



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
**LEEFMILIEU BRUSSEL**  
**- IBGE·BIM -**

**LUCHTKWALITEIT**  
**in het**  
**BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST**

Immissiemetingen 2006 - 2008

**RAPPORT**

40 jaar METINGEN LUCHTKWALITEIT in BRUSSEL

30 jaar TELEMETRISCH MEETNET

20 jaar TOEZICHT door het BIM

## Inhoudstafel

<b>1. Voornaamste Polluenten en Meetprogramma .....</b>	<b>1.1</b>
1.1 Voornaamste polluenten.....	1.1
1.1.1 Stikstofoxiden .....	1.1
1.1.2 Organische verbindingen .....	1.2
1.1.3 Ozon .....	1.3
1.1.4 Koolmonoxide.....	1.4
1.1.5 Zwevende deeltjes : PM10 en PM2,5.....	1.4
1.1.6 Zwaveldioxide.....	1.5
1.1.7 Zwarte Rook .....	1.5
1.1.8 Lood.....	1.6
1.1.9 Ammoniak.....	1.6
1.1.10 HCl.....	1.6
1.1.11 Kooldioxide .....	1.6
1.2 Meetprogramma in het telemetrisch meetnet .....	1.7
1.3 Meteorologische parameters .....	1.10
1.4 Meetprogramma in de niet-telemetrische meetnetten .....	1.12
1.5 Benzeenmeetnet.....	1.16
<b>2. Invloed Meteo op de concentratie.....</b>	<b>2.1</b>
2.1 Emissie - immissie .....	2.1
2.2 Meteorologische situatie.....	2.2
2.2.1 Laterale verspreiding .....	2.2
2.2.2 Verticale verspreiding .....	2.3
2.2.3 Voorspellingsmodel ALADIN.....	2.10
2.2.4 Studie van de Luchtverontreiniging .....	2.14
<b>3. Normen – EG-richtlijnen.....</b>	<b>3.1</b>
3.1 SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM10 en Pb volgens richtlijnen 1999/30/EG en 2008/50/EG .....	3.4
3.2 CO en Benzeen volgens richtlijnen 2000/69/EG en 2008/50/EG .....	3.8
3.3 Ozon volgens richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG .....	3.9
3.4 As, Cd, Hg, Ni en PAK volgens richtlijn 2004/107/EG .....	3.12
3.5 Strengere wetgeving.....	3.13
3.5.1 Theoretische beschouwingen .....	3.13
3.5.2 Praktische gevolgen voor de uitbating van meetsystemen .....	3.14
3.6 Oudere Richtlijnen .....	3.16
3.6.1 Stikstofdioxide (1985/580/EG) .....	3.16
3.6.2 Ozon (1992/72/EG).....	3.16
3.6.3 Zwaveldioxide (1980/779/EG).....	3.17
3.6.4 Zwevende Deeltjes (1980/779/EG).....	3.18
3.6.5 Lood (1982/884/EG) .....	3.18

<b>4. Evaluatie meetresultaten .....</b>	<b>4.1</b>
4.1 Stikstofoxiden (NO <sub>x</sub> ) .....	4.1
4.1.1 Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> ).....	4.3
4.1.1.1 Reglementering NO <sub>2</sub> .....	4.3
4.1.1.2 Grenswaarden NO <sub>2</sub> vroegere reglementering .....	4.3
4.1.1.3 Grenswaarde NO <sub>2</sub> -uurwaarde – richtlijn 1999/30/EG en 2008/50/EG .....	4.4
4.1.1.4 Grenswaarde NO <sub>2</sub> -jaargemiddelde – richtlijn 1999/30/EG en 2008/50/EG.....	4.8
4.1.1.5 Evolutie NO <sub>2</sub> -waarden over langere termijn.....	4.13
4.1.2 Stikstofmonoxide (NO).....	4.22
4.1.2.1 Reglementering NO.....	4.22
4.1.2.2 Gemeten NO-waarden.....	4.22
4.1.2.3 Evolutie NO-waarden over langere termijn.....	4.24
4.1.3 Stikstofoxiden (NO <sub>x</sub> ) .....	4.33
4.1.4 Rendement NO <sub>x</sub> -metingen .....	4.35
4.2 Ozon (O <sub>3</sub> ).....	4.37
4.2.1 Reglementering O <sub>3</sub> .....	4.40
4.2.2 Gemeten O <sub>3</sub> -waarden .....	4.42
4.2.3 Overschrijdingen drempelwaarden voor ozon – richtlijn 2002/3/EG.....	4.46
4.2.4 Overschrijdingen volgens vroegere richtlijn 1992/72/EG.....	4.58
4.2.5 Evolutie O <sub>3</sub> -waarden over langere termijn .....	4.60
4.2.6 Rendement en nauwkeurigheid van de ozonmetingen .....	4.72
4.3 Zwevende deeltjes : PM10 en PM2,5 .....	4.73
4.3.1 Aanwezigheid van zwevende deeltjes .....	4.73
4.3.2 Meetmethodes PM10.....	4.77
4.3.3 Reglementering PM10 volgens richtlijn 1999/30/EG .....	4.81
4.3.4 Reglementering PM10 en PM2,5 volgens richtlijn 2008/50/EG.....	4.82
4.3.5 Gemeten waarden PM10 .....	4.83
4.3.6 Overschrijdingen grenswaarden PM10-deeltjes .....	4.85
4.3.7 Evolutie PM10-waarden over langere termijn.....	4.92
4.3.8 Invloed windrichting en luchtvochtigheid op overschrijdingen PM10.....	4.99
4.3.9 Hoge concentraties op dagen met weinig verkeer.....	4.107
4.3.10 Historiek – Schatting evolutie PM10 over langere termijn (1981-2008) .....	4.117
4.3.11 Resultaten en evolutie PM2,5-waarden.....	4.122
4.3.12 Rendement resultaten PM10 en PM2,5.....	4.129
4.3.13 Aantal Deeltjes.....	4.131
4.4 Vluchtige organische stoffen (V.O.S.).....	4.136
4.4.1 Reglementering benzeen.....	4.136
4.4.2 Resultaten en Evolutie .....	4.136
4.4.3 Rendement en nauwkeurigheid V.O.S.-resultaten .....	4.141
4.4.4 Meetnet Benzeen.....	4.142
4.5 Polyaromatische koolwaterstoffen (P.A.K.) .....	4.144
4.5.1 Reglementering PAK .....	4.144
4.5.2 Resultaten en Evolutie .....	4.145
4.5.3 Rendement en nauwkeurigheid P.A.K.-resultaten .....	4.149
4.5.4 Evaluatie oorsprong PAK-deeltjes .....	4.150

4.6	Koolmonoxide (CO)	4.152
4.6.1.	<i>Reglementering CO</i>	4.152
4.6.2	<i>Gemeten waarden voor CO</i>	4.152
4.6.3	<i>Overschrijdingen CO-grenswaarde</i>	4.153
4.6.4	<i>Evolutie CO-waarden over langere termijn</i>	4.155
4.6.5	<i>Evolutie CO in de Kroonlaan te Elsene</i>	4.163
4.6.6	<i>Rendement en nauwkeurigheid van de CO-resultaten</i>	4.165
4.7	Zwavel dioxide (SO <sub>2</sub> )	4.166
4.7.1.	<i>Reglementering SO<sub>2</sub></i>	4.166
4.7.2	<i>Gemeten SO<sub>2</sub>-waarden</i>	4.167
4.7.3	<i>Overschrijdingen SO<sub>2</sub>-grenswaarden (1999/30/EG)</i>	4.170
4.7.4	<i>Evolutie SO<sub>2</sub>-waarden over langere termijn</i>	4.171
4.7.5	<i>Rendement en nauwkeurigheid van de SO<sub>2</sub>-metingen</i>	4.173
4.8	Lood (Pb)	4.176
4.8.1.	<i>Reglementering lood</i>	4.176
4.8.2	<i>Gemeten waarden voor lood en overschrijdingen</i>	4.176
4.8.3	<i>Evolutie meetwaarden voor Pb over langere termijn</i>	4.177
4.8.4	<i>Rendement en nauwkeurigheid van de Pb-metingen</i>	4.179
4.9	Zwarte Rook (BSM)	4.180
4.9.1.	<i>Reglementering Zwarte Rook</i>	4.180
4.9.2	<i>Gemeten waarden Zwarte Rook en overschrijdingen</i>	4.180
4.9.3	<i>Evolutie over langere termijn</i>	4.182
4.9.4	<i>Rendement metingen Zwarte Rook</i>	4.184
4.10	Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	4.185
4.11	Chloriden als HCl	4.188
4.12	Kwikdamp (Hg)	4.190
4.13	Zware metalen (As, Ni, Cd)	4.195
4.14	Kooldioxide (CO <sub>2</sub> )	4.197
<b>5.</b>	<b>Berekening index van de luchtkwaliteit</b>	<b>5.1</b>
5.1	Index voor de algemene luchtkwaliteit	5.1
5.2	Index van de luchtkwaliteit in een verkeersdrukte omgeving	5.5

<b>6. Resultaten Autoluwe zondagen .....</b>	<b>6.1</b>
Meteorologische parameters .....	6.1
NO en NO <sub>2</sub> .....	6.3
CO .....	6.4
O <sub>3</sub> .....	6.4
PM10 .....	6.5
PM2,5 .....	6.6
CO <sub>2</sub> .....	6.7
Meerdere autoluwe zondagen .....	6.7
<b>7. Samenvatting.....</b>	<b>7.1</b>
7.1 Evolutie normen.....	7.1
7.2 Meetsystemen .....	7.2
7.3 Informatie.....	7.3
7.4 Respecteren van normwaarden.....	7.4
<i>Stikstofdioxide</i> .....	7.4
<i>Ozon</i> .....	7.9
<i>PM10-deeltjesfractie</i> .....	7.12
<i>Zwavel dioxide</i> .....	7.20
<i>Lood</i> .....	7.20
<i>Koolmonoxide</i> .....	7.20
<i>Benzeen</i> .....	7.21
<i>Polyaromatische koolwaterstoffen</i> .....	7.21
7.5 Gemiddeld dag- en weekprofiel.....	7.22
7.6 Evolutie over langere termijn .....	7.23

# 1. Voornaamste POLLUENTEN en MEETPROGRAMMA

## 1.1 Voornaamste pollutanten

Voor de juiste herkomst van de luchtverontreinigende stoffen wordt verwezen naar de emissie-inventarisatie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Het verband tussen de concentraties in de lucht (immissiewaarden) en de uitstoot (emissie) is zeer complex. Enkel dichtbij de bron, b.v. in een verkeersdrukke omgeving of nabij een industriële vestiging, is er een min of meer duidelijk verband tussen de concentratie en de uitstoot. Voor het overige zijn de concentratieniveaus de resultante van de invloed van meteorologische omstandigheden en fysico-chemische omzettingen op de uitstoot van pollutanten, afkomstig van een groot aantal bronnen, onregelmatig verspreid in ruimte en tijd. In hoofdstuk 2 wordt de invloed van de belangrijkste (meteorologische) parameters op de verspreiding (verdunding) van de luchtvervuiling toegelicht.

De mogelijke invloed van de pollutanten op de gezondheid en het leefmilieu kan ingeschat worden door de bekomen resultaten van de onderscheiden meetposten (zie hoofdstuk 4: evaluatie meetresultaten) te toetsen aan de normen.

De mogelijke gevolgen van de blootstelling aan de pollutanten afzonderlijk worden summier vermeld in de hierna volgende beschrijving. Het aanbod van epidemiologische studies, waarbij het synergetisch effect van de blootstelling aan meerdere pollutanten tegelijk duidelijk wordt beschreven, is nog steeds beperkt. Ook de informatie over een eventueel synergisme met andere mogelijke oorzaken van gezondheidseffecten, zoals b.v. de invloed van allergenen bij ademhalingsmoeilijkheden, blijft schaars.

### 1.1.1 Stikstofoxiden

De stikstofoxiden in de omgevingslucht, voorgesteld als  $\text{NO}_x$ , vindt men vooral onder de vorm van stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ ). Deze beide gasvormige pollutanten zijn tegelijkertijd aanwezig in de omgevingslucht. Er bestaat een dynamisch evenwicht tussen hun aanwezigheid (NO en  $\text{NO}_2$ ) en die van ozon ( $\text{O}_3$ ): NO wordt geoxideerd tot  $\text{NO}_2$  in aanwezigheid van zuurstof (zeer traag) of van ozon (vrij snel).

