

Fact Sheet: perfluoro-octaansulfonaat (PFOS), perfluoro-octaanzuur (PFOA)

Indicator voor:

perfluorderivaten

Een eerste gebruiksdomein is de oppervlaktebehandeling van tapijten, stoffen, leder en bekleding van meubels en auto-interieur ter verhoging van de resistentie tegen vuil, water en olie. Een tweede gebruiksdomein is de papierindustrie waar deze chemische stoffen worden toegepast op papier, karton en producten zoals wegwerpborden en voedingsverpakkingen om deze een hogere resistentie te geven tegen vuil, vet en water. Een laatste gebruiksdomein is de performatiechemicaliën die gebruikt worden in verschillende industriële en commerciële toepassingen zoals brandbestrijdend schuim, mijnbouw en oliebron surfactants, onderdrukkers van zure mistvorming bij baden voor het plateren van metaal en elektronisch etsen, basische schoonmaakmiddelen, boenwas, fotografische film, gebitsreinigers, shampoo, cosmetica (Kannan et al., 2002b) en Sulfluramid, een insecticide tegen kakkerlakken, mieren en termieten (Kannan et al., 2004).

Productievolume:

Wetgevend kader:

In de Europese Unie bestaat momenteel geen wetgeving betreffende pergefluorineerde organische substanties in de voeding.

Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

PFOS accumuleert in vis (bloed en lever) en wordt via de voeding door de mens opgenomen. Uit onderzoek blijkt dat de PFOS-concentraties in mariene vis een factor 10 lager zijn dan in zoetwatervis (Berger, 2004). Vooral roofvissen kunnen een bron van PFOS zijn voor de mens (Holmström, 2005). Naast voeding lijken er nog andere blootstellingswegen van belang zoals inademen van huiselijk stof en contact met verpakkingsmaterialen

PFOA accumuleert eveneens in vis, maar in mindere mate dan PFOS (EFSA, 2008). De bijdrage van niet-voedingsgerelateerde bronnen, voornamelijk indoor blootstelling, kan oplopen tot 50% van de geschatte inname via de voeding. Drinkwater draagt, naar schatting, minder dan 16% bij tot de blootstelling.

(Hoog) blootgestelde groep:

consumenten

Verwachte gezondheidseffecten:

In een studie van 2083 arbeiders (Alexander et al., 2003) werkzaam in een bedrijf dat POSF-gebaseerde fluorochemicaliën produceert werd een verhoogd aantal doden door lever- en blaaskanker vastgesteld. Een andere studie van arbeiders blootgesteld aan PFOA (Gilliland & Mandel, 1993) toonde een verhoogd risico aan op dood door prostaatkanker. Geneeskundig onderzoek van 5000 DuPont-werknemers stelde een verhoogd voorkomen vast van andere kankers zoals non-Hodgkins lymfoma, leukemie en multiple myeloma (ENDS, 2004). In een tegenonderzoek werd geen verhoogd kankerrisico vastgesteld, maar wel een verhoging van serum cholesterol en serum triglycerides bij werknemers met een serum PFOA-concentratie boven 1000 ppb (DuPont, 2005). De relatie tussen PFC-blootstelling en overeenkomstige gezondheidseffecten bij de mens is nog niet duidelijk bepaald (So et al., 2006). PFOS en PFOA zouden het communicatiesysteem tussen de cellen bemoeilijken wat kan leiden tot abnormale celtgroei en -functie. Chronische verstoring van de communicatie tussen cellen kan aanleiding geven tot neurologische, cardiovasculaire, reproductieve en hormonale storingen (Hu et al., 2002). PFOS en PFOA hebben voornamelijk effecten op de lever (EFSA, 2008). In twee recente studies was PFOA-blootstelling van zwangere vrouwen gerelateerd aan een lager geboortegewicht.

In proefdieren werd reproductie toxiciteit waargenomen (Lau et al., 2003; Case, 2001). Na chronische blootstelling treedt levertoxiciteit op in proefdieren (Seacat et al., 2002, 2003).

Laagste niveau waarbij schadelijke effecten waargenomen werden:

PFOS

NOAEL levertoxiciteit in ratten: subchronische blootstelling aan 0.4 g PFOS/kg/dag gedurende 14 dagen. Komt overeen met een serumconcentratie van 44 ppm in mannelijke ratten en 64 ppm in vrouwelijke ratten (Seacat et al., 2003).

NOAEL postnatale sterfte ratten: 0.1 mg/kg/dag; LOAEL postnatale sterfte ratten: 0.4 mg/kg/dag (EPA, 2000)

NOAEL voor effecten op ontwikkeling bij konijnen: 0.1 mg/kg (Case et al., 2001)

NOAEL toxiciteit (gewichtstoename) moeder bij konijnen: 0.1 mg/kg (Case et al., 2001)

CONTAM (Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain) beschouwt 0.03 mg/kg lichaamsgewicht uit een studie bij apen al laagste NOAEL (EFSA, 2008) en de basis voor een TDI-waarde (Tolerable Daily Intake).

PFOA

LOAEL bij apen: 3 mg/kg/dag

CONTAM gebruikt de benchmark dosis voor 10% toename van levereffecten bij ratten (BMDL10) van 0.3 mg/kg lichaamsgewicht voor het vaststellen van een TDI (EFSA, 2008).

Geschatte externe blootstelling (dagelijkse inname)

Voornamelijk gebaseerd op beschikbare gegevens van consumptie van vis en visproducten, werd een gemiddelde blootstelling via voeding bekomen van 60 ng PFOS/kg lichaamsgewicht per dag

voor gematigde visconsumenten en 200 ng PFOS/kg lichaamsgewicht per dag voor grote viseters (EFSA, 2008). De bijdrage van niet-voedingsgerelateerde parameters werd geschat op minder dan 2%.

CONTAM schat de indicatieve gemiddelde en hoge blootstelling via de voeding op respectievelijk 2 en 6 ng/kg lichaamsgewicht per dag.

Richtwaarden voor externe/interne blootstelling:

Nog geen enkele overheidsinstelling heeft referentiedosises (RfD) opgesteld voor PFC's (So et al., 2006). Wel werden mogelijke RfD's opgesteld voor PFOS en PFOA gebaseerd op chronische carcinogeniteitsstudies en multigenerationele studies bij ratten (Thayer, 2002). De zo bekomen RfD voor PFOS bedraagt **0.025 µg/kg/dag** en deze voor PFOA **0.333 µg/kg/d**. Het Wetenschappelijk Panel voor Contaminanten in de Voedselketen (CONTAM) werkt momenteel aan een risico-evaluatie met als doel het vastleggen van een TDI-waarde.

CONTAM heeft de TDI voor PFOS vastgelegd op **150 ng/kg lichaamsgewicht per dag**, rekening houdend met een onzekerheidsfactor 200 voor de NOAEL, een onzekerheidsfactor 100 voor de verschillen binnen en tussen soorten en een bijkomende factor 2 voor de onzekerheden verbonden aan de korte duur van de sleutelstudie (EFSA, 2008).

De TDI voor PFOA werd vastgelegd op **1.5 µg/kg lichaamsgewicht per dag**, rekening houdend met een onzekerheidsfactor 200 voor de BMDL10, een factor 100 voor de verschillen tussen en binnen soorten en een bijkomende factor 2 voor de onzekerheden verbonden aan de interne dosis kinetiek (EFSA, 2008).

Geschatte veiligheidsmarge t.o.v. LOAEL of TDI:

PFOS

De door CONTAM indicatief geschatte blootstelling van 60 ng/kg lichaamsgewicht ligt onder de TDI van 150 ng/kg lichaamsgewicht. De hoger blootgestelden met een geschatte waarde van 200 ng/kg lichaamsgewicht overschrijden de TDI (EFSA, 2008).

PFOA

Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

PFOS: 8.67 jaar; in humaan serum: 5.4 jaar (Olsen et al., 2005)
PFOA: 1 - 4.4 jaar (Hekster et al., 2003; Burris et al., 2002).

Perinatale blootstelling (placenta/moedermelk):

Een statistisch significante correlatie tussen PFOS-concentraties in matернаal en navelstrengbloed laat wel vermoeden dat PFOS de placentabarrière kan doorbreken en in de foetale circulatie terecht kan komen (Inoue et al., 2004).

Matrix:

Invasief: bloed, serum

Niet-invasief: moedermelk, urine, navelstrengbloed

Benodigd volume voor bioassay analyse:

Urine: 10 mL

Serum: 5 mL

Detectielimiet:

moedermelk: LOQ PFOS en PFOA: 1.8 ng/ml

urine: 0.1 µg/L

serum: 2.5 ng/ml

Gevalideerde biomarker:

VITO: ringtest voor afvalwater

Aanbevolen doelgroep en matrix

Bevallen moeders: navelstrengbloed in de biobank

Adolescenten: mengstaal van bloed, met nadien eventueel individuele stalen

Vergelijkende metingen

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

Leeftijdsgroep	geslacht	matrix	waarde	jaar
18-30	v	moedermelk	2 ng/mL (PFOS)	2006 ¹

¹ Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid, 2007

Pasgeborenen mengstalen (Van Den Heuvel et al., 2007)

	Antwerpse agglomeratie	Industrie (haven)	Fruitstreek	Olen	Gentse agglomeratie	Verbran- dingsovens	Landelijk	Albert- kanaal
Serum								
PFOS (ng/mL)	67,5	77,9	94,5	155,3	99,4	79,1	107,4	164,5

Adolescenten mengstalen (Van Den Heuvel et al., 2007)

	Antwerpse agglomeratie	Industrie (haven)	Fruitstreek	Olen	Gentse agglomeratie	Verbran- dingsovens	Landelijk	Albert- kanaal
Serum								
PFOS (ng/mL)	130,6	155,3	165,6	155,3	162,9	240,5	252,3	197,7

Volwassenen mengstalen (Van Den Heuvel et al., 2007)

	Antwerpse agglomeratie	Industrie (haven)	Fruitstreek	Olen	Gentse agglomeratie	Verbran- dingsovens	Landelijk	Albert- kanaal
Serum								
PFOS (ng/mL)	130,3	97,1	140,0	123,8	141,2	102,2	181,8	262,8

Belgische meetwaarden van PFOS en PFOA in serum (ng/mL)

Regio	Jaar	Leeftijd	Geslacht	N	Polluent	Gem.	SD	Min.	Mediaan	Max.	Ref.
België*	'98, '00	43 (19-63)	v	4	PFOS	11		4.9	10.4	19	Kannan et al., 2004
			m	16	PFOS	18		4.5	17.6	27	
België*	'98, '00	43 (19-63)	V(4) + m(16)	20	PFOA	4.81	2.99	1.08	4.12	12.84	Van Wouwe et al., 2004
					PFOS	15.66	5.85	4.52	17.20	27.04	
België	1999			6 pools	PFOS	17		4.9		22.2	OECD, 2002 ^(b)
Antwerpen ¹	1995			93	PFOS	1930		100		9930	Olsen et al., 1999; 2001a; 2001b
					PFOA	1130		0		13200	
	1997			65	PFOS	1480		100		4800	
	2000			258	PFOS	800		40		510	
					PFOA	830		10		7040	
Antwerpen ¹	2000			196	PFOS	950	970	40	550	6240	Olsen & Zobel, 2007
					PFOA	1020	1060	10	650	7040	

*plasma, ¹ beroepsblootstelling

Internationale vergelijking:

Land	Jaar	N	Leeftijd	Polluent	Gemiddelde	Mediaan	Min.	Max.	Ref
MOEDERMELK (ng/mL)									
Zweden	1996	25	29 (21-41)	PFOS	0.209				(a)
	1997	69	28 (21-38)	PFOS	0.207				
	1998	90	29 (22-37)	PFOS	0.219				
	1999	23	28 (22-36)	PFOS	0.213				
	2000	30	30 (21-37)	PFOS	0.191				
	2001	37	30 (19-40)	PFOS	0.258				
	2002	31	30 (24-37)	PFOS	0.194				
	2003	37	29 (25-39)	PFOS	0.153				
	03-04	39	27 (20-36)	PFOS	0.123				
	2004	12	22-33	PFOS	0.201 (0.117)	0.166	0.06	0.47	
	12	22-33	PFOA			< 0.209	0.492		
China	2004	19	25.8	PFOS			0.045	0.36	(b)
				PFOA			0.047	0.21	
SERUM (ng/mL)									
Denemarken	1996-2002	118	<25	PFOS	38.6 (12.0)				(c)
				PFOA	6.2 (2.1)				
		547	25-29	PFOS	36.8 (12.8)				
				PFOA	6.0 (2.8)				
		504	30-34	PFOS	33.9 (13.2)				
				PFOA	5.2 (2.4)				
		230	>35	PFOS	33.0 (12.7)				
				PFOA	5.1 (2.2)				
Duitsland	1999	6 pools		PFOS	37		32	45.6	(d)
Duitsland	2005	168 v	+18	PFOS		10.9	2.5	30.7	(e)

Land	Jaar	N	Leeftijd	Polluent	Gemiddelde	Mediaan	Min.	Max.	Ref
Duitsland (niet-rokers)	2003-2007	188 m	+18	PFOA		4.8	1.5	16.2	(f)
				PFOS		13.7	2.1	55.0	
				PFOA		5.7	0.5	19.1	
		54 v		PFOS		19.9	6.2	130.7	
				PFOA		5.8	1.7	39.3	
				PFOS		27.1			
Nederland	1999	5 pools		PFOA		8.3			(d)
				PFOS	53		39	61	
Zweden	1997-2000	17		PFOS	33.4		10.1	90.9	(g)
				PFOA	4.0		1.1	8.4	
Zweden	2004	12 v		PFOS	20.7		8.2	48.0	(h)
				PFOA	3.8		2.4	5.3	
				PFOS	36		6.0	130	
Zweden (hoge visconsumptie)	2001	108 v		PFOA	4.0		0.8	10	(i)
				PFOS	33.4 (19.6)				
Zweden	1997-2000	10 m + 7 v		PFOS	14.2 (6.0)				(j)
				PFOS					
Spanje	2006	24 m	20-60	PFOS	8.47 (3.9)				(k)
				PFOA	2.02 (0.71)				
		24 v	20-59	PFOS	6.81 (2.98)				
				PFOA	1.57 (0.52)				
Italië	2001	8 v		PFOS	4.4				(l)
				PFOA	<3				
		42 m		PFOS	4.3				
				PFOA	<3				
Polen	2003	15 v		PFOS	33.3				(l)

Land	Jaar	N	Leeftijd	Polluent	Gemiddelde	Mediaan	Min.	Max.	Ref
Polen	2003	10 m		PFOA	21.9				
				PFOS	55.4				
				PFOA	20.5				
		45 nvc		PFOS	13.7		5.2	46	(m)
				PFOA	3.0		1.2	6.2	
				PFOS	41		14	84	
		15 hvc		PFOA	4.1		1.7	8.7	

nvc: normale visconsumptie; hvc: hoge visconsumptie

(a) Kärnman et al., 2007

(b) So et al., 2006

(c) Fei et al., 2007

(d) 3M Company, 2003

(e) Fromme et al., 2007

(f) Midash et al., 2006

(g) Kärnman et al., 2004

(h) Kärnman et al., 2006

(i) Holmström et al., 2005b

(j) Kärnman et al., 2007

(k) Ericson et al., 2007

(l) Kannan et al., 2004

(m) Falandysz et al., 2006

Referenties

3M Environmental Laboratory 2001. Environmental Monitoring — Multi-City Study — Water, Sludge, Sediment, POTW Effluent and Landfill Leachate Samples - Executive Summary, June 25, 2001.

Alexander, B.H., Olsen, G.W., Burris, J.M., Mandel, J.H., & J.S. Mandel (2003) Mortality of employees of a perfluorooctanesulphonyl fluoride manufacturing facility. *Occup. Environm. Med.* 60: 722 - 729.

Berger, U., Järnberg, U. & R. Kallenborn (2004) Perfluorinated Alkylated substances (PFAS) in the European Nordic environment. *Organohalogen Compounds* 66: 4046-4052.

Burris, J.M., Lundberg, J.K., Olsen, G., Simpson, C., and Mandel, J. (2002). *Interim report No. 2, Determination of serum half-lives of several fluorochemicals. St. Paul (MN), 3M Company.* U.S. EPA Public Docket AR-226.

Case, M.T., York, R.G., Christian, M.S. (2001). Rat and Rabbit Oral Developmental Toxicology Studies With Two Perfluorinated Compounds. *International Journal of Toxicology*, 20, 101-109.

DuPont (2005) DuPont reports first-phase results of healthy study examining PFOA exposure on Washington works employees. Press Release.

EFSA (2008) Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts, *The EFSA Journal* (2008) nr 653, 1-131.

ENDS, Environmental Data Services Ltd. (2004) Perfluorinated chemicals: jumping from the frying pan to fire? *ENDS report* 354.

EPA (2000) <http://www.chemicalindustryarchives.org/dirtysecrets/scotchgard/pdfs/226-0629.pdf#page=2>

Ericson, I., Gomez, M., Nadal, M., Van, B.B., Lindstrom, G., and Domingo, J.L. 2007. Perfluorinated chemicals in blood of residents in Catalonia (Spain) in relation to age and gender: a pilot study. *Environ.Int.* 33, 616-623.

Falandysz, J., Taniyasu, S., Yamashita, N., Jeczek, L., Rostkowski, P., Gulkowska, A., Mostrag, A., Walczykiewicz, B., Zegarowski, L., Falandysz, J., and Zalewski, K. 2006. Perfluorinated chemicals in the environment, food and human body. *Rocz.Panstw.Zakl.Hig.* 57, 113-124.

Fei, C., McLaughlin, J.K., Tarone, R.E., Olsen, J. 2007. Perfluorinated Chemicals and Fetal Growth: A Study within the Danish National Birth Cohort. *Environ. Health Perspect.* 115, 11, 1677-1682.

Fromme, H.; Schlummer, M., Möller, A., Gruber, L., Wolz, G.; Ungewiß, J., Böhmer, S., Dekant, W. 2007. Exposure of an adult population to perfluorinated substances using duplicate diet portions and biomonitoring data. *Environ. Sci. Technol.*, 41, 7928-7933.

Gilliland, F.D. & J.S. Mandel (1993) Mortality among employees of a perfluorooctanoic acid production plant. *Journal of Occupational Medicine* 35(9): 950 - 954.

Hekster, F.M., Laane, R.W.P.M. & P. de Voogt (2003) Environmental and toxicity effects of perfluoroalkylated substances. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 179: 99-121.

Holmström, K.E., Järnberg, U. & A. Bignert (2005) Temporal trends of PFOS and PFOA in guillemot eggs from the Baltic Sea, 1968-2003. *Environmental Science and Technology* 39(1): 80-84.

Holmström, K.E., Berglund, M. and Järnberg, U. 2005b. Exposure to perfluorinated acids in 108 Swedish women in relation to methylmercury and fish consumption. Poster ANA003.. Fluoros" 9th International Symposium on Fluorinated Alkyl Organics in the Environment, August 2005, Toronto, Canada.

Hu, W., Jones, P.D., Upham, B.L., Trosko, J.E., Lau, C. & J.P. Giesy (2002) Inhibition of gap junctional intercellular communication by perfluorinated compounds in rat liver and dolphin kidney cells in vitro and Sprague-Dawley rats in vivo. *Toxicological Sciences* 68(2): 429-436.

Inoue, K., Okada, F., Ito, R., Kakajima, S., Uno, A., Saijo, Y., Sata, F., Yoshimura, Y., Kishi, R. & H. Nakazawa (2004) Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and related perfluorinated compounds in human maternal and cord blood samples: assessment of PFOS exposure in a susceptible population during pregnancy. *Environm. Health Perspect.* 112: 1204-1207.

Kannan, K., Hansen, K.J., Wade, T.L. & J.P. Giesy (2002b) Perfluorooctane sulphonate in oysters, *Crassostrea virginica*, from the Gulf of Mexico and the Chesapeake Bay, USA. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 42: 313-318.

Kannan, K., Cosolini, S., Falandysz, J., Fillman, G., Kumar, K.S., Loganathan, B.G., Mohd, M.A., Olivero, J., Van Wouwe, N., Yang, J.H. & K.M. Aldous (2004) Perfluorooctanesulfonate and related fluorochemicals in human blood from several countries. *Environmental Science and Technology* 38(17): 4489-4495.

Kärnman, A., van Bavel, B., Järnberg, U., Hardell, L. and Lindström, G. 2004. Levels of perfluoroalkylated compounds in whole blood from Sweden. *Organohalogen Compounds* 66,: 4058-4062.

Kärnman A, Ericson I, van Bavel B, Lindström G. 2006. Levels of Perfluorinated chemicals in matched samples of human breast milk and serum. *Organohalogen Compounds* 68, 544-547.

Kärnman, A., Ericson, I., van Bavel, B., Darnerud, P.O., Aune, M., Glynn, A., Lignell, S. & G. Lindström (2007) Exposure of perfluorinated chemicals through lactation - Levels of matched human milk and serum and temporal trend, 1996-2004, in Sweden. *Environmental Health Perspectives* (in press), doi: 10.1289/ehp.9491 (beschikbaar op <http://dx.doi.org/>) online 28 november 2006.

Kuklenyik, Z., Reich, J.A., Tully, J.S., Needham, L.L. & A.M. Calafat (2004) Automated solid-phase extraction and measurement of perfluorinated organic acids and amides in human serum and milk. *Environmental Science and Technology*, 38(10): 3698 - 3704.

Lau, C., Thibodeaux, J.R., Hanson, R.G., Rogers, J.M., Grey, B.E., Stanton, M.E., Butenhoff, J.L. & L.A. Stevenson (2003) Exposure to perfluorooctane sulfonate during pregnancy in rat and mouse. II: postnatal evaluation. *Toxicol. Sci.* 74(2):382-92.

Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid (2007) POP's in moedermelk: Belgische resultaten anno 2006. Vito-rapport 2007/TOX/R/019.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2002) *Co-operation on existing chemicals: hazard assessment of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and its salts*. Environment Directorate, Joint meeting of the chemical committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, JT00135607.

Olsen, G.W., Logan, P.W., Simpson, C.A., Hansen, Burris, J.M., Burlew, M.M., Schumpert, J.C. & J.H. Mandel (1999) Fluorochemical exposure assessment of Decatur chemical and film plant employees. Final Report, 3M Medical Department, FYI-0500-01378.

Olsen, G.W., Schmickler, M., Tierens, J.M., Logan, P.W., Burris, J.M., Burlew, M.M., Lundberg, J.K. & J.H. Mandel (2001a) Descriptive summary of serum fluorochemical levels among employee participants of the year 2000 Antwerp fluorochemical medical surveillance program. Final report. 19 maart 2001.

Olsen, G.W., Madsen, D.C., Burris, J.M. & J.H. Mandel (2001b) Descriptive summary of fluorochemical levels among 236 building employees. Final report. 19 maart 2001.

Olsen, G., Ehresman, D., Froehlich, J., Burris, J. & J. Butenhoff (2005) Evaluation of the half-life ($t_{1/2}$) of elimination of perfluorooctanesulfonate (PFOS), perfluorohexanesulfonate (PFHS) and perfluorooctanoate (PFOA) from human serum [Abstract]. In: Fluoros. Toronto, Canada. 18-20 Augustus 2005. Toronto, Canada. University of Toronto TOXC017. Beschikbaar: <http://www.chem.utoronto.ca/symposium/fluoros/abstractbook.htm>.

Olsen, G.W. & L.R. Zobel (2007) Assessment of lipid, hepatic and thyroid parameters with serum perfluorooctanoate (PFOA) concentrations in fluorochemical production workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 81: 231-246.

Seacat, A., THomford, P., Hansen, K., Clemen, L., Eldridge, S., Elcombe, C., Butenhoff, J. (2003) Sub-chronic dietary toxicity of potassium perfluorooctanesulfonate in rats. *Toxicology*, 183, 117-131

So, M.K., Yamashita, N., Taniyasu, S., Jiang, Q., Giesy, J.P., Chen, K. & P. K. S. Lam (2006) Health risks in infants associated with exposure to perfluorinated compounds in human breast milk from Zhoushan, China. *Environmental Science & Technology* 40(9): 2924 - 2929.

Thayer, K (2002) *Perfluorinated chemicals: Justification for Inclusion of this Chemical Class in the National Report on Human Exposure in the Environmental Chemicals*. Environmental Working Group, Washington, D.C.

Van Den Heuvel, R., Bayens, W., Den Hond, E., Colles, A., Koppen, G. en G. Schoeters (2007) Biomarkermetingen in mengstalen van Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma Milieu & Gezondheid (2002-2006). Vito-rapport 2007/TOX/R/022.

Van Wouwe N, Covaci A, Kannan K, Gordon J, Chu A, Eppe G, de Pauw E., Goeyens L (2004) Levels of contamination for various pollutants present in Belgian human plasma, *Organohalogen Compounds*, 66, 2818-2824.