

# Vann- og sedimentkvalitet i Oppegårdstjern, Frogn kommune i 2013, før utvidelse av RV23

A decorative blue wavy line that spans the width of the page, starting from the left edge, curving upwards, then downwards, and finally curving upwards again towards the right edge.

**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Region Midt-Norge**

Høgskoleringen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Vann- og sedimentkvalitet i Oppegårdstjern, Frogn kommune i 2013, før utvidelse av RV23.	Løpenr. (for bestilling) 6612-2014	Dato 09.01.2014
	Prosjektnr. Undernr. 13313	Sider Pris 15
Forfatter(e) Torleif Bækken	Fagområde Vannforvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens vegvesen/ Multiconsult AS	Oppdragsreferanse Lars Hjerme stad
---	---------------------------------------

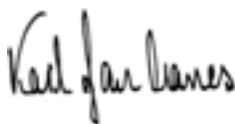
**Sammendrag**

Oppegårdstjern ligger i Frogn kommune i Akershus. Undersøkelsen skal gi oss en referansesituasjon for å kunne dokumentere en eventuell påvirkning av tjernet fra utbygging og drift av ny RV23 samt av dagens påvirkning. Tjernet er moderat kalkrikt og humøst, og tilhører vanntype 4 (L-N8). Kloridkonsentrasjonen er moderat høy med ca. 15 mg/l. Det er en fordobling siden 1970-tallet. Beregninger antyder at dagens kloridkonsentrasjon kan forventes utfra en årlig tilførsel av vegsalt på ca. 10 tonn. Det årlige saltforbruket de siste tre årene på strekningen av RV23 i nedbørfeltet til Oppegårdstjern har i gjennomsnitt vært ca. 19 tonn. Det ble påvist et normalt sprangsjikt med oksygenvinn i dypvannet den 23. september 2013. Konduktiviteten økte i bunnvannet bl.a. på grunn av utløsning av jern og mangan. Det ble ikke påvist saltsjiktning grunnet vegsalt. Vannmassene hadde sirkulert før prøvetakingen den 20. november 2013. Metallkonsentrasjonene var stort sett lave i vannfasen. Kobber ble funnet i forhøyede konsentrasjoner, noe som kan skyldes vegavrenning. Konsentrasjonene av total fosfor var moderat høye, og høyest i overflatevannet. Overflatesedimentet (0-2 cm) var lite forurenset og hadde lave konsentrasjoner av metaller og av de fleste PAH-forbindelsene. «Referansesediment» fra 25-28 cm dyp i sedimentkjernen var forurenset av bly, kadmium og PAH.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vegforurensning	1. Traffic pollution
2. Vegsalt	2. Road salt
3. Metaller	3. Metals
4. PAH	4. PAH



Torleif Bækken  
Prosjektleder



Karl Jan Aanes  
Forskningsleder



Thorjorn Larssen  
Forskningsdirektør

**Vann- og sedimentkvalitet i Oppegårdstjern, Frogn  
kommune i 2013, før utvidelse av RV23**

## Forord

Oppgårdstjern ligger nær en planlagt trasé for utvidelse av RV23 til 4 feltsveg med av/påkjøringsramper i Frogn kommune i Akershus. Statens vegvesen har derfor besluttet å foreta en undersøkelse av vannkjemisk tilstand og sedimentkjemi i tjernet for å ha data som beskriver en referansesituasjon før utbygging og drift av vegen.

Undersøkelsen er ønsket utført etter samme mal som tidligere undersøkelser utført av NIVA for Statens vegvesen i andre innsjøer beliggende nær hovedveger (Bækken 2012, Bækken og Haugen 2012). Særlig relevante er undersøkelser av innsjøer i Follo (Bækken og Åstebøl 2012a).

NIVA er engasjert til denne oppgaven av Multiconsult AS på vegne av Statens vegvesen. Prosjektleder ved Multiconsult har vært Lars Hjermsstad.