Bij elk verbrandingsproces met lucht komen stikstofoxiden vrij. Bij hoge temperaturen in de vlam verbinden zich geringe hoeveelheden stikstof en zuurstof met vorming van NO als gevolg. In de verbrandingsgassen wordt reeds een gedeelte van het NO geoxideerd tot  $\text{NO}_2$ .

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt de jaarlijkse  $\text{NO}_x$ -uitstoot ca. 4.848 ton (2007), waarvan 2.347 ton afkomstig is van het wegverkeer en 1.385 ton van de huisverwarming (BIM, 2009).

Er zijn geen toxische effecten geassocieerd met de aanwezigheid van stikstofmonoxide in de omgevingslucht. De aanwezigheid van stikstofdioxide daarentegen kan schadelijk zijn voor de ademhalingswegen. Bij zeer hoge concentraties (1 ppm =  $1.910 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bij 293 K en 1.013 hPa) ondervinden gezonde personen duidelijk ernstige hinder. Astmapatiënten en personen met chronische longaandoeningen ondervinden nadelige gevolgen bij een verlengde blootstelling aan concentraties van enkele tienden van een ppm.

Toxicologische studies (bij dieren) hebben aangetoond dat er wijzigingen optreden van de longstructuur, het longmetabolisme en de weerstand tegen longinfecties bij een langdurige blootstelling (1 tot 6 maanden) aan NO<sub>2</sub>-concentraties van de orde van 0,1 tot 0,5 ppm (190 à 950 µg/m<sup>3</sup>).

Als aanvaardbaar risico voor zowel gezonde als meer gevoelige bevolkingsgroepen (astmapatiënten, personen met chronische ademhalingsziekten en kinderen) werd in 1987 door de WGO (Wereld Gezondheid Organisatie) de waarde van 400 µg/m<sup>3</sup> voorgesteld als maximale blootstelling gedurende 1 uur en 150 µg/m<sup>3</sup> gedurende 1 dag. Vanaf 1999 wordt door de WGO een uurwaarde van 200 µg/m<sup>3</sup> en een jaargemiddelde van 40 µg/m<sup>3</sup> aanbevolen.

Stikstofoxiden spelen een zeer belangrijke rol bij enkele van de meer algemene fysico-chemische transformatieprocessen. Ze zijn o.m. “voorlopers” bij de vorming van ozon in de troposfeer en dragen bij tot de vorming van “zure neerslag”. Mist en zure depositie kunnen in stedelijke omgeving directe gevolgen hebben voor het architecturaal patrimonium. De zure neerslag heeft bovendien nadelige effecten op de vegetatie, ook op grotere afstand van de brongebieden. Via de vorming van nitraten speelt stikstofdioxide ook een rol bij het tot stand komen van secundair aërosol.

### **1.1.2 Organische verbindingen**

Deze uitgebreide groep stoffen bestaat uit verbindingen van koolstof- en waterstofatomen. De verschillende componenten worden zowel bij natuurlijke als bij industriële processen gevormd en een aantal ervan ook in de verontreinigde luchtmassa's.

**Methaan** (CH<sub>4</sub>) is de eenvoudigste verbinding. Het is niet giftig, maar draagt bij tot het broeikas effect in de hogere atmosfeer. Het wordt o.m. gevormd bij anaërobe gistingprocessen van organisch materiaal. Omwille van een eventueel explosiegevaar wordt de aanwezigheid van methaan in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest soms gemeten in besloten ruimten, die gesitueerd zijn bovenop oude vuilnisbelten.

**Andere typische organische stoffen** worden op bepaalde tijdstippen gemeten in de omgeving van specifieke bronnen: gechlorideerde koolwaterstoffen zoals trichloorethyleen afkomstig van de droogkuis, of dichloorethaan en dioxines afkomstig van de verbranding van het huishoudelijk afval. In deze gevallen gaat het om de aanwezigheid van toxische stoffen in de nabijheid van gereguleerde puntbronnen.

In overeenstemming met de algemene aard van de problematiek worden de organische stoffen in de omgevingslucht ingedeeld in twee categorieën: de vluchtige organische stoffen (V.O.S.) en de polyaromatische koolwaterstoffen (P.A.K.).

#### ***Vluchtige organische stoffen:***

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is een jaarlijkse productie van NMVOS (niet-methaan vluchtige organische stoffen) voor het jaar 2007 geraamd op ca. 6.059 ton, waarvan 964 ton afkomstig van het wegverkeer en 4.068 ton van het gebruik van solventen in de huishoudens en de industriële sector (BIM, 2009).

Zowel de natuurlijke (b.v. isopreen) als de antropogene V.O.S.-emissies leveren hun bijdrage tot overmatige ozonvorming.

Benzeen is de meest toxische component uit de groep van vluchtige organische stoffen waarvan de concentraties gemeten worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Benzeen heeft kankerverwekkende eigenschappen en de WGO is van oordeel dat er geen absoluut veilige grens kan aangeduid worden voor de blootstelling aan benzeen. Op basis van een extrapolatie van de resultaten van toxicologische studies werd een risico op leukemie vastgesteld. De jaargemiddelde EU-grenswaarde voor benzeen bedraagt  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### ***Polyaromatische koolwaterstoffen:***

Een belangrijk deel van deze weinig vluchtige organische componenten wordt geadsorbeerd op vaste deeltjes. Van deze groep stoffen is het benzo-a-pyreen als meest representatieve component opgenomen in de lijst van 13 prioritair te meten stoffen, vermeld in de EG-kaderrichtlijn 1996/62/EG voor de kwaliteit van de omgevingslucht.

Benzo-a-pyreen heeft kankerverwekkende eigenschappen. In de omgevingslucht van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest kan het aangetoond worden in concentraties van de orde van één nanogram per  $\text{m}^3$  (of lager). De voornaamste bronnen van verontreiniging door deze stoffen zijn de (huis)verwarming en het wegverkeer.

### **1.1.3 Ozon**

Ozon is een *secundaire pollutent* en wordt niet rechtstreeks in de atmosfeer uitgestoten. Bij intense zonneshijn wordt het in de atmosfeer gevormd vanuit de “voorlopers”, n.l. stikstofoxiden en vluchtige reactieve organische stoffen. De ozonvorming, de afbraak ervan en het concentratieverloop worden uitvoerig toegelicht in hoofdstuk 4.

Bij concentraties tussen  $180$  en  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vermindert de ademhalingsfunctie bij gezonde personen met ongeveer 5% en bij gevoelige personen met ongeveer 10%. In de literatuur wordt eveneens irritatie van de ogen vermeld.

Bij concentraties van  $240$  tot  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vermindert de ademhalingsfunctie bij gezonde personen met 5 tot 15% en bij de bijzonder gevoelige personen met ca. 10 tot 30%. Bij gevoelige personen zijn irritaties van de ogen, de neus en de keel, evenals hoest, pijn in de borst en hoofdpijn de meest frequent voorkomende klachten. Ergere symptomen doen zich voor bij mensen met chronische ademhalingsinfecties.

Bij concentraties hoger dan  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  worden deze effecten nog sterker. Bij de totale bevolking vermindert de ademhalingsfunctie met meer dan 15% en bij gevoelige personen met meer dan 30%. Men stelt ook een gevoelige daling vast van het lichamelijke prestatievermogen.

Ozon kent ook nadelige gevolgen voor de vegetatie, niet enkel op het vlak van zichtbare schade aan de bladcellen maar ook op het groeiproces (opbrengst, economische schade), o.m. door uitputting van de reserves.



### **1.1.4 Koolmonoxide**

Koolmonoxide is een veel voorkomende pollutant in de omgevingslucht. Het ontstaat door een onvolledige verbranding van koolstofhoudend materiaal.

Jaarlijks wordt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ongeveer 9.501 ton (2007) uitgestoten, waarvan 6.162 ton afkomstig is van het wegverkeer (*BIM, 2009*).

In het bloed verbindt CO zich met hemoglobine en vormt carboxyhemoglobine, waardoor de opname van zuurstof in het bloed verhinderd wordt. Verstikking als gevolg van een te hoge CO-concentratie is een veel voorkomende oorzaak van dodelijke ongevallen in het huishoudelijke milieu, n.l. door het gebruik van waterboilers in badkamers met een slecht geregelde afvoer van de verbrandingsgassen.

Er worden echter ook effecten vastgesteld bij een langere blootstelling aan lagere concentraties. Bij gezonde personen worden o.m. een verminderd fysiek en intellectueel prestatievermogen vastgesteld, met afname van het zicht en een verminderde motoriek.

Tabaksgebruik is de voornaamste oorzaak van de vorming van carboxyhemoglobine. Aanbevelingen om bepaalde CO-concentraties niet te overschrijden, vormen vooral een voorzorgsmaatregel ter bescherming van de niet-rokers. Een gehalte van 2,5 tot 3% carboxyhemoglobine wordt aanbevolen ter bescherming van de gehele bevolking, de gevoelige personen inbegrepen. Om deze doelstelling te bereiken geeft de WGO enkele aanbevelingen i.v.m. de maximale CO-concentratie en blootstellingduur.

Max. concentratie	Blootstellingduur
100 mg/m <sup>3</sup>	15 minuten
60 mg/m <sup>3</sup>	30 minuten
30 mg/m <sup>3</sup>	1 uur
10 mg/m <sup>3</sup>	8 uur

### **1.1.5 Zwevende deeltjes: PM10- en PM2,5-fractie**

Zwevende deeltjes hebben een verschillende graad van toxiciteit naargelang hun samenstelling en deeltjesgrootte. Omwille van de belangrijke toxische eigenschappen voorziet de dochterrichtlijn 1999/30/EG in de verplichting tot het bepalen van de PM10-fractie van de zwevende deeltjes. Dit zijn de deeltjes met een equivalente diameter tot 10 micrometer. Verder wordt aanbevolen om de metingen van de PM2,5-fractie te starten (deeltjes kleiner dan 2,5 micrometer). De PM10-fractie heeft vooral een effect op de bovenste luchtwegen en de bronchiën, terwijl de PM2,5-fractie doordringt tot in de longblaasjes. De richtlijn 2008/50/EG legt de verplichting op tot het volgen van de PM2,5-deeltjesfractie in de lucht.

Het meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd uitgebreid met apparatuur voor de meting van de PM10-fractie (1996–2000) en met enkele apparaten ter bepaling van het PM2,5-deeltjesgehalte (1999–2000). Tussen 2004 en 2006 werd deze apparatuur aangepast met FDMS-systemen (*Filter Dynamics Measurement System*) zodat de gemeten resultaten deze van de referentiemethode zo goed mogelijk zouden benaderen.

Bij het opstarten van het telemetrisch meetnet voor luchtvervuiling (vanaf 1978) werd het gehalte aan zwevende deeltjes in de lucht gemeten met behulp van nefelometrie (Dust). Deze optische bepalingmethode detecteert deeltjes afkomstig van zowel klimatologische processen (o.m. mist) als van vervuilende bronnen. De resultaten zijn vooral karakteristiek voor de optische vervuiling van de lucht (zichtbaarheid), maar de methode is veel minder geschikt voor de bepaling van de massaconcentratie van de deeltjes in de lucht. De metingen voor “Dust” werden in 2001 stilgelegd.

### **1.1.6 Zwaveldioxide**

In het Brussels hoofdstedelijk Gewest is zwaveldioxide voornamelijk afkomstig van de verbranding van zwavelhoudende fossiele brandstoffen (steenkool, stookolie, diesel, ...) en van bepaalde industriële processen.

De jaarlijkse uitstoot van SO<sub>2</sub> in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt 1.018 ton (2007), waarvan 964 ton afkomstig van verwarmingsinstallaties in de residentiële en tertiaire sectoren en 24 ton van het wegverkeer (*BIM, 2009*). Sinds het einde van de jaren '60 wordt een stelselmatige vermindering van de SO<sub>2</sub>-uitstoot vastgesteld.

Zwaveldioxide in hoge concentratie kan ernstige gevolgen hebben voor de gezondheid. Een herhaaldelijke blootstelling gedurende korte tijd aan hoge concentraties en een permanente blootstelling aan lagere concentraties verhogen de kans op chronische bronchitis, vooral bij rokers. Hoge concentraties veroorzaken hinder bij gevoelige personen met chronische ademhalingsinfecties.

