

## KVIKSØLV

### Jordkvalitetskriterium: 1 mg/kg jord

Kviksølv er et tungmetal (atomvægt 200,6), der forekommer med oxidationstrin 0 (rent metallisk kviksølv og i legeringer fx sølvamalgam) samt med oxidationstrin +1 og +2. De sidstnævnte kviksølv(I)- og kviksølv(II)-forbindelser blev tidligere benævnt mercurio- og mercuriforbindelser, fx mercurchlorid ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) og mercurichlorid ( $-\text{HgCl}_2$ ).

Kviksølv kan endvidere opdeles i uorganiske og organiske forbindelser. I det følgende behandles kviksølv bredt, idet der i miljøet kan forekomme omdannelse fra en gruppe af kviksølvforbindelser til en anden, fx fra metallisk kviksølv til uorganisk kviksølvforbindelser og til organiske kviksølvforbindelser.

#### Fysisk-kemiske egenskaber

Metallisk kviksølv er en væske med massefylde på 13,5 g/ml. Damptrykket er 0.16 Pa (0.0012 mmHg). Vandopløseligheden stiger i nævnte rækkefølge for følgende kviksølvforbindelser: metallisk kviksølv (2  $\mu\text{g/l}$ ), kviksølv(I)chlorid (2 mg/l), methylkviksølvchlorid (størrelsesorden g/l), kviksølv(II)chlorid (69 g/l).

#### Forekomst og anvendelse

Kviksølv forekommer naturligt i undergrunden, og det skønnes at 25-125 x  $10^3$  tons årligt frigives til atmosfæren, hovedsageligt via vulkansk aktivitet.

Metallisk kviksølv er tidligere anvendt i barometre og termometre. Anvendes i dag stadig i reduceret omfang til elektriske vippe-kontakter samt til dentale sølvamalgamfyldninger. Anvendes desuden som katalysator i den elektrolytiske proces i chlor-alkali anlæg og i visse typer batterier. Kviksølvforbindelser er tidligere blevet anvendt som fungicider og som konserveringsmiddel i maling. Kviksølvforbindelser anvendes stadig til laboratoriebrug og i enkelte lægemidler.

#### Miljømæssige forhold

Herhjemme ligger det gennemsnitlige kviksølv-niveau i jord (minus byområder) på 0,04 mg/kg (95-percentil: 0,12 mg/kg).

Kviksølvindholdet i luften angives til 2-5  $\text{ng/m}^3$  og i grundvand til 7 ng/l.

Udslip, såvel naturlige som menneskeskabte, sker hovedsageligt i form af metallisk og uorganisk kviksølv. I jord, men specielt i vådsediment (have, søer, vandløb), kan der forekomme mikrobiel omdannelse af uorganisk kviksølv til organisk

bundet methylkviksølv. Den modsatte reaktion forekommer også, således at forskellige økosystemer vil indstille sig i ligevægt. Fra jord på et tysk chlor-alkali anlæg har man således fundet organisk kviksølv i en mængde på 1/100-1/1000 af den totale kviksølv-mængde.

I jord bindes kviksølv kraftigt til organisk materiale i muldlaget, og der forekommer kun ringe optagelse i planter. Levnedsmiddelstyrelsen har i perioden 1983-87 fundet følgende gennemsnitlige kviksølv-niveauer i danske afgrøder: 8,3  $\mu\text{g/kg}$  i korn; 3,3  $\mu\text{g/kg}$  i grøntsager; 1,5  $\mu\text{g/kg}$  i frugt.

#### Optagelse, omdannelse og udskillelse

Den største kviksølv-eksponering sker via føden, og det gennemsnitlige indtag herhjemme (1988-92) er beregnet til 5  $\mu\text{g/dag}$  (95-percentil: 9  $\mu\text{g/dag}$ ), hvor især fisk pga. deres forholdsvis høje indhold er en betydende kilde.

Optagelse af kviksølv i mave-tarmkanalen varierer fra 1-2% for metallisk kviksølv til næsten 100% for organisk bundet kviksølv. Kviksølv-dampe optages i vid udstrækning (ca. 80%) efter indånding.

Dyreforsøg viser, at uorganisk kviksølv fordeles til hele organismen, men med hovedparten fordelt til nyrer og lever. Efter indånding opnås en forholdsvis større fordeling til hjernen. Methylkviksølv findes mere jævnt fordelt i organismen og passerer uhindret over naturlige barrierer til hjernen og fostre, hvor der her forekommer opkoncentrering i forhold til indholdet i blodbanen. Methylkviksølv omdannes i organismen til uorganisk kviksølv. Uorganisk kviksølv udskilles overvejende gennem urinen. Ved lave niveauer er udskillelsen langsom med en biologisk halveringstid på ca. 60 dage (for hjernen gælder en endnu længere halveringstid).

#### Sundhedsmæssige effekter

Kviksølvforbindelser besidder høj akut giftighed, således er dødelig dosis for uorganiske kviksølvforbindelser fundet til 30-50 mg/kg legemsvægt for mennesker.

Centralnervesystemet er det kritiske organ ved langtidseksponering med kviksølv-dampe. Med stigende eksponering ses symptomer som svækkelse og træthed, anoreksi og mave-tarmforstyrrelser, rystelser, ophidselse, tab af hukommelse, søvnløshed samt alvorlige adfærd og personlighedsændringer. De lettere effekter optræder

ved niveauer under  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens de sværere, mere klassiske kviksølv-effekter optræder ved  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eller derover.