Oslo, 09.01.2014

*Torleif Bækken*

Seniorforsker , seksjon for vannressursforvaltning

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Metoder</b>	<b>7</b>
2.1 Lokalitet	7
2.2 Innsamling og analyse	8
<b>3. Resultater</b>	<b>9</b>
3.1 Vannkjemi	9
3.1.1 Vanntype	9
3.1.2 Sprangsjiktet	9
3.1.3 Klorid	10
3.1.4 Fosfor	11
3.1.5 Metaller	12
3.2 Sedimentkjemi	12
<b>4. Referanser</b>	<b>15</b>

---

## Sammendrag

Oppegårdstjern ligger i Frogn kommune i Akershus. Undersøkelsen skal gi oss en referansesituasjon i forhold til en senere potensiell påvirkning fra utbygging og drift av ny parsell av RV23 ved tjernet samt vurdering av dagen påvirkning. Tjernet ble prøvetatt to ganger i løpet av høsten 2013; en gang før potensiell sirkulasjon av vannmassene og en gang etter. Vannprøver og sedimentprøver ble tatt ved største dyp. Tjernet er moderat kalkrikt og humøst, og tilhører vanntype 4 (L-N8). Kloridkonsentrasjonen er moderat høy med ca. 15 mg/l. Det er en fordobling av konsentrasjoner målt på 1970 tallet. Økningen skyldes sannsynligvis avrenning av vegsalt fra RV23. Beregninger antyder at dagens kloridkonsentrasjoner kan forklares utfra en årlig tilførsel av vegsalt på ca. 10 tonn. Forbruket av vegsalt på strekningen til RV23 i nedbørfeltet har de siste tre år vært ca. 19 tonn/år. Det ble påvist et normalt sprangsjikt med oksygenvinn i dypvannet den 23.september 2013. Konduktiviteten økte i bunnvannet bl.a. på grunn av utløsning av jern og mangan. Det ble ikke påvist saltsjiktning grunnet vegsalt. Vannmassene hadde sirkulert før prøvetakingen den 20. november 2013. Konsentrasjonene av ulike metaller var stort sett lave i vannfasen. I tillegg til jern og mangan ble bare kobber funnet i forhøyede konsentrasjoner (0.8 – 3.7 µg/l). Høye kobberkonsentrasjoner kan skyldes påvirkning fra RV23. Konsentrasjonene av total fosfor var moderat høye (10-21 µg/l). Konsentrasjonene var høyest i overflatevannet. Overflatesedimentet (0-2 cm) var lite forurenset med lave konsentrasjoner av metaller og av de fleste PAH forbindelsene. «Referansesediment» fra 25-28 cm dyp i sedimentkjernen viste seg å være forurenset av bly, kadmium og PAH. Dette indikerer forurensende aktivitet i nedbørfeltet i den tidsperioden da sedimentsjiktet ble avsatt.

## Summary

Title: Water and sediment quality in Lake Oppegårdstjern before the construction of a new RV23 highway.

Year: 2014

Author: Torleif Bækken

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6347-3

The investigation of Lake Oppegårdstjern in Frogn Municipal in Akershus County, will give a reference situation which can be used for monitoring potential effects from construction of a new RV23 4 lane highway along the lake. The lake is moderately alkaline and humic (type L-N8). Oppegårdstjern was sampled twice in the autumn 2013. The chloride concentrations were stable about 15 mg/l. This was, however, the double of the chloride concentrations observed during a period about 1970. The increase is probably due to road salt run off from RV23. The chloride concentration of today is predicted when 10 tons of salt is added to the lake each year. The total application on the road in the watershed is 19 tons/year. There was observed a normal thermocline with oxygen depletion in the hypolimnion on the 23th of September. The conductivity increased in the deep water due to iron and manganese. There was no vertical road salt gradient. At the second sample on the 20th of November the lake had circulated. Most heavy metals had low concentrations in the water. Only copper was observed in elevated concentrations (0.8 – 3.7 µg/l). The concentrations of phosphorus were moderately high (10-21µg/l) with the highest concentrations in the surface water. The surface sediment (0-2 cm) had low concentrations of heavy metals and most PAH compounds. The “reference” sediment (at a depth 25-28 cm) was polluted by cadmium, lead and PAH.