Zwaveldioxide is een verzurende component en het speelt zowel een rol bij droge als bij natte verzurende depositie. De verzurende inwerking op bepaalde bouwmaterialen leidt tot schade aan gebouwen en cultuurmonumenten. Verzuring van het milieu leidt ook tot een verstoring van het natuurlijk evenwicht: door een verschraling van de bodem is er schade aan planten en gewassen en de verzuring van meren kan tot vissterfte leiden.

### **1.1.7 Zwarte Rook**

Een Europese richtlijn 80/779/EG reglementeerde de aanwezigheid van zwevende deeltjes, gemeten volgens de methode van de “zwarte rook”, in de omgevingslucht. Tussen het einde van de jaren '60 en het begin van de jaren '80 werd, net zoals in het geval van SO<sub>2</sub>, een algemene vermindering vastgesteld van de uitstoot van “zwart stof”.

Vanaf het begin van de jaren '80 tot midden de jaren '90 werd in stedelijke omgeving een toename vastgesteld (toename wegverkeer en diesilverbruik). De huidige niveaus zijn opnieuw iets lager dan deze van het begin van de jaren '80.

### **1.1.8 Lood**

Lood in de stadslucht was voornamelijk afkomstig van de loodadditieven aan benzine. De uitstoot van lood in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is aanzienlijk verminderd sinds het begin van de jaren '70. De daling van het loodgehalte in de lucht in het jaar 1974 is toe te schrijven aan de oliecrisis. De stelselmatige daling nadien is vooral te danken aan opeenvolgende verlagingen van het maximum toegelaten loodgehalte in benzine: 0.55 g/l vanaf januari 1978, 0.45 g/l vanaf oktober 1978, 0.4 g/l vanaf juni 1982 en vervolgens 0.15 g/l vanaf januari 1987. Sedert eind 1988 is er op de Belgische markt loodvrije benzine beschikbaar. Sedert meerdere jaren wordt er trouwens geen loodhoudende benzine meer aangeboden. Andere bronnen van loodvervuiling zijn de loodverwerkende bedrijven.

Lood heeft cumulatief toxische effecten en vooral de kinderen zijn het meest kwetsbaar: bij elke inname of inademing van lood treedt er accumulatie op van de dosis. Dit heeft een effect op de biosynthese van hemoglobine, op het centraal zenuwstelsel en de bloeddruk.

De grenswaarde voor de loodconcentratie in de lucht is vastgelegd ter bescherming van de volksgezondheid.

### **1.1.9 Ammoniak**

De aanwezigheid van ammoniak in geringe concentratie in de lucht heeft geen toxische effecten op de gezondheid. Na omzetting (o.m. tot nitraat) speelt het een rol in de verzuring van de bodem en de aantasting van de vegetatie. Via de vorming van ammoniumsulfaat en ammoniumnitraat deeltjes speelt het eveneens een rol in de problematiek rond "fijn stof" (secondair aërosol).

Op het platteland is de intensieve veeteelt de voornaamste bron. In de stad wordt de aanwezigheid van ammoniak eerder in verband gebracht met het verkeer en met industriële processen.

### **1.1.10 HCl**

De aanwezigheid van Cl-houdende producten in afval leidt tot de uitstoot van HCl bij de verbranding.

### **1.1.11 Kooldioxide**

Inzake de effecten onderscheidt CO<sub>2</sub> zich van de hoger vermelde stoffen. Op relatief korte termijn vormt het geen rechtstreekse bedreiging voor de gezondheid of de natuur. De negatieve effecten situeren zich op middellange termijn en op planetaire schaal (broeikas effect). Kooldioxide komt vrij bij elk type verbranding, ook bij de chemische verbranding van voedsel door levende wezens. De jaarlijkse uitstoot van CO<sub>2</sub> in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (met uitzondering van de biomassa) bedraagt 3.538.587 ton (2007), waarvan 766.228 ton afkomstig is van het verkeer, 756.026 ton van brandstof gebruikt in de tertiaire sector en 1.642.174 ton van de huisverwarming (*BIM, 2009*).

## 1.2 Meetprogramma in het TELEMETRISCH MEETNET

Het telemetrisch meetnet is uitgerust met continu werkende meettoestellen die specifiek de aanwezigheid van één of meerdere luchtvervuilende stoffen registreren. Met behulp van dergelijke meetsystemen is het mogelijk om de luchtkwaliteit op de voet te volgen (“*on-line*” metingen). Verdere toelichtingen aangaande het nut van “*permanente monitoring*” en de beschrijving van de aangewende technieken worden gegeven in annex A.

Het telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is ontstaan uit het nationale meetnet lucht dat omstreeks 1978 werd opgestart. Met ingang van 1 januari 1994 werd het “*nationale meetnet*” geregionaliseerd. Het meetnet te Brussel wordt vanaf dat jaar uitgebaat door het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek (LMO) van het BIM. Na de overdracht omvatte het meetnet te Brussel zes meetposten. Van deze behoorden er voorheen 4 tot het nationale meetnet: de meetposten Molenbeek (R001), Ukkel (R012) en Haren (N043) zijn operationeel sedert 1980 en de meetpost te Elsene (R002) sedert medio 1986. In 1992 werden door het BIM 2 meetposten opgericht: Kunst-Wet (B003) en St.-Ag.-Berchem (B011).

Het telemetrisch meetnet was oorspronkelijk (1980) uitgerust voor de bepaling van de gasvormige pollutanten SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> en de optische vervuiling van de lucht door deeltjes (Dust). Halfweg de jaren '80 werd te Ukkel een eerste ozontestel in gebruik genomen.

Vanaf 1994 werd het meetnet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest verder uitgebreid. In de bestaande meetcabines werden meettoestellen toegevoegd ter bepaling van de gehalten O<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, PM10-deeltjesfractie, PM2,5-deeltjesfractie en BTeX. Bijkomende meetposten werden opgestart te St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1 - maart 1994) en in het Meudonpark (MEU1 - oktober 1999). Een meetpost van het meetnet Electrabel, opgericht ter bewaking van de thermische centrale te Drogenbos, is gelegen in de gemeente Vorst (E013 – januari 1996).

In de periode 2000-2002 werd het meetnet nog verder uitgebreid. In december 2000 werd een meetpost opgericht ter hoogte van het metrostation St.-Katelijne (B004), gevolgd door een meetpost in het Europees Parlement (B006 – september 2001) en een bijkomende meetpost in de onmiddellijke nabijheid ervan (B005 - december 2001).

De controle van de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt heden uitgevoerd met behulp van 11 meetposten van het telemetrisch meetnet beheerd door het BIM en één meetpost beheerd door Electrabel.

In december 2002 werden twee meetposten opgestart in de Leopold II tunnel, één in beide richtingen. Deze meetposten zijn uitgerust met toestellen ter bepaling van de concentraties van CO, NO en NO<sub>2</sub> in de tunnel. Ze behoren toe aan het B.U.V. en worden mede door het BIM-LMO uitgebaat. Het datasysteem van deze meetposten is aangesloten op het beheerssysteem van het telemetrisch meetnet ter controle van de kwaliteit van de omgevingslucht.

De evolutie van het aantal gemeten pollutieparameters en het aantal eindresultaten (halfuurswaarden) dat per jaar wordt opgenomen in de databank, worden weergegeven in tabel I.1 en tabel I.2. Tabel I.3 geeft de configuratie weer van het telemetrisch meetnet (toestand eind 2008). Sedert juli 2008 worden op de meetpost te Woluwe metingen uitgevoerd naar het aantal deeltjes: in het bereik van 0,25 µm tot 32 µm wordt het aantal deeltjes opgedeeld volgens 32 verschillende klassen. Voor 26 ervan worden de gegevens bewaard.

Tabel I.1: aantal POLLUTIEPARAMETERS en aantal HALFUURSWAARDEN in het TELEMETRISCH MEETNET ter controle van de luchtkwaliteit

Einde v/h Jaar	Apparaten	Parameters	HALFUURSWAARDEN
1993	15	25	438.000
1994	22	34	595.680
1995	23	35	613.200
1996	28	42	737.856
1997	30	44	770.880
1998	35	51	893.520
1999	42	64	1.121.280
2000	47	71	1.247.328
2001	51	86	1.506.720
2002	57	93	1.629.360
2003	57	95	1.664.400
2004	57	99	1.734.480
2005	55	103	1.804.560
2006	56	112	1.962.240
2007	57	117	2.049.840
2008	58	117 + 26 (Cnt)	2.055.456 + 456.768

Per 31 december 1993 waren er 25 meetreeksen voor pollutieparameters die op continue wijze werden gemeten (438.000 halfuurswaarden per jaar). Tegen het einde van het jaar 2008 waren er, verspreid over de verschillende meetpunten, in totaal 117 (+26) meetreeksen. Per jaarperiode worden in totaal 2.055.456 (+456.768) halfuurswaarden bewaard.

Tabel I.2: aantal POLLUTIEPARAMETERS, aantal HALFUURSWAARDEN en MINUUTWAARDEN in de tunnel

Einde v/h Jaar	Apparaten	Parameters	Halfuurswaarden	Minuutwaarden
2002 - 2008	4	8 * 2	140.160	8.409.600

In de Leopold II tunnel werden twee meetposten in gebruik genomen, in beide meetposten is een CO en een NO<sub>x</sub>-apparaat opgesteld. Er worden resultaten gemeten voor CO, NO, NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>. Voor beide meetposten tezamen betekent dit 4 apparaten en 8 parameterreeksen.

Voor elke gemeten parameter worden, in tegenstelling tot het telemetrisch meetnet, ook de minuutwaarden en de glijdende gemiddelden over 20 minuten (minuut per minuut berekend) bijgehouden. Voor een volledige jaarperiode zal dit leiden tot 140.160 halfuurswaarden (8 parameters) en 8.409.600 minuutwaarden (tweemaal 8 parameters).

In vergelijking met de situatie van einde 1994 is de omvang van het meetinstallaties meer dan verdrievoudigd en het aantal gegevens verviervoudigd. Het personeel belast met de dagelijkse opvolging van het telemetrisch meetnet en de ijkbank is al die tijd beperkt gebleven tot 3,5 à 4 voltijdse betrekkingen.

Tabel I.3: **CONFIGURATIE van het TELEMETRISCH MEETNET**  
Toestand einde 2008

	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	P <sub>cnt</sub> *	CO <sub>2</sub>	BTX**	Hg
R001	X	X	X	X	X	X	X	X				
R002	X	X	X	X		X				X		
B003	X	X	X	X		X				X		
B011	O#	X	X	X	X		X	X				
R012	X	X	X	X	X		X	X		X		
N043	X	X	X	X	X	X	X	X				
WOL1	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
MEU1	X	X	X	X			X	X				X
B004		X	X	X	X	X						
B005	X	X	X	X	X	X					X	
B006		X	X	X		X						
E013	O#	X	X	X								

(\*) P<sub>cnt</sub> : aantal deeltjes : resultaten voor 26 klassen van deeltjes

(\*\*) BTX: 5 parameters

PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> : telkens drie meetwaarden

**O#** : de verouderde SO<sub>2</sub>-apparaten in de meetposten B011 en E013 werden in de loop van het jaar 2004 buiten gebruik gesteld.

Ligging van de bestaande meetplaatsen:

41R001	:	Molenbeek	Sluis
41R002	:	Elsene	Kroonlaan
41B003	:	Brussel	kruispunt Kunst-Wet
41B004	:	Brussel	metrostation St.-Katelijne
41B005	:	Brussel	Eastman-Belliard
41B006	:	Brussel	Europees Parlement "Spinelli"
41B011	:	St.-Agatha-Berchem	Maricollendreef
41R012	:	Ukkel	KMI
41N043	:	Haren	Voorhaven
41WOL1	:	St.-Lambr.-Woluwe	Gulledelle (BIM)
41MEU1	:	Neder-over-Heembeek	Meudonpark
47E013*	:	Vorst	Tennisclub

(\*) meetpost uitgebaat door Electrabel

In figuur 1.1 wordt de ligging van deze meetplaatsen op kaart aangegeven.

### 1.3 Meteorologische parameters

In het telemetrisch meetnet voor luchtpollutie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bevinden zich twee meetposten (Molenbeek, Ukkel) die uitgerust zijn met een 30 m hoge mast voor de waarneming van meteorologische parameters: windsnelheid, windrichting, temperatuur op 3 m hoogte, temperatuur op 30 m hoogte, luchtdruk en relatieve vochtigheid.

De meetpost te St.-Ag.-Berchem is uitgerust met een mast van ca. 8 m hoogte: windsnelheid, windrichting, temperatuur op 3 m hoogte en relatieve vochtigheid.

In totaal worden de waarden van 20 meteorologische parameters gemeten. Per jaar worden 350.400 halfuurswaarden bewaard in de databank.

#### Ligging van de meteo-meetposten:

T1M001	:	Molenbeek	Sluis (mast van 30 m hoogte)
T1M003	:	Ukkel	KMI (mast van 30 m hoogte)
T1M011	:	St.-Agatha-Berchem	Maricollendreef (mast van ~8 m hoogte)

In figuur 1.1 is de ligging van de meetpunten eveneens op kaart weergegeven.

# BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

## BEWAKING LUCHTKWALITEIT

### TELEMETRISCH MEETNET

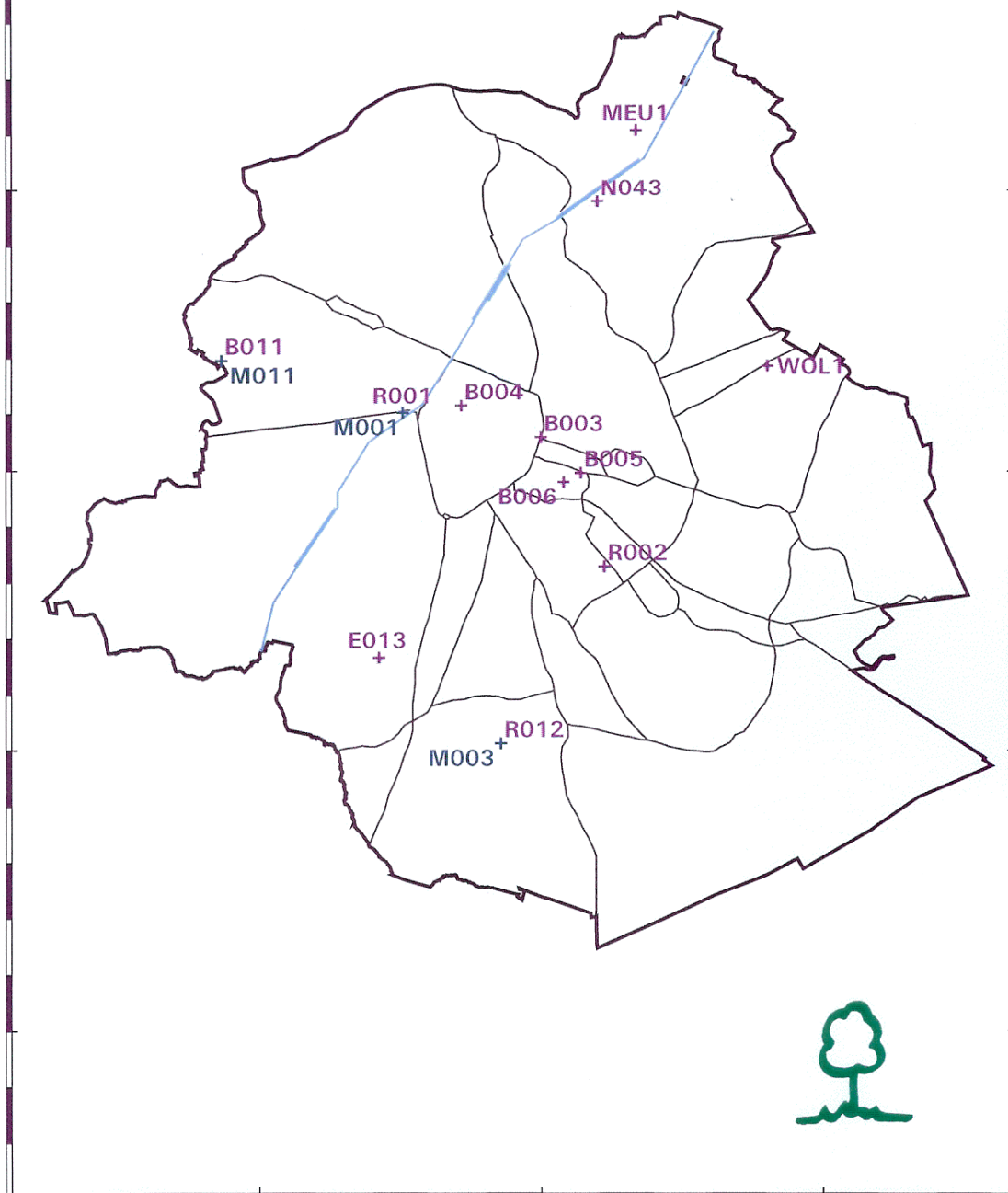


Fig. 1.1 : Ligging meetpunten van het telemetrisch meetnet



## 1.4 Meetprogramma in de NIET-TELEMETRISCHE meetnetten

In de andere (niet-telemetrische) meetnetten wordt permanent lucht bemonsterd. De genomen luchtmonsters worden achteraf naar het laboratorium gebracht en getest op de aanwezigheid van welbepaalde luchtvervuilende stoffen. Met deze meetnetten kan de luchtkwaliteit echter **niet** “on-line” in beeld gebracht worden. Verdere toelichtingen over het nut van deze meetnetten en meer informatie over de aangewende technieken worden gegeven in annex A.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt met behulp van dergelijke meetsystemen met “*uitgestelde analyse*” de aanwezigheid van volgende componenten in de lucht bepaald:

- lood in de deeltjesfractie (Pb-meetnet)
- vluchtige organische stoffen (VOS-meetnet)
- polyaromatische koolwaterstoffen in de deeltjesfractie (PAK-meetnet)
- zwarte rook (BSM-meetnet)
- gasvormig SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HCl en HF (SNH-meetnet)
- zware metalen (HMT-meetnet) zoals Cu, Ni, Cd, Mn, As, Sb, Tl, Cr en sulfaten (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) in de deeltjesfractie

Met de meetnetten voor “*lood*”, “*zwarte rook*” en “*vluchtige organische stoffen*” worden eerdere metingen van de nationale meetnetten verder gezet of uitgebouwd. De eerste systematische metingen van “*zwarte rook*” in België (en in Brussel) dateren van het jaar 1968. Het meetnet “*zware metalen*” (inclusief lood) geeft systematisch resultaten vanaf 1973. Metingen voor vluchtige organische stoffen te Brussel werden opgestart in het jaar 1989.

Ook voor deze meetnetten werd de activiteit fors uitgebreid na 1994. Er werden bovendien twee nieuwe meetnetten opgericht. Een eerste meetnet dient o.m. ter bepaling van het gehalte gasvormig ammonia (NH<sub>3</sub>) en HCl in de omgevingslucht. Met behulp van het tweede meetnet wordt het gehalte van 11 verschillende polyaromatische koolwaterstoffen in de deeltjesfractie van de lucht bepaald. Het aantal uitgevoerde analyses in het laboratorium is ongeveer met een factor 3 toegenomen, terwijl het aantal eindresultaten (dagwaarden) ongeveer vervijfvoudigd is. Ook voor deze meetnetten is het personeel belast met de dagelijkse opvolging steeds beperkt gebleven tot 3,5 à 4 voltijdse betrekkingen.

De evolutie van het aantal dagresultaten in de niet-telemetrische meetnetten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt weergegeven in tabel I.4. In tabel I.5 volgt de configuratie in de verschillende meetnetten (situatie einde 2008).

Tabel I.4: **aantal DAGWAARDEN**  
opgetekend in de  
**NIET-TELEMETRISCHE meetnetten**

Einde v/h Jaar	DAGWAARDEN
1994	10.585
1995	20.440
1996	22.995
1997	41.975
1998	50.005
1999	50.370
2000	50.370
2001	60.590
2002	60.590
2003	60.955
2004	61.122
2005	56.575
2006	58.035
2007	55.480
2008	58.926

Tabel I.5: **CONFIGURATIE** in de **NIET-TELEMETRISCHE meetnetten**  
Toestand einde 2008

	Pb	HMT	SNH	BSM	VOS	PAK
R001				X	X	X
R002				X	X	X
B003					X	
B004			X			
R012	X		X	X	X	X
WOL1					X	X
IHE03	X					
MEU1	X	X	X			X
AND3	X	X				

SNH : 2 parameters tot 1996 (SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>) – nadien 4 (HCl en HF)  
R012-MEU1 :9 parameters vanaf 2006/2007  
VOS : 12 parameters  
PAK : 8 parameters tot 2000 – nadien 11 parameter  
HMT : 10 parameters

Ligging van de meetplaatsen:

R001	:	Molenbeek	Sluis
R002	:	Elsene	Kroonlaan
B003	:	Brussel	kruispunt Kunst-Wet
B004	:	Brussel	metrostation St.-Katelijne
R012	:	Ukkel	KMI
WOL1	:	St.-Lambr.-Woluwe	Gulledelle (BIM)
IHE03	:	Elsene	Kroonlaan
MEU1	:	Neder-over-Heembeek	Meudonpark
AND3	:	Anderlecht	Humaniteitslaan

De ligging van deze meetpunten wordt in figuur 1.2 op kaart weergegeven.

# BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

## BEWAKING LUCHTKWALITEIT

### NIET-TELEMETRISCHE MEETNETTEN

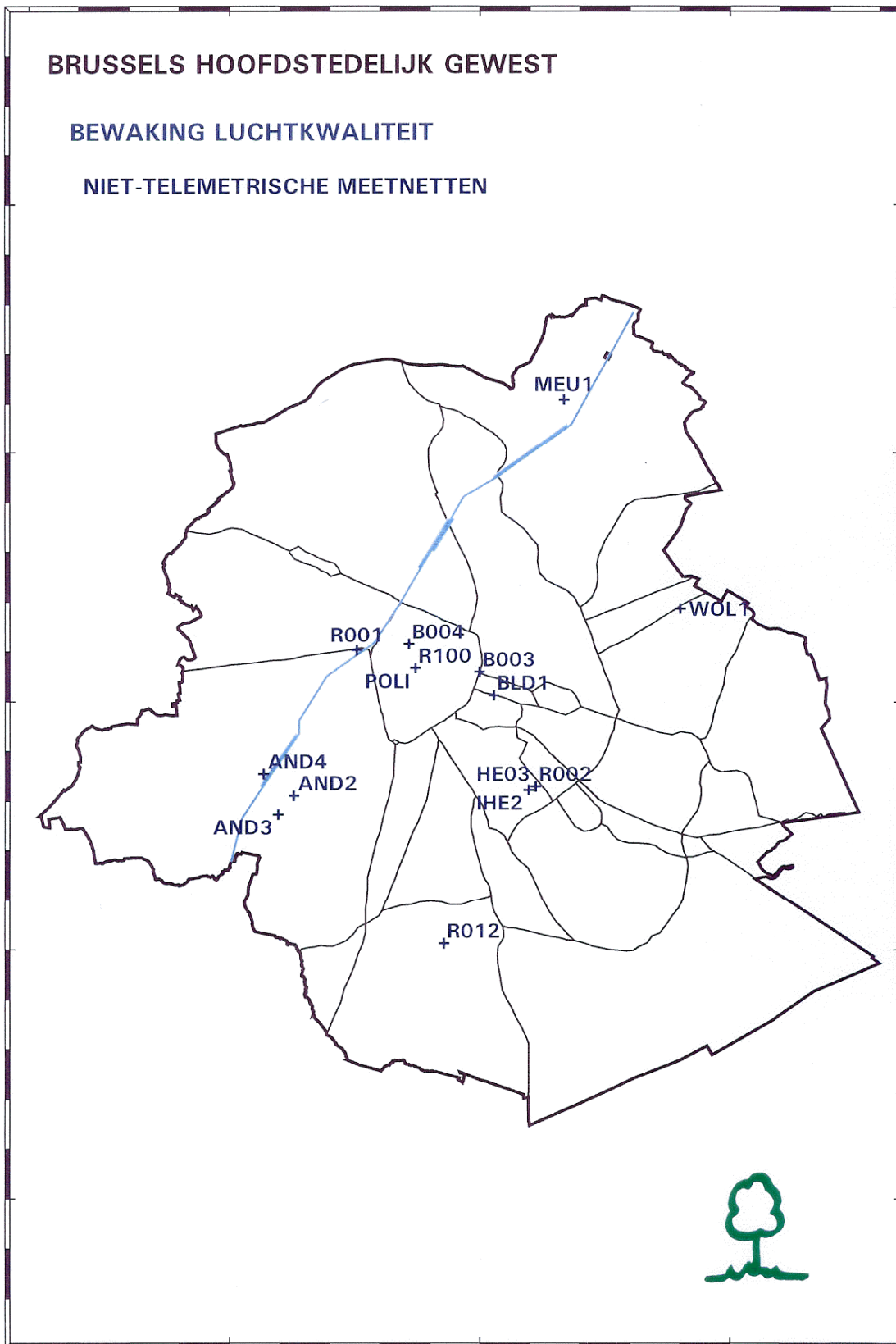


Fig. 1.2 : Ligging van de meetpunten van de niet-telemetrische meetnetten

## 1.5 Benzeenmeetnet

In de loop van het jaar 1998 werd een meetnet opgericht ter bepaling van de ruimtelijke verdeling van benzeen over het Gewest. Hierbij wordt gebruik gemaakt van “*passieve samplers*” die op een twintigtal verschillende plaatsen aan de buitenlucht worden blootgesteld. De samplers worden om de twee weken vervangen en naar het labo gebracht voor analyse. Het resultaat is een gemiddelde benzeenconcentratie over een periode van twee weken.

Dit systeem vormt een goede aanvulling op de bestaande meetsystemen. Er worden geen gedetailleerde tijdreeksen bekomen voor een beperkt aantal meetpunten, maar met behulp van de informatie wordt een goed beeld bekomen van de ruimtelijke verdeling van de benzeenconcentratie over het Gewest.

## 2. Invloed METEO op de CONCENTRATIE

### 2.1 Emissie-Immissie

Onder luchtverontreiniging verstaat men de aanwezigheid van vreemde gassen of deeltjes in de lucht, waardoor er een verandering in de samenstelling optreedt die schadelijke gevolgen kan hebben voor de mens en de natuur. De uitstoot of emissie van deze stoffen kan van natuurlijke (bosbranden, vulkaanuitbarstingen) of antropogene aard zijn.

Onder immissie verstaat men de concentraties van luchtvervuilende stoffen waaraan de receptoren blootgesteld worden. Er is uiteraard een verband tussen de uitstoot (*emissie*) en de waargenomen concentratie (*immissie*).

In de nabijheid van bronnen of brongebieden is dit verband vrij complex en zeker niet louter proportioneel. Zo kan de luchtkwaliteit in een gebied met meerdere bronnen op bepaalde momenten het sterkst bepaald worden door de bron met de geringste uitstoot en op andere tijdstippen door deze met de hoogste uitstoot. Alleen op relatief grotere afstanden van de bronnen, en voor zover er geen belangrijke fysico-chemische omzetting plaatsgrijpt, zijn de waargenomen concentraties proportioneel met de omvang van de emissies.

Emissiepatroon : meestal zijn de emissies niet constant in de tijd maar onderhevig aan een cyclisch patroon. Anderzijds zijn er ook emissies waarvan de aard onregelmatig, diffuus of accidenteel is. Het cyclisch verloop van de emissies houdt verband met de maatschappelijke bedrijvigheid (arbeid, verkeer, huisverwarming, industriële activiteit, uitgaansleven, etc. ...). Men onderscheidt o.m. cycli in het:

- dag- en nachtverloop
- weekverloop : weekend - werkdag
- seizoenen : zomer - winter
- dagverloop : spitsuren en daluren voor het verkeer
- dagverloop : piekperiode energieproductie/verwarming

Wisselende concentraties: het sterk wisselend verloop van de gemeten concentraties (zie fig. 2.3 en 2.7) vertoont geen duidelijke band met het emissiepatroon. Er is echter wel een duidelijk verband merkbaar tussen het “*gemiddeld concentratieverloop*” en de emissies. Dit kan o.m. afgeleid worden uit de vele grafieken met het “*gemiddeld weekverloop*” of met het gemiddeld “*dagverloop*” (zondag, zaterdag en werkdag) voorgesteld in hoofdstuk 4, respectievelijk voor winter- (oktober - maart) en voor zomerperiodes (april - september).

Algemeen kan gesteld worden dat de concentraties toenemen bij grotere emissies en dat zij afnemen naarmate de “*luchtverversing*” toeneemt. In brongebieden variëren de waargenomen concentraties gewoonlijk vrij snel en in belangrijke mate. De niveaus fluctueren over een veel ruimer concentratiegebied dan kan verwacht worden op basis van de variaties in de uitstoot.

In brongebieden zijn concentratiewijzigingen met een factor 2 tot 3 in de loop van éénzelfde dag de regel, wijzigingen met een factor 10 zijn niet uitzonderlijk en grotere schommelingen niet onmogelijk. Zelfs bij emissies die constant gehouden worden in de tijd kunnen de concentraties zeer sterke schommelingen vertonen. In de praktijk zijn het niet zozeer de variaties in de uitstoot maar veeleer de steeds wisselende meteorologische omstandigheden die bepalend zijn voor de mate waarin de luchtvervuiling waarneembaar is.

*Atmosferische processen*: niet alle pollutanten worden via bronnen in de atmosfeer gebracht. Sommige worden, uitgaande van de primair uitgestoten pollutanten, gevormd in een reeks atmosferische reactieprocessen. Een type voorbeeld hiervan is ozon. Bij warm en zonnig weer ontstaat er, onder invloed van de invallende UV-straling van de zon, een reactieproces in de reeds vooraf gecontamineerde lucht waarbij ozon in overmaat wordt aangemaakt. De primaire pollutanten, ook “*voorlopers*” of “*precursoren*” genoemd, zijn in dit geval stikstofdioxide en reactieve, vluchtige organische componenten. Het eindproduct ozon wordt omschreven als een “*secundaire pollutant*”.

In een omgeving rijk aan stikstofmonoxide wordt een gedeelte van het ozon omgezet tot NO<sub>2</sub>. Ook aerosolen (sulfaten, nitraten, ...) worden deels in de atmosfeer gevormd. NO<sub>2</sub> en de fijne deeltjesfractie zijn dan ook ten dele secundaire pollutanten.

## **2.2 Meteorologische situatie**

### 2.2.1 Laterale verspreiding

Wind zorgt voor de aanvoer van verse lucht (of van verontreiniging) vanop afstand en voor de afvoer van de lokale verontreiniging. Hoe hoger de windsnelheid hoe hoger de graad van luchtverversing en hoe groter de verdunning van de verontreiniging.

Er is duidelijk een belangrijke invloed van de windsnelheid en de windrichting op de laterale verspreiding van de luchtvervuiling.

Wind of luchtverplaatsingen ontstaan door drukverschillen. Rond lage drukgebieden of cyclonen beweegt de lucht in tegenwijzerzin. Voor onze streken gaat dit meestal gepaard met de aanvoer van vrij zuivere lucht van over de Atlantische Oceaan (zuidwestelijke tot noordwestelijke winden). De meestal krachtige wind zorgt voor een grote verdunning bij de afvoer van de lokale uitgestoten luchtvervuiling.

Rondom kernen van hoge luchtdruk of anticyclonen draait het windveld, van bovenaf gezien, in wijzerzin. In onze streken komt dit vaak neer op wind vanuit de oostelijke sector, vanaf het noordnoordoosten tot het zuidoosten. Dit gaat gepaard met aanvoer van continentale lucht die reeds in grotere mate aangerijkt is met pollutanten. De achtergrondconcentraties zijn hoger dan gemiddeld en daar bovenop wordt de lokale verontreiniging toegevoegd. De meestal zwakkere wind, horend bij deze richting, zorgt voor een minder goede verdunning.

De hogere windsnelheid tijdens het begin en op het einde van de maand februari 2008 leidde op alle meetplaatsen tot lagere concentratiewaarden dan tijdens de periode ertussen (fig. 2.3).

Periodes met verschillende, doch min of meer stabiele windrichting, leiden tot een verandering van het concentratieniveau in de meetposten te Elsene en Kunst-Wet (fig. 2.4), zoals kan opgemaakt worden uit de evolutie van de concentraties voor de periodes van 3 tot 10 maart (zuidwestelijke tot noordwestelijke wind) en van 12 t/m 22 maart 2006 (aanvoer vanuit noordoostelijke richting).

### 2.2.2 Verticale verspreiding

De verspreiding van de luchtvervuiling in verticale richting heeft een nog veel grotere invloed op de omgevingsconcentratie dan de laterale verspreiding. De luchtvervuilende stoffen worden op een eerder geringe hoogte (enkele meter tot enkele tientallen meter) in de atmosfeer uitgestoten. De pollutanten verspreiden zich in de hoogte en vervuilen de onderste lagen van de troposfeer (meerdere honderden meter tot ca. maximaal 2000 meter hoogte). Onder bepaalde omstandigheden wordt de vervuiling slechts tot op enkele tientallen meter of hoogstens tot een paar honderden meter hoogte verspreid.

De *hoogte van de menglaag*, d.i. de hoogte tot waarop de vervuiling wordt doorvermengd, is veruit de belangrijkste parameter bepalend voor het concentratieniveau aan de grond. De concentraties zijn lager naarmate de menglaag hoger is (fig. 2.1). Bij een menglaag van b.v. 800 m hoogte verspreidt de vervuiling zich in een vier maal groter volume lucht dan bij een 200 m hoge menglaag. In dit laatste geval zijn de concentraties aan de grond 4 maal hoger.

Het verticale temperatuurprofiel in de lucht is bepalend voor de mate waarmee de pollutanten zich vermengen in de bovenliggende luchtlagen.

*Temperatuurgradiënt*: in de luchtlagen van de troposfeer daalt de temperatuur in principe met de hoogte. Gemiddeld bedraagt de *temperatuurdaling in de omgevingslucht* ca.  $0.65^{\circ}\text{C}$  per 100 m, maar deze kan variëren van ca.  $0^{\circ}\text{C}$  tot ruim meer dan  $1^{\circ}\text{C}$  per 100 meter. Een temperatuursinversie is een situatie waarbij de temperatuur toeneemt met de hoogte.

In een *uitgestoten vervuilde luchtbel* verandert de temperatuur in functie van de hoogte min of meer adiabatisch (*adiabatisch*: zonder warmte-uitwisseling met de omgeving). Het verschil tussen deze adiabatische temperatuurverandering (in opstijgende of dalende luchtbellens) en de temperatuurgradiënt van de omgevingslucht bepaalt in hoge mate de verticale doormenging (fig. 2.2).

Bij een droge luchtbel (niet volledig verzadigd met vocht) bedraagt de adiabatische temperatuurverandering ongeveer  $1^{\circ}\text{C}$  per 100 meter. Bij een met vocht verzadigde luchtbel bedraagt de adiabatische temperatuurverandering minder dan  $1^{\circ}\text{C}$  per 100 meter ( $0.2$  à  $0.9^{\circ}\text{C}$ ) wegens de eventuele verdamping of condensatie.

*Onstabiele atmosfeer*: indien de adiabatische temperatuurverandering in een opstijgende luchtbel minder groot is dan de temperatuurverandering in de omgevende lucht, dan zal de temperatuur in een op omgevingstemperatuur geloosde, opstijgende luchtbel hoger worden dan de temperatuur van de omgevende lucht. Hierdoor wordt de dichtheid van de luchtbel lager dan deze van de omgevende lucht en de luchtbel gaat nog verder stijgen.

Indien deze luchtbel daalt, dan zal de temperatuur ervan lager worden dan deze van de omgevende lucht. De dichtheid van de luchtbel neemt toe en wordt groter dan deze van de lucht eromheen. Hierdoor gaat de luchtbel verder dalen.

Bij een onstabiele atmosfeer verwijderd de uitgestoten luchtbel zich steeds van de beginsituatie. Er is bijgevolg een zeer goede doormenging in de hoogte, met gemiddeld lagere concentraties tot gevolg.



Stabiele atmosfeer: indien de adiabatische temperatuurverandering in een opstijgende luchtbel groter is dan de temperatuurverandering in de omgevende lucht, dan zal de temperatuur in een op omgevingstemperatuur geloosde luchtbel lager worden dan deze van omgevende lucht. Hierdoor neemt de dichtheid van de luchtbel toe t.o.v. de omgevende lucht, waardoor de luchtbel de tendens vertoont om te dalen.

Indien de luchtbel daalt, dan zal de temperatuur van de luchtbel hoger worden dan deze van de omgevende lucht. De dichtheid ervan wordt lager dan deze van de omgevende lucht, waardoor de luchtbel tendens vertoont om te stijgen.

Bij een stabiele atmosfeer heeft de uitgestoten luchtbel steeds de neiging om terug te keren naar de beginsituatie. Er is bijgevolg een eerder moeizame doormenging in de hoogte. De vervuiling blijft derhalve meer geconcentreerd aanwezig in de luchtlaag waarin ze uitgestoten wordt en de concentratie in deze laag neemt toe.

Neutrale situatie: een neutrale situatie doet zich voor wanneer de adiabatische temperatuurverandering van een geloosde luchtbel min of meer gelijk is aan de temperatuurgradiënt van de omgevende lucht. In dit geval is een op omgevingstemperatuur geloosde luchtbel op alle hoogten in evenwicht met de omgevende lucht. In dergelijke situatie is er een behoorlijke vermenging in de hoogte.

De overgangen tussen de verschillende situaties verlopen dynamisch. In de loop van de dag kunnen er meerdere situaties voorkomen met verschillende stabiliteit van de luchtlagen. Bovendien kan een eerder lichte fluctuatie in het verticale temperatuurprofiel reeds tot een andere stabiliteit van de luchtlagen leiden, met snel wisselende concentraties tot gevolg.

Stabiliteit luchtlaag en emissiehoogte: de concentraties op grondniveau worden in sterke mate beïnvloed door de stabiliteit van de luchtlagen. Er is echter ook enige wisselwerking met de emissiehoogte.

Bij een stabiele atmosfeer en een geringe lichtsnelheid zal de rookpluim, afkomstig van een hoge schouw, kilometers lang op die hoogte blijven en weinig uitdeinen in de breedte en de hoogte. Onder deze omstandigheden zal de uitstoot van de schouw de luchtkwaliteit in een min of meer ruime omgeving nauwelijks beïnvloeden. De uitstoot op geringe hoogte, b.v. van het verkeer of de huisverwarming in de steden, zal onder dezelfde omstandigheden echter aanleiding geven tot hoge concentraties op grondniveau.

Bij een onstabiele atmosfeer, met een goede verspreiding in de hoogte en met een felle wind, zal de uitstoot van de lage bronnen zich goed verspreiden. In dit geval zijn de concentraties in de steden eerder gering. Onder deze omstandigheden kan de rookpluim van een hogere schoorsteen reeds op vrij korte afstand tot tegen de bodem neerslaan en er lokaal tot hoge concentraties leiden.

Temperatuursinversie: in speciale omstandigheden treedt er temperatuursinversie op, dit is een omkering van het temperatuurprofiel in de hoogte. Polluenten uitgestoten beneden de inversielaag dringen er meestal niet doorheen. Bij een inversie op lage hoogte (enkele tientallen meter), gepaard gaande met windstille periodes, worden in de steden de hoogste piekwaarden genoteerd. Er treedt accumulatie op van de op lagere hoogte uitgestoten verontreiniging.

Dergelijke inversie komt vaak voor na een koude nacht zonder bewolking. Tijdens de nacht koelt het aardoppervlak geleidelijk af door stralingsverlies. Tegen de ochtend zijn de onderste luchtlagen (tegen de bodem) kouder dan de lucht op enkele tientallen meter hoogte (fig. 2.1). Deze vorm van inversie wordt stralingsinversie genoemd en is meestal van korte duur. De opkomende zon warmt het aardoppervlak op, waardoor de inversie geleidelijk aan opgebroken wordt. Dit fenomeen komt vrij frequent voor, zowel tijdens winter- als tijdens zomerperiodes.

In de grafieken van figuur 2.3 is duidelijk de invloed te zien van de inversie op het concentratieniveau van de onderscheiden polluenten, gemeten op verschillende plaatsen in het Gewest. Respectievelijk tussen 6 en 12 en tussen 16 en 20 februari 2008 wordt herhaalde malen een temperatuursinversie aan de grond opgetekend. Deze periodes worden gekenmerkt door een geringe windsnelheid en hogere concentraties dan tijdens het begin en op het einde van de maand. De evolutie van de temperatuurgradiënt gemeten te Ukkel (grafiek onderaan fig. 2.3) wijst herhaaldelijk op de aanwezigheid van een temperatuursinversie aan de grond: een negatieve waarde voor de parameter " $T3-T30$ " wijst op een hogere temperatuur op 30 m hoogte (T30) dan op 3 m hoogte (T3).

Een andere vorm van inversie is de subsidentie-inversie. Deze vorm van inversie is meestal grootschalig, b.v. over een groot gedeelte van West-Europa. Zij ontstaat doordat er zachtere luchtlagen over de koudere lagen aan de grond heen schuiven. Bij hoge druk kunnen de zachtere luchtlagen dalen waarbij de temperatuur, als gevolg van de compressie, min of meer adiabatisch toeneemt. Doordat de lucht in de toplagen ijler is, zal de bovenlaag sterker dalen dan de onderste lagen en dus sterker opwarmen; er kan inversie optreden. In extreme gevallen kan dergelijke situatie leiden tot een pollutie-episode: een periode met aanhoudend sterk verhoogde pollutieniveaus.

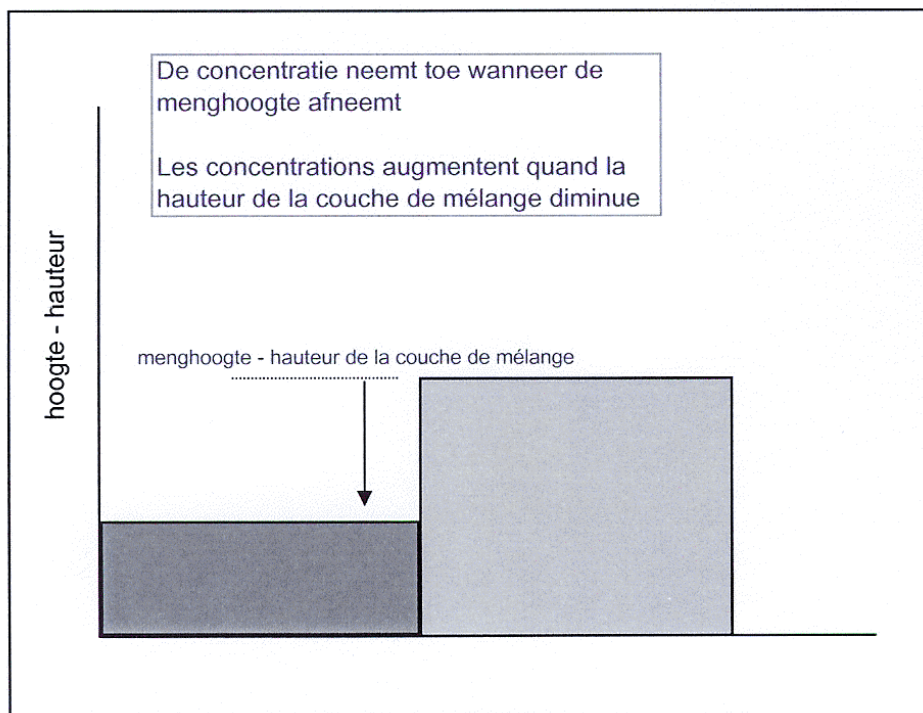
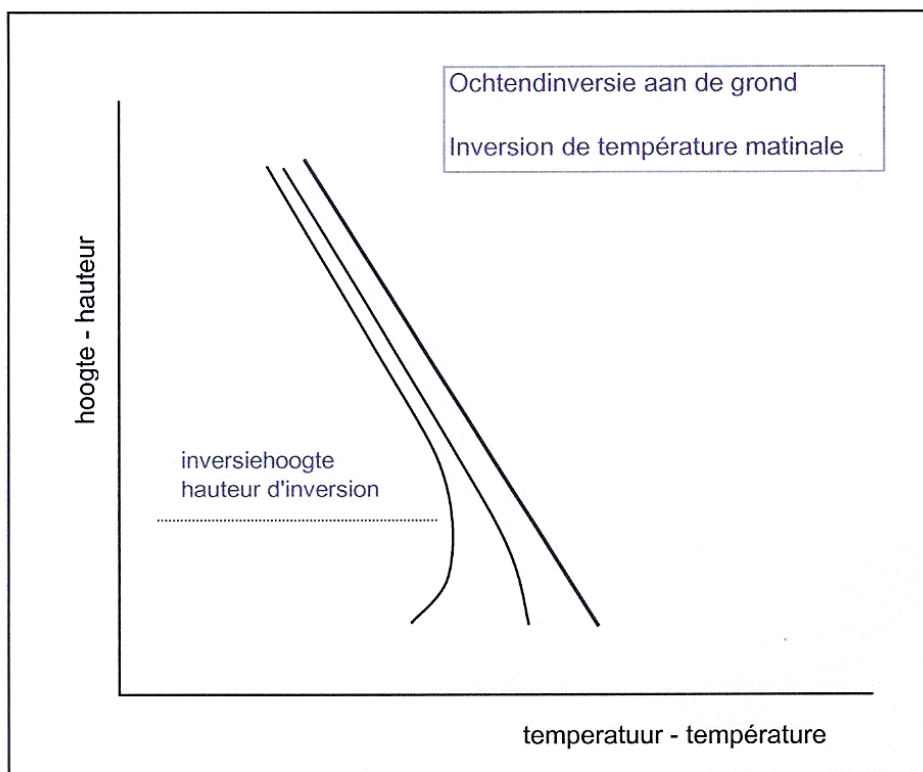


Fig. 2.1 : ochtendinversie en effect van de menglaag op de verticale verspreiding

