

Kvikksølv i landmose omkring Norgips Norge AS i Svelvik, 2010



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: 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 Kvikksølv i landmose omkring Norgips Norge AS i Svelvik, 2010.	Løpenr. (for bestilling) 6100-2011	Dato 04.01.2011
	Prosjektnr. Udemnr. O-10372	Sider Pris 17 s.
Forfatter(e) Eirik Fjeld	Fagområde miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Øst-Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norgips Norge AS	Oppdragsreferanse Toril Roberg
--------------------------------------	-----------------------------------

Sammendrag

Vi har kartlagt konsentrasjonene av kvikksølv (Hg) i etasjemoser omkring bedriften Norgips Norge AS ved Tørkop, Svelvik kommune. Undersøkelsen er den tredje av sitt slag, og de andre ble utført i 2005 og 2007. Som råvare i produksjon av gipsplater benytter bedriften en industrigips som er noe anrikt på kvikksølv, og dette medfører utslipp av kvikksølv til luft. I 2009 var utslippene 4,37 kg kvikksølv, det tilsvarer omlag 0,7 % av de samlede menneskeskapt kvikksølvutlippene til luft i Norge. For å avdekke avsetningene av kvikksølvforurensning fra fabrikken ble konsentrasjonene i landmoser undersøkt på 15 stasjoner i Svelvikområdet. Konsentrasjonene var generelt lave, men nær fabrikken ble det påvist tydelig forhøyede nivåer sammenliknet med de øvrige stasjonene. Dette kan trolig forklares med avsetninger av støv fra råstoffet, samt avsetninger av reaktivt gassfase-kvikksølv fra produksjonen. Det kunne ikke påvises noen systematisk gradient i konsentrasjonene utenfor nærområdet (1–2 km). Konsentrasjonene var i sin helhet innenfor det vanlig forekommende variasjonsområdet som finnes i kystnære strøk på Sør- og Østlandet. Basert på utenlandske studier kan man anta at hovedmengden (> 50 %) av kvikksølvet som slippes ut foreligger som elementært Hg som i liten grad avsettes på lokal skala.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Industri 2. Kvikksølv 3. Landmoser 4. Miljøforurensninger 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Industry 2. Mercury 3. Terrestrial mosses 4. Environmental pollution
--	---



Eirik Fjeld
Prosjektleder



Thorjorn Larssen
Forskningsleder



Bjorn Faafeng
Seniorrådgiver

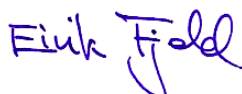
**Kvikksølv i landmose omkring Norgips Norge AS i
Svelvik, 2010**

Forord

Som et ledd i miljøkartleggingen til Norgips Norge AS analyseres det kvikksølv i landmoser (etasjemose) i området omkring bedriften i Svelvik kommune. Kartleggingen har som formål å dokumentere graden og utstrekningen av nedfall av kvikksølv fra bedriften. Undersøkelsen i 2010 er den tredje som gjennomføres, og de tidligere undersøkelsene er gjort i 2005 og i 2007.

Moseprøver ble samlet inn den 13. og 14. august av Eirik Fjeld og Sigurd Rognerud. Analysene ble utført ved NIVAs laboratorium i Oslo og rapporten er skrevet av Eirik Fjeld.

Oslo, 04. januar, 2011



Eirik Fjeld

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Metoder	8
3. Resultater	9
3.1 Sammenlikning mellom år	9
3.2 Geografisk variasjon	10
4. Vurdering av resultatene	12
4.1 Tidsmessige variasjoner	12
4.2 Lokale variasjoner	12
4.3 Sammenlikning med nasjonale utslipp	13
4.4 Konklusjoner	13
5. Referanser	15

Sammendrag

Norgips Norge AS har gitt NIVA i oppdrag å undersøke konsentrasjonene av kvikksølv i moser i miljøet omkring bedriften i Tørkop (Svelvik kommune). Bedriften produserer gipsplater basert på industrigips som råvare. Industrigips er et biprodukt fra rensing av røykgasser fra kullkraftverk, og kan derfor være noe anriket på kvikksølv.

Kvikksølvet i rågipsen kan tilføres omgivelsene gjennom avgasser fra fabrikk og via støv som virvles opp ved lossing og transport i tørre perioder. For å kartlegge nedfallet av kvikksølvforurensning fra fabrikk blir det nå rutinemessig gjort undersøkelser av kvikksølvkonsentrasjoner i landmoser på 15 stasjoner i området rundt fabrikk ved Tørkop. Undersøkelsen følger samme metode som Klifs (tidligere SFT) landsomfattende moseundersøkelser. Disse har vært gjennomført hvert 5. år siden 1985 (Steinnes et al. 1995, 2001, 2005).

Moseprøvene tatt i 2010 indikerte at det i bedriftens nærområde var en økt atmosfærisk avsetning av kvikksølv sammenliknet med prøvepunkter lenger fra fabrikk. Utover dette var ingen tegn til en systematisk gradient i konsentrasjonene som kunne relateres til utslipp fra bedriften. Sammenliknet med prøver fra den nasjonale moseundersøkelsen var konsentrasjonene innenfor det vanlig forekommende variasjonsområdet for regionen.