# 1. Innledning

Vegtrafikk og drift av veger medfører produksjon av forurensninger. Avrenningsvann fra veg og veggrofter kan derfor inneholde høye konsentrasjoner av en lang rekke kjemiske forbindelser. Blant de vanligste er vegsalt, enkelte tungmetaller og PAH. Stoffene følger avrenningsvannet til en resipient (nærliggende vannforekomst). 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 på vegene opprettholdes eller øker. Vann med høy konsentrasjon av salt er tyngre enn vanlig ferskvann. I noen situasjoner vil tungt, saltholdig vann renne av til en innsjø og lagre seg ved bunnen. Dette kan føre til at vannet i innsjøen ikke fullsirkulerer vår og høst som normalt. Det igjen kan medføre permanent oksygenfritt bunnvann og et dødt bunnområde i innsjøen. Innsjøer med permanent kjemisk sjiktning og oksygenfritt bunnvann finnes også naturlig (meromiktiske innsjøer), men de er 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 tiltak. Ved saltpåførte sjiktninger som blir permanente (meromiksis), endres de fysiske og kjemiske forholdene i innsjøene vesentlig, og da med påfølgende biologiske endringer. Detaljene i dette er lite undersøkt i Norge. I tillegg kan forhøyede saltkonsentrasjoner i hele eller deler av vannmassene også å gi biologiske virkninger. Undersøkelser har vist at det kan skje endringer i planteplanktonsamfunnet ved omkring 20-25 mg klorid pr. liter (Haugen et al. 2011). Dette er konsentrasjoner som tidligere er påvist i flere saltpåvirkede innsjøer i Norge (Bækken og Haugen 2006, Bækken og Haugen 2012). Flere tjern langs hovedveier i Follo og andre områder har vist seg å være tydelig påvirket av vegsalt og andre vegforurensninger (Bækken 2012, Bækken og Åstebøl 2012a, Bækken og Åstebøl 2012b, Bækken og Bergan 2012a, Bækken og Bergan 2012b).

Tungmetaller og PAH i vegavrenning er i stor grad knyttet til partikler. Disse forbindelsene vil derfor for en del holdes tilbake i grøfter og vegkanter, men når de kommer ut i tjern og innsjøer vil en del løses i selve vannfasen. Tilstandsformen avhenger av typen metall og den øvrige vannkjemien. Det er viktig i denne sammenheng å være klar over at høye konsentrasjoner av salt i smeltevannet øker mobiliteten til tungmetallene og gjør at de lettere transporteres til resipientene.

Oppgårdstjernet i Frogn kommune har i dag avrenning fra RV 23. Ved utvidelse til 4 felt vil det være et potensial for økt avrenning til Oppgårdstjern. Utover muligheten for avrenning i driftsfasen, ligger Oppgårdstjern også utsatt til forurensningstilførsler i anleggsfasen. Situasjonen i Oppgårdstjernet målt høsten 2013 blir derfor å regne som en vurdering av påvirkning fra RV 23 samt at dataene som samles inn gir oss en referanse-situasjon i forhold til eventuelle påvirkninger fra utbygging og drift av ny firefelts strekning av RV23. RV23 driftes etter såkalt «barvegsstrategi». Det betyr at vegen saltes slik at kjøreforholdene tilsvarer en bar vegbane. For årene 2010, 2011 og 2012 har det gjennomsnittlige årlige saltforbruket vært ca. 31 tonn/km (saltet veg unntatt tunneler). Oppgårdstjern er reserve drikkevannskilde for Frogn kommune.

## 2. Metoder

### 2.1 Lokalitet

Oppgårdstjern er en forholdsvis liten innsjø med areal på ca 0,4 km<sup>2</sup>. Størstedelen av nedførfeltet på 1.58 km<sup>2</sup> er skog og myrområder med mindre innslag av bebyggelse og jordbruksarealer. RV 23 går gjennom nedbørfletet på nordsiden av tjernet og har avrenning til tjernet via en bekk. Største dyp er ca. 13 m beliggende ca. midt i tjernet (**Figur 1**)





**Figur 1.** Oppegårdstjern med prøvetakingslokalitet. Rød linje angir nedbørfeltgrense (ref. NVE-atlas).

## 2.2 Innsamling og analyse

Prøver fra Oppegårdstjern ble hentet henholdsvis den 23. september og 20. november 2013. Det ble tatt vann- og sedimentprøver ved innsjøens største dyp, ca. 13 m.

Vannprøvene ble analysert på totalt fosfor, klorid og et utvalg av 10 metaller inkludert natrium og kalsium. I tillegg ble det ved hver stasjon målt temperatur, konduktivitet, oksygenkonsentrasjon, pH og turbiditet gjennom hele vannsøylen.