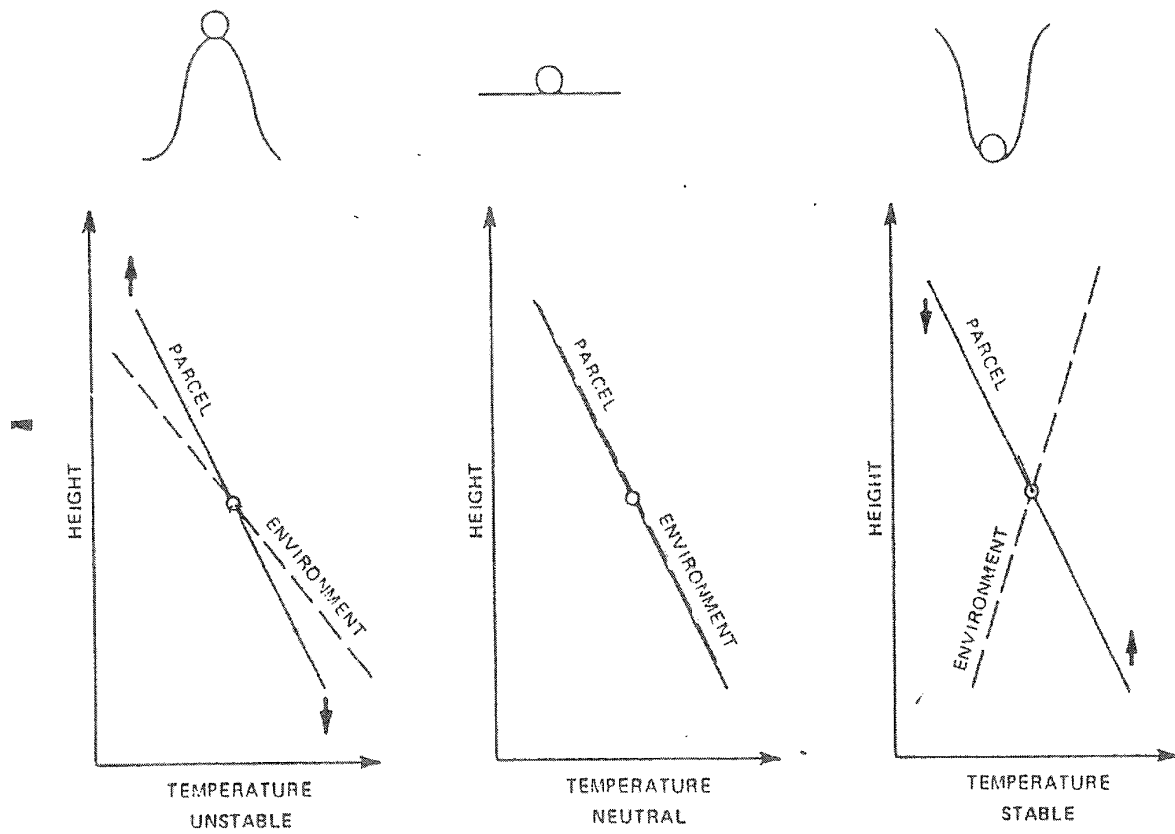


Fig. 2.2 : Onstabiel, neutraal en stabiel temperatuurprofiel

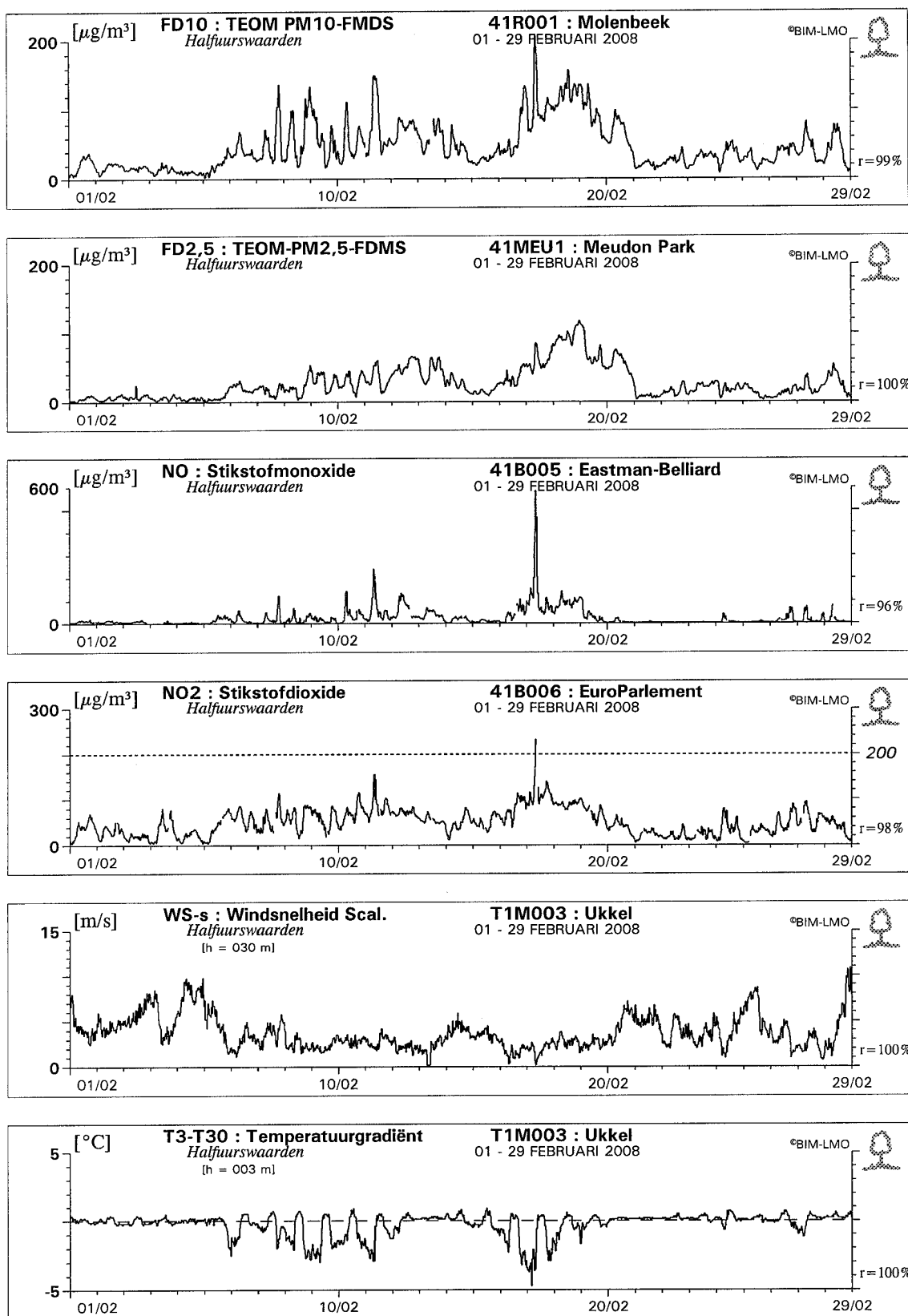


Fig. 2.3 : Concentratieverloop tijdens de maand Februari 2008.  
 Temperatuursinversie - hogere concentraties tussen 6 en 12 en tussen 16 en 20 Februari  
 Hogere windsnelheid – lagere concentraties in het begin en op het einde van de maand

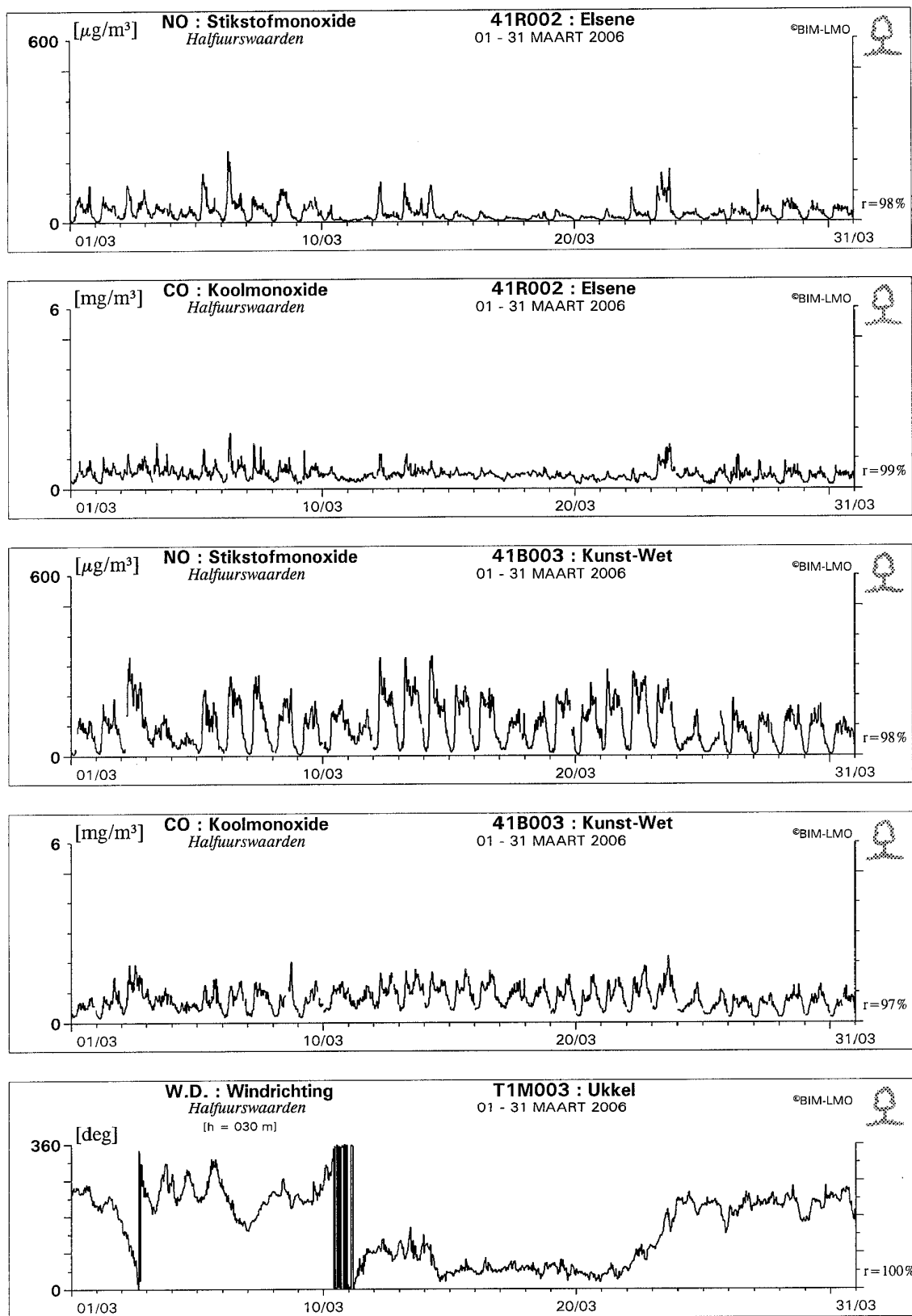


Fig. 2.4 : Concentratieverloop NO en CO te Elsene en Kunst-Wet – Maart 2006.  
Windrichting en concentratieniveaus tijdens de periodes van 3 t/m 10 en van 12 t/m 22 Maart

### 2.2.3 Voorspellingsmodel "ALADIN"

Via een overeenkomst met het KMI ontvangt het BIM sedert april 2002 tweemaal daags de resultaten van het model *ALADIN*. Hierbij worden voor de komende 60 uren voorspellingen gedaan voor twee relevante meteorologische parameters, namelijk het "*temperatuurverloop in de hoogte*" (temperatuurgradiënt) en de "*horizontale transportindex*". De transportindex wordt bekomen door de windsnelheid te delen door de Brunt-Väisälä frequentie. Deze frequentie is een maat voor de stabiliteit van de luchtlagen: hoe stabielere de luchtlagen, hoe hoger de frequentie.

De meteorologische condities worden als bijzonder ongunstig aanzien voor de verspreiding van de luchtvervuiling indien aan volgende 4 voorwaarden wordt voldaan:

- er is een duidelijke temperatuurinversie
- de horizontale transportindex is bijzonder gering (< 100 m), in een zone die reikt vanaf de bodem tot op de hoogte van de menglaag
- deze situatie houdt meerdere uren aan (orde van 24 uur)
- er worden in de ruime omgeving nauwelijks drukverschillen genoteerd: "*barometrisch moeras*"

Onder deze omstandigheden is er bijna geen beweging in de luchtlagen, noch horizontaal, noch verticaal. Indien deze situatie lang genoeg aanhoudt (minimum duur ~24 uur) nemen de concentraties toe als gevolg van de accumulatie van de lokale verontreiniging bovenop de reeds aanwezige vervuiling.

In figuur 2.5 wordt de voorspelling weergegeven van de horizontale transportlengte, opgemaakt op dinsdag 11 december 2007, op het middaguur, voor de komende 60-urenperiode. Deze situatie wijst een kortstondige periode aan, op woensdag 12 december 2007, die ongunstig zou zijn voor een goede verspreiding. De meetresultaten van de verschillende meetposten (figuur 2.7) geven een kortstondige piekconcentratie weer tijdens de ochtend van woensdag 12 december.

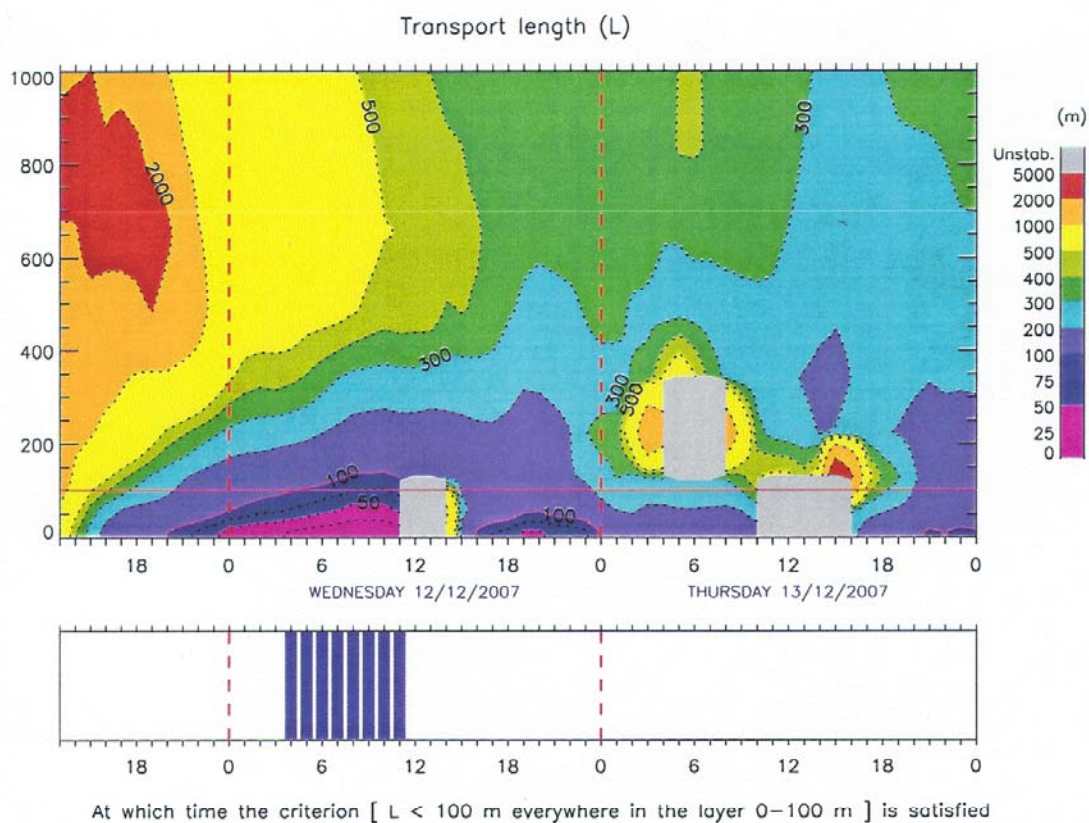
De voorspelling opgemaakt op woensdag 19 december (fig. 2.6) geeft een geblokkeerde situatie aan, van langere duur. De resultaten weergegeven in figuur 2.7 wijzen op aanhoudende hoge concentraties van dinsdag 18 t/m zaterdag 22 december 2007.

De voorspellingen met het model ALADIN laten toe om, met een vrij grote zekerheid, periodes te voorzien waarbij de meteorologische omstandigheden ongunstig zijn voor een goede verspreiding. Een voorspelling van de concentratieniveaus zelf behoort niet tot de mogelijkheden van dit model.

De Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL) heeft de beschikking over meerdere types modellen, waarmee voorspellingen mogelijk zijn voor de concentraties van ozon, stikstofdioxide en PM10-deeltjes voor de komende dagen. Resultaten van deze voorspellingen zijn opvraagbaar op de website van de Intergewestelijke Cel : [www.irceline.be](http://www.irceline.be).

# BRUSSELS

ALADIN forecast initialized on TUESDAY 11/12/2007 at 12 UT



Longest period unfavourable to the dispersion of pollutants:

From WEDNESDAY 12/12/2007 at 3:30 UT  
To WEDNESDAY 12/12/2007 at 11:30 UT  
Event duration: 8 hours

NO POLLUTION ALERT

because the duration of the period unfavourable to the dispersion of pollutants is less than 17 hours.

For any question about this document, please contact Olivier Lotinne (02/373.67.45)

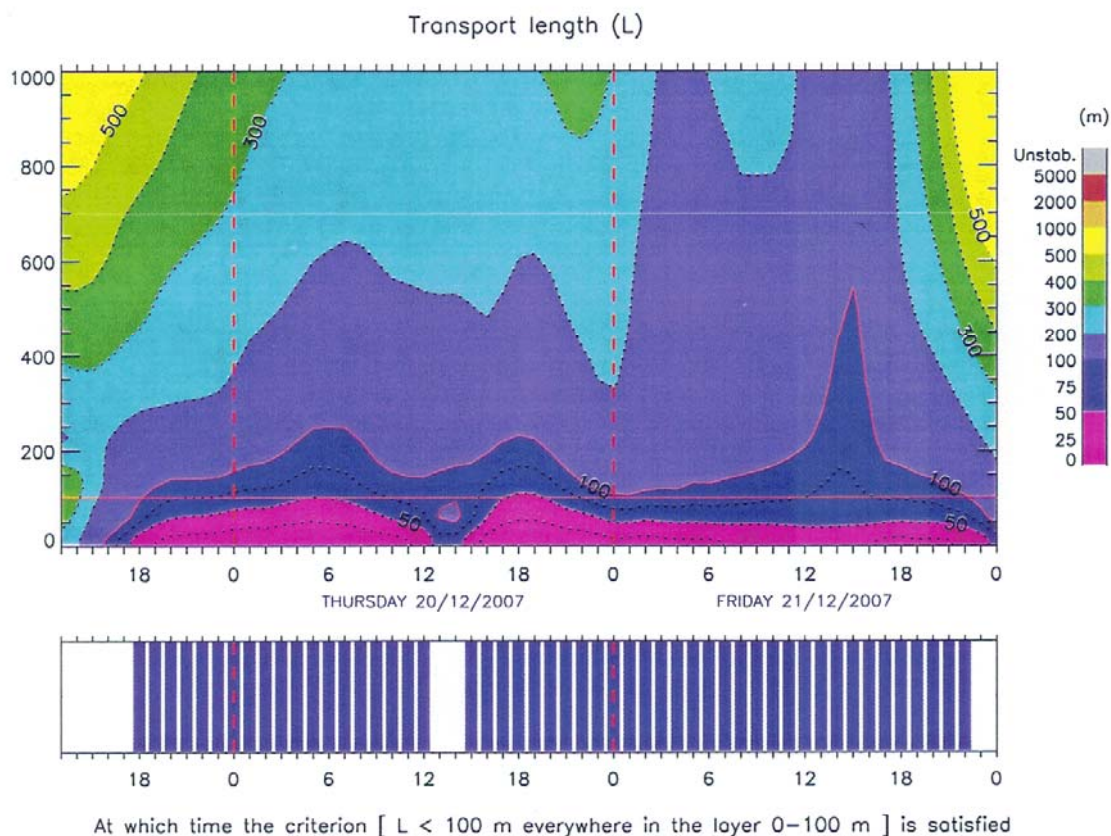
Fig. 2.5 : Model Aladin (bron KMI) - Voorspelling van dinsdag 11 december 2007, op het middaguur, van de horizontale transportlengte voor de komende 60-urenperiode.



# BRUSSELS



ALADIN forecast initialized on WEDNESDAY 19/12/2007 at 12 UT RMI



Longest period unfavourable to the dispersion of pollutants:

From THURSDAY 20/12/2007 at 14:30 UT

To FRIDAY 21/12/2007 at 22:30 UT

Event duration: 32 hours

## POLLUTION ALERT

Please:

- 1) check the validity of the Aladin forecast
- 2) if the Aladin forecast is valid, send (by mail + fax) an alert to BIM-IBGE and IRCEL-CELINE

For any question about this document, please contact Olivier Latinne (02/373.67.45)

Fig. 2.6 : Model Aladin (bron KMI) - Voorspelling van woensdag 19 december 2007, op het middaguur, van de horizontale transportlengte voor de komende 60-urenperiode

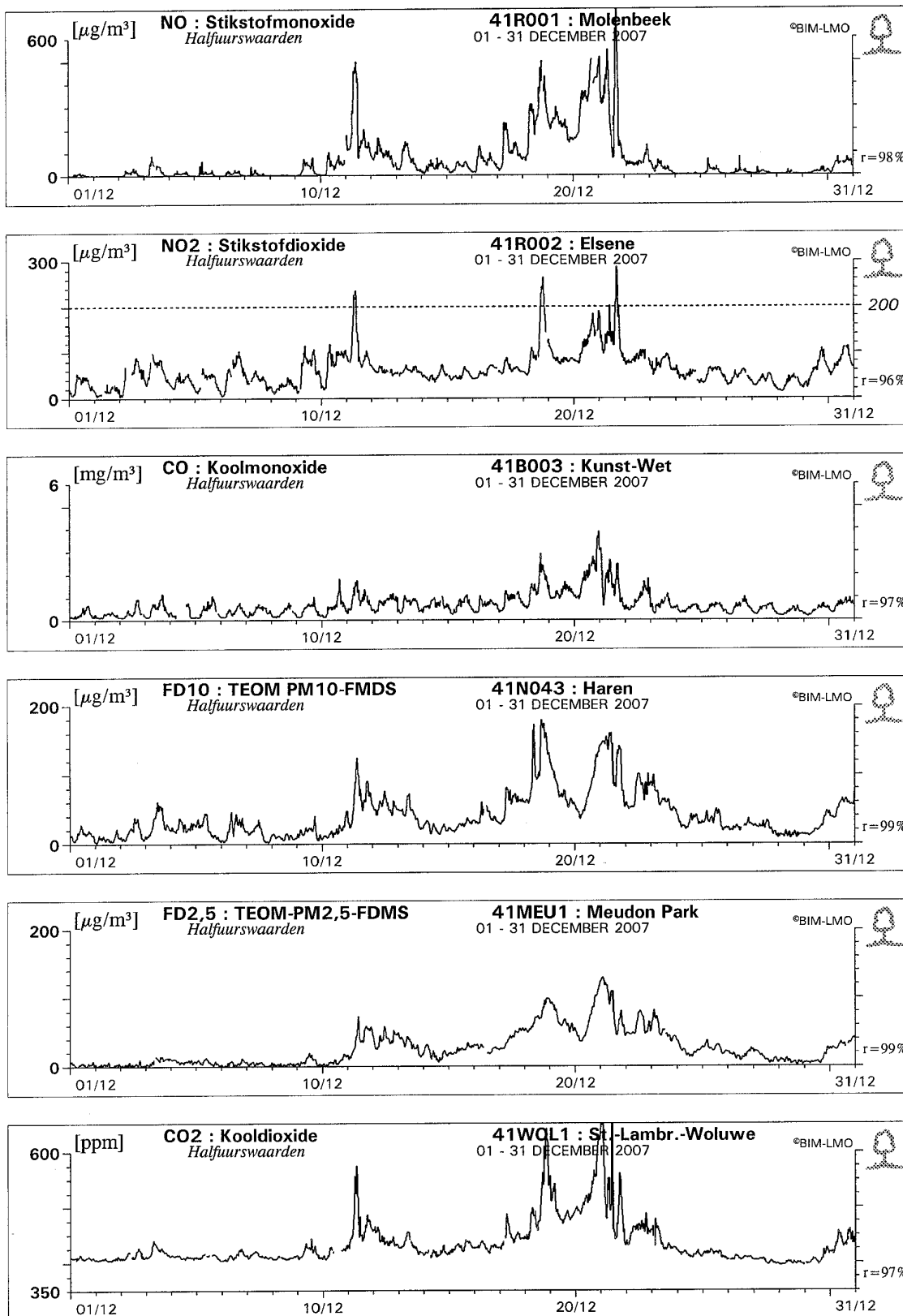


Fig. 2.7 : Kortstondige piekperiode op woensdag 12 december 2007 (voorspelling 11 december).  
 Hoge concentraties dinsdag 18 t/m zaterdag 22 december 2007 (voorspelling 19 december).

#### 2.2.4 Studie van de Luchtverontreiniging

De veranderlijke uitstoot uit een groot aantal, zeer verscheiden bronnen en de invloed van de permanent wisselende meteorologische omstandigheden maken het fenomeen luchtverontreiniging tot een bij uitstek “*dynamisch verlopend gebeuren*”. Een rechtstreeks gevolg daarvan is een grote variabiliteit van de gemeten concentraties. Dit maakt dat de metingen gedurende langere tijd moeten doorgaan, alvorens een situatie globaal kan ingeschat worden.

Langere tijd meten, leidt echter tot een massa cijfergegevens. De massale beschikbaarheid van gegevens maakt het niet evident om “*klaar te zien*” doorheen al deze informatie. Evaluatie van de gegevens dient dan ook te geschieden aan de hand van relevante statistische gegevens:

- gemiddelden
- percentielen
- week- en dagverloop
- pollutierozen
- vergelijking van concentratieniveaus tussen meetposten
- vergelijking van de concentratieniveaus tussen pollutanten
- etc ...

Trendanalyse dient bij voorkeur te geschieden over meerdere jaren, zoniet bestaat het risico dat vooral de invloed van een “enigszins andere” meteorologische situatie wordt onderkend (b.v. de invloed van een warmere t.o.v. een gemiddelde zomer, een ijzig koude winter t.o.v. een winterperiode met overwegend stormweer), veeleer dan de invloed van een zich wijzigend emissiepatroon. Het is dan ook uitermate belangrijk dat de meetsystemen onderworpen worden aan een strikt uitgevoerd kwaliteitsprogramma dat over de jaren heen minstens een evenwaardige en optimale betrouwbaarheid van de gegevens garandeert.

### 3. NORMEN: EG-Richtlijnen

**Historiek:** In België was de wet van 28 december 1964 betreffende de bestrijding van de luchtverontreiniging de eerste wet die aanleiding gaf tot het systematisch meten van de luchtkwaliteit. In 1968 werd het zogenaamde “zwavel-rook” meetnet opgericht, met speciale aandacht voor zwaveldioxide en “zwarte rook”. Dit was o.m. een ver gevolg van de episode van luchtