

9 Vluchtige organische stoffen (VOS)

9.1. Beschrijving van de pollutanten

De benaming VOS (vluchtige organische stoffen) of ook VOC (vluchtige organische componenten) slaat op een groot aantal stoffen die als gassen of dampen in de omgevingslucht voorkomen. Ze behoren tot bepaalde klassen naargelang ze enkel de elementen koolstof en waterstof bevatten of ook heteroatomen bevatten zoals zuurstof, stikstof, halogenen, zwavel, enz.

Tot de eerste groep behoren de verzadigde, de onverzadigde en de aromatische koolwaterstoffen die de hoofdfractie uitmaken van de VOS in omgevingslucht. Ze zijn in de eerste plaats afkomstig van het verkeer, de energieproductie en de verwarming en in de tweede plaats van chemische productieprocessen en verdamping.

Tot de tweede groep behoren zowel de gechloroerde verzadigde, onverzadigde als de aromatische organische componenten die vooral afkomstig zijn van chemische processen en het huishoudelijk gebruik.

Vooral het gemotoriseerd verkeer en de huisverwarming zijn de oorzaak van de algemene verspreiding van deze stoffen in de omgevingslucht.

De belangrijkste emissiebronnen van benzeen zijn de raffinaderijen en de chemische sector. In 2006 bedroeg de bijdrage van beiden resp. 57% en 34%. Dit betekent een daling voor het aandeel van de chemie t.o.v. 2005 (54%) en een stijging van het aandeel raffinaderijen (36%) in 2005. De restemissies worden veroorzaakt door andere industriën (o.a. metaal, non-ferro....).

De nadelige invloed van de VOS op het milieu manifesteert zich enerzijds op het vlak van de volksgezondheid vermits sommige componenten kankerverwekkend zijn (benzeen, vinylchloride, ...) en anderzijds door hun aandeel in de fotochemische luchtverontreiniging waarin ze samen met stikstofoxiden onder invloed van zonnestralen en warmte ozon en oxidanten vormen die eveneens

schadelijk zijn voor de gezondheid en tevens gewassen en materialen aantasten.

Ook in het broeikaseffect en de aantasting van de ozonlaag spelen de VOS een rol (vb. methaan, CFK's).

Om een beeld te verkrijgen van de situatie in Vlaanderen op het gebied van concentraties in de omgevingslucht en mogelijke bronnen van VOS worden metingen uitgevoerd die op termijn meer duidelijkheid moeten brengen in het aandeel van de verschillende doelgroepen.

Deze metingen kaderen in de activiteiten van de "Meetnetten Lucht" als deel van de decretale opdracht van de VMM voor de controle van de immissies lucht.

9.2. Wijzigingen meetprogramma

De Vlaamse Milieumaatschappij heeft een meetnet voor VOS in Vlaanderen dat in 2006 bestond uit 8 meetposten. Op iedere meetpost wordt éénmaal om de vier dagen een 24-uursmonster genomen op adsorptiebuisjes. Achtenveertig componenten worden gemeten en kunnen ondergebracht worden in 4 groepen nl. de aromatische, de alifatische, de olefinische en de gechloroerde koolwaterstoffen.

Daarnaast worden in 7 stations van de telemetrisch meetnetten in Vlaanderen BTEX-metingen (benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen) uitgevoerd met behulp van automatische BTEX-monitoren.

9.3. Grens- en richtwaarden

In Vlarem II werd de toekomstige grenswaarde voor benzeen, opgelegd door de richtlijn 2000/69/EG, opgenomen met een vroegere datum van in werkingtreding (nl. 1/1/2005 i.p.v. 1/1/2010); tevens werd een daggrenswaarde opgenomen. Deze normen zijn opgenomen in tabel 9.1. tezamen met de normen voor vinylchloride uit Vlarem II en de WGO-richtwaarden voor 1,2-dichloorethaan en toluen.