Sedimentprøvene ble tatt med prøvetaker av rørhenter-typen, slik at vi fikk opp en hel sedimentsøyle. Sedimentsøylen ble delt i overflatesediment (0-2 cm) og bunnsediment (nederste 3 cm i sedimentsøylen (25-28 cm)) Sedimentet ble analysert på de samme 10 metaller som for vannprøvene. I tillegg ble det analysert på kvikksølv (Hg), PAH (Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner), totale hydrokarboner (olje), totalt fosfor (totP), totalt karbon (TOC) og organisk innhold. Sedimentsøylen ble fotografert i felt.

## 3. Resultater

### 3.1 Vannkjemi

#### 3.1.1 Vanntype

Oppegårdstjern ligger i lavlandet, det er en liten, moderat kalkrikt og humøs vannforekomst. Det tilhører vanntype 4 (L-N8).

Oppegårdstjernet har et areal på ca. 0.4 km<sup>2</sup>, beliggende i lavlandet ca. 86 m o.h.. Nedbørfeltet er ca. 1.58 km<sup>2</sup>.

Fargeverdiene i vannprøver fra Oppegårdstjern ligger historisk sett over 30 mgPt/l (Berge 1991, Holtan 1995). Det ble registrert en betydelig økning i fargeverdier etter overføring av humusholdig vann fra nærliggende vannkilder i 1969. På grunn av problemer med vannkvaliteten ble Oppegårdstjernet avsluttet som primær drikkevannskilde i 1991-1992. Oppegårdstjern fungerer i dag som reserve drikkevannskilde. Overføring av vann fra tilleggsfeltene er opphørt. Årsgjennomsnitt av fargeverdier var i 1993 og 1994 henholdsvis 38 og 53 mgPt/l.

Kalsiumkonsentrasjonene ble i september og november 2013 målt til henholdsvis i overkant og i underkant av 9 mg/l. Det var ubetydelig forskjell mellom konsentrasjoner i dypvannet og overflatevannet (**Tabell 1**). Målinger fra slutten av 1970 tallet viste noe tilsvarende verdier (Holtan 1995).

**Tabell 1.** Konsentrasjoner av kalsium på to dyp i Oppegårdstjern.

			Ca mg/l
23.09.2013	Oppegårdstjern	1m	9.17
		13m	9.57
20.11.2013	Oppegårdstjern	1m	8.67
		13m	8.58

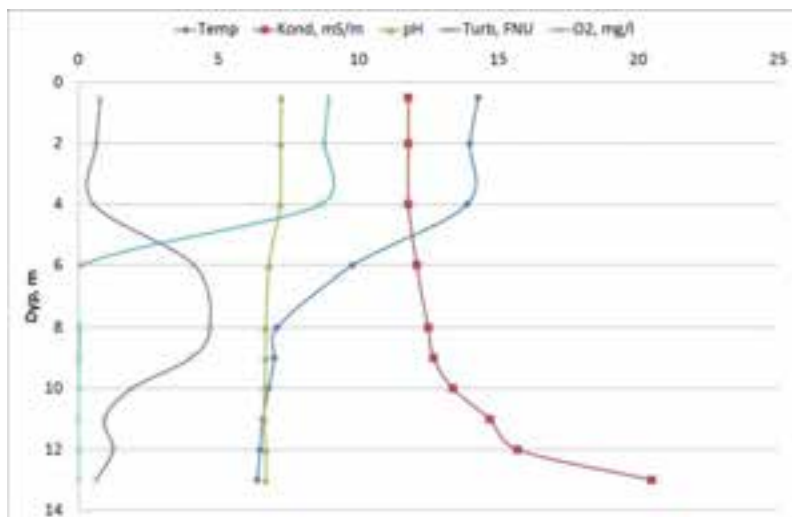
#### 3.1.2 Sprangsjiktet

Målingene den 23. september viste et tydelig sprangsjikt fra 4 m dyp (**Figur 2**). Temperaturen sank fra ca. 14-15 grader ved 4 m dyp til ca. 6 grader ved 8 m dyp. Det var en skarp oksygengradient med en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen fra ca. 9 mg/l ved 4 m dyp til 0 mg/l ved 6 m dyp.

