

NIVA

RAPPORT L.NR. 6314-2012

COWI

# Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak for vann langs E6 i Oslo, Oppegård, Ås og Ski



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

**Sørlandsavdelingen**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak for vann langs E6 i Oslo, Oppedgård, Ås og Ski	Løpenr. (for bestilling) 6314-2012	Dato 01.03.2012
	Prosjektnr. Undernr. 11371	Sider Pris 27
Forfatter(e) Torleif Bækken og Svein Ole Åstebøl (COWI)	Fagområde Vannressursforvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Oslo og Akershus	Trykket NIVA

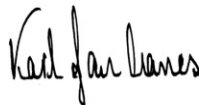
Oppdragsgiver(e) Statens vegvesen, Region øst	Oppdragsreferanse Elisabeth Rødland
--	--

<p>Sammendrag</p> <p>Prosjektet har vurdert påvirkning av vegforurensning på 4 innsjøer ved E6. Assurtjernet hadde kjemisk sjiktning med oksygenvinn, og kloridgradient med ca. 5 - 18 mg/l i overflatevannet og ca. 100 mg/l i bunnvannet. Det hadde ikke foregått en høstsirkulasjon av vannmassene i november. Gjerdsrudtjernet hadde kjemisk sjiktning med oksygenvinn, og stor kloridgradient med ca. 12 - 37 mg/l i overflatevannet og ca. 200 - 700 mg/l i bunnvannet. Heller ikke her var det foregått en høstsirkulasjon. Tussetjernet hadde kjemisk sjiktning med oksygenvinn og kloridgradient med ca. 11 - 17 mg/l i overflatevannet og ca. 90 mg/l i bunnvannet. Årungen hadde kjemisk sjiktning med oksygenvinn mot bunnen i september. I november hadde det vært full sirkulasjon av vannmassene. Årungen er lite påvirket av vegsalt. Innsjøene var ubetydelig eller moderat forurenset av de fleste metallene i vannfasen, men markert-sterkt forurenset av kobber. Sedimentet i alle innsjøene var preget av leirslam, og lite organisk materiale (ca. 10%). Sedimentet i alle innsjøene var ubetydelig eller moderat forurenset av metaller. Tilstanden var god i alle innsjøene for sum PAH 16. Det er foreslått ulike tiltak for å redusere påvirkningen av salt og miljøgifter. Noen kan bli omfattende og kost-nytte må vurderes nærmere.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vegforurensning</li> <li>2. Vegsalt</li> <li>3. Innsjø</li> <li>4. Tiltak</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Traffic pollution</li> <li>2. Road salt</li> <li>3. Lake</li> <li>4. Measure</li> </ol>
---	--



*Torleif Bækken*  
Prosjektleder



*Karl Jan Aanes*  
Forskningsleder



*Brit Lisa Skjelkvåle*  
Forskningsdirektør

**Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak for  
vann langs E6 i Oslo, Oppegård, Ås og Ski**

## **Forord**

Vannforskriften ble gjort gjeldende fra 15.12.2006. Forskriften har til hensikt å gi rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene (FOR 2006-12-15 nr. 1446). Foreliggende undersøkelse har sett på virkningen av vegforurensninger på vann- og sedimentkjemiske forhold i de utvalgte innsjøene, og gitt forslag til avbøtende tiltak.

Elisabeth Rødland har vært kontaktperson hos Statens vegvesen Region øst. Svein Ole Åstebøl ved COWI har vurdert tiltakene. Undertegnede har vært prosjektleder ved NIVA.

Oslo, 01.03.2012

*Torleif Bækken*

---

# Innhold

<b>Innhold</b>	<b>5</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2. Metode og materiale</b>	<b>9</b>
2.1 Lokalteter	9
2.2 Innsamling og analyse	11
<b>3. Resultater</b>	<b>11</b>
3.1 Vannkjemi	11
3.1.1 Vanntyper	11
3.1.2 Sprangsjiktet	12
3.1.3 Fosfor	16
3.1.4 Metaller	17
3.2 Sediment	19
<b>4. Tiltak</b>	<b>22</b>
4.1 Generelt om tiltak mot veiavrenning	22
4.2 Vegstrekning og overvannssystem	23
4.3 Aktuelle tiltak	25
<b>5. Litteratur</b>	<b>27</b>

---

## Sammendrag

Foreliggende prosjekt skal undersøke eventuell påvirkning fra vegforurensning, særlig med hensyn på problemene omkring tilførsel av vegsalt, men også i forhold til andre aktuelle kjemiske forbindelser. Det skal anbefales beskyttelsestiltak. Undersøkelsen gjelder i de fire innsjøene Årungen, Tussetjern, Assuren og Gjerdsrudtjern som ligger langs E6 i kommune Oslo, Oppedgård, Ski og Ås.

### Tilstand

Alle innsjøene er innsjøtype 4 (LN8): små, moderat kalrike og humøse.

I Assurtjernet ble det observert en tydelig kjemisk sjiktning med oksygenvinn både i september og november. Det hadde ikke foregått en høstsirkulasjon før siste prøvetaking. Det ble påvist tydelig kloridgradient med 5 og 18 mg/l i september og november i overflatevannet og ca. 100 mg/l i bunnvannet.

I Gjerdsrudtjernet ble det også observert en tydelig kjemisk sjiktning med oksygenvinn helt mot bunnen. Det hadde ikke foregått en fullsirkulasjon. Dette til tross for at innsjøen er grunn, og sånn sett lettere å få til en vindgenerert sirkulasjon enn dypere innsjøer. Det ble påvist en stor kloridgradient med 12 og 37 mg/l i overflatevannet i september og november, mens den i bunnvannet var henholdsvis ca. 700 og 200 mg/l)

I Tussetjernet ble det observert en tydelig kjemisk sjiktning med oksygenvinn både i september og november. Det hadde ikke foregått en fullsirkulasjon. Det ble påvist en stor kloridgradient med henholdsvis ca. 11 og 17 mg/l i overflatevannet i september og november, mens det var i overkant av 90 mg/l i bunnvannet. Situasjonene var tilnærmet lik ved de to målestedene i innsjøen.

I Årungen ble det observert en kjemisk sjiktning med oksygenvinn mot bunnen i september og en liten kloridgradient. I november var det ikke noe sprangsjikt. Det hadde nylig vært en full sirkulasjon av vannmassene. Situasjonene var tilnærmet lik ved de to målestedene i innsjøen.

Alle innsjøene, unntatt Årungen, hadde oksygenvinn i bunnvannet både før og etter potensiell høst-sirkulasjon. Den observerte økningen av fosfor kan derfor tenkes å være utlekking fra sedimentet. Men økningen kan også være et resultat av opphopning av fosfor i sedimenterende organisk materiale.

Innsjøene var ubetydelig eller moderat forurenset av de fleste metallene i vannfasen. Unntaket var kobber. Mens Assuren var bare moderat forurenset av kobber i overflatevannet, hadde de andre innsjøene konsentrasjoner tilsvarende både markert, sterkt og meget sterkt forurenset. De høyeste kobberkonsentrasjonene var oftest å finne i overflatevannet.

Sedimentet i alle innsjøene var i større eller mindre grad preget av leirslam. Det hadde fast konsistens med lite vanninnhold og lite organisk materiale (ca. 10%). Konsentrasjonene av totalt fosfor (tot-P), totalt nitrogen (tot-N) og totalt organisk karbon (TOC) var forholdsvis lave, men kalsiuminnholdet var forholdsvis høyt. Konsentrasjonene av metaller var lave i alle innsjøene med verdier tilsvarende ubetydelig eller moderat forurenset sediment. Konsentrasjonene av PAH forbindelser var også lave med god tilstand i forhold til PAH 16. Konsentrasjonene av totale hydrokarboner (THC) varierte mye mellom innsjøene. Gjerdsrudtjern og Tussetjern var mest påvirket av THC.

### Tiltak

Utslippet fra vei kan dels i 2 hovedtyper, veisalt og miljøgifter, sett i forhold til mulige tiltak for å redusere belastningen til vassdrag. Veisaltet kan ikke renses fra veivannet. De aktuelle tiltakene er redusert saltforbruk, bortledning av saltholdig veivann til mindre sårbar vannforekomst eller for å

utjevne belastningstopper fordrøyningstiltak. For miljøgifter finnes det ulike renseløsninger for å fjerne disse fra veivannet. Ved Tussetjern og Årungen er det etablert rensedammer for fjerning av bl.a. miljøgifter.

Saltpåvirkningen i Gjerdsrudtjern kan reduseres ved oppsamling og bortledning av vegvannet til nedenforliggende vassdrag. Dette innebærer en forflytning av utslippet og tiltaket er kun aktuelt hvis det gir vassdragsmessige fordeler totalt sett. Tiltaket er anleggsmessig omfattende. Det bør gjøres en vurdering av eventuelle andre saltkilder i nedbørfeltet.

Saltpåvirkningen i Assuren kan skyldes diffus avrenning fra E6. Årsaksforholdet bør undersøkes nærmere. Mulige tiltak for å skjerme innsjøen er forbedret oppsamling og bortledning av veivannet. Veivannet går i dag til Greverudbekken. En reduksjon i salttilførselen til Assuren medfører en tilsvarende økning i belastningen til Greverudbekken. Konsekvensen av tiltaket må vurderes nærmere.

Saltpåvirkningen i Tussetjern kan håndteres på tilsvarende måte som foregående innsjøer, med den konsekvens at utslippet forflyttes til nedenforliggende deler av vassdraget. Det foreslås at kobberbelastningen fra veien reduseres ved å oppgradere nåværende rensedammer for veivann i nedbørfeltet.

Det anbefales at reduksjon i kobberbelastningen til Årungen fra veitrafikken gjøres ved å oppgradere nåværende rensedammer for veivann som er etablert i nedbørfeltet.

