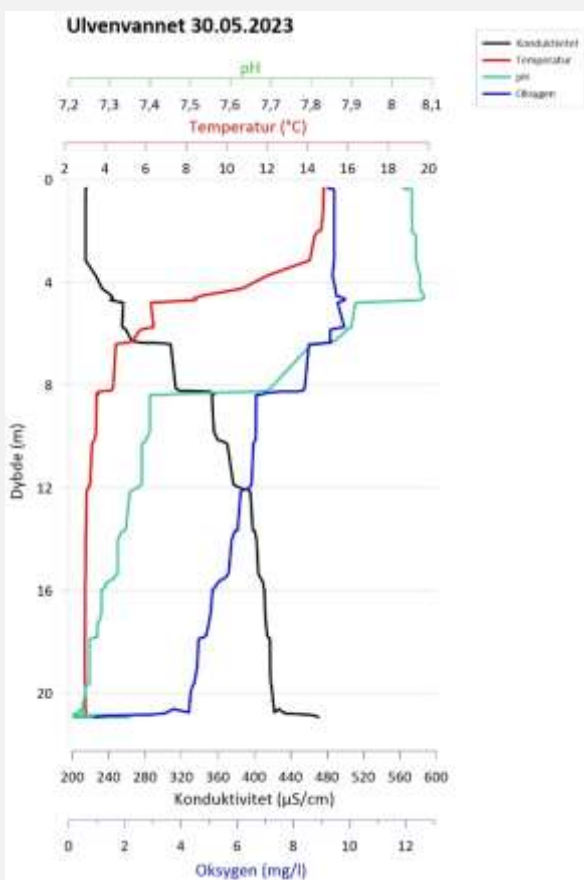
Kloridkonsentrasjonene i overflatevannet er omtrent på samme nivå som tidligere undersøkelser [1] [2] [3] [5]. I bunnvannet varierer konsentrasjonene i større grad fra år til år avhengig om Ulvenvannet har fullsirkulert eller ikke.

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	15	9,8	16	12,9
Bunnvann	41	4,1	36	2,1



Vertikalprofiler

Målingene tyder på at Ulvenvannet har sirkulert om våren. I november viser målingene et sprangsjikt ved ca. 18 meters dyp, hvor det ikke har vært sirkulasjon. Konduktiviteten øker jevnt ned mot bunn i begge prøveomganger.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

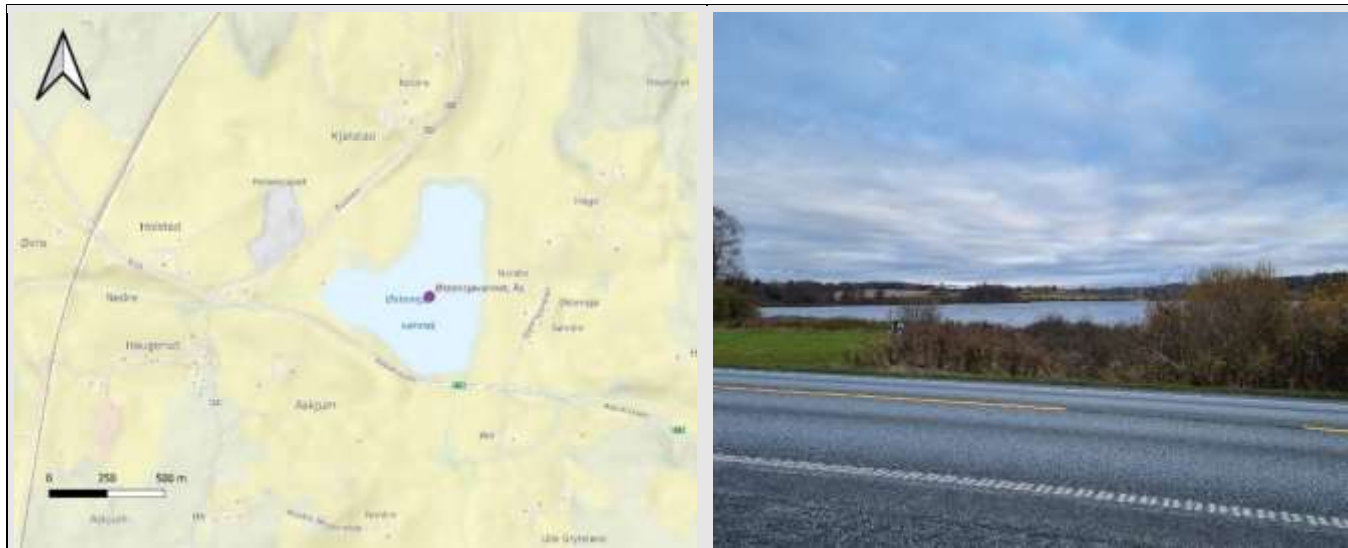
Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	14	1300	27	0,12	0,015	21	0,005	1,1	0,28	0,19	9	0,82	1,7
Bunnvann	15	1500	50	0,11	<0.01	3,3	<0.004	1	0,31	4	24	0,99	1,6

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	10	1400	33	0,12	0,037	51	0,009	1,5	0,4	5	11	0,79	2,6
Bunnvann	14	1200	50	0,085	<0.01	6,7	0,004	0,89	0,2	750	22	1,2	2,2

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Ulvenvannet er påvirket av veisalt og at dette påvirker sirkulasjonsmønsteret. Ulvenvannet ligger i et kalkrikt område, med høy naturlig konsentrasjoner, som bidrar til høy tetthet og dermed tyngre bunnvann. Sammen med økte konsentrasjoner av klorid, bidrar dette til redusert sirkulasjon av vannmassene. Ulvenvannet er i tidligere undersøkelser omtalt som en «sving-innsjø» som veksler mellom å fullsirkulere eller ikke som følge av saltgradient [25]. Veisalt fører dermed til at innsjøen ikke fullsirkulerer hver vår og høst.

3.1.17 Østensjøvannet (ØST)



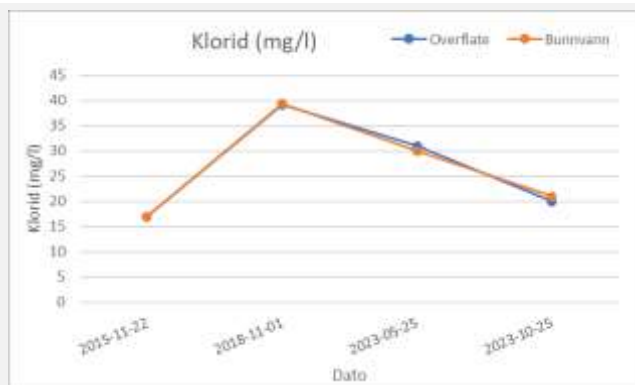
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Østensjøvannet (005-5681-L)	Dybde:	6,5 m
Kommune	Ås	Høyde over havet:	89 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	005-29662	Innsjøareal	0,32 km ²
Vannområde	PURA	Oppholdstid:	0,16 år
Vanntype:	L108	Areal nedbørsfelt:	13,1 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Resultatene viser forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Konsentrasjonene er noe redusert i november sammenlignet med målingene i mai. Det er ikke påvist kloridgradient. Det er noe lave oksygenkonsentrasjoner i mai.

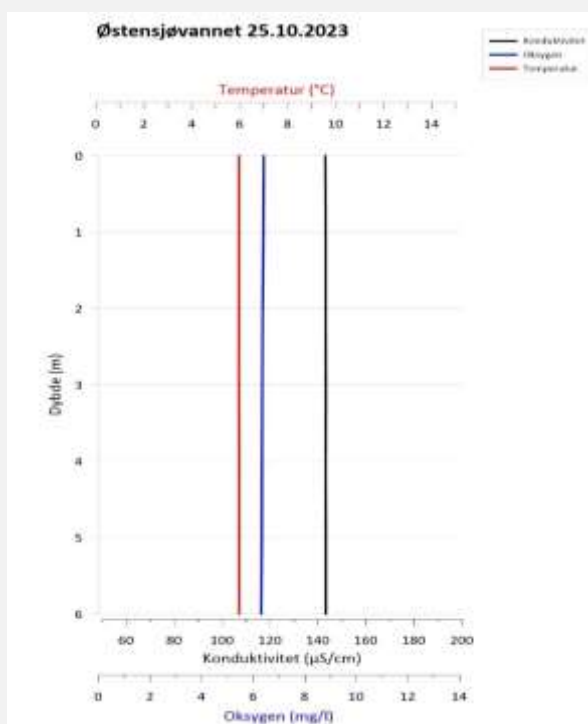
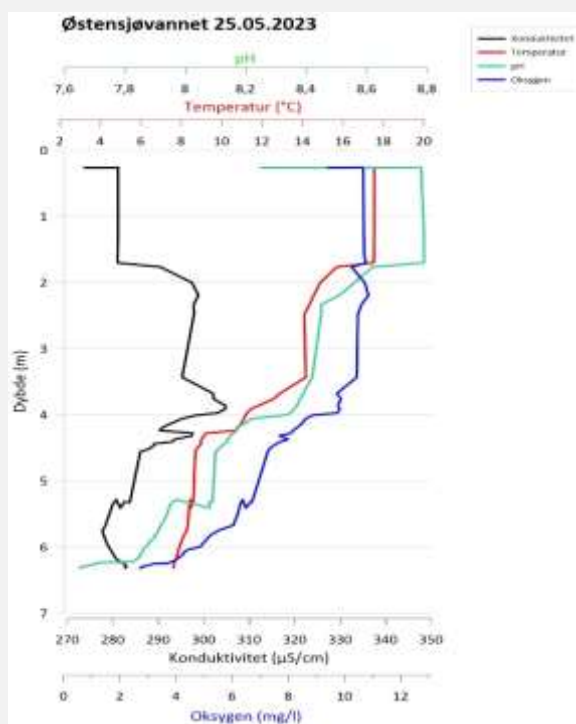
Kloridkonsentrasjon i overflate- og bunnvann er lavere enn i 2018 [5], men fortsatt høyere enn i 2015 [3].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	31	9,4	20	6,4
Bunnvann	30	2,7	21	6,3



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Østensjøvannet har sirkulert. Målingene i mai viser begynnende sommerstagnasjon og reduksjon av oksygen i bunnvannet. Konduktiviteten er mye høyere om våren enn om høsten.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS) i overflatevannet. I bunnvannet (høst) er det påvist forhøyede konsentrasjoner av Cu (tilstandsklasse IV).

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	100	3500	21	0,35	0,18	180	0,005	2,4	0,22	57	11	1,8	3,3
Bunnvann	68	3500	21	0,32	0,2	210	<0.004	2	0,2	94	13	1,7	1,7

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	36	4600	19	0,2	<0.01	13	0,004	2,5	0,11	1,1	18	1,2	1,1
Bunnvann	45	4400	18	0,18	<0.01	23	0,012	11	0,16	150	18	1,6	2

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Østensjøvannet har forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann, men det er ikke påvist veisaltindusert oksygenvinn i bunnvannet. Østensjøvannet er vindeksponert og forholdsvis grunn, noe som gir gode forutsetninger for sirkulasjon av vannmassene.

3.2 Buskerud

3.2.1 Botntjern (BOT)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Botntjern (ikke registrert)
Kommune	Flå
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-116837
Vannområde	Hallingdal
Vanntype:	Ikke registrert
Koordinater (UTM-33):	Ø = 187502, N = 6714056

Fakta om innsjø

Dybde:	27 m
Høyde over havet:	140
Innsjøareal	0,19 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	0,39 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	Rv.7

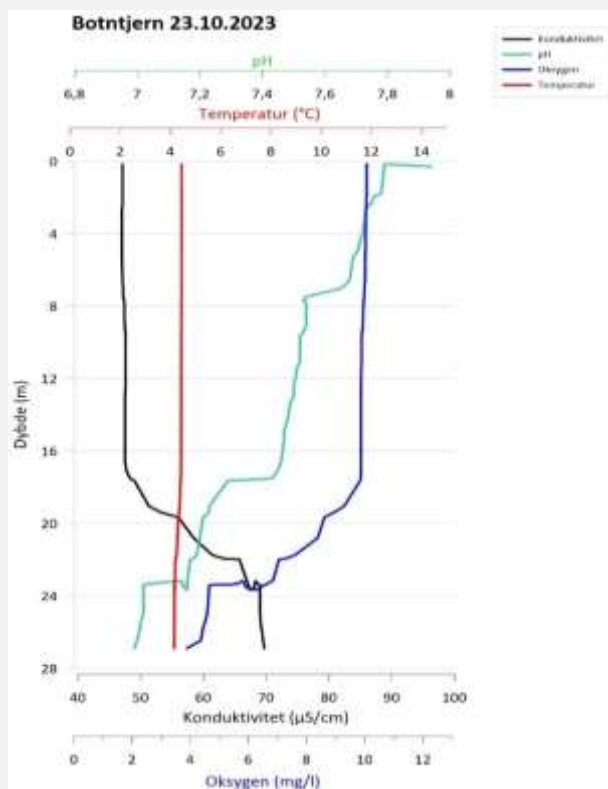
Klorid og oksygen

Botntjern har lave konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er ikke påvist klorid- eller oksygengradient. Botntjern er ikke tidligere undersøkt.

Høst 2023		
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	5,5	10,1
Bunnvann	1,5	4,3

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser en reduksjon av oksygen mot fra 20 meters dyp og ned til bunn. Det er likevel oksygen i bunnvannet og målingene viser at Botntjern fullsirkulerer.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Vår 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	7,3	220	3,9	0,034	0,061	29	0,012	0,64	0,056	28	3	0,53	4,7
Bunnvann	8,2	340	5,3	0,029	0,011	78	0,006	0,54	<0.05	1200	4,3	1,1	1,6

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Botntjern ikke er påvirket av forurensning fra vei. Det er ikke behov for videre overvåking av Botntjern.

3.2.2 Buvannet (BUV)



Fakta om vannforekomst og vannlokalisitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Buvannet (015-1368-R)
Kommune	Kongsberg
Vannlokalisitet (vannmiljø)	015-110701
Vannområde	Numedalslågen
Vanntype:	R206
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975

Fakta om innsjø

Dybde:	22,5 m
Høyde over havet:	329 m
Innsjøareal	0,2 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	88,83 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E134

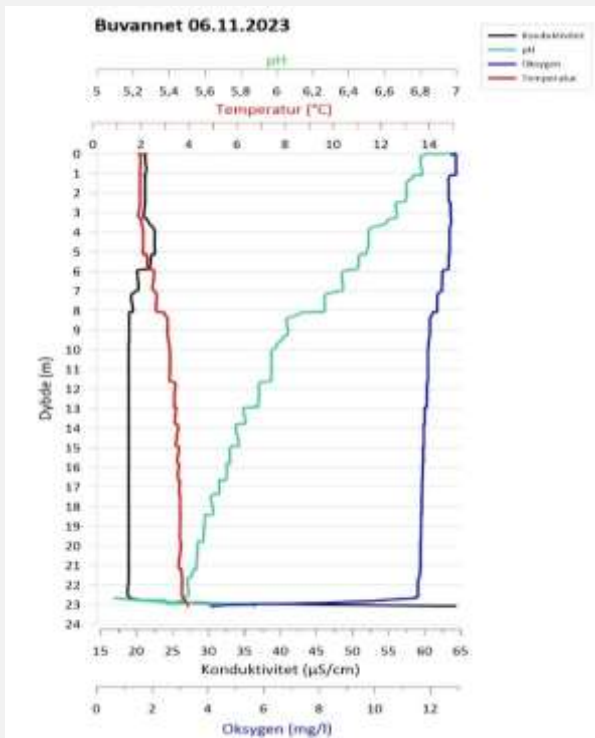
Klorid og oksygen

Konsentrasjonene av klorid i overflate- og bunnvann er lave. Det er også god tilgang på oksygen i bunnvannet. Buvannet er ikke tidligere undersøkt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	3,2	12,5
Bunnvann	2,8	8,0

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at innsjøen har fullsirkulert og det er ikke tegn på sprangsjikt i vannsøylen. En sterk økning i konduktiviteten i bunnvannet tyder på at sonden har truffet sediment.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	3,1	240	1,3	0,048	0,17	210	0,022	0,62	0,083	29	2,1	0,21	5,7
Bunnvann	3,7	250	1,3	0,053	0,2	250	0,019	0,98	0,096	41	1,8	0,51	6,3

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Buvannet ikke er nevneverdig påvirket av forurensning fra vei. Innsjøen har et stort nedbørsfelt som gir stor vannutskifting.

3.2.3 Damtjern (DAM)



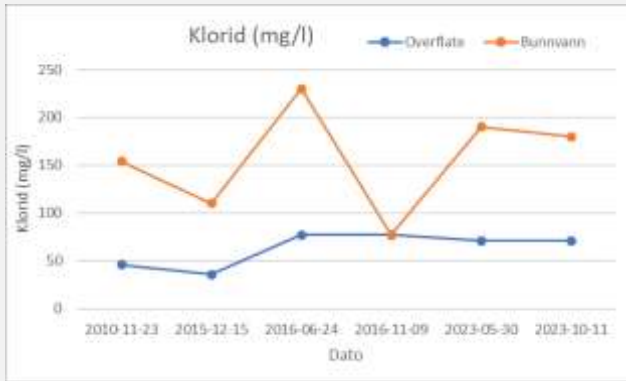
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Damtjern (011-5559-L)	Dybde:	12 m
Kommune	Lier	Høyde over havet:	194 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	011-56365	Innsjøareal	0,13 km ²
Vannområde	Lierelva	Oppholdstid:	0,35 år
Vanntype:	L107	Areal nedbørsfelt:	3,4 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 235554, N = 6638841	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Det er påvist høye konsentrasjoner av klorid i bunnvannet, både vår og høst 2023. Bunnvannet er anoksisk. Innsjøen har klorid- og oksygengradient.