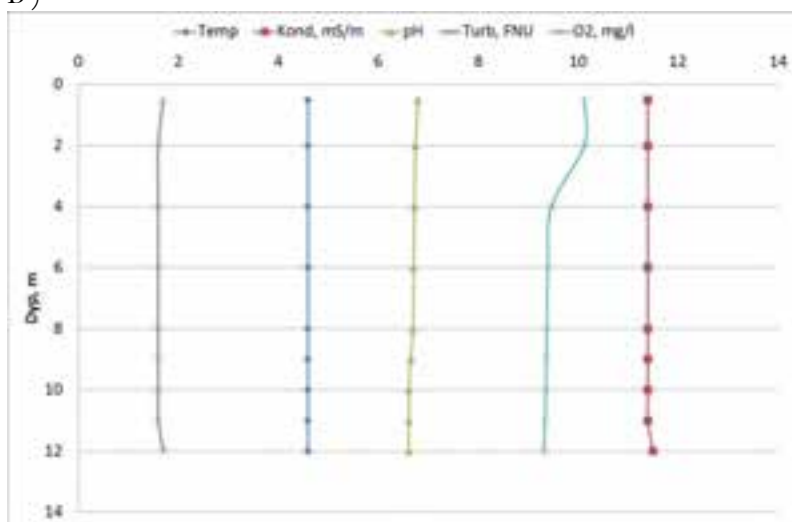
Konduktiviteten økte tydelig mot bunnen. Dette var først og fremst forårsaket av kjemiske endringer grunnet oksygenvinn (utløsning av jern og mangan) og ikke på grunn av vegsalt. pH varierte fra 7.3 i overflaten til 6.7 i bunnvannet. Turbiditeten var middels høy i overflatevannet og ved bunnen. Det ble imidlertid påvist en kraftig økning omkring sprangsjiktet. Trolig skyldes dette en oppblomstring av bakterier.

Ved prøvetakingen den 20. november, ble det ikke registrert noe sprangsjikt i Oppegårdstjernet. Det hadde vært en full sirkulasjon av vannmassene. Med unntak av oksygen var verdiene for hver enkelt parameter nå nokså like gjennom hele vannsøylen. For oksygen var konsentrasjonene noe høyere i overflaten enn videre nedover i vannsøylen. Grunnen til dette er at det har vært vindomrøring, og derved oksygenering, av overflatevannet etter fullsirkulasjonen.

A)



B)



**Figur 2.** Ulike parametere målt gjennom hele vannsøylen i Oppegårdstjernet henholdsvis A) 23. september 2013 og B) 20. november 2013.

### 3.1.3 Klorid

Kloridkonsentrasjonen i Oppegårdstjernet var ca. 15 mg/l i alle prøvene, både i dypvannet og i overflatevannet (**Tabell 2**). Det var ingen antydning til saltsjiktning grunnet vegsalt. Konsentrasjonene er noe høye for vanlig ferskvann, men ikke høyere enn det som kan finnes naturlig i kystnære innsjøer. Sett i forhold til tidligere målinger av klorid i Oppegårdstjernet har det imidlertid vært en dobling av kloridkonsentrasjonen fra perioden 1942-1979 (**Figur 3**) (Holtan 1995). Resultatene fra denne perioden baserer seg på bare én til to prøver hvert år, men konsentrasjonene av klorider forventes imidlertid generelt å være ganske stabile gjennom året. Dessuten var konsentrasjonene ganske stabile gjennom hele denne perioden med en variasjon fra 5 til ca. 8 mg/l. Det er derfor sannsynlig at den observerte doblingen av kloridkonsentrasjonene vi nå måler er reell. Den mest sannsynlige årsaken til økningen er avrenning av vegsalt fra RV 23.

Den teoretiske oppholdstiden for vannet i Oppegårdstjern er 3.2 år. Det innebærer at alt vann blir skiftet ut i løpet av denne tiden (teoretisk). Det betyr videre at med samme mengde tilført salt hvert år vil det innstille seg en ny likevekt mellom vanntilførsel og salttilførsel (konsentrasjon) i løpet av denne tiden. Før