Tabel 9.1. : Huidige en toekomstige normering voor vinylchloride, benzeen 1,2-dichloorethaan en toluen

	Richtwaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Grenswaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
VLAREM Titel II		
Vinylchloride	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als P98 in het beschouwde kalenderjaar op basis van halfuren
Benzeen		50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als P98 in het beschouwde kalenderjaar op basis van dagwaarden
Richtlijn 2000/69/EG		
Benzeen		5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde in het beschouwde kalenderjaar op basis van dagwaarden (te respecteren vanaf 2005)
WGO		
1,2-dichloorethaan		-
Toluene	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als daggemiddelde 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als weekgemiddelde	-

9.4. Statistische verwerking

Tabel 1 in bijlage 9 geeft een overzicht van de jaargemiddelde VOS-concentraties in het kalenderjaar 2006. Tabel 2 in bijlage 9 geeft een overzicht van de jaarmaxima VOS-concentraties in het kalenderjaar 2006. Tabellen 3a en 3b in bijlage 9 geven een overzicht van de BTEX-concentraties (op basis van halfuren en dagwaarden) in het kalenderjaar 2006.

9.4.1. Benzeen en andere aromatische koolwaterstoffen

Tabel 9.2. geeft een overzicht van de jaargemiddelde benzeenconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in het kalenderjaar 2006.

In het VOS-meetnet, gebaseerd op dagmonsters ('50'-stations), liggen de jaargemiddelde concentraties van benzeen in het kalenderjaar 2006 tussen 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Stabroek en 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Aarschot.

De meetpunten in Stabroek en Doel worden beïnvloed door de industrie in het havengebied. Doel ligt dicht bij deze industriezone dan het meetpunt Stabroek maar niet in de overheersende windrichting.

In Tessenderlo Dennenhof zijn de benzeenconcentraties hoofdzakelijk te wijten aan het drukke verkeer in de H. Hartlaan ten oosten van het meetpunt. Ook in Tessenderlo Hofstraat komt de grootste bijdrage van het verkeer.

De gemeten benzeenconcentraties in Zelzate (Chalmetlaan) vinden hun oorsprong in het drukke verkeer en de nabijheid van een benzinestation. Uit noordwestelijke sector is er eveneens invloed van industriële activiteit (VfT-teerraffinaderijen, zie BTEX-meetpunt 40ZL01).

In Borgerhout, een locatie met veel verkeer, worden de op één na hoogste concentraties gemeten.

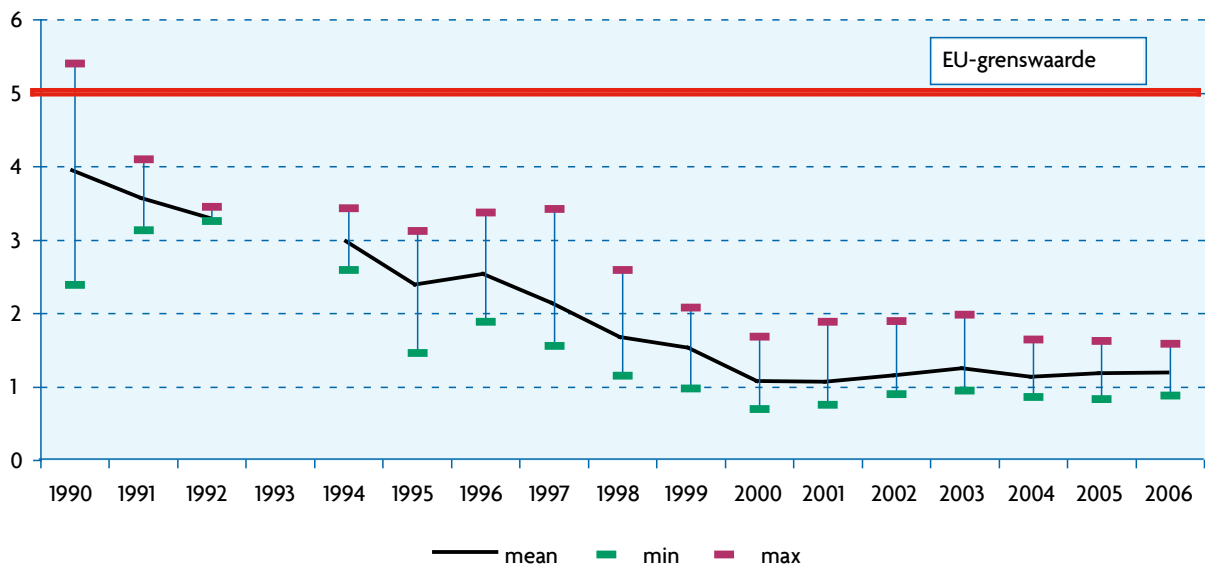
Maasmechelen wordt beïnvloed door het industrieterrein van Geleen dat in oost tot zuidoostelijke richting gelegen is t.o.v. het meetpunt. De laagste benzeenconcentratie (0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) wordt gemeten in Aarschot (AAR). Aarschot werd als achtergrondstation geselecteerd.

De meetstations met de BTEX-monitoren geven continu halfuursgemiddelde metingen, dus 48 metingen per dag (Mechelen en Laakdal), of kwartuursgemiddelden (Borgerhout, Gent-Baudelo, Zelzate, Hasselt en Geel), dus 96 metingen per dag.

Tabel 9.2. : Jaargemiddelde benzeenconcentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dagmonsters en BTX-monitoring) in Vlaanderen in 2006

2006 Dag	5STA	5DOE	5TESH	5TESD	5ZEL	5BOR	5AAR	5MAA
Benzeen	1,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	0,9	1,0
2006 BTX	40LD01	40LD02	40ML01	40ZL01	42N045	42R801	44R701	
Benzeen	1,4	1,9	1,1	2,1	0,9	1,3	1,3	

Fig. 9.1.: Verloop jaargemiddelde benzeenconcentratie in het virtueel station In Vlaanderen vanaf 1990



De hoogste jaargemiddelde benzeenconcentratie in het volledige kalenderjaar 2006 wordt gemeten in Zelzate (Havenlaan, 40ZL01) en bedraagt 2,1 µg/m³. Dit meetpunt wordt beïnvloed door het bedrijf VFT, een teerraffinaderij. Het jaargemiddelde ligt iets lager dan in 2005 (2,3 µg/m³).

De jaargemiddelden op basis van de BTEX-monitoren op de andere locaties liggen tussen 0,9 µg/m³ in Hasselt (42N045) en 1,9 µg/m³ in Laakdal (40LD02). Op alle meetposten – behalve in Laakdal en Gent (Baudeloo) – is er een daling t.o.v 2005. Het jaargemiddelde gemeten met de BTEX-monitor in Borgerhout is iets lager dan dit van het VOS-meetpunt op dezelfde locatie (zie tabel 9.2.) o.m. doordat de BTEX-monitor iets verder van de straat opgesteld staat (1,3 t.o.v. 1,5 µg/m³).

Figuur 9.1. geeft het verloop weer van de jaargemiddelde benzeenconcentratie in een virtueel station in Vlaanderen sedert 1990. Voor de berekening van dit virtueel station werden enkel de '50'-meetstations waarbij om de 4 dagen een 24-uursmonster genomen wordt, in rekening gebracht.

Vanaf 1990 is er een duidelijke dalende trend in de jaargemiddelde benzeenconcentratie in het virtuele station. De jaargemiddelde concentratie bedroeg in 1990 in het virtuele station 3,9 µg/m³ en is gedaald naar 1,2 µg/m³ in het kalenderjaar 2006. Het hoogste jaargemiddelde in 1990 bedroeg 5,4 µg/m³ en werd vastgesteld in het meetstation te Maasmechelen. In 2006 is de hoogste jaarconcentratie gedaald tot 1,6 µg/m³ en wordt teruggevonden in het meetstation te Stabroek. Er is een stagnering van het gemiddelde ten opzichte van vorig jaar.

De EU grenswaarde voor benzeen die vanaf 1 januari 2005 van kracht werd en 5 µg/m³ als jaargemiddelde bedraagt, wordt op geen enkel meetstation overschreden.

Tabel 9.3. geeft een overzicht van de jaargemiddelde concentraties (µg/m³) in het kalenderjaar 2006 voor toluen.

De WGO-richtwaarde voor toluen (260 µg/m³) werd ruim gerespecteerd.

Fig. 9.3.: Verloop jaargemiddelde toluenconcentraties in µg/m³ (dagmonsters en BTX-monitoring) in Vlaanderen in 2006

2005 Dag	5STA	5DOE	5TESH	5TESD	5ZEL	5BOR	5AAR	5MAA
Toluene	3,2	1,7	3,6	3,6	2,1	4,5	1,7	2,2
2005 BTX	40LD01	40LD02	40ML01	40ZL01	42N045	42R801	44R701	
Toluene	2,4	2,7	2,9	3,1	2,44	3,0	2,8	

9.4.2. Alifatische koolwaterstoffen

Deze groep bevat een groot aantal normale, vertakte en cyclische alkanen. Voor de luchtvervuiling zijn uiteraard de vluchtige van belang waarvan hier gemeten worden: de lineaire alifatische koolwaterstoffen van butaan tot decaan, de vertakte alifatische koolwaterstoffen: isobutaan, isopentaaan, 2,3-dimethylbutaan, 2-methylpentaan, 3-methylpentaan, isooctaan, 2-methylhexaan, 3-methylhexaan, 2-methylheptaan, 3-methylheptaan en de alicyclische koolwaterstoffen methylcyclopentaaan, cyclohexaan en methylcyclohexaan.

Deze stoffen kunnen afkomstig zijn van het verkeer en van industriële emissie (chemie, petrochemie) of van huishoudelijk gebruik (white-spirit, terpentijn, ...).

De meest vluchtige componenten uit deze groep komen over het algemeen in de hoogste concentraties voor. Vanaf pentaan nemen de concentraties af met stijgend kookpunt.

De hoogste jaargemiddelde concentraties aan alifatische koolwaterstoffen worden teruggevonden in stations die een industriële activiteit kennen zoals Stabroek, Tessenderlo, Zelzate en Doel en een stedelijk station onder invloed van het drukke verkeer zoals Borgerhout.

In Maasmechelen en in Aarschot worden de laagste waarden gemeten.

De invloed van de Antwerpse industriezone komt vooral tot uiting in Doel waar de pollutierozen voor de alifatische koolwaterstoffen (ref. 9.1.) wijzen naar oost- en noordoostelijke richting (midden en noordelijk gedeelte van de industriezone). In de pollutierozen in Stabroek ligt het zwaartepunt vooral in de westelijke sectoren, van noordwest tot zuidwest, eveneens wijzend naar de industrie.

Ook uit de pollutierozen voor n-pentaaan voor Doel (ten westen van de industrie) en Stabroek (ten oosten van de industrie), blijkt duidelijk de invloed van de industrie op de twee meetposten.

In Zelzate komt de belangrijkste bijdrage voor de meeste alifatische koolwaterstoffen vanuit het noordoosten en het oosten, vermoedelijk afkomstig enerzijds van een dichtbij gelegen benzinstation en anderzijds van een drukke verkeersweg.

In Tessenderlo zijn de concentraties voor de alifatische koolwaterstoffen in Dennenhof iets hoger dan in de Hofstraat. De pollutierozen (ref. 9.1.) vertonen op de twee meetposten (aan weerszijden van de bedrijven) nagenoeg hetzelfde beeld nl. met het zwaartepunt in oostelijke richting. Daaruit volgt dat de tussenliggende industriezone weinig of geen bijdrage levert aan alifatische koolwaterstoffen en dat de bronnen zich situeren op grotere afstand in oostelijke richting, vermoedelijk het industriegebied langs het Albertkanaal.

In Maasmechelen worden voor de alifatische koolwaterstoffen doorgaans lagere concentraties gemeten. Het zwaartepunt ligt voor de meeste alifatische componenten in het oosten, overeenkomend met het industriegebied Geleen in Nederland. Dit komt duidelijk tot uiting in de pollutierozen (ref. 9.1.).

In Aarschot liggen de concentraties aan alifatische koolwaterstoffen nog op een enigszins lager niveau dan in Maasmechelen.

In Borgerhout tenslotte tonen de pollutierozen (ref. 9.1.) ook voor de alifatische koolwaterstoffen een meer gelijkmatige verdeling over de verschillende sectoren door de algemene verspreiding door het verkeer en de gebouwenverwarming.

De seizoensinvloed op de concentraties komt ook hier duidelijk tot uiting met de laagste waarden in de zomermaanden en de hoogste waarden in de wintermaanden.

9.4.3. Olefinische koolwaterstoffen

De componenten van deze groep die hier gemeten worden zijn: 1-buteen, 1,3-butadien, cis-2-buteen, trans-2-buteen, 1-penteen, isopreen, 2-penteen, 1-hexeen en -pineen. Deze stoffen kunnen zowel van het verkeer als van de industrie afkomstig zijn, isopreen en -pineen kunnen ook van natuurlijke oorsprong zijn.

Voor deze componenten worden doorgaans vergelijkbare concentraties gemeten op alle meetplaatsen. De daggemiddelde concentraties in Zelzate worden mogelijks beïnvloed door het dichtbijgelegen benzinstation. Voor 1-hexeen wordt het hoogste daggemiddelde gemeten in Stabroek, afkomstig van de industrie.

De concentraties aan olefinische koolwaterstoffen zijn merkbaar lager dan deze voor de alifatische koolwaterstoffen. Dit geldt voor alle meetplaatsen.

Tabel 9.4. : Jaargemiddelden en jaarmaxima voor vinylchloride en 1,2-dichloroethaan in Vlaanderen in 2006

2006	Vinylchloride ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		1,2-dichloroethaan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	jaargem.	maximum	jaargem.	maximum
Aarschot	dl	dl	dl	0,6
Doel	dl	0,5	0,7	39,5
Stabroek	dl	2,8	dl	2,9
Tessenderlo Dennenhof	0,4	5,8	1,4	21,2
Tessenderlo Hofstraat	0,5	6,4	1,7	15,8
Zelzate	dl	dl	dl	dl
Maasmechelen	dl	0,6	dl	0,3
Borgerhout	dl	0,8	dl	0,4

9.4.4. Gechloreerde koolwaterstoffen

De componenten van deze groep die hier gemeten worden, zijn: vinylchloride, 1,2-dichloroethaan, 1,1,1-trichloroethaan, trichloorethyleen, tetrachloorethyleen en chloorbenzeen. Deze synthetische stoffen worden vooral voor industrieel/technische toepassingen aangewend en voor huishoudelijke toepassingen.

Tabel 9.4. geeft een overzicht van de jaargemiddelden en de jaarmaxima voor vinylchloride en 1,2-dichloroethaan in 2006.

De hoogste gemeten jaargemiddelden voor vinylchloride worden in 2005 vastgesteld in Tessenderlo (Dennenhof en Hofstraat). De jaargemiddelde concentraties bedragen respectievelijk 0,4 en 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op de andere stations blijven de gemiddelde concentraties onder de detectielimiet. De streefwaarde van 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de richtwaarde van 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en de grenswaarde van 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde concentratie, door de CEM voorgesteld voor opname in Vlarem Titel II werden in 2006 ruim gerespecteerd. Ook de Vlarem-norm (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor de 98 percentiel wordt niet overschreden (P98-waarde in Dennenhof = 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; P98-waarde in Hofstraat = 4,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Het hoogste dagmaximum in het kalenderjaar 2006 werd in Tessenderlo Hofstraat gemeten en bedroeg 6,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wat een stijging betekent t.o.v. 2005 (2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Het maximum in Dennenhof is ook hoger dan in 2005 (5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ t.o.v. 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

De jaargemiddelden voor 1,2-dichloroethaan bedragen in het kalenderjaar 2006 in Tessenderlo Dennenhof en Tessenderlo Hofstraat respectievelijk 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en

1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is voor beide meetstations een stijging t.o.v. 2005. In de andere stations ligt de jaargemiddelde concentratie onder de detectielimiet, behalve in Doel (0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), waar tevens het hoogste maximum voor 1,2-dichloroethaan werd gemeten in 2006, nl 39,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In Tessenderlo Dennenhof bedroeg het maximum 21,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wat een merkelijke stijging betekent t.o.v. 2005 (12,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Op het station in de Hofstraat te Tessenderlo werd ook een hoger maximum genoteerd in 2006 dan in 2005 nl. 15,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ t.o.v. 9,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De richtwaarde voor 1,2-dichloroethaan van 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als daggemiddelde die door de WGO voorgesteld wordt, werd op alle stations ruim gerespecteerd.

Voor de overige gechloreerde koolwaterstoffen tri- en tetrachloorethyleen worden doorgaans lage concentraties gemeten en is de industriële bijdrage gering op al de meetplaatsen.

9.5. Conclusies

Op alle meetstations zijn de jaargemiddelde concentraties aan vluchtige organische stoffen in 2006 vergelijkbaar met vorig jaar. Voor benzeen wordt een daling in concentratie vastgesteld met een factor 4 t.o.v. 1990.

Bij toetsing van de jaargemiddelde benzeenconcentraties gemeten in Vlaanderen aan de EU grenswaarde nl. 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ te respecteren vanaf 1 januari 2005 worden geen overschrijdingen vastgesteld.

De hoogste jaargemiddelde benzeenconcentratie over het volledige kalenderjaar 2006 wordt gemeten in Zelzate (Havenlaan) en bedraagt 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In de andere

stations liggen de jaargemiddelde benzeenconcentraties tussen 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2006 is het jaargemiddelde voor benzeen op alle meetposten – behalve in Gent Baudeloo) en in Laakdal 2 gedaald t.o.v. vorig jaar. Hoe landelijker de ligging van de meetpost, hoe lager de benzeenconcentratie.

In Zelzate (Havenlaan) in de omgeving van het bedrijf VFT, is de jaargemiddelde benzeenconcentratie in 2006 ongeveer gehalveerd ten opzichte van 1995, het startjaar van de metingen.

De hoogste concentraties aan alifatische koolwaterstoffen worden teruggevonden in stedelijke stations zoals Borgerhout onder invloed van het drukke verkeer, en in industriële locaties zoals Stabroek.

De laagste waarden worden in Maasmechelen en in Aarschot gemeten.

Bronnen van alifatische koolwaterstoffen zijn naast verkeer en gebouwenverwarming ook industriële activiteit. De seizoensinvloed op de concentraties komt in Borgerhout duidelijk tot uiting met de laagste waarden in de zomermaanden en de hoogste waarden in de wintermaanden (gebouwenverwarming).

De hoogste daggemiddelde concentraties van het olefinische koolwaterstof 1-hexeen worden in Stabroek en in Doel vastgesteld. Deze component is hoofdzakelijk afkomstig van de industrie. Isopreen en α -pineen zijn hoofdzakelijk van natuurlijke oorsprong. De andere componenten komen vooral van het verkeer.

De hoogste concentraties aan gechloreerde koolwaterstoffen (vooral vinylchloride en 1,2-dichloroethaan) komen in 2006 vooral voor in Tessenderlo en in Doel. De richtwaarde voor vinylchloride nl. 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde en de grenswaarde van 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als P98-concentratie werden in 2006 gerespecteerd. De richtwaarde voor 1,2-dichloroethaan van 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als daggemiddelde die door de WGO voorgesteld wordt, werd op alle stations eveneens ruim gerespecteerd.

9.6. Referenties

- 9.1. Vluchtige organische componenten in de omgevingslucht in Vlaanderen. Jaarrapport 2006, VMM, Erembodegem, september 2007.