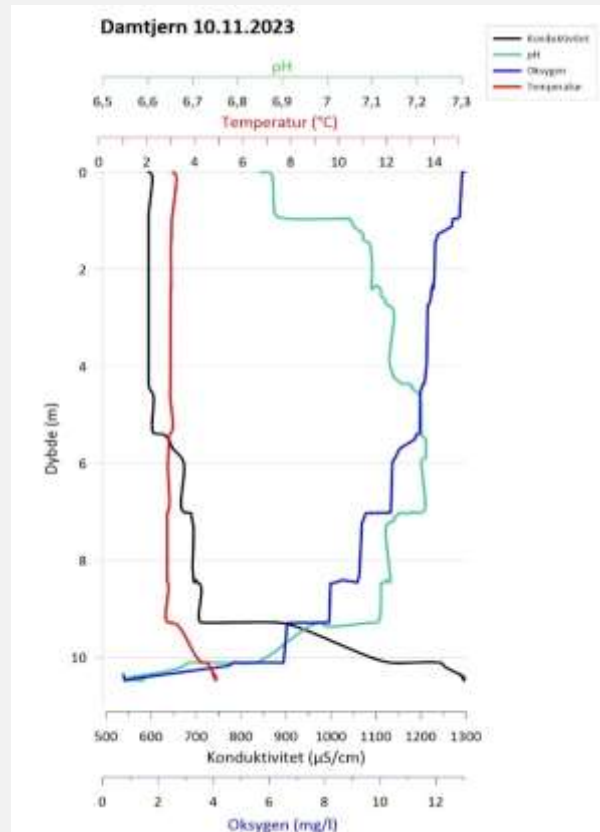
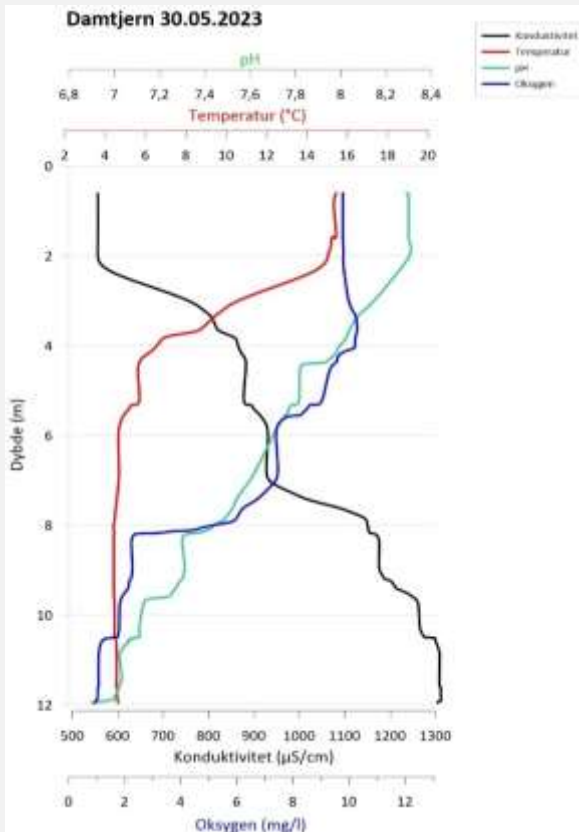
Resultatene viser at bunnvannet har omtrent samme kloridkonsentrasjoner som ved tidligere målinger. I overflatevannet er konsentrasjonene det samme i mai og november og innenfor samme nivå som tidligere målinger (36-77 mg/l) [2]. Tidligere målinger viser også at Damtjern har anoksisk bunnvann [3].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	71	9,7	71	12,5
Bunnvann	190	0,93	180	0,75



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser en kraftig reduksjon av oksygen ved ca. 8 meters dyp om våren, mens det på høsten er sprangsjikt på ca. 9 meters dyp. Undersøkelsen viser at det kun er de nederste 2-4 meterne av bunnvannet som ikke sirkulerer med resten av vannsøylen. Damtjern har svært høy konduktivitet som følge store mengder ioner (oppløste salter) i bunnvannet, men også som følge av klorid fra veisalt.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

		Vår 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	
Overflate	11	1400	60	0,34	<0,01	2,9	0,006	0,98	0,33	0,28	41	0,77	1,4	
Bunnvann	250	5200	95	0,41	0,15	220	0,004	0,17	2,3	14000	120	1,7	2,8	

		Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	
Overflate	15	1300	64	0,35	0,01	16	0,008	1,1	0,39	670	46	0,89	2,4	
Bunnvann	65	4100	85	0,4	0,05	97	<0,004	0,21	1,5	9700	91	0,9	1,5	

Mikroplast

Det ble påvist lave konsentrasjoner av PP i overflatevannet. Konsentrasjonen er lav og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder. De øvrige plastpolymerene er under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Overflatevann høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	8,2	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	8,2

Oppsummering

Damtjern er påvirket av veisalt og har saltindusert oksygenvinn i bunnvannet. Redusert sirkulasjon virker å være en kombinasjon av både tilførsel av veisalt, men også naturlige forhold som produksjon av biologisk materiale, utfelling av kalk i innsjøen, og høye naturlige konsentrasjoner av oppløste salter i bunnvannet (biogen meromiksis). Høye konsentrasjoner av nitrogen og Mn skyldes utlekking fra sedimentene som følge av anoksiske forhold.

3.2.4 Gulsviktjernet (GUL)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Gulsviktjernet, Krøderen 012-521-L
Kommune	Flå
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-116728
Vannområde	Hallingdal
Vanntype:	L105b
Koordinater (UTM-33):	Ø = 200801, N = 6706629

Fakta om innsjø

Dybde:	19,5 m
Høyde over havet:	133 m
Innsjøareal	0,04 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	4,19 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	Rv. 7

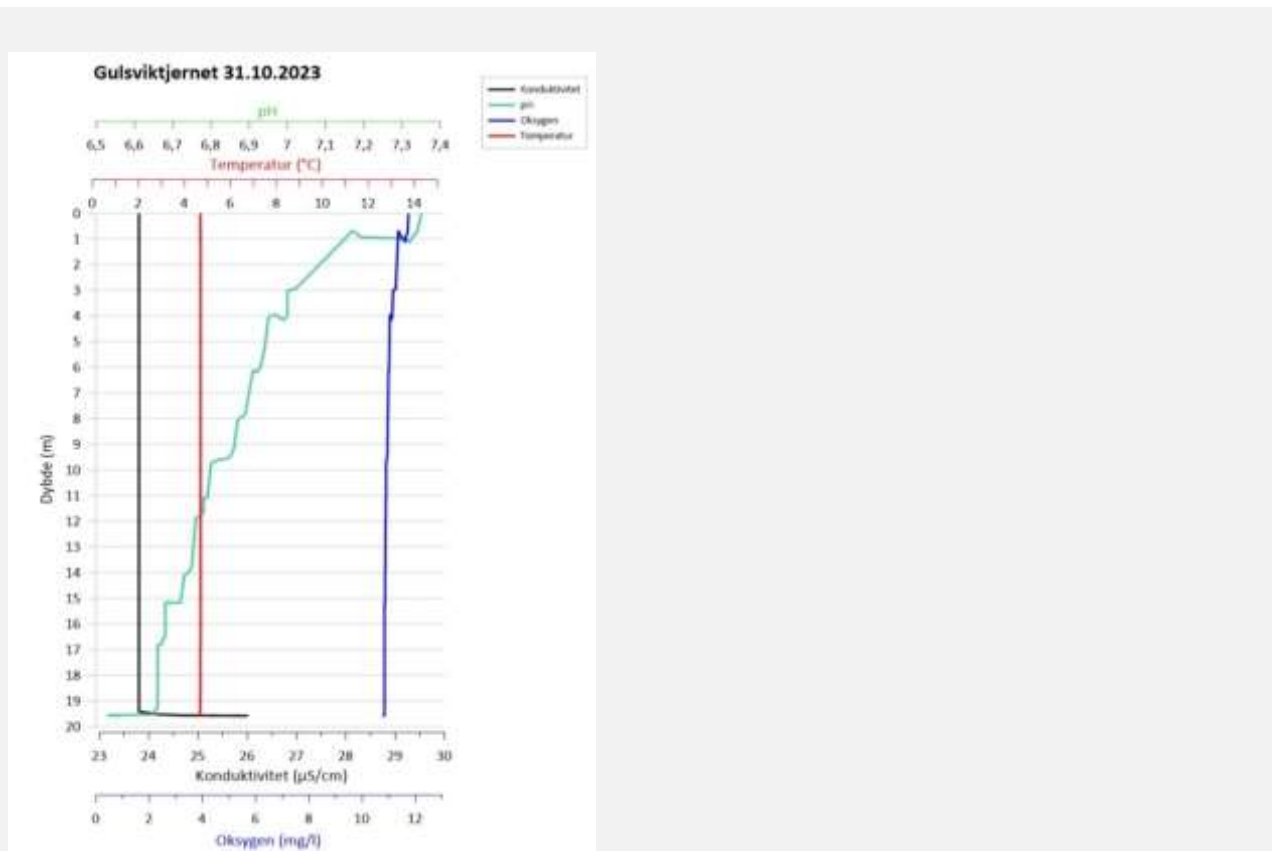
Klorid og oksygen

Resultatene viser svært lave konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er også god tilgang på oksygen i bunnvannet. Gulsviktjernet er ikke tidligere undersøkt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	1,2	11,5
Bunnvann	1,2	10,9

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Gulsviktjern har sirkulert. Konduktiviteten er lav i hele vannsøylen og viser at det er lite oppløste salter i innsjøen.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

		Høst 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	<3.0	230	2,5	0,025	0,02	70	<0,004	0,86	0,052	15	0,94	1,2	1,5
Bunnvann	4,1	220	2,5	0,021	0,046	81	0,005	1,1	0,063	17	0,96	1,3	1,9

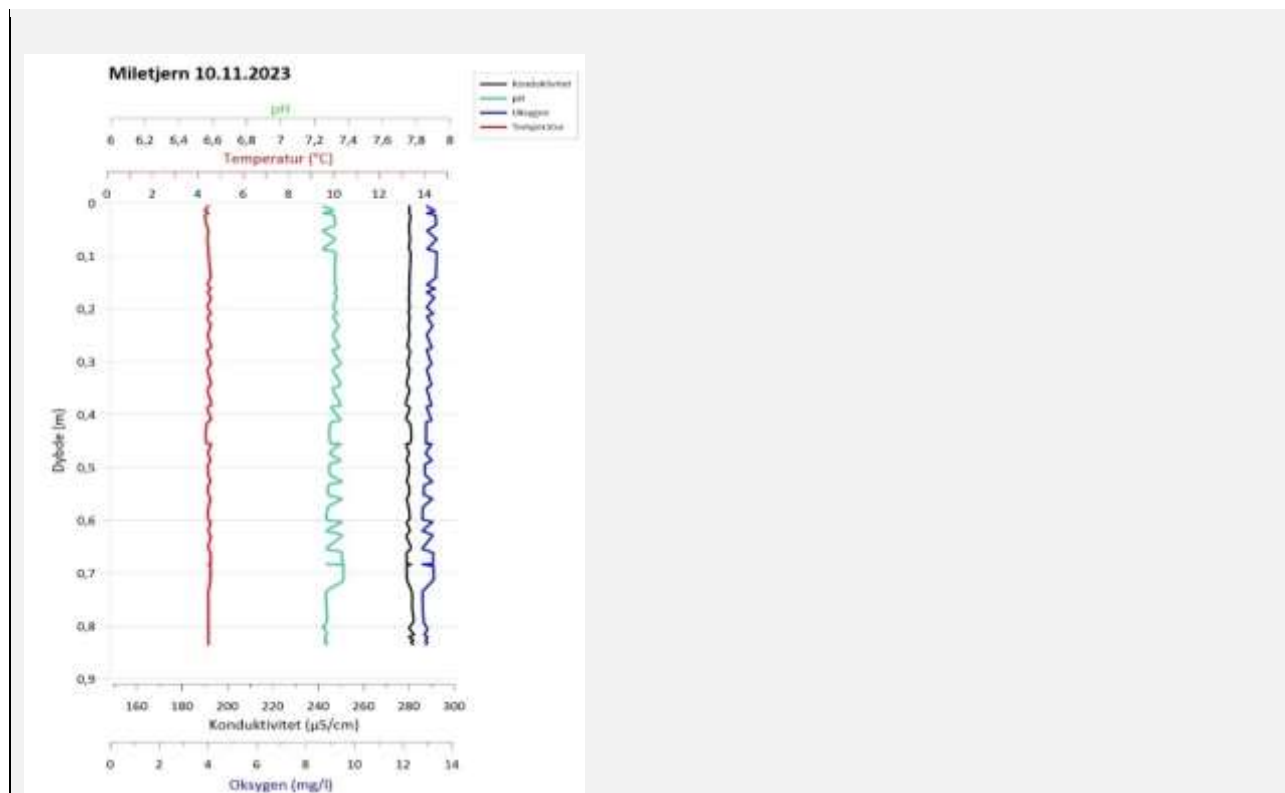
Oppsummering

Undersøkelsen viser at Gulsviktjøret ikke er påvirket av avrenning av veisalt og metaller fra vei. Det er ikke behov for videre overvåking av innsjøen.

3.2.5 Miletjern (MIL)



Fakta om vannforekomst og vannlokalisitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Miletjern (012-5642-L)	Dybde:	1 m
Kommune	Drammen	Høyde over havet:	2 m
Vannlokalisitet (vannmiljø)	012-85821	Innsjøareal	0,01 km ²
Vannområde	Drammenselva	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L109	Areal nedbørsfelt:	13,5 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E134
Klorid og oksygen			
Undersøkelsen viser svakt forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er god tilgang på oksygen i bunnvannet. Miletjern er ikke tidligere undersøkt med hensyn på veisalt.			
Høst 2023			
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	
Overflate	14	12,9	
Bunnvann	14	12,9	
Vertikalprofiler			
Vertikalprofilene viser at Miletjern har sirkulert og det er ingen økning av konduktivitet mot bunn. Miletjern er svært grunn og sirkulerer lett ved vindeksponering.			



Klassifisering av metaller

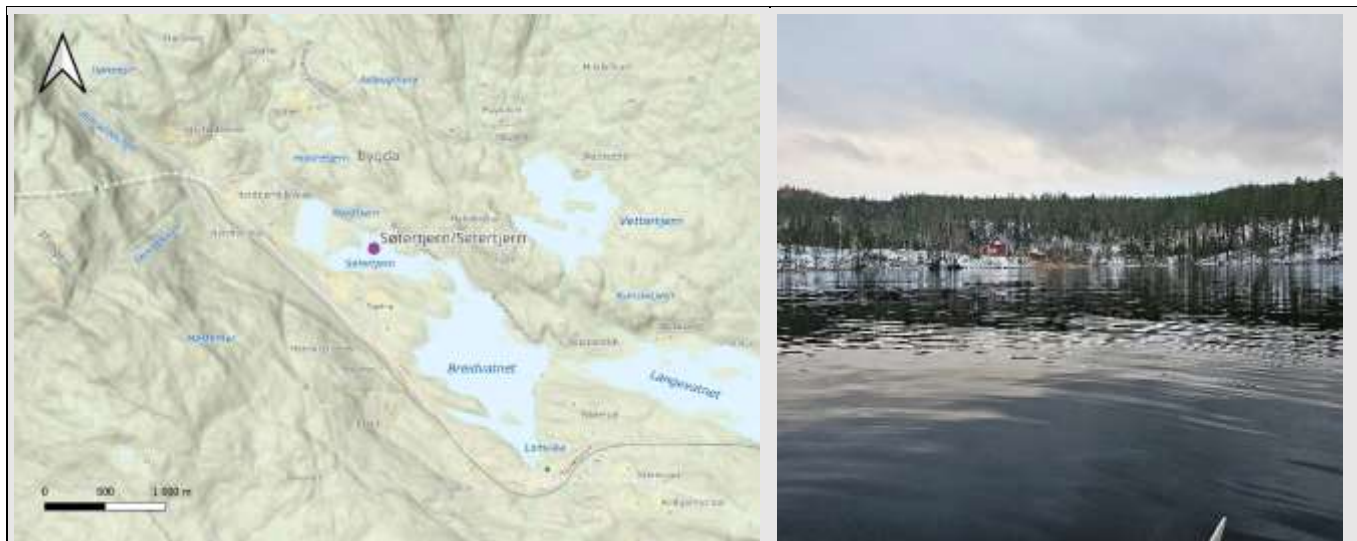
Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	9,7	650	43	0,092	<0.01	23	0,004	0,82	0,13	3,2	12	0,38	0,77
Bunnvann	9,2	770	42	0,11	0,018	30	<0.004	0,89	0,14	2,4	12	0,48	1,2

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Miletejern har noe forhøyde kloridkonsentrasjoner og vurderes som svakt påvirket av veisalt. De grunne forholdene gjør at innsjøen har god sirkulasjon.

3.2.6 Setertjern (SØT)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Setertjern (012-7358-L)
Kommune	Ringerike
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-116710
Vannområde	Tyri fjorden
Vanntype:	L206
Koordinater (UTM-33):	Ø = 210908, N = 6694501

Fakta om innsjø

Dybde:	9 m
Høyde over havet:	213 m
Innsjøareal	1,1 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	38,9 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	Rv.7

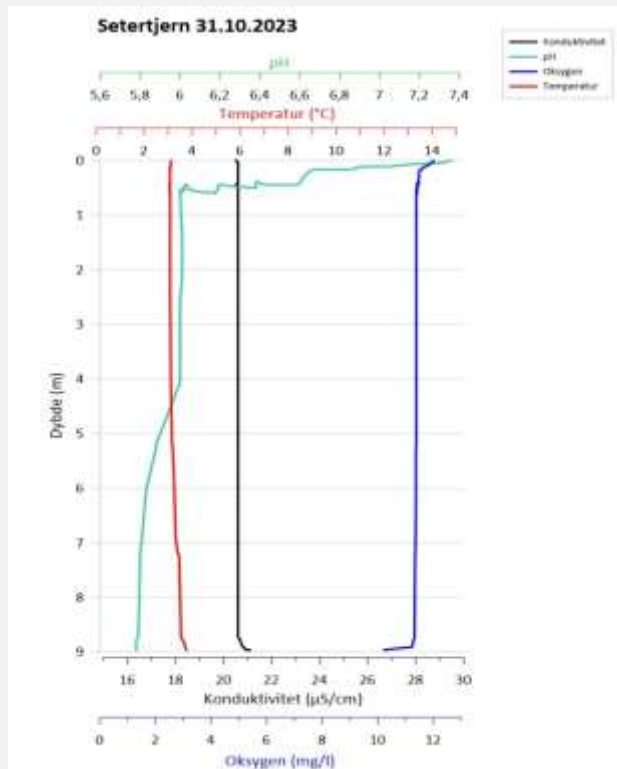
Klorid og oksygen

Setertjern har lave konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er god tilgang på oksygen i bunnvannet.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	2,1	11,2
Bunnvann	2,1	10,6

Vertikalprofiler

Målingene viser at Setertjern nylig har fullsirkulert.



Klassifisering av metaller

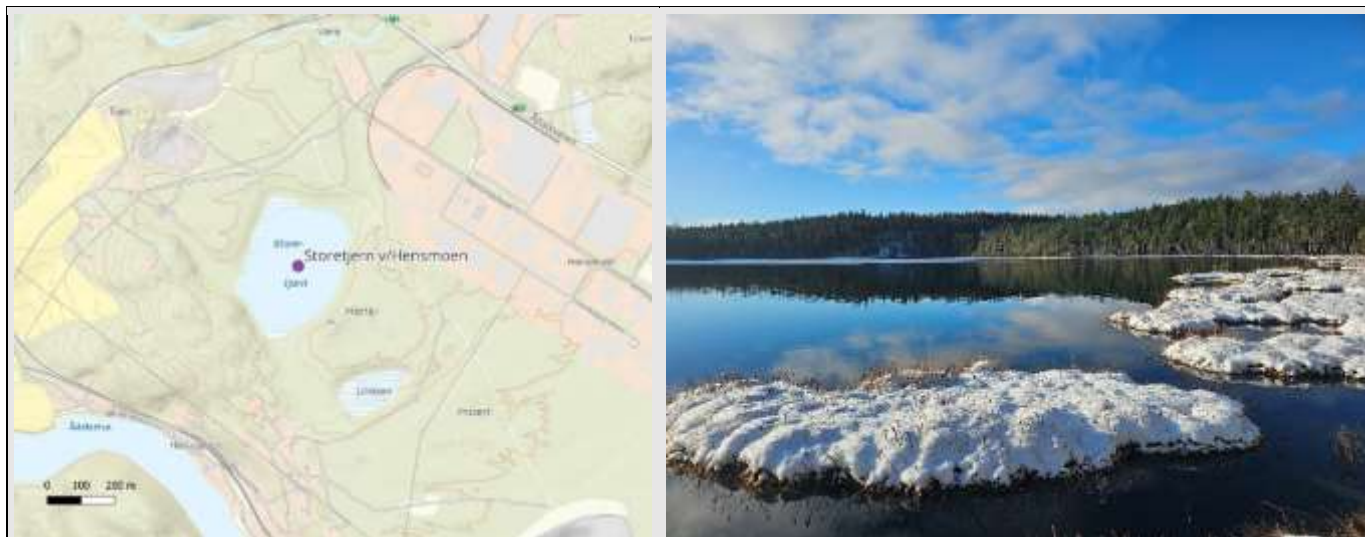
Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	3,1	350	1,9	0,052	0,4	220	0,042	1,5	0,31	19	1,5	3,1	7,2
Bunnvann	3,1	340	1,8	0,045	0,34	230	0,039	1,2	0,31	20	1,4	1,3	6,9

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Setertjern ikke er påvirket av tilførsel av veisalt. Ny parsell av rv. 7 ble åpnet langs tjernet i 2013 og utvikling i tjernet kan følges fremover grunnet ny kilde for påvirkning.

3.2.7 Storetjern v/Hensmoen (STO-H)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Storetjern (012-4970-L)	Dybde:	12,5 m
Kommune	Ringerike	Høyde over havet:	191 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-85489	Innsjøareal	0,09 km ²
Vannområde	Tyrifjorden	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L106	Areal nedbørsfelt:	-
Koordinater (UTM-33):	Ø = 235980, N = 6685842	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E16

Klorid og oksygen

Konsentrasjonene av klorid i overflate- og bunnvann er lave. Det er også god tilgang på oksygen i bunnvannet.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	0,78	10,5
Bunnvann	0,78	10,2

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Storetjern har sirkulert. Konduktiviteten er svært lav og viser at det innsjøen har lavt innhold av ioner i hele vannsøylen.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	8	160	0,37	0,14	0,21	6	0,021	0,58	<0.05	13	0,45	0,66	4,6
Bunnvann	7,9	140	0,36	0,15	0,2	5,8	0,021	0,46	<0.05	13	0,44	0,32	4,6

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Storetjern ikke er påvirket av veisalt og metaller fra veiavrenning. Det er ikke behov for videre overvåking av innsjøen.

3.3 Oslo

3.3.1 Gjersrudtjern (GJE)



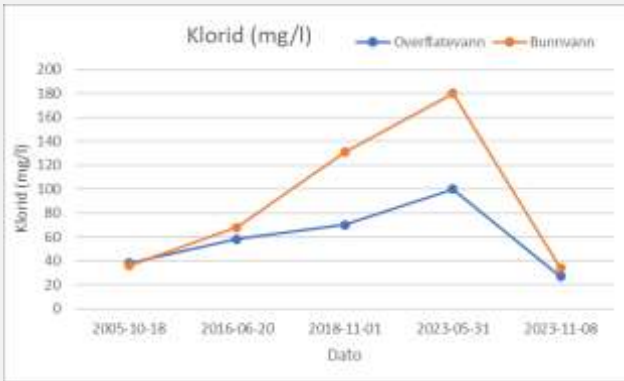
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Gjersrudtjern (006-275-R)	Dybde:	3,6 m
Kommune	Oslo	Høyde over havet:	109 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	006-43307	Innsjøareal	0,03 km ²
Vannområde	Vannområde Oslo	Oppholdstid:	0,007 år
Vanntype:	R110	Areal nedbørsfelt:	8,79 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 267069, N = 6640139	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6

Klorid og oksygen

Det er påvist høye kloridkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann om våren, samtidig som det er lavt innhold av oksygen i bunnvannet. Gjersrudtjern har både klorid- og oksygengradient våren 2023. På høsten har konsentrasjonene av klorid avtatt betydelig og det er hverken klorid- eller oksygengradient.

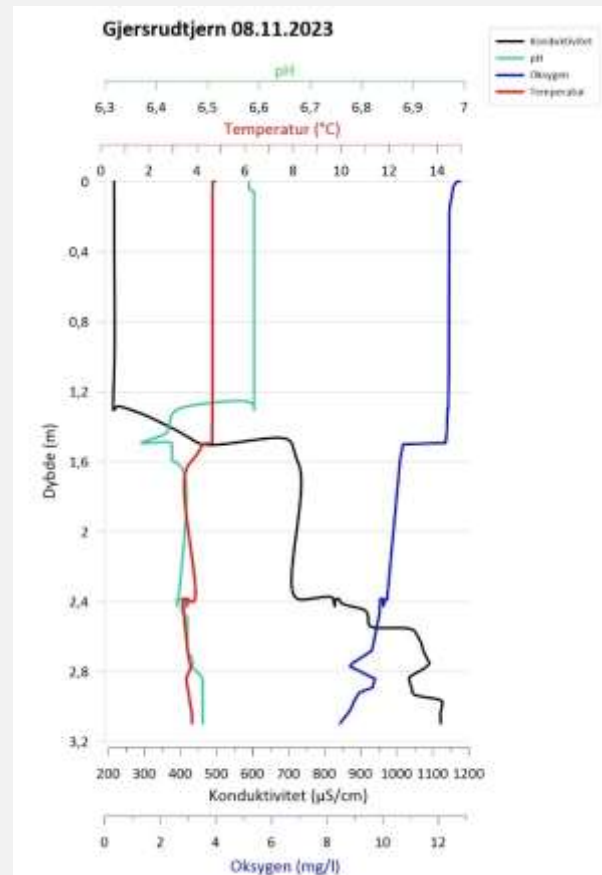
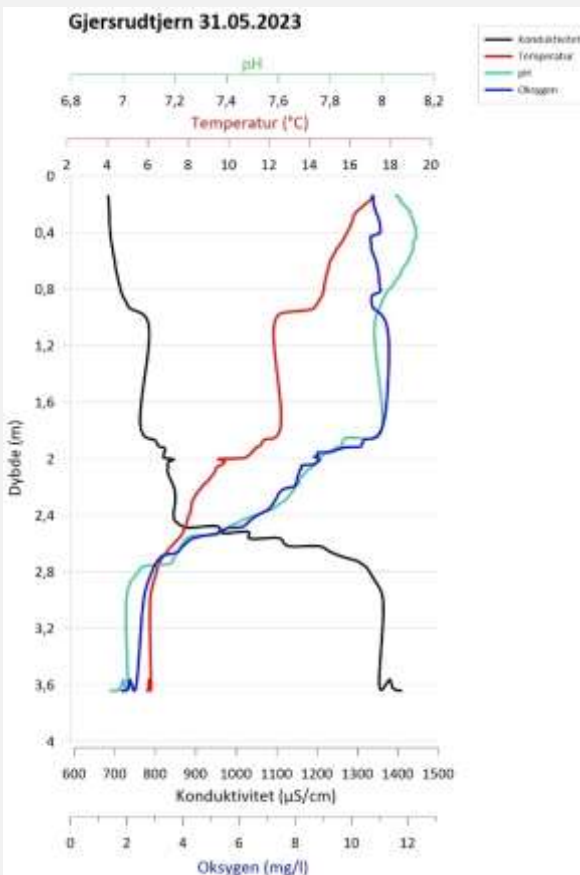
Undersøkelsen viser en økning i kloridkonsentrasjon i innsjøen våren 2023 sammenlignet med tidligere målinger [3] [1].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	100	11,1	27	12,5
Bunnvann	180	2,1	34	8,0



Vertikalprofiler

Om våren har Gjersrudtjern har et tydelig kjemisk sprangsjikt ved ca. 2,4 m dyp, hvor konduktivitet øker og oksygenkonsentrasjonen reduseres. Om høsten tyder målingene på at hele vannsøylen har sirkulert og det er kun en svak reduksjon av oksygen ned mot bunn. Konduktiviteten øker kraftig fra 1,3 meter, men uten at dette har påvirket sirkulasjonen.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

		Vår 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	24	410	42	0,29	0,04	60	<0,004	0,97	0,2	0,67	70	1,1	0,91
Bunnvann	51	1300	39	0,22	0,19	940	0,01	1,5	0,26	650	140	3,2	4,8

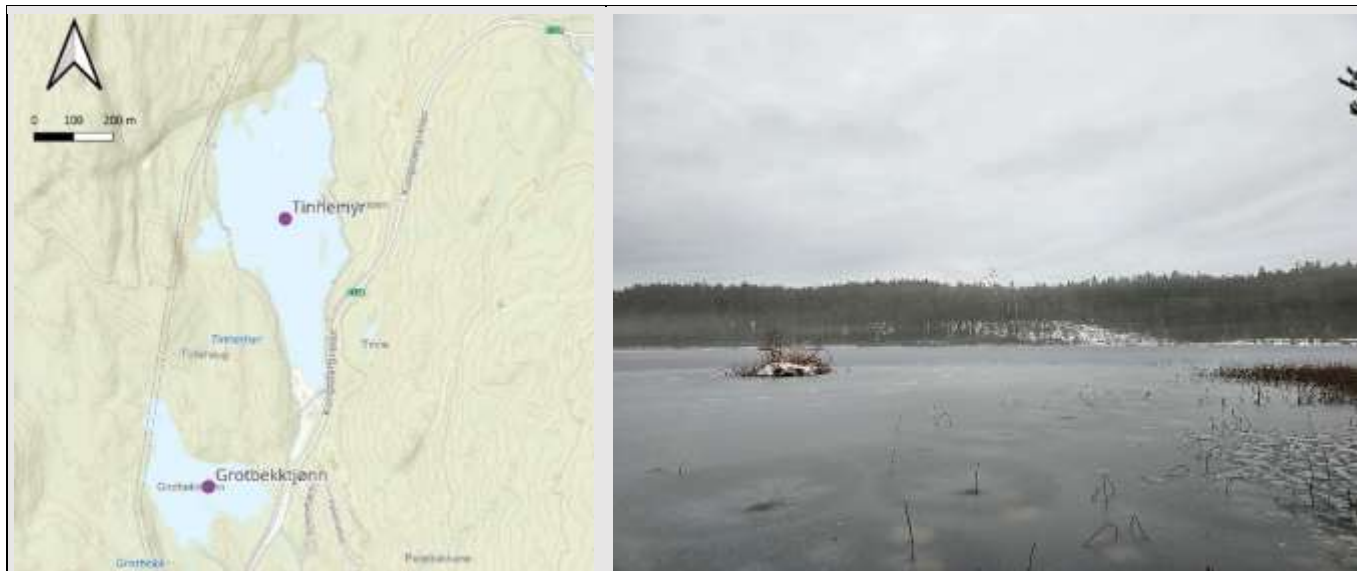
		Høst 2023											
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	8,3	730	16	0,23	0,15	260	0,02	2,6	0,36	7	19	1,4	4,5
Bunnvann	9,7	870	50	0,24	0,076	280	0,018	1,7	0,26	98	85	1,5	5,7

Oppsummering

Gjersrudtjern er sterk påvirket av veisalt på våren. Innsjøen er forholdsvis grunn og vannet har lav oppholdstid. Det gjør at det blir store sesongvariasjoner, hvor kloridkonsentrasjonene synker betraktelig før ny saltsesong. Statens vegvesen har opplyst at det er gjort tiltak de siste årene for å lede saltholdig overvann fra E6 utenom Gjersrudtjern. Enebakkeveien har fortsatt avrenning til tjernet.

3.4 Telemark

3.4.1 Grotbekktjønn (GRO)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Grotbekktjønn (016-6283-L)	Dybde:	6,5 m
Kommune	Notodden	Høyde over havet:	168 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	016-116727	Innsjøareal	0,18 km ²
Vannområde	Midtre Telemark	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L106	Areal nedbørsfelt:	10,1 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 177621, N = 6617864	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E134

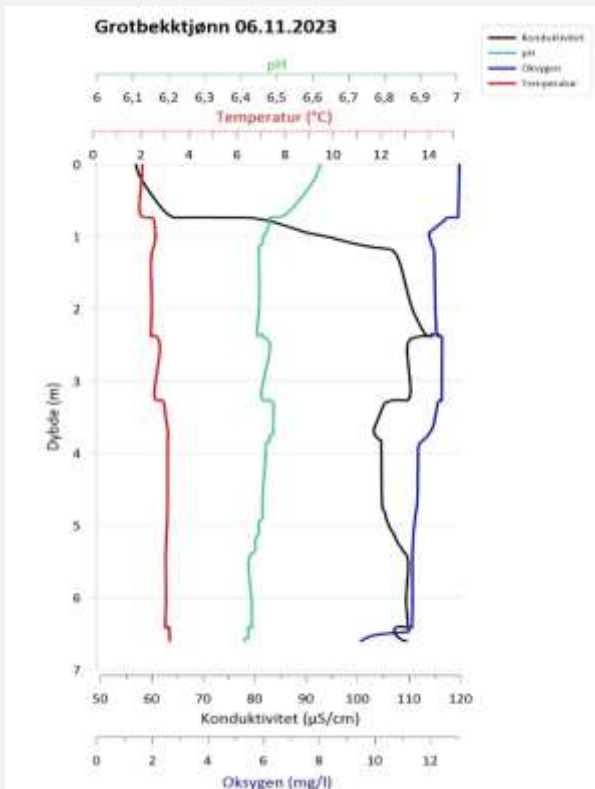
Klorid og oksygen

Undersøkelsen viser svakt forhøyede konsentrasjoner av klorid i bunnvannet, men det er ikke kloridgradient i innsjøen. Det er god tilgang på oksygen i bunnvannet. Det er ikke tidligere utført undersøkelser i Grotbekktjønn med hensyn på påvirkning av veisalt.

Høst 2023		
	Cl (mg/l)	O ₂ (mg/l)
Overflate	8,9	12,9
Bunnvann	14	10

Vertikalprofiler

Vertikalprofilen viser at Grotbekktjønn har sirkulert.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse 2 (AA-EQS).

	Vår 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	<3,0	700	6,3	0,1	0,061	280	0,005	2,1	0,25	36	6,6	0,74	2,5
Bunnvann	4,3	850	8	0,12	0,086	320	0,005	2,4	0,26	19	9,6	0,72	2,2

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Grotbekktjønn har svakt forhøyde kloridkonsentrasjoner i bunnvannet, men det er fullsirkulasjon og gode oksygenforhold i bunnvannet. Innsjøen er forholdsvis grunn, noe som gir gode forutsetninger for sirkulasjon. Det er ikke behov for videre overvåking av innsjøen.

3.4.2 Skeiderudtjønnna (SKE)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Skeiderudtjønnna (ikke registrert)	Dybde:	3 m
Kommune	Notodden	Høyde over havet:	17 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	016-116708	Innsjøareal	0,01 km ²
Vannområde	Midtre Telemark	Oppholdstid:	-
Vanntype:	Ikke registrert	Areal nedbørsfelt:	0,01 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 172638, N = 6617934	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E134

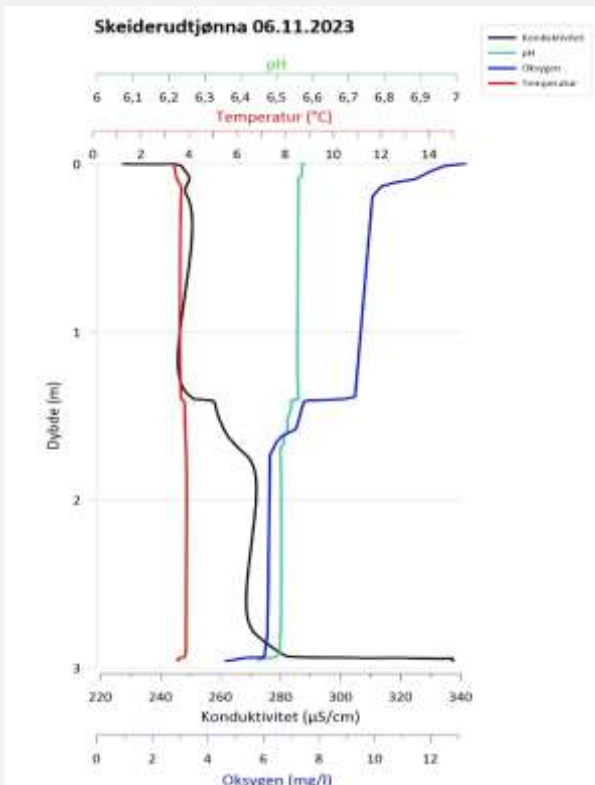
Klorid og oksygen

Det er påvist høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er ikke påvist kloridgradient. Det er oksygengradient i vannmassene, men det er likevel god tilgang på oksygen i bunnvannet. Skeiderudtjønnna er ikke tidligere undersøkt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	33	13,0
Bunnvann	39	5,9

Vertikalprofiler

Vertikalprofilen viser at innsjøen har sirkulert og det er god tilgang på oksygen i bunnvannet. Det er en kraftig økning i konduktivitet i bunn, men dette skyldes at sonden treffer sediment. Tjernet er svært grunt og sirkulerer trolig regelmessig.



Klassifisering av metaller

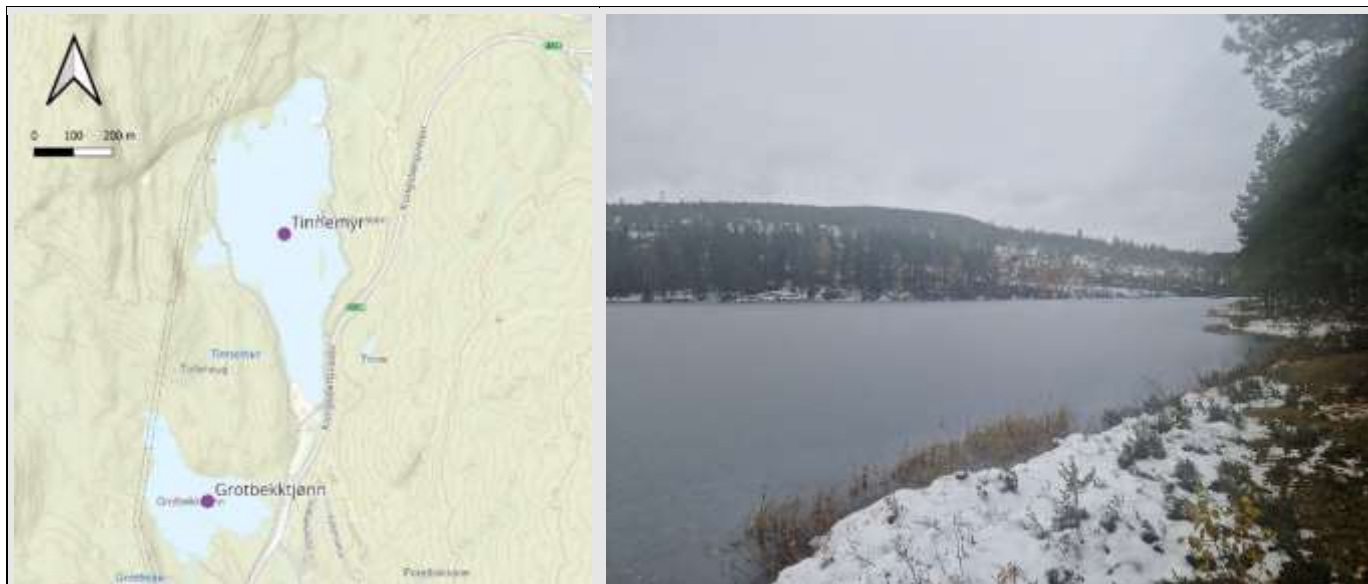
Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	35	890	16	0,086	0,026	130	<0.004	0,69	0,078	1,1	26	0,32	1,4
Bunnvann	38	960	15	0,12	0,039	180	<0.004	0,93	0,092	25	25	0,34	2,5

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Skeiderudtjønnna er påvirket av veisalt. Innsjøen er grunn og utsatt for vind, noe som bidrar til sirkulasjon av vannmassene. Høy saltbelastning medfører derfor ikke til vedvarende veisaltindusert oksygenvinn.

3.4.3 Tinnemyr (TIN)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Tinnemyr (016-6272-L)	Dybde:	3,5 m
Kommune	Notodden	Høyde over havet:	185 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	016-116714	Innsjøareal	0,25 km ²
Vannområde	Midtre Telemark	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L106	Areal nedbørsfelt:	5,6 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 177876, N = 6618524	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E134

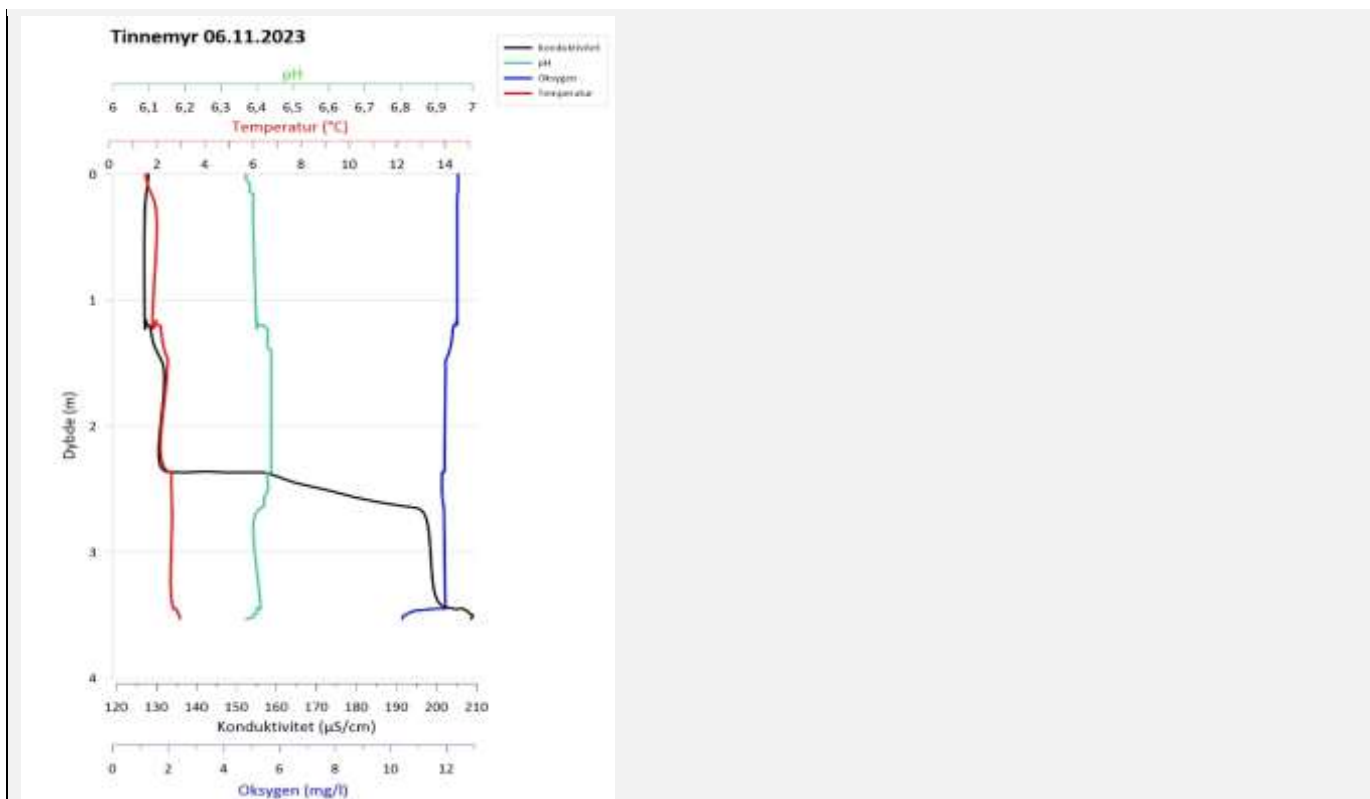
Klorid og oksygen

Undersøkelsen viser svakt forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Det er god tilgang på oksygen i bunnvannet. Tinnemyr er ikke tidligere undersøkt med hensyn på veisalt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	14	12,3
Bunnvann	16	10,2

Vertikalprofiler

Målingene viser at Tinnemyr har fullsirkulert. Det er en sterk økning i konduktiviteten ved 2,2 m dyp.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	3,6	1100	9,6	0,14	0,12	290	0,008	3,6	0,31	5,8	10	1,3	1,9
Bunnvann	3,8	1100	11	0,14	0,13	310	0,006	3,2	0,3	8,4	11	0,75	1,8

Mikroplast

Det ble påvist PP i overflatevann. Det er ikke påvist andre plastforbindelser. Konsentrasjonen er lav og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder.

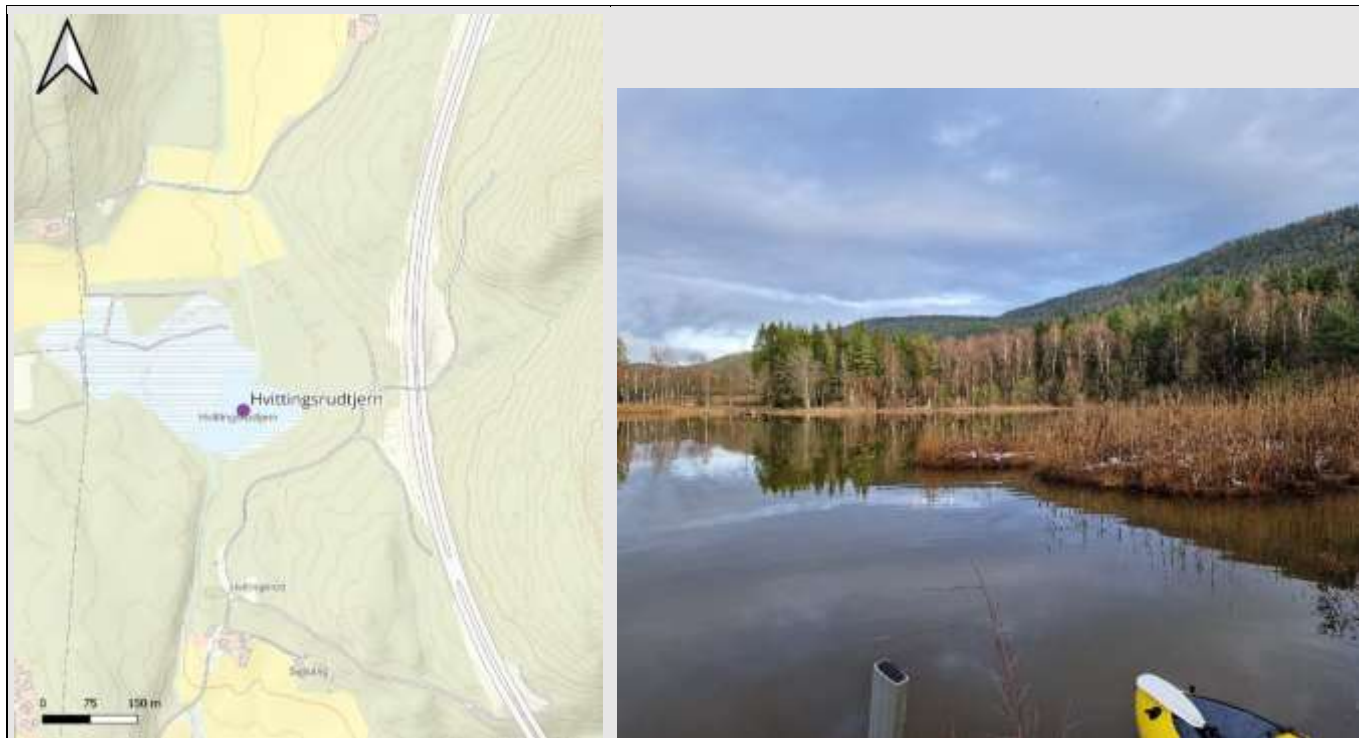
Overflatevann - høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	54,0	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	54,0

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Tinnemyr er lite påvirket av avrenning av veisalt og metaller fra vei.

3.5 Vestfold

3.5.1 Hvittingrudtjern (HVI)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Hvittingrudtjern (012-1073-R)
Kommune	Holmestrand
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-116729
Vannområde	Eikeren
Vanntype:	R108
Koordinater (UTM-33):	Ø = 227168, N = 6610125

Fakta om innsjø

Dybde:	6,5 m
Høyde over havet:	53 m
Innsjøareal	0,01 km ²
Oppholdstid:	-
Areal nedbørsfelt:	4,16 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

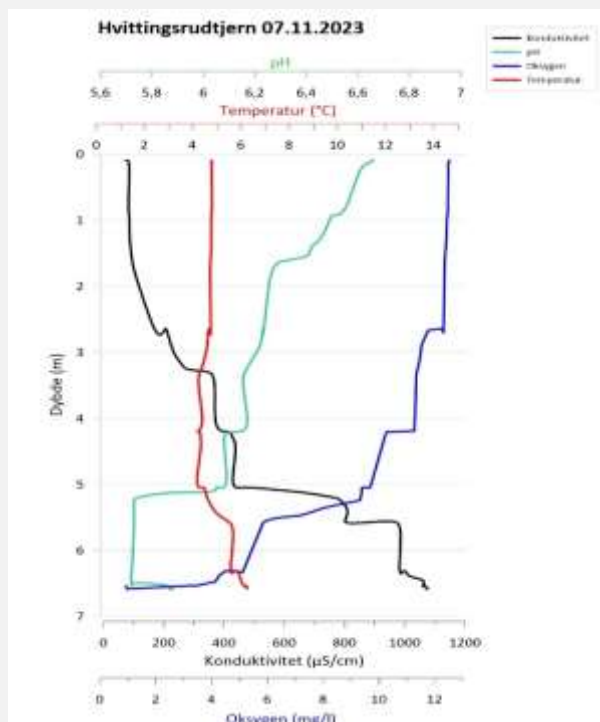
Klorid og oksygen

Det er påvist høy konsentrasjon av klorid i bunnvannet og med påfølgende kloridgradient i vannsøylen. Det er lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet. Hvittingrudtjern er ikke tidligere undersøkt.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	11	12,2
Bunnvann	120	0,9

Vertikalprofiler

Hvittingrudtjern har ikke fullsirkulert. Vertikalprofilen viser et sprangsjikt ved ca. 5 meters dyp. Konduktiviteten øker kraftig, samtidig som det er en sterk reduksjon i oksygen. Bunnvannet er tilnærmet anoksisk.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse 2 (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	15	1500	5	0,094	0,11	62	0,045	1,4	0,28	6,2	8	0,89	6,7
Bunnvann	69	3900	26	0,078	0,31	5900	0,035	0,54	0,38	1100	92	1,5	8,5

Oppsummering

Innsjøen er stillestående og har liten vannutskiftning (dystroft/humøst tjern). Undersøkelsen viser at Hvittingrudtjern er tydelig påvirket av veisalt og at dette påvirker sirkulasjonsmønsteret som videre fører til veisaltindusert oksygenvinn i bunnvannet.

3.5.2 Sukkevannet (SUK)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Sukkevannet (012-5808-L)	Dybde:	8 m
Kommune	Holmestrand	Høyde over havet:	99 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	012-91262	Innsjøareal	0,05 km ²
Vannområde	Eikeren	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L109	Areal nedbørsfelt:	1,2 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 230523, N = 6604210	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Resultatene viser høye konsentrasjoner av klorid og overflate- og bunnvannet. Det er påvist kloridgradient i vannsøylen. Det er god tilgang til oksygen i bunnvannet. Sukkevannet er ikke tidligere undersøkt i overvåkningsprogrammet.

	Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	37	12,0
Bunnvann	61	10,3

Vertikalprofiler

Vertikalprofilen viser at Sukkevannet har fullsirkulert. Målingene viser en gradvis økning i konduktiviteten nedover i vannsøylen.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Høst 2023												
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	80	1600	16	0,1	0,048	120	0,006	1,3	0,12	0,8	25	0,49	1
Bunnvann	180	1600	20	0,13	0,043	120	0,005	1,3	0,13	0,7	34	0,49	0,74

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Sukkevannet er påvirket av veisalt. Det er også mye landbruk i nedbørsfeltet. Innsjøen har høy konduktivitet og er svært næringsrik.

Innsjøen er grunn og utsatt for vind, noe som bidrar til sirkulasjon av vannmassene. Høy saltbelastning medfører ikke til vedvarende veisaltindusert oksygensvinn.

3.6 Østfold

3.6.1 Gørrtjern (GØR)



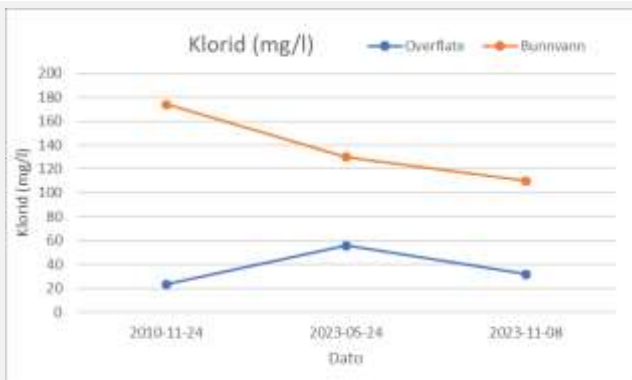
Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Gørrtjern (314-51-R)	Dybde:	4,6 m
Kommune	Marker	Høyde over havet:	167 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	314-56413	Innsjøareal	km ²
Vannområde	Upperudsälven	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L106	Areal nedbørsfelt:	82,0 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 314772, N = 6598341	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Resultatene viser høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. Innsjøen har klorid- og oksygengradient.

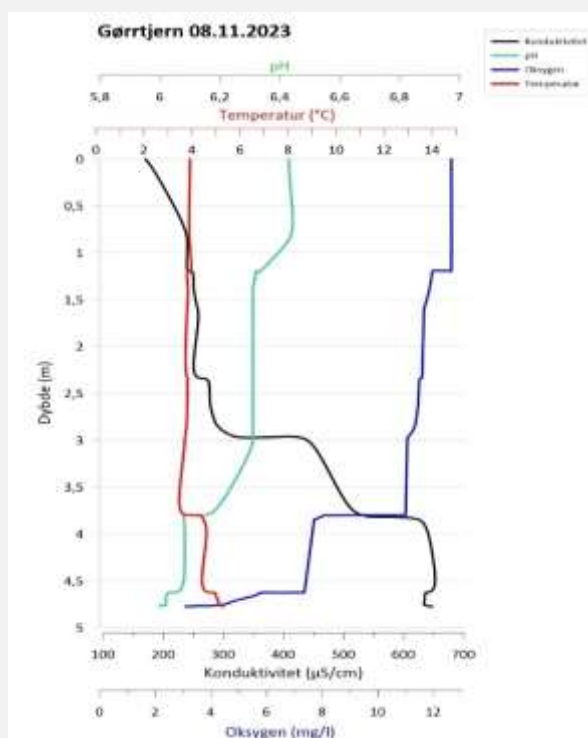
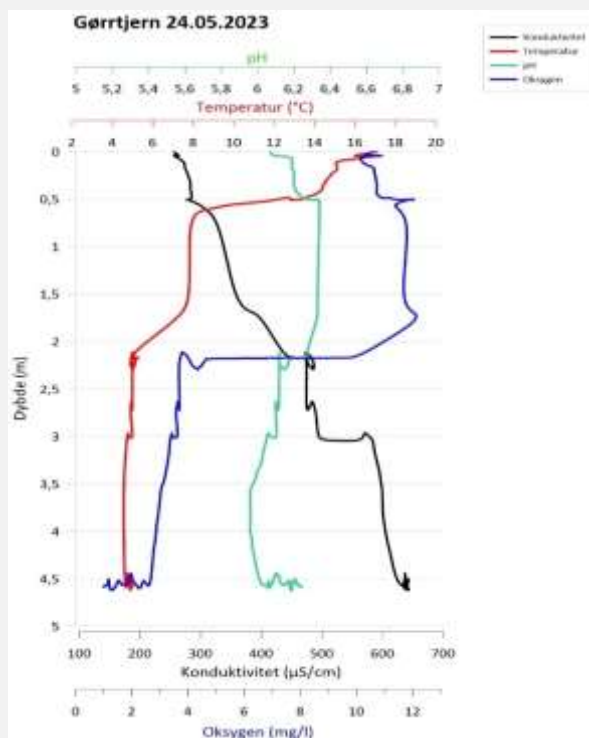
Undersøkelsen viser lavere konsentrasjoner av klorid i bunnvannet sammenlignet med forrige prøvetakning i 2010 [2].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	56	10,5	32	12,5
Bunnvann	130	1,0	110	2,9



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Gørrtjern ikke har fullsirkulert, hverken vår eller høst. I mai har innsjøen et sprangsjikt ved ca. 2,1 m dyp, hvor bunnvannet er anoksisk. I november er sprangsjiktet ved ca. 3,8 m dyp.



Klassifisering av metaller

I mai ble det påvist Zn i tilstandsklasse IV (over AA-EQS) i både overflate- og bunnvann. I november ble det påvist Pb i tilstandsklasse III i overflate- og bunnvann, samt Zn i tilstandsklasse IV i overflatevannet. Det er ikke kjent hva årsaken/kilde til de forhøyde konsentrasjonene av Pb og Zn er.

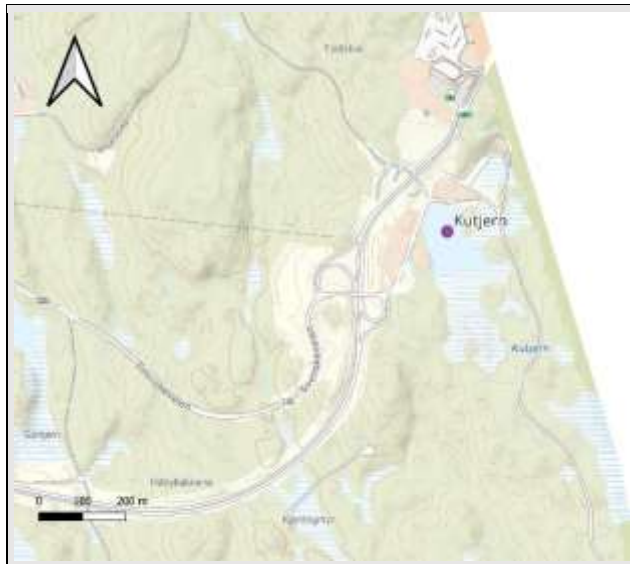
Bunnvannet har et svært høyt innhold av Fe og nitrogen ved begge prøveomganger.