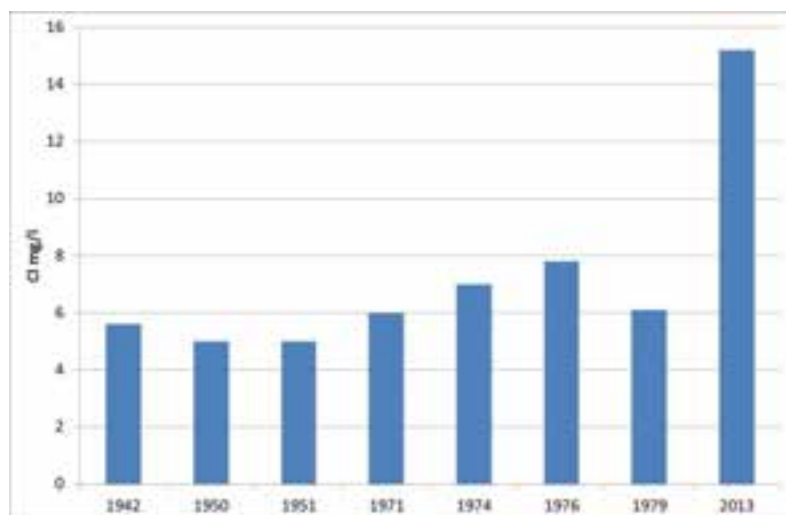
etablering av RV23 var kloridkonsentrasjonene nokså stabile (**Figur 3**). Gjennomsnittsverdien for tallene i figuren er 6.3 mg/l. Når salt-tilførslene øker vil konsentrasjonen i innsjøen øke gradvis til et nytt nivå. F.eks. dersom salt-tilførslene fra RV23 de siste 3-4 årene har vært nokså stabile, vil saltkonsentrasjonen i tjernet også ha stabilisert seg i løpet av denne perioden. En salttilførsel på 10 tonn/år vil teoretisk øke kloridkonsentrasjonen i tjernet til ca. 15 mg/l (dagens konsentrasjon) i løpet av 3 år. Dersom utvidelsen av RV23 til 4 felt veg medfører fordoblet salttilførsel, vil saltkonsentrasjonen igjen øke til et nytt nivå omkring det dobbelte av dagens nivå i løpet av 3-4 år. Det er et nivå som er påvist å kunne påvirke sammensetningen av planteplanktonsamfunnet. Den høye kalsiumkonsentrasjonen i Oppegårdstjernet vil redusere effekten.

Disse forholdene gjelder bare dersom tjernet fortsetter å sirkulere vår og høst, og at det slik ikke dannes en saltgradient mot bunnen. Dersom det dannes et stor saltgradient, vil vi få stagnert bunnvann med permanent oksygenvinn. Jo høyere konsentrasjonene av salter er i avrenningsvannet, jo mer øker sjansene for at det salte vannet synker til bunns og danner permanent saltsjiktning.

Total strekning som i dag har avrenning til tjernet er ca. 0,6 km. Gjennomsnittlig årlig saltbruk i 2010, 2011 og 2012 var ca. 31 tonn/km. Det gir ca. 19 tonn i nedbørfeltet til Oppegårdstjern. Betrachtingene overfor synes derfor ikke fullt ut å forklare hvor saltet blir av.

**Tabell 2.** Konsentrasjoner av klorider på to dyp i Oppegårdstjern.

			Cl
			mg/l
23.09.2013	Oppegårdstjern	1m	15.3
		13m	15.3
20.11.2013	Oppegårdstjern	1m	15.1
		13m	15.3



**Figur 3.** Kloridkonsentrasjoner i Oppegårdstjern siden 1942 frem til 2013 Basert på én til to prøver pr. år.

### 3.1.4 Fosfor

Fosforkonsentrasjonene i Oppegårdstjern var forholdsvis høye i overflatevannet både i september og november med 21 µg/l (**Tabell 3**). I henhold til klassifiseringsveilederen for miljøtilstand er det for få

prøver til å angi eutrofieringstilstanden, men konsentrasjonene fra 2013 antyder moderat tilstand. Konsentrasjonene var noe lavere i bunnvannet enn i overflaten. Dette var noe overraskende etter en fullsirkulasjon. Trolig skyldes dette avrenning av fosforholdig overvann etter løvfall, nedbrytning og utlekking næringsalter fra nedbørfeltet om høsten, både før og etter sirkulasjonen.

**Tabell 3.** Konsentrasjoner av total fosfor på to dyp i Oppegårdstjern.

			Tot P µg/l
23.09.2013	Oppegårdstjern	1m	21
		13m	16
20.11.2013	Oppegårdstjern	1m	21
		13m	10

### 3.1.5 Metaller

Konsentrasjonene av metaller i vannet var stort sett lave. Sette i forhold til Miljødirektoratets (tidligere Klif) veileder fra 1997 (Andersen et al. 1997) var det noe forhøyede verdier av kobber. Dette kan skyldes avrenning fra RV23. Kobber er tidligere påvist å ha forhøyede konsentrasjoner i innsjøer påvirket av vegavrenning (Bækken og Haugen 2006, Bækken og Haugen 2012). Andelen av natrium (Na) i forhold til klorid (Cl) er litt lavere enn i forholdet mellom Na og Cl i vegsalt. Dette er forventet da Na binder seg letter til jordsmonn. Konsentrasjonen av jern (Fe) var høy i bunnvannet i prøven som ble hentet inn den 23. september. Dette er et resultat av at jern har gått i løsning under oksygenfrie forhold.