## Summary

Title: The effects of highway run off water on four small lakes along the highway E6 in South of Norway

Year: 2012

Author: Torleif Bækken and Svein Ole Åstebøl

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6049-6

The effects of traffic and road salt pollution were assessed for 4 lakes along the highway E6 in south-eastern Norway. The lake Assurtjern had a chemocline with oxygen deficit and chloride gradients with 5-18 mg/l in the epilimnion and about 100 mg/l in the hypolimnion. The lake Gjerdsrudtjern had a chemocline with oxygen deficit and chloride gradients with 12 - 37 mg/l in the epilimnion and 200 - 700 mg/l in the hypolimnion. The lake Tussetjern had a chemocline with oxygen deficit and chloride gradients with 11 – 17 mg/l in the epilimnion and about 90 mg/l in the hypolimnion. All these lakes were affected by road salt and none had a full water circulation during the autumn. In lake Årungen there was a chemocline in September with a small chloride gradient, but none in November. The lakes were markedly polluted by copper. The sediment was only slightly polluted by heavy metals and PAH. Measures have been proposed to reduce the impact of road salt and traffic pollution to the lakes.



# 1. Innledning

Vannforskriften ble gjort gjeldende fra 15.12.2006. Forskriften har til hensikt å gi rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene.

Vegtrafikk og drift av veger medfører produksjon av forurensninger. Avrenningsvann fra veg og veggrøfter kan derfor inneholde høye konsentrasjoner av en lang rekke kjemiske forbindelser. Blant de vanligste er vegsalt, enkelte tungmetaller og PAH. Stoffene følger avrenningsvannet til nærliggende resipient.

Vegsalt inntar her en spesiell stilling fordi det brukes i meget store mengder, det løses lett i vann, og følger derfor vannstrømmene. Konsentrasjonene av salt i resipientene kan derfor forventes å øke så lenge saltbruken øker. Vann med høy konsentrasjon av salt er tyngre enn vanlig ferskvann. I noen situasjoner vil tungt, saltholdig vann renne til en innsjø og lagre seg ved bunnen. Dette kan videre føre til at vannet i innsjøen ikke fullsirkulerer vår og høst som normalt. Det igjen medfører etter hvert oksygenfritt bunnvann og døde bunnområde i innsjøen. Innsjøer med permanent kjemisk sjiktning og oksygenfritt bunnvann finnes også naturlig (meromiktiske innsjøer), men de er meget uvanlige i Norge.

I henhold til Vannforskriften er den biologiske effekten av salt og andre vegforurensninger i innsjøen en viktig og avgjørende faktor for å vurdere behov for tiltak. Ved saltpåførte sjiktninger som blir permanente (meromiksis), endres de fysiske og kjemiske forholdene i innsjøene vesentlig med påfølgende til dels store biologiske endringer i samfunnene av smådyr som lever på og i bunn sedimentet i innsjøen. Detaljene i dette er lite undersøkt i Norge. I tillegg kan forhøyede saltkonsentrasjoner i hele eller deler av vannmassene gi biologiske virkninger. Undersøkelser har vist at det kan skje endringer i planteplanktonsamfunnet ved omkring 20-25 mg salt pr. liter (Haugen et al. 2011). Dette er konsentrasjoner som tidligere er påvist i flere saltpåvirkede innsjøer (Bækken og Haugen 2006, Bækken og Haugen 2012).

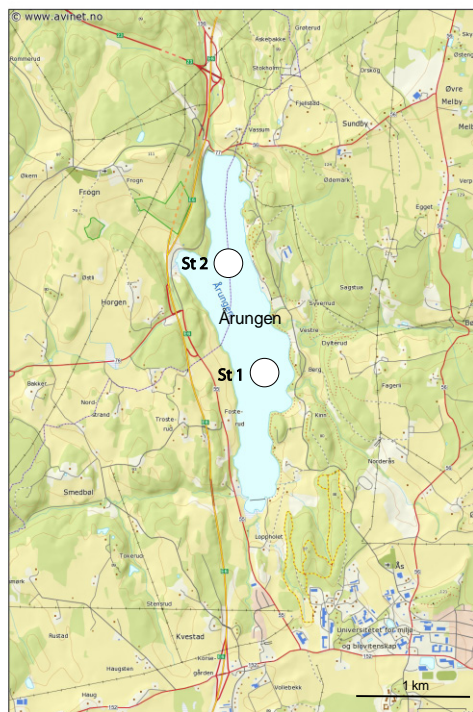
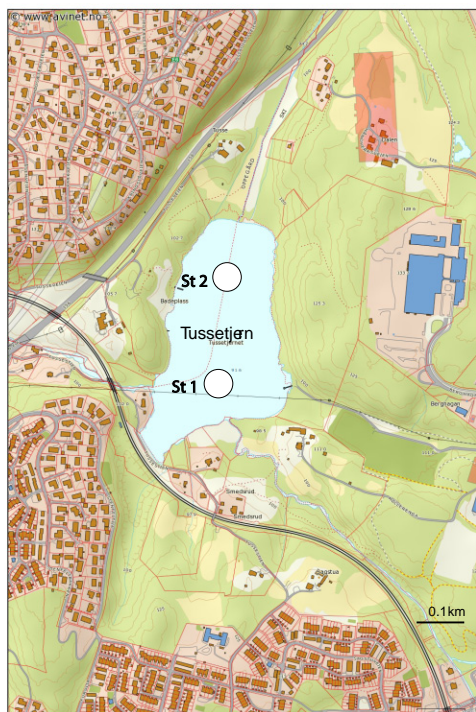
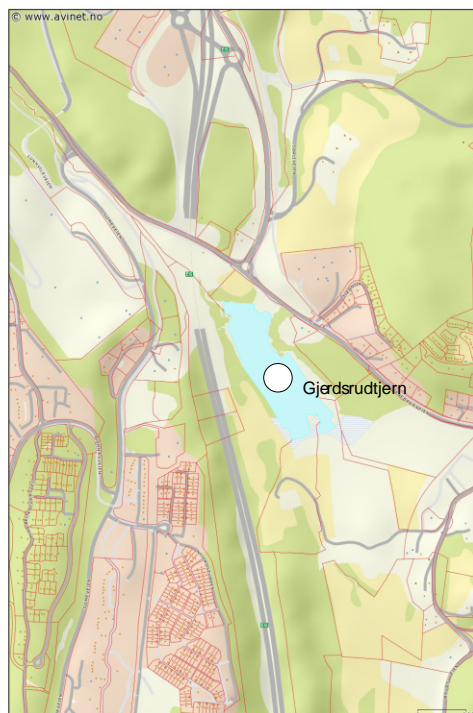
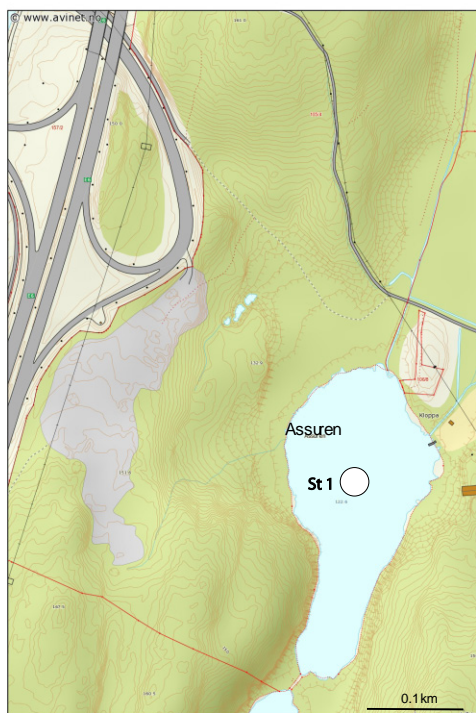
Tungmetaller og PAH i vegavrenningen er i stor grad knyttet til partikler. Disse forbindelsene vil derfor for en del holdes tilbake i grøfter og vegkanter. Etter at de kommer ut i tjern og innsjøer vil en betydelig andel sedimentere på bunnen (Bækken & Færøvig 2004). En mindre andel vil imidlertid kunne holde seg løst i selve vannfasen. Dette avhenger av typen metall og den øvrige vannkjemien. Høye konsentrasjoner av salt i smeltevann i grøfter øker mobiliteten til tungmetallene og gjør at de lettere transporteres til resipientene.

Foreliggende prosjekt skal undersøke eventuell påvirkning fra vegforurensning, særlig med hensyn på problemene omkring tilførsel av vegsalt, men også i forhold til andre aktuelle kjemiske forbindelser. Det skal anbefales beskyttelsestiltak. Undersøkelsen gjelder i de 4 innsjøene Årungen, Tussetjern, Assuren og Gjerdsrudtjern som ligger langs E6 i kommune Oslo, Oppegård, Ski og Ås.

## 2. Metode og materiale

### 2.1 Lokalteter

SVV har valgt ut 4 innsjøer i Follo veger som potensielt er påvirket av avrenning fra veg og trafikk. Innsjøene er Årungen ved E6 i Ås, Gjerdsrudtjern ved E6 ved Klemmetsrud, Assuren ved E6, og Tussetjern ved E6. Innsjøene er små, og har største dyp fra ca 4 til 20 m.



**Figur 1.** Veger og terreng ved Assuren, Gjærdsrudtjern, Tussetjern og Årungen. Prøvetakingspunkter er markert.

## 2.2 Innsamling og analyse

Prøver fra alle innsjøene ble tatt høsten 2011. Det ble tatt vannprøver i slutten av september og slutten av november i den hensikt å få med den vannkjemisk/fysiske tilstanden før og etter normal fullsirkulasjon av vannmassene i innsjøene. Prøvene ble tatt over det dypeste sted i innsjøen. Dersom det ble påvist klart adskilte innsjøbasseng ble det tatt prøver fra hvert basseng. Det ble tatt sedimentprøver fra dypeste sted. Vannprøver ble hentet fra 1m dyp og nær bunnen.

Vannprøvene ble analysert på farge og kalsium for å kunne angi innsjøtype, men også for å få en bedre forståelse av de vannkjemiske forholdene i innsjøene. I tillegg ble det analysert på klorid, totalt fosfor samt et utvalg av 10 metaller: Kalsium (Ca), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), jern (Fe), natrium (Na), nikkel (Ni), bly (Pb), antimon (Sb) og sink (Zn). Ved hver prøvestasjon ble det også målt temperatur, konduktivitet, oksygenkonsentrasjon, pH og turbiditet (partikler) gjennom hele vannsøylen.

Sedimentprøvene ble tatt opp med prøvetaker av rørhenter-typen, Fra en hel sedimentsøyle ble det tatt prøve av overflatesedimentet (0-2 cm) og bunnsediment (nederste 3 cm i sedimentsøylen). Disse ble analysert hver for seg på de samme 10 metallene som for vannprøvene. I tillegg ble det i sedimentet analysert på kvikksølv (Hg) og PAH (Polysykliske aromatiske Hydrokarboner), totale hydrokarboner (THC), totalt fosfor (tot-P), totalt karbon (TOC) samt organisk innhold. Sedimentsøylen ble fotografert og et ble i felt gjort en visuell karakterisering av sedimentet.

# 3. Resultater

## 3.1 Vannkjemi

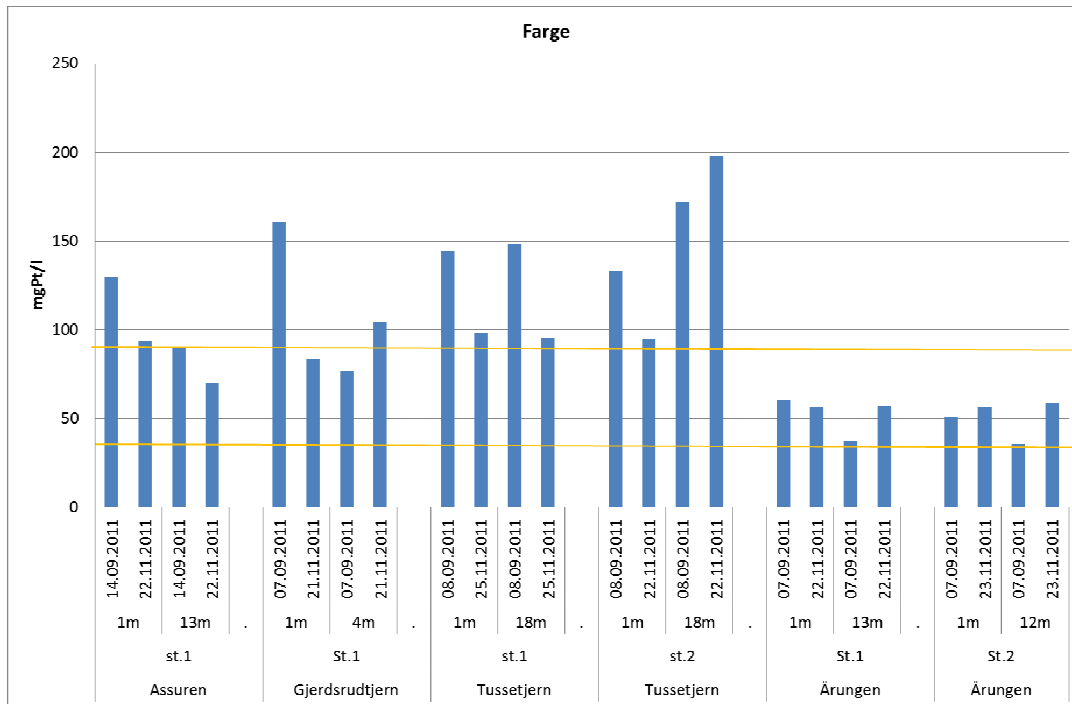
### 3.1.1 Vanntyper

Alle innsjøene var kalkrike og hadde høyt humusinnhold. Alle er beliggende i lavlandet og har et areal mindre enn 5 km<sup>2</sup>.

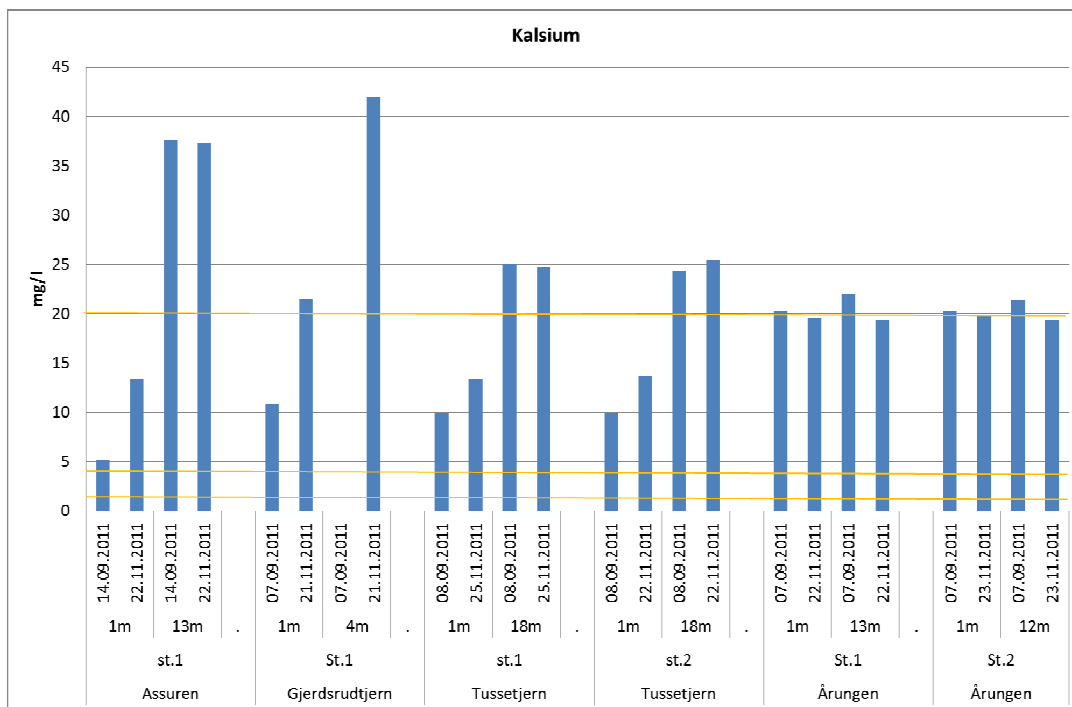
For Assuren, Gjerdsrudtjern og Tussetjern var fargetallene i overflatevannet høyere enn 90 mg Pt/l som er angitt som øvre klassegrense for humøse innsjøer. Slike innsjøer angis som svært humøse. Det vil være årstidsvariasjoner i fargeverdier. De høye verdiene kan være forårsaket av mye nedbør og avrenning fra nedbørfeltet forut for prøvetakingene. Vi antar at humuskonsentrasjonene (fargen) vil være mellom 30 og 90 mg Pt/l målt som årgjennomsnitt. Kalsiumkonsentrasjonene i overflatevannet varierte mellom 4 og 20 mg og defineres derved som «moderat kalkrike». Et unntak var Årungen med konsentrasjoner litt i overkant av 20 mg/l. Vi antar at noe kalsium kommer fra veg og jordbruksareal, og at en riktig plassering av Årungen vil være «moderat kalkrik». Ut fra måleresultatene og vurderingen av disse anser vi at alle innsjøene typifiseres som innsjøtype 4 (LN8): små, moderat kalkrike og humøse.

Ved flere av innsjøene var humusinnholdet ulikt i overflatevannet og bunnvannet. Stor avrenning i løpet av sommer og høst vil påvirke overflatevannet. I dypere områder av innsjøen vil mikrobiell nedbrytning av organisk materiale bidra til økt humusinnhold. For kalsium var det, med unntak av Årungen, høyere konsentrasjoner i bunnvannet enn i overflatevannet. Kalsiumkonsentrasjonen i innsjøene er oftest et resultat av innholdet av kalsium i jordsmonn og berggrunn. Det er også kalsium i vegavrenningen, som del av vegsalt og vegslitasje. Andelen kalsium i vegsalt er imidlertid lav i forhold til klorid, langt lavere enn det som vises i vannprøvene fra innsjøene, slik at vanlig vegsalting bidrar ikke mye til kalsiuminnholdet. Den mest sannsynlige årsaken til høye konsentrasjoner i bunnvannet er at sedimenterende kalsiumholdig materiale løses i bunnvannet som er overmettet av karbon-

dioksid (aggressivt CO<sub>2</sub>). Når bunnvannet ikke blir med i sirkulasjonen, vil løst kalsium akkumulere. Det gir en forsterkende effekt på sjiktningen fordi mengden salter i bunnvannet øker.



Figur 2. Humusinnhold i innsjøene ved to dyp i september og november 2010.



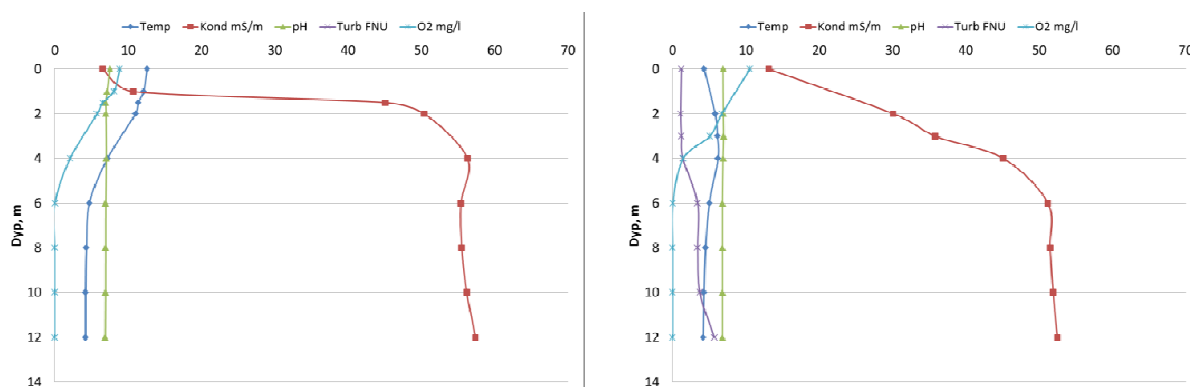
Figur 3. Kalsiumkonsentrasjoner i innsjøene ved to dyp i september og november 2010.

### 3.1.2 Sprangsjiktet

I alle innsjøene ble det målt konduktivitet (salter), oksygenkonsentrasjon, turbiditet (partikler) og temperatur gjennom hele vannsøylen både før og etter den potensielle fullsirkulasjonen. Den mer eller

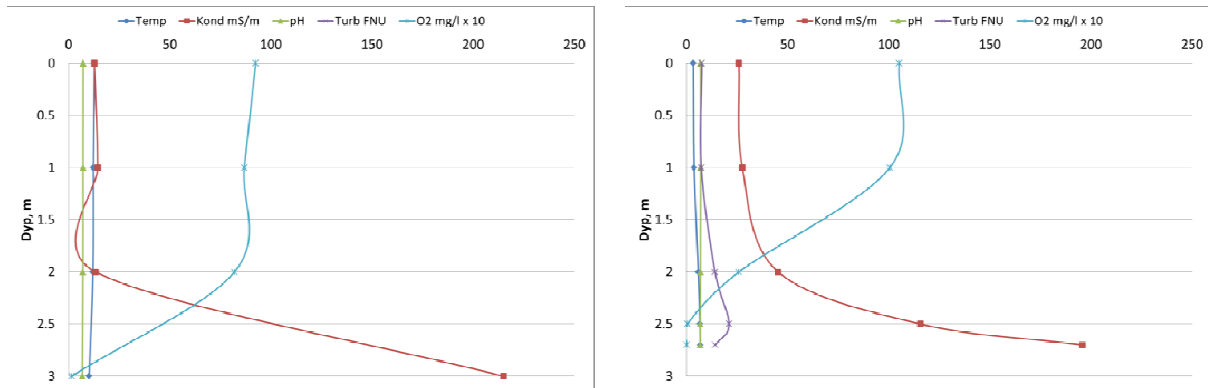
mindre brå overgangen i fysiske og kjemiske forhold fra overflatevannet til bunnvannet kalles ofte sprangsjiktet. En tetthetsforskjell, som normalt i hovedsak skyldes temperaturforskjeller, holder overflatevannet og bunnvannet hver for seg unntatt under to perioder på året. Både høst og vår kommer det en situasjon der temperatuere etter hvert blir like både i bunnvannet og i overflatevannet. På dette tidspunktet vil det vanligvis foregå en vinddrevet fullsirkulasjon som blander vannmassene i innsjøene. Dersom det siger saltholdig vann mot bunnområdene i innsjøene, øker dette tettheten til dette vannet. Det betyr at det må større krefter til for å klare og full-sirkulere vannet. Det blir derfor økt sannsynlighet for redusert sirkulasjon når vann med høyt saltinnhold lagres inn i bunnvannet. Det igjen medfører oksygenvinn og biologisk døde områder. Det kan samtidig medføre akkumulering av ytterligere salter og humusstoffer som igjen gir tyngre bunnvann.

I Assurtjernet ble det observert en tydelig kjemisk sjiktning (konduktivitet) allerede mellom 2 og 4 m dyp i september (**Figur 4**). Oksygenkonsentrasjonen gikk mot 0 mg/l ved 6 m dyp. Det var små forskjeller i pH nedover i dypet, men det var en svak forsuring med ca 7.5 i overflaten til ca 6.9 ved bunnen i september og henholdsvis 6.9 og 6.8 i november. Det var en temperaturgradient med ca. 12 grader i overflaten og ca. 4 grader i bunnvannet. I november var temperaturen nokså lik gjennom hele vannsøylen. Sprangsjiktet var imidlertid fremdeles tydelig, selv om sjiktningen var presset noe lengre ned i vannmassene. Det var fremdeles oksygenvinn fra 6 m og nedover. Det hadde altså ikke foregått en fullsirkulasjon i Assuren på dette tidspunktet. I Assuren ble det påvist en stor kloridgradient med henholdsvis ca 5 og 18 mg/l i overflatevannet i september og november, mens det var i overkant av 100 mg/l i bunnvannet ved begge tidspunkter (**Figur 8**). I det oksygenfrie bunnvannet vil det også være humusstoffer og andre ioner og som bidrar til saltholdighet og derved til tyngre vann (større tetthet). I Assuren ble det påvist høye konsentrasjoner av kalsium som vil bidra til høy tetthet.



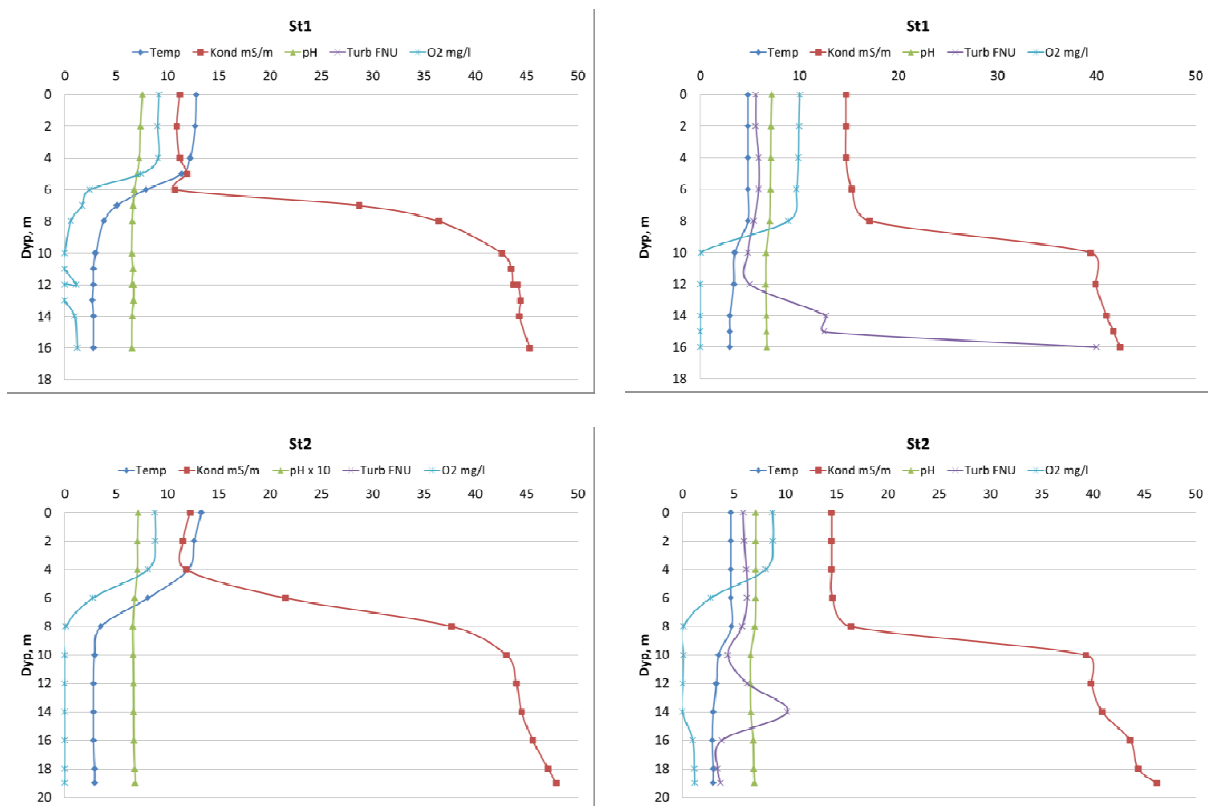
**Figur 4.** Variable målt gjennom hele vannsøylen i Assuren i slutten av september og slutten av november 2011.

I Gjerdsrudtjernet ble det også observert en tydelig kjemisk sjiktning (konduktivitet) fra 2 til 3 m dyp i september (**Figur 5**). Oksygenkonsentrasjonen gikk mot 0 mg/l helt nede ved bunnen. Det var små forskjeller i pH nedover i dypet, men det var en svak forsuring med ca 7.2 i overflaten til ca 6.8 ved bunnen i september og henholdsvis 7.1 og 6.9 i november. Det var også bare en svak temperaturgradient fra ca 13 i overflaten til ca 10 i bunnvannet. I november var temperaturen ganske høy i bunnvannet (6.9) og lav overflaten (3.5). Sprangsjiktet var imidlertid fremdeles tydelig, og det var fremdeles oksygenvinn ved bunnen. Det ser altså ikke ut til å ha foregått en fullsirkulasjon i Gjerdsrudtjern på dette tidspunktet. Dette til tross for at innsjøen er grunn, og sånn sett lettere å sirkulere enn dypere innsjøer. Det ble også påvist en stor kloridgradient med henholdsvis ca 12 og 37 mg/l i overflatevannet i september og november, mens det var i ca 700 og 200 mg/l i bunnvannet ved disse tidspunktene (**Figur 8**). I det oksygenfrie bunnvannet vil det også være andre ioner som bidrar til saltholdighet og derved til tyngre vann (større tetthet). I Gjerdsrudtjern ble det påvist høye konsentrasjoner av kalsium som vil bidra.



**Figur 5.** Variable målt gjennom hele vannsøylen i Gjerdsrudtjern i slutten av september (venstre) og slutten av november 2011.

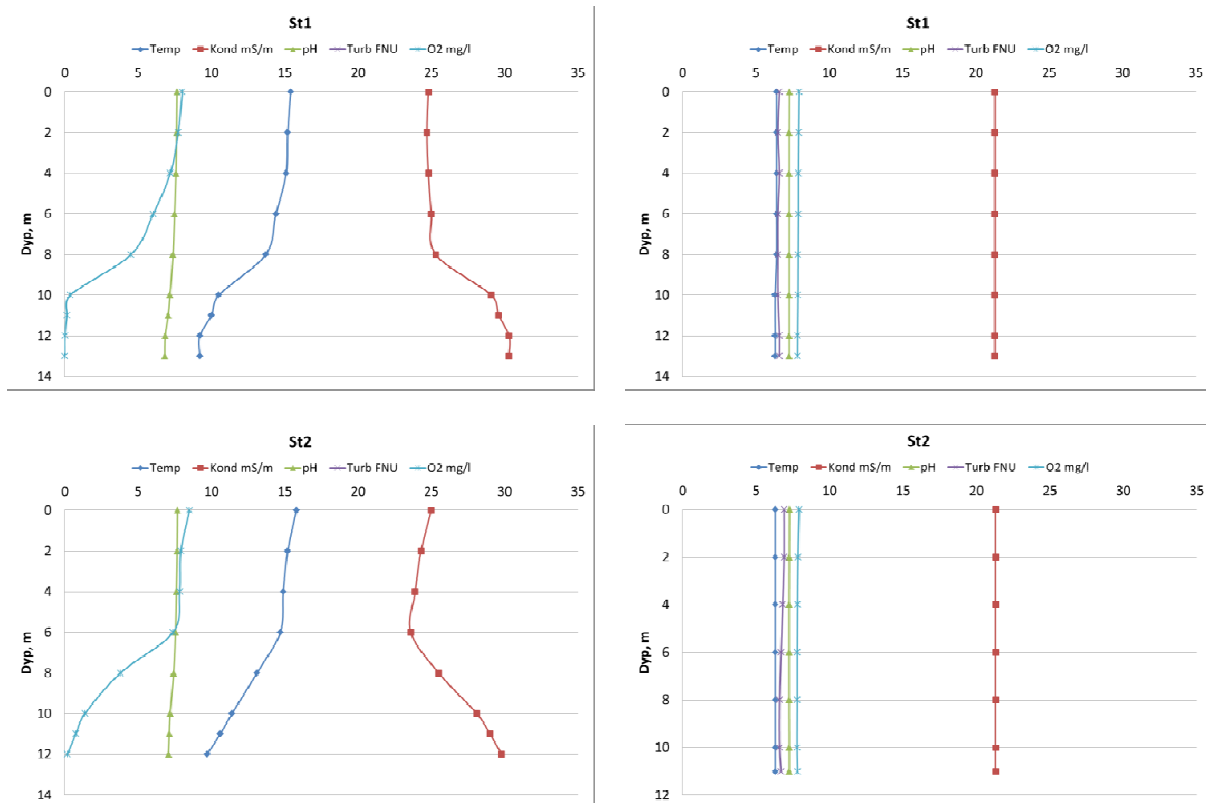
I Tussetjernet var det en tydelig kjemisk sjiktning (konduktivitet) mellom 6 og 10 m dyp i september (**Figur 6**). Oksygenkonsentrasjonen gikk mot 0 mg/l ved 8-10 m dyp. Det var små forskjeller i pH nedover i dypet. Det var en temperaturgradient fra ca. 13 grader i overflaten til ca. 4 grader i bunnvannet. I november var temperaturen nokså lik gjennom hele vannsøylen. Sprangsjiktet var imidlertid fremdeles tydelig, selv om sjiktningen var presset noe lengre ned i vannmassene. Det var fremdeles oksygenvinn fra 10 m og nedover. Det hadde altså ikke foregått en fullsirkulasjon i Tussetjern på dette tidspunktet. Det ble påvist en stor kloridgradient med henholdsvis ca. 11 og 17 mg/l i overflatevannet i september og november, mens det var i overkant av 90 mg/l i bunnvannet ved begge tidspunktet (**Figur 8**). I det oksygenfrie bunnvannet vil det også være andre ioner som bidrar til saltholdighet og derved til tyngre vann (større tetthet). I Tussetjernet ble det påvist høye konsentrasjoner av kalsium som vil bidra. Situasjonene var tilnærmet lik ved de to målestedene i innsjøen.



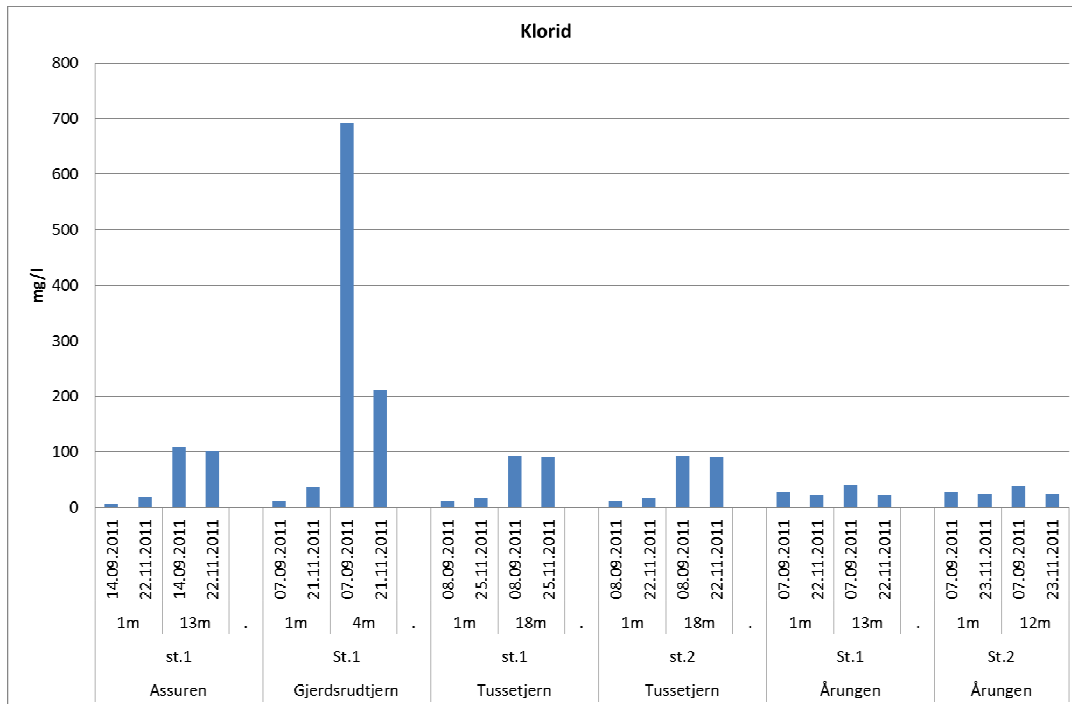
**Figur 6.** Variable målt gjennom hele vannsøylen ved to stasjoner i Tussetjern i slutten av september (venstre) og slutten av november 2011.



I Årungen ble det observert en tydelig, men ikke stor kjemisk sjiktning (konduktivitet) mellom ca. 8 og 10 m dyp i september (**Figur 7**). Oksygenkonsentrasjonen gikk mot 0 mg/l ved mellom 10 - 12 m dyp. Det var små forskjeller i pH nedover i dypet, men det var en svak forsurening med ca 7.7 i overflaten til ca 6.8 ved bunnen i september og ca 7.3 gjennom hele vannsøylen i november. Det var en temperaturgradient fra overflatevannet med ca. 15 grader i overflaten til ca. 9 grader i bunnvannet. I november var temperaturen nokså lik gjennom hele vannsøylen. Det var da ikke noe sprangsjikt, og det var tydelig at det nylig hadde vært en full sirkulasjon av vannmassene. Alle variablene hadde samme verdier fra topp til bunn. Situasjonene var tilnærmet lik ved de to målestedene i innsjøen.



**Figur 7.** Variable målt gjennom hele vannsøylen ved to stasjoner i Årungen i slutten av september (venstre) og slutten av november 2011.

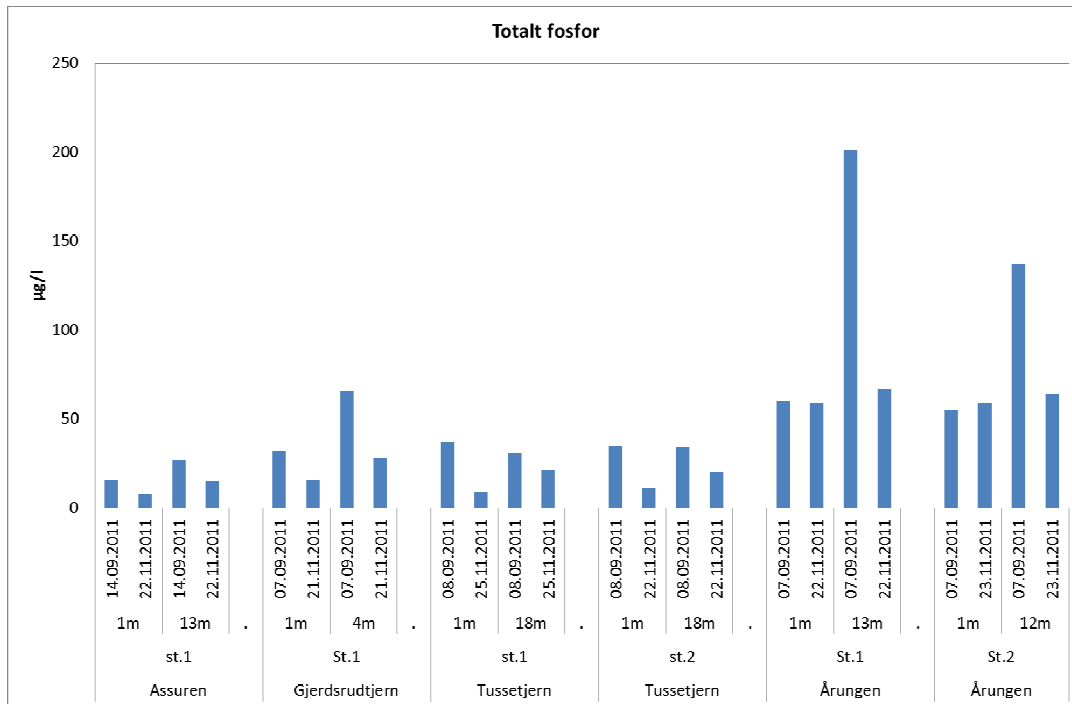


**Figur 8.** Kloridkonsentrasjoner i innsjøene ved to dyp i september og november 2011.

### 3.1.3 Fosfor

Fosforkonsentrasjonene var fra moderat høye til høye. Sett i forhold til vanddirektivets vurderingssystem tilsvarte konsentrasjonene i overflatevannet fra god (Assuren) til svært dårlig tilstand (Årungen). Konsentrasjonene av fosfor vil naturlig kunne variere mye gjennom året, og vil øke f.eks. under nedbør og avrenningsepisoder, særlig senhøstes. Klassifisering av tilstand skal derfor baseres på årsmiddel for månedlige målinger i vekstsesongen. De foreliggende resultatene for fosfor må derfor tolkes med forsiktighet. Generelt syntes det å være høyere konsentrasjoner av totalt fosfor i bunnvannet enn i overflaten. Det er ganske vanlig i næringsrike innsjøer. Ved oksygensvinn i bunnvannet løses fosfor fra sedimentet. Alle innsjøene, unntatt Årungen, hadde oksygensvinn i bunnvannet både før og etter potensiell høstsirkulasjon. Den observerte økningen av fosfor kan derfor tenkes å være utlekking fra sedimentet. Men økningen kan også være et resultat av opphopning av fosfor i sedimenterende organisk materiale. Ved oksygensvinn øker andelen fosfat, det biologisk tilgjengelige fosforet. Fosfat er ikke målt i dette prosjektet.





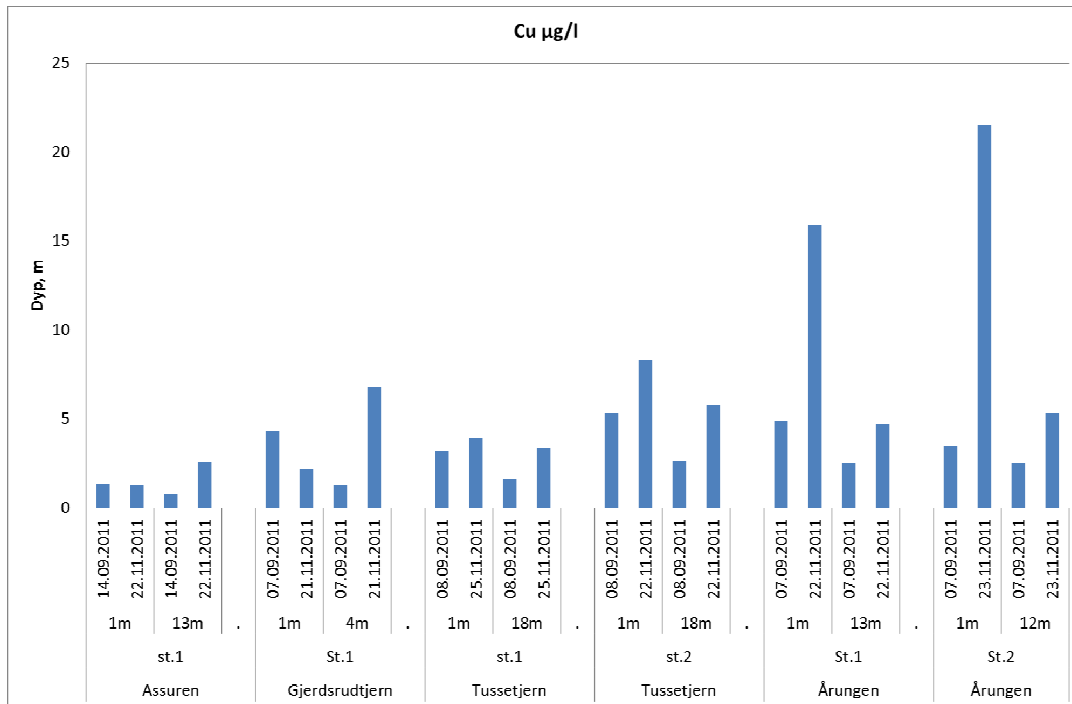
**Figur 9.** Fosforkonsentrasjoner i innsjøene ved to dyp i september og november 2011.

### 3.1.4 Metaller

Generelt sett var det lave konsentrasjoner av metaller i vannprøvene fra alle innsjøene (**Tabell 1**). I henhold til Klifs vannkvalitetskriterier (Andersen et al 1997) var innsjøene ubetydelig eller moderat forurenset av de fleste metallene. Unntaket var kobber (**Figur 10**). Mens Assuren var bare moderat forurenset av kobber i overflatevannet, hadde de andre innsjøene konsentrasjoner tilsvarende både markert, sterkt og meget sterkt forurenset. De høyeste kobberkonsentrasjonene var oftest å finne i overflatevannet. Antimon (Sb) ble analysert fordi dette skal være et metall som følger vegtrafikken. Konsentrasjonene var lave og det kunne ikke spores forskjeller mellom innsjøene.

**Tabell 1.** Metaller fra 1 m dyp og fra dypeste punkt i innsjøene fra september og november 2011. Farger henviser til forurensningsklasser i henhold til Klif (Andersen et al 1997).

				Cd	Cr	Cu	Fe	Na	Ni	Pb	Sb	Zn
				µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Assuren	st.1	1m	14.09.2011	0.046	0.74	1.31			1.1	0.556	0.1	10.9
			22.11.2011	0.063	0.2	1.29	339	14	0.89	0.318	0.1	11.2
	13m	14.09.2011	0.01	<0.1	0.793			0.48	0.341	0.07	4.09	
		22.11.2011	0.039	<0.1	2.58	691	58.8	0.37	0.485	0.08	5.59	
Gjerdstjernet	St.1	1m	07.09.2011	0.05	0.95	4.31			2.14	1.09	0.27	13.4
			21.11.2011	0.036	0.47	2.19	775	22	1.7	0.377	0.1	7.24
	4m	07.09.2011	0.038	<0.1	1.29			1.1	0.665	0.24	8.02	
		21.11.2011	0.059	<0.1	6.78	3090	108	2.79	1.1	0.2	14.6	
Tussetjernet	st.1	1m	08.09.2011	0.038	0.85	3.24			1.8	0.746	0.2	7.47
			25.11.2011	0.029	0.36	3.92	647	10	1.7	0.429	0.2	7.15
	18m	08.09.2011	0.049	<0.1	1.65			1.3	0.447	0.1	8.35	
		25.11.2011	0.089	<0.1	3.36	2820	46	1.3	0.863	0.2	12.9	
Tussetjernet	st.2	1m	08.09.2011	0.035	0.84	5.33			1.8	0.902	0.2	9.19
			22.11.2011	0.036	0.45	8.31	677	10.4	2.07	0.573	0.2	8.73
	18m	08.09.2011	0.041	<0.1	2.62			1	0.461	0.1	8.42	
		22.11.2011	0.06	<0.1	5.81	7670	48.4	1.3	0.818	0.1	10.6	
Årungen	St.1	1m	07.09.2011	0.028	0.5	4.9			2.13	0.365	0.2	6.49
			22.11.2011	0.027	<0.1	15.9	399	13.3	2.45	0.438	0.2	5.97
	13m	07.09.2011	0.02	0.2	2.5			1.5	0.11	0.1	4.83	
		22.11.2011	0.037	0.36	4.69	399	13.5	2.32	0.446	0.2	6.14	
Årungen	St.2	1m	07.09.2011	0.01	0.57	3.47			1.7	0.2	0.2	2.95
			23.11.2011	0.02	0.2	21.5	349	13	1.9	0.459	0.2	3.97
	12m	07.09.2011	0.021	<0.1	2.5			1.6	0.12	0.1	4.24	
		23.11.2011	0.01	0.2	5.33	348	13.2	1.9	0.432	0.2	2.39	



Figur 10. Kobberkonsentrasjoner i innsjøene ved ulike dyp i september og november 2011

### 3.2 Sediment

Sedimentene i alle innsjøene var i større eller mindre grad preget av leirslam. I Assuren var de øverste 3 cm av sedimentet svart, noe som viser perioder med oksygenmangel og sulfidutfellinger. Under dette kom et lag med grått leirholdig slam. Deretter et brunfarget sjikt. I Gjerdsrudtjern var det dominerende innslaget grått leirholdig slam. Med unntak av de nederste 5 cm var det gjennom hele søylen innslag av svarte sjikt med sulfidutfellinger. I Tussetjern var de nederste 10 cm ganske fast leirslam. Laget over dette (15 cm) var ganske homogent lag av grått leirholdig slam. En nøyere inspeksjon av mikrolagene viste en sedimenteringshastighet i Tussetjern på omkring 1 mm/år. I Årungen besto det meste av sedimentet av leirslam. De nederste 10 cm hadde svarte sulfidutfellinger

Alle innsjøene hadde et sediment med forholdsvis fast konsistens. Vanninnholdet i prøvene var lite (**Tabell 2**). Innholdet av organisk materiale var også lite med omkring 10 % av totalmassen i overflatesedimentene i alle innsjøene, og litt lavere i bunnsjiktet. Konsentrasjonene av totalt fosfor (tot-P), totalt nitrogen (tot-N) og totalt organisk karbon (TOC) var forholdsvis lave. Dette er en konsekvens av lite organisk materiale. Det var forholdsvis høyt kalsiuminnhold, noe som også ble reflektert i høye kalsiumkonsentrasjoner i vannet.



Assuren                      Gjerdsrudtjern                      Tussetjern                      Årungen  
**Figur 11.** Leirholdige sediment fra hver av innsjøene i 2011.

Konsentrasjonene av metaller var lave i alle innsjøene med verdier tilsvarende ubetydelig eller moderat forurenset sediment (**Tabell 3**). Konsentrasjonene av PAH forbindelser var også lave (**Tabell 4**). I henhold til oppdaterte klassegrenser i 2007 (Klif 2007) gjeldene for fjordområder (finnes ikke for ferskvann) var tilstanden god i forhold til sum PAH 16 og i forhold til den mye anvendte PAH forbindelsen benzo(a)pyren. Konsentrasjonene av totale hydrokarboner (THC) med karbontall mellom 5 og 35 varierte mye mellom innsjøene. Det var de tyngre delene av THC som dominerte (C16-C35) i alle prøvene. Denne fraksjonen kan inneholde flere vanlig brukte oljetyper, bl.a. parafin, diesel, smøreolje og fyringsolje. Gjerdsrudtjern og Tussetjern var mest påvirket av THC.

**Tabell 2.** Konsentrasjon av tørrstoff (TTS), uorganisk- (TGR), organisk stoff, totalt fosfor (Tot-P), totalt nitrogen (Tot-N), totalt karbon (TOC) og kalsium (Ca) i overflatesedimentene (Topp) og bunnsedimentet (Bunn).

				TTS	TGR	Organisk	Tot-P	Tot-N	TOC	Ca
				%	g/kg t.v.	%	µg P/mg t.v.	µg N/mg t.v.	µg C/mg t.v.	µg/g t.v.
14.09.2011	Assuren	St.1	Topp	36.2	875	12.5	1.0	4.1	57.9	1500
14.09.2011	Assuren	St.1	Bunn	39.4	862	13.8	1.1	5.1	71.9	1400
07.09.2011	Gjerdsrudtjern	St.1	Topp	19.5	909	9.1	0.8	3.2	44.9	1200
07.09.2011	Gjerdsrudtjern	St.2	Bunn	58.5	911	8.9	1.2	3.3	39.8	1700
08.09.2011	Tussetjern	St.1	Topp	34.8	877	12.3	1.2	3.7	52.8	1300
08.09.2011	Tussetjern	St.1+2	Bunn	59.6	907	9.3	1.2	3.2	39.5	1400
08.09.2011	Tussetjern	St.2	Topp	33.9	893	10.7	1.0	3.2	47.3	1400
07.09.2011	Årungen	St.1	Topp	23.2	899	10.1	2.2	4.3	39.1	1100
07.09.2011	Årungen	St.1+2	Bunn	50.8	918	8.2	1.5	3	27.8	1300
07.09.2011	Årungen	St.2	Topp	33.2	903	9.7	1.7	3.9	36.1	1000

**Tabell 3.** Konsentrasjon av metaller i overflatesedimentene (Topp) og bunnsedimentet (Bunn). Farger henviser til forurensningsklasser i henhold til Klif (Andersen et al 1997).

			Ubetydelig	Moderat	Mårkert	Sterkt	Meget sterkt					
			Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Na	Ni	Pb	Sb	Zn
			µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.	µg/g t.v.
Assuren	St.1	Topp	0.58	35	20	35000	0.062	1200	32	33	<3.7	210
Assuren	St.1	Bunn	0.3	33	14	34000	0.048	1100	29	25	<3.4	130
Gjerdsrudtjern	St.1	Topp	0.73	36	51	37000	0.048	5300	41	25	<4.1	230
Gjerdsrudtjern	St.2	Bunn	0.41	33	21	3100	0.072	1200	31	26	<2.3	180
Tussetjern	St.1	Topp	0.45	43	53	48000	0.082	1700	43	36	<3.6	250
Tussetjern	St.1+2	Bunn	0.35	37	28	35000	0.056	1100	35	29	<2.4	160
Tussetjern	St.2	Topp	0.33	41	39	43000	0.068	1700	40	30	<3.0	220
Årungen	St.1	Topp	0.27	50	30	47000	0.065	1000	49	24	<4.1	180
Årungen	St.1	Bunn	0.72	50	39	42000	0.11	1400	49	30	<2.8	180
Årungen	St.2	Topp	0.32	46	38	41000	0.066	1700	45	23	<4.0	170

**Tabell 4.** Konsentrasjoner av 16 PAH forbindelser og størrelsesgrupper av hydrokarboner (THC). Sum PAH og Sum THC er gitt øverst i tabellen. Fargene er i henhold til Klif 2007.

Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig						
	Assuren	Assuren	Gjerdsrudtjern	Gjerdsrudtjern	Tussetjern	Tussetjern	Tussetjern	Årungen	Årungen	Årungen
	Topp	Bunn	Topp	Bunn	St.1	St.1+2	St.2	St.1	St.1+2	St.2
Sum PAH(16) EPA	0.39	0.89	0.53	1.70	0.81	0.48	0.36	0.02	0.47	0.03
Sum THC (>C5-C35)	95	56	780	230	4 400	67	920	160	91	99
Acenaften	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
Acenaftylen	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
Antracen	<0.02	<0.01	<0.02	0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
Benzo[a]antracen	0.02	0.05	0.05	0.13	0.07	0.03	0.03	<0.02	0.03	<0.02
Benzo[a]pyren	0.02	0.06	0.04	0.14	0.05	0.03	0.02	<0.02	0.03	<0.02
Benzo[b]fluoranten	0.10	0.21	0.09	0.38	0.15	0.12	0.08	0.02	0.13	0.03
Benzo[g,h,i]perylene	0.03	0.06	0.07	0.15	0.06	0.03	0.03	<0.02	0.04	<0.02
Benzo[k]fluoranten	0.02	0.07	0.02	0.11	0.04	0.03	0.01	<0.02	0.03	<0.02
Dibenzo[a,h]antracen	<0.02	<0.01	<0.02	0.03	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
Fenantren	0.02	0.04	0.03	0.06	0.05	0.02	0.02	<0.02	0.01	<0.02
Fluoranten	0.05	0.12	0.07	0.20	0.12	0.08	0.05	<0.02	0.05	<0.02
Fluoren	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.02	0.06	<0.02	0.12	0.03	0.03	0.02	<0.02	0.04	<0.02
Krysen/Trifenylen	0.05	0.13	0.06	0.17	0.10	0.06	0.04	<0.02	0.05	<0.02
Naftalen	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02
Pyren	0.04	0.09	0.11	0.17	0.16	0.07	0.06	<0.02	0.05	<0.02
THC >C10-C12	<10	<5	<10	<5	<10	<5	<5	<10	<5	<10
THC >C12-C16	<10	<5	48.0	6.5	55.0	6.2	11.0	<10	<5	<10
THC >C16-C35	95	56	730	220	4 300	60	910	160	91	99
THC >C5-C8	<10	<5	<10	<5	<10	<5	<5	<10	<5	<10
THC >C8-C10	<10	<5	<10	<5	<10	<5	<5	<10	<5	<10

## 4. Tiltak

### 4.1 Generelt om tiltak mot veiavrenning

Utslipet fra vei kan deles i 2 hovedtyper sett i forhold til mulige tiltak for å redusere belastningen på vassdrag. De 2 hovedtypene er veisalt og miljøgifter.

#### **Veisalt**

Veisaltet løses fullstendig i vann og det finnes ingen realistiske teknologier for å rense saltet fra veivannet. De aktuelle tiltakene for å redusere salttilførselen til vassdrag er:

- redusere saltforbruket
- bortledning av saltholdig overvann til en mindre sårbar resipient
- fordrøynings tiltak (utjevner belastningen)

Oppsamling og bortledning av overvann kan baseres på 2 hovedløsninger:

- Kantoppsamling på veiskulder basert på tradisjonell kantstein og gatesluk tilkoblet overvannsledning for bortledning
- Oppsamling i veigrøft basert på tetting av grøft med membran. Bortledning av overvannet via ledning plassert over membranen.

Reduksjon i saltforbruket er et trafikksikkerhetsmessig spørsmål og vurderes ikke nærmere i dette prosjektet. Bortledning av saltholdig overvann forutsetter en effektiv oppsamling og kontrollert bortledning av overvannet fra et sårbart område til et mindre sårbart område.

Fordrøynings tiltak i form av for eksempel rensedammer forsinker avrenningen fra vei og dermed utjevner konsentrasjonsnivået i veiannet før utslipp til vassdrag. Dette har særlig betydning for situasjoner med høye saltkonsentrasjoner (saltpulser) som kan inntreffe ved lav avrenning. Ved høy avrenning fra veien (snøsmelting/regn) reduseres konsentrasjonsnivået i veivannet (Åstebøl et. al, 1996). Tiltaket reduserer derimot ikke det totale utslippet av salt til vassdraget.

Effektene av den totale salttilførselen til vannforekomstene og vil være bestemmende for behovet for gjennomføring av tiltak mot saltavrenning. De omtalte tiltakene vil være omfattende og krevende å gjennomføre i praksis.

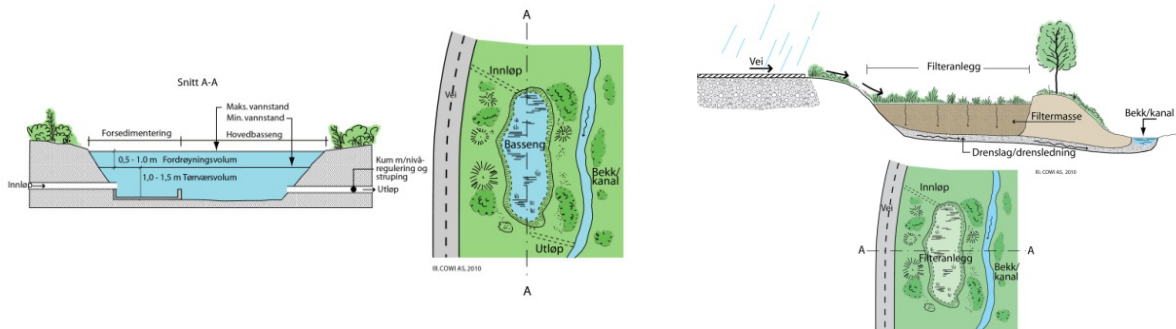
#### **Miljøgifter**

Kildene til miljøgifter i veivannet er utslipp fra kjøretøyer, veidekke, veitekniske installasjoner, vedlikeholdsaktiviteter (utenom salting), atmosfærisk nedfall og akutte utslipp. Utslipet fra kjøretøyer stammer fra eksos, dekk- og bildelsslitasje, korrosjon, smøring og understellsbehandling. Mengden utslipp fra kjøretøyer og veidekkeslitasje er direkte relatert til trafikkmengden.

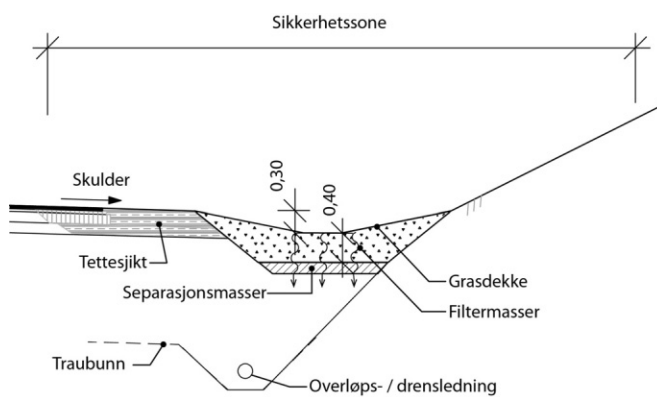
Hovedparten av miljøgiftene i veivannet er bundet til partikler. Den løste og kolloide andelen av stoffene har egenskaper som gir mulighet for adsorpsjon (binding) i kontakt med jord eller annet filtermateriale. Metoder for rensing av overvann kan inndeles i følgende hovedtyper (Åstebøl, 2011):

- a) Våte rens bassenger (rensedammer) der rensingen hovedsakelig skjer ved sedimentasjon
- b) Infiltrasjons- eller filteranlegg der rensingen skjer ved filtrering og adsorpsjon

c) Vegetativ rensing (bioretensjon) i grøfter/sidearealer som kombinerer filtrering i vegetasjonsdekke og infiltrasjon i jord



**Figur 12.** Prinsippskisse av rensebasseng (venstre) og filteranlegg (høyre) (Ill. Åstebøl, 2011)



**Figur 13.** Prinsippskisse av filtergrøft langs vei (Ill. Åstebøl, 2011)

## 4.2 Vegstrekning og overvannssystem

E6 har standard som 4-felts motorvei på alle strekningene som har avrenning til de 4 innsjøene. Overvannssystemet er basert på graskledde grunne grøfter med lukket drens-system med inntakskummer (sluk) koblet til sandfang og ledningsnett som samler overvann for lengre strekninger før utslipp til resipient. Tabell 5 viser lengden av veistrekningene om drenerer til de ulike innsjøene samt gjennomsnittlig årlig saltforbruket på de angitte strekningene.



**Tabell 5.** Veistrekninger med overvannsutslipp til innsjøene med angivelse av rensetiltak og saltforbruk.

Innsjø	Veistrekning, km	Rensetiltak overvann	Saltforbruk, tonn/år
Gjerdsrudtjern	2,9	Ingen	70
Assuren	0	-	-
Tussetjern	1,15	Rensedammer	28
Årungen	5,4	Rensedammer	130

I Gjerdsrudtjern sitt nedbørfelt slippes overvannet fra E6 til terreng uten spesielle rensetiltak. I nedbørfeltet ligger også Åsland pukkverk, Klemetsrud kirkegård, Åsland snødeponi og Grønmo avfallsfylling (fig. 14). Snødeponiet ble avsluttet i 2011. Sigevann fra Grønmo avfallsfylling ble ledet til Gjerdsrudtjern i perioden 1969 - 1985. Fra 1985 gikk sigevannet til kommunalt nett.

E6 går i yttergrensen av nedbørfeltet for Assuren. Det er ikke utslipp av overvann fra E6 til Assuren fra veiens overvannssystem, men diffus avrenning fra E6 (sigevann) via grunnen kan tilføres tjernet. Massedeponering i Taraldrudområdet kan ha delvis avrenning mot Assuren (Limno-Consult, 2009).



**Figur 14.** Gjerdsrudtjern sett mot sør. E6 går langs høyspentlinjen til høyre i bildet. Overvann slippes til terrenget mellom veien og tjernet.

All veiavrenning til Tussetjern skjer via Assurbekken som renner fra nord med utspring fra Assuren. Veiavrenningen går via to rensedammer, en dam ved nordre ende av Follotunnelen og en dam i krysset ved avkjøringen til Assurdiagonalen (Figur 15).





**Figur 15.** To rensedammer for veivann i nedbørfeltet til Tussetjern (til venstre v/krysset Assurdiagonalen, midtre bilde v/Follotunnelens nordre ende). Høyre bilde: All avrenning fra E6 går til Assurbekken som krysser under E6 ved nordenden av Follotunnelen. Bekken har sitt utspring fra Assuren.

Årungen har den lengste motorveistrekningen i nedbørfeltet, 5,4 km. Hovedparten av veistrekingen har avrenning via 2 rensedammer (fig.16). Dammene synes å være lavt? dimensjonert og har ikke permanent vannspeil. Dette gir redusert renseseffekt i dammene.



**Figur 16.** To rensedammer for veivann i nedbørfeltet til Årungen. Venstre bilde viser dam i sørenden av Årungen nær Korsegården. I midtre bilde ligger rensedammen mellom kjørebaneene ved Smihagan tunnel. Dammen har utløp til Årungstubbukta vist i høyre bilde (konstruksjon for utløpsledning).

### 4.3 Aktuelle tiltak

#### Gjerdsrudtjern

Gjerdsrudtjern har kobberpåvirkning i vannfasen. Gjerdsrudtjern har den høyeste saltpåvirkningen av de undersøkte innsjøene. Flere kilder kan være årsak til påvirkningen, der veisaltningen forventes å være en viktig kilde. Det må fremskaffes ytterligere dokumentasjon om de ulike kildenes betydning før en samlet tiltaksvurdering kan gjennomføres.

En reduksjon i saltbelastningen fra E6 til Gjerdsrudtjern vil forutsette at alt overvannet ledes til Gjerdsrudelva (utløpet fra tjernet). Foruten at tiltaket medfører omfattende omlegging av overvannssystemet gir tiltaket en betydelig forurensningsbelastning lokalt i bekken og i nedenforliggende vassdrag (Ljanselva). Forurensningsproblemet flyttes således fra en del av vassdraget til en annen del av vassdraget. Det er vanskelig å få til lokal rensing av miljøgifter i overvannet fra E6 på grunn av vanskelig topografi. Selv om det her vil være mulig med rens- og fordøyningstiltak, må det gjøres en mer omfattende kost-nytte vurdering av relevante tiltak.

### **Assuren**

Assuren er påvirket salt, men ikke påvirket av miljøgifter. Det er som nevnt ingen utløp fra veiens overvannanlegg til Assuren. Mulige årsaker relatert til veianlegget kan være overvannsutslipp fra tidligere 2-feltsvei (stagnerende bunnvann i tjernet) og diffus saltavrenning via grunnen fra dagens vei (saltholdig overvann siger ned i grunnen langs veien og transporteres med grunnvannet til tjernet). Når det gjelder historiske utslipp til tjernet er det lite man kan gjøre med dette i dag. Eventuelt sig fra massedeponi har neppe høyt saltinnhold. Når det gjelder mulig diffus saltavrenning fra veien kan dette reduseres ved bunntetting i grøfter og sideterreng med membran. Årsakssammenhengene bør klarlegges nærmere før tiltaket kan avgrenses i forhold til aktuell veistrekning og omfang. Bortledning av oppsamlet overvann vil gå til Greverudbekken som i dag med de negative konsekvenser dette har for bekken som følge av økt saltbelastning. Uanhengig av hvor veivannet ledes havner det uansett i Gjersjøen som er drikkevannskilde.

### **Tussetjern**

Tussetjern er saltpåvirket og har forhøyede kobberverdier nær tilløpet fra veianlegget (Assurbekken). En reduksjon i salttilførselen forutsetter bortledning av overvannet fra veianlegget til vassdraget nedenfor Tussetjern. Dette medfører en forflytning av saltbelastningen til Tussebekken/Gjersjøen og de lokale konsekvensene må vurderes særskilt i forhold til hensiktsmessigheten. Veitrafikken er en nærliggende årsak til kobberpåvirkningen. Siden veianlegget allerede har rensedammer, kan et mulig tiltak være å forbedre rensesgraden for kobber i dammene. Slike tiltak er lite utprøvd for overvann fra høytrafikkerte veier i Norge, men kan bestå i å rense vannet gjennom et filtermedium som binder kobber. Dette vil utgjøre en tilleggsrensing i kombinasjon med nåværende rensedammer. Erfaringer med rensedam i kombinasjon med rensfilter foreligger for kloakkpåvirket overvann i Blåveisbekken rensespark i Ski kommune som har vært i drift i 5 år.

### **Årungen**

Det er ikke påvist nevneverdig saltpåvirkning i Årungen. Derimot er det klart forhøyede kobberverdier i vannfasen. Det kan være flere kilder til kobberforurensning i nedbørfeltet og dette må klarlegges nærmere. Når det gjelder mulige tiltak for å redusere kobbertilførselen fra veitrafikken anbefales det å oppgradere rensedammene for veivann ved å utbedre funksjonen i dammene samt å etablere tilleggsrensing for binding av kobber i egnet filtermedium.

## 5. Litteratur

Andersen, J.R., Bratteli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L. Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B., og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann - SFT Veiledning 97:04/SFT-rapport TA nr 1468/1997.

Bækken, T. 1993. Miljøvirkninger av vegtrafikkens asfalt og dekkslitasje (Environmental Effects of Traffic Pollution Caused by Wear and Tear of Road Surfaces and Tyres). NIVA Rapport 2874 og Nordiske Seminar og Arbeidsrapporter 1993: 628 fra Nordisk Ministerråd

Bækken, T og Færøvig, P.J (Red.) 2004: Effekter av vegforurensninger på vannkvalitet og biologi i Padderudvann-Publikasjon 106 Statens vegvesen

Bækken, T & Jørgensen, T. 1994. Vannforurensning fra veg – langtidseffekter. Statens vegvesen. Vegdirektoratet. Veglaboratoriet. Publikasjon nr. 73.

Bækken, T., og T. O. Haugen. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer: Påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. Oslo, Vegdirektoratet, Utbyggingsavdelingen. 91 sider

Bækken, T., og T. O. Haugen. 2012. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge 2010. – NIVA Rapport 6290-2012/Statens vegvesen, VD Rapport Nr. 50

Haugen, T., Bækken, T., Hasle Heiaas, H. og Skjelbred, B. 2010. Tålegrenser for planktonalger i innsjøer. Statistiske analyser og laboratorietester av planktonalger og salt. – NIVA Rapport 6014-2010

FOR 2006-12-15 nr. 1446: VANNFORSKRIFTEN. Forskrift om rammer for vannforvaltningen. Versjon 25. mai 2011

Klif 2007 Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. REVIDERING AV KLASSIFISERING AV METALLER OG ORGANISKE MILJØGIFTER I VANN OG SEDIMENTER. -TA 2229

Limno-Consult, 2009. Overvåkningsprogram for Assurdalen - utvidelse av E6 Oslo - Ski/Ås. Rapport til Statens vegvesen.

Statens vegvesen, 2010. Tekniske løsninger for håndtering av avrenningsvann med vegsalt. Teknologirapport nr 2564.

Åstebøl, S.O., Pedersen, P.A., Røhr, P.K., Fostad, O., og Soldal, O. 1996. Effekter av veisaltning på jord, vann og vegetasjon. Statens vegvesen, MITRA nr 05/96.

Åstebøl, S.O. 2006. Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. Statens vegvesen håndbok 261.

Åstebøl,S.O., Soldal,O. og Holmsberg, T. 2010. Overvåkning Rv 35 Gardermoen. Sammendragsrapport. Rapport til Statens vegvesen Region øst.

Åstebøl, S.O. 2011. Rensing av overvann fra vei. Statens vegvesen håndbok 018 Vegbygging.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)