



Datablad för kvicksilver

Kemakta Konsult AB
Institutet för Miljömedicin

November 2011
reviderad juni 2016

Innehåll

Inledning	1
<i>Generella riktvärden för kvicksilver</i>	1
<i>Ämnesidentifikation</i>	1
Fysikaliska och kemiska uppgifter	2
<i>Fördelningskoefficienten mellan jord och vatten, K_d</i>	2
<i>Fördelningskoefficienter för organiska och flyktiga ämnen, K_{oc}, K_{ow} och H</i>	2
Bioupptagsfaktorer	3
<i>Upptag i växter</i>	3
<i>Upptag i fisk</i>	3
Toxicitetsparametrar	4
Övrig exponering	4
Cancerklassning.....	4
Hudupptag	4
Akuttoxicitet.....	4
TDI/Oral risk	5
RfC/Inhalationsrisk	5
<i>Skydd av grundvatten</i>	5
Skydd av markmiljö	6
<i>Markmiljö, känslig markanvändning</i>	7
<i>Markmiljö, mindre känslig markanvändning</i>	8
<i>Hänsyn till bioackumulering</i>	8
Bakgrundshalter i jord	9
Skydd av ytvatten	10
Referenser	11

Inledning

Detta dokument redovisar underlaget till val av ämnesparametrar för kvicksilver i modellen för beräkning av riktvärden i förorenad mark. Databladet togs fram för dokumentation av ämnesdata som använts för att beräkna de generella riktvärdena som publicerades 2009. Under 2015-2016 har en genomgång gjorts av relevanta datakällor för att utröna om nya data finns tillgängliga som motiverar en revidering av ämnesparametrarna i modellen. I databladet redovisas vilket nytt dataunderlag som påträffats och om några ändringar av parametervärden gjorts. För parameterdefinitioner och en beskrivning av hur parametrarna används vid riktvärdesberäkning hänvisas till rapporten "Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning" (Naturvårdsverket, 2009a). Databladet är framtaget av Kemakta Konsult AB och Institutet för Miljömedicin på uppdrag av Naturvårdsverket.

Parametervärdena som redovisas nedan är framtagna för användning i riktvärdesmodellen och rekommenderas inte som bedömningsgrunder för andra ändamål, t.ex. bedömning av ytvattenhalter eller bedömning av grundvattenhalter.

I den genomgång som gjorts av datakällor 2015 till 2016 har det framkommit ny information om halter av kvicksilver i ytvatten, vilket har föranlett en ändring av parametervärdet för skydd av ytvatten. Ett fel i en referens har medfört att ett parametervärde för upptag i växter har ändrats. Ingen av dessa ändringar påverkar de generella riktvärdena.

Generella riktvärden för kvicksilver

Generella riktvärden för kvicksilver i mark

	Generella riktvärden	
Känslig markanvändning (KM)	0,25	mg/kg TS
Mindre känslig markanvändning (MKM)	2,5	mg/kg TS

Generella riktvärden för kvicksilver i mark gäller totalkvicksilver, med antaganden att andelen metylkvicksilver (MeHg) är mindre än 10%.

Riktvärdet för känslig markanvändning (KM) styrs av hälsorisker. De dominerande exponeringsvägarna är inandning av ångor och intag av växter. Det integrerade hälsoriskbaserade riktvärdet har justerats för att ta hänsyn till övrig exponering för kvicksilver (endast 20% av TDI-värdet får komma från förorenad mark).

Riktvärdet för skydd av grundvatten är 2,2 mg/kg TS, och riktvärden för skydd av markmiljö (5 mg/kg TS) och ytvatten (6 mg/kg TS) är ännu högre.

Även riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM) styrs av hälsorisker, med inandning av ångor som dominerande exponeringsväg. Riktvärden för skydd av grundvatten (7 mg/kg TS) och riktvärdet för skydd av markmiljö (10 mg/kg TS) är högre.

Ämnesidentifikation

	Metalliskt kvicksilver	Organiskt kvicksilver
EC-nummer	231-106-7	Ej tillgängligt
CAS-nummer	7439-97-6	22967-92-6

Fysikaliska och kemiska uppgifter

Fördelningskoefficienten mellan jord och vatten, K_d

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, K_d för kvicksilver

K_d	300	l/kg
-------	-----	------

För metaller har en sammanställning gjorts av K_d -värden beräknade utifrån lakrestresultat från den databas som tagits fram i Hållbar saneringsprojektet "Lakteter för riskbedömning av förorenade områden" (Elert m.fl., 2006). I databasen finns en sammanställning av ett stort antal lakteter, huvudsakligen skakteter, utförda inom ramen för statligt finansierade efterbehandlings-projekt i Sverige. Denna databas bedöms ge det mest relevanta underlaget för riktvärdesmodellen eftersom den omfattar data från förorenade områden i Sverige och eftersom standardiserade metoder har använts. För kvicksilver har utvärdering av K_d -värden baserats på 19 prover. Detta underlag är inte tillräckligt för att ge en tillförlitlig uppskattning av K_d -värdet, men uppskattningen bedöms vara den bästa möjliga med tillgängliga dataunderlaget. Värdet ligger på nedre gränsen av vad som rapporterats i sammanställningar av experimentella data, 322 – 5280 l/kg (Battelle, 1989).

Ur databasen har ett urval av lakteter där både fastfashalt och eluathalter ($L/S=2$ och $L/S=10$) ligger över detektionsgräns vid analysen. För dessa lakteter har K_d -värden beräknats vid $L/S=2$ och $L/S=10$ och plottats mot fastfashalten. Därefter har den statistiska fördelningen av K_d -värdena undersökts.

10-percentilen av de experimentella värden har valts som K_d -värde i riktvärdesmodellen. Det finns flera skäl att lägga tonvikten på experimentella värden i det lägre intervallet; lakteter tenderar till att underskatta långsiktig lakning av vissa typer av material, t.ex. material som avger föroreningar genom vittring, samt att förorenad mark med hög lakbarhet (låga K_d -värden) har relativt sett större betydelse för utsläppet från ett område. Valet av 10-percentilen ger en rimligt försiktig bedömning av rörligheten i förorenad mark för generella förhållanden. Det beräknade värdet har avrundats.

Fördelningskoefficienter för organiska och flyktiga ämnen, K_{oc} , K_{ow} och H

Fördelningsfaktorer mellan vatten och organiskt kol (K_{oc}), oktanol och vatten (K_{ow}) används inte för kvicksilver i riktvärdesmodellen.

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, Henrys konstant för kvicksilver

H	0,3	dimensionslös
-----	-----	---------------

Värdet för Henrys konstant är baserat på Lindqvist et al. (1984), och är konservativt satt eftersom det antas att allt kvicksilver i marken är i flyktig form.

Bioupptagsfaktorer

Upptag i växter

Parametervärden i riktvärdesmodellen, upptagsfaktorer för kvicksilver i grönsaker och rotsaker

BCFstem-d	0,43	(mg/kg torr växt)/(mg/kg TS jord)
BCFroot-d	0,11	(mg/kg torr växt)/(mg/kg TS jord)

Upptagsfaktorer för kvicksilver i växter som odlats i grönsaksland har sammanställts av RIVM (2001a). Värdet för upptag rotdelar anges dock felaktigt i referensen och har korrigerats. (F Swartjes, pers. kom). BCF-värdena för dessa växter visas i tabellen nedan:

Växtupptagsfaktorer för kvicksilver (RIVM, 2001a)

	BCF (mg/kg torr växt)/(mg/kg TS jord)				Antal	Viktningfaktor
	Min	Median	Max	Medel		Andel av total konsumtion (%)
Alla växter	0,002	0,33	15	0,69	271	
Rotsaker						
Potatis	0,002	0,11	1,8	0,22	91	61,6
Morötter	0,02	0,45	3	0,57	97	5,1 (rotsaker)
Grönsaker						
spenat	0,004	0,40	15	1,3	83	4,4 (bladgrönsaker)

Från dessa data har RIVM beräknat konsumtionsviktade generella BCF-värden som tar hänsyn till bidraget av olika växttyper till den totala konsumtionen av rot- och grönsaker. Värdena är även korrigerade för att gälla för en jord med standard pH, lerhalt och halt av organiskt material. Potatis var dominerande för rotsaker.

Upptag i fisk

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, upptagsfaktor för kvicksilver i fisk

BCFfish	1000	(mg/kg våtvikt fisk)/(mg/l)
---------	------	-----------------------------

IAEA (2001) anger en upptagsfaktorer för kvicksilver i åtliga delar av sötvattensfisk på 1000 (Bq/kg fisk) / (Bq/l), baserat på flera sammanställningar av data för bioupptag av radioaktivt kvicksilver i fisk. Denna parameter kan variera över flera tiopotenser och värdet är försiktig valt av IAEA för att inte underskatta upptaget. Värdet kan även tillämpas på stabila isotoper av kvicksilver.

Toxicitetsparametrar

I mark, vatten och sediment omvandlas oorganiskt kvicksilver av mikroorganismer till metylkvicksilver. Denna förening ansamlas i fisk. Höga metylkvicksilverhalter förekommer framför allt i insjöfisk som gädda, abborre, lake och gös samt i stora havslevande rovfiskar som hälleflundra, tonfisk och svärdfisk.

Metylkvicksilver kan skada det centrala nervsystemet. När nervsystemet utvecklas är det som mest känsligt. Därför bör särskilt foster och små barn skyddas. Metylkvicksilver passerar över moderkakan till fostret och kan påverka fostrets utveckling.

Det kritiska organet vid exponering för oorganiskt kvicksilver är njuren, och vid exponering för kvicksilverånga är det nervsystemet.

Övrig exponering

Den viktigaste källan till exponering för kvicksilver är fisk. I fisk förekommer kvicksilvret till största delen i form av metylkvicksilver. Livsmedelsverket har beräknat det genomsnittliga intaget av MeHg till 0,1-0,2 µg/kg kroppsvikt och vecka, och för storkonsumenter (95-percentilen) till 0,3-0,8 µg/kg kroppsvikt och vecka, med en variation upp till 1,8 µg/kg kroppsvikt och vecka (Livsmedelverket, 2007). I storleksordningen 1-2 % av befolkningen beräknas överskrida WHO:s provisoriska tolerabla veckointag (TWI)-värde (1,6 µg/kg kroppsvikt och vecka). Riktvärden för kvicksilver baseras på att endast 20 % av det tolerabla dagliga intaget (TDI) eller referenskoncentrationen (RfC) kommer från det förorenade området.

Cancerklassning

Metylkvicksilver är klassificerat enligt IARC (1997) som möjlig carcinogen (grupp 2B, Possibly carcinogenic to humans). Metalliskt kvicksilver och oorganiska kvicksilverföreningar är inte klassificerade med avseende på carcinogenicitet. Det finns dock inga riskbaserade toxicitetsvärden (RISKor eller RISKinh) för kvicksilver.

Hudupptag

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, hudupptagsfaktor för kvicksilver

f_{du}	0,01	dimensionslös
----------	------	---------------

Experimentella data tyder på att hudupptag av metaller är lågt. USEPA (2004) antar generellt en hudupptagsfaktor på 1 % för metaller om ämnesspecifika experimentella data saknas. Utgångspunkten är hudupptagsfaktorn (f_{du}) för kadmium (0,1 %) multiplicerat med en faktor 10 för att kompensera för osäkerheten i data vad gäller andra metaller än Cd.

Akuttoxicitet

Kvicksilver (metalliskt och oorganiska kvicksilverföreningar) är inte så akuttoxiskt att förgiftning orsakas av enstaka intag av förorenad jord vid de kvicksilverhalter som vanligtvis förekommer på förorenade områden. Kvicksilver ansamlas i kroppen och har lång biologisk halveringstid. Stora enstaka intag bidrar således till den ackumulerade kroppsbördan. Något

värde för akuttoxicitet är inte satt. Vid extremt höga kvicksilverhalter i mark bör riskerna för akuttoxicitet utvärderas.

TDI/Oral risk

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, TDI-värdet för kvicksilver

TDI	$2,3 \cdot 10^{-4}$	mg/kg kroppsvikt och dag
-----	---------------------	--------------------------

Det tolerabla dagliga intaget (TDI) är baserat på intaget av metylkvicksilver i känsliga grupper (kvinnor, foster, små barn), reviderat av WHO/JECFA (2004). Det reviderade TDI-värdet är 50% av det tidigare TDI-värdet. Kritiskt organ är centrala nervsystemet (CNS). Underlaget för bedömning av hälsoeffekter av kvicksilver är relativt omfattande och osäkerheten i bedömningen av de kritiska effekterna är därmed relativt liten. Den kvantitativa uppskattningen av storleken på TDI är dock relativt osäker. EFSA (2012) gjorde en utvärdering av WHO/JECFAS provisoriska TDI och beräknade ett TDI för metylkvicksilver, baserat på nya epidemiologiska data, på $0,19 \mu\text{g/kg}$ kroppsvikt och dag. Samtidigt konkluderade EFSA att WHO's provisoriska TDI för oorganiskt kvicksilver ($0,57 \mu\text{g/kg}$ kroppsvikt och dag) fortfarande står sig.

USEPA (1995) anger ett TDI för oorganiskt kvicksilver (kvicksilverklorid) på $0,3 \mu\text{g/kg}$ kroppsvikt och dag, baserat på autoimmuna effekter. IRIS bedömer säkerheten i RfD som hög. Ingen RfD anges för metalliskt kvicksilver.

Det valda TDI-värdet täcker riskerna för totalkvicksilver om andelen metylkvicksilver (MeHg) är mindre än 10%.

RfC/Inhalationsrisk

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, RfC-värdet för kvicksilver

RfC	$2 \cdot 10^{-4}$	mg/m ³
-----	-------------------	-------------------

RfC-värdet avser kvicksilverånga och baseras på CNS-effekter hos yrkesexponerade, omräknat till dygnsexponering och med en säkerhetsfaktor på 30 (WHO 2003). Säkerheten i RfC bedöms av WHO/IPCS som relativt låg.

Skydd av grundvatten

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, haltkriterium för kvicksilver i grundvatten

Ccrit_gw	0,0005	mg/l
----------	--------	------

Som haltkriterium för grundvattenkvalitet har valts 50 % av dricksvattennormen, vilket är $0,001 \text{ mg/l}$ och tas från Livsmedelsverket (2015).

Skydd av markmiljö

De miljöriskbaserade riktvärden för kvicksilver baseras på en sammanställning av befintliga underlag för miljöriskbaserade värden från andra organisationer. För en definition av terminologin, se Naturvårdsverket (2009b). Omfattningen av befintliga underlag och metoder som har använts vid riktvärdesframtagning sammanfattas i tabellen nedan.

I den första kolumnen anges de referenser som använts och vilken typ av riktvärde de avser. I den andra kolumnen anges värdet eller värdena som referensen anger. I den tredje kolumnen ges för varje referens först en kortfattad sammanfattning av vilken metod som använts för att ta fram värdet. Den metod som värdet baseras på står först. I de fall andra metoder använts eller andra värden har beaktats, såsom skydd av landlevande djur eller fåglar, redovisas även dessa. För att fullt ut förstå de använda metoderna hänvisas till mer detaljerade beskrivningar i bakgrundsreferenserna. Den sista kolumnen ger en sammanfattning av storlek och bredd på det dataunderlag som använts.

Sammanställning av underlag till miljöriskbaserade riktvärden för kvicksilver.

Referens	Värde (mg/kg TS)	Framtagningsmetod	Dataunderlag för markdata
Oorganiskt kvicksilver			
RIVM MPA (RIVM, 2001b, data-sammanställning 1995)	1,9	Fördelningsmetod med markprocessdata. MPA-värdet är 5-percentilen (HC5). 90%-konfidsensintervallet av HC5-värdet är 0,5 - 4,8 mg/kg TS	<u>Marklevande arter:</u> inga data. <u>Mikroorganismer:</u> 18 NOEC-värden
RIVM (MPA sp) (RIVM, 2000)	0,56	Intag via jord och föda: Detta värde är baserat på NOEC data för fåglar och däggdjur och värdet är framtaget för maskätande djur.	<u>NOEC-värde för 3 fåglar och 2 däggdjur.</u> 91 data för upptag i maskar (totalkvicksilver).
RIVM SRA (RIVM, 2001b, sammanställning 1995)	36	Fördelningsmetod med markprocessdata. SRA-värdet är det geometriska medelvärdet (HC-50).	<u>Marklevande arter:</u> inga data. <u>Mikroorganismer:</u> 18 NOEC-värden
CCME residential. (CCME, 1999, datasammanställning 1997)	12	Fördelningsmetoden. 25-percentilen för marklevande arter = 50 mg/kg TS. En säkerhetsfaktor på 4 används för att ta hänsyn till vikten av definitiva effektdata (ECx). Geometriska medelvärdet av LOEC värden för markprocesser = 19,7 mg/kg TS. Intag via jord och föda: riktvärde = 19 mg/kg TS och är framtaget för organiskt kvicksilver. Baserat på tröskeeffektsdos på 0,19 mg/kg kroppsvikt och dag (framtagen från NOAEL data från däggdjur och fåglar, med en säkerhetsfaktor på 2).	<u>Marklevande arter:</u> 22 datapunkter <u>Markprocesser:</u> 5 LOEC-värden <u>Fåglar och däggdjur:</u> NOEC-värden från 10 studier, organiskt Hg
CCME industrial (CCME, 1999, datasammanställning 1997)	50	Fördelningsmetoden. 25-percentilen för marklevande arter. Geometriska medelvärdet av LOEC-värden för markprocesser = 52 mg/kg TS	<u>Marklevande arter:</u> 17 datapunkter <u>Markprocesser:</u> 12 LOEC
USDoE, 1997a	0,1	Lägsta LOEL och SF = 5, eftersom LOEL var för 65% reduktion av tillväxt	2 LOEC, 2 studier. Lägsta LOEC för oorganiskt kvicksilver.

Referens	Värde (mg/kg TS)	Framtagningsmetod	Dataunderlag för markdata
USDoE, 1997a	30	10-percentilen av LOEC data, avrundat till 1 SF	27 LOEC data för båda oorganiska och organiska former.
USDoE, 1997b	0,3	Baserat på sekundär referens. Mycket osäkert riktvärde.	
Metylkvicksilver			
CCME residential (se ovan)	Inget separat riktvärde	Intag via jord och föda: riktvärde = 19 mg/kg TS och är framtaget för organiskt kvicksilver. Baserat på tröskeffektdos på 0,19 mg/kg kroppsvikt och dag (framtagen från NOAEL data från däggdjur och fåglar, med en säkerhetsfaktor på 2).	
RIVM, 2001b, MPA (sammanställning 1995)	0,037 – 0,37	Säkerhetsfaktormetod. SF = 100 enligt EU/TGD metod, 1 NOEC-värde. Med den modifierade EPA metoden skulle SF = 10 och riktvärdet vara 0,37 mg/kg TS. Bakgrundshalt = 0,3 mg/kg TS.	1 NOEC-värde, daggmask
RIVM, 2001b, SRA (sammanställning 1995)	3,7	Värdet av det enda NOEC-data.	1 NOEC-värde, daggmask
RIVM (MPA sp) (RIVM, 2000)	0,14	Intag via jord och föda: Detta värde är baserat på NOEC data för fåglar och däggdjur och värdet är framtaget för maskätande djur.	8 NOEC-värden för 7 fåglar och 6 NOEC-värden för 4 däggdjur. 91 data för upptag i maskar (totalkvicksilver).

Riktvärdena för skydd av markmiljö i riktvärdesmodellen, E_{KM} och E_{MKM} gäller totalkvicksilver i mark och tar hänsyn till viss förekomst av metylkvicksilver. RIVM har gjort separata sammanställningar för metylkvicksilver (MeHg) och oorganiskt kvicksilver. CCME:s datasammanställning gäller oorganiskt kvicksilver, men riktvärdet för skydd vid intag av föda som tar hänsyn till bioackumulering är baserat på data för organiskt kvicksilver. USDoE:s sammanställning omfattar tillgängliga data för både oorganiskt och organiskt kvicksilver. För daggmask är USDoE:s riktvärde baserat endast på data för oorganiskt kvicksilver. För markprocesser används data för både oorganiskt och organiskt kvicksilver. USDoE:s sammanställning för växter innehåller endast en sekundär referens och har inte beaktas här.

Markmiljö, känslig markanvändning

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, miljöriskbaserade riktvärden för kvicksilver vid känslig markanvändning

E_{KM}	5	mg/kg TS
----------	---	----------

Värdet för E_{KM} är baserat på datasammanställningar från RIVM (2001b) och CCME (1999). RIVM:s datasammanställning för oorganiskt kvicksilver inkluderar endast data för markprocesser (18 NOEC-värden), 25-percentilen för dessa data är 12 mg/kg TS. Inga data för marklevande arter finns i RIVM:s sammanställning. CCME:s datasammanställning inkluderar 22 datapunkter för marklevande organismer och endast 5 datapunkter för markprocesser. 25-percentilen av CCME:s data för oorganiskt kvicksilver och marklevande arter är 50 mg/kg TS. CCME använder en säkerhetsfaktor = 4 för att ta hänsyn till att en stor del av data i fördelningen består av ECx-data. Baserat på detta anger CCME ett riktvärde för känsliga markanvändningar

på 12 mg/kg TS. CCME beräknade det geometriska medelvärdet av data för markprocesserna till 20 mg/kg TS. För metylkvicksilver är endast ett NOEC-värde på 3,7 mg/kg TS tillgängligt för daggmask (RIVM, 2001b). Detta indikerar att toxiciteten av MeHg kan vara mycket högre än toxiciteten av oorganiskt kvicksilver.

Ett riktvärde för oorganiskt kvicksilver bör ligga inom intervallet 12-20 mg/kg TS. Med hänsyn till den större toxiciteten av MeHg har ett lägre riktvärde, 5 mg/kg TS valts. Detta bedöms ge ett skydd om andelen metylkvicksilver underskrider 10%.

Riktvärdet bedöms vara osäkert eftersom tolkningen av dataunderlaget varierar. RIVM:s dataunderlag saknar data för marklevande organismer. Endast en uppgift finns för direkta effekter av metylkvicksilver på marklevande organismer. Hänsyn tas dock till organiskt kvicksilver vid bioackumulering, se nedan.

Markmiljö, mindre känslig markanvändning

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, miljöriskbaserade riktvärden för kvicksilver vid mindre känslig markanvändning

E_{MKM}	10	mg/kg TS
-----------	----	----------

Värdet av E_{MKM} är baserat på datasammanställningar från RIVM (2001b) och CCME (1999).

RIVM:s datasammanställning inkluderar endast data för markprocesser (18 NOEC-värden). SRA-värdet (HC50-värdet) från dessa data är 36 mg/kg TS. CCME:s datasammanställning inkluderar 22 datapunkter för marklevande organismer och endast 5 datapunkter för markprocesser. CCME:s riktvärden för oorganiskt kvicksilver och mindre känslig markanvändning, är 50 mg/kg TS baserat på 25-percentilen av effektdata för marklevande arter och 52 mg/kg TS baserat på data för markprocesser.

För metylkvicksilver är endast 1 NOEC-värde tillgängligt för daggmask i RIVM:s sammanställning.

Datasammanställningarna indikerar att ett riktvärde för oorganiskt kvicksilver och MKM borde ligga i området 35 - 50 mg/kg TS. Ett lägre riktvärde har valts med hänsyn till toxiciteten av MeHg. Detta bedöms ge ett skydd om andelen metylkvicksilver underskrider 10%.

Riktvärdet bedöms vara osäkert eftersom tolkningen av dataunderlaget varierar. RIVM:s dataunderlag saknar data för marklevande organismer. Endast en uppgift finns för direkta effekter av metylkvicksilver på marklevande organismer. Hänsyn tas dock till organiskt kvicksilver vid bioackumulering, se nedan.

Hänsyn till bioackumulering

Bioackumulering är en viktig faktor för organiska kvicksilverföreningar. Det kan även ske en bildning av organiskt kvicksilver i marken. Det är stora skillnader i de riktvärden som tar hänsyn till bioackumulering i näringskedjan och effekten på däggdjur och fåglar.

CCME:s riktvärde för skydd av djur vid intag via jord och föda är 19 mg/kg TS är framtaget för organiskt kvicksilver. Värdet är högre än riktvärdet för direkta effekter på marklevande arter, vilket indikerar att riktvärden baserade på andra grupper skyddar däggdjur.

MPA-värden från RIVM (2000) som togs fram för maskätande däggdjur och fåglar är lägre än CCME:s riktvärden; 0,56 för oorganiskt kvicksilver och 0,14 för organiskt kvicksilver. MPA-värdena utgår ifrån NOEC-värden för fåglar och däggdjur angivna som mg kvicksilver/kg föda. Dessa värden är lägre än de MPA-värden som togs fram för direkta effekter på

marklevande organismer (RIVM, 2001), men RIVM drar slutsatsen att både metodiken och data är för osäkra för att kunna motivera någon justering av MPA-värden med avseende på bioackumulering.

På grund av de osäkerheter som finns rörande bioackumulering av kvicksilver är det osäkert om de valda värdena för E_{KM} och E_{MKM} ger ett generellt skydd mot effekter på däggdjur och fåglar som söker föda på det förorenade området.

Bakgrundshalter i jord

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, bakgrundshalt av kvicksilver i jord

C_bc-nat	0,1	mg/kg TS
----------	-----	----------

Dataunderlaget för bakgrundshalten av kvicksilver är mindre omfattande än för andra metaller. Bakgrundshalten har baserats på SLUs kartering av halter i jordbruksmark (SLU, 2007), (ca 3600 provpunkter) se tabell nedan.

Bakgrundshalter (mg/kg TS) av kvicksilver i jordbruksmark från SLU (2007)

Percentil	10	25	50	75	90
Kvicksilver (mg/kg TS)	0,023	0,028	0,036	0,047	0,063

Kvicksilverhalter i ytligt jord (båda morän och sediment) rapporterades i Naturvårdsverket (1997). 90-percentilen i båda typerna av jord var 0,2 mg/kg TS. Kvicksilverhalter i tätort är dock antropogent påverkad genom diffus förorening. Halter i djupare jord är under detektionsgränsen. Bakgrundshalter av kvicksilver förväntas variera regionalt och med jordmån.

Dataunderlaget för bakgrundshalter av kvicksilver är osäkert då en stor andel av data ligger under detektionsgränsen. Däremot bedöms det vara osannolikt att bakgrundshalter i jord som inte är antropogent påverkad överskrider det valda värdet.

Skydd av ytvatten

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, haltkriterium för kvicksilver i ytvatten

Ccrit_sw	0,002	µg/l
----------	-------	------

Haltkriterium för ytvatten är baserat på avvikelse från vanligt förekommande halter i svenska ytvatten. Motivet till detta är att en markant förhöjning av halten kvicksilver kan förväntas vara mycket långvarig eftersom ämnet inte bryts ned. Riskerna med en permanent förhöjning av halterna i akvatiska ekosystem är svåra att förutse, men en måttlig förhöjning av de halter som förekommer idag innebär att sannolikheten för oacceptabla effekter är liten.

En sammanställning har gjorts av bakgrundshalter av metaller i sjöar och vattendrag (SLU:s databank för sjöar och vattendrag, 2016). Den innehåller analysdata för kvicksilver i 111 sjöar och vattendrag.

Vid tidserier (data från samma provpunkt på ett flertal provtagningstillfälle) har medianvärdet för provpunkten använts i sammanställningen.

En sammanfattning av de sammanställda data för kvicksilverhalter i vattendrag visas i tabellen nedan. Data i tabellen ligger i nivå med Naturvårdsverkets jämförvärden för regionala bakgrundshalter i olika typer av svenska vatten (Naturvårdsverket, 1999). Naturvårdsverket ger en bakgrundhalt av 0,004 µg/l för sjöar och vattendrag i södra Sverige och 0,002 µg/l för sjöar och vattendrag i norra Sverige. Dataunderlaget för kvicksilver är nu mer omfattande än tidigare, men fortfarande mindre än för övriga metaller, och det är sannolikt att vissa av de undersökta provstationerna är påverkade av föroreningskällor. Ccrit_sw baseras på skillnaden mellan medianen och 90-percentilen.

Ingen miljö kvalitetsnorm (MKN) finns för årsmedelvärdet av kvicksilver i sötvatten i vattendirektivet (EU, 2013), men ett MAC-värde (maximalt acceptabel koncentration vid kortvariga föroreningsstoppar) på 0,07 µg/l anges för kvicksilver. Detta värde indikerar att parametervärdet för Ccrit_sw i riktvärdesmodellen är tillräckligt skyddande för den akvatiska miljön.

Kvicksilver i vatten (µg/l), svenska sjöar och vattendrag

	Hg
Medel	0,03
Min	0,0005
10-perc	0,0009
25-perc	0,0015
Median	0,0025
75-perc	0,0033
90-perc	0,0042
Max	0,026
Antal stationer	111

Referenser

- CCME (1999). *Canadian Soil Quality Guidelines, Inorganic mercury*. Scientific supporting document (Environmental effects), National Guidelines and Standards Office, Environment Canada, (Based on the 1997 assessment).
- EFSA 2012. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Journal 2012;10(12):2985 [241 pp.].
- Elert M, Fanger G, Höglund L O, Jones C, Suér P, Wadstein E, Bjerre-Hansen J och Groen C (2006). *Laktester för riskbedömning av förorenade områden – huvudrapport och underlagsrapport 1a*. Kunskapsprogrammet för Hållbar Sanering, Naturvårdsverket, Rapport 5535
- EU (2013). Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.
- IAEA (2001). *Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment*. Safety Series Report 19. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IARC (1997). *Beryllium, cadmium, mercury, and exposure in the glass manufacturing industry*. Lyons, International Agency for Research on Cancer, 1997. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 58.
- Lindqvist m.fl. (1984). *Mercury in the Swedish Environment: Global and local sources*. Lindqvist O, Jernelöv A, Johansson K, and Rodhe H, Naturvårdsverket SNV PM 1816.
- Livsmedelsverket (2015). *Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten*. SLVFS 2001:30, Innehåller ändringar tom LIVSFS 2015:3
- Livsmedelsverket (2007). *Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk*. Rapport 10-2007, Livsmedelsverket.
- Naturvårdsverket (1997). *Bakgrundshalter i mark, Halter av vissa metaller och organiska ämnen i jord i tätort och på landsbygd. Efterbehandling och sanering*. Naturvårdsverkets rapport 4640.
- Naturvårdsverket (1999). *Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 1, kemiska och fysikaliska parametrar*. Ingår i projektet Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Naturvårdsverkets rapport 4920.
- Naturvårdsverket (2009a). *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning*, Naturvårdsverket Rapport 5976.
- Naturvårdsverket (2009b). *Riskbedömning av förorenade områden. En vägledning från förenklad till fördjupad riskbedömning*, Naturvårdsverket Rapport 5977.
- RIVM (2000). *Secondary poisoning of cadmium, copper and mercury: implications for the Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations in water, sediment and soil*. CE Smit, AP van Wezel, T Jager and TP Traas. Bilthoven, the Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment. RIVM rapport 601501009.

- RIVM (2001a). *Accumulatie van metalen in planten, Een bijdrage aan de technische evaluatie van de interventiewaarden en de locatiespecifieke risicobeoordeling van verontreinigde bodem*, CW Versluijsen, PF Otte, Bilthoven, the Netherlands. National Institute for Public Health and the Environment. RIVM rapport 711701 024 / 2001.
- RIVM (2001b). *Ecotoxicological serious risk concentration for soil, sediment and (ground)water: updated proposal for first series of compounds*. Verbruggen EMJ, Posthumus R and van Wezel AP, Bilthoven, the Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment, RIVM report no, 711701020.
- SGI (2016). *PNEC-calculator för beräkning av haltkriterier för metaller i jord*, PM 2016-04-05.
- SLU (2007). *Mark och grödoinventeringen, Data insamlat 1988-2003*. Sveriges lantbruksuniversitet (www.slu.se).
- SLU:s databank för sjöar och vattendrag. Databank för sjöar och vattendrag, Sveriges Lantbruksuniversitet (www.slu.se). Sökning maj 2016.
- USDoE (1997a). *Toxicological Benchmarks for contaminants of potential concern for effects on soil and litter invertebrates and heterotrophic process: 1997 revision*. Efrogmson, RA, Will ME and Suter, GW II, ES/ER/TM-126/R2, US Department of Energy
- USDoE (1997b). *Toxicological Benchmarks for contaminants of potential concern for effects on terrestrial plants: 1997 Revision*. US Department of Energy.
- USEPA (1995) Integrated Risk Information System (IRIS), Chemical Assessment Summary: Mercury. U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/iris/>
- USEPA (2004). *Risk assessment guidance for Superfund, Volume 1, Human health evaluation manual (Part E, Supplemental guidance for dermal risk assessment)* EPA/540/R/99/005, Washington DC: US EPA.
- WHO (2003). *Concise International Chemical Assessment Document (CICAD) nr 50. Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects*. World Health Organization Geneva, 2003
- WHO/JECFA (2004). *Methylmercury*. Sixty-first meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and Contaminants. Safety evaluation of certain Food Additives and Contaminants. Food Additives Series, 52. World Health Organization, Geneva. 2004.

