

# Evjua i Ringsaker

## Undersøkelse av mulig metallforurensning fra nedlagt søppelfylling og slamdeponi



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
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 Evjua i Ringsaker. Undersøkelse av mulig metallforurensning fra nedlagt søppelfylling og slamdeponi.	Løpenr. (for bestilling) 5839-2009	Dato September 2009
	Prosjektnr. Undernr. O-28437	Sider Pris 17
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oppland	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Ringsaker kommune	Oppdragsreferanse Aase Ranheim
---------------------------------------	-----------------------------------

**Sammendrag**

Rapporten beskriver resultatene fra en undersøkelse av mulig forurensning fra et slamdeponi og en nedlagt søppelfylling i Tandeskogen i Ringsaker. Det ble ikke funnet indikasjoner på at deponiet for kloakkslam forurenser Evjua med tungmetaller. Ved foten av den nedlagte søppelfyllinga var det iøynefallende jernutfellinger i et sigevannsfamspring. Utsig av metallholdig vann fra søppelfyllinga var sannsynlig årsak til ca. 1,5-4 ganger økning i middelkonsentrasjonene av sink, jern og mangan på prøvestasjonen nedstrøms fyllinga sammenlignet med prøvestasjonen oppstrøms. For de andre metallene var det bare små eller ubetydelige endringer i konsentrasjonene på den aktuelle strekninga. Ut fra vannanalysene i 2008-2009 kan Evjua karakteriseres som lite til moderat forurenset av tungmetaller (tilstandsklasse I-II) på prøvelokaliteten nedstrøms fyllinga. Bortsett fra sink var det ingen økning i forurensnings-klasse på strekninga forbi fyllinga. Vurderingene er basert på et relativt lite antall prøver. Vi kan derfor ikke utelukke at episoder med mer markert forurensning kan forekomme f.eks. i forbindelse med spesielle vær- og avrenningsforhold.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Evjua	1. The brook Evjua
2. Ringsaker kommune	2. The municipality of Ringsaker
3. Søppelfylling	3. Rubbish dump
4. Tungmetaller	4. Heavy metals



Jarl Eivind Løvik  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle Monsen  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver kommunikasjon

## **Evjua i Ringsaker**

Undersøkelse av mulig metallforurensning fra nedlagt  
søppelfylling og slamdeponi

## Forord

Rapporten beskriver resultatene fra en undersøkelse av mulig forurensning fra et slamdeponi og en nedlagt søppelfylling i Tandeskogen i Ringsaker. Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Ringsaker kommune med Aase Ranheim som kontaktperson. Aase Ranheim deltok også ved en befaring og oppstart av prøveprogrammet i november 2008. Hun og Jonas Myhre i Ringsaker kommune har bidratt med bakgrunnsinformasjon om søppelfyllinga og slamdeponiet.

Jarl Eivind Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen har vært prosjektleder for NIVA, stått for prøvetakingen og skrevet rapporten. Mette-Gun Nordheim ved NIVA Østlandsavdelingen har bistått med karttegning. De kjemiske analysene er utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo.

Samtlige takkes for godt samarbeid!

Ottestad, 16. september 2009

*Jarl Eivind Løvik*

---

# **Innhold**

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Prøveprogram og gjennomføring</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultater og vurderinger</b>	<b>9</b>
<b>4. Konklusjon</b>	<b>13</b>
<b>5. Litteratur</b>	<b>14</b>
<b>6. Vedlegg</b>	<b>15</b>

---

## Sammendrag

Målsettingen med undersøkelsen har vært å forsøke å avdekke om åa Evjua i Ringsaker kommune forurenses av tungmetaller enten fra et deponi for kloakkslam eller fra en nedlagt kommunal søppelfylling i Tandeskogen, i øvre deler av vassdraget. Undersøkelsen er basert på kjemiske analyser av vannprøver fra 3 prøvestasjoner ved 4 tidspunkter i perioden november 2008 til juni 2009. Vannprøvene ble analysert med hensyn til konsentrasjoner av arsen, kadmium, krom, kobber, nikkel, bly, sink, kvikksølv, jern og mangan samt et utvalg støttevariabler.

Resultatene fra undersøkelsen tyder på at slamdeponiet ikke forurenses Evjua med tungmetaller, og at forurensningen fra søppelfyllinga er liten til moderat. Konsentrasjonene av de ulike tungmetallene var i hovedsak lave eller middels høye på alle lokalitetene i Evjua. Ut fra middelverdiene tilsvarer dette forurensningsgrad I-II (Ubetydelig til Moderat forurensning) i henhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann. Videre var konsentrasjonene betydelig lavere enn gjeldende miljøkvalitetsstandarder (EQS-verdier) i henhold til Vanddirektivet. EQS-verdiene angir grenser mellom såkalt God og Moderat kjemisk status. Konsentrasjonene av metaller var også lavere enn de laveste konsentrasjonene der negative effekter på plante- og dyrelivet i vann kan forventes (såkalte LBRL-verdier) ved alle prøvestasjonene.

Det ble ikke påvist noen økning i konsentrasjonen av noen metaller på prøvestasjonen nedstrøms slamdeponiet sammenlignet med stasjonen oppstrøms deponiet. Det foreligger derfor ingen indikasjon på at rester fra deponiet forurenses Evjua med tungmetaller.

Middelverdien for sink var 3,7 ganger høyere nedstrøms den nedlagte søppelfyllinga enn oppstrøms, og middelverdiene for jern og mangan var henholdsvis 2,1 ganger og 1,7 ganger høyere enn oppstrøms. Dette kan karakteriseres som moderate (jern og mangan) til markerte (sink) økninger. Det er rimelig å anta at økningen i vesentlig grad skyldes utlekking fra deponiet. For de øvrige metallene var det ingen endringer av betydning i konsentrasjonene på denne strekningen.

I likhet med tidligere observasjoner ble det ved alle prøvedatoene observert omfattende utfellinger av jernhydroksid i et sivevannspringspring ved foten av den nedlagte søppelfyllinga. Sivevannet går direkte til Evjua, og en strekning av åa var også synlig påvirket av jernutfellinger. Markerte jernutfellinger kan påvirke bunndyr og fisk negativt og virker dessuten uestetisk. Det ble ikke gjennomført observasjoner og vurderinger av biologiske forhold ved denne undersøkelsen.

Samlet sett kan forurensningen av Evjua fra søppelfyllinga betegnes som liten til moderat. Undersøkelsen er imidlertid basert på et relativt lite antall prøver, og vi kan derfor ikke utelukke at pulser med større utsig av metaller kan inntreffe for eksempel i forbindelse med mer ekstreme vær- og avrenningsforhold.

# 1. Innledning

NIVA Østlandsavdelingen fikk høsten 2008 en henvendelse fra Ringsaker kommune, Teknisk drift med forespørsel om bistand til å kartlegge eventuell forurensning av tungmetaller inklusive kvikksølv i åa Evjua. Størstedelen av vassdragets nedbørfelt ligger i skogområdene mellom Kvernstua og Tande, og åa har utløp i Mjøsa innerst i Korgerstuguvika ved Moelv. I øvre deler av dalføret finnes en nedlagt søppelfylling hvorfra det i flere år har vært godt synlig utsig av jernholdig vann med utfelling av oker (Kjellberg 2006, Løvik 2008). Vel 1 km høyere opp i dalføret finnes et deponi for kloakkslam. Kommunen ønsket å få gjennomført en kartlegging av om det foregår utlekking av tungmetaller inklusive kvikksølv fra slamdeponiet og/eller fyllinga.

Evjua er et lite vassdrag, og nedbørfeltets øvre deler (til nedenfor den nedlagte søppelfyllinga) er dominert av skog. Det finnes et par mindre gardsbruk ovenfor den undersøkte delen av bekken. Berggrunnen i øvre deler av nedbørfeltet består hovedsakelig av senprekambrisk kvartsitt og sandstein (Vangsåsformasjonen, se Nordgulen 2005). I dalbunnen omtrent der vegen krysser Evjua, skjærer bekken gjennom en "stripe" med senprekambrisk skifer/glacialt konglomerat. Denne bergarten vil trolig kunne påvirke Evjua med noe mer mineralrik og kalkrik avrenning enn den førstnevnte bergarten.

Fra Ringsaker kommune har vi fått opplyst at søppelfyllinga startet som ei ukontrollert gardsfylling rundt 1945, og deponeringen ble avsluttet i første halvdel av 1980-tallet. Noe "villfylling" kan ha forekommet senere. Dette var ei kommunal fylling, og man antar at deponiet inneholder blandet kommunalt avfall og høyst sannsynlig en del bedriftsavfall særlig fra trebearbeidende og mekanisk virksomhet. Tømming av både oljeholdig avfall og septikslam kan ha forekommet. Størrelsen er usikker, men anslås til ca. 80.000 m<sup>3</sup>. Det er grøftet og drenert godt i bakkant av fyllinga (utført av grunneier for 1-2 generasjoner siden). Bakgrunnen for dette er usikker, men det kan trolig ha blitt gjort mer av hensyn til å kunne ha nytte av landskapet rundt (beite, skogsdrift) enn for å begrense forurensning. Det er lagt på et toppdekke, og fyllinga er tilvokst med gras og delvis skog.

Slamdeponiet har vært i bruk siden 1987 og fungerer nå som beredskapsplass. Deponiet har vært brukt til avvannet slam fra Moelv og Nes renseanlegg. På det meste var det deponert ca. 300 tonn TS (totalt tørrstoff), dvs. ca. 1200 m<sup>3</sup> (forutsatt ca. 25 % tørrstoff i slammet). Storparten av dette har blitt kjørt ut og brukt som jordforbedringsmiddel på kornarealer. Det er nå deponert ca. 38 tonn TS slam fra Nes renseanlegg siden dette viste seg å inneholde noe bromerte flammehemmere og derfor ikke kunne tas imot av HIAS for videre bearbeiding.

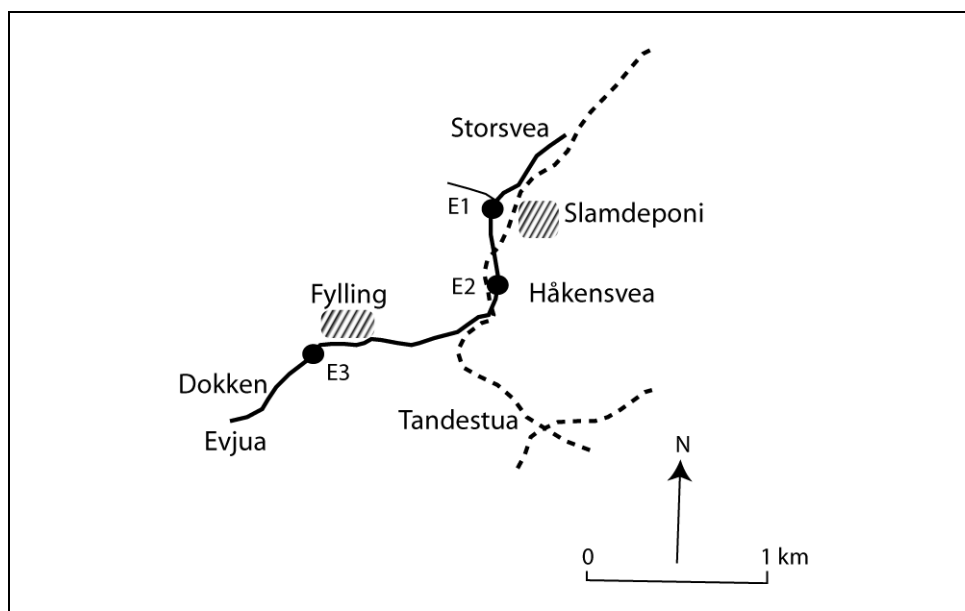
Hensikten med undersøkelsen har vært å forsøke å avdekke om Evjua forurenses av tungmetaller (inklusive kvikksølv) enten fra slamdeponiet og/eller den nedlagte søppelfyllinga. Undersøkelsen skal kunne gi en indikasjon på graden av forurensning med hensyn til tungmetaller sett i forhold til gjeldende norske vannkvalitets-standarder og vise regionale forskjeller i vannkvalitet på den aktuelle strekningen. Undersøkelsen er basert på vannprøver og kjemiske analyser ved 3 prøvestasjoner i perioden november 2008 til juni 2009.

## 2. Prøveprogram og gjennomføring

Det ble samlet inn prøver fra 3 stasjoner i alt 4 ganger i perioden fra november 2008 til juni 2009. Lokaliseringen av prøvestasjonene er gitt i Tab. 1 og vist i Fig. 1.

**Tabell 1.** Lokalisering av prøvestasjoner i Evjua 2008-2009.

Stasjon	Lokalisering	UTM-sone	Øst	Nord
Evjua 1 = E1	Oppstrøms slamdeponi	32 V	0594912	6756035
Evjua 2 = E2	Mellom slamdeponi og søppelfylling	32 V	0594933	6755567
Evjua 3 = E3	Nedstrøms søppelfylling	32 V	0593979	6755280



**Figur 1.** Oversikt over øvre deler av Evjua med prøvestasjoner. Skravur som viser plassering av slamdeponiet og søppelfyllinga er ikke ment å vise eksakt størrelse på disse.

Vannføringen på prøvedatoene varierte fra under middels 13. november 2008 til liten flom i forbindelse med regn og snøsmelting 9. april 2009 (Tab. 2, Fig. 2).

**Tabell 2.** Observasjoner over vannføring og meteorologiske forhold ved prøvetakingstidspunktene.

Dato	Vannføring	Vær mm.
13.11.2008	Middels - lav	Oppholdsvær
9.4.2009	Høy (moderat flom)	Mildt, regn dagen før, snøsmelting, fortsatt 60-70 cm snø i feltet
6.5.2009	Middels	Oppholdsvær, mesteparten av snøen borte
5.6.2009	Middels	Regnskur sist kveld, ellers lite nedbør i det siste

Prøvene for metall-analyser (unntatt kvikksølv) ble samlet inn på spesialpreparte 60 ml plastflasker; dvs. de var på forhånd fylt med avionisert, destillert vann tilstatt 1 % salpetersyre (HNO<sub>3</sub>). Flaskene var innpakket i plastposer for å unngå støv og partikler. Den svake syra ble tømt ut slik at vannet som skulle analyseres ikke ble påvirket. Flaska og korken ble så skylt flere ganger før den ble fylt med



vann fra bekken og puttet tilbake i plastposen som på forhånd var merket med prøvestasjon og dato. Prøvene for kvikksølv-analyser ble samlet inn direkte på spesialpreparerte 0,5 l glassflasker (innpakket i plast) som på forhånd var tilsatt salt (NaCl).

Alle vannprøver ble analysert mht. pH, konduktivitet, totalt organisk karbon (TOC), turbiditet, kalsium (Ca), arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kvikksølv (Hg), jern (Fe) og mangan (Mn). Oversikt over analysemetoder er gitt i vedlegget.

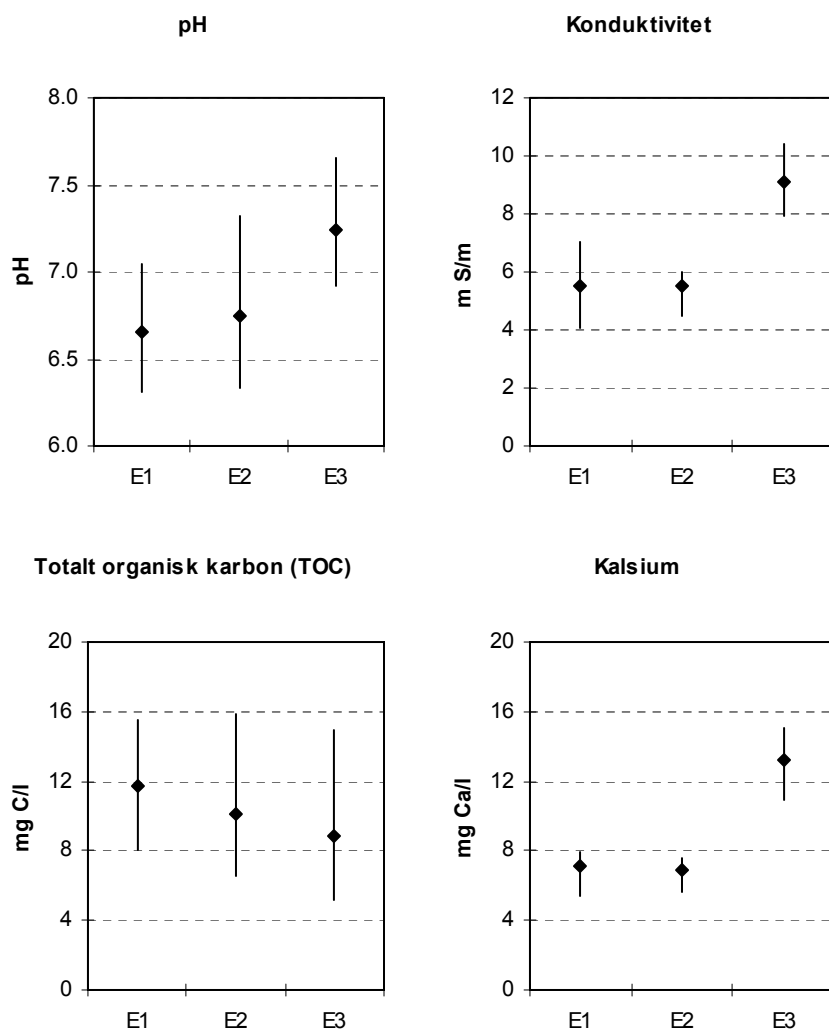


**Figur 2.** Bilder fra Evjua stasjon E3 (nedstrøms søppelfylling) de ulike prøvedatoene.

### 3. Resultater og vurderinger

Det var ubetydelige forskjeller i generelle vannkjemiske forhold slik som surhetsgrad (pH), innhold av løste mineralsalter (konduktivitet), humuspåvirkning (TOC), kalsium-konsentrasjon og partikkelinnhold (turbiditet) mellom de to øverste stasjonene (E1 og E2, se Fig. 3 og primærdata i vedlegget). Det vil si at det ikke ble registrert noen endring i den generelle kjemiske vannkvaliteten på veien forbi slamdeponiet. Ut fra middelverdiene fra 2008-2009 kan vannet i Evjua ovenfor søppelfyllinga karakteriseres som svakt surt (pH ca. 6,7-6,8), humusrikt (TOC ca. 10-12 mg C/l) og relativt rikt på løste mineralsalter (konduktivitet ca. 5,5 m S/m) og kalk (kalsium ca. 6,9-7,1 mg/l).

Sammenlignet med stasjon E2 ble det ved stasjonen nedstrøms søppelfyllinga (E3) registrert en økning i pH fra 6,8 til 7,2, en økning i konduktivitet fra 5,5 til 9,1 mS/m og en økning i kalsium-konsentrasjonen fra 6,9 til 13,2 mg/l. Disse endringene kan til en viss grad skyldes endringer i de geologiske forholdene nedover i vassdraget (se innledningen), men også påvirkning av mer basisk, mineralrikt og kalkrikt sigevann fra den nedlagte fyllinga.



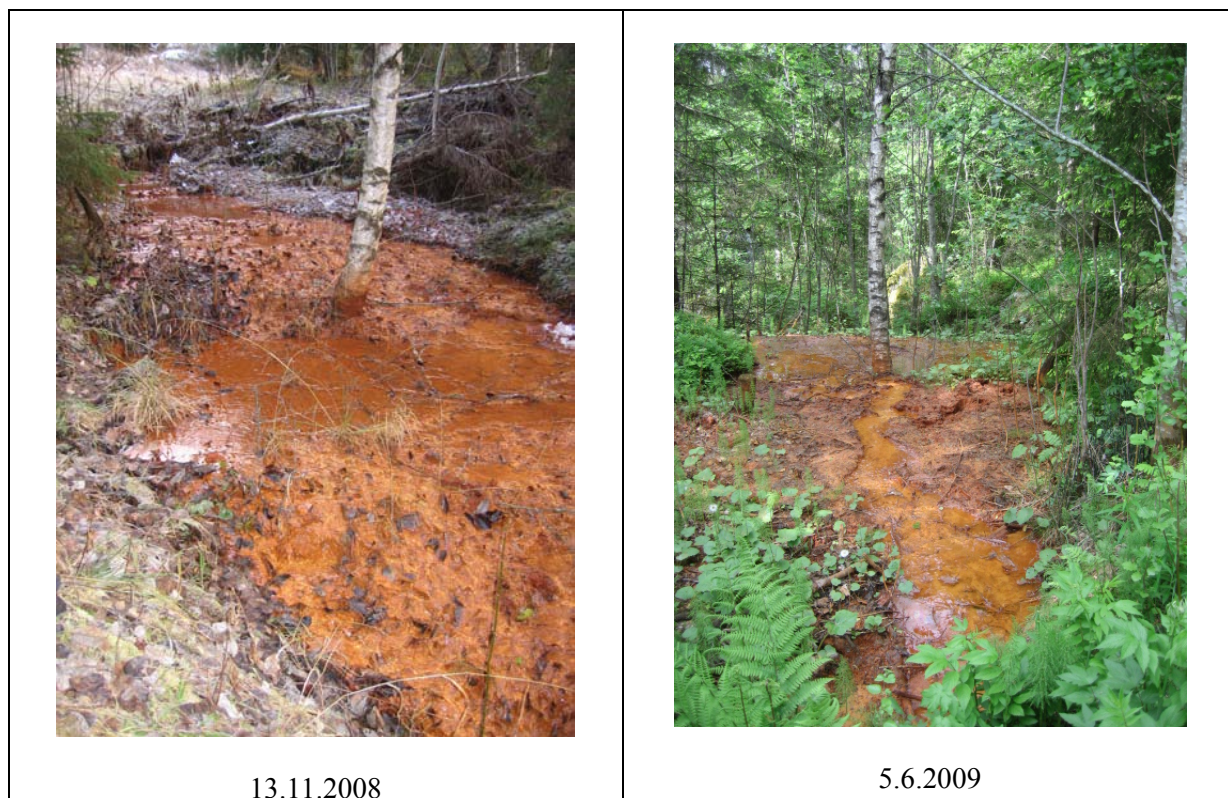
**Figur 3.** pH, konduktivitet, totalt organisk karbon og kalsium ved de tre prøvestasjonene i Evjua. Figuren viser middelverdier og variasjonsbredder i 2008-2009.

Det ble ikke registrert økninger i konsentrasjoner av metaller eller halvmetallet arsen fra stasjon E1 til stasjon E2 (se Fig. 5). Det foreligger derfor ikke indikasjoner på at slamdeponiet (mellom stasjonene E1 og E2) påvirker Evjuas vannkvalitet i negativ retning.

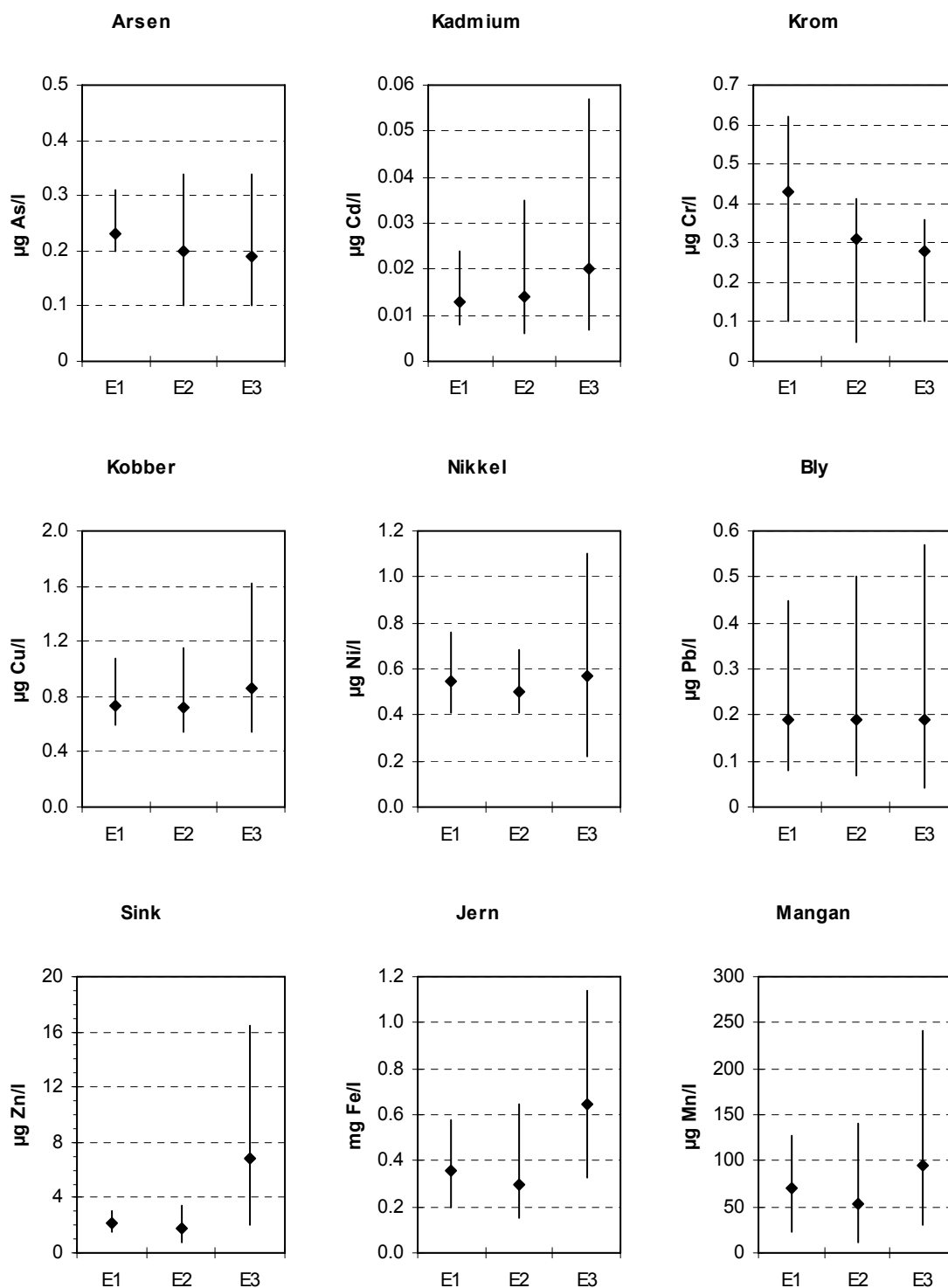
Vurdert ut fra middelverdiene ble det ved stasjon E3 påvist en markert økning (3,7 ganger) i konsentrasjonen av sink og moderate økninger i konsentrasjonene av jern (2,1 ganger) og mangan (1,7 ganger) sammenlignet med stasjon E2 (Fig. 5). For de øvrige metallene og arsen var det små økninger (1,1-1,4 ganger) eller ingen endring av betydning i konsentrasjonene. Kvikksølv er ikke framstilt i Figur 5 siden det ved de fleste målingene ikke ble påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensa på 1,0 ng/l. Maks-verdiene for kvikksølv varierte i intervallet 2,5-4,0 ng/l med høyeste verdi ved stasjon E1.

De høyeste konsentrasjonene av metaller ble observert i forbindelse med snøsmelting og relativt stor vannføring i april 2009 (se primærdata i vedlegget). Dette gjaldt de aller fleste metallene, og det gjaldt både stasjon E3 og de to stasjonene ovenfor fyllinga. Konsentrasjonen av organisk stoff (TOC) var også høyest på dette tidspunktet.

Ved foten av fyllinga ble det ved alle prøvetidspunktene observert markerte jernutfellinger i et sigevannsframspring som renner direkte til Evjua (se Fig. 4). Jernutfellingene ble betydelig mindre påfallende nedover i selve Evjua, men var synlige også ved stasjon E3. I søppelfyllinger er det vanlig at oksygenfattige, reduserende forhold inntre. Jern opptrer da på toverdige, oftest løselig form i grunnvannet. Når dette kommer fram i dagen, tilføres vannet oksygen, det toverdige jernionet oksideres til treverdige og felles ut som tungt løselig jernhydroksid ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Denne oksidasjonen foregår ofte ved medvirkning av såkalte jernbakterier, som utnytter den frigjorte energien i sine livsprosesser. Også i mer naturlige vannansamlinger der jernholdig vann siger ut, er det vanlig å se kolonier av jernbakterier som rustfargede ansamlinger, såkalt jernoker (se f.eks. Troedsson og Nykvist 1973).



**Figur 4.** Jernutfellinger i grunnvannssig fra søppelfyllinga i Tandeskogen.



**Figur 5.** Forskjeller i konsentrasjoner av arsen og metaller mellom prøvestasjonene i Evjua. Figuren viser middelerdier og variasjonsbredder i 2008-2009.

Det er rimelig å anta at økningen i middelerdiene for jern, mangan og sink ved stasjon E3 i vesentlig grad skyldtes utlekking fra fyllinga.

Evjuas tilstand med hensyn til tungmetaller er vurdert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997) i Tabell 3. Som ledd i implementeringen av Vanndirektivet er det for prioriterte metaller utarbeidet grenseverdier (Environmental Quality Standards – EQS) som tilsvarer grensen mellom såkalt God og Moderat kjemisk status (<http://www.vannportalen.no/>). Grenseverdiene er oppgitt enten som en maksimal tillatt verdi eller et årsgjennomsnitt. I Tabell 3 er også såkalte LBRL-verdier gitt. LBRL står for Lowest Biological Risk Level og angir de laveste konsentrasjonene der negative effekter på plante- og dyreliv i vann kan forventes (Lydersen og Löfgren 2000).

Konsentrasjonene av metaller kan i hovedsak karakteriseres som lave eller middels høye på alle tre lokaliteter i Evjua (jf. Skjelkvåle mfl. 1999, Lydersen og Löfgren 2000). Unntakene var sink og jern på stasjon E3 og mangan på alle stasjoner. Middelveidene av disse kan karakteriseres som noe høye. Av Tabell 3 framgår det at Evjua vurderes som ubetydelig forurenset av kadmium, kvikksølv og bly på alle stasjoner og ubetydelig forurenset av sink på stasjon E1 og E2 (jf. SFT 1997). For krom, kobber og nikkel vurderes Evjua som moderat forurenset i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Dette gjaldt også sink ved stasjon E3. Konsentrasjonene av metaller og arsen var betydelig lavere enn LBRL- og EQS-verdiene på alle prøvestasjonene. Jern og mangan er blant de elementene som betegnes som mikronæringssemner, men også disse metallene kan virke toksisk på vannlevende organismer når de forekommer i høye konsentrasjoner. De regnes imidlertid blant de mindre toksiske, og det dreier om høyere konsentrasjoner enn det som ble målt her (se f.eks. Biesinger og Christensen 1972, Lithner og Holm 2003).

**Tabell 3.** Forurensningsgrader av tungmetaller i Evjua basert på middelverdier fra 4 prøvedatoer i 2008-2009. II/III = grenser mellom Moderat og Markert forurenset (SFT 1997). LBRL = Lowest Biological Risk Level (Lydersen og Löfgren 2000). Årsgj.sn. og Maks angir EQS-verdier i henhold til Klassifiseringsveileder pr. 3.7.2009 (<http://www.vannportalen.no/>).

	Evjua 2008-2009			II/III	Vurderingsnormer		
	E1	E2	E3		LBRL	Årsgj.sn.	Maks
Arsen, µg As/l	0.23	0.20	0.19		5		
Kadmium, µg Cd/l	0.013	0.014	0.020	0.1	0.2	0.08	0.45
Krom, µg Cr/l	0.43	0.31	0.28	2.5	10		
Kobber, µg Cu/l	0.74	0.72	0.86	1.5	3.0		
Kvikksølv, ng Hg/l	1.4	1.6	1.5	5		50	70
Nikkel, µg Ni/l	0.55	0.50	0.57	2.5	5	20	-
Bly, µg Pb/l	0.19	0.19	0.19	1.2	2.5	7.2	-
Sink, µg Zn/l	2.16	1.83	6.80	20	50		
Jern, µg Fe/l	358	298	643				
Mangan, µg Mn/l	71	54	94				
pH	6.65	6.75	7.24				
Kond., m S/m	5.52	5.49	9.11				
Kalsium, mg Ca/l	7.07	6.89	13.2				
Turb., FNU	3.07	2.86	3.60				
TOC, mg C/l	11.7	10.1	8.84				

Tilstandsklasser (forurensningsgrader, SFT 1997):

I	II	III	IV	V
Ubetydelig forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset

## **4. Konklusjon**

Undersøkelsen tyder på at slamdeponiet ikke forurenses Evjua med tungmetaller, og at forurensningen fra søppelfyllinga er liten til moderat. Vurderingene er basert på relativt få prøver, og vi kan derfor ikke utelukke at det kan skje utlekking og transport av noe større mengder metaller f.eks. i forbindelse med mer ekstreme vær- og avrenningsforhold. Vi vil også nevne at markerte jernutfellinger lokalt vil kunne skade fisk og bunndyr samt at det virker uestetisk.

## 5. Litteratur

Biesinger, K.E. og Christensen, G.M. 1972. Effect of various metals on survival, growth, reproduction and metabolism of *Daphnia magna*. J. Fish. Res. Bd. Canada 29: 1691-1700.

Kjellberg, G. 2006. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2002. NIVA-rapport 4681-2006. 90 s.

Lithner, G. og Holm, K. 2003. Nya metaller och föroreningar i svensk miljö. Naturvårdsverket, rapport 5306. 77 s.

Løvik, J.E. og Romstad, R. 2008. Tiltaksrettet overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2007. NIVA-rapport 5574-2008. 40 s.

Lydersen, E. og Löfgren, S. 2000. Vad händer när kalkade sjöar återförsuras? En kunnskapsöversikt och riskanalys. Naturvårdsverket, rapport 5074. 76 s.

Nordgulen, Ø. 2005. Mjøsregionen, berggrunnskart M 1:125 000. Norges geologiske undersøkelse.

SFT 1997. Klassifisering av miljökvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.

Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Johansson, K., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Fjeld, E., Andersen, T., Vuorenmaa, J. og Røyset, O. 1999. Heavy metals in Nordic lakes; harmonized data for regional assessment of critical limits. NIVA rapport 4039-1999. 71 s.

Troedsson, T. og Nykvist, N. 1973. Marklära och markvård. AW Läromedel Stockholm. 403 s.

Vannportalen – sentral vannforvaltnings nettsted.

<http://www.vannportalen.no/>

## **6. Vedlegg**



**Tabell I.** Oversikt over kjemiske analysemetoder ved NIVA.

Analyse	Benevning	NIVA metodebetegnelse
pH		A 1: Elektrometrisk bestemmelse av pH med SP 100 analyserobot
Konduktivitet (Kond)	m S/m	A 2: Bestemmelse av konduktivitet med SP 100 analyserobot
Totalt organisk karbon (TOC)	mg C/l	G 4-2: Bestemmelse av TOC med peroksidisulfat/UV-metoden
Turbiditet (Turb)	FNU	A 4-2: Bestemmelse av turbiditet ved hjelp av Hach Model 2100 AN turbidimeter
Kalsium (Ca)	mg/l	C 4-3: Ionekromatografi
Arsen (As)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Kadmium (Cd)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Krom (Cr)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Kobber (Cu)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Jern (Fe)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Mangan (Mn)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Nikkel (Ni)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Bly (Pb)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Sink (Zn)	µg/l	E 8-3: ICP-MS
Kvikksølv (Hg)	ng/l	E 4-3: Bestemmelse av Hg i vann, slam og sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400

**Tabell II.** Analyseresultater fra Evjua 2008-2009. Ved utregning av middelværdier er ”mindre enn”-verdier byttet ut mot verdier lik halve deteksjonsgrensen.

Stasjon	Dato	pH	Kond. mS/l	Turb. FNU	TOC mg C/l	Arsen µg As/l	Kalsium mg Ca/l	Kadmium µg Cd/l	Krom µg Cr/l
Evjua 1	13.11.2008	6.69	5.60	0.81	13.4	0.21	7.63	0.010	0.10
Evjua 1	09.04.2009	6.31	7.03	10.2	15.5	0.31	7.96	0.024	0.38
Evjua 1	06.05.2009	6.95	4.05	0.52	9.9	0.20	5.45	0.008	0.60
Evjua 1	05.06.2009	7.05	5.39	0.76	8.1	0.20	7.25	0.008	0.62
	Minimum	6.31	4.05	0.52	8.1	0.20	5.45	0.008	0.10
	Maksimum	7.05	7.03	10.2	15.5	0.31	7.96	0.024	0.62
	<b>Middel</b>	<b>6.65</b>	<b>5.52</b>	<b>3.07</b>	<b>11.7</b>	<b>0.23</b>	<b>7.07</b>	<b>0.013</b>	<b>0.43</b>
Evjua 2	13.11.2008	6.94	5.68	0.78	9.7	0.24	7.24	0.006	<0.1
Evjua 2	09.04.2009	6.33	5.97	9.5	15.9	0.34	7.15	0.035	0.41
Evjua 2	06.05.2009	7.09	4.47	0.44	8.1	0.10	5.60	0.008	0.41
Evjua 2	05.06.2009	7.32	5.83	0.71	6.6	0.10	7.56	0.007	0.38
	Minimum	6.33	4.47	0.44	6.59	0.10	5.60	0.006	<0.1
	Maksimum	7.32	5.97	9.50	15.9	0.34	7.56	0.035	0.41
	<b>Middel</b>	<b>6.75</b>	<b>5.49</b>	<b>2.86</b>	<b>10.1</b>	<b>0.20</b>	<b>6.89</b>	<b>0.014</b>	<b>0.31</b>
Evjua 3	13.11.2008	7.23	7.94	1.24	8.4	0.20	10.9	0.008	0.10
Evjua 3	09.04.2009	6.92	9.49	10.9	14.9	0.34	14.8	0.057	0.30
Evjua 3	06.05.2009	7.54	8.61	0.87	6.9	0.10	12.1	0.008	0.35
Evjua 3	05.06.2009	7.66	10.4	1.4	5.1	0.10	15.1	0.007	0.36
	Minimum	6.92	7.94	0.87	5.14	0.10	10.9	0.007	0.10
	Maksimum	7.66	10.4	10.9	14.90	0.34	15.1	0.057	0.36
	<b>Middel</b>	<b>7.24</b>	<b>9.11</b>	<b>3.60</b>	<b>8.84</b>	<b>0.19</b>	<b>13.2</b>	<b>0.020</b>	<b>0.28</b>

Stasjon	Dato	Kobber µg Cu/l	Jern µg Fe/l	Kvikksølv ng Hg/l	Mangan µg Mn/l	Nikkel µg Ni/l	Bly µg Pb/l	Sink µg Zn/l
Evjua 1	13.11.2008	0.64	376	4.0	90	0.41	0.14	2.48
Evjua 1	09.04.2009	1.07	576	<1.0	127	0.76	0.45	3.06
Evjua 1	06.05.2009	0.59	200	<1.0	22	0.44	0.08	1.50
Evjua 1	05.06.2009	0.65	280	<1.0	46	0.60	0.08	1.60
	Minimum	0.59	200	<1.0	22	0.41	0.08	1.50
	Maksimum	1.07	576	4.0	127	0.76	0.45	3.06
	<b>Middel</b>	<b>0.74</b>	<b>358</b>	<b>1.4</b>	<b>71</b>	<b>0.55</b>	<b>0.19</b>	<b>2.16</b>
Evjua 2	13.11.2008	0.54	250	2.5	49	0.41	0.10	2.18
Evjua 2	09.04.2009	1.15	643	<1.0	141	0.68	0.50	3.40
Evjua 2	06.05.2009	0.58	150	3.0	16	0.44	0.07	1.00
Evjua 2	05.06.2009	0.63	150	<1.0	11	0.47	0.08	0.73
	Minimum	0.54	150	<1.0	11	0.41	0.07	0.73
	Maksimum	1.15	643	3.0	141	0.68	0.50	3.40
	<b>Middel</b>	<b>0.72</b>	<b>298</b>	<b>1.6</b>	<b>54</b>	<b>0.50</b>	<b>0.19</b>	<b>1.83</b>
Evjua 3	13.11.2008	0.67	736	2.5	67	0.37	0.10	3.98
Evjua 3	09.04.2009	1.62	1140	<1.0	242	1.10	0.57	16.4
Evjua 3	06.05.2009	0.60	327	2.5	31	0.58	0.07	4.75
Evjua 3	05.06.2009	0.55	370	<1.0	38	0.22	0.04	2.05
	Minimum	0.55	327	<1.0	31	0.22	0.04	2.05
	Maksimum	1.62	1140	2.5	242	1.10	0.57	16.4
	<b>Middel</b>	<b>0.86</b>	<b>643</b>	<b>1.5</b>	<b>94</b>	<b>0.57</b>	<b>0.19</b>	<b>6.80</b>

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)