Vår 2023													
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	18	500	12	0,29	0,31	98	0,018	3,8	0,24	3,5	28	2,3	16
Bunnvann	22	1600	20	0,19	0,52	1200	0,013	1,5	0,26	270	73	1,6	18

Høst 2023													
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	5,4	630	7,6	0,38	3,6	250	0,027	3,7	0,4	5,7	20	1,1	33
Bunnvann	13	2500	22	0,16	2,4	4400	0,004	1,1	0,48	530	69	0,89	10

Oppsummering													
<p>Det ble etablert ny E18 på sørsiden av innsjøen i 2015/16. Dette har trolig medført en vesentlig reduksjon i salttilførsel, da ny E18 ligger nå nedstrøms innsjøen, samt at gamle E18 (nå fv 128) som går på nordsiden av innsjøen ikke lenger saltes.</p> <p>Undersøkelsen viser at Gørrtjern fortsatt sterkt påvirket av veisalt og det er saltindusert oksygenvinn i bunnvannet. Innsjøen er stillestående, humøs og har liten vannutskifting (dystroft/humøst tjern).</p>													

3.6.2 Kutjern (KUT)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Kutjern (ikke registrert)
Kommune	Marker
Vannlokalitet (vannmiljø)	314-56414
Vannområde	Upperrudsälven
Vanntype:	L107
Koordinater (UTM-33):	Ø = 315798, N = 6598448

Fakta om innsjø

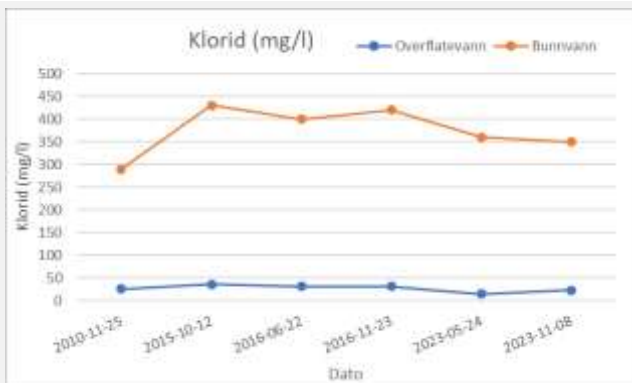
Dybde:	8,2 m
Høyde over havet:	222 m
Innsjøareal	0,015 km ²
Oppholdstid:	0,05 år
Areal nedbørsfelt:	2,7 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

Det er påvist svært høye konsentrasjoner av klorid i bunnvannet. Innsjøen har salt- og oksygengradient, både i mai og i november.

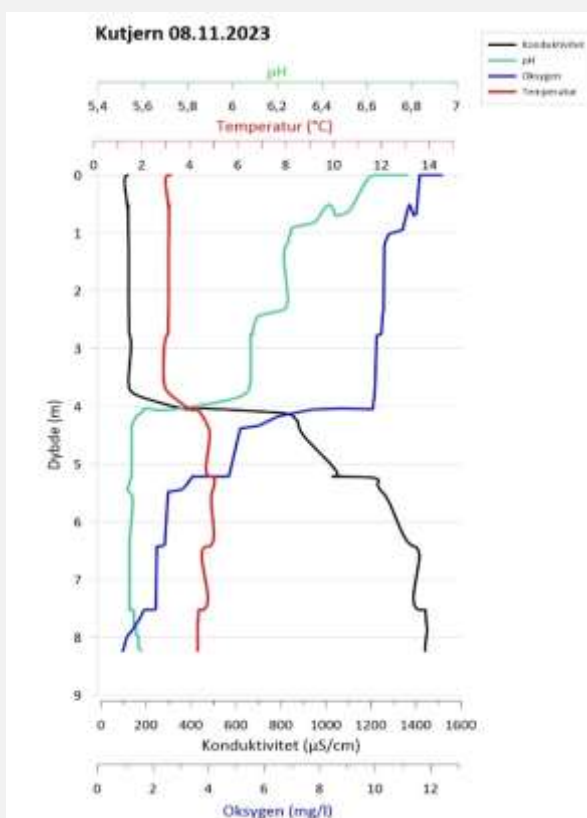
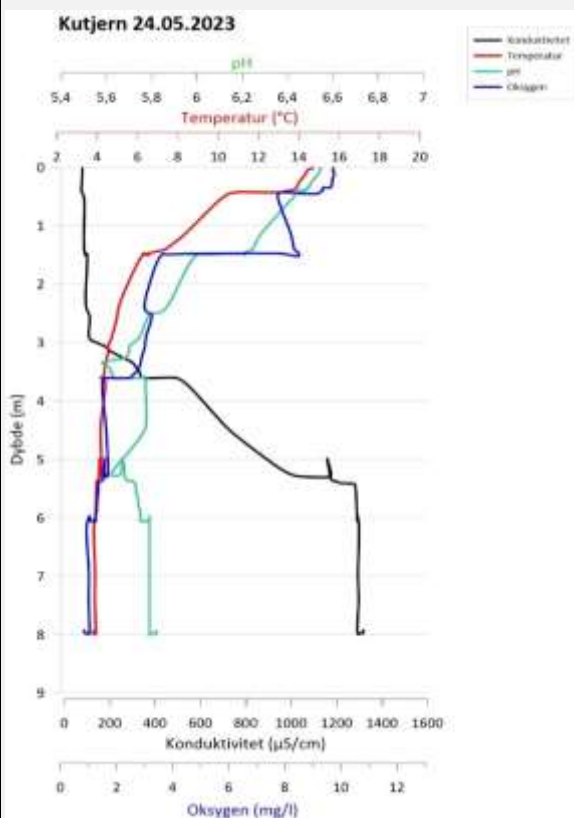
Resultatene fra 2023 viser en svak nedgang i kloridkonsentrasjonen i overflate- og bunnvann sammenlignet med tidligere undersøkelser i 2015-2016, men høyere enn i 2010 [3] [2]. Konsentrasjonene av klorid er fortsatt svært høye i bunnvannet.

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	15	10,1	23	12,1
Bunnvann	360	0,7	350	0,7



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser et kjemisk sjikt ved ca. 3,5 – 4 meters dyp, vår og høst 2023. Kutjern er anoksisk fra ca. 4 meter og ned til bunn. Konduktiviteten øker kraftig fra samme dybde. Målingene viser at dypvannet i Kutjern ikke fornyes under sirkulasjonsperiodene.



Klassifisering av metaller

Resultatene fra våren 2023 viser forhøyede konsentrasjoner av Cu, Ni og Zn i overflatevannet, tilsvarende tilstandsklasse IV for Cu og Zn og tilstandsklasse III for Ni. På høsten er alle metallene i tilstandsklasse II (AA-EQS). Det er ikke kjent hva årsaken/kilde til de forhøyde konsentrasjonene av Cu, Ni og Zn er.

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	150	420	5,1	0,13	0,17	120	0,011	9,4	0,39	14	7,2	5,5	13
Bunnvann	110	7400	39	0,1	0,51	5200	0,008	0,94	0,65	560	190	2	4,1

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	4,1	580	6,5	0,088	0,32	350	0,016	1,4	0,41	74	13	0,61	6,6
Bunnvann	44	7300	38	0,085	0,66	7500	0,008	2,9	0,78	620	220	1,1	11

Oppsummering													
Undersøkelsen viser at Kutjern fortsatt er sterkt påvirket av veisalt og det er saltindusert oksygenvinn i bunnvannet. Innsjøen er stillestående, humøs og har liten vannutskiftning (dystroft/humøst tjern).													

3.6.3 Lintotjern (LIN)



Fakta om vannforekomst og vannlokaltet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Lintotjern (002-4161-R)	Dybde:	4 m
Kommune	Indre Østfold	Høyde over havet:	159 m
Vannlokaltet (vannmiljø)	002-56415	Innsjøareal	0,035 km ²
Vannområde	Glomma sør	Oppholdstid:	-
Vanntype:	R106	Areal nedbørsfelt:	10,8 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 263318, N = 6634975	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

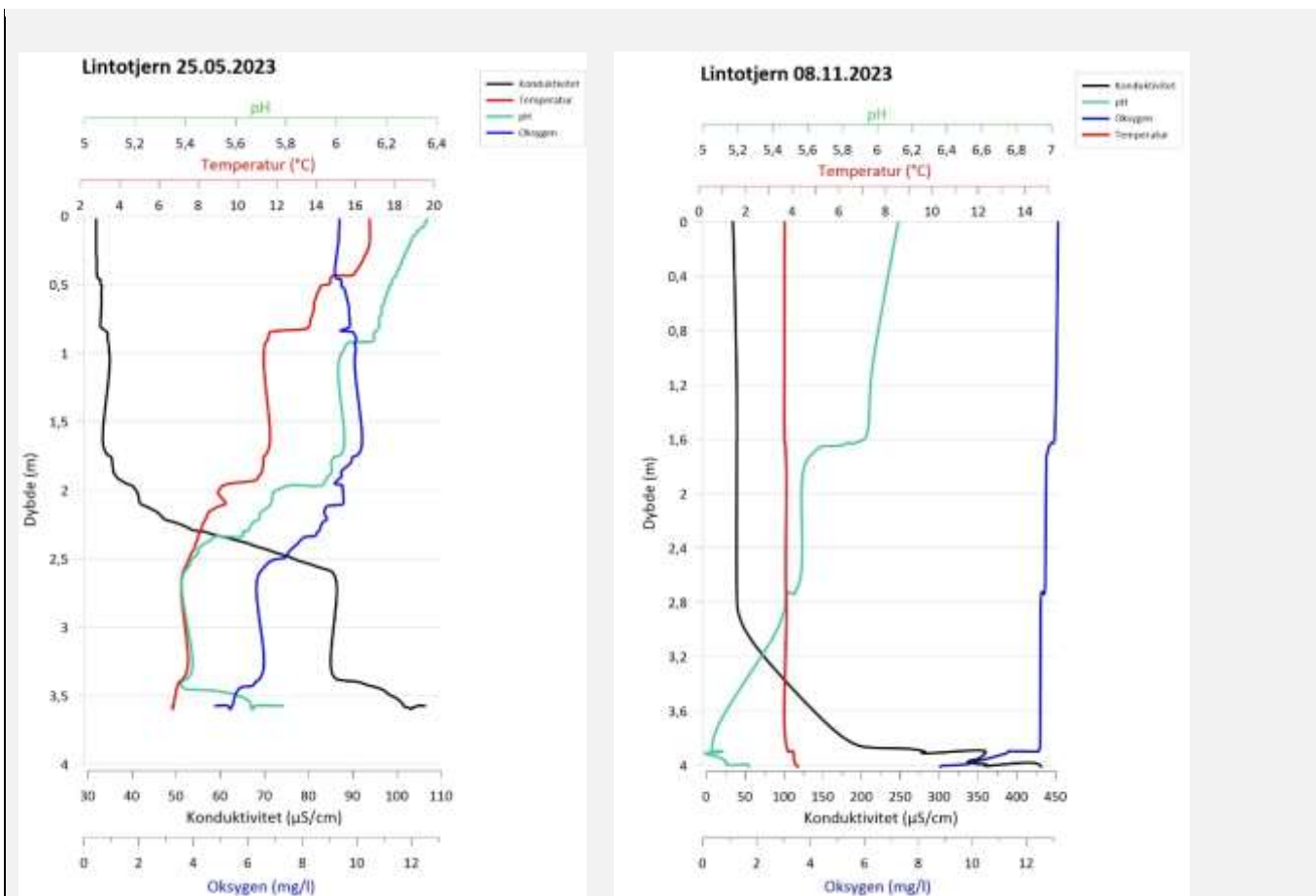
Det er påvist forhøyede nivåer av klorid i bunnvannet og kloridgradient, både høst og vår. Det er oksygen i bunnvannet.

Kloridkonsentrasjonene i bunnvannet er høyere sammenlignet med tidligere målinger (7,2 mg/l) [14].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	5,9	9,1	7,1	12,9
Bunnvann	24	4,9	22	9,1

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Lintotjern sirkulerer i hele vannsøylen. Målingene på våren kan tyde på begynnende sommerstagnasjon, hvor oksygenet gradvis avtar mot bunn. Målingene på høsten er tatt rett etter sirkulasjon og det er god tilgang på oksygen i bunnvannet.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

		Vår 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	4,9	270	1,6	0,089	0,33	220	0,021	1,2	0,18	15	3,3	1,7	4,8
Bunnvann	9	290	2,1	0,075	0,49	320	0,023	0,73	0,2	32	12	0,95	7,2

		Høst 2023											
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	6,5	440	1,9	0,087	0,62	480	0,039	0,89	0,29	27	4	1	7,5
Bunnvann	4,7	590	2,9	0,098	0,56	440	0,038	1,1	0,29	32	11	1,2	8,5

Oppsummering

Lintotjern er påvirket av veisalt, med noe forhøyede konsentrasjoner av klorid i bunnvannet. Innsjøen fullsirkulerer, og det er ikke tegn til oksygenvinn i bunnvannet. At det ikke dannes kloridgradient skyldes trolig de grunne dybdeforholdene, stor vindeksponering og god vannutskifting.

3.6.4 Lundebyvannet (LUN)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Lundebyvannet (002-3360-L)	Dybde:	5 m
Kommune	Indre Østfold	Høyde over havet:	158 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	002-38236	Innsjøareal	0,4 km ²
Vannområde	Glomma sør for Øyeren	Oppholdstid:	-
Vanntype:	L106	Areal nedbørsfelt:	21,3 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 301176, N = 6606510	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

Klorid og oksygen

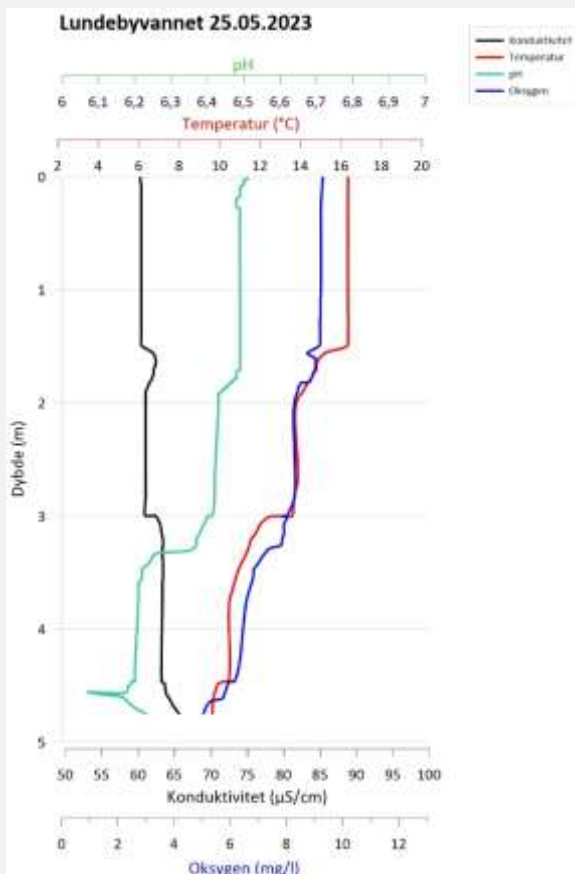
Overflate- og bunnvann har forholdsvis lave konsentrasjoner av klorid. Det er også god tilgang til oksygen i bunnvannet.

Lundebyvannet ble undersøkt i 2010 og hadde den gang lave kloridkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann (overflate: 3,2 /bunn: 3,4 mg/l). Konsentrasjonene har økt noe siden 2010.

	Vår 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	12	9,1
Bunnvann	12	4,9

Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Lundebyvannet har sirkulert. Innsjøen er svært grunn og vindeksponert.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Vår 2023												
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	11	490	2,8	0,083	0,18	250	0,019	1,1	0,22	30	7	1,1	6
Bunnvann	19	620	2,9	0,08	0,3	370	0,02	1,1	0,24	63	7,1	1,4	7,4

Oppsummering

Undersøkelsen viser at Lundebyvannet er svakt påvirket av avrenning av veisalt og metaller fra vei. Men det vurderes at det ikke behov for videre overvåking av innsjøen.

3.6.5 Patterødtjernet (PAT)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Patterødtjern (003-5821-L)
Kommune	Moss
Vannlokalitet (vannmiljø)	003-43283
Vannområde	Morsa
Vanntype:	L107
Koordinater (UTM-33):	Ø = 256350, N = 6597858

Fakta om innsjø

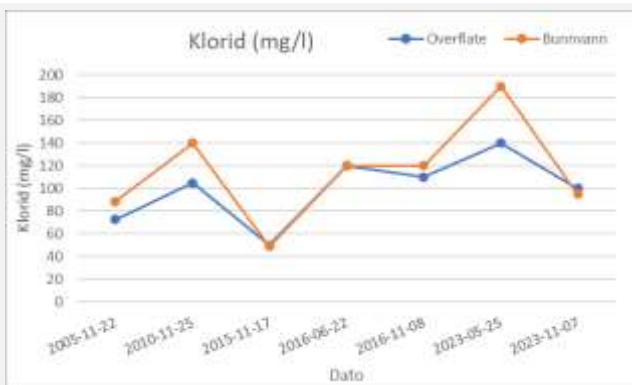
Dybde:	5 m
Høyde over havet:	27 m
Innsjøareal	0,02 km ²
Oppholdstid:	0,26 år
Areal nedbørsfelt:	0,58 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E6

Klorid og oksygen

Resultatene viser høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann. I mai er det påvist klorid- og oksygengradient. Det er ikke gradienter i november. Kloridkonsentrasjonene i overflatevann er på et nivå som kan skade de mest sensitive biota og gi endringer i samfunnsstruktur [16].

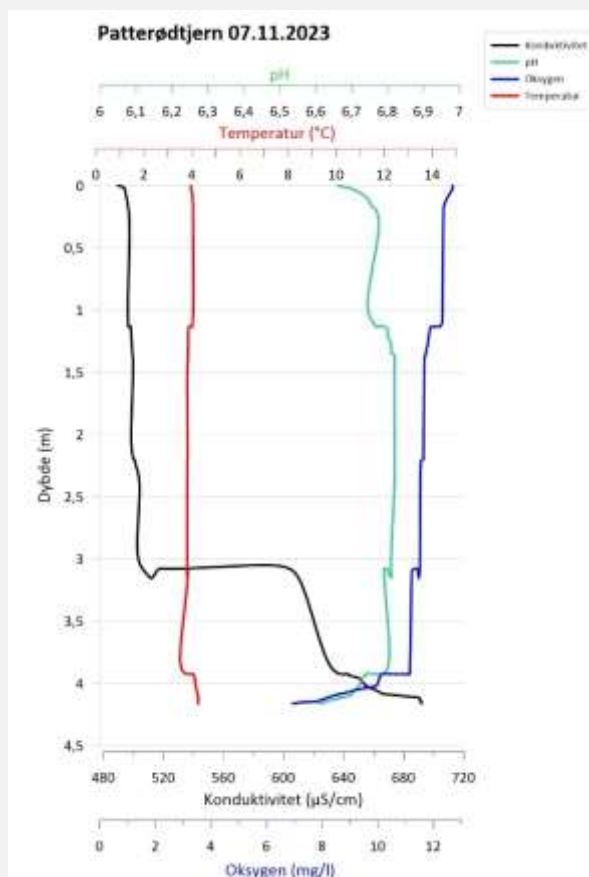
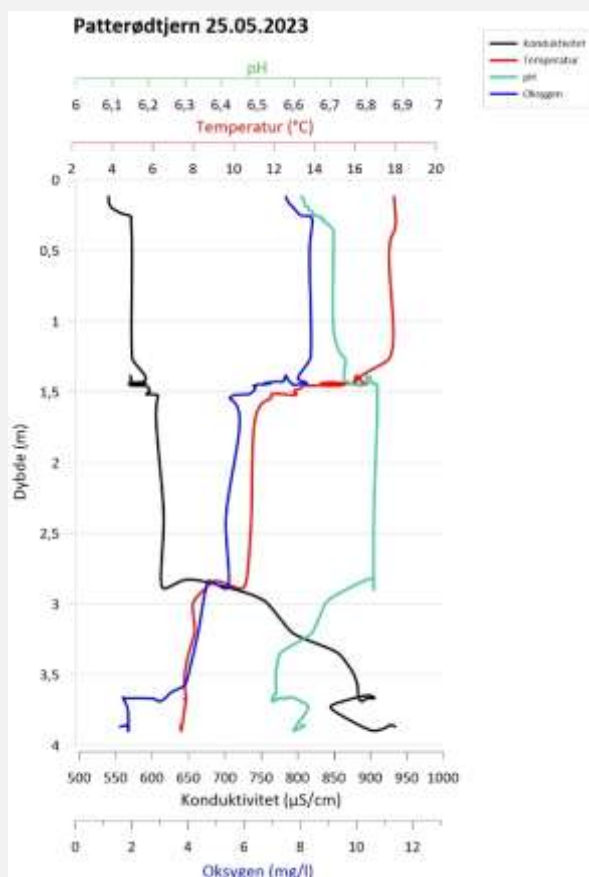
Kloridkonsentrasjonene varierer fra år til år, og det er ingen markant økning sammenlignet med tidligere undersøkelser [1] [14] [3] [4].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	140	8,9	100	8,6
Bunnvann	190	1,9	95	6,9



Vertikalprofiler

Vertikalprofilene viser at Patterødtjern har sirkulert ved begge prøverunder. Målingene i mai tyder på begynnende sommerstagnasjon. I november er det god tilgang på oksygen i bunnvannet. Profilene viser en sterk økning i konduktivitet ved 3 meters dyp.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	15	510	23	0,33	0,23	280	<0.004	2,5	0,28	11	89	1,4	1,8
Bunnvann	28	660	25	0,27	0,18	440	0,007	2,2	0,28	430	99	1,4	4,3

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	48	910	18	0,32	0,31	390	0,007	3,5	0,36	2,3	67	1,2	2,7
Bunnvann	26	890	18	0,36	0,31	370	0,008	3,4	0,33	2,3	63	1,3	2,9

Mikroplast

Det ble påvist konsentrasjoner av PP i overflatevann. Konsentrasjonen er lav og kan skyldes kontaminering fra prøvebeholder. De øvrige plastpolymererne er under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Overflatevann - høst											
Polymer	PE	PP	PS	ABS	PMMA	PC	PVC	PET	PA6	PA 66	Sum polymerere
µg/l	<0,2	18,1	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	18,1

Oppsummering

De høye konsentrasjonene av klorid i Patterødtjern viser at innsjøen er sterkt påvirket av tilførsel av veisalt. Innsjøen er grunn og utsatt for vind, noe som bidrar til sirkulasjon av vannmassene om høsten. Om våren er det påvist saltgradient.

3.6.6 Søndre Brutjern (S-BRU)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet

Innsjønavn og vannforekomst ID:	Søndre Brutjern (001-3388-L)
Kommune	Marker
Vannlokalitet (vannmiljø)	001-30728
Vannområde	Haldenvassdraget
Vanntype:	L106
Koordinater (UTM-33):	Ø = 314473, N = 6598463

Fakta om innsjø

Dybde:	11 m
Høyde over havet:	169 m
Innsjøareal	0,1 km ²
Oppholdstid:	2,1 år
Areal nedbørsfelt:	0,7 km ²
Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

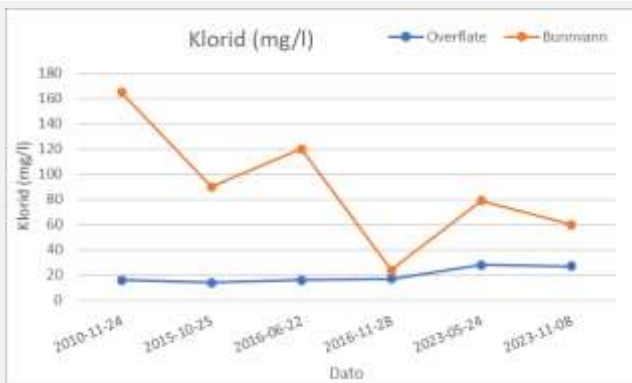
Klorid og oksygen

Det er påvist høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann, både i mai og november. Forskjellen mellom overflatevann og bunnvann viser at det er kloridgradient i vannsøylen. Det er også anoksisk bunnvann ved begge prøverunder ($O_2 < 2$ mg/l).

Resultatene i 2023 viser at kloridkonsentrasjonen i bunnvannet er noe lavere enn i 2010, 2015 og 2016 (vår). I 2016 (høst) hadde Søndre Brutjern sirkulert og konsentrasjonene var like i overflate- og bunnvann.

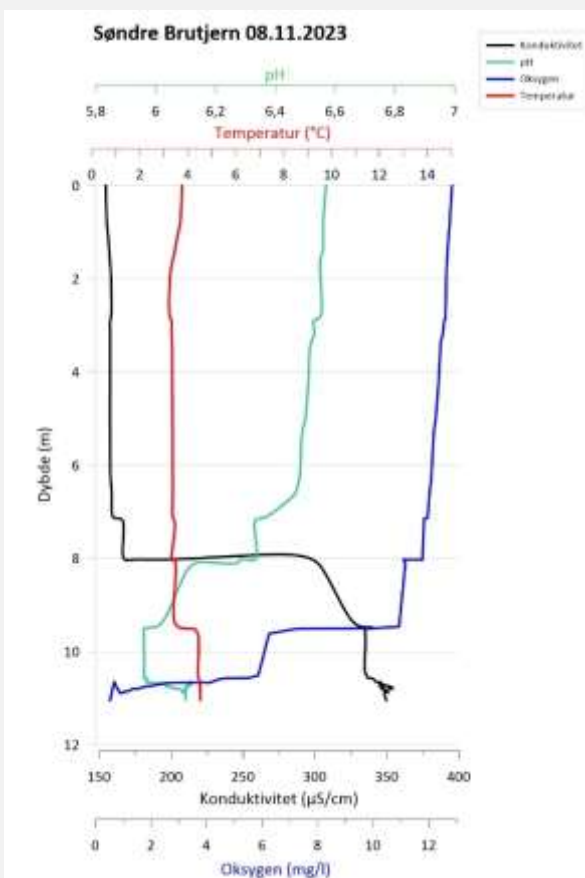
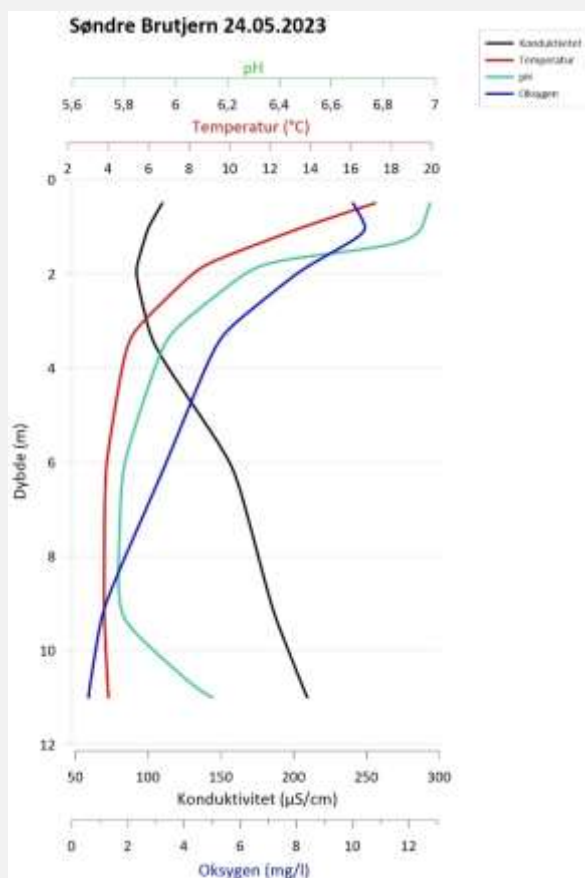
I overflatevannet viser resultatene en svak økning sammenlignet med tidligere målinger [2] [3] [4].

	Vår 2023		Høst 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	28	10,1	27	12,9
Bunnvann	79	0,4	60	0,3



Vertikalprofiler

Målingene viser at Søndre Brutjern ikke har sirkulert. Vertikalprofilene i mai viser at oksygenet gradvis avtar mot bunn, men det er ikke noe tydelig kjemisk sprangsjikt i vannsøylen. I november er det et kjemisk sprangsjikt ved 8 meters dyp hvor konduktiviteten øker kraftig, samtidig som oksygenet avtar raskt. Profilmålingene er omtrent identiske med tidligere undersøkelser [4].



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

Vår 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	15	320	6,4	0,075	0,088	180	0,007	1,3	0,16	9,8	16	1,6	2,6
Bunnvann	20	710	15	0,062	0,085	830	0,009	1,9	0,22	210	37	2	2,1

Høst 2023													
	Tot-P	Tot-N	Ca	Sb	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Mn	Na	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Overflate	5,3	430	7,7	0,082	0,088	330	0,01	1,3	0,26	140	18	1,3	2,9
Bunnvann	9,9	990	14	0,066	0,34	3700	0,009	0,94	0,34	740	36	1,2	2

Oppsummering													
<p>Undersøkelsen viser at Søndre Brutjern fortsatt er påvirket av veisalt. Det er saltindusert oksygenvinn i bunnvannet.</p> <p>Det ble etablert ny E18 på sørsiden av innsjøen i 2015/16. Dette har trolig medført en større salttilførsel, da en større del av veien drenerer nå til Søndre brutjern enn tidligere, men uten at det kan spores noen stor økning kloridkonsentrasjonen i innsjøen.</p>													

3.6.7 Trolleberg tjern (TRO)



Fakta om vannforekomst og vannlokalitet		Fakta om innsjø	
Innsjønavn og vannforekomst ID:	Trolleberg tjern (001-293-R)	Dybde:	6 m
Kommune	Indre Østfold	Høyde over havet:	188 m
Vannlokalitet (vannmiljø)	001-48374	Innsjøareal	0,03 km ²
Vannområde	Haldenvassdraget	Oppholdstid:	-
Vanntype:	R111	Areal nedbørsfelt:	1,18 km ²
Koordinater (UTM-33):	Ø = 304181, N = 6605484,83	Hovedvei i nedbørsfeltet:	E18

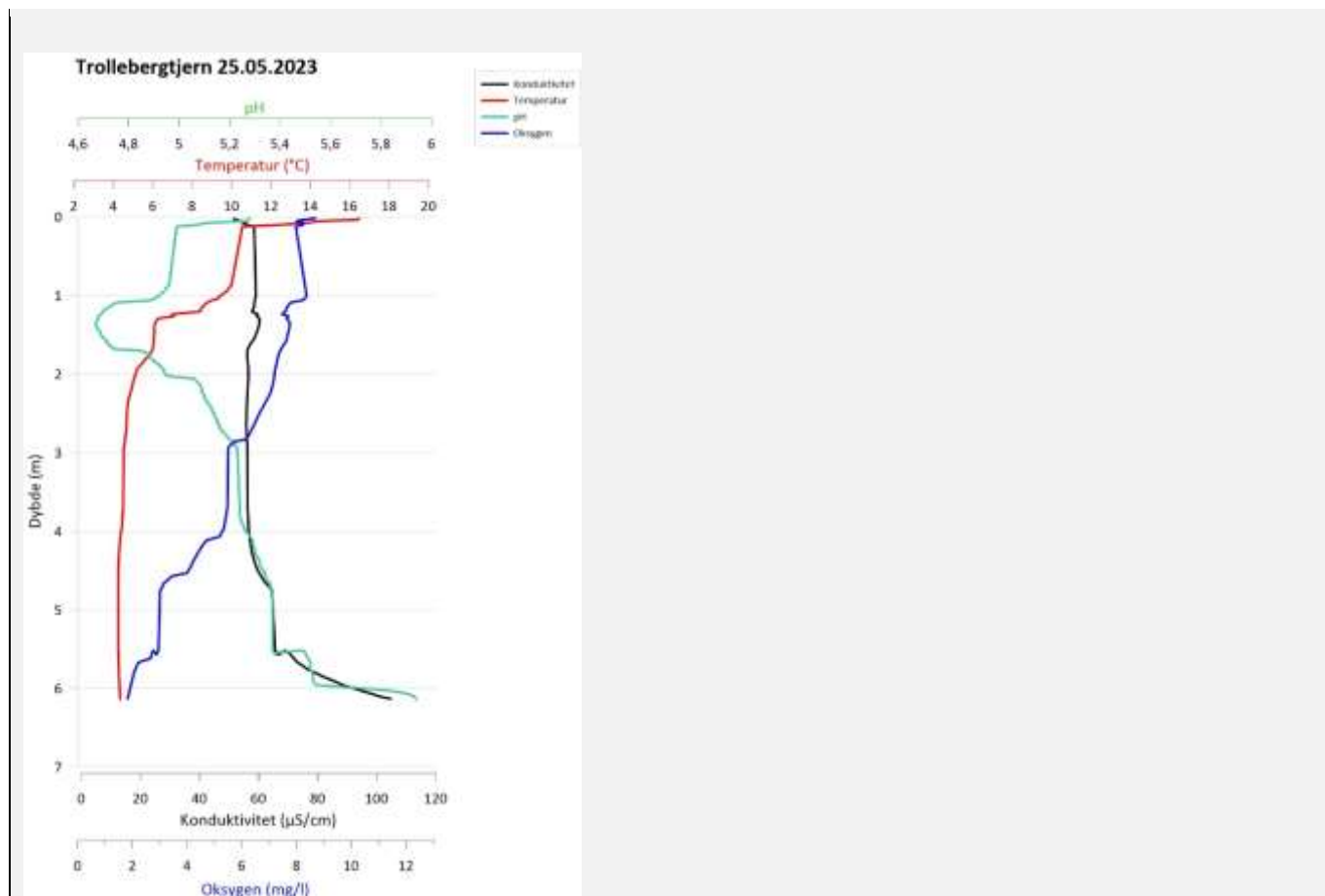
Klorid og oksygen

Det er svakt forhøyede konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann, men det er ingen kloridgradient i innsjøen. Kloridkonsentrasjonene er noe høyere enn tidligere undersøkelser i 2010, hvor overflate- og bunnvann var hhv. 7,0 og 9,1 mg/l [2]. Det er forholdsvis lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet.

	Vår 2023	
	Cl (mg/l)	O2 (mg/l)
Overflate	12	8,6
Bunnvann	12	1,9

Vertikalprofiler

Vertikalprofilen viser en gradvis reduksjon av oksygen nedover i vannsøylen. Det er også en økning i konduktivitet ned mot bunn. Trolleberg tjern er et lite humøst myrtjern. Oksygeninnholdet skyldes trolig pågående sommerstagnasjon og stort forbruk av oksygen som følge av nedbrytning av organisk stoff i bunnvannet.



Klassifisering av metaller

Ingen av metallene overskrider tilstandsklasse II (AA-EQS).

	Vår 2023												
	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Overflate	9,3	360	2,1	0,11	0,64	250	0,031	0,8	0,27	13	6,9	1,1	7,9
Bunnvann	20	870	13	0,098	0,78	1200	0,013	0,95	0,36	6,7	6,2	1,9	5,3

Oppsummering

Trolleberg tjern er lite påvirket av veisalt og metaller fra veiavrenning, men kloridkonsentrasjonene viser en svak økende trend.

4 Oppsummering

Resultatene viser at påvirkning fra veisalt utgjør et problem for vannkjemien og sirkulasjonsmønsteret i en rekke innsjøer nær hovedveger (riks- og europaveger) i fylkene Østfold, Oslo, Akershus, Buskerud, Telemark og Vestfold og som Statens vegvesen har driftsansvar for.

En oversikt over de undersøkte innsjøene med beskrivelse av om det er dannet kloridgradient og/eller oksygengradient, utvikling av kloridgradient i overflate- og bunnvann (vår/høst) og grad av påvirkning fra veisalt er vist i Tabell 5 og oppsummert i Figur 3. Grad av veisaltpåvirkning er vurdert ut ifra kriteriesett vist i Tabell 3.

Det var kloridgradient i 16 innsjøer våren og/eller høsten 2023. 24 innsjøer hadde oksygengradient. I 10 av disse var det saltindusert oksygenvinn som følge av veisalt eller en kombinasjon av naturlig tilførsel av ioner og veisalt.

Et generelt trekk med vårmålingene var at det var et stort antall innsjøer med oksygengradient. I 2023 var det på store deler av Østlandet sen isgang etterfulgt av en svært varm periode. Når isen går, etterfulgt av varmt vær med lite vind, kan det oppstå en temperatursjiktning nesten med en gang. Dette betyr at innsjøen ikke rekker å fullsirkulere. Det vil oppstå lavt oksygeninnhold i dypvannet utover sommeren, men den vil normalt sirkulere igjen til høsten.

Flere av de påvirkede innsjøene som har saltgradient, viser samme resultater som tidligere undersøkelser, deriblant Assurtjern, Kutjern, Gørrtjern. Felles for disse innsjøene er at de er humøse, stillestående myrtjern med svært høy ledningsevne i bunnvannet.

I noen innsjøer viser resultatene en svak forbedring og nedgang i kloridkonsentrasjon i bunnvann, blant annet i Svinesjøen, Søndre Brutjern og Brennsrudvann. Både i Svinesjøen og Brennsrudvannet kan forbedringen delvis skyldes senkning av vannstand i sommeren 2023, som følge av vedlikehold av demninger i utløpet. Sprangsjiktet vil dermed senkes og en større del av vannmassene ble skiftet ut ila sommeren.

I Nordbytjern, Gjersjøen og Skåntjern ser man imidlertid en svak økende trend i kloridkonsentrasjoner fra de første undersøkelsene som ble utført i veisaltovervåkingsprogrammet. Disse innsjøene har dermed ikke funnet sitt «terskel-nivå», dvs. tilstanden der det er balanse mellom tilført saltmengde og saltkonsentrasjon i innsjøen.

