

Kvicksilver från havet



Sjösättning av prototyp för atomiserad *in-situ* analys av kvicksilver i havsvatten ombord på italienska forskningsfartyget *Urania*, Medelhavet juli 2000. (Artikelförfattaren syns längst upp)

Foto: Vesna Fajon

Stora mängder kvicksilver avges från havsytor till atmosfären. Det finns beräkningar som visar att en tredjedel av allt kvicksilver som årligen tillförs atmosfären (ca 2 000 ton), kommer från havs- och sjöytor. Genom bl.a. förbränning av fossila bränslen släpps kvicksilver ut i luften och en del av detta hamnar till slut i sjöar och hav. Där kan kvicksilvret omvandlas och bioackumuleras (anrikas) i fisk eller återföras, reemitteras, till atmosfären för att sedan falla ned någon annanstans.

Atmosfären är mycket viktig för kvicksilvrets spridning och omvandling, men luften är för den skull inte farlig att andas eftersom kvicksilverinnehållet är mycket ringa. Människans användning av metallen har visserligen fördubblat halten i luft jämfört med den naturliga (bakgrundskoncentrationen över norra halvklotet ligger strax över 0,2 biljondelar baserat på volym) men detta är långt under det hygieniska gränsvärdet. Hotet från kvicksilver i miljön ligger istället i dess benägenhet att anrikas i fisk. Trots försök att nedbringa utsläppen i Europa under de sista decennierna, är halterna i fisk från vissa sjöar fortfarande så höga att fisken kan vara farlig att äta. Barn och gravida kvinnor bör inte alls äta insjöfisk, om den kan misstänkas innehålla förhöjda halter av kvicksilver. Även sådan havsfisk som ligger högt i näringsväven,

t.ex. tonfisk från Medelhavet, kan ha förhöjda halter av kvicksilver.

Omvandling av kvicksilver sker i luft och vatten

Den dominerande formen av kvicksilver i luft utgörs av *elementärt* kvicksilver (Hg^0), dvs. enskilda gasformiga atomer. Eftersom kvicksilver är en flyktig och relativt ädel metall, kan den transporteras långt innan den oxideras* och därefter faller ned (*deponeras*). En del hamnar direkt i hav och sjöar, en del på mark, som utgör avrinningsområden till vattendrag, varför kvicksilvret förr eller senare ändock hamnar i hav och sjöar. Där kan det sedan omvandlas ytterligare. En del transporteras till botten, där det med hjälp av mikroorganismer kan övergå till *organiskt kvicksilver**. Denna form av kvicksilver tas mycket lätt upp av biologiskt material och kan anrikas i näringskedjorna. Det kvicksilver, som inte transporteras till botten, kan omvandlas på flera andra sätt. En viktig process är när det oxiderade kvicksilvret reduceras* och därmed blir flyktigt. Även detta kan ske med hjälp av mikroorganismer, men också solljus och organiska ämnen i ytvattnet kan överföra kvicksilver till flyktig form. Det är troligtvis denna process, som gör havsytor till stora utsläppskällor av kvicksilver.



Manuell vattenprovtagning i Atlanten utanför atmosfärforskningsstationen vid Mace Head, Irland, september 1999.

Foto: Katarína Gärdfeldt

Kvicksilverforskning i Europa

För att förstå hur kvicksilver sprids i ekosystemen är det nödvändigt att kartlägga både utsläppskällor och transportvägar, men också att undersöka de kemiska reaktioner, som är betydelsefulla för kvicksilvrets omvandling till den giftigaste formen organiskt kvicksilver.

Eftersom kvicksilver sprids genom luften över nationsgränserna är det extra värdefullt att bedriva forskning tillsammans med andra länder. På avdelningen för oorganisk kemi vid Göteborgs universitet samarbetar vi med IVL Svenska miljöinstitutet samt med forskningsinstitut och universitet i flera länder i Europa. Vi försöker att tillsammans identifiera och uppskatta storleken på källor till atmosfäriskt kvicksilver, med fokus på flöden, som är viktiga för bildningen av organiskt kvicksilver i miljön. Genom gemensamma mätkampanjer har vi bl.a. kunnat konstatera att kvicksilverutsläpp i mellersta Europa följer vindarna långa sträckor och ger upphov till förhöjda halter i Sverige.

Mätning av kvicksilver i havsvatten

En stor del av vår forskning innebär att vi mäter förekomsten av kvicksilver på olika platser. Vi försöker också att förbättra mätmetoderna för olika former av kvicksilver i miljön. Utveckling av teknik för vattenmätningar är viktig i försöket att mäta kvicksilveremission från havsytor. Resultat från våra mätningar från svenska västkusten, Atlanten utanför Irland samt från Medelhavet, visar att just Medelhavet är en förhållandevis stor utsläppskälla av kvicksilver. Detta beror på en hög kvicksilverkoncentration i vattnet, men också på en hög vattentemperatur och stark solinstrålning. En annan viktig faktor för kvicksilveremission från naturliga vatten är vinden. Dagar med mycket sol och vind ger en högre kvicksilveremission än stilla nätter.

Kvicksilvrets atmosfäriskemi

En annan del av vår kvicksilverforskning går ut på att försöka ta reda på vilka reaktioner som är viktiga för omvandling av kvicksilver i luft och vatten. Exempel på sådana reaktioner är oxidations- och reduktionsreaktioner med s.k. fotokemiskt producerade radikaler, vilka i förorenad luft kan bildas av kväveoxider, kolväten (t.ex. bensinångor) och solljus. Den oxiderade formen är mycket mer vattenlöslig* än den elementära och deponeras därför mycket lättare, dvs. den faller ned med regn. Det är också den oxiderade formen, som är av störst betydelse för bildning av organiskt kvicksilver. Den reducerade formen är däremot mycket mer flyktig och har störst betydelse för t.ex. reemission* från hav till atmosfären och spridning på global nivå.

Med kännedom om hur snabba de olika kvicksilverreaktionerna är, samt om hur mycket det finns av de olika kvicksilverformerna, kan man bedöma vilka omvandlingsreaktioner som är betydelsefulla. Dessa kunskaper kan sedan användas för datamodellering av kvicksilvrets spridning i miljön och för att belysa vilka åtgärder som är nödvändiga för att på sikt få ned halterna av kvicksilver i miljön.

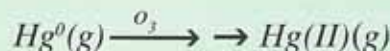


Provtagningsutrustning för havsvattenprofiler ombord på italienska forskningsfartyget Urania.

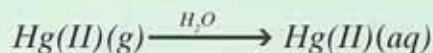
Foto: Vesna Fajon

*

Exempel på oxidation av flyktigt elementärt kvicksilver i luft, $Hg^0(g)$, är dess reaktion med ozon (O_3):



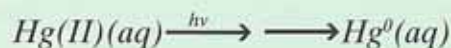
Oxiderat kvicksilver i luft $Hg(II)(g)$ kan lösas i vatten (aq):



Det oxiderade kvicksilvret kan i vatten omvandlas till organiskt kvicksilver. Detta är den giftigaste formen av kvicksilver.



Exempel på reduktion av oxiderat kvicksilver i vatten $Hg(II)(aq)$ med hjälp av solljus (hv):



Elementärt kvicksilver i vatten $Hg^0(aq)$ kan reemitteras till luft:

