



## **Datablad för zink**

Kemakta Konsult AB  
Institutet för Miljömedicin

**November 2011**  
**reviderad juni 2016**

# Innehåll

<b>Inledning</b> .....	<b>1</b>
<i>Generella riktvärden för zink</i> .....	1
<i>Ämnesidentifikation</i> .....	1
<b>Fysikaliska och kemiska uppgifter</b> .....	<b>2</b>
<i>Fördelningskoefficienten mellan jord och vatten, <math>K_d</math></i> .....	2
<i>Fördelningskoefficienter för organiska och flyktiga ämnen, <math>K_{oc}</math>, <math>K_{ow}</math> och <math>H</math></i> .....	2
<b>Bioupptagsfaktorer</b> .....	<b>2</b>
<i>Upptag i växter</i> .....	2
<i>Upptag i fisk</i> .....	3
<b>Toxicitetsparametrar</b> .....	<b>4</b>
Övrig exponering .....	4
Akuttoxicitet .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
Cancerklassning.....	4
Hudupptag .....	4
TDI/Oral risk .....	4
RfC/Inhalationsrisk .....	5
<i>Skydd av grundvatten</i> .....	5
<b>Skydd av markmiljö</b> .....	<b>5</b>
<i>Markmiljö, känslig markanvändning</i> .....	8
<i>Markmiljö, mindre känslig markanvändning</i> .....	9
<b>Bakgrundshalter i jord</b> .....	<b>10</b>
<b>Halkriterium för ytvatten</b> .....	<b>11</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>12</b>

# Inledning

Detta dokument redovisar underlaget till val av ämnesparametrar för zink i modellen för beräkning av riktvärden för 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 risker för markmiljö. Ingen av ändringarna har dock föranlett någon ändring av parametervärdena och följaktligen inte heller någon revidering av de generella riktvärdena.

## Generella riktvärden för zink

### Generella riktvärden för zink i mark

	Generella riktvärden	
Känslig markanvändning (KM)	250	mg/kg TS
Mindre känslig markanvändning (MKM)	500	mg/kg TS

Riktvärdet för KM styrs av risker för markmiljön. Riktvärdet för skydd av grundvatten är ungefär 3 gånger högre. Det integrerade hälsoriskbaserade riktvärdet är 10 gånger högre och riktvärdet för skydd av ytvatten ännu högre.

Även riktvärdet för MKM styrs av risker för markmiljön. Riktvärdet för skydd av grundvatten ligger ungefär 6 gånger högre och riktvärdet för skydd av ytvatten ligger ungefär 20 gånger högre. Det integrerade hälsoriskbaserade riktvärdet ligger mycket högre, med över en faktor 300.

## Ämnesidentifikation

EC-nummer	231-175-3
CAS-nummer	7440-66-6

# Fysikaliska och kemiska uppgifter

## Fördelningskoefficienten mellan jord och vatten, $K_d$

Parametervärdet i riktvärdesmodellen,  $K_d$  för zink

$K_d$	600	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 et al. 2006). I databasen finns en sammanställning av ett stort antal lakteter, huvudsakligen skakteter, utförda inom ramen för statligt finansierade efterbehandlingsprojekt 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 zink har utvärdering av  $K_d$ -värden baserats på 86 prover, vilket bedöms vara ett tillräckligt antal för att ge en tillförlitlig uppskattning av  $K_d$ -värdet.

Ur databasen har lakteter där både fastfashalt och eluathalter ( $L/S=2$  och  $L/S=10$ ) ligger över detektionsgräns vid analysen använts. 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. Endast analyser av prover med förorenad jord (halt över naturlig bakgrund) har tagits med i utvärderingen. Som haltgräns för naturlig bakgrund har valts 50-percentilen för morän analyserad med ICP-MS, salpetersyralakning ( $7 \text{ M HNO}_3$ ) i SGU:s sammanställning (SGU, 2007), 32,2 mg/kg TS.

10-percentilen av de experimentella värdena 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 ( $K_{ow}$ ) samt Henrys konstant ( $H$ ) används inte för zink i riktvärdesmodellen.

## Bioupptagsfaktorer

### Upptag i växter

Parametervärden i riktvärdesmodellen, upptagsfaktorer för zink i grönsaker och rotsaker

BCFstem-d	0,28	(mg/kg torr växt)/(mg/kg TS jord)
BCFroot-d	0,1	(mg/kg torr växt)/(mg/kg TS jord)

Upptagsfaktorer för zink i växter som odlats i grönsaksland har sammanställts av RIVM (2001a). BCF-värdena för dessa växter visas i tabellen nedan:

#### Växtupptagsfaktorer för bly (RIVM, 2001a)

	BCF (mg/kg torr växt)/(mg/kg TS jord)				Antal	Viktningfaktor (%)
	Min	Median	Max	Medel		
Alla växter	0,015	0,30	17	0,7	51	
<b>Rotsaker</b>						
potatis	0,015	0,1	1,0	0,19	12	61,6
morötter	0,07	0,19	0,52	0,23	6	5,1 (rotsaker)
lök					0	7,7
<b>Grönsaker</b>						
tomat	0,14	0,55	17	3,2	6	5,0 (frukt)
kålväxter	0,11	0,2	0,31	0,20	7	7,6
blomkål	-	0,49	-	0,49	1	
sallad	0,19	0,37	1,3	0,50	6	4,4 (bladgrönsaker)
baljeväxter					0	6,9
bönor	0,14	0,80	1,3	0,78	13	1,2

Från dessa data har RIVM tagit fram generella BCF-värden genom att räkna konsumtionsviktade medelvärden som tar hänsyn till bidraget av olika växttyper till den totala konsumtionen av rot- och grönsaker. Viktningsfaktorer visas i tabellen ovan. Potatis var dominerande för rotsaker.

## Upptag i fisk

#### Parametervärdet i riktvärdesmodellen, upptagsfaktor för zink i fisk

BCF <sub>fish</sub>	1000	(mg/kg våtvikt fisk)/(mg/l)
---------------------	------	-----------------------------

IAEA (2001) anger en upptagsfaktor för zink i ätliga delar av sötvattenfisk på 1000 (Bq/kg fisk)/(Bq/l), baserat på flera sammanställningar av data för bioupptag av radioaktivt zink i fisk. Denna parameter kan variera över flera tiopotenser, och värdet är försiktigt valt av IAEA för att inte underskatta upptaget. Detta värde är i överensstämmelse med bioupptagsfaktorer i fisk som sammanställts av Coughtrey et al. (1983). Värdet kan även tillämpas på stabila isotoper av zink.

# Toxicitetsparametrar

Zink som förorening i mark är ett relativt litet hälsoproblem. Zink är ett essentiellt spårämne som vi behöver få i oss tillräckligt mycket av, t.ex. ingår zink i många av kroppens enzymer. För mycket zink kan dock leda till påverkan på andra essentiella ämnen som koppar och järn.

## Övrig exponering

Vi exponeras för zink främst genom maten. Zink finns i alla livsmedel, men halterna kan vara högre i animaliska livsmedel och speciellt i fisk och skaldjur. Även kött innehåller relativt höga halter av zink. Yrkesmässig exponering kan även ske i vissa industrier.

Riktvärdena för zink baserar sig på att 50 procent av det tolerabla dagliga intaget (TDI) kan tas i anspråk av det förorenade området.

## Cancerklassning

Zink är inte klassificerat som cancerframkallande.

## Hudupptag

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, hudupptagsfaktor för zink

$f_{du}$	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

Zink i förorenad mark bedöms inte kunna ge upphov till akut toxicitet.

## TDI/Oral risk

Parametervärdet i riktvärdesmodellen, TDI-värdet för zink

TDI	0,3	mg/kg kroppsvikt och dag
-----	-----	--------------------------

WHO har inte fastställt något TDI-värde för zink eftersom det är ett essentiellt ämne. Det valda TDI-värdet baserats på en studie av människor där störning i kopparstatus observerades vid högre exponering (IRIS 2005, ATSDR 2005). Säkerheten i TDI har av IRIS bedömts som medelhög till hög. I nordiska näringsrekommendationer (NNR 2012) anges övre gränser för det genomsnittliga dagliga intaget av vissa näringsämnen för vuxna. För zink anges ett värde på 25 mg/dag (motsvarar 0,4 mg/kg kroppsvikt och dag för en person som väger 70 kg). Värdena anger det högsta kroniska, dagliga intag som bedömts som osannolikt att utgöra risk för negativa hälsoeffekter hos vuxna. Dessa värden har tagits fram för den normala, friska vuxna

befolkningen. Det föreligger avsevärd osäkerhet i många av dessa värden och de bör användas med försiktighet för enskilda individer.

### **RfC/Inhalationsrisk**

Referenskoncentrationer för zink i luft saknas. I stället beräknas envägs-koncentrationen för exponeringsvägen ”Inandning av damm” med det orala TDI-värdet utifrån antaganden om andningshastighet och lungretention, se avsnitt 3.6.2 i rapporten ”Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning” (Naturvårdsverket, 2009a).

## **Skydd av grundvatten**

### **Parametervärdet i riktvärdesmodellen, haltkriterium för zink i grundvatten**

Ccrit_gw	0,1	mg/l
----------	-----	------

Det finns inga hälsoriskbaserade kriterier för dricksvatten. Dricksvattennormer är satta med hänsyn till korrosion av vattenledningar och halterna motsvarar således inte gränser för vad som är acceptabelt i grundvatten ur hälsorisksynpunkt. Eftersom inga dricksvattennormer finns som är baserade på zinks toxicitet, har haltkriteriet för grundvatten utgått från det värde som använts vid beräkning av gränsvärden för mottagning av avfall (EU rådets beslut 2003/33/EC) av den tekniska tillämpningskommittén (TAC) till EU direktivet om deponering av avfall (direktivet 1999/31/EC), (Hjelmar m fl, 2006). Detta värde tar även hänsyn till att koppar i grundvattnet kan ha en miljöpåverkan vid halter betydligt lägre än den hälsoriskbaserade dricksvattennormen.

## **Skydd av markmiljö**

De miljöriskbaserade riktvärdena för zink 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 från andra organisationer till miljöriskbaserade riktvärden för zink.**

Referens	Värde (mg/kg TS)	Framtagningsmetod	Dataunderlag för markdata
RIVM ekotox MPA (RIVM 2001b, sammanställningar 1993+1996)	16	Fördelningsmetoden används med data för båda markprocesser och marklevande arter. HC5 av markprocessdata är 16 mg/kg TS (90% konfidensintervall 6-31 mg/kg TS). MPC-värdet = MPA + bakgrundshalt (140 mg/kg TS), vilket ger 156 mg/kg TS. HC5 av data från marklevande arter = 140 mg/kg TS (90% konfidensintervall 50-220 mg/kg TS).	<u>Marklevande arter:</u> 7 NOEC-värden, 4 grupper (46 observationer) <u>Markprocesser:</u> 27 NOEC-värden
RIVM ekotox SRA/SRC (RIVM 2001b, sammanställningar 1993+1996)	210/350	Fördelningsmetoden. SRA-värdet är HC50 för markprocesser = 210 mg/kg TS (90% konfidensintervall 120-340 mg/kg TS). SRC-värdet tar hänsyn till bakgrundshalten av zink (140 mg/kg TS), vilket är 350 mg/kg TS. HC50 från fördelning av data för marklevande arter är 390 mg/kg TS (90% konfidensintervall 250 - 600 mg/kg TS).	<u>Marklevande arter:</u> 7 NOEC, 4 grupper (46 observationer) <u>Markprocesser:</u> 27 NOEC
(PNEC add) (EU, 2010)		Fördelningsmetod; MPA värdet för processer är 27 mg/kg TS och MPA värdet för marklevande arter är 26 mg/kg TS. För marklevande arter används en säkerhetsfaktor 2 på 5-percentilen av fördelningen av 52 mg/kg TS.	<u>Marklevande arter</u> 74 kroniska NOEC-värden för 20 arter (4 evertebrater och 16 växter) <u>Markprocesser</u> 97 NOEC-värden
CCME agricultural/residential (CCME 1999, sammanställning 1997)	200	Riktvärdet är det lägsta LOEC värdet för marklevande organismer. Fördelningsmetoden används inte eftersom mer än hälften av data är EC50/LC50 data. <u>Markprocesser:</u> Geometriska medelvärdet av LOEC data är 202 mg/kg TS. <u>Intag via jord och föda:</u> Riktvärdet = 640 mg/kg TS, baserat på tröskeeffektdos av 10 mg/kg kroppsvikt/dag. Tröskeeffektdosen är det lägsta LOAEL-värdet. Ingen SF behövs.	<u>Marklevande arter:</u> Data från 20 studier på växter och evertebrater <u>Markprocesser:</u> 12 LOEC-värden <u>Däggdjur och fåglar:</u> 3 LOEAL och 5 EC <sub>x</sub> -värden
CCME industrial (CCME 1999, sammanställning 1997)	360	Värdet beräknat för markprocesser är lägre än värdet beräknat för marklevande arter. Riktvärdet är det geometriska medelvärdet av dessa två värden. Marklevande arter: Geometriska medelvärdet av LOEC värden är 410 mg/kg TS. Geometriska medelvärdet av LOEC-värden för markprocesser är 320 mg/kg TS.	<u>Marklevande arter:</u> 4 LOEC-värden <u>Markprocesser:</u> 17 LOEC-värden
EPA EcoSSL, växter (USEPA, 2007)	160	Geometriska medelvärdet av MATC-värdena.	5 MATC-värden för 3 arter



Referens	Värde (mg/kg TS)	Framtagningsmetod	Dataunderlag för markdata
EPA EcoSSL, evertebrater (USEPA, 2007)	120	Geometriskt medelvärde av MATC-värdena.	2 MATC-värden och 4 EC <sub>10</sub> -värden för 2 grupper
EPA EcoSSL, fåglar (USEPA, 2007)	46	Gränsvärdet är baserat på insektätande fåglar. TRV-värdet är det geometriskt medelvärde av NOAEL-värdena för reproduktion och tillväxt och är 66,1 mg zink/kg kroppsvikt/dag. Gränsvärdet är halten i mark som motsvarar TRV med hänsyn till upptag i föda, födointaget samt jordintaget. Värden för andra fåglar: Växtätande fåglar: 950 mg/kg TS. Köttätande fåglar: 30 000 mg/kg TS.	Mycket stort antal NOAEL och LOAEL värden för ett flertal effektgrupper
EPA EcoSSL, däggdjur (USEPA, 2007)	79	Gränsvärdet baserat på insektsätande däggdjur. TRV-värdet är det geometriskt medelvärde av NOAEL-värdena för reproduktion och tillväxt och är 75,4 mg zink/kg kroppsvikt/dag. Gränsvärdet är halten i mark som motsvarar TRV med hänsyn till upptag i föda, födointaget samt jordintaget. Värden för andra däggdjur: Växtätande däggdjur: 6800 mg/kg TS. Köttätande däggdjur: 10 000 mg/kg TS.	Mycket stort antal NOAEL och LOAEL värden för ett flertal effektgrupper
ORNL dagmask (USDoE, 1997a)	100	Lägsta LOEC värdet, avrundat nedåt	21 LOEC-värden
ORNL markprocesser (USDoE, 1997a)	100	10-percentilen av LOEC data	46 LOEC-värden
ORNL växter (USDoE 1997b)	50	10-percentilen av LOEC data	14 LOEC-värden
RIVM MPA (RIVM 2007)	26	5-percentilen av fördelningen med data för enskilda arter, och en säkerhetsfaktor 2. Detta värde ligger i samma nivå som värdet som baseras på 5-percentilen av fördelningen av data för markprocesser, och en säkerhetsfaktor 1 (27 mg/kg TS). 5-percentilen av fördelningen av de kombinerade data är 35 mg/kg TS.	74 NOEC värden från 3 arter av mask, 1 insekt, och 16 växter. 97 kroniska data för markprocesser.

## Markmiljö, känslig markanvändning

### Parametervärdet i riktvärdesmodellen, miljöriskbaserade riktvärden för zink vid känslig markanvändning

$E_{KM}$	250	mg/kg TS
----------	-----	----------

$E_{KM}$  är baserat på data från RIVM (2001b), CCME (1999), EU (2010) och USEPA (2007).

CCME använder det lägsta LOEC-värdet för marklevande organismer som gränsvärde, 200 mg/kg TS. Fördelningsmetoden används inte eftersom för mycket av tillgängliga data är effektdata (LC/EC50 data). Det geometriska medelvärdet av data för markprocesser i dataunderlaget för känslig markanvändning är 202 mg/kg TS.

RIVM (2001b) har gjort bedömningen att det finns tillräckligt med data för att använda fördelningsmetoden. Deras MPA-värde motsvarar 5-percentilen av fördelningen av data för markprocesser (16 mg/kg TS), vilket är lägre än motsvarande värde för marklevande arter (140 mg/kg TS). MPA-värdet anger acceptabelt tillskott till en bakgrundshalt. Baserat på RIVM:s data för MPA och SRA har en 25-percentil på 80,4 mg/kg TS beräknats för markprocesser och 266 mg/kg TS för marklevande arter. Dessa värden tar inte hänsyn till bakgrundshalten av zink, som i Nederländerna antas vara 140 mg/kg TS.

I en sammanställning (EU 2010) redovisas PNECadd för bland annat jordar. Detta är tillskottet över bakgrund som skyddar 95% av arter eller markprocesser (dvs. motsvarande MPA). För jordar anges ett PNECadd på 26 mg/kg TS baserat på fördelningen av data för enskilda arter och en säkerhetsfaktor 2. Detta värde ligger i samma nivå som 5-percentilen av fördelningen av data för markprocesser (säkerhetsfaktor 1 användes i detta fall). De artkänslighetsfördelningar som redovisas i EU (2010) kan användas för bestämning av 25-percentilen, 100 mg/kg TS för processer och 125 mg/kg TS för marklevande arter. EU (2010) konstaterar att en rad abiotiska faktorer påverkar toxiciteten av zink i mark och redovisar en rad framtagna samband för att ta hänsyn till jordens egenskaper och föroreningens ålder som bör beaktas i en riskbedömning. Detta innebär att påverkan på markmiljön uppkommer först vid högre halter än de som anges av artkänslighetsfördelningen. Hänsyn ska även tas till bakgrundshalten i jorden.

USEPA:s EcoSSL-värden för växter och evertetrater (160 respektive 120 mg/kg TS) är framtagna för jord där zink bedöms ha en hög biotillgänglighet (USEPA, 2007). Dessa värden ligger i samma storleksordning som 25-percentilen för arter från EU (2010).

Utifrån de redovisade ekotoxikologiska data och mot bakgrund av resonemanget i EU (2010) rörande tillgängligheten av zink i mark bedöms ett tillskott till bakgrundshalten av zink av 200 mg/kg TS skydda markmiljöns funktioner i svenska jordar. Med hänsyn till bakgrundshalten av zink i Sverige (se nedan) har riktvärdet 250 mg/kg TS valts. Detta bekräftas även av de beräkningar som gjorts med den PNEC-kalkylator som tagits fram inom det europeiska forskningsprojektet IBRACS (SGI, 2016) som beräknar ett  $E_{KM}$ -värde för en svensk typjord på 270 mg/kg TS.

$E_{KM}$ -värdets tillförlitlighet bedöms som medelhög. Dataunderlaget för zink är omfattande för markprocesser, men mindre omfattande för marklevande arter.

## Markmiljö, mindre känslig markanvändning

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

$E_{MKM}$	500	mg/kg TS
-----------	-----	----------

$E_{MKM}$  är baserat på data från RIVM (2001b), CCME (1999), EU (2010) och USEPA (2007).

RIVM:s HC50-värden för marklevande arter är 390 mg/kg TS och för markprocesser 210 mg/kg TS. SRC-värden, som tar hänsyn till bakgrundshalten av zink, är 530 mg/kg TS respektive 350 mg/kg TS. För mindre känslig markanvändning använder CCME det geometriska medelvärdet av värdena för markprocesser och marklevande arter (410 respektive 320 mg/kg TS).

I EU (2010) redovisas ekotoxikologiska data för zink i bland annat jordar. De artkänslighetsfördelningar som redovisas i EU (2010) kan användas för bestämning av 50-percentilen, 180 mg/kg TS för processer och 200 mg/kg TS för marklevande arter. EU (2010) konstaterar att en rad abiotiska faktorer påverkar toxiciteten av zink i mark och redovisar en rad framtagna samband för att ta hänsyn till jordens egenskaper och förorenings ålder som bör beaktas i en riskbedömning. Detta innebär att påverkan på markmiljön uppkommer först vid högre halter än de som anges av artkänslighetsfördelningen. Hänsyn ska även tas till bakgrundshalten i jorden.

Utifrån de redovisade ekotoxikologiska data och mot bakgrund av resonemanget i EU (2010) rörande tillgängligheten av zink i mark bedöms ett tillskott till bakgrundshalten av zink av 400 mg/kg TS skydda markmiljöns funktioner vid mindre känslig markanvändning. Med hänsyn till bakgrundshalten av zink i Sverige (se nedan) har riktvärdet 500 mg/kg TS valts. Detta bekräftas även av de beräkningar som gjorts med den PNEC-kalkylator som tagits fram inom det europeiska forskningsprojektet IBRACS (SGI, 2016) som beräknar ett  $E_{MKM}$ -värde för en svensk typjord på 550 mg/kg TS.

$E_{MKM}$ -värdets tillförlitlighet bedöms som medelhög. Dataunderlaget för zink är omfattande för markprocesser, men mindre omfattande för mark-levande arter.

## Hänsyn till bioackumulation

Riktvärden för skydd av fåglar och däggdjur vid oralt intag av zink via föda och jord har tagits fram av CCME och USEPA. CCME:s värde är 640 mg/kg TS vilket ligger högre än  $E_{KM}$  och  $E_{MKM}$ . USEPA:s riktvärde för växtätande och köttätande däggdjur och fåglar ligger högre än  $E_{MKM}$ . Riktvärdet för insektätande djur är lägre än  $E_{KM}$ . USEPA:s värden är baserade på toxicitetsreferensvärden och beräknad ackumulation av zink i näringskedjan och värdet för insektätande djur bedöms som mycket osäkert.

Riktvärdet för KM bedöms ge ett skydd mot sekundära effekter för djur som vistas eller söker föda på det förorenade området. Även riktvärdet MKM bedöms ge tillräckligt skydd.

# Bakgrundshalter i jord

## Parametervärdet i riktvärdesmodellen, bakgrundshalt av zink i jord

C_bc-nat	70	mg/kg TS
----------	----	----------

En sammanställning har gjorts av bakgrundshalter av zink i morän, sedimentjordar och jordbruksmark. Sammanställningen baseras på nationella och regionala studier av metallhalter i morän utförda av Sveriges Geologiska Undersökning, SGU och Statens Lantbruksuniversitet, SLU. Antalet nationella prover som behandlats är ca 12815 för morän i SGU:s studie (SGU, 2007). Antalet regionala prover som behandlats varierar mellan ca 70 och 600 beroende på respektive regions storlek.

SGU har genomfört rikstäckande markgeokemiska karteringar där geo-kemiska data presenteras i percentiler (SGU, 2007). Naturliga bakgrundshalter finns redovisade för finfraktionen (<0,063 mm) av morän (12 815 provpunkter) respektive för sedimentjordar (<2 mm) (1474 prover). Sedimentjordarterna domineras av leror. I tabellen nedan presenteras 90-percentiler av bakgrundshalten av i SGU:s geokemiska kartering (SGU, 2007) samt i SLU:s undersökningar av jordbruksmark, ca 4000 provpunkter (SLU, 2007). Data är redovisade för analyser utförda efter salpetersyralakning (7 M HNO<sub>3</sub>) och ICP-MS

90-percentilen för sediment ligger högre än 90-percentilen för morän. Det valda värdet är beräknat från värden för finfraktionen (<0,063 mm) i morän och i sedimentjordar viktat mot antalet prover. Värdet är avrundat.

Bakgrundshalter varierar regionalt. 90-percentilen av bakgrundshalter varierar mellan 37,3-67,5mg/kg TS i de regioner som SGU har kartlagt (Andersson, 2006; 2004a; 2004b; Holmberg, 2005). SGU:s regionala datarapporter över ICP-MS-analyserade metaller är ännu ej rikstäckande. Datakvalitet för bakgrundshalter av zink anses vara god, men är ännu ej heltäckande över landet.

## Bakgrundshalter av zink i morän och sedimentjordar från SGU (2007) och SLU (2007)

	SGU, 2007								SLU, 2007
	morän (<0,063 mm)				sedimentjordar (<2 mm)				jordbruks mark
Percentilen	10	50	70	90	10	50	70	90	90
Zink (mg/kg TS)	13,1	28	39,9	60,4	18,9	63,2	74	94	99

# Halkriterium för ytvatten

## Parametervärdet i riktvärdesmodellen, halkriterium för zink i ytvatten

Ccrit_sw	4	µg/l
----------	---	------

Halkriterium för ytvatten är baserat på avvikelse från vanligt förekommande halter i svenska ytvatten. Motivet till detta är att en markant förhöjning av halten zink 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 från SLU:s databank för sjöar och vattendrag. För sjöar kommer data ifrån SLU:s riksinventering (vattenkemi) från år 2005 och år 2000. För vattendrag kommer data från Mälarens, Vätterns och Vänerns tillflöden, den samordnade recipientkontrollen (SRK) och databas ”Metaller Intensiv” från Stockholms universitet, Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM).

Antalet analyser som behandlats är ca 1200 för riksinventeringen från år 2000 och ca 100 för riksinventeringen från år 2005, ca 2800 från Mälaren, Vänern och Vätterns tillflöden, ca 7400 analyser från SRK och ca 2000 analyser från ITM (Metaller, Intensiv). Vid tidserier (data från samma provpunkt på ett flertal provtagningstillfälle) har medianvärdet för provpunkten använts i sammanställningen.

En sammanfattning av de sammanställda data för zinkhalter i sjöar och vattendrag visas i tabellen nedan. Riktvärdet baseras på tillskott till vanligt förekommande halter och är valt som skillnaden mellan medianvärdet och 90-percentilen. Den totala halten löst zink som anger god status i mjuka ytvatten (<24 mg CaCO<sub>3</sub>/l) är 3 µg/l (Naturvårdsverket, 2008), vilket är i samma storleksordning som det valda värdet.

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

	Zn
Medel	2,91
Min	0,10
10-perc	0,40
25-perc	0,80
Median	1,6
75-perc	3,1
90-perc	6,1
Max	213
Antal stationer	1383

Havs- och vattenmyndigheten (HaV, 2015) anger ett årsmedelvärde för zinkhalten i vatten med god status. Detta värde, 5,5 µg/l avser den biotillgängliga fraktionen av zink, vilket är den del av den lösta halten som beräknas ta upp av vattenlevande organismer. Halkriteriet för ytvatten i riktvärdesmodellen gäller den totala halten i ytvatten (löst och partikulär) och är därför inte jämförbart med HaV:s kriterium. Med hänsyn till detta bedöms halkriteriet i riktvärdesmodellen vara tillräckligt skyddande för den akvatiska miljön.

# Referenser

- Andersson M (2006). *Geokemiska kartan, Markgeokemi, Metaller i morän och andra sediment från Varberg till Lidköping*, Rapport K 45, Sveriges Geologiska Undersökning.
- Andersson M (2004a). *Geokemiska kartan, Markgeokemi, Metaller i morän och andra sediment, Västra Mälardalen med Västerås tätort*, Rapport Gk 4, Sveriges Geologiska Undersökning.
- Andersson M (2004b). *Geokemiska kartan, Markgeokemi, Metaller i morän och andra sediment, Trestadregionen - delar av västra Götalands län*, Rapport Gk 3, Sveriges Geologiska Undersökning.
- ATSDR (2005). *Toxicological Profile for Zinc*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Public Health Services.
- CCME (1999). *Canadian Soil Quality Guidelines, Zinc (Environmental Effects)*. Scientific supporting document (Based on the 1997 assessment), National Guidelines and Standards Office, Environment Canada.
- Coughtrey P, Thorne M och Jackson, D (1983). *Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems*. A A, Balkema, Rotterdam.
- Elert M, Fanger G, Höglund L O, Jones C, Suér P, Wadstein E, Bjerre-Hansen J och Grøn C (2006). *Laktester för riskbedömning av förorenade områden – huvudrapport och underlagsrapport 1a*. Kunskapsprogrammet för Hållbar Sanering, Naturvårdsverket, Rapport 5535
- EU (2010). *Zinc metal*. European Union Risk Assessment Report. EUR 24587 EN. Joint Research Council. European Commission.
- HaV (2015). *Havs-och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering and miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. HVMFS 2013:19. Uppdaterad 2015-05-01.
- Hjelmar et al. (2006). *Development of criteria for acceptance of monolithic waste at landfills*. Prepared by DHI in cooperation with SGI and VTT, Ole Hjelmar, Jesper Holm and Jacob Gudbjerg, DHI – Water and Environment; David Bendz, Pascal Suér and Håkan Rosqvist, SGI; Margareta Wahlström and Jutta Laie-Ylijoki, VVT; Tema Nord 2006:555.
- Holmberg J (2005). *Geokemiska kartan, Markgeokemi, Metaller i morän och andra sediment i Örebro län*, Rapport K 41, Sveriges Geologiska Undersökning.
- IAEA (2001). *Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment*. Safety Report Series 19, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IRIS (2005). *Zinc and Compounds (CASRN 7440-66-6)*. Integrated Risk Information System: <http://www.epa.gov/iris/>
- Naturvårdsverket (2008). *Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Stöd till vattenmyndigheterna vid statusklassificering och fastställande av MKN*, Naturvårdsverket Rapport 5799.

- 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.
- NNR 2012. Nordiska näringsrekommendationer 2012 – rekommendationer om näring och fysisk aktivitet. Nordiska ministerrådet. Finns tillgänglig på livsmedelsverkets hemsida <http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/matvanor-halsa-miljo/naringsrekommendationer/nordiska-naringsrekommendationer-2012-svenska.pdf>
- RIVM (2001a). *Accumulatie van metalen in planten, Een bijdrage aan de technische evaluatie van de interventiewaarden en de locatiespecifieke risicobeoordeling van verontreinigde bodem*, C,W, Versluijs en P,F, Otte, 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.
- SGU (2007). Utdrag ur SGU:s Regionala markgeokemiska databas, september 2007.
- SLU (2007). *Mark- och grödoinventeringen, Data insamlat 1988-2003*. Sveriges Lantbruksuniversitet ([www.slu.se](http://www.slu.se)).
- SLU:s databank för sjöar och vattendrag. Databank för sjöar och vattendrag, Sveriges Lantbruksuniversitet ([www.slu.se](http://www.slu.se)).
- USDoe (1997a). *Toxicological Benchmarks for contaminants of potential concern for effects on soil and litter invertebrates and heterotrophic process: 1997 revision*. Efroymson, 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 (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.
- USEPA (2007). *Ecological soil screening levels for zinc*. Interim final. EPA Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington DC, OSWER Directive 9285.7-73.

