

Eindrapport

S-Risk stoffenfiches – deel 1: metalen en arseen

C. Cornelis, J. Bierkens, A. Standaert

Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM
2014/MRG/39

september 2016



VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 375-1117354-90 ING
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

INHOUD

Inhoud	I
Lijst van afkortingen	II
Lijst van wijzigingen	III
Inleiding	1
HOOFDSTUK 1. Stoffenfiches zware metalen	3
1.1. <i>Arseen</i>	4
1.2. <i>Cadmium</i>	7
1.3. <i>Chroom (III)</i>	11
1.4. <i>Chroom (VI)</i>	14
1.5. <i>Koper</i>	17
1.6. <i>Anorganisch kwik</i>	22
1.7. <i>Methylkwik</i>	26
1.8. <i>Elementair kwik</i>	28
1.9. <i>Lood</i>	30
1.10. <i>Nikkel</i>	34
1.11. <i>Zink</i>	37
Literatuurlijst	40

LIJST VAN AFKORTINGEN

ABS	absorptiefactor
Al	aluminiumgehalte
BCF	bioconcentratiefactor
BTEXS	benzeen, toluen, ethylbenzeen, styreen
BTF	biotransferfactor
Da	diffusiecoëfficiënt in lucht
Dpe	diffusiecoëfficiënt in polyethyleen
Dpvc	diffusiecoëfficiënt in PVC
Dw	diffusiecoëfficiënt in water
FA	factor gebruikt bij de berekening van dermale absorptie vanuit water
Fe	ijzergehalte
K _d	sorptiecoëfficiënt bodem-water
K _{oa}	verdelingscoëfficiënt octanol-lucht
K _{oc}	verdelingscoëfficiënt organische koolstof-water
K _{ow}	verdelingscoëfficiënt octanol-water
K _p	dermale permeabiliteitscoëfficiënt
MTBE	methyl-t-butylether
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PAK	polyaromatische koolwaterstof
P _{tot}	totaal fosforgehalte
TCL	Toelaatbare Concentratie in Lucht
TDI	Toelaatbare Dagelijkse Inname
TGD	Technical Guidance Document
VMM	Vlaamse MilieuMaatschappij

LIJST VAN WIJZIGINGEN

- 17/12/2014 referentie BTF schapen voor lood gecorrigeerd
- 20/01/2016 De BCF voor de opname van arseen door spinazie werd aangepast. De BCF leidde tot een daling van de concentratie in de plant bij stijgende bodemconcentratie, wat tot inconsistenties leidde bij de iteraties van applicatie I en III van S-Risk. De impact van de wijziging op berekeningsresultaten is minimaal. Het oude BCF-model: $\log BCF = -3,36 - 1,1 \log A_{s_{tot}} + 0,99 \log P_{tot}$. Het nieuwe BCF-model: $\log BCF = -0,484 - 0,974 \log A_{s_{tot}}$.
- 17/08/2016 Het CAS-nummer van arseen werd gecorrigeerd naar 7440-38-2.
- 09/09/2016 Het CAS-nummer van zink werd gecorrigeerd naar 7440-66-6.

INLEIDING

De stoffenfiches vatten de gegevens samen zoals opgenomen in S-Risk 1.0. De stoffenfiches zijn een kopie van de stoffenfiches opgemaakt in het kader van de voorstellen voor bodemsaneringsnormen in Vlaanderen. Door het gewijzigde formularium van S-Risk in vergelijking met het tot nu toe gebruikte model Vlier-Humaan, zijn ook een aantal nieuwe parameterwaarden geïntroduceerd. Daarnaast werden een aantal supplementaire opties mogelijk, die eveneens wijzigingen in de invoergegevens tot gevolg hadden. Voor deze wijzigingen werden nieuwe gegevens opgezocht. De belangrijkste wijzigingen zijn:

- Dermale absorptie: er zijn twee nieuwe parameters (die de oude parameters vervangen), met name de fractie geabsorbeerd voor dermale opname via bodem en stof, en de dermale permeabiliteitscoëfficiënt voor dermale opname vanuit water. Deze laatste gaat samen met een parameter FA.
- Bioconcentratiefactoren plant (BCF): voor *metalen en arseen* ontbrak vaak een BCF voor hetzij maïs, hetzij gras. In de meeste gevallen werd de BCF-relatie voor gras en maïs dan gelijk gesteld. Dit is niet correct. Er is bijgevolg een nood om hiervoor aanvullende BCF-relaties op te zoeken.
- Bioconcentratiefactoren plant (BCF): voor organische verbindingen kan in S-Risk de opname ofwel berekend worden uitgaande van stof- en planteigenschappen, ofwel kunnen BCF's ingevoerd worden in eenheden van mg/kg ds in de plant per mg/m³ bodemoplossing. Voor de meeste organische verbindingen wordt de opname berekend. Voor een aantal organische verbindingen heeft de stoffenfiche waarden in eenheden van mg/kg ds in de plant per mg/kg ds in de bodem. Deze waarden kunnen niet overgenomen worden in S-Risk en voor deze stoffen werd dan gebruik gemaakt van de modelberekeningen. Dit is toegelicht in de stoffenfiche indien van toepassing.
- Biotransferfactoren dierlijke producten (BTF): S-Risk laat toe om biotransferfactoren voor dierlijke producten te specificeren naar vlees, melk, nieren, lever. Voor anorganische verbindingen werken we telkens met ingevoerde BTF-waarden. In de originele stoffenfiches stonden alleen waarden voor vlees en melk. Er werden bijkomende gegevens opgezocht in het rapport De Raeymaecker et al. (2005). Voor organische verbindingen wordt de BTF altijd berekend in het model.
- Biotransferfactoren eieren (BTF): S-Risk laat toe om transfer naar kippeneieren te berekenen. Dit is nieuw ten opzichte van Vlier-Humaan. De blootstellingsweg staat standaard niet geactiveerd. Voor de metalen werden transferfactoren naar ei opgezocht, en ingevuld in de stoffenfiche. Voor organische verbindingen werden geen biotransferfactoren opgezocht en werden de waarden gelijk gesteld aan nul. Indien deze blootstellingsweg geactiveerd wordt in S-Risk, moet de gebruiker geschikte BTF-waarden naar ei opzoeken of berekenen.
- Toxiciteitsgegevens: de toxiciteitsgegevens werden als dusdanig overgenomen uit de stoffenfiches. Waar Vlier-Humaan alleen berekeningen toeliet voor systemische effecten en ofwel carcinogene effecten ofwel niet-carcinogene effecten, kan S-Risk verschillende eindpunten simultaan doorrekenen. Dit betekent dat de toxiciteitsgegevens in de stoffenfiches soms uitgebreider zijn dan in de oorspronkelijke stoffenfiches stond.
- Achtergrondblootstelling en achtergrondconcentraties: Vlier-Humaan liet toe om slechts één waarde voor achtergrondblootstelling (weliswaar afhankelijk van bestemmingstype) via voeding in te voeren. S-Risk laat een leeftijdsafhankelijke achtergrondblootstelling via voeding toe. De leeftijdsafhankelijkheid wordt meestal standaard genomen (volgens verhoudingen gegeven in de TGD). De bestemmingsafhankelijkheid wordt berekend op

basis van ingegeven achtergrondconcentraties via voeding. S-Risk rekt ook apart de achtergrondblootstelling via drinkwater door. Achtergrondconcentraties in drinkwater werden opgezocht op basis van VMM-data.

- Normen voor levensmiddelen: voor een aantal stoffen zijn er normen voor toetsing van de berekende concentraties in levensmiddelen. Er werd nagegaan of de wetgeving nog actueel was, en waar nodig werden nieuwe waarden genomen.

De bestaande informatie, die overgenomen werd in S-Risk is gebaseerd op de stoffenfiches:


- Zware metalen: OVAM (2009c) en (OVAM, 2009d) met bijhorend rekenblad;
- BTEXS: OVAM (2009a)
- Chlooralifaten: OVAM (2004) voor 1,1,1-trichloorethaan, 1,1,2-trichloorethaan, 1,1-dichloorethaan, cis-1,2-dichlooretheen, trans-1,2-dichlooretheen, dichloormethaan, tetrachlooretheen, tetrachloormethaan, trichlooretheen; OVAM (2009b) voor 1,2-dichloorethaan, vinylchloride, trichloormethaan (chloroform)
- Chlooraromaten: OVAM (2004); OVAM (2009b) voor hexachloorbenzeen
- PAK's: OVAM (2003a) voor PAK's; OVAM (2005a) voor wijzigingen in de toetsingscriteria voor benzo(a)pyreen en dibenzo(a,h)antraceen
- Cyaniden: OVAM (2004)
- Trimethylbenzenen: OVAM (2003b)
- Chloorfenolen: OVAM (2005b)
- Hexaan, heptaan, octaan: OVAM (2004)
- MTBE: OVAM (2003a)

Details van de nieuwe informatie zijn telkens terug te vinden in het rapport van de doorrekening op niveau bodemsaneringsnormen met S-Risk (Cornelis, Bierkens, and Standaert, 2013a). In de stoffenfiches is aangegeven welke informatie nieuw of gewijzigd is ten opzichte van de oorspronkelijke, hierboven vermelde stoffenfiches.

De stoffenfiches S-Risk bestaan uit 6 documenten:









- **Deel 1: stoffenfiches metalen en arseen**
- Deel 2: stoffenfiches benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen, styreen en trimethylbenzenen
- Deel 3: stoffenfiches chlooralifaten, chloorbenzenen en chloorfenolen
- Deel 4: stoffenfiches polyaromatische koolwaterstoffen
- Deel 5: stoffenfiches alkanen, MTBE en cyaniden
- Deel 6: stoffenfiches oliefracties.






HOOFDSTUK 1. STOFFENFICHES ZWARE METALEN

Indien stoffengegevens niet overgenomen zijn uit de stoffenfiches, wordt dit aangeduid met  en eventueel een toelichting. Gedetailleerde informatie voor nieuwe gegevens is opgenomen in Cornelis et al. (2013a).

Voor *koper, kwik en nikkel* zijn de plantopnamefactoren (BCF's) opgesteld voor niet-aangerijkte bodems. Voor aangerijkte bodems worden de bekomen BCF's gedeeld door een bepaalde factor. Het onderscheid tussen aangerijkt en niet-aangerijkt wordt gemaakt door de achtergrondwaarde maal 4. Deze achtergrondwaarden zijn de waarden opgenomen in de versie van Vlarebo voorafgaand aan de versie van 2008.