**Tabell 4.** Konsentrasjoner av tungmetaller i Oppegårdstjern. Klassifisering av forurensningsgrad i henhold til Andersen et al. 1997 (Miljødirektoratet).

			Ubetydelig	Moderat	Måkerkt	Sterkt	Meget sterkt					
			Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Na µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	
23.09.2013	Oppegårdstjern	1m	0.02	0.43	2.66	140	38.7	8830	0.97	0.365	5.67	
		13m	0.02	0.51	0.838	1460	575	9500	0.7	0.238	3.56	
20.11.2013	Oppegårdstjern	1m	0.01	0.76	3.68	380	187	8570	0.84	0.334	5.1	
		13m	<0.005	0.58	3.63	377	171	8760	0.68	0.242	3.33	

### 3.2 Sedimentkjemi

Sedimentkjernen fra Oppegårdstjernet var svart/brun i de øverste 14-15 cm (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Det var enkelte tydelige lagdelinger i den øverste delen som kan ha sammenheng med aktiviteter i nedbørfeltet og/eller naturlige sesongvariasjoner i selve innsjøen. De nederste 12-13 cm av sediment-søylen har en grå farge og fastere konsistens preget av større innslag av leire.



**Figur 4.** Sedimentkjerne fra største dyp i Oppegårdstjernet.

Vanninnholdet i sedimentprøvene var stort med en tørrstoffmengde (TTS) på henholdsvis 2.8 % og 5 % i overflatesjiktet (0-2 cm) og i bunnsjiktet (25-28 cm) (**Tabell 5**). Det uorganiske innholdet (TGR) var moderat høyt med henholdsvis 570 og 600 g/kg i henholdsvis overflatesjiktet og bunnsjiktet. Det innebærer at det var omkring 40 % organisk materiale i sedimentet fra de to sjiktene. Konsentrasjonen av organisk karbon (TOC) var litt over halvparten av dette. Konsentrasjonene av fosfor (Tot P) og nitrogen (Tot N) var moderat høye og i samsvar med konsentrasjonen av organisk materiale.

**Tabell 5.** Konsentrasjoner av organiske forbindelser og næringssalter i to sjikt av sediment fra Oppegårdstjern.

		Oppegårdstjern	Oppegårdstjern
		0-2	25-28
TTS	%	2.8	5
TGR	g/kg TS	570	600
Tot N	mg/kg TS	21000	22000
Tot P	mg/kg TS	2400	3000
Organisk	%	43	40
TOC	% TS	22.3	24.1

Konsentrasjonene av tungmetaller var lave i overflatesedimentet. Konsentrasjonene tilsvarte ubetydelig eller moderat forurenset sediment (**Tabell 6**). I bunnsjiktet var det lave konsentrasjoner for alle metaller unntatt for kadmium og bly som begge hadde konsentrasjoner tilsvarende markert forurenset i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringsveileder av 1997 (Andersen et al. 1997). Dette antyder forurensende aktivitet ved Oppegårdstjernet i den perioden dette sediment-sjiktet ble avsatt.

**Tabell 6.** Konsentrasjoner av tungmetaller i to sjikt av sediment fra Oppegårdstjern. Klassifisering av forurensningsgrad i henhold til Andersen et al. 1997 (Miljødirektoratet)

		Ubetydelig	Moderat	Mårkert	Sterkt	Meget sterkt
		Oppegårdstjern		Oppegårdstjern		
		0-2		25-28		
Cd	mg/kg TS		0.99			3.4
Cr	mg/kg TS		39			39
Cu	mg/kg TS		<71			48
Hg	mg/kg TS		0.14			0.233
Ni	mg/kg TS		43			37
Pb	mg/kg TS		71			310
Zn	mg/kg TS		<530			460

De lette PAH-forbindelsene hadde lave konsentrasjoner både i overflatesedimentet og i bunnsjiktet. For de tyngre forbindelsene var det stort sett lave konsentrasjoner i overflate sedimentet, men det var til dels meget høye konsentrasjoner i bunnsjiktet. Tre av forbindelsene ble funnet i konsentrasjoner som tilsvarer svært dårlig tilstand. Samlet for PAH (Sum PAH16) var det god tilstand i overflatesedimentet og dårlig i bunnsjiktet. Også konsentrasjonene av olje var høyere i bunnsjiktet enn i på overflaten av sedimentet. Påvisning av «olje» inkluderer hydrokarboner som også kan finnes naturlig. Det at de finnes sammen med høye konsentrasjoner av flere PAH forbindelser antyder likevel at sedimentet kan være forurenset av olje.