I flere andre innsjøer, slik som Tussetjern, Damtjern, Langevann, er utviklingen mer varierende fra år til år og sesong (vår/høst). Dette kan skyldes forbrukt saltmengde i nedbørsfeltet i de respektive årene, nedbørsfeltprosesser og ulike klimatiske forhold som påvirker vannutskiftning og sirkulasjon. Men felles for disse innsjøene er at de fullsirkulerer sjeldnere og at det i lengre perioder er anoksisk bunnvann.

Felles for mange innsjøer som har dannet gradienter er at de er lokalisert i områder med kalkrik berggrunn hvor avrenningen har høyt naturlig innhold av ioner (bla. Ca). Dette er særlig aktuelt i flere innsjøer i Askerområdet. Kalkrike innsjøer er i mange tilfeller næringsrike, noe som gir høy primærproduksjon. Når det organiske materialet synker forbrukes oksygenet hurtig i dypvannet. Fravær av oksygen gir utlekking av andre mineraler som forsterker effekten, siden disse bidrar til økt tetthet i bunnvannet og dermed tyngre bunnvann. Dette igjen krever mer energi for at innsjøen skal fullsirkulere. I flere av innsjøene med oksygenfattig bunnvann er det høye konsentrasjoner av Mn siden anoksiske forhold bidrar til å holde Mn løst i vannfasen. Kalkrike innsjøer er spesielt sensitive for veisalt og hvor det er etablert meromiktiske forhold som følge av kloridgradient.

Naturlig ionefattige innsjøer som inngår i undersøkelsen synes ikke å ha problemer med dannelse av saltgradienter. Konsentrasjonene av klorid kan likevel bli høye.

Enkelte innsjøer har svært høye konsentrasjoner av klorid i overflate- og bunnvann, men uten at det er påvist gradienter. Patterødtjern og Gjerdsrudtjern er eksempler på slike innsjøer. Disse innsjøene er grunne og sirkulerer lett ved vindeksponering. Innsjøene har likevel såpass høye kloridkonsentrasjoner (>120 mg Cl/l) at det vil ha effekt (kroniske) på akvatiske organismer og virke inn på samfunnsstruktur.

Flere av innsjøene som var med i programmet i 2023 har ikke blitt undersøkt tidligere. I de fleste av disse viser resultatene at veisalt ikke utgjør noe stort forurensningsproblem, slik som bla. Bonntjern, Gulsviktjern, Sandtjern, Lundebyvannet, Setertjern og Trollebergtjern. Men noen viser en negativ påvirkning fra salt sammenlignet med antatt naturtilstand og er klassifisert som noe eller moderat påvirket f.eks. Sukkevannet, Skeiderudtjønn og Stortjernet. Hvittingrudtjern var den eneste av innsjøene som ikke tidligere er undersøkt som var sterkt påvirket.

Fastsetting av økologiske tilstand i vannforekomster har i stor grad vært rettet mot påvirkning fra næringsalter og organisk stoff. Resultatene fra overvåkingen viser at forvaltningen i fremtiden bør etablere retningslinjer og krav til saltpåvirkning i innsjøer for beskyttelse av akvatisk liv (jf. vannforskriften), på lik linje med andre påvirkninger. Ulike dyreplankton er kjent å være sensitive for økende innhold av klorid. Dyreplankton inngår i dag ikke som en egen parameter i vannforskriftsarbeidet. Innsjøer som i dag er sterkt belastet av veisalt kan betegnes som sterkt modifiserte vannforekomster, men uten at det finnes noe verktøy som gjør denne klassifiseringen i dag.

I det videre arbeidet med på veisaltproblematikk anbefales det å utføre steds spesifikke risikovurderinger i utvalgte innsjøer for å finne terskelverdi for akseptabelt saltforbruk og risiko for meromiksis.

Det er gjennomgående lave konsentrasjoner av metaller i de fleste innsjøene, under AA-EQS i overflatevann. Noen få innsjøer (Gørrtjern, Patterødtjern, Tinnemyr) viser overskridelse av AA-EQS for bly, kobber eller sink.

Det er påvist gjennomgående lave konsentrasjoner av mikroplast i utvalgte innsjøer. I det videre programmet bør det i tillegg inkluderes syntetisk gummi (SBR + BR).

Undersøkelsen viser at det ikke er behov for videre overvåking i flere innsjøer. Dette gjelder blant annet:

- Gulsviktjern
- Bonntjern
- Botntjern
- Buvannet
- Lundebyvannet
- Setertjern
- Stortjern v/Hensmoen
- Grotbekktjønn

Undersøkelse av veinære innsjøer

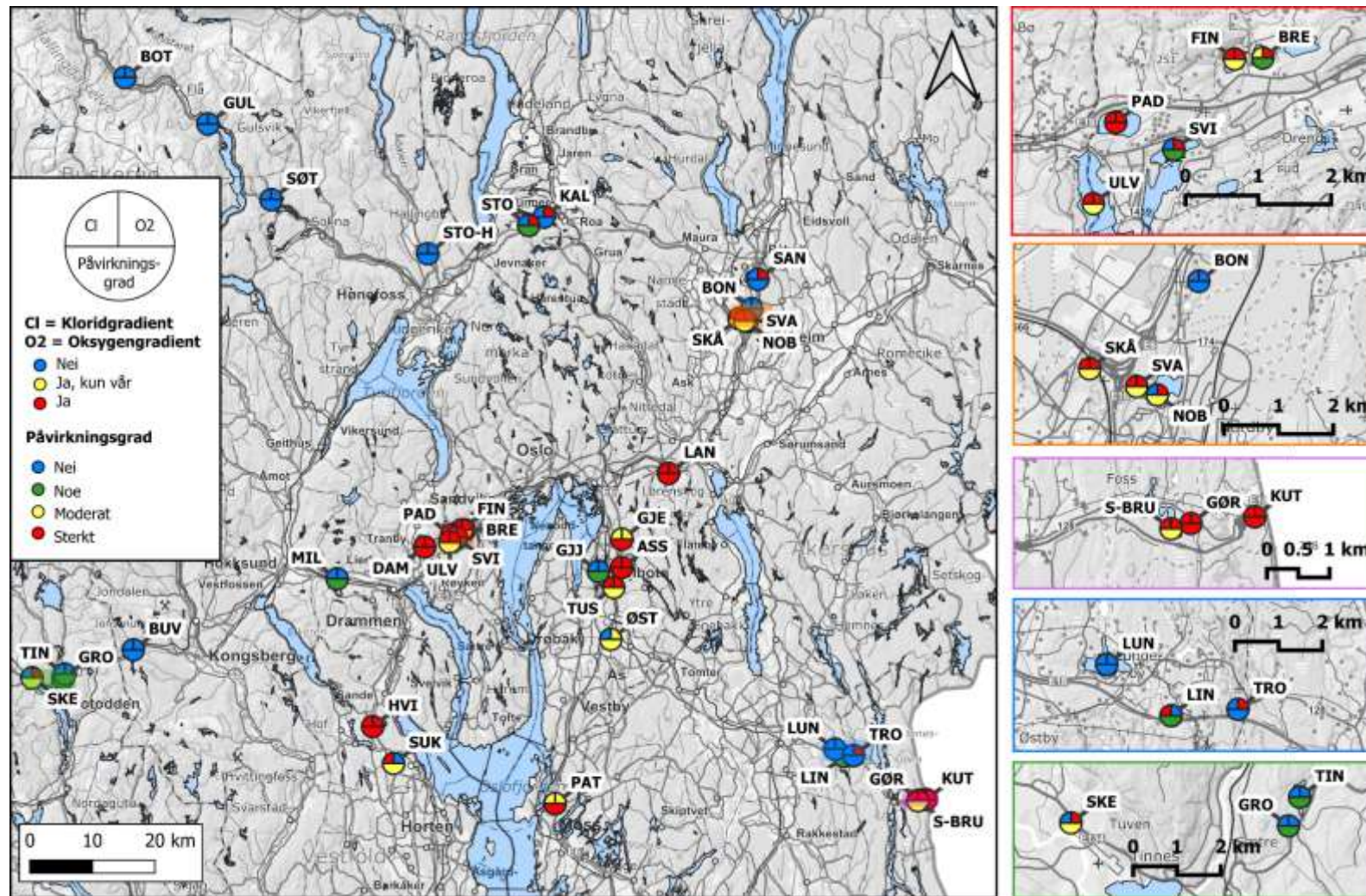
Resultater fra undersøkelse 2023

Oppdragsnr.: 52209703 Dokumentnr.: RIM-01 Versjon: J03



Tabell 5. Innsjøer undersøkt våren og/ eller høsten 2023 i fylkene Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud, Telemark og Vestfold med beskrivelse av om det er dannet saltgradient og/eller oksygengradient, utvikling av kloridgradient i overflate- og bunnvann og grad av påvirkning fra veisalt. I vurderingen av utvikling av klorid er det sett på siste prøvetakningsrunde.

Innsjønavn	Saltgradient vår	Saltgradient høst	Oksygengradient vår	Oksygengradient høst	Utvikling av klorid i overflatevann	Utvikling av klorid i bunnvann	Påvirkningsgrad, veisalt
Assurtjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Økning	Økning	Sterkt
Bonntjern	Nei	-	Nei	-	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Botntjern	Nei	-	Nei	-	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Brennsrudvannet	Ja	Nei	Ja	Ja	Nedgang	Nedgang	Noe
Buvannet	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Damtjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Ingen endring	Ingen endring	Sterkt
Finnsrudvannet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ingen endring	Ingen endring	Moderat
Gjersrudtjern	Ja	Nei	Ja	Nei	Nedgang	Nedgang	Sterkt
Gjersjøen	Nei	Nei	Nei	Nei	Svak nedgang	Økning	Noe
Gulsviktjern	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Gørrtjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Svak nedgang	Svak nedgang	Sterkt
Grotbekktjønn	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Noe
Hvittingrudtjern	-	Ja	-	Ja	Ikke tidligere prøvetatt		Sterkt
Kalvsjøtjernet	-	Nei	-	Ja	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Kutjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Ingen endring	Ingen endring	Sterkt
Langvannet	Ja	Ja	Ja	Ja	Svak nedgang	Svak nedgang	Sterkt
Lintotjern	Ja	Ja	Nei	Nei	Svak økning	Ingen endring	Noe
Lundebyvannet	Nei	-	Nei	-	Svak økning	Svak økning	Noe
Miletjern	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Noe
Nordbytjern	Nei	Nei	Ja	Ja	Svak økning	Svak økning	Moderat
Padderudvannet	Ja	Ja	Ja	Ja	Svak økning	Svak økning	Sterkt
Patterødtjernet	Ja	Nei	Ja	Nei	Ingen endring	Ingen endring	Sterkt
Sandtjern	Nei	-	Ja	-	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Setertjern	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Skåntjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Økning	Økning	Moderat
Storetjern v/Hensmoen	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Ingen
Skeiderudtjønn	-	Nei	-	Ja	Ikke tidligere prøvetatt		Moderat
Stortjernet	-	Nei	-	Ja	Ikke tidligere prøvetatt		Noe
Svarttjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Ingen endring	Svak økning	Sterkt
Svinesjøen	Nei	Nei	Ja	Ja	Svak nedgang	Svak nedgang	Noe
Sukkevatnet	-	Ja	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Moderat
Søndre Brutjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Ingen endring	Nedgang	Moderat
Tinnemyr	-	Nei	-	Nei	Ikke tidligere prøvetatt		Noe
Trollebergtjern	Nei	-	Ja	-	Svak økning	Svak økning	Ingen
Tussetjern	Ja	Ja	Ja	Ja	Svak nedgang	Svak nedgang	Moderat
Ulvenvannet	Ja	Ja	Ja	Ja	Svak økning	Svak nedgang	Moderat
Østensjøvatnet	Nei	Nei	Ja	Nei	Svak nedgang	Svak nedgang	Moderat



Figur 3. Oppsummering av oksygen og kloridgradienter observert i 2023 samt vurdering av påvirkningsgrad i hver av de undersøkte innsjøene.

Referanser

- [1] Torleif Bækken og Thrond Haugen, «Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer. Påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. NIVA,» Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 2006.
- [2] Torleif Bækken og Thrond Haugen, «Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge 2010. NIVA,» Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, 2012.
- [3] Halvor Saunes og Nina Værøy, «Statens vegvesens rapporter. Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske undersøkelser - 2015/2016,» COWI AS, 2016.
- [4] Halvor Saunes og Nina Værøy, «Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser -2016.,» Statens vegvesen. Vegdirektoratet, 2017.
- [5] Halvor Saunes, Nina Værøy og Svein Ole Åstebøl, «Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Overvåkning av vannkvalitet i 2018. SVV rapport Nr.218,» Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 2019.
- [6] William D. Hintza m. fl, «Current water quality guidelines across North America and Europe do not protect lakes from salinization,» PNAS, 2022.
- [7] Jovana Radosavljevic, Stephanie Slowinski, Fereidoun Rezanezhad, Mahyar Shafii, Bahram Gharabaghi c, Philippe Van Cappellen, «Road salt-induced salinization impacts water geochemistry and mixing regime of a Canadian urban lake,» Applied Geochemistry, 2024.
- [8] Peter Sundt, Sølvi Rønnekleiv Haugedal, Thomas Rem, Per-Erik Schulze, «Norske landbaserte kilder til mikroplast. Miljødirektoratet. Rapport 1648.,» Mepex, 2020.
- [9] Elisabeth S. Rødland, Elvis D. Okoffo, Cassandra Rauert, Lene S. Heier, Ole Christian Lind, Malcolm Reid, Kevin V. Thomas, Sondre Meland, «Road de-icing salt: Assessment of a potential new source and pathway of microplastics particles from roads,» Science of The Total Environment, 2020.
- [10] Vanja Alling, Espen Lund, Amy Lusher, Bert van Bavel, Vilde Kloster Snekkevik, Sverre Hjelset, Cecilie Singdahl-Larsen, Chiara Consolaro, Madeline Jefroy, Elena Martinez-Frances, Elisabeth Rødland, Svetlana Pakhomova, Jemmima Knight, Natascha Schmidt NILU), «Monitoring of microplastics in the Norwegian environment (MIKRONOR), Mdir. rapport M-2624/2023.,» Norwegian Institute for Water Research, 2023.
- [11] Miljødirektoratet, «M-608:2016 rev.2020. Grenseverdier for klassifisering av vann, sedimenter og biota,» 2020.
- [12] Direktorsgruppen vanndirektivet, «Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.,» Direktorsgruppen for gjennomføring av vannforskriften, 2018.
- [13] Haaland, S., Turtumøygard, S., Gjemlestad, L. J., Nytrø, T.E., «Salt SMART, Vegsalt i innsjøer. Tålegrense mht. kjemisk sjiktning. Statens vegvesen rapport Nr.120. Vegdirektoratet miljøseksjonen,» Bioforsk, 2011.

- [14] Torleif Bækken og Svein Ole Åstebøl, «Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak for vann langs E6 i Oslo, Oppegård, Ås og Ski,» Norsk institutt for vannforskning, 2012.
- [15] Miljødirektoratet, «Vannmiljødatabasen,» 11 2023. [Internett]. Available: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.
- [16] Canadian Council of Ministers of the Environment, «Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life,» 1999.
- [17] A. Sundermann, M. Leps, S. Leisner og P. Haase, «Taxon-specific physico-chemical change points for stream benthic invertebrates,» *Ecological Indicators*, vol. 57, pp. 314-323, 2015.
- [18] J. Radosavljevic, S. Slowinski, F. Rezanezhad, M. Shafii, B. Gharabaghi og P. Van Cappellen, «Road salt-induced salinization impacts water geochemistry and mixing regime of a Canadian urban lake,» *Applied Geochemistry*, vol. 162, p. 105928, 2024.
- [19] Elisabeth S. Rødland, Saer Samanipour, Cassandra Rauert, Elvis D. Okoffo, Malcom J. Reid, Lene S. Heier, Ole Christian Lind, Kevin V. Thomas og Sondre Meland, «A novel method for the quantification of tire and polymer-modified bitumen particles in environmental samples by pyrolysis gas chromatography mass spectroscopy,» *Journal of Hazardous Materials*, 2022.
- [20] Torleif Bækken og Svein Ole Åstebøl, «Grytehullsjøer Ullensaker. Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak.,» NIVA/COWI, 2012.
- [21] COWI AS, «Undersøkelse av 6 vegnære innsjøer våren og høsten 2014-2015 i Akershus fylke.,» 2016.
- [22] Norconsult AS, «Avrenning fra urbane flater til Askerelva, Drengsrudbekken, Bondivann og Finsrudvann,» 2020.
- [23] S. Askheim og D. Hongve, «Nordbytjernet,» Store Norske Leksikon, 20 februar 2024. [Internett]. Available: <https://snl.no/Nordbytjernet>. [Funnet 10 april 2024].
- [24] Torleif Bækken og Svein Ole Åstebøl, «Grytehullsjøer Ullensaker. Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak. Niva/Cowi,» Statens vegvesen, Region øst, 2012.
- [25] COWI AS, «Sluttrapport – Undersøkelse av veinære innsjøer 2015-2018. Vannkvalitet og statistiske analyser av data for 2005 - 2018. SVV rapp. Nr. 217.,» Statens vegvesen. Vegdirektoratet, 2019.

Vedlegg 1: Sammenstilte analyseresultater

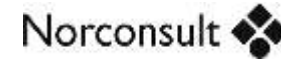
Sammenstilte data fra prøvetaking vår 2023. Parameter merket med asterisk er analysert filtrert.

Stasjon	Dato	Cl	Tot-P	Tot-N	Sb*	Pb*	Fe*	Cd*	Ca*	Cu*	Cr*	Mn*	Na*	Ni*	Zn*
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Kutjern - Topp	24-05-2023	15	150	420	0.13	0.17	120	0.011	5.1	9.4	0.39	14	7.2	5.5	13
Kutjern - Bunn	24-05-2023	360	110	7400	0.1	0.51	5200	0.008	39	0.94	0.65	560	190	2	4.1
Søndre Brutjern - Topp	24-05-2023	28	15	320	0.075	0.088	180	0.007	6.4	1.3	0.16	9.8	16	1.6	2.6
Søndre Brutjern - Bunn	24-05-2023	79	20	710	0.062	0.085	830	0.009	15	1.9	0.22	210	37	2	2.1
Gørrtjern - Topp	24-05-2023	56	18	500	0.29	0.31	98	0.018	12	3.8	0.24	3.5	28	2.3	16
Gørrtjern - Bunn	24-05-2023	130	22	1600	0.19	0.52	1200	0.013	20	1.5	0.26	270	73	1.6	18
Lundebyvannet - Topp	25-05-2023	12	11	490	0.083	0.18	250	0.019	2.8	1.1	0.22	30	7	1.1	6
Lundebyvannet - Bunn	25-05-2023	12	19	620	0.08	0.3	370	0.02	2.9	1.1	0.24	63	7.1	1.4	7.4
Lintotjern - Topp	25-05-2023	5.9	4.9	270	0.089	0.33	220	0.021	1.6	1.2	0.18	15	3.3	1.7	4.8
Lintotjern - Bunn	25-05-2023	24	9	290	0.075	0.49	320	0.023	2.1	0.73	0.2	32	12	0.95	7.2
Trollbergjtjern - Topp	25-05-2023	12	9.3	360	0.11	0.64	250	0.031	2.1	0.8	0.27	13	6.9	1.1	7.9
Trollbergjtjern - Bunn	25-05-2023	12	20	870	0.098	0.78	1200	0.013	13	0.95	0.36	6.7	6.2	1.9	5.3
Patterødtjern - Topp	25-05-2023	140	15	510	0.33	0.23	280	<0.004	23	2.5	0.28	11	89	1.4	1.8
Petterødtjern - Bunn	25-05-2023	190	28	660	0.27	0.18	440	0.007	25	2.2	0.28	430	99	1.4	4.3
Gjersjøen - Topp	25-05-2023	31	18	1500	0.17	0.016	33	0.005	18	2.6	0.13	0.55	18	2.4	0.97
Gjersjøen - Bunn	25-05-2023	30	18	1600	0.18	0.014	34	0.005	19	1.9	0.14	1.5	19	2.5	1.5
Nordbyvannet - Topp	26-05-2023	31	11	460	0.12	<0.01	5.2	0.006	38	0.9	<0.05	0.23	18	2.5	1.1
Nordbyvannet - Bunn	26-05-2023	28	200	14000	0.04	<0.01	250	<0.004	51	<0.5	0.22	40000	15	1.4	1.1
Skåntjern - Topp	26-05-2023	50	19	240	0.057	<0.01	6.4	<0.004	22	0.4	<0.05	0.36	34	0.75	0.58
Skåntjern - Bunn	26-05-2023	81	1700	4200	0.028	<0.01	290	<0.004	52	<0.05	<0.05	1300	67	0.26	0.56
Svarttjern - Topp	26-05-2023	62	12	190	0.037	<0.01	9.7	<0.004	35	0.29	0.051	62	38	1.1	1.5
Svarttjern - Bunn	26-05-2023	150	36	11000	<0.02	<0.01	17	<0.004	94	<0.05	<0.05	2700	67	0.23	1
Sandtjernet - Topp	26-05-2023	2.1	11	420	0.091	0.13	320	0.048	3.4	1.2	0.8	41	1.7	2.4	7.6

Undersøkelse av veinære innsjøer

Resultater fra undersøkelse 2023

Oppdragsnr.: 52209703 Dokumentnr.: RIM-01 Versjon: J03



Stasjon	Dato	Cl	Tot-P	Tot-N	Sb*	Pb*	Fe*	Cd*	Ca*	Cu*	Cr*	Mn*	Na*	Ni*	Zn*
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Sandtjernet - Bunn	26-05-2023	3.2	110	2300	0.097	0.74	6700	0.033	5	0.6	1.1	150	1.5	2	5.8
Bonntjernet - Topp	26-05-2023	1.6	11	180	0.04	<0.01	3.8	<0.004	11	0.51	<0.05	0.17	1.5	1	1
Bonntjernet - Bunn	26-05-2023	1.9	14	1400	0.039	0.012	100	<0.004	19	0.34	<0.05	1.2	2.3	1.4	1.6
Damtjern - Topp	30-05-2023	71	11	1400	0.34	<0.01	2.9	0.006	60	0.98	0.33	0.28	41	0.77	1.4
Damtjern - Bunn	30-05-2023	190	250	5200	0.41	0.15	220	0.004	95	0.17	2.3	14000	120	1.7	2.8
Ulvenvannet - Topp	30-05-2023	15	14	1300	0.12	0.015	21	0.005	27	1.1	0.28	0.19	9	0.82	1.7
Ulvenvannet - Bunn	30-05-2023	41	15	1500	0.11	<0.01	3.3	<0.004	50	1	0.31	4	24	0.99	1.6
Padderudtjern - Topp	30-05-2023	32	15	1700	0.16	0.011	24	0.006	55	1.4	0.41	0.63	19	3.3	2.6
Padderudtjern - Bunn	30-05-2023	120	430	5900	0.053	0.012	220	<0.004	89	0.09	2.3	2300	72	1.4	1.2
Svinesjøen - Topp	30-05-2023	12	14	300	0.12	<0.01	1.7	0.004	37	1.1	0.086	0.22	7.4	1.9	2.3
Svinesjøen - Bunn	30-05-2023	19	910	11000	0.024	0.011	610	<0.004	58	0.093	0.51	1800	13	1.1	0.86
Finnsrudvannet - Topp	30-05-2023	33	19	530	0.12	<0.01	5.1	<0.004	40	0.97	0.3	0.19	20	1.5	1.1
Finnsrudvannet - Bunn	30-05-2023	74	3000	30000	0.071	<0.01	270	<0.004	81	<0.05	1.8	4000	45	1.1	1.1
Brendsrudvannet - Topp	30-05-2023	5.2	15	530	0.13	0.012	22	<0.004	27	0.79	0.16	0.38	3.9	0.85	1
Brendsrudvannet - Bunn	30-05-2023	29	1500	17000	0.026	<0.01	140	<0.004	73	<0.05	0.21	5800	14	1.5	1
Langvannet - Topp	31-05-2023	19	11	290	0.15	0.039	66	0.009	6.7	1.4	0.13	3.9	10	0.72	3
Langvannet - Bunn	31-05-2023	91	140	3400	0.14	0.22	4300	<0.004	18	0.34	0.45	1200	49	0.84	2.5
Tussetjern - Topp	31-05-2023	37	18	800	0.25	0.034	74	0.006	17	1.8	0.19	1.1	21	1.4	1.1
Tussetjern - Bunn	31-05-2023	63	66	2300	0.14	0.38	6400	<0.004	21	0.77	0.42	2300	35	1.3	4.1
Gjersrudtjern - Topp	31-05-2023	100	24	410	0.29	0.04	60	<0.004	42	0.97	0.2	0.67	70	1.1	0.91
Gjersrudtjern - Bunn	31-05-2023	180	51	1300	0.22	0.19	940	0.01	39	1.5	0.26	650	140	3.2	4.8
Assurtjern - Topp	31-05-2023	46	19	490	0.096	0.019	47	0.01	15	0.81	0.17	2.8	27	0.71	1.5
Assurtjern - Bunn	31-05-2023	130	52	6000	0.048	0.14	4700	0.004	37	0.11	0.45	1400	73	1.1	1.8
Østensjøvann - Topp	24-05-2023	31	36	4600	0.2	<0.01	13	0.004	19	2.5	0.11	1.1	18	1.2	1.1
Østensjøvann - Bunn	24-05-2023	30	45	4400	0.18	<0.01	23	0.012	18	11	0.16	150	18	1.6	2

Sammenstilte data fra prøvetaking **høst 2023**. Parameter merket med asterisk er analysert filtrert.

Stasjon	Dato	Cl	Tot-P	Tot-N	Sb*	Pb*	Fe*	Cd*	Ca*	Cu*	Cr*	Mn*	Na*	Ni*	Zn*
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Østensjøvannet - Topp	25-10-2023	20	100	3500	0.35	0.18	180	0.005	21	2.4	0.22	57	11	1.8	3.3
Østensjøvannet - Bunn	25-10-2023	21	68	3500	0.32	0.2	210	<0.004	21	2	0.2	94	13	1.7	1.7
Nordbytjern - Topp	02-11-2023	41	11	340	0.11	<0.01	2.1	<0.004	40	0.58	0.058	0.11	23	1.1	0.76
Nordbytjern - Bunn	02-11-2023	33	76	9900	0.041	<0.01	200	<0.004	47	0.17	0.2	39000	17	2	1.3
Kalvsjøtjernet - Topp	01-11-2023	5.8	15	980	0.055	<0.01	5.7	<0.004	48	0.67	0.14	0.16	3.5	2.4	0.74
Kalvsjøtjernet - Bunn	01-11-2023	6.3	580	3600	0.044	<0.01	180	<0.004	59	0.076	0.24	2800	4	2.5	0.89
Stortjernet - Topp	01-11-2023	15	16	770	0.047	<0.01	1.6	<0.004	57	0.6	0.05	0.65	8.3	1.4	0.78
Stortjernet - Bunn	01-11-2023	15	17	820	0.052	<0.01	3.2	<0.004	57	0.44	<0.05	130	8.3	1.6	1.2
Storetjern v/Hensmoen - Topp	01-11-2023	0.78	8	160	0.14	0.21	6	0.021	0.37	0.58	<0.05	13	0.45	0.66	4.6
Storetjern v/Hensmoen - Bunn	01-11-2023	0.78	7.9	140	0.15	0.2	5.8	0.021	0.36	0.46	<0.05	13	0.44	0.32	4.6
Setertjern - Topp	31-10-2023	2.1	3.1	350	0.052	0.4	220	0.042	1.9	1.5	0.31	19	1.5	3.1	7.2
Setertjern - Bunn	31-10-2023	2.1	3.1	340	0.045	0.34	230	0.039	1.8	1.2	0.31	20	1.4	1.3	6.9
Gulsviktjernet - Topp	31-10-2023	1.2	<3.0	230	0.025	0.02	70	<0.004	2.5	0.86	0.052	15	0.94	1.2	1.5
Gulsviktjernet - Bunn	31-10-2023	1.2	4.1	220	0.021	0.046	81	0.005	2.5	1.1	0.063	17	0.96	1.3	1.9
Botntjern - Topp	31-10-2023	5.5	7.3	220	0.034	0.061	29	0.012	3.9	0.64	0.056	28	3	0.53	4.7
Botntjern - Bunn	31-10-2023	1.5	8.2	340	0.029	0.011	78	0.006	5.3	0.54	<0.05	1200	4.3	1.1	1.6
Tussetjern - Topp	03-11-2023	30	20	1000	0.25	0.098	250	0.009	17	1.9	0.3	5.2	20	1.3	2.9
Tussetjern - Bunn	03-11-2023	63	70	2400	0.13	0.5	7000	0.006	23	0.97	0.42	88	37	1.3	3.4
Langevannet - Topp	03-11-2023	16	6.7	650	0.18	0.041	150	<0.004	9.8	2	0.2	2.4	12	1	2.1

Undersøkelse av veinære innsjøer

Resultater fra undersøkelse 2023

Oppdragsnr.: 52209703 Dokumentnr.: RIM-01 Versjon: J03



Stasjon	Dato	Cl	Tot-P	Tot-N	Sb*	Pb*	Fe*	Cd*	Ca*	Cu*	Cr*	Mn*	Na*	Ni*	Zn*
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Langevannet - Bunn	03-11-2023	29	18	1100	0.17	0.031	210	<0.004	11	1.5	0.24	12	18	0.9	2.4
Hvittingsrudtjern - Topp	07-11-2023	11	15	1500	0.094	0.11	62	0.045	5	1.4	0.28	6.2	8	0.89	6.7
Hvittingsrudtjern - Bunn	07-11-2023	120	69	3900	0.078	0.31	5900	0.035	26	0.54	0.38	1100	92	1.5	8.5
Sukkevannet - Topp	07-11-2023	37	80	1600	0.1	0.048	120	0.006	16	1.3	0.12	0.8	25	0.49	1
Sukkevannet - Bunn	07-11-2023	61	180	1600	0.13	0.043	120	0.005	20	1.3	0.13	0.7	34	0.49	0.74
Patterødtjern - Topp	07-11-2023	100	48	910	0.32	0.31	390	0.007	18	3.5	0.36	2.3	67	1.2	2.7
Patterødtjern - Bunn	07-11-2023	95	26	890	0.36	0.31	370	0.008	18	3.4	0.33	2.3	63	1.3	2.9
Buvannet - Topp	06-11-2023	3.2	3.1	240	0.048	0.17	210	0.022	1.3	0.62	0.083	29	2.1	0.21	5.7
Buvannet - Bunn	06-11-2023	2.8	3.7	250	0.053	0.2	250	0.019	1.3	0.98	0.096	41	1.8	0.51	6.3
Tinnemyr - Topp	06-11-2023	14	3.6	1100	0.14	0.12	290	0.008	9.6	3.6	0.31	5.8	10	1.3	1.9
Tinnemyr - Bunn	06-11-2023	16	3.8	1100	0.14	0.13	310	0.006	11	3.2	0.3	8.4	11	0.75	1.8
Grotbekktjern - Topp	06-11-2023	8.9	<3.0	700	0.1	0.061	280	0.005	6.3	2.1	0.25	36	6.6	0.74	2.5
Grotbekktjern - Bunn	06-11-2023	14	4.3	850	0.12	0.086	320	0.005	8	2.4	0.26	19	9.6	0.72	2.2
Skeiderudtjern - Topp	06-11-2023	33	35	890	0.086	0.026	130	<0.004	16	0.69	0.078	1.1	26	0.32	1.4
Skeiderudtjern - Bunn	06-11-2023	39	38	960	0.12	0.039	180	<0.004	15	0.93	0.092	25	25	0.34	2.5
Kutjern - Topp	08-11-2023	23	4.1	580	0.088	0.32	350	0.016	6.5	1.4	0.41	74	13	0.61	6.6
Kutjern - Bunn	08-11-2023	350	44	7300	0.085	0.66	7500	0.008	38	2.9	0.78	620	220	1.1	11
Gørrtjern - Topp	08-11-2023	32	5.4	630	0.38	3.6	250	0.027	7.6	3.7	0.4	5.7	20	1.1	33
Gørrtjern - Bunn	08-11-2023	110	13	2500	0.16	2.4	4400	0.004	22	1.1	0.48	530	69	0.89	10
Søndre Brutjern - Topp	08-11-2023	27	5.3	430	0.082	0.088	330	0.01	7.7	1.3	0.26	140	18	1.3	2.9
Søndre Brutjern - Bunn	08-11-2023	60	9.9	990	0.066	0.34	3700	0.009	14	0.94	0.34	740	36	1.2	2
Lintotjern - Topp	08-11-2023	7.1	6.5	440	0.087	0.62	480	0.039	1.9	0.89	0.29	27	4	1	7.5
Lintotjern - Bunn	08-11-2023	22	4.7	590	0.098	0.56	440	0.038	2.9	1.1	0.29	32	11	1.2	8.5
Assurtjern - Topp	08-11-2023	15	5.2	730	0.11	0.34	270	0.04	7.4	1.1	0.35	56	8.7	1	6.7
Assurtjern - Bunn	08-11-2023	120	22	7900	0.05	0.14	6300	<0.004	41	0.16	0.53	1600	71	0.84	2.2
Gjersjøen - Topp	08-11-2023	27	11	1400	0.2	0.02	57	0.005	19	2	0.21	2.5	18	1.5	1.2
Gjersjøen - Bunn	08-11-2023	34	15	1500	0.19	<0.01	25	<0.004	21	1.8	0.16	1	20	1.5	1.1

Undersøkelse av veinære innsjøer

Resultater fra undersøkelse 2023

Oppdragsnr.: 52209703 Dokumentnr.: RIM-01 Versjon: J03



Stasjon	Dato	Cl	Tot-P	Tot-N	Sb*	Pb*	Fe*	Cd*	Ca*	Cu*	Cr*	Mn*	Na*	Ni*	Zn*
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Gjerdsrudtjern - Topp	08-11-2023	24	8.3	730	0.23	0.15	260	0.02	16	2.6	0.36	7	19	1.4	4.5
Gjerdsrudtjern - Bunn	08-11-2023	120	9.7	870	0.24	0.076	280	0.018	50	1.7	0.26	98	85	1.5	5.7
Skåntjern - Topp	09-11-2023	67	16	260	0.036	<0.01	4.1	<0.004	26	0.12	<0.05	18	41	0.18	0.54
Skåntjern - Bunn	09-11-2023	78	19	370	0.031	<0.01	9.6	<0.004	29	<0.05	<0.05	130	46	0.19	0.75
Svartjern - Topp	09-11-2023	91	9	230	0.026	0.038	100	<0.004	43	0.18	0.084	140	45	0.62	1.7
Svartjern - Bunn	09-11-2023	190	61	15000	<0.02	<0.01	100	<0.004	96	<0.05	<0.05	3000	71	0.19	0.69
Brendsrudtjern - Topp	09-11-2023	6.3	9.8	890	0.17	0.032	25	0.004	33	0.93	0.29	12	4.7	0.87	1.3
Brendsrudtjern - Bunn	09-11-2023	9.7	15	1500	0.14	0.1	1600	0.004	38	0.59	0.36	390	6.4	0.98	1.4
Finnsrudtjern - Topp	09-11-2023	41	20	1100	0.12	<0.01	11	<0.004	48	0.76	0.62	57	27	0.86	1.4
Finnsrudtjern - Bunn	09-11-2023	80	1100	24000	0.086	<0.01	170	<0.004	80	<0.05	1.7	4500	47	0.9	0.65
Ulvenvannet - Topp	09-11-2023	16	10	1400	0.12	0.037	51	0.009	33	1.5	0.4	5	11	0.79	2.6
Ulvenvannet - Bunn	09-11-2023	36	14	1200	0.085	<0.01	6.7	0.004	50	0.89	0.2	750	22	1.2	2.2
Svinesjøen - Topp	09-11-2023	10	16	520	0.12	<0.01	1.5	<0.004	44	0.52	0.088	1.7	7.5	0.86	2.8
Svinesjøen - Bunn	09-11-2023	19	1200	9400	0.032	<0.01	320	<0.004	56	<0.05	0.45	1800	11	1	1.3
Padderudtjern - Topp	10-11-2023	49	17	1300	0.13	<0.01	8	<0.004	64	1	0.56	1.1	30	2	0.92
Padderudtjern - Bunn	10-11-2023	140	450	6000	0.046	0.012	200	<0.004	91	0.09	2.8	2400	74	1.4	0.53
Damtjern - Topp	10-11-2023	71	15	1300	0.35	0.01	16	0.008	64	1.1	0.39	670	46	0.89	2.4
Damtjern - Bunn	10-11-2023	180	65	4100	0.4	0.05	97	<0.004	85	0.21	1.5	9700	91	0.9	1.5
Miletjern - Topp	10-11-2023	14	9.7	650	0.092	<0.01	23	0.004	43	0.82	0.13	3.2	12	0.38	0.77
Miletjern - Bunn	10-11-2023	14	9.2	770	0.11	0.018	30	<0.004	42	0.89	0.14	2.4	12	0.48	1.2

Mikroplastanalyser høsten 2023

Stasjon	Polyetylen (PE)	Polypropylene (PP)	Polystyren (PS)	Akrylnitril-butadienstyren (ABS)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Polykarbonat (PC)	Polyvinylklorid (PVC)	Polyetylentereftalat (PET)	Polyamid 6 (PA6)	Polyamid-6,6 (PA 66)	Sum kvantifiserte polymere
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Svarttjern	<0,2	11,0	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	11,0
Assurtjern	0,4	1,9	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	2,3
Gjersjøen - Topp	<0,2	1,4	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	1,3	<0,2	0,2	<0,5	2,9
Gjersjøen - Innløp	<0,2	13,3	0,2	<0,2	<0,2	<1,0	2,1	<0,2	<0,1	<0,5	15,6
Patterødtjern	<0,2	18,1	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	18,1
Padderudtjern - Topp	<0,2	5,4	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	5,4
Padderudtjern - Bunn	<0,2	30,2	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	30,2
Damtjern	<0,2	8,2	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	8,2
Kalvsjøtjern - Topp	<0,2	13,1	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	0,2	<0,5	13,2
Kalvsjøtjern - Innløp	<0,2	6,4	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	6,4
Tinnemyr	<0,2	54,0	<0,1	<0,2	<0,2	<1,0	<1,0	<0,2	<0,1	<0,5	54,0



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag