

Fact Sheet: cadmium

Indicator voor:

cadmium (CAS: 7440-43-9)

Cadmium is een zwaar metaal dat van nature in heel lage concentraties in de aardkorst aanwezig is. Eén van de voornaamste bronnen van cadmium is sigarettenrook. In het verleden werd cadmium voornamelijk uitgestoten door non-ferro bedrijven en verbrandingsovens. Cadmium wordt gebruikt in legeringen, in halfgeleiders, in televisiebuizen en in oplaadbare batterijen en accu's.

Productievolume:

Hoog productievolume (België, Duitsland, Frankrijk, UK, Spanje, Italië, Noorwegen en Finland)
5808 ton in 1996 (ECB, 2003)

Wetgevend kader:

Richtlijn 75/440/EEC: Cd-norm voor oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterproductie: 0.005 mg/L (wordt in december 2007 ingetrokken wegens de water kaderrichtlijn 2000/60/EC)

Richtlijn 76/464/EEC voor vervuiling van het aquatische milieu door gevaarlijke bestanddelen:

- Grenswaarde voor productie van cadmium: 0.2 mg/L effluent of 0.5 g/kg verwerkte cadmium
- Minimum waarde ter bescherming van aquatisch leven:
 - In oppervlaktewater: totale cadmium $\leq 5 \mu\text{g/L}$
 - Estuaria: opgeloste cadmium $\leq 5 \mu\text{g/L}$
 - Marine territoriale wateren, kustwater: opgeloste cadmium $\leq 2.5 \mu\text{g/L}$
- Kwaliteitsdoel:
 - Oppervlaktewater: totaal cadmium $\leq 1 \mu\text{g/L}$
 - Estuaria: opgeloste cadmium $\leq 1 \mu\text{g/L}$
 - Marine territoriale wateren, kustwater: opgeloste cadmium $\leq 0.5 \mu\text{g/L}$

Richtlijn 80/778/EEC (wordt ingetrokken in 2013 door richtlijn 2000/60/EC) en Richtlijn 98/83/EC: Cd-norm voor drinkwater: 5 $\mu\text{g/L}$

Richtlijn 86/278/EEC: bescherming van het leefmilieu

- Annex IA: grenswaarden voor Cd in bodems
 - Vlaanderen: zandbodem 1 mg/kg, kleibodem 3 mg/kg
 - Wallonië: 1 mg/kg
- Annex IB: grenswaarden voor Cd in slib:
 - Vlaanderen: 12 mg/kg
 - Wallonië: 10 mg/kg
- Annex IC: grenswaarden voor Cd in landbouwgrond:
 - Vlaanderen: grasland 0.012 kg/ha/j, cultuurgrond 0.024 kg/ha/j
 - Wallonië: 0.15 kg/ha/j

Richtlijn 88/378/EEC: bio-beschikbaarheid van cadmium door gebruik van speelgoed is maximum 0.6 µg/dag

Richtlijnen afvalverbranding 89/369/EEC en 89/429/EEC: grenswaarde Cd-emissie: 0.2 mg/Nm³ off-gas.

Richtlijn 91/338/EEC: Cd mag niet meer gebruikt worden

- Als kleurstof voor afgewerkte producten
- In verf
- Als stabilisator van afgewerkte producten van polymeren en copolymeren van vinylchloride, behalve voor veiligheidsredenen
- Voor plateren van producten uit bepaalde sectoren

Richtlijn 94/67/EC voor verbranding van gevaarlijk afval: installaties vóór 1997: som Cd-componenten < 0.1 mg/m³; nieuwe installaties: som Cd-componenten < 0.05 mg/m³

Richtlijn 96/62/EC: Cd is opgenomen in de lijst atmosferische pollutanten die in rekening moeten gebracht worden voor Ambient Air Quality (AAQ): voor Cd werd een luchtkwaliteit standaardwaarde voorgesteld van 5 ng/m³

Richtlijn 99/51/EC

Opgenomen in Annex X van Richtlijn 2000/60/EC als Priority Hazardous Substance

Richtlijn 2000/76/EC voor afvalverbranding: gemiddelde Cd-emissie naar de lucht over minimum 30 minuten en maximum 8 uur: 0.05 mg/m³ en emissie naar water 0.05 mg/L

EC 466/2001: maximum waarden voor cadmium in voedingsmiddelen van aquatische oorsprong:

- Vis: 0.05 mg/kg nat gewicht
- Spierweefsel van *Dicologlossa cunneata*, *Anguilla anguilla*, *Engraulis encrasicolus*, *Luvarus imperialis*, *Trachurus trachurus*, *Mugil labrosus labrosus*, *Diplodus vulgaris*, *Sardina pilchardus*: 0.1 mg/kg nat gewicht
- Schaaldieren: 0.5 mg/kg nat gewicht
- Bivalve slakken: 1.0 mg/kg nat gewicht
- Cephalopods (zonder viscera): 1.0 mg/kg nat gewicht

Classificatie cadmium metaal:

CMR WG (jan. '03) ECB (2003):

T; R48/23/25 (toxisch; gevaar voor ernstige gezondheidsschade bij langdurige blootstelling door inhalatie en bij inslikken)

T+; R26 (zeer toxisch bij inademen)

F; R10 (licht ontvlambaar)

Carc. Cat. 2; R45 (kan kanker veroorzaken)

Muta. Cat. 3; R68 (mogelijk risico op onomkeerbare effecten)

Repr. Cat. 3; R62-63 (mogelijk risico op verminderde vruchbaarheid - mogelijk gevaar op beschadiging van het ongeboren kind)

Nota E (ontploffbaar)

Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

Voeding (bladgroenten zoals sla, spinazie en selder en in orgaanvlees van vee uit vervuilde gebieden) en inademing (sigarettenrook)

(Hoog)blootgestelde groep:

historische bodemvervuiling, nabij non-ferro smelters

Verwachte gezondheidseffecten:

Bij de mens werden bij verhoogde cadmium concentraties in urine verstoorde nierwerking, verstoorde botvorming, verhoogde bloeddruk waargenomen.

In proefdieren werden ontwikkelingsstoornissen en geboorteafwijkingen geassocieerd met verhoogde cadmium concentraties. Cadmium veroorzaakt ook effecten op het afweersysteem in proefdieren.

Cadmium heeft hormoonverstorende eigenschappen;

(risico evaluaties ECB, 2003; Schoeters et al, 2006)

Cadmium en cadmiumverbindingen worden door IARC geklasseerd als kankerverwekkend (groep 1)

Laagste niveau waarbij schadelijke effecten waargenomen werden:

ATSDR Minimal Risk Level: 0.0002 mg/kg/dag

Uit ECB (2003):

LOAEL inhalatie bij arbeiders: urinair Cd 3.1 µg/L

LOAEL effect op beenderen: 3 µg/g crt

LOAEL beroepsblootstelling: 5 µg/g crt

Voorstel **LOAEL** nierschade algemene bevolking: **2 µg/g crt**

LOAEL orale blootstelling vruchtbaarheid algemene bevolking: 1 mg/kg/dag

NOAEL inhalatie vruchtbaarheid beroepsblootstelling: 0.1 mg CdO/m³

NOAEL Cd-U = LOAEL/3 = 0.66 µg/g crt

Geschatte externe blootstelling:

Algemene bevolking (ECB, 2003)

Kinderen (4-7 jaar):

Lucht: 50-150 ng/dag

Bodem en stof: 0.7 µg/dag

Drinkwater: <1 µg/dag

Voeding: 8 µg/dag

Volwassenen:

Lucht: 100-300 ng/dag

Bodem en stof: 0.7 µg/dag

Roken: 20-40 µg/dag

Drinkwater: <2 µg/dag

Voeding: 7-32 µg/dag

Volwassenen nabij puntbronnen:

Lucht: 440-20000 ng/dag

Bodem en stof: 7 µg/dag

Roken: 20-40 µg/dag

Drinkwater: <2 µg/dag

Voeding: 17-34 µg/dag

Uit WHO (2006)

Op basis van de GEMS/Food regional diets wordt de totale opnamen van cadmium geschat op 2.8 tot 4.2 µg/kg bw/week

Geschatte dagelijkse inname in België

In 1992: $23.1 \pm 6.6 \mu\text{g/d}$ (Van Cauwenbergh et al., 2000)
Volwassenen $19.9 \pm 5.5 \mu\text{g/d}$ (Deelstra et al., 1996)
Voor een lichaamsgewicht van 60 kg: $22.11 \mu\text{g/d}$ (EC, 1997)
Volwassenen: $18 \pm 13.1 \mu\text{g/d}$ (Buchet et al., 1983)
Gemiddelde volwassen populatie: $16.3 \mu\text{g/d}$ (DG Health and Consumer Protection, 2004),
omgerekend voor een persoon van 70 kg is dit $2.3 \times 10^{-1} \mu\text{g/kg bw/dag}$ (Bierkens et al., 2006)

Geschatte dagelijkse inname in Vlaanderen

Uitgaande van een orale achtergrondblootstelling van $16.3 \mu\text{g/dag}$ of $0.23 \mu\text{g/kg bw/dag}$ (DG Health and Consumer Protection, 2004 en rekening houden met het bodembestemmingstype (van belang voor het verbruik van zelfgekweekte groenten, vlees en melk), worden voor Vlaanderen volgende blootstellingen berekend:

Bestemmingstype II (landbouw): $0.151 \mu\text{g/kg bw/dag}$ (DG Health and Consumer Protection, 2004)

Bestemmingstype III (wonen): $0.205 \mu\text{g/kg bw/dag}$ (DG Health and Consumer Protection, 2004)

Bestemmingstype IV (recreatie) en V (industrie): $0.23 \mu\text{g/kg bw/dag}$ (DG Health and Consumer Protection, 2004)

De gemiddelde Vlaamse inhalatoire blootstelling wordt geschat op $4.6 \times 10^{-4} \mu\text{g/kg bw/dag}$ (VMM, 2004)

Gemeten gemiddelde externe blootstelling

Beroepsblootstelling (ECB, 2003)

Metaalproductie: $12 \mu\text{g/m}^3$

Vervaardiging van batterijen: $50 \mu\text{g/m}^3$

Vervaardiging van pigmenten: $22 \mu\text{g/m}^3$

Plateren: $5 \mu\text{g/m}^3$

Geschatte interne blootstelling

Geschatte dagelijkse Cd-opname (ECB, 2003)

Kinderen (4-7 jaar): $0.5 \mu\text{g/dag}$ of $0.025 \mu\text{g/kg bw/dag}$ (absorptie lucht: 0.25; absorptie bodem: 0.05; absorptie drinkwater: 0.05; absorptie/intake voeding: 0.05)

Niet-rokende volwassenen met voldoende ijzerreserve: $0.33-1.12 \mu\text{g/dag}$ (absorptie lucht: 0.25; absorptie bodem: 0.03; absorptie drinkwater: 0.03; absorptie voeding: 0.03)

Rokende volwassenen met voldoende ijzerreserve: $0.82-3.12 \mu\text{g/dag}$ (absorptie lucht: 0.25; absorptie bodem: 0.03; absorptie roken: 0.025-0.05; absorptie drinkwater: 0.03; absorptie voeding: 0.03)

Niet-rokende volwassenen met ijzertekort: $0.53-2.08 \mu\text{g/dag}$ (absorptie lucht: 0.25; absorptie bodem: 0.06; absorptie drinkwater: 0.06; absorptie voeding: 0.06)

Rokende volwassenen met ijzertekort: $1.03-4.08 \mu\text{g/dag}$ (absorptie lucht: 0.25; absorptie roken: 0.025-0.05; absorptie bodem, drinkwater en voeding: 0.06)

Niet-rokende volwassenen met voldoende ijzerreserve nabij puntbronnen: 0.89-1.40 $\mu\text{g}/\text{dag}$ (bij lucht 440 ng/dag) en 5.9-6.4 $\mu\text{g}/\text{dag}$ (bij lucht 4000 ng/dag) (absorptie lucht: 0.25; absorptie bodem: 0.03; absorptie drinkwater: 0.03; absorptie voeding: 0.03)

ECB (2003) berekende hieruit urinaire Cd-gehalten, waarbij een continue opname van 1 μg Cd/dag resulteert in een urinaire excretie van 0.5 μg Cd/24 uur of 0.5 μg Cd/g creatinine bij een leeftijd van 50 jaar.:

Algemene bevolking, consumenten

Niet-rokende volwassenen met voldoende ijzerreserve: 0.16-0.56 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt

Rokende volwassenen met voldoende ijzerreserve: 0.41-1.56 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt

Niet-rokende volwassenen met ijzertekort: 0.26-1.04 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt

Rokende volwassenen met ijzertekort: 0.51-2.04 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt

Volwassenen nabij een puntbron: 0.44-3.20 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt

Gemeten gemiddelde interne blootstelling

Beroepsblootstelling (ECB, 2003):

Metaalproductie: urine: 3 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt; bloed: 3 $\mu\text{g}/\text{L}$

Vervaardiging van batterijen: urine: 3.5 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt; bloed: 2.3 $\mu\text{g}/\text{L}$

Vervaardiging van pigmenten: urine: 4 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt; bloed: 4 $\mu\text{g}/\text{L}$

Richtwaarden voor externe blootstelling:

EPA RfD: 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dag}$ (water), 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/dag (voeding)

PTWI: 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/week (JECFA, 2004) en de hieruit berekende PTDI: 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/dag (Bierkens et al., 2006)

Orale grenswaarde voor niet-carcinogene effecten: 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/dag (ATSDR)

WHO advieswaarde luchtkwaliteit: 300 ng/m^3 (niereffecten), 5 ng/m^3 (vermijden accumulatie in landbouwbodem (WHO, 2000)

EC streefwaarde: 5 ng/m^3 (niereffecten (EC, 2005))

Drinkwaternorm Vlaanderen Cd: 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Vlaamse Regering, 2002)

Grenswaarden beroepsblootstelling

België (8-u TWA): (KB, 2002)

0.01 mg/m^3 (inhal.)

0.002 mg/m^3 (resp.)

carcinogene classificatie

Richtwaarden voor interne blootstelling:

Bloed: < 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ niet schadelijk (Lauwerys & Hoet, 2001)

Urine: < 2 $\mu\text{g}/\text{L}$ niet schadelijk (Lauwerys & Hoet, 2001)

Moedermelk: < 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Abadin et al., 1997)

Volwassenen: 2.5 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt

Grenswaarden beroepsblootstelling

Land/Organisatie	Cd-B (Cd in bloed)	Cd-U (Cd in urine)
DFG BAT	15 µg/l	15 µg/l
France IBE	10 µg/l	10 µg/g creat
Sweden	11 µg/l	
Finland BAL	5.6 µg/l	5.6 µg/l
ACGIH BEI	5 µg/l	5 µg/g creat

BAT: biological tolerance values BEI: biological exposure indices BAL: biological action level
IBE: indicateur biologique d'exposition (Bron: ECB, 2003)

Aanbevolen limietwaarde voor bescherming tegen nierschade: 1 µg/g crt

Veiligheidsmarge t.o.v. lichaamsbelasting (µg/ g creatinine) geassocieerd met LOAEL:

Uit ECB (2003)

Margin of safety (MOS) gebaseerd op LOAEL van 2 µg/g crt (voor algemene bevolking en beroepsblootstelling toxiciteit nieren en beenderen) en een NOAEL Cd lucht van 100 µg/m³ (voor beroepsblootstelling reprotoxiciteit)

Algemene bevolking

Niet-rokende volwassenen: MOS = 12.2 - 3.58 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 0.16-0.56 µg/g crt)

Rokende volwassenen: MOS = 4.88 - 1.28 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 0.41-1.56 µg/g crt)

Niet-rokende volwassenen met ijzertekort: MOS = 7.72 - 2 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 0.26-1.04 µg/g crt)

Rokende volwassenen met ijzertekort: MOS = 3.92 - 0.98 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 0.51-2.04 µg/g crt)

Volwassenen nabij een puntbron: MOS = 4.5 - 0.62 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 0.44-3.20)

Beroepsblootstelling

Herhaalde blootstelling: toxiciteit voor nieren en beenderen

Metaalproductie: MOS = 0.66 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 3 µg/g crt)

Vervaardiging van batterijen: MOS = 0.60 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 3.5 µg/g crt)

Vervaardiging van pigmenten: MOS = 0.50 (LOAEL: 2 µg/g crt / blootstelling: 4 µg/g crt)

Reprotoxiciteit

Metaalproductie: MOS = 8.3 (NOAEL: 100 µg/m³ / blootstelling: 12 µg/m³)

Vervaardiging van batterijen: MOS = 2 (NOAEL: 100 µg/m³ / blootstelling: 50 µg/m³)

Vervaardiging van pigmenten: MOS = 4.5 (NOAEL: 100 µg/m³ / blootstelling: 22 µg/m³)

Plateren: MOS = 20 (NOAEL: 100 µg/m³ / blootstelling: 5 µg/m³)

Uit WHO (2006)

Geschatte totale inname van cadmium is 40-60% van de PTWI van 7 µg/kg bw/week

Veiligheidsmarge in België

De geschatte dagelijkse inname van 0.23 µg/kg bw/dag voor een persoon van 70 kg is 4 keer kleiner dan de uit de PTWI berekende PTDI van 1 µg/kg bw/dag (Bierkens et al., 2006).

De gemiddelde dagelijkse opname van 0.23 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/dag overschrijdt wel de meest conservatieve orale grenswaarde voor niet-carcinogene effecten van 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bw/dag (ATSDR)

MOS op basis van de resultaten van het Vlaams humaan biomonitoringsprogramma:
verhouding tussen de gemeten referentiegemiddelde en referentie P90 en de LOAEL van 2 $\mu\text{g}/\text{g}$ creatinine
Volwassenen: referentie gemiddelde MOS = 3.22 (blootstelling: 0.62 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt en LOAEL: 2 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt); referentie P90 MOS = 1.65 (blootstelling: 1.21 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt en LOAEL: 2 $\mu\text{g}/\text{g}$ crt)

Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

Nieren/urine: 10-40 jaar (ATSDR, 1999; Diamond et al., 2003; Nogué et al., 2004))
De biologische halfwaarde-tijd is 1-3 maanden in bloed en 10-100 jaar in het hele lichaam (TDR, 1999)

Perinatale blootstelling (placenta/moedermelk):

Wordt in belangrijke mate tegengehouden door de placenta (waarden in navelstrengbloed zijn 50% van deze in maternaal bloed (ECB, 2003), concentraties in moedermelk zijn veel lager dan in perifere bloed

Matrix:

Invasief: bloed (recente + gecumuleerde blootstelling)
Niet-invasief: urine (cumulatieve blootstelling), haar, navelstrengbloed, placenta

Cadmium in urine is een maat voor de totale lichaamsconcentratie (Nordberg & Nordberg, 1988)

Benodigd volume voor bioassay analyse:

Bloed: 1-2 mL
Urine: 1-10 mL

Detectielimiet:

Bloed: 0.002 - 0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$
Urine: 0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$

Gevalideerde biomarker:

Internationale ringtesten op serumstalen en urinestalen worden georganiseerd. Standaard protocols zijn beschikbaar .

AML: accreditatie

VITO: ringtest

VUB: ringtest

Aanbevolen doelgroep en matrix:

Volwassenen: individuele urinestalen
Bevallende moeders: individuele bloedstalen
Adolescenten: individuele bloedstalen

Vergelijkende metingen

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

Leeftijdsgroep	geslacht	matrix	waarde	jaar
18-88	m	bloed	1.0 µg/L ^a	1992 ¹
18-88	v	bloed	0.8 µg/L ^a	1992 ¹
18-88	m	urine	0.9 µg/24h ^a	1992 ¹
18-88	v	urine	0.8 µg/24h ^a	1992 ¹
20-83	m	bloed	1.22 µg/L ^a	1992 ¹
20-83	v	bloed	1.34 µg/L ^a	1992 ¹
20-83	m	urine	1.0 µg/24h ^a	1992 ¹
20-83	v	urine	0.9 µg/24h ^a	1992 ¹
20-87	m/v	bloed	1.2 µg/L ^a	1994 ¹
20-65	m/v	bloed	0.6 µg/L ^a	1997 ¹
16-17	m/v	bloed	0.14 µg/L	1999 ²
50-65	v	bloed	0.63 µg/L	1999 ²
50-65	v	urine	0.79 µg/g crt	1999 ²
pasgeborenen		navelstrengbloed	0.21 µg/L	'02-'04 ³
14-15	m/v	bloed	0.36 µg/L	'03-'04 ³
50-65	m/v	bloed	0.42 µg/L	'04-'05 ³
50-65	m/v	urine	0.62 µg/g crt	'04-'05 ³

^a Belgische waarden; ¹ uit ECB (2003); ² Koppen et al., 2001; ³ Steunpunt Milieu & Gezondheid, 2006

Internationale vergelijking:

leeftijdsgroep	geslacht	matrix	waarde	jaar	Land
moeders	v	moedermelk	0.08 ng/g	<1986	⁴
moeders	v	moedermelk	0.07 µg/L	1987	
6-9	m/v	bloed	0.14 µg/L	1990	Duitsland ¹
25-69	m/v	bloed	0.36 µg/L	'90-'92	Duitsland ⁶
25-69	m/v	urine	0.22 µg/g crt	'90-'92	Duitsland ⁶
23-53	v	bloed	0.3 µg/L	1991	Zweden ¹
7-10	m/v	bloed	0.08 µg/L	1992	Zweden ¹
pasgeborenen		navelstrengbl	0.08 µg/L	1993	Oostenrijk ⁶
	v	urine	0.15 µg/g crt	1994	Zweden
pasgeborenen		navelstrengbl	0.02 ^a µg/L	'94-'96	Zweden ⁶
moeders	v	bloed	0.9 µg/L	<1995	Zweden ³
moeders	v	moedermelk	0.0 µg/L	<1995	Zweden ³
24-68	m	urine	0.2 µg/g crt	1995	Zweden ¹
6-7	m/v	bloed	0.14 µg/L	1996	Duitsland ¹
18-69	m/v	bloed	0.44 µg/L	1998	Duitsland
18-69	m/v	urine	0.23 µg/g crt	1998	Duitsland
16-70	m/v	bloed	0.37 µg/L	1998	UK ¹
18-64	m/v	bloed	0.44 µg/L	1999	Italië ¹
49-92	m/v	bloed	0.32 µg/L	1999	Zweden ¹
20-65	m/v	urine	0.44 µg/g crt	1999	Nederland ¹
>20	m/v	urine	0.267 µg/g crt	'99-'00	USA ⁶
jongeren		bloed	0.76 µg/L	2000	Polen ⁶
5.5-7.7		bloed	0.11 µg/L	2000	Duitsland ⁵
5.5-7.7		urine	0.09 µg/L	2000	Duitsland ⁵
pasgeborenen		navelstrengbl	0.19 nmol/L	2000	Zweden
moeders	v	placenta	46 nmol/kg	2000	Zweden
pasgeborenen		navelstrengbl	0.28 µg/L	2001	Polen ⁶
jongeren		bloed	0.9 µg/L	2001	Slovakije ⁶
>20	m/v	urine	0.261 µg/g crt	'01-'02	USA ⁶
pasgeborenen		navelstrengbl	0.13 µg/L	2002	Italië ⁶
jongeren		bloed	0.49 µg/L	2003	Frankrijk ⁶
moeders	v	moedermelk	0.43 µg/kg	<2005	Slovakije ²

¹ uit ECB (2003); ² Ursinyova & Masanova (2005); ³ Hallén et al., 1995; ⁴ Dabeka et al., 1986; ⁵ Wilhelm et al., 2005; ⁶ uit M&G

Referenties

- Abadin, H.G., Hibbs, B.F. & H.R. Pohl (1997) Breast-feeding exposure of infants to cadmium, lead and mercury: a public health viewpoint. *Toxicol. Ind. Health* 13(4): 495-517.
- Bierkens, J., B. De Raeymaecker, C. Cornelis, R. Hooghe, G. Schoeters, S. Verbeiren (2006) Voorstel voor herziening bodemsaneringsnormen cadmium. Eindrapport. Vito-rapport
- Buchet, J.P., Lauwerys, R., Vandevoorde, A., Pycke, J.M. (1983). Oral daily intake of cadmium, lead, manganese, copper, chromium, mercury, calcium, zinc and arsenic in Belgium: a duplicate meal study. *Food Chem. Toxicol.*, 21(1): 19-24.
- Dabeka, R.W., Karpinski, K.F., McKenzie, A.D. & C.D. Bajdik (1986) Survey of lead, cadmium and fluoride in human milk and correlation of levels with environmental and food factors. *Food Chem. Toxicol.* 24(9): 913-921.
- Deelstra, H., Massart, D.L., Van Peteghem, C. (1996). Een actiegericht food monitoring programma. Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele aangelegenheden, Impuls Programma: Gezondheidsrisico i.v.m. voeding (1990-1995).
- DG Health and Consumer Protection (2004) Assessment of dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States. Reports on tasks for scientific cooperation Task 3.2.11.
- European Chemicals Bureau (2003) Risk assessment cadmium. Final Draft July 2003.
- EC (1997). European Commission. Food, Science and Techniques. Reports on tasks for scientific cooperation. Report of experts participating in Task 3.2.4. Dietary exposure to cadmium. Report EUR 17527 EN.
- Hallén, I.P., Jorhem, L., Lagerkvist, B.J. & A. Oskarsson (1995) Lead and cadmium levels in human milk and blood. *Sci. Total Environ.* 166: 149-155.
- JECFA (2004) Cadmium. WHO food additives series 52.
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v52je22.htm>
- KB (2002) Koninklijk Besluit van 11 maart 2002 betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van chemische agentia op het werk. (B.S. 14.3.2002, Ed. 2; erratum: B.S. 26.6.2002, Ed. 2)
- Koppen G, Covaci A, Van Cleuvenbergen R, Schepens P, Winneke G, Nelen V., Schoeters Greet. (2001) Comparison of CALUX-TEQ values with PCB and PCDD/F measurements in human serum of the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS), *Toxicology Letters* 123, 59-67.
- Lauwerys, R.R. & P. Hoet (2001) Industrial Chemical Exposure: guidelines for biological monitoring. Third edition. Lewis Publishers, Washington D.C.

Nogué, S., Sanz-Gallén, P., Torras, A. & F. Boluda (2004) Chronic overexposure to cadmium fumes associated with IgA mesangial glomerulonephritis. *Occupational Medicine* 54: 265-267.

A. F. Nordberg and M. Nordberg, in *Biological Monitoring of Toxic Metals*, ed. T. W. Clarkson, L. Friberg, G. F. Nordberg and P. R. Sager, Plenum Press, New York, 1988, p. 161.

Schoeters G, Elly Den Hond, Moniek Zuurbier, Rima Naginiene, Peter Van Den Hazel, Nikos Stilianakis, Roberto Ronchetti, Janna Koppe, Cadmium and children: exposure and health effects, *Acta Paediatrica. Supplement, Volume 95, Issue 453, 50-54* (2006)

Steunpunt Milieu en Gezondheid (2006) Vlaams Humaan Biomonitoringprogramma Milieu en Gezondheid 2002-2006.

TDR Ryan RP, Terry CE, Leffingwell SS (eds). *Toxicology Desk Reference: The Toxic Exposure and Medical Monitoring Index*, 5th Ed. Washington DC: Taylor & Francis, 1999.

Ursinyova, M. & V. Masanova (2005) Cadmium, lead and mercury in human milk from Slovakia. *Food Addit. Contam.* 22(6): 579-589.

Van Cauwenbergh, R., Bosscher, D., Robberecht, H., Deelstra, H. (2000). Daily dietary cadmium intake in Belgium using duplicate portion sampling. *Eur. Food Res. Technol.*, 212: 13-16.

Vlaamse regering (2002) Besluit van de Vlaamse regering van 13 december 2002 houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water bestemd voor menselijke consumptie (BS.28.I.2003).

Wilhelm, M., Eberwein, G., Hölzer, J., Begerow, J., Sugiri, D., Gladtko, D. & U. Ranft (2005) Human biomonitoring of cadmium and lead exposure of child-mother pairs from Germany living in the vicinity of industrial sources (hot spot study NRW). *J. Trace Elem. Med. Biol.* 19(1): 83-90.

WHO (2006) Evaluation of certain food contaminants. Sixty-fourth report of the Jointed FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 930, World Health Organisation, Geneva.