Vi vet ikke alderen til «referansesedimentet» fra 25-28 cm sediment-dyp. Ved f.eks. 2 mm sedimentasjon pr. år ville sedimentet-sjiktet ved 25 cm dyp ha vært 125 år gammelt. Sedimentasjonshastigheten har trolig vært større enn dette, i alle fall i perioder ved overføring av humusvann fra omliggende områder (se «vanntype»). Uansett hvor gammelt bunnsjiktet er ser vi at det tidligere har vært aktiviteter i nedbørfeltet som har medført betydelig forurensning av sedimentet i Oppegårdstjern. Resultatet viser at dagens overflatesediment er lite forurenset.

**Tabell 7.** Konsentrasjoner av PAH forbindelser og olje (hydrokarboner) i to sjikt av sediment i Oppegårdstjern. Tilstandsklassifisering i henhold til Miljødirektoratet (Klif 2007).

Bakgrunn		God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
		Oppegårdstjern		Oppegårdstjern	
		0-2		25-28	
Sum PAH16	mg/kg TS		<1.034		<12.42
Olje	mg/kg TS		1400		3000
Naftalen	mg/kg TS		<0.02		<0.12
Acenaftalen	mg/kg TS		<0.02		<0.12
Acenaften	mg/kg TS		<0.02		<0.12
Fluoren	mg/kg TS		<0.02		<0.12
Fenantren	mg/kg TS		0.068		0.27
Antracen	mg/kg TS		<0.02		<0.12
Fluoranthen	mg/kg TS		0.091		1.4
Pyren	mg/kg TS		0.069		1.1
Benzo[a]antracen	mg/kg TS		0.047		0.69
Chrysen	mg/kg TS		0.12		1.6
Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS		0.2		2.3
Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS		0.079		1.1
Benzo(a)pyren	mg/kg TS		0.073		0.94
Indeno[123cd]pyren	mg/kg TS		0.08		1.1
Dibenzo[ah]antracen	mg/kg TS		0.025		0.22
Benzo[ghi]perylene	mg/kg TS		0.082		1.1

## 4. Referanser

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.

Berge, D. 1991. Forurensningsutviklingen i drikkevannskilden Oppegårdstjernet i Frogn kommune – Årsakssammenheng. . NIVA Rapport 2533-1991.

Bækken, T. 2012. Nordre og Søndre Brutjern ved E18. Kartlegging av saltforurensning og annen forurensning fra vei, og vurdering av tiltak. –NIVA Rapport 6312-2012.

Bækken, T. og Haugen, T., O. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer. Påvirkning fra avrenning av vegsalt, tungmetaller og PAH. – Statens vegvesen, Utbyggingsavd. Rapport UTB 2006/06.

Bækken, T og Haugen, T. 2011. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer. – NIVA Rapport 6220/SVV

Bækken, T. og Bergan, M. 2012a. Vegforurensning av innsjøer og vandringsmuligheter for laksefisk ved vegkulverter i Rogaland 2012. – NIVA Rapport 6334-2012.

Bækken, T. og Bergan, M. 2012b. Vegforurensning av innsjøer og vandringsmuligheter for laksefisk ved vegkulverter i Hordaland 2012. – NIVA Rapport 6333-2012.

Bækken, T. og Åstebøl. S.O. 2012a. Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak for vann langs E6 i Oslo, Oppegård, Ås og Ski. – NIVA Rapport 6314-2012.

Bækken, T. og Åstebøl. S.O. 2012b. Grytehullsjøer Ullensaker. Overvåking av vannkvalitet og vurdering av tiltak. – NIVA Rapport 6313-2012.

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

Holtan, H. 1995. Råvannskvalitet - Utviklingstrend i vannkilder i Oslofjordområdet. NIVA Rapport 3334-1995

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



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)