Basert på bedriftens egne opplysninger var utslippene gjennom skorsteinene til luft 4,37 kg i 2009. Dette utgjør omlag 0,7 % av de nasjonale årlige utslippene. De globale utslippene av kvikksølv i 2005 var på 1930 tonn (Pacyna et al. 2008). Kvikksølvutslippene fra Norgips foreligger i gassfase, trolig hovedsakelig (> 50 %) som elementært kvikksølv. Dette har et annet avsetningsmønster enn det partikkelbundne kvikksølvet som foreligger i støvet fra bedriftens råmateriale, og avsettes i liten grad på en lokal skala.

Summary

We have mapped the concentrations of mercury (Hg) in stair-step mosses (*Hylocomium splendens*) in the vicinity of Norgips Norway AS's factory at Tørkop, Svelvik municipality. The survey is the third of its kind, and the others were conducted in 2005 and 2007. The company uses an industrial plaster which is slightly enriched in mercury as a raw material in the production of plasterboard. The annual emission to air was 4.37 kg of mercury in 2009, ie approximately 0.7% of total anthropogenic emissions to air in Norway. To reveal the deposition of Hg pollution from the factory, the concentrations of mercury in stair-step mosses were examined at 15 stations in the region. The concentrations were generally low, but near the factory we found clearly elevated levels compared with the other stations. This can probably be explained by depositions of dust from the raw material, as well as deposition of reactive gas phase mercury from the production. It could not be detected any systematic gradient in concentrations outside the factory's neighbouring area. The concentrations were all within the commonly occurring range of variation found in coastal areas of southern and eastern Norway. We suggest that the emitted mercury exists mainly as elemental gaseous mercury which is not readily deposited on a local scale.

Title: Mercury in stair-step mosses in the vicinity of Norgips Norge AS at Svelvik, 2010.

Year: 2011

Author: Eirik Fjeld

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5835-6

1. Innledning

Norgips Norge AS ble dannet i 1964 og de første gipsplatene ble produsert året etter. Siden den gang har fabrikkene ved Tørkop i Svelvik kommune blitt utvidet og oppdatert. Fabrikkene brukte tidligere naturgips som råstoff, men dette er i sin helhet erstatt av industrigips som er et biprodukt fra rensing av røykgasser fra kullkraftverk. Renseteknikken i kraftverkene (FGD, flue gas desulfurization) innebærer at svovelutslippene kontrolleres ved at røykgassene behandles med en kalkløsning og sulfat felles ut som gips. Industrigips inneholder generelt lite tungmetaller da disse hovedsakelig blir holdt tilbake i kraftverket. Kvikksølv (Hg) er imidlertid lettflyktig og føres sammen med flyktige svoveloksider i røykgassene til reaksjon med kalk i produksjonsanlegget for gips. Industrigips kan derfor være noe anrikt på kvikksølv.

Analyseresultater fra 2006 viser at industrigipsen Norgips benyttet som råmateriale hadde et kvikksølvinnhold i området 0,2–0,4 mg/kg tørrstoff (TS). I norske miljømyndigheters klassifiseringssystem for forurenset grunn tilsvarer dette tilstandsklasse 1, meget god (< 1 mg/kg TS) (SFT 2009), og dette er også et vanlig forekommende konsentrasjonsområde i norske innsjøsedimenter (Rognerud et al. 2008).

Det er finnes få publiserte undersøkelser av kvikksølvutslippene fra gipsplateindustrien internasjonalt, men i en studie fra USA var kvikksølvkonsentrasjonene i råmaterialet (industrigips fra kraftverk) til tre gipsplateprodusenter i området 0,1–1 mg/kg TS (Sanderson *et al.* 2008), alt avhengig av kullkvalitet og renseteknologi benyttet i kraftverkene. Under produksjonen av gipsplater ble mellom 2% til 55% av kvikksølvet i rågipsen sluppet ut til atmosfæren, noe som innebar en tapsrate på 0,01 til 0,17 gram Hg/tonn gips.

Fra virksomheten til Norgips ved Tørkop tilføres kvikksølv omgivelsene gjennom avgasser fra fabrikkene og via støv som virvles opp ved lossing og transport av gips i tørre perioder (Veritas 2000). For å kartlegge den atmosfæriske avsetningen av kvikksølv ble konsentrasjoner i etasjemose analysert på 15 stasjoner i området rundt fabrikkene ved Tørkop. Metoden avdekker relative forskjeller i konsentrasjoner av Hg i landmose ved ulike avstander fra fabrikkene og indikerer spredningen av kvikksølvforurensninger fra virksomheten.

Undersøkelsen ble gjennomført etter samme opplegg som Klifs landsomfattende moseundersøkelser. Disse har vært gjennomført hvert 5 år siden 1985 (Steinnes et al. 1997, 2001, 2007). I denne rapporten sammenlikner vi våre resultater med de fra den nasjonale kartleggingen i 2005.

2. Metoder

Moser er velegnet for overvåkning av atmosfæriske avsetninger av tungmetaller og sporelementer. Da de tar opp næring fra bladverket mangler de rotsystemet og det ytre voksaktige vannavstøtende laget på bladverket (cuticula) som høyerestående planter har. De har derfor en evne til å binde mange tungmetaller og andre sporelementer ganske sterkt, og vil derfor akkumulere disse stoffene fra atmosfæren. Ettersom prøvetaking av mose er enkelt, og fordi elementene er sterkt oppkonsentrert fra den lufta eller nedbøren de stammer fra, er denne teknikken godt egnet for nedfallsundersøkelser.

I nasjonale overvåkningsprogrammer over nedfallet av tungmetaller i Norge brukes bladmosen etasjemose (*Hylocomium splendens*). Den har en vid utbredelse og finnes de fleste steder i landet, er lett gjenkjennelig og har en enkelt identifiserbar årlig tilvekst.

Innsamlingen av etasjemose i området omkring bedriften i Tørkop, heretter kalt Svelvikområdet, skjedde 13.–14. august 2010. Prøvetakingen fulgte samme retningslinjer som gitt i de nasjonale undersøkelsene (Steinnes *et al.* 1997). Dette innebærer blant annet at prøveuttaket av mosene ikke skjer fra bestander som vokser under trær og busker. Vi har benyttet oss av siste års tilvekst (årsskudd). Mosen er tørket ved 35 °C, oppsluttet i salpetersyre og analysert på NIVAs laboratorium etter akkreditert metode E-4-3, dvs. kaldamp-atomabsorpsjon-spektroskopi. Alle konsentrasjoner som omtales er basert på prøvens tørrvekt.



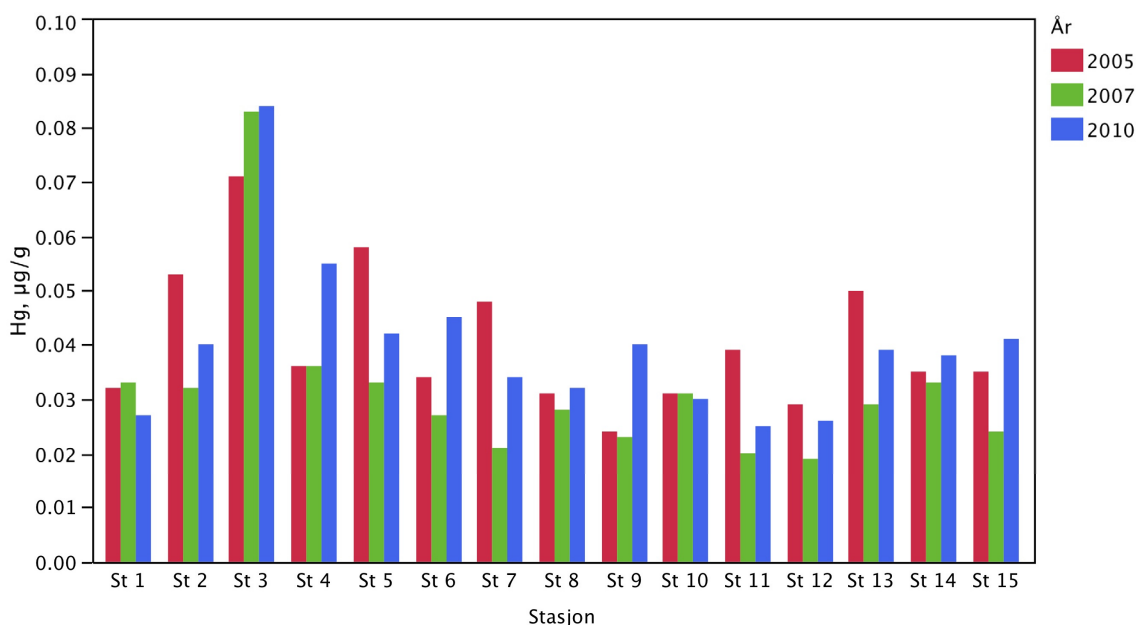
Innsamling av etasjemose og nærbilde av ett årsskudd (kilde: [Wikimedia Commons](#))

3. Resultater

3.1 Sammenlikning mellom år

Konsentrasjonene i 2010 var i området 0,025 til 0,084 $\mu\text{g/g}$. De var i hovedsak svært like de som ble funnet i 2005 (nær identisk middelværdi: $0,040 \pm 0,001 \mu\text{g/g}$), men noe høyere enn de som ble funnet i 2007 ($0,031 \pm 0,002 \mu\text{g/g}$) (Figur 1, Tabell 1). Rådata er gitt i vedlegg 1.

En statistisk analyse (toveis variansanalyse) viste at middelkonsentrasjon for 2007 var signifikant lavere enn for de to andre undersøkelsesårene ($p < 0,01$), mens ingen forskjeller kunne påvises mellom 2010 og 2007 ($p = 0,98$). Analysen er gitt i vedlegg 2.



Figur 1. Søylediagram som viser konsentrasjonene av kvikksølv i etasjemose (*Hylocomium splendens*) ved de ulike stasjonene i Svelvikområdet.

Tabell 2. Statistikk for kvikksølvkonsentrasjoner i etasjemose (*Hylocomium splendens*) i Svelvikområdet. Tabellen viser år for innsamling, antall prøver (N), gjennomsnittsverdier, standardavvik (SD), standard feil (SE), samt minium- og maksimumsverdier. Data fra utkanten av området, hentet fra en nasjonal kartlegging i 2005, er gitt i rekken merket NK 2005.

År	N	Hg, $\mu\text{g/g}$				
		Gjennomsnitt	SD	SE	Min.	Maks.
2005	15	0,040	0,013	0,003	0,024	0,071
2007	15	0,031	0,015	0,004	0,019	0,083
2010	15	0,040	0,015	0,004	0,025	0,084
NK 2005*	6	0,054	0,014	0,006	0,037	0,074

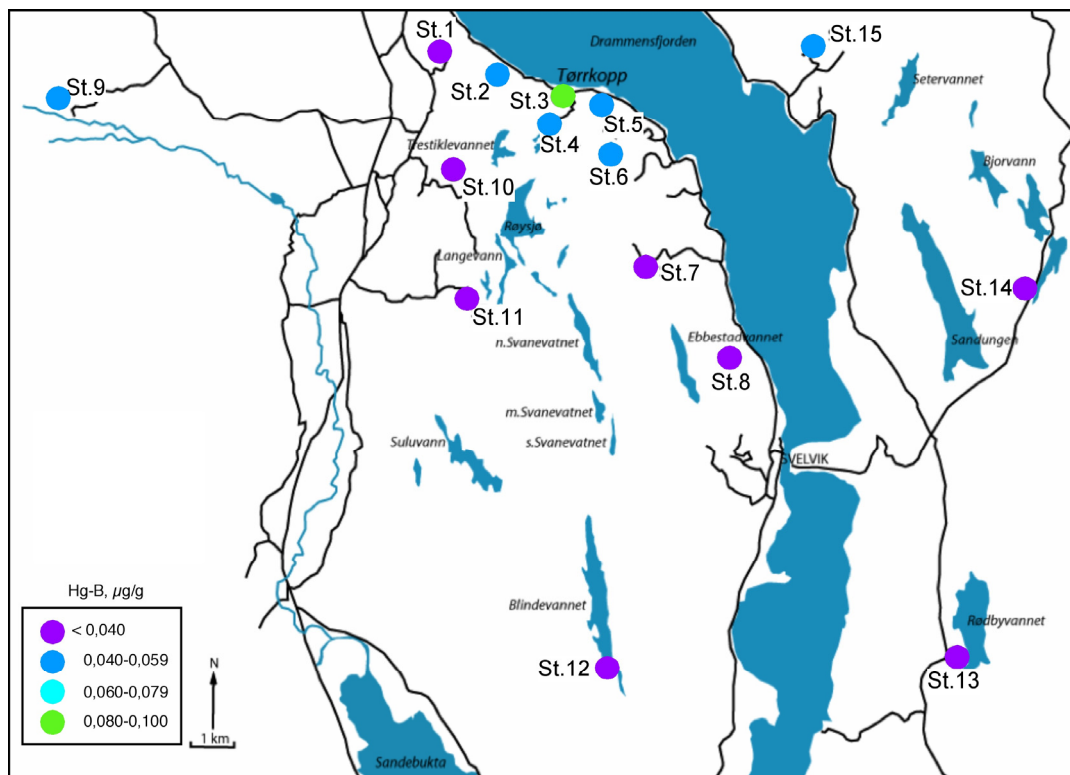
*Data fra Dr. Eiliv Steinnes, NTNU, personlig meddelelse.

3.2 Geografisk variasjon

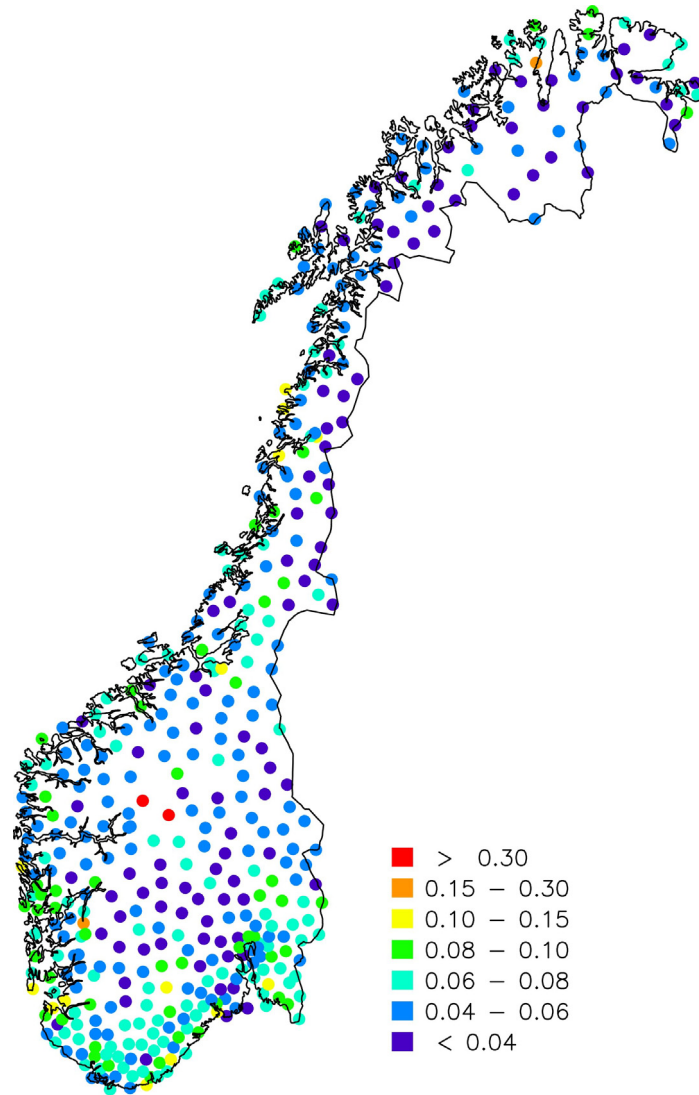
Moseundersøkelser benyttes rutinemessig av Klif for å kartlegge nedfallet av en rekke tungmetaller. Siste nasjonale undersøkelse ble gjennomført i år 2005 (Steinnes 2007) og data fra denne benytter vi til å sammenligne med våre funn. I kartet over vår undersøkelse i 2010 (Figur 2) er konsentrasjonene inndelt i fire klasser og gitt samme fargekode som for den nasjonale undersøkelsen (Figur 3). Fargene er valgt for å illustrere stigende konsentrasjoner og må ikke forveksles med fargekodingen benyttet av Klif for klassifisering av forurensningsgrad.

Den høyeste verdien i årets undersøkelse ($0,085 \mu\text{g/g}$) ble funnet like i nærhet av bedriften (St. 3), og konsentrasjonene ved de fire øvrige stasjonene som lå i en radius av 1–2 km fra bedriften hadde et svakt høyere konsentrasjonsnivå ($0,040 - 0,055 \mu\text{g/g}$) enn de andre ($0,025 - 0,041 \mu\text{g/g}$).

Til sammenlikning viser den nasjonale undersøkelsen fra 2005 at det i et bredt område som omfatter store deler av kysten i Sør-Norge var det vanlig forekommende konsentrasjonsområdet for kvikksølv i moser $0,04 - 0,1 \mu\text{g/g}$ (Figur 3). På en mindre geografisk skala, i utkanten av det området vi har undersøkt, var konsentrasjonene på seks lokaliteter i området $0,037 - 0,074 \mu\text{g/g}$ (Drammen – Jeløy, Tabell 1).



Figur. 2. Kvikksølv i etasjemose (*Hylocomium splendens*) innsamlet ved 15 forskjellige prøvestasjoner i Svelvikområdet, høsten 2010. Bedriften Nordgips Norge AS ligger nordøst for St. 3 ved Tørrkopp. Konsentrasjonene er inndelt i fire forskjellige klasser, fargekodet som i den nasjonale undersøkelsen fra 2005 i Figur 3.



Figur. 2. Nasjonal kartlegging av kvikksølv i etasjemose (*Hylocomium splendens*) innsamlet høsten 2005. Figuren er hentet fra Steinnes (2007).

4. Vurdering av resultatene

I det følgende gir vi en skjønnsmessig vurdering av resultatene med vekt på å diskutere (i) endringene over tid, (ii) de forhøyede konsentrasjonene i moseprøvene hentet nær bedriften, (iii) samt å sammenlikne konsentrasjonene og bedriftens utslippstall med øvrige nasjonale data.

4.1 Tidsmessige variasjoner

Moseundersøkelsene i 2010 viste i likhet med undersøkelsene i 2005 og 2007 (Rognerud og Fjeld, 2006; Fjeld 2007) at avsetningene av kvikksølv fra bedriften var svært lokale og i hovedsak begrenset til dens nærområde (nærmere enn 2 km).

Konsentrasjonene i 2010 er sammenliknbare med konsentrasjonene i 2005, med nær identiske middelveier (0,040 µg/g), men var svakt høyere enn konsentrasjonene i 2007 (middel: 0,031 µg/g). Økningen fra 2007 til 2010 var statistisk signifikant, men nivåene i 2010 må likevel karakteriseres som ordinære, på den måten at de ikke skiller seg fra de vanlig forekommende konsentrasjonene som finnes i utkanten av vårt undersøkelsesområde (Drammen – Jeløy, 0,04–0,07 µg/g) og forøvrig i kystnære områder av Sør- og Østlandet (0,04–0,1 µg/g) (Steinnes 2007).

Produksjonsmengden av gipsplater i 2005 var 23,5 mill. m², mens en oppgradering av bedriften i 2007 la opp til en kapasitetsøkning på 32 mill. m², det vil si en økning på 36 %. Oppgraderingen av anlegget innebar en bedret rensing av støvutslippene, da omlag halvparten av luftmengdene som renses nå går over i et nytt renseanlegg. Støvutslippet fra dette anlegget er i området 1–4 mg/m³, sammenliknet med ca. 20 mg/m³ i det gamle anlegget. Avsetningen av kvikksølv med støv i bedriftens nærområde har derfor etter all sannsynlighet avtatt som følge av nytt anlegg.

Årsaken til at konsentrasjonene i 2010 var svakt forhøyet sammenliknet med de i 2007 trenger ikke reflektere at utslippene fra bedriften har økt tilsvarende. Prøvene i 2007 ble tatt noe tidligere enn i 2010 (henholdsvis juli og august) slik at eksponeringsperioden for mosene har vært noe kortere. Ulike meteorologiske forhold, så som endringer i vind og nedbør, vil også kunne påvirke de årlige variasjonene.

4.2 Lokale variasjoner

De høyeste konsentrasjonene av kvikksølv i mose ble funnet nær bedriften, ved prøvetakningsstasjon St. 3 og St. 4. Konsentrasjonene her var henholdsvis 0,084 og 0,055 µg/g. Sammenliknet med data fra andre belastede norske industriområder er imidlertid dette ikke spesielt høyt. En undersøkelse av utslipp fra norske industriområder viste at de høyeste konsentrasjonene i moseprøver fra Odda og Mo i Rana i 2001 var i området 0,3–0,45 µg/g (Berg et al. 2003), det vil si 3,5 til 8 ganger høyere enn ved Tørkop.

Det var òg en antydning til svakt forhøyede konsentrasjoner ved stasjonene i en radius på 1–2 km fra bedriften (0,040–0,045 µg/g), men utover dette kunne ingen systematiske gradienter spores. Til sammenlikning var medianverdien i hele prøvematerialet 0,039 µg/g og dette kan betraktes som det vanlig forekommende bakgrunnsnivået i området. Det er allerede en ikke ubetydelig variabilitet i kvikksølvavsetningene i Oslofjordområdet, og modellberegninger fra EMEP for 2008 (Figur 3) viser et variasjonsområde på 8–12 g/km² per år (EMEP 2010).

Konsentrasjonene avviker ikke fra de regionale verdiene rapportert i den nasjonale undersøkelsen fra 2005 (Steinnes 2005). Denne viste at i et bredt område som omfatter store deler av kysten i Sør-Norge

var den vanlig forekommende konsentrasjonen for kvikksølv i moser 0,04–0,1 µg/g. På en mindre geografisk skala, i utkanten av det området vi har undersøkt, var konsentrasjonene på seks lokaliteter i intervallet 0,037–0,074 µg/g. Konsentrasjonene vi målte i Svelvikområdet i 2010 (0,025–0,084 µg/g) viser derfor ingen avvikende høye nivåer sammenliknet med den nasjonale undersøkelsen.

Kvikksølv fra bedriften tilføres omgivelsene hovedsaklig gjennom avgasser fra fabrikk og via støv som virvles opp ved lossing og transport av gips i tørre perioder (Veritas 2000). Kvikksølv i avgassene kan fraksjoneres som elementært, metallisk kvikksølv (Hg^0) og som to-verdig (Hg^{2+}) reaktivt gassfase-kvikksølv (RGM, reactive gaseous mercury). Elementært kvikksølv har en lang oppholdstid i atmosfæren, trolig mellom 0,5–1 år, da det må oksideres til Hg^{2+} for å avsettes effektivt (Slemr *et al.* 1985, Lindqvist and Rodhe, 1985). Reaktivt gassfase-kvikksølv er vannløselig, har en sterk partikkelaffinitet og avsettes derfor langt hurtigere enn elementært kvikksølv (Sheu and Mason, 2001).

Undersøkelser av gipsplateprodusenter i USA viser at elementært kvikksølv dominerer i avgassene (>50 %), men RGM finnes også i varierende grad (Sanderson *et al.* 2008). Avhengig av tilstandsform vil derfor kvikksølvet ha et ulikt avsetningsmønster fra bedriften ved Tørkop. Gipsstøvet vil avsettes forholdsvis hurtig i bedriftens nærområder. RGM har potensiale for å fraktes lengre vekk fra bedriften, mens elementært kvikksølv i gassfase kun i mindre grad avsettes på lokal skala.

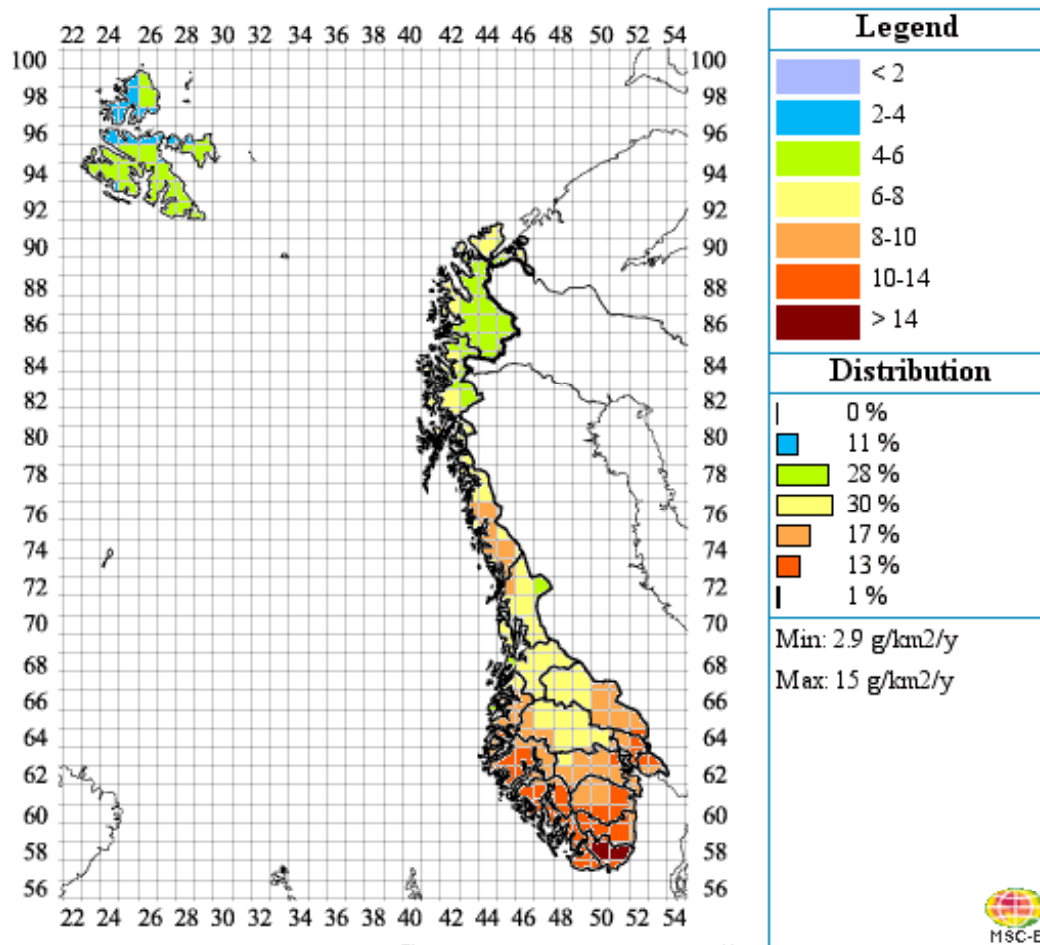
Ut fra dette kan det konkluderes med at utslippene fra bedriften trolig har en lang atmosfærisk oppholdstid og i liten grad gjør seg gjeldende på en lokal skala. Økningene i kvikksølvavsetningen i nærområdet kan forklares med avsetning av støv fra bedriftens råmateriale, samt avsetning av reaktivt gassfase-kvikksølv som stammer fra produksjonen.

4.3 Sammenlikning med nasjonale utslipp

Basert på innrapporterte opplysninger til Klif var bedriftens utskipp av kvikksølv til luft 4,37 kg i 2009. De nasjonale menneskeskapte utslippene til luft i 2008 var 625 kg (SSB 2010). For samme år er det beregnet at de totale atmosfæriske avsetningene av kvikksølv til Norge er 2 900 kg, hvorav bidraget som stammer fra Norge er 80 kg (EMEP 2010). Tall fra 2009 har det ikke lyktes oss å finne, men antas de å være av samme størrelse, så vil utslippene fra Norgips Norge AS utgjøre 0,7 % av de nasjonale utslippene til luft. Til sammenlikning var de globale utslippene i 2005 beregnet å være på 1930 tonn (Pacyna *et al.* 2008).

4.4 Konklusjoner

- Moseprøvene indikerte at det i bedriftens nærområde var en økt atmosfærisk avsetning av kvikksølv sammenliknet med områder mer enn 1–2 km unna bedriften
- Konsentrasjonene av kvikksølv i mose var noe høyere enn resultatene fra 2007, men var i gjennomsnitt like dem fra 2005.
- Utover at vi fant en noe høyere konsentrasjon i mosene nær bedriften var det ingen tegn til en systematisk gradient som kunne relateres til utslipp fra bedriften. En sammenlikning mot et større nasjonalt/regionalt materiale viser at ingen av moseprøvene hadde avvikende høye nivåer.
- De noe høyere kvikksølvkonsentrasjonene i mose i nærområdet kan forklares med avsetning av støv fra bedriftens råmateriale, samt avsetning av reaktivt gassfasekvikksølv som stammer fra produksjonen.
- Det er sannsynlig at mer enn 50 % av kvikksølvutslippene foreligger som elementært kvikksølv i gassfase. Dette har en lang oppholdstid i atmosfæren og avsettes i liten grad på en lokal skala.
- Basert på bedriftens egne opplysninger var utslippene fra produksjonen og ut gjennom skorsteinene 4,37 kg/år i 2009. Dette utgjør omlag 0,7 % av de nasjonale årlige utslippene.



Figur 3. Avsetninger av kvikksølv fra nasjonale og eksterne kilder i 2008 (g/km²/år). Figuren er fra EMEP (2010).

5. Referanser

- Berg, T., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.-L. og Steinnes, E. 2003. Relativ betydning av nasjonale metallutslipp i forhold til avsetning fra atmosfærisk langtransport og naturlige kilder. SFT rapport, TA-1950/2003. 80s.
- EMEP. 2008. URL=<http://www.msceast.org/countries/Norway/index.html>. Lastet den 15.11. 2010.
- Fjeld, E. 2007. Norgips Norge AS, økning av produksjonsvolum og kvikksølvutslipp til miljøet. NIVA notat. Datert 17.07.2007. 6 s.
- Lindqvist, O. and Rodhe, H. 1985. Atmospheric mercury – a review. *Tellus* 37B, 136- 159.
- Rognerud, S. and Fjeld E., 2000. Trace element contamination of Norwegian lake sediments. *Ambio* 30: (1): 11-19.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. 2005. Kvikksølv i landmose omkring Norgips sin fabrikk ved Tørkop. NIVA rapport, LNR 5171–2006. 11 s.
- SFT. 2009. Tilstandsklasser for forurenset grunn. SFT veileder, TA-2553. 27 s.
- Sheu, G.-R. and Mason, R.P. 2001. An examination of methods for the measurmens of reactive gaseous mercury in the atmosphere. *Environ. Sci. Technol.* 35: 1209–1216.
- Slemr, F., Schuster, G. and Seiler, W. 1985. Distribution, speciation, and budget of atmospheric mercury. *Journal of Atmospheric Chemistry* 3, 401–434.
- SSB. 2010. URL=<http://www.ssb.no/emner/01/04/10/milgiftn/>. Lastet den 15.11. 2010.
- Steinnes, E. Berg, T., Vadset, M. og Røyset, O. 1997. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 1995. Statlig program for forureningsovervåkning. Rapport 691/97, SFT, Oslo
- Steinnes, E. Berg, T., Sjøbakk, T.E., Uggerud, H. og Vadset, M. 2001. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2000. Statlig program for forureningsovervåkning. Rapport 838/01, SFT, Oslo.
- Steinnes, E., berg, T., Uggerud, H., og Vadset, M. 2007. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2005. SFT rapport, TA-2241/2007. 26 s.
- Veritas 2000. Norgips AS. Måling av støvnedfall 1998–1999. Rapport nr. 2000-3196

Vedlegg 1.

Kartkoordinater (UTM sone 32v) og kvikksølvkonsentrasjoner i etasjemose (Hylocomium splendens) ved Tørkop og regionen omkring (St. 1–15), samt data fra en nasjonal kartlegging i 2005 (merket NK).*

Stasjon	UTM-koordinater		Hg-konsentrasjon, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ tørrstoff		
	øst-vest	nord-sør	år 2005	år 2007	år 2010
St. 1	571779	6618513	0,032	0,033	0,027
St. 2	572980	6618118	0,053	0,032	0,040
St. 3	574359	6617692	0,071	0,083	0,084
St. 4	574462	6617373	0,036	0,036	0,055
St. 5	575422	6617562	0,058	0,033	0,042
St. 6	575578	6616233	0,034	0,027	0,045
St. 7	576474	6613759	0,048	0,021	0,034
St. 8	578334	6611443	0,031	0,028	0,032
St. 9	563051	6617263	0,024	0,023	0,040
St. 10	571847	6615452	0,031	0,031	0,030
St. 11	572191	6613110	0,039	0,020	0,025
St. 12	575568	6604550	0,029	0,019	0,026
St. 13	583534	6605091	0,050	0,029	0,039
St. 14	584938	6613505	0,035	0,033	0,038
St. 15	580009	6618851	0,035	0,024	0,041
NK: 10-Jeløy*	593625	6591626	0,062		
NK: 14-Drøbak*	594272	6613120	0,052		
NK: 86-Røyken*	581450	6624295	0,038		
NK: 87-Konnerud*	560625	6621503	0,037		
NK: 111-Botne*	569062	6590753	0,059		
NK: 112-Holmsbu*	578193	6602722	0,074		

*Data fra Dr. Eiliv Steinnes, NTNU personlig meddelelse.

Vedlegg 2.

Variansanalyse av kvikksølvkonsentrasjoner i moser. Test for forskjeller mellom år.

Whole Model

Summary of Fit

RSquare	0.838022
RSquare Adj	0.745462
Root Mean Square Error	0.007337
Mean of Response	0.037244
Observations (or Sum Wgts)	45

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	16	0.00779889	0.000487	9.0539	
Error	28	0.00150742	0.000054	Prob > F	
C. Total	44	0.00930631			<.0001*

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Year	2	2	0.00075324	6.9957	0.0034*
Station	14	14	0.00704564	9.3479	<.0001*

Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
2005	0.04040000	0.00189449	0.040400
2007	0.03146667	0.00189449	0.031467
2010	0.03986667	0.00189449	0.039867

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha = 0.050$ $Q = 2.47429$

Level	- Level	Difference	Std Err Dif	Lower CL	Upper CL	p-Value
2005	2007	0.0089333	0.0026792	0.002304	0.0155625	0.0066*
2010	2007	0.0084000	0.0026792	0.001771	0.0150292	0.0108*
2005	2010	0.0005333	0.0026792	-0.006096	0.0071625	0.9784

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 • post@niva.no