1.1. ARSEEN

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7440-38-2	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	74,9	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	$\log K_d = 1,68 + (1,26 \times \log (\% \text{klei}))^a$	Op basis van data Smolders et al. (2000)
BCF		^{b)}	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	$1,00 \cdot 10^{-3}$	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	$3,00 \cdot 10^{-2}$	 Wester et al. (1993) in US-EPA (2004a)
BTF rundsvlees	d/kg	$1,36 \cdot 10^{-3}$	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF schapenvlees	d/kg	$2,50 \cdot 10^{-3}$	 Beresford et al. (2001)
BTF lever	d/kg	$4,20 \cdot 10^{-3}$	 Crout et al. (Crout, Beresford, Dawson, Soar, and Mayes, 2004)
BTF nier	d/kg	$4,90 \cdot 10^{-3}$	 Crout et al. (Crout, et al., 2004)
BTF melk	d/kg	$1,00 \cdot 10^{-4}$	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF bodem – ei	d/kg	$4,60 \cdot 10^{-1}$	 zelfde waarde als BTF voeder-ei
BTF voeder - ei	d/kg	$4,60 \cdot 10^{-1}$	 Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit		1 A 1	IARC (1987) US-EPA, (2002) EC (2001)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	$2 \cdot 10^{-3}$	JECFA (1989a)
TCL inhalatoir ^{c)}	mg/m ³	$1,3 \cdot 10^{-5}$	hoogste waarde van interval voorgesteld in EC (2001); hoger dan de Europese streefwaarde voor luchtkwaliteit (6 ng/m ³)
TDI dermaal	mg/kg.d	$2 \cdot 10^{-3}$	zelfde als orale waarde
uitmiddeling kind, jongere, volwassene			
Limiet in lucht	mg/m ³	$1,30 \cdot 10^{-5}$	hoogste waarde van interval voorgesteld in EC (2001); hoger dan de Europese streefwaarde voor luchtkwaliteit (6 ng/m ³)
Limiet in drinkwater	mg/m ³	10	WHO, (1993); VI. Reg. (2003)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Gewasnorm	mg/kg vg	Gras 0,8 Mais 0,56	Belgisch Staatsblad ("Ministerieel Besluit van 12 februari 19991 betreffende de handel en het gebruik van producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren, en wijzigingen," 1999) en wijzigingen,  gewijzigde gehalten droge stof
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$2,58 \cdot 10^{-4}$	Deelstra et al. (1996)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen cfr. TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,002	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,002	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,002	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,005	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,005	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,005	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,0004	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,0009	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$4,80 \cdot 10^{-6}$	VMM (2004) (gemiddeld)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$4,80 \cdot 10^{-6}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	1,5	 VMM (2006) (gemiddeld van medianen aan kraan)











- a) Voor de keuze van de verdelingscoëfficiënt K_d wordt verwezen naar het rapport van Smolders et al. (2000). Aangezien het echter de bedoeling was een bodem-water verdelingscoëfficiënt af te leiden die voor zowel de berekening van bodemsaneringsnormen als voor de bepaling van de uitloognormen van As geschikt is, werd afgeweken van de gerapporteerde omrekeningsformules en werd volgende relatie gebruikt:










$$\log K_d = 1,68 + (1,26 \times \log (\% \text{klei})) \quad R^2 = 0,49$$
 Bij een standaardbodem (%klei: 10) wordt zo een K_d berekend van 871 l/kg.
- b) De keuze van geschikte BCF's is gebaseerd op Ruttens (2005). De beschikbare BCF regressiemodellen uit deze studie en de gelijkstellingsregels voor de overige groenten in het voedselpakket worden hieronder opgesomd (zie tabel). Omdat schorseneren, paprika en kolen, en maïs niet in de achtergrondinformatie bij het normvoorstel voor zware metalen opgenomen waren, zijn hier bijkomende gelijkstellingsregels gedefinieerd.

Plant	BCF of BCF-model	
aardappelen		
aardappelen	0,003	Versluijs en Otte (2001)
wortel- en knolgewassen		
wortelen	$\log \text{BCF} = 0,57 - (0,66 \times \log A_{s_{\text{tot}}}) - (0,49 \times \log \text{Fe})$	
schorseneren	$\log \text{BCF} = 0,57 - (0,66 \times \log A_{s_{\text{tot}}}) - (0,49 \times \log \text{Fe})$	 gelijkstelling wortelen
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,12	aardappel * 40
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,0163	gemiddelde bladgroenten/2 (bij standaardbodem)
prei	$\log \text{BCF} = -3,05 - (0,54 \times \log A_{s_{\text{tot}}}) + (0,73 \times \log \text{Al})$	
vruchtgewassen		
tomaat	0,003	
komkommer	0,003	gelijkstelling aardappel
andere vruchtgewassen (zoals paprika)	0,003	gelijkstelling aardappel
kolen		
kool	0,011	 gelijkstelling spruitjes
bloemkool en broccoli	0,003	gelijkstelling aardappel
spruitjes	0,011	gemiddelde bladgroenten/3 (standaardbodem)
bladgewassen		
sla	$\log \text{BCF} = -0,31 - (0,73 \times \log A_{s_{\text{tot}}})$	
veldsla	0,033	gemiddelde bladgroenten
andijvie	0,033	gemiddelde bladgroenten
spinazie	$\log \text{BCF} = -0,484 - (0,974 \times \log A_{s_{\text{tot}}})$	gewijzigd dd. 20/01/2016
witlof	0,011	gemiddelde bladgroenten/3
selder	$\log \text{BCF} = 1,08 - (0,54 \times \log A_{s_{\text{tot}}}) - (0,56 \times \log \text{Fe})$	
peulvruchten		
bonen	0,003	gelijkstelling aardappel
erwten	0,003	gelijkstelling aardappel
grassen		
gras	0,27	Van Wezel (2003)
granen		
maïs	0,27	 gelijkstelling gras

- c) In de originele stoffenfiles wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d. Hoewel arseen in de normering beschouwd wordt als een niet-carcinogeen via orale weg en een carcinogeen met drempel via inhalatoire weg (dus verschillende eindpunten) werden in de normering de risico-indexen via de verschillende routes wel gesommeerd. Dit is overgenomen in S-Risk.


1.2. CADMIUM

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7440-43-9	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	112,4	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	$\log K_d = -0,19 + (0,46 \times \text{pH})_a$	Smolders et al. (2000)
BCF		b)	Smolders (2006)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	$1,00 \cdot 10^{-3}$	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	$1,00 \cdot 10^{-3}$	 Wester et al. (1992) in US-EPA (2004a)
BTF rundsvlees	d/kg	$1,36 \cdot 10^{-4}$	De Raeymaecker et al. (2005)
BTF schapenvlees	d/kg	$2,20 \cdot 10^{-2}$	 Morgan (1991)
BTF lever	d/kg	$5,40 \cdot 10^{-2}$	 Crout et al. (2004)
BTF nier	d/kg	$5,20 \cdot 10^{-3}$	 Crout et al. (2004)
BTF melk	d/kg	$1,90 \cdot 10^{-6}$	De Raeymaecker et al. (2005)
BTF bodem – ei	d/kg	$6,70 \cdot 10^{-2}$	 zelfde als voeder-ei
BTF voeder - ei	d/kg	$6,70 \cdot 10^{-2}$	 Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit		1 B1 2 3	IARC (1993a, 1993b) US-EPA (1998b) EC (2001) (cadmiumchloride, -oxide en -sulfaat) EC (2001) (cadmiumsulfide)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	$1,1 \cdot 10^{-3}$	JECFA (1989a, 1989b, 2001, 2004)
TCL inhalatoir ^{c)}	mg/m ³	$5 \cdot 10^{-6}$	WHO (2000); EC (2001)
TDI dermaal	mg/kg.d	$5,5 \cdot 10^{-5}$	 vanuit orale TDI met orale absorptiefactor van 0,05
Uitmiddelingsperiode		levenslang	 gewijzigd t.o.v. Vlier-Humaan omwille van effect na cumulatieve blootstelling ^{d)}
Limiet in lucht	mg/m ³	$5,00 \cdot 10^{-6}$	EC (2001)
Limiet in drinkwater	mg/m ³	3	WHO (1993, 1996)

Parameter	Einheid	Waarde	Bron
Gewasnorm	mg/kg vg	Aardappelen 0,1 Wortelgewassen 0,1 Bolgroenten 0,05 Vruchtgroenten 0,05 Kool 0,05 Bladgroenten 0,2 Peulvruchten 0,05 Gras 0,4 Mais 0,2	EC 1881/2006 ("Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen," 2006) voor voeding; 2002/32/EG (2002) voor voeder (gras, maïs);  : gewijzigde gehalten droge stof voor voeder; iets uitgebreide lijst voor groenten
Vleesnorm			EC 1881/2006 ("Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen," 2006) voor voeding
Rundsvlees	mg/kg vg	0,05	
Schapenvlees	mg/kg vg	0,05	
Lever	mg/kg vg	0,5	
Nier	mg/kg vg	1	
Melk	mg/kg vg	-	 Wel limiet in vorige regelgeving
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond volwassene	voeding mg/kg dag	$2,33 \cdot 10^{-4}$	Deelstra et al. (1996)
Achtergrond kinderen	voeding mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen cfr. TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,036	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,036	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,036	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,013	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,013	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,033	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,013	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,006	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,094	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,0006	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,006	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,003	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$1,60 \cdot 10^{-6}$	VMM (2004)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$1,60 \cdot 10^{-6}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	0,25	 VMM (2006) (gemiddeld van medianen aan kraan)










- a) Voor Cd wordt voor de omrekening van de K_d in functie van de pH(CaCl₂, 0,01 M) volgende formule gehanteerd ($R^2 = 0,73$): $\log K_d = -0,19 + (0,46 \times \text{pH})$. Bij pH = 6 wordt zo een K_d van 372 l/kg berekend. Er is ook een omrekeningsformule afgeleid, gebaseerd op de pH(CaCl₂, 0,01 M) en de CEC ($R^2 = 0,79$):
 $\log K_d = -0,13 + (0,43 \times \text{pH}) + (0,26 \times \log \text{CEC})$.
- b) De keuze van geschikte BCF's is gebaseerd op Smolders (2006). De beschikbare BCF regressiemodellen uit deze studie en de gelijkstellingsregels voor de overige groenten in het voedselpakket worden hieronder opgesomd (zie tabel). Omdat paprika, kolen en maïs niet in de achtergrondinformatie bij het normvoorstel voor zware metalen opgenomen waren, zijn hier bijkomende gelijkstellingsregels gedefinieerd.

Plant	BCF of BCF-model	
aardappelen		
aardappelen	$\text{Log BCF} = -0,5 - 0,05 \text{ pH-KCl} - 0,73 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
wortel- en knolgewassen		
wortelen	$\text{Log BCF} = 0,43 - 0,12 \text{ pH-KCl} - 0,51 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
schorseneren	$\text{Log BCF} = 1,4 - 0,32 \text{ pH-KCl} - 0,58 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,271	aardappel (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)*4
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,294	prei (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)
prei	$\text{Log BCF} = 1,18 - 0,25 \text{ pH-KCl} - 0,42 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
vruchtgewassen		
tomaat	$\text{Log BCF} = -0,16 - 0,06 \text{ pH-KCl} - 0,66 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	$\frac{N}{3}$ = Smolders (2006) voor tomaten
komkommer	$\text{Log BCF} = -0,86 - 0,26 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
andere vruchtgewassen (zoals paprika)		
kolen		
kool	0,023	$\frac{N}{3}$ = spruitjes
bloemkool en broccoli	0,068	aardappel (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)
spruitjes	0,023	aardappel (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)/3
bladgewassen		
sla	$\text{Log BCF} = 1,06 - 0,14 \text{ pH-KCl} - 0,4 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
veldsla	1,042	= sla (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)
andijvie	$\text{Log BCF} = 1,99 - 0,32 \text{ pH-KCl} - 0,42 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
spinazie	$\text{Log BCF} = 0,53 - 0,06 \text{ pH-KCl} - 0,37 \log \text{Cd}_{\text{bodem}}$	Smolders (2006)
witlof	0,326	= gemiddelde waarde

Plant	BCF of BCF-model	
		bladgroenten (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)/3
selder	Log BCF = 1,07 – 0,13 pH-KCl – 0,43 log Cd _{bodem}	Smolders (2006)
peulvruchten		
bonen	Log BCF = 0,43 – 0,34 pH-KCl + 0,24 log Cd _{bodem}	Smolders (2006)
erwten	0,032	= bonen (bij achtergrondwaarde bodem*4, pH6)
grassen		
gras	Log BCF = -0,33 – 0,08 pH-KCl – 0,78 log Cd _{bodem}	Smolders (2006)
granen		
maïs	Log BCF = -0,33 – 0,08 pH-KCl – 0,78 log Cd _{bodem}	 = gras

- c) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d.
- d) In de normering van Cd werd de standaardbenadering gebruikt waarbij de risico-index voor kinderen en volwassenen apart werd berekend. Door de wijziging in achtergrondblootstelling (verhoging voor kinderen) geeft dit reeds hoge risico-indexen bij achtergrondblootstelling. Daarom werd besloten om, ook rekening houdend met het toxisch werkingsmechanisme van cadmium, in S-Risk levenslang uit te middelen. Een evaluatie van de toetsingswaarde is evenwel nodig.

1.3. CHROOM (III)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7440-47-3	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	52	
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	$\log K_d = 2,25 + (0,28 \times \text{pH} - \text{CaCl}_2)$	Smolders et al. (2000)
BCF		a)	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	$1,00 \cdot 10^{-3}$	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	 dermaal contact = vnl. lokaal effect
BTF rundsvlees	d/kg	$4,48 \cdot 10^{-3}$	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF schapenvlees	d/kg	$4,48 \cdot 10^{-3}$	 = rundsvlees
BTF lever	d/kg	$1,80 \cdot 10^{-3}$	 Stevens (1992)
BTF nier	d/kg	$1,60 \cdot 10^{-4}$	 Stevens (1992)
BTF melk	d/kg	$2,00 \cdot 10^{-4}$	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF bodem – ei	d/kg	$3,30 \cdot 10^{-2}$	 = voeder - ei
BTF voeder - ei	d/kg	$3,30 \cdot 10^{-2}$	 Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit		3 D	IARC (1990a) US-EPA (1998e)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	$3 \cdot 10^{-3}$	ATSDR (2000)
TCL inhalatoir ^{b)}	mg/m ³	$1,05 \cdot 10^{-2}$	omgerekend uit orale waarde
TDI dermaal	mg/kg.d	$3,9 \cdot 10^{-5}$	 uit orale TDI met orale absorptiefactor 0,013
uitmiddeling		kind, jongere, volwassene	
Limiet in lucht	mg/m ³	$1,05 \cdot 10^{-2}$	omgerekend uit orale waarde
Limiet in drinkwater	mg/m ³	50	WHO (WHO, 1996); EC (1998)
Gewasnorm	mg/kg vg	-	
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$5,10 \cdot 10^{-4}$	Deelstra et al. (1996)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen cfr. TGD	☒ Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,02	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,09	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,08	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,01	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,17	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,04	☒ MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	3,90.10 ⁻⁶	VMM (2004)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	3,90.10 ⁻⁶	☒ = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	1,00	☒ VMM (2006)

^(a) Voor de keuze van een geschikte BCF wordt verwezen naar Ruttens (2005). Deze BCF's zijn uitgedrukt voor Cr-totaal maar worden gebruikt voor zowel Cr(III) als Cr(VI). De berekende en geschatte BCF's voor de verschillende consumptiegewassen in het voedselpakket worden weergegeven in onderstaande tabel. Omdat schorseneren en pastinaak, paprika, kolen en maïs niet in de achtergrondinformatie bij het normvoorstel voor zware metalen opgenomen waren, zijn hier bijkomende gelijkstellingsregels gedefinieerd.





plant	BCF of BCF-model	
aardappelen		
aardappelen	0,019	
wortel- en knolgewassen	0,003	☒ = wortel
wortelen	0,003	
schorseneren		
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,019	= aardappel
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,0004	
prei	0,0004	= ui
vruchtgewassen		☒ = tomaat
tomaat	0,0015	
komkommer	0,0015	= tomaat
andere vruchtgewassen (zoals paprika)		
kolen	0,019	☒ = aardappel
kool		
bloemkool en broccoli		
spruitjes		
bladgewassen		
sla	0,004	
veldsla	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
andijvie	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)

plant	BCF of BCF-model	
spinazie	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
witlof	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
selder	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
peulvruchten		
bonen	0,003	
erwten	0,003	= bonen
grassen		
gras	0,052	
granen		
maïs	0,052	\sqrt{V} = gras



- b) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d.

1.4. CHROOM (VI)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7440-47-3	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	52	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	5 ^{a)}	de Groot et al. (1998)
BCF		b)	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	nvt	
Dpvc	m ² /d	nvt	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	2,00.10 ⁻³	US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	dermaal contact = vnl. lokaal effect
BTF rundsvlees	d/kg	7,46.10 ⁻³	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF schapenvlees	d/kg	7,46.10 ⁻³	= rundsvlees
BTF lever	d/kg	1,80.10 ⁻³	Stevens (1992)
BTF nier	d/kg	1,60.10 ⁻⁴	Stevens (1992)
BTF melk	d/kg	2,00.10 ⁻⁴	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF bodem – ei	d/kg	3,30.10 ⁻²	= voeder - ei
BTF voeder - ei	d/kg	3,30.10 ⁻²	Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit ^{c)}		1 A Cr(VI)inh D Cr(VI)or	IARC (1990a) US-EPA (1998a) US-EPA (1998a)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	3.10 ⁻³	US-EPA (1998a)
TCL inhalatoir ^{d)}	mg/m ³	1.10 ⁻²	omgerekend uit orale TDI
TDI dermaal	mg/kg.d	7,5.10 ⁻⁵	orale TDI met orale absorptiefactor 0,025
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	
Lokale effecten drempel			
TCL inhalatoir	mg/m ³	1.10 ⁻⁴	US-EPA (1998a)
Lokale effecten geen drempel			
Hellingsfactor oraal	(mg/kg.d) ⁻¹		
Eenheidsrisico inhalatoir	(mg/m ³) ⁻¹	40	WHO (2000)
Limiet in lucht	mg/m ³	2,50.10 ⁻⁷	WHO (2000)
Limiet in drinkwater	mg/m ³	50	WHO (WHO, 1996); EC (1998)
Gewasnorm	mg/kg vg	-	
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$5,10 \cdot 10^{-05}$	Deelstra et al. (1996) (10 % van Cr totaal)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen volgens TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,002	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,004	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,009	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,008	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,001	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,017	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,004	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$1,30 \cdot 10^{-6}$	VMM (2004); 25 % van Cr totaal = Cr(VI)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$1,30 \cdot 10^{-6}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	0	 geen data











- a) Hexavalent Cr is zeer mobiel. Enkel bij lage pH is er adsorptie van Cr(VI) op de bodem (K_d ca. 10-50 l/kg). Bij hoge pH adsorbeert Cr(VI) nauwelijks (K_d ca. 1 l/kg; Smolders et al. (2000)). Voor Cr(VI) wordt de K_d vastgelegd op 5 l/kg welke als voldoende conservatief wordt geacht in het pH-interval 3-8.
- b) Voor de keuze van een geschikte BCF wordt verwezen naar Ruttens (2005). Deze BCF's zijn uitgedrukt voor Cr-totaal maar worden gebruikt voor zowel Cr(III) als Cr(VI). Omdat schorseneren en pastinaak, paprika, kolen en maïs niet in de achtergrondinformatie bij het normvoorstel voor zware metalen opgenomen waren, zijn hier bijkomende gelijkstellingsregels gedefinieerd.





Plant	BCF of BCF-model	
aardappelen		
aardappelen	0,019	
wortel- en knolgewassen		
wortelen	0,003	 =wortel
schorseneren	0,003	
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,019	= aardappel
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,0004	
prei	0,0004	= ui
vruchtgewassen		
tomaat	0,0015	 = tomaat
komkommer	0,0015	= tomaat
andere vruchtgewassen (zoals paprika)		

Plant	BCF of BCF-model	
kolen	0,019	\square = aardappel
kool		
bloemkool en broccoli		
spruitjes		
bladgewassen		
sla	0,004	
veldsla	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
andijvie	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
spinazie	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
witlof	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
selder	0,04	= gemiddelde bladgroenten uit Ruttens (2005)
peulvruchten		
bonen	0,003	
erwten	0,003	= bonen
grassen		
gras	0,052	
granen		
maïs	0,052	\square = gras

- c) In de normering wordt chroom(VI) beschouwd als een niet-carcinogeen via orale weg en een carcinogeen via inhalatoire weg. Er werd bijgevolg een orale RI berekend en een inhalatoire RI en beide werden niet opgeteld. In S-Risk hebben we bijkomend een toetsingscriterium voor inhalatoire en dermale weg aangezien het kritische effect bij de orale TDI systemisch is, daarnaast hebben we ook een waarde voor een lokaal niet-carcinogeen effect bij inademing.
- d) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d.

1.5. KOPER

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7440-50-8	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	63,5	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	$\log K_d = 1,34 + [0,85 \times \log(0,58 \times \%OM)] + [0,24 \times \text{pH}]^a$	Smolders et al. (2000)
BCF		^{b)}	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	-	
Dpvc	m ² /d	-	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	$1,00 \cdot 10^{-3}$	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	 geen waarden voor bodem en stof; lage absorptie voor koper (European Copper Institute, 2007)
BTF rundsvlees	d/kg	^{c)}	OVAM (2009d)
BTF schapenvlees	d/kg	$7,30 \cdot 10^{-3}$	 Sheppard et al. (2010)
BTF lever	d/kg	$2,00 \cdot 10^{-1}$	 op basis van Engle et al. (2000)
BTF nier	d/kg	$2,00 \cdot 10^{-1}$	 op basis van Engle et al. (2000)
BTF melk	d/kg	(c)	OVAM (2009d)
BTF bodem – ei	d/kg	$4,40 \cdot 10^{-1}$	 = BTF voeder – ei
BTF voeder - ei	d/kg	$4,40 \cdot 10^{-1}$	 Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit		3	IARC (1977, 1987)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	$1,6 \cdot 10^{-1}$	WHO (1993, 1998a)
TCL inhalatoir ^{d)}	mg/m ³	$5,6 \cdot 10^{-1}$	omgerekend uit orale TDI
TDI dermaal	mg/kg.d	$1,3 \cdot 10^{-1}$	 uit orale TDI met orale absorptiefactor = 0,8
uitmiddeling		kind, jongere, volwassene	
Limiet in lucht	mg/m ³	$5,60 \cdot 10^{-1}$	omgerekend uit orale TDI
Limiet in drinkwater	mg/m ³	2000	WHO (1993)
Gewasnorm	mg/kg vg	Gras 6,0 Mais 4,2	EC ("Verordening (EG) nr 1334/2003 van de Commissie van 25 juli 2003 tot wijziging van de toelatingsvoorwaarden voor een aantal toevoegingsmiddelen van de groep sporenelementen in diervoeders," 2003),  :gewijzigd vochtgehalte

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$2,00 \cdot 10^{-2}$	Deelstra et al. (1996)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen volgens TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	1	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	1	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	1	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,85	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,85	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,76	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,85	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	1,3	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	50	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,05	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,08	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,62	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$1,60 \cdot 10^{-5}$	VMM (2004)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$1,60 \cdot 10^{-5}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	$2,00 \cdot 10^2$	 VMM (2006)

a) Voor Cu wordt voor de omrekening van de K_d in functie van de pH(CaCl₂, 0,01 M) en het koolstofgehalte (%OC) volgende formule gehanteerd ($R^2 = 0,81$; Smolders et al., 2000): $\log K_d = 1,34 + [0,85 \times \log(\%OC)] + [0,24 \times \text{pH}]$. Indien %OC wordt uitgedrukt als functie van %OM verkrijgt men volgende relatie:

$$\log K_d = 1,34 + [0,85 \times \log(0,58 \times \%OM)] + [0,24 \times \text{pH-CaCl}_2].$$

Bij een standaardbodem (pH = 6, %OM = 2 en %OC = 1,16) wordt zo een K_d van 684 l/kg berekend.

b) Voor de keuze van een geschikte BCF wordt verwezen naar de rapportage van Ruttens (2005). Voor selder waren er in de studie van Ruttens (2005) voldoende gegevens beschikbaar om een BCF-model¹ op te stellen.

Voor de overige gewassen werden de data uit de internationale literatuur gebruikt aangevuld met BCF voor gewassen uit de Vlaamse dataset (zie tabel). Omdat schorseneren en pastinaak, paprika, kolen en maïs niet in de achtergrondinformatie bij het normvoorstel voor zware metalen opgenomen waren, zijn hier bijkomende gelijkstellingsregels gedefinieerd.

Omdat de BCF's uit de literatuur werden afgeleid op basis van gegevens voor niet-aangerijkte gronden, vormen ze mogelijk een overschatting voor de BCF voor aangerijkte gronden. Daarom werd, in onderling overleg UHasselt/VITO, afgesproken de BCF te behouden in het concentratiegebied < 4x Vlarebo achtergrondwaarde (achtergrondwaarde = 17 mg/kg ds) en

¹ Opgesteld voor een pH range van 3,7 tot 7,1 en Cu-concentraties in de bodem van 2 tot 155 mg/kg ds.

voor metaal concentraties > 4x Vlarebo achtergrondwaarde de gewogen BCF te delen door een metaalspecifieke correctiefactor.

Concreet voor koper betekent dit dat de gerapporteerde BCF voor wortelgewassen (Ruttens, 2005) gedeeld worden door een factor 3,14 en door een factor 3 voor andere groenten voor Cu-gehalten in de bodem > 4x achtergrondwaarde.

plant	BCF of BCF-model (bodemconcentratie < 4*streefwaarde)	
aardappelen		
aardappelen	0,32	Ruttens (2005)
wortel- en knolgewassen		
wortelen	0,28	\sqrt{N} = wortel
schorseneren	0,28	Ruttens (2005)
andere wortelgewassen (zoals radijs)	2,24	= aardappelen * 7
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,24	Ruttens (2005)
prei	0,24	= ui
vruchtgewassen		
tomaat	0,37	\sqrt{N} = tomaat
komkommer	0,37	Ruttens (2005)
andere vruchtgewassen (zoals paprika)	0,37	= tomaat
kolen		
kool	0,17	\sqrt{N} = bloemkool
bloemkool en broccoli	0,17	Ruttens (2005)
spruitjes	0,17	= bloemkool
bladgewassen		
sla	0,35	Ruttens (2005)
veldsla	0,30	= gemiddelde bovengrondse groenten Ruttens (2005)
andijvie	0,30	= gemiddelde bovengrondse groenten Ruttens (2005)
spinazie	0,30	= gemiddelde bovengrondse groenten Ruttens (2005)
witlof	0,30	= gemiddelde bovengrondse groenten Ruttens (2005)
selder	$\log \text{BCF}_{\text{selder}} = 0,794 - (0,88 \times \log \text{Cu}) - (0,04 \times \text{pH-KCl})$	Ruttens (2005)
peulvruchten		
bonen	0,33	Ruttens (2005)
erwten	0,33	= bonen
grassen		
gras	0,19	Van Wezel (2003)
granen		
maïs	0,19	\sqrt{N} = gras

- c) Bij de normering en in het rekenblad voor metalen (OVAM, 2009d) werd voor koper een formule gebruikt om de concentratie in vlees en melk te berekenen voor runderen, dit uitgaande van de inname en de absorptie. Hierdoor kon rekening gehouden worden met de homeostatische processen in dieren. Voor rundsvlees en melk werden de formules overgenomen (geprogrammeerd) in S-Risk.











$$C_{\text{vlees}} = 2,4 * [\text{totale inname rund} / (\text{orale absorptie rund} * 11)] ^ 0,0767$$





$$C_{\text{melk}} = 0,12 * [\text{totale inname rund} / (\text{orale absorptie rund} * 11)] ^ 0,0767$$

De orale absorptie is gelijk gesteld aan 0,03.

- ^{d)} In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d

1.6. ANORGANISCH KWIK

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7439-97-6	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	271,5 (HgCl ₂)	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	6,6.10 ⁴	EC (2001)
Dampdruk	Pa	0 bij 20°C	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0 bij 20°C	
Kd	dm ³ /kg	5706 ^{a)}	Smolders et al. (2000)
BCF		^{b)}	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	1,00.10 ⁻³	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	4,00.10 ⁻¹	 Skowronski et al. (2000)
BTF rundsvlees	d/kg	1,30.10 ⁻⁴	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF schapenvlees	d/kg	3,00.10 ⁻²	 Morgan (1991)
BTF lever	d/kg	7,80.10 ⁻³	 Crout et al. (2004)
BTF nier	d/kg	6,40.10 ⁻²	 Crout et al. (2004)
BTF melk	d/kg	1,90.10 ⁻⁵	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF bodem – ei	d/kg	0	 geen data
BTF voeder - ei	d/kg	0	 geen data
Carcinogeniteit		3 C	IARC (1993a) US-EPA (1997a)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	3.10 ⁻⁴	US-EPA (1997a)
TCL inhalatoir ^{c)}	mg/m ³	1.10 ⁻³	omgerekend uit orale TDI
TDI dermaal	mg/kg.d	1,2.10 ⁻⁴	 omgerekend uit orale TDI met absorptiefactor 0,4
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	
Limiet in lucht	mg/m ³	1,05.10 ⁻³	omgerekend uit orale TDI
Limiet in drinkwater	mg/m ³	1	WHO (1993), EC (1998), Vlaamse Regering (2003)
Gewasnorm	mg/kg vg	Gras 0,04 Mais 0,028	op basis van Belgisch Staatsblad ("Ministerieel Besluit van 12 februari 1991 betreffende de handel en het gebruik van producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren, en wijzigingen," 1999);  : gewijzigd droge stof gehalte; geen limieten meer voorgroenten door gewijzigde wetgeving (EG 1881/2006)
Vleesnorm			

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$4,30 \cdot 10^{-5}$	MAFF (1999)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen volgens TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,001	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,001	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,001	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,0006	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,0006	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,0004	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,0006	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,001	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,005	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,0004	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,0013	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$2,24 \cdot 10^{-6}$	VMM (2001)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$2,24 \cdot 10^{-6}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	$1,00 \cdot 10^{-1}$	 VMM (2006)

a) Als K_d werd 5706 l/kg gekozen. Dit is de mediaan van 4 observaties. Er kon geen relatie worden afgeleid voor de Vlaamse bodem wegens de beperkte dataset.

b) De BCF gebruikt in de berekeningen werden bepaald door Ruttens (2005). De BCF's voor gewassen waarvan geen gegevens beschikbaar zijn uit de studie van Ruttens (2005) werden geschat op basis van expertoordeel (UHasselt) en een beperkte vergelijking met beschikbare literatuurgegevens waarin de metaalopname voor verschillende consumptiegewassen werd bestudeerd (Fytianos, Katsianis, Triantafyllou, and Zachariadis, 2001; Van Wezel, et al., 2003; Versluijs, et al., 2001).

Omdat de BCF's uit de literatuur echter werden afgeleid op basis van gegevens voor niet-aangerijkte gronden, vormen ze mogelijk een overschatting voor de BCF voor aangerijkte gronden. Daarom werd, in onderling overleg UHasselt/VITO, afgesproken de BCF te behouden in het concentratiegebied $< 4x$ Vlarebo achtergrondwaarde (achtergrondwaarde = 0,55 mg/kg ds) en voor metaal concentraties $> 4x$ Vlarebo streefwaarde de gewogen BCF te delen door een metaalspecifieke correctiefactor.

Concreet voor Hg betekent dit dat de gerapporteerde BCF voor wortelgewassen (Ruttens, 2005) gedeeld werden door een factor 3,14 en door een factor 2,7 voor de overige groenten voor Hg gehalten in de bodem $> 4x$ achtergrondwaarde.













Voor schorseneren is er geen waarde en wordt een groepsBCF voor wortelgewassen gedefinieerd gelijk aan die van wortel. Voor de overige vruchtgroenten wordt een groepsBCF gedefinieerd gelijk aan deze van tomaat, voor koolgewassen wordt een groepsBCF gedefinieerd gelijk aan de waarde voor kolen.

Plant	BCF of BCF-model (bodemconcentratie < 4*streefwaarde)	
aardappelen		
aardappelen	0,25	Ruttens (2005)
wortel- en knolgewassen		
wortelen	0,29	☒
schorseneren	0,29	Ruttens (2005)
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,25	= aardappel
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,60	gemiddelde groenten Ruttens (2005)
prei	0,60	gemiddelde groenten Ruttens (2005)
vruchtgewassen		
tomaat	0,072	☒
komkommer	0,072	Ruttens (2005)
andere vruchtgewassen (zoals paprika)	0,31	Ruttens (2005)
kolen		
kool	0,025	☒
bloemkool en broccoli	0,025	=1/10 aardappel
spruitjes	0,025	= 1/10 aardappel
bladgewassen		
sla	0,39	Ruttens (2005)
veldsla	0,60	gemiddelde groenten Ruttens (2005)
andijvie	0,60	gemiddelde groenten Ruttens (2005)
spinazie	1,62	Ruttens (2005), Fytianos (2001), Versluijs (2001)
witlof	0,60	gemiddelde groenten Ruttens (2005)
selder	0,60	gemiddelde groenten Ruttens (2005)
peulvruchten		
bonen	0,077	Ruttens (2005)
erwten	0,077	= bonen
grassen		
gras	0,12	Van Wezel (2003)
granen		
maïs	0,12	☒ = gras

- c) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d

1.7. METHYLKWIK











Hoewel methylkwik een organische verbinding is, werd deze in S-Risk als anorganisch ingevoerd. Anders was het niet mogelijk om de bioconcentratiefactoren naar plant in te voeren. Deze wijze van invoer van de gegevens heeft geen impact op de resultaten, omdat het in S-Risk mogelijk is rekening te houden met vluchtigheid van anorganische verbindingen.

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		22967-92-6	
Type		anorganisch	 als invoer in S-Risk
Dissociërend		Neen	
Molmassa	g/mol	251,1	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	$5,50 \cdot 10^3$ bij 25°C	EC (2001)
Dampdruk	Pa	1,76 bij 25°C	EC (2001)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0,0803 bij 25°C	EC (2001)
log Kow	g/g	0,39794	
log Koc	dm ³ /kg	-	
Kd	dm ³ /kg	$\log K_d = -0,3368 + \log \% \text{ OM}$	 herrekend uit Koc 79,4 l/kg (UK-EA, 2009)
BCF			zelfde waarden als anorganisch kwik
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	$7,44 \cdot 10^{-1}$	 UK-EA (2009)
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	$7,44 \cdot 10^{-5}$	 UK-EA (2009)
Kp	[cm/h]	$1,00 \cdot 10^{-3}$	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	$4,00 \cdot 10^{-1}$	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF rundsvlees	d/kg	$1,30 \cdot 10^{-4}$	zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF schapenvlees	d/kg	$3,00 \cdot 10^{-2}$	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF lever	d/kg	$7,80 \cdot 10^{-3}$	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF nier	d/kg	$6,40 \cdot 10^{-2}$	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF melk	d/kg	$1,90 \cdot 10^{-5}$	zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF bodem – ei	d/kg	0	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF voeder - ei	d/kg	0	 zelfde waarde als anorganisch kwik
Carcinogeniteit		2B C	IARC (1993a) US-EPA (1995)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	$1 \cdot 10^{-4}$	US-EPA (2001), EC (2001)
TCL inhalatoir ^{a)}	mg/m ³	$3,5 \cdot 10^{-4}$	omgerekend uit orale TDI
TDI dermaal	mg/kg.d	$1 \cdot 10^{-4}$	= TDI oraal
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Limiet in lucht	mg/m ³	3,5.10 ⁻⁴	omgerekend uit orale TDI ^{b)}
Limiet in drinkwater	mg/m ³	1	WHO (1993), EC (1998), Vlaamse Regering (2003)
Gewasnorm	mg/kg vg	Gras 0,04 Mais 0,028	zelfde als anorganisch kwik
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	3,79.10 ⁻⁵	DG Health and Consumer Protection (2004) inname via vis en visproducten
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen volgens TGD	omgerekend uit orale TDI ^{b)} Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0	
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0	
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0	
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0	
Achtergrond kool	mg/kg vg	0	
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0	
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0	
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0	
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0	
Achtergrond melk	mg/kg vg	0	
Achtergrond boter	mg/kg vg	0	
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0	
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	0	
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	0	
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	0	

- a) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d
- b) In de originele stoffenfiche staat een foutieve limiet in lucht van 3,5.10 mg/m³, de correcte waarde wordt bekomen door omrekening vanuit de orale TDI.

1.8. ELEMENTAIR KWIK

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7439-97-6	
Type		anorganisch	
Dissociërend		neen	
Molmassa	g/mol	200,6	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	4,94E ⁻² bij 20°C	EC (2001)
Dampdruk	Pa	0,18 bij 20°C	EC (2001)
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	729 bij 20°C	EC (2001)
log Kow	g/g	0,623249	
log Koc	dm ³ /kg	-	
Kd	dm ³ /kg	5706 ^{a)}	Smolders et al. (2000)
Log Koa	g/g	-	
BCF			zelfde als anorganisch kwik
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	-	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	0,548	 UK-EA (2009)
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	0,000173	 UK-EA (2009)
Kp	[cm/h]	1.10 ⁻³	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	 Dermale absorptie beperkt
BTF rundsvlees	d/kg	1,3.10 ⁻⁴	zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF schapenvlees	d/kg	3,0.10 ⁻²	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF lever	d/kg	7,80.10 ⁻³	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF nier	d/kg	6,40.10 ⁻²	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF melk	d/kg	1,90.10 ⁻⁵	zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF bodem – ei	d/kg	0	 zelfde waarde als anorganisch kwik
BTF voeder - ei	d/kg	0	 zelfde waarde als anorganisch kwik
Carcinogeniteit		3 D	IARC (1993a) US-EPA (1997b)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	1.10 ⁻¹	omgerekend uit de inhalatoire waarde, orale absorptie = 0,01 %, inhalatoire absorptie = 69 %
TCL inhalatoir ^{b)}	mg/m ³	5.10 ⁻⁵	EC (2001)
TDI dermaal	mg/kg.d	1.10 ⁻⁵	omgerekend uit inhalatoire waarde, inhalatoire absorptie = 69 %
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	
Limiet in lucht	mg/m ³	5.10 ⁻⁵	EC (2001)
Limiet in drinkwater	mg/m ³	1	WHO (1993), EC (1998), Vlaamse Regering (2003)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Gewasnorm	mg/kg vg		
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	0	
Schapenvlees	mg/kg vg	0	
Lever	mg/kg vg	0	
Nier	mg/kg vg	0	
Melk	mg/kg vg	0	
Boter	mg/kg vg	0	
Ei	mg/kg vg	0	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	0	
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	0	
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0	
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0	
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0	
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0	
Achtergrond kool	mg/kg vg	0	
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0	
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0	
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0	
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0	
Achtergrond melk	mg/kg vg	0	
Achtergrond boter	mg/kg vg	0	
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0	
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	0	
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	0	
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	0	

- b) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d

1.9. LOOD

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7439-92-1	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	207,2	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	a)	Smolders et al. (2000)
BCF		b)	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	1,00.10 ⁻⁴	US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	op basis van gegevens in Boreiko en Battersby (2008)
BTF rundsvlees	d/kg	6,70.10 ⁻⁵	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF schapenvlees	d/kg	8,91.10 ⁻²	hoogste waarde uit Van der Veen en Vreman (1986)
BTF lever	d/kg	3,40.10 ⁻³	Stevens (1992)
BTF nier	d/kg	9,00.10 ⁻³	Stevens (1992)
BTF melk	d/kg	4,90.10 ⁻⁵	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF bodem – ei	d/kg	8,00.10 ⁻²	gebaseerd op Waegeneers et al. (2009)
BTF voeder - ei	d/kg	1,00.10 ⁻¹	gebaseerd op Waegeneers et al. (2009)
Carcinogeniteit		2A (Pb en anorg. Pb-verb.) 3 (Org. Pb-verb.) B2	IARC (2004) US-EPA (1997c)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	3,6.10 ⁻³	JECFA (1993, 2000), WHO (1993, 1996)
TCL inhalatoir ^{c)}	mg/m ³	1,26.10 ⁻²	omgerekend uit orale TDI
TDI dermaal	mg/kg.d	5,4.10 ⁻⁴	omgerekend uit orale TDI (orale absorptiefactor 0,15)
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	
Limiet in lucht	mg/m ³	5,00.10 ⁻⁴	WHO (2000)
Limiet in drinkwater	mg/m ³	10	WHO (1993, 1996)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Gewasnorm	mg/kg vg	Aardappelen 0,1 Wortelgewassen 0,1 Bolgroenten 0,1 Vruchtgroenten 0,1 Kool 0,3 Bladgroenten 0,3 Peulvruchten 0,2 Gras 12 Mais 0,2	EC ("Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen," 2006) voor voeding (limiet granen ingevoerd voor maïs), licht gewijzigde lijst; waarde groenvoeder op basis van Belgisch Staatsblad ("Ministerieel Besluit van 12 februari 1991 betreffende de handel en het gebruik van producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren, en wijzigingen," 1999) alleen gebruikt voor gras, niet voor maïs; gewijzigd droge stofgehalte voor voeder
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	0,1	
Schapenvlees	mg/kg vg	0,1	
Lever	mg/kg vg	0,5	EC ("Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen," 2006)
Nier	mg/kg vg	0,5	EC ("Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen," 2006)
Melk	mg/kg vg	0,02	
Boter	mg/kg vg	0,1	EC ("Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen," 2006)
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$3,70 \cdot 10^{-4}$ (31 - < 51 jr;)	Deelstra et al. (1996)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	$1,33 \cdot 10^{-3}$ (1 - < 3 jr)	verhouding t.o.v. 3-6 jr uit EFSA (2010)
		$1,13 \cdot 10^{-3}$ (3 - < 6 jr)	verschillende studies (OVAM, 2010)
		$8,73 \cdot 10^{-4}$ (6 - < 10 jr)	verhouding t.o.v. 3-6 jr uit EFSA (2010)

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
		$6,40 \cdot 10^{-4}$ (10 - < 15 jr)	verhouding t.o.v. 3-6 jr uit EFSA (2010)
		$3,92 \cdot 10^{-4}$ (15 - < 21 jr)	verhoudingen t.o.v. 31-51 jr volgens Cornelis et al. (2013b)
		$3,66 \cdot 10^{-4}$ (21 - < 31 jr)	verhoudingen t.o.v. 31-51 jr volgens Cornelis et al. (2013b)
		$3,66 \cdot 10^{-4}$ (\geq 51 jr)	verhoudingen t.o.v. 31-51 jr volgens Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,015	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,015	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,61	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,015	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,006	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,09	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,001	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,005	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,003	MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$4,40 \cdot 10^{-5}$	VMM (2004)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$4,40 \cdot 10^{-5}$	=binnenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	2,5	VMM (2006)

a) Voor de keuze van de verdelingscoëfficiënt K_d wordt verwezen naar het rapport van Smolders et al. (2000). Voor de omrekening van de K_d in functie van de bodemkenmerken zijn volgende formules gedefinieerd:

- pH \leq 5,5: $\log K_d = 1,76 + (0,4 \times \text{pH})$ $R^2 = 0,92$

- pH > 5,5:

$\log(\text{Pb}_{\text{tot}}) < 3,4 - (0,08 \times \text{pH})$:

$\log K_d = 1,76 + (0,4 \times \text{pH})$ $R^2 = 0,92$

$\log(\text{Pb}_{\text{tot}}) > 3,4 - (0,08 \times \text{pH})$:

$\log K_d = -1,64 + (0,48 \times \text{pH}) + \log(\text{Pb}_{\text{tot}})$ theoretisch

waarbij de pH bepaald is m.b.v. CaCl_2 (0,01 M).











b) Voor de keuze van een bioconcentratiefactor wordt verwezen naar de rapportage van Ruttens (2005). Voor een aantal gewassen zijn modellen beschikbaar in deze studie. Voor schorseneren, bolgewassen, vruchtgewassen en kolen zijn in deze studie geen aparte waarden beschikbaar. Voor schorseneren wordt een groepsBCF gelijk aan de relatie voor wortelen gedefinieerd. Voor bolgewassen wordt een groepsBCF genomen, evenals voor vruchtgewassen. De groepsBCF voor kolen is de waarde voor spruiten. De BCF voor gras werd gelijk gesteld aan de gemiddelde waarde uit Versluijs en Otte (2001).





Plant	BCF of BCF-model	
aardappelen		
aardappelen	$\text{Log BCF} = -1,09 - 0,84 \log \text{Pb}_{\text{bodem}}$	Ruttens (2005)
wortel- en knolgewassen		
		= wortelen
wortelen	$\text{Log BCF} = 0,36 - 0,23 \text{pH} - 0,61 \log \text{Pbbodem}$	Ruttens (2005)

Plant	BCF of BCF-model	
schorseneren		
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,012	= mediane waarde aardappel*4 bij standaardbodem
bolgewassen	0,00475	\bar{V} = waarde bladgroenten/2 bij standaardbodem
bolgewassen (zoals ui)		
prei		
vruchtgewassen	0,003	\bar{V} = mediane waarde aardappel bij standaardbodem
tomaat		
komkommer		
andere vruchtgewassen (zoals paprika)		
kolen	0,00317	\bar{V}
kool		
bloemkool en broccoli	0,003	mediane waarde aardappel bij standaardbodem
spruitjes	0,0032	=waarde bladgroenten / 3
bladgewassen		
sla	$\text{Log Pb}_{\text{plant}} = -0,9 + 0,68 \log \text{Pb}_{\text{bodem}}$	Ruttens (2005)
veldsla	0,0095	= waarde bladgroenten
andijvie	0,0095	= waarde bladgroenten
spinazie	0,0095	= waarde bladgroenten
witlof	0,0032	= waarde bladgroenten / 3
selder	$\text{Log Pb}_{\text{plant}} = -1,23 + 0,84 \log \text{Pb}_{\text{bodem}}$	Ruttens (2005)
peulvruchten		
bonen	0,006	= mediane waarde aardappelen * 2 bij standaardbodem
erwten	0,003	= mediane waarde aardappel bij standaardbodem
grassen		
gras	0,04439	\bar{V} = gemiddelde Versluijs en Otte (2001)
granen		
maïs	$\log \text{Pb}_{\text{plant}} = -1,63 + 1,16 \log \text{Pb}_{\text{bodem}}$	Ruttens (2005)

- c) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d

1.10. NIKKEL


Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		8049-31-8	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	58,7	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	a)	Smolders et al. (2000)
BCF		b)	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	2,00.10 ⁻⁴	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	 lage dermale absorptie vanuit bodem verondersteld
BTF rundsvlees	d/kg	6,80.10 ⁻⁴	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF schapenvlees	d/kg	6,80.10 ⁻⁴	 = rundsvlees
BTF lever	d/kg	3,00.10 ⁻⁴	 Stevens (1992)
BTF nier	d/kg	8,10.10 ⁻⁴	 Stevens (1992)
BTF melk	d/kg	2,70.10 ⁻⁵	De Raeymaecker et al. (2006)
BTF bodem – ei	d/kg	2,70.10 ⁻¹	 = BTF voeder-ei
BTF voeder - ei	d/kg	2,70.10 ⁻¹	 Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit		1 (Ni-verb.)	IARC (1990b, 1999)
		2B (Ni(O))	IARC (1990b, 1999)
		A (Ni-raffinagestof en Ni-subsulfide)	US-EPA (1997e, 1997f)
		B2 (Ni-carbonyl)	US-EPA (1997d)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	2.10 ⁻²	US-EPA (1998d)
TCL inhalatoir ^{c)}	mg/m ³	2,0.10 ⁻⁵	EC (2004)
TDI dermaal	mg/kg.d	1.10 ⁻⁴	 omgerekend uit orale TDI met orale absorptiefactor 0,05
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	
Lokale effecten geen drempel			 ^{d)}
Eenheidsrisico ^{e)}	(mg/m ³) ⁻¹	3,8.10 ⁻¹	WHO (2000)
inhalatoir			
uitmiddeldingsduur		levenslang	
Limiet in lucht	mg/m ³	2,00.10 ⁻⁵	EC (2004)
Limiet in drinkwater	mg/m ³	20	WHO (1998b)
Gewasnorm	mg/kg vg		
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$1,90 \cdot 10^{-3}$	MAFF (1999)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen volgens TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	0,062	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	0,062	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	0,062	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	0,078	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	0,078	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	0,088	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	0,078	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	0,12	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	0,0016	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	0,005	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,04	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	0,017	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$6,20 \cdot 10^{-6}$	VMM (2004)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$6,20 \cdot 10^{-6}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	2,5	 VMM, 2006

a) Voor Ni wordt voor de omrekening van de K_d in functie van de pH(CaCl₂, 0,01 M) volgende omrekeningsformule gebruikt ($R^2 = 0,71$): $\log K_d = 1,31 + (0,25 \times \text{pH})$. Bij een standaardbodem wordt een K_d van 646 l/kg berekend.

b) De BCF's voor nikkel zijn gebaseerd op expertenoordeel (UHasselt/VITO) en een beperkte vergelijking met beschikbare literatuurgegevens waarin de metaalopname voor verschillende consumptiegewassen werd bestudeerd. Omdat de BCF's uit de literatuur werden afgeleid op basis van gegevens voor niet-aangerijkte gronden, vormen ze mogelijk een overschatting voor de BCF voor aangerijkte gronden. Daarom werd, in onderling overleg UHasselt/VITO, afgesproken de originele BCF afgeleid in Ruttens (2005) te behouden in het concentratiegebied $< 4x$ Vlarebo achtergrondwaarde (achtergrondwaarde = 9 mg/kg ds) voor het desbetreffende metaal en voor metaalconcentraties $> 4x$ achtergrondwaarde de oorspronkelijke BCF te delen met een metaalspecifieke correctiefactor. De wijze waarop de gewogen BCF en de correctiefactoren werden bepaald, wordt beschreven in een additioneel hoofdstuk toegevoegd aan Ruttens (2005). Concreet voor Ni betekent dit dat de gerapporteerde BCF voor wortelgewassen (Ruttens, 2005) gedeeld werden door een factor 3,14 en door een factor 1,7 voor overige groenten.










Omdat in de gegevens waarden ontbraken werd voor schorseneren een groepsBCF gedefinieerd gelijk aan de waarde voor wortelen. Vruchtgewassen anders dan tomaat en komkommer krijgen een groepsBCF gelijk aan deze van tomaat. Voor kolen wordt een groepsBCF gedefinieerd.





Plant	BCF of BCF-model (bodemconcentratie $< 4 \cdot$ achtergrondwaarde)	
aardappelen		
aardappelen	0,051	Ruttens (2005)
wortel- en knolgewassen	0,026	 = waarde wortelen

Plant	BCF of BCF-model (bodemconcentratie < 4*achtergrondwaarde)	
wortelen	0,026	Ruttens (2005)
schorseneren		
andere wortelgewassen (zoals radijs)	0,051	= waarde aardappelen
bolgewassen		
bolgewassen (zoals ui)	0,038	Ruttens (2005)
prei	0,038	= uien
vruchtgewassen		
tomaat	0,025	☒ = tomaat
komkommer	0,105	Ruttens (2005)
andere vruchtgewassen (zoals paprika)		
kolen		
kool	0,041	☒ = bloemkool
bloemkool en broccoli	0,041	Ruttens (2005)
spruitjes		
bladgewassen		
sla	0,081	Ruttens (2005)
veldsla	0,081	= sla
andijvie	0,081	= sla
spinazie	0,081	= sla
witlof	0,081	= sla
selder	0,081	= sla
peulvruchten		
bonen	0,14	Ruttens (2005)
erwten	0,14	= bonen
grassen		
gras	0,098	Ruttens (2005)
granen		
maïs	0,098	☒ = gras

- c) In de originele stoffenfiles wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d.
- d) In de normering werd nikkel beschouwd als een niet-carcinogeen. In S-Risk nemen we ook de waarde voor lokale carcinogene effecten via inademing mee. Dit heeft normaal gezien geen impact op de risicobeoordeling aangezien de niet-carcinogene effecten kritisch zijn.
- e) In de originele stoffenfiles staan de toetsingswaarden voor carcinogene effecten zonder drempel vermeld als de levenslange dosis bij 1/10⁵ extra kankergevallen. S-Risk maakt gebruik van hellingsfactoren en eenheidsrisico's. De omrekening is als volgt: hellingsfactor ((mg/kg.d)⁻¹) = 1.10⁻⁵/(dosis bij 1.10⁻⁵ (mg/kg.d)). Voor inademing geldt nog een vooafgaande omrekening van mg/kg.d naar mg/m³ door vermenigvuldiging met 70 kg (lichaamsgewicht) en deling door 20 m³/d (ademvolume).

1.11. ZINK

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
CAS nr.		7440-66-6	
Type		anorganisch	
Molmassa	g/mol	65,4	Geometrisch gemiddelde
Oplosbaarheid	mg/l	-	
Dampdruk	Pa	0	
Henry-coëfficiënt	Pa m ³ /mol	0	
Kd	dm ³ /kg	a)	Smolders et al. (2000)
BCF		b)	Ruttens (2005)
Dpe	m ² /d	0	
Dpvc	m ² /d	0	
Diffusiecoëfficiënt lucht (Da)	m ² /d	berekend	
Diffusiecoëfficiënt water (Dw)	m ² /d	berekend	
Kp	[cm/h]	6,00.10 ⁻⁴	 US-EPA (2004b)
FA	-	1	
ABS dermaal bodem/stof	-	0	 Bierkens et al. (2006)
BTF rundsvlees	d/kg	c)	
BTF schapenvlees	d/kg	1,20.10 ⁻¹	 Sheppard et al. (2010)
BTF lever	d/kg	1,20.10 ⁻¹	 Sheppard et al. (2010)
BTF nier	d/kg	1,20.10 ⁻¹	 Sheppard et al. (2010)
BTF melk	d/kg	(c)	
BTF bodem – ei	d/kg	1,10	 = BTF voeder-ei
BTF voeder - ei	d/kg	1,10	 Sheppard et al. (2010)
Carcinogeniteit		D	US-EPA (1998c)
Systemische effecten drempel			
TDI oraal	mg/kg.d	5.10 ⁻¹	Baars et al. (2001), EC (1993)
TCL inhalatoir ^{d)}	mg/m ³	1,75	omgerekend uit orale TDI
TDI dermaal	mg/kg.d	1,5.10 ⁻¹	berekend uit orale TDI met orale absorptiefactor 0,3
uitmiddeldingsduur		kind, jongere, volwassene	
Limiet in lucht	mg/m ³	1,75	= TCL inhalatoir
Limiet in drinkwater	mg/m ³	5000	B. VI. Reg. (1989)
Gewasnorm	mg/kg vg	Gras 60 Mais 42	 afgeleid uit lijst in uitvoering van EC ("Verordening (EG) Nr 1831/2003 van het Europees Parlement en de Raad van 22 september 2003 betreffende toevoegingsmiddelen voor diervoeding," 2003)
Vleesnorm			
Rundsvlees	mg/kg vg	-	
Schapenvlees	mg/kg vg	-	
Lever	mg/kg vg	-	
Nier	mg/kg vg	-	
Melk	mg/kg vg	-	
Boter	mg/kg vg	-	
Ei	mg/kg vg	-	

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Achtergrond voeding volwassene	mg/kg dag	$1,57 \cdot 10^{-1}$	Deelstra et al. (1996) en Hendrix et al. (1998)
Achtergrond voeding kinderen	mg/kg.dag	relatief t.o.v. volwassenen volgens TGD	 Cornelis et al. (2013b)
Achtergrond aardappel	mg/kg vg	3,3	MAFF (1999)
Achtergrond wortelgewassen	mg/kg vg	3,3	MAFF (1999)
Achtergrond bolgroenten (ui, ...)	mg/kg vg	3,3	MAFF (1999)
Achtergrond vruchtgroenten	mg/kg vg	2,4	MAFF (1999)
Achtergrond kool	mg/kg vg	2,4	MAFF (1999)
Achtergrond bladgroenten	mg/kg vg	3,9	MAFF (1999)
Achtergrond peulvruchten	mg/kg vg	2,4	MAFF (1999)
Achtergrond rundsvlees	mg/kg vg	52	MAFF (1999)
Achtergrond orgaanvlees	mg/kg vg	52	MAFF (1999)
Achtergrond melk	mg/kg vg	3,9	MAFF (1999)
Achtergrond boter	mg/kg vg	0,5	MAFF (1999)
Achtergrond eieren	mg/kg vg	13	 MAFF (1999)
Achtergrond buitenlucht	mg/m ³	$4,87 \cdot 10^{-5}$	VMM (2004)
Achtergrond binnenlucht	mg/m ³	$4,87 \cdot 10^{-5}$	 = buitenlucht
Achtergrond drinkwater	mg/m ³	$2,17 \cdot 10^2$	 VMM (2006)

a) Voor Zn wordt voor de omrekening van de K_d in functie van de pH (CaCl₂, 0,01 M) volgende formule gehanteerd ($R^2 = 0,75$): $\log K_d = -1,09 + (0,61 \times \text{pH})$. Bij pH = 6 wordt zo een K_d van 372 l/kg berekend.

b) Voor de keuze van een geschikte bioconcentratiefactor (BCF) wordt verwezen naar de rapportage terzake van Ruttens (2005). Hieronder zijn de belangrijkste gegevens samengevat. De BCF's zijn voor zover mogelijk bepaald a.h.v. Vlaamse data en worden op basis van de aanrijningsgraad in de bodem arbitrair ingedeeld in drie categorieën:

- Zn-gehalte in de bodem <60 mg/kg ds (achtergrondwaarde):
 - o Aardappelen: 0,58;
 - o Andere wortelgewassen: 0,85;
 - o Selder: regressiemodel (zie onder)
 - o Spinazie: 4,29
 - o Andere bladgroenten: 3,55
 - o Andere bovengrondse groenten: 0,5
- Zn-gehalte in de bodem 60- 360 mg/kg ds:
 - o Aardappel: 0,11
 - o Andere wortelgewassen: 0,61
 - o Selder: regressiemodel (zie onder)
 - o Spinazie: 1,5
 - o Andere bladgroenten: 0,82
 - o Andere bovengrondse groenten: 0,32
- Zn-gehalte in bodem >360 mg/kg ds
 - o Aardappel: 0,055
 - o wortel: 0,14
 - o radijs: 0,46
 - o Andere wortelgewassen: 0,30
 - o Selder: regressiemodel (zie onder)
 - o Spinazie: 0,77
 - o Sla: 0,38

- Andere bladgroenten: 0,41
- Bonen: 0,13
- Komkommer: 0,18
- Andere bovengrondse groenten: 0,16

Voor selder waren in de studie van Ruttens (2005) voldoende gegevens beschikbaar om een regressiemodel voor het ganse concentratiebereik te berekenen:

$$\log \text{BCF}_{\text{selder}} = 2,34 - (0,48 \times \log \text{Zn}) - (0,22 \times \text{pH})$$

De BCF voor grassen is de waarde uit Van Wezel et al. (2003).

☒ Voor een aantal groenten zijn via de normering geen BCF's beschikbaar. Voor schorseneren werd een groepsBCF voor wortelgewassen gedefinieerd. Voor vruchtgewassen wordt een groepsBCF gelijk aan de BCF van tomaat gebruikt. Bolgewassen worden als groep geëvalueerd. Kolen worden eveneens als groep geëvalueerd.

De BCF voor maïs werd gelijk gesteld aan deze voor grassen.

- c) Bij de normering en in het rekenblad voor metalen (OVAM, 2009d) werd voor zink een formule gebruikt om de concentratie in vlees en melk te berekenen voor runderen, dit uitgaande van de inname en de absorptie. Hierdoor kon rekening gehouden worden met de homeostatische processen in dieren. Voor rundsvlees en melk werden de formules overgenomen (geprogrammeerd) in S-Risk.

$$C_{\text{vlees}} = 21,28 * [\text{totale inname rund} / (\text{orale absorptie rund} * 11)] ^ 0,1621$$

$$C_{\text{melk}} = 2,66 * [\text{totale inname rund} / (\text{orale absorptie rund} * 11)] ^ 0,1621$$

De orale absorptie is gelijk gesteld aan 0,2.

- d) In de originele stoffenfiches wordt de toetsingswaarde voor inademing uitgedrukt in mg/kg.d. S-Risk gebruikt een toetsingswaarde in mg/m³. De omrekening gebeurt door vermenigvuldiging van de waarde in mg/kg.d met een lichaamsgewicht van 70 kg en deling door een ademvolume van 20 m³/d.

LITERATUURLIJST

- ATSDR. (2000). Toxicological profile for chromium.
- B. Vl. Ex. (1989). Besluit van de Vlaamse Executieve van 15 maart 1989 houdende vaststelling van een technische reglementering inzake drinkwater.
- Baars, A. J., Theelen, R. M. C., Janssen, P. J. C. M., Hesse, J. M., van Apeldoorn, M. E., Meijerink, M. C. M., Verdam, L., & Zeilmaker, M. J. (2001). Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.
- Beresford, N. A., Crout, N. M. J., & Mayes, R. W. (2001). The transfer of arsenic to sheep tissues. *Journal of Agricultural Science*, 136, 331-344.
- Bierkens, J., De Raeymaecker, B., Cornelis, C., Nouwen, J., Provoost, J., Hooghe, R., & Verbeiren, S. (2006). Voorstel voor herziening bodemsaneringsnormen voor zink.
- Boreiko, C., & Battersby, R. (2008). Voluntary risk assessment report on lead and some inorganic lead compounds - human health section. final draft.
- Cornelis, C., Bierkens, J., & Standaert, A. (2013a). Doorrekening van bodemsaneringsnormen met S-Risk - verkennende oefening.
- Cornelis, C., Standaert, A., & Willems, H. (2013b). S-Risk - Technical guidance document.
- Crout, N. M. J., Beresford, N. A., Dawson, J. M., Soar, J., & Mayes, R. W. (2004). The transfer of As-73, Cd-109 and Hg-203 to the milk and tissues of dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*, 142, 203-212.
- de Groot, A. C., Peijnenburg, W. J. G. M., van den Hoop, M. A. G. T., Ritsema, R., & van Veen, R. P. M. (1998). Heavy metals in Dutch soils: an experimental and theoretical study on equilibrium partitioning.
- De Raeymaecker, B., Cornelis, C., & Seuntjens, P. (2005). Transfer van zware metalen naar vee.
- De Raeymaecker, B., Cornelis, C., & Seuntjens, P. (2006). Transfer van zware metalen en arseen naar vee.
- Deelstra, H., Massart, D. L., & Van Peteghem, C. (1996). Een actiegericht food monitoring programma. Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele aangelegenheden.
- DG Health and Consumer Protection. (2004). Assessment of dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States.
- EC. (1993). Zinc - Food and energy intakes for the European Union.
- EC. (2001). Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds.
- EC. (2002). Richtlijn 2002/32/EC van het Europees Parlement en de Raad van 7 mei 2002 inzake ongewenste stoffen in diervoeding. (2002/32/EC).
- EC. (2004). Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 december 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air.
- EFSA. (2010). Scientific Opinion on lead in food - EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *EFSA Journal*, 8(4), 1570.
- EG. (1998). Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water. (98/83/EG).
- Engle, T. E., Spears, J. W., Armstrong, T. A., Wright, C. L., & Odle, J. (2000). Effects of dietary copper source and concentration on carcass characteristics and lipid and

- cholesterol metabolism in growing and finishing steers. *Journal of Animal Science*, 78(4), 1053-1059.
- European Copper Institute. (2007). European Union Risk Assessment Report: Copper, copper II sulphate pentahydrate, copper(I)oxide, copper(II)oxide, dicopper chloride trihydroxide. Voluntary risk assessment report.
- Fytianos, K., Katsianis, G., Triantafyllou, P., & Zachariadis, G. (2001). Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 67, 423-430.
- Hendrix, P., Van Cauwenbergh, R., Robberecht, H., & Deelstra, H. (1998). Daily dietary zinc intake in Belgium measured using duplicate portion sampling. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A*(206), 222-227.
- IARC. (1977). Copper 8-hydroxyquinoline. *Vol. 15, CAS No.:13483-18-6*.
- IARC. (1987). Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC monograph volume 1-42. *Suppl. 7*.
- IARC. (1990a). Chromium, Nickel and Welding.
- IARC. (1990b). Nickel and nickel compounds. 49.
- IARC. (1993a). Beryllium, cadmium, mercury and exposures in the glass manufacturing industry.
- IARC. (1993b). Cadmium and cadmium compounds.
- IARC. (1999). Surgical implants and other foreign bodies. 74.
- IARC. (2004). Inorganic and organic lead compounds. 87.
- JECFA. (1989a). Evaluation of certain food additives and contaminants. *Technical Report Series No 776*.
- JECFA. (1989b). Toxicological evaluation of certain food additives and food contaminants.
- JECFA. (1993). Evaluation of certain food additives and contaminants.
- JECFA. (2000). Safety evaluation of certain food additives and contaminants, 53rd meeting.
- JECFA. (2001). Safety evaluation of certain food additives and contaminants: fifty-fifth meeting of the Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives. *Toxicological Monographs*.
- JECFA. (2004). Cadmium.
- MAFF. (1999). Total diet study – aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc.
- Ministerieel Besluit van 12 februari 19991 betreffende de handel en het gebruik van producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren, en wijzigingen. (1999).
- Morgan, J. E. (1991). The metabolism of toxic metals by domestic animals - lead, cadmium, mercury and arsenic.
- OVAM. (2003a). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - polyaromatische koolwaterstoffen en MTBE.
- OVAM. (2003b). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - trimethylbenzenen.
- OVAM. (2004). Basisinformatie voor risico-evaluaties / Deel 4 - SN - Stofdata normering. *Achtergronddocumenten bodemsanering*, 1-78.
- OVAM. (2005a). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - aangepaste toetsingscriteria voor historische bodemverontreiniging met benzo(a)pyreen en dibenzo(a,h)antraceen.
- OVAM. (2005b). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - chloorfenolen: voorstel van normering en stofdata.

- OVAM. (2009a). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - BTEXS stofdata.
- OVAM. (2009b). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - carcinogene gechloreerde koolwaterstoffen (1,2-DCA, VC, CHL en HCB): stofdata.
- OVAM. (2009c). Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties - zware metalen en arseen: stofdata.
- OVAM. (2009d). Rekenmodule voor de opname van zware metalen in planten en transfer naar de voedselketen.
- OVAM. (2010). Voorstel voor herziening bodemsaneringsnormen voor lood.
- Ruttens, A. (2005). Herziening bodemsaneringsnorm voor zware metalen. Partim B. Invulling van biobeschikbaarheid in functie van bodemeigenschappen in humaan toxicologisch onderbouwde bodemsaneringsnormen.
- Sheppard, S. C., Long, J. M., & Sanipelli, B. (2010). Verification of radionuclide transfer factors to domestic-animal food products, using indigenous elements and with emphasis on iodine. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101(11), 895-901.
- Skowronski, G. A. (2000). In vitro penetration of soil-aged mercury through pig skin. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A*, 61(3), 189-200.
- Smolders, E. (2006). BCF Cd - tussentijds Excel document in kader van teeltadvies BeNeKempen dd 28/03/2006.
- Smolders, E., Degryse, F., De Brouwere, K., Van den Brande, K., Cornelis, C., & Seuntjens, P. (2000). Bepaling van veldgemeten verdelingsfactoren van zware metalen bij bodemverontreiniging in Vlaanderen.
- Stevens, J. B. (1992). Disposition of toxic metals in the agricultural food chain. 2. Steady-state bovine tissue biotransfer factors. *Environmental Science and Technology*, 26, 1915-1921.
- UK-EA. (2009). Supplementary information for the derivation of SGV for mercury.
- US-EPA. (1995). Methylmercury (MeHg).
- US-EPA. (1997a). Integrated Risk Information System - Mercuric chloride.
- US-EPA. (1997b). Integrated Risk Information System - Mercury, elemental.
- US-EPA. (1997c). IRIS-summary on lead and compounds (inorganic).
- US-EPA. (1997d). IRIS - Nickel carbonyl.
- US-EPA. (1997e). IRIS - Nickel refinery dust.
- US-EPA. (1997f). IRIS - Nickel subsulfide.
- US-EPA. (1998a). Chromium(VI).
- US-EPA. (1998b). Integrated Risk Information System. Cadmium, inorganic.
- US-EPA. (1998c). Integrated Risk Information System. Zinc and compounds (CAS N° 7440-66-6).
- US-EPA. (1998d). Nickel soluble salts.
- US-EPA. (1998e). Toxicological review of trivalent chromium (CAS N° 16065-83-1) - in support of summary information on the Integrated Risk Information System (IRIS).
- US-EPA. (2001). Water Quality Criterion for the protection of human health: methylmercury.
- US-EPA. (2002). IRIS-summary on arsenic, inorganic (CASNR 7440-38-2).
- US-EPA. (2004a). Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment).

- US-EPA. (2004b). Screening tables and reference values for the water pathway. In *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: human health evaluation manual - Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment*, (pp. B-1-B-21): US-EPA.
- van der Veen, N., & Vreman, K. (1986). Transfer of cadmium, lead, mercury and arsenic from feed into various organs and tissues of fattening lambs. *Netherlands Journal of Agricultural Sciences*, 34, 145-153.
- Van Wezel, A., de Vries, W., & Beek, M. (2003). *Bodemgebruikswaarden voor landbouw, natuur en waterbodem. Technisch wetenschappelijke afleiding van getalswaarden*.
- Verordening 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. (2006). (Verordening (EC) 1881/2006).
- Verordening (EG) nr 1334/2003 van de Commissie van 25 juli 2003 tot wijziging van de toelatingsvoorwaarden voor een aantal toevoegingsmiddelen van de groep sporenelementen in diervoeders. (2003). (EC/1334/2003).
- Verordening (EG) Nr 1831/2003 van het Europees Parlement en de Raad van 22 september 2003 betreffende toevoegingsmiddelen voor diervoeding. (2003). (EC/1831/2003).
- Versluijs, C. W., & Otte, P. F. M. (2001). *Accumulatie van metalen in planten. Een bijdrage aan de technische evaluatie van de interventiewaarden en de locatiespecifieke risicobeoordeling van verontreinigde bodem*.
- Vlaamse Regering. (2003). Besluit van de Vlaamse Regering van 13/12/2002 van de Vlaamse Regering houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water, bestemd voor menselijke consumptie.
- VMM. (2001). Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: thema's. *MIRA-T 2001*.
- VMM. (2004). Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest, Jaarverslag immissiemeetnetten, kalenderjaar 2003 en Meteorologisch jaar 2003-2004.
- VMM. (2006). Deel3: Drinkwaterkwaliteit in detail bekeken. *Kwaliteit van het drinkwater*.
- Waegeneers, N., De Steur, H., De Temmerman, L., Van Steenwinkel, S., & Viaene, J. (2009). Transfer of soil contaminants to home-produced eggs from Belgium: levels, contamination sources and health risks. *Science of The Total Environment*, 407(15), 4438-4446.
- Wester, R., Maibach, H. I., Sedik, L., Melendres, J., DeZio, S., & Wade, M. (1992). In-vitro percutaneous absorption of Cadmium from water and soil into human skin. *Fundamental and Applied Toxicology*, 19, 1-5.
- Wester, R. C., Maibach, H. I., Sedik, L., Melendres, J., & Wade, M. (1993). In-vivo and in-vitro percutaneous absorption and skin decontamination of arsenic from water and soil. *Fundamental and Applied Toxicology*, 20, 336-340.
- WHO. (1993). Guidelines for drinking-water quality.
- WHO. (1996). Guidelines for drinking-water quality, 2nd Ed. Vol. 2, Health criteria and other supporting information.
- WHO. (1998a). Guidelines for drinking-water quality, 2nd Ed. Addendum to Vol. 2, Health criteria and other supporting information.
- WHO. (1998b). Nickel in drinking-water.
- WHO. (2000). Air quality guidelines for Europe, 2nd Ed., 91.