Nyreskader synes at være de kritiske effekter ved oralt indtag af uorganiske kviksølvforbindelser. Flere års daglig indtagelse af kviksølv(II)chlorid som lægemiddel har medført døden ved daglige doser på 240 mg kviksølv.

Epidemiologiske undersøgelser peger på, at eksponering med methyalkviksølv eller kviksølv-dampe især udgør en fare for fostre og nyfødte, idet centralnervesystemet under udvikling er specielt følsomt for forgiftning. Selv forholdsvis små mængder methyalkviksølv via moderen menes således at kunne påvirke indlæring og adfærd hos børnene.

## Reguleringer / vurderinger

### Klassificering:

Metallisk kviksølv: T;R23 R33 N;R50/53.

Uorganiske og organiske kviksølvforbindelser: Tx;R26/27/28 R33 N;R50/53.

(Enkelte specifikke forbindelser kan have anden klassificering).

B-værdi:  $0,0001 \text{ mg Hg}/\text{m}^3$ .

Drikkevand:  $1 \mu\text{g Hg}/\text{l}$ .

Grænseværdi, arbejdsmiljøet:

Kviksølv og uorganiske forbindelser, inklusive dampe:  $0,025 \text{ mg Hg}/\text{m}^3 \text{ H}$ .

Kviksølv, alkylforbindelser:  $0,01 \text{ mg Hg}/\text{m}^3 \text{ H}$ .

Kviksølv, organiske forbindelser, undtagen alkylforbindelser:  $0,05 \text{ mg Hg}/\text{m}^3 \text{ H}$ .

IARC/WHO:

Kviksølv og uorganiske forbindelser: Gruppe 3, kan ikke klassificeres mht. kræftfremkaldende virkning hos mennesker.

Methyalkviksølvforbindelser: Gruppe 2B, stoffet er muligvis kræftfremkaldende hos mennesker.

FAO/WHO har i 1972 fastsat PTWI (provisorisk tolerabelt ugentlig indtag) til  $5 \mu\text{g Hg}/\text{kg Igv}$ . (hvor højst  $3,3 \mu\text{g}/\text{kg Igv}$  må være methyalkviksølv). WHO gør opmærksom på, at der mht. methyalkviksølv og effekterne på fostre og børn ikke er nogen sikkerhedsfaktor indbygget i PTWI-værdien for gravide og ammende kvinder.

## Grundlag for jordkvalitetskriterium

Der tages udgangspunkt i WHO's PTWI på  $5 \mu\text{g Hg}/\text{kg Igv}$  svarende til en TDI (tolerabel daglig indtagelse) på  $0,7 \mu\text{g Hg}/\text{kg Igv}/\text{d}$ . I denne TDI er der indbygget en forholdsvis lav sikkerhedsfaktor ( $<10$ ), og der er ikke taget hensyn til børns følsomhed over for effekter på centralnervesystemet. Med henblik på at tage højde herfor anvendes en yderligere usikkerhedsfaktor på 10,

og TDI beregnes til  $0,07 \mu\text{g Hg}/\text{kg Igv}/\text{d}$ .

Da mennesker hovedsageligt udsættes for kviksølv via føden, tolereres et bidrag på kun 10% af TDI fra indtagelse af jord.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i jord baseret på børns jordspisning kan beregnes til  $0,35 \text{ mg Hg}/\text{kg jord}$ , under forudsætning af, at et barn på 10 kg i gennemsnit indtager  $0,2 \text{ g jord}$  pr. dag.

Da et jordkvalitetskriterium på  $0,35 \text{ mg Hg}/\text{kg jord}$  i visse tilfælde vil være vanskeligt at adskille fra baggrunds niveauet, fastsættes jordkvalitetskriteriet til  $1 \text{ mg Hg}/\text{kg jord}$ . Værdien gælder total kviksølv og skelner således ikke mellem uorganisk og organisk bundet kviksølv. Dette niveau vurderes at yde en acceptabel beskyttelse af børn i forbindelse med eksponering ved mest følsom anvendelse af jorden (institutioner, villahaver).

## Referencer

v.d. Brink, Bosman R and Arendt F (1995). Contaminated soil '95. Paper on "Transformation of elemental mercury to organic mercury species at sites of former caustic soda plants in East-Germany. Proceedings from fifth international FZK/TNO Conference on contaminated soil, 30 October - 3 November 1995, Maastricht.

Hansen E (1994). Vurdering af sundhedsmæssige aspekter ved eksponering for kviksølv samt forslag til kvalitetskriterier i jord. Institutet for Toksikologi, Levnedsmiddelstyrelsen. Rapport udarbejdet for Miljøstyrelsen, august 1994.

Jensen J, Bak J and Larsen MM (1996). Tungmetaller i danske jorder. Tema-rapport fra DMU. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.

Levnedsmiddelstyrelsen (1995). Overvågnings-system for levnedsmidler 1988-1992.

WHO (1990). Methylmercury. Environmental Health Criteria 101, International Programme on Chemical Safety, WHO, Geneva.

WHO (1991). Inorganic mercury. Environmental Health Criteria 118, International Programme on Chemical Safety, WHO, Geneva.

August 1996 PBL/IT.  
December 2002 ENI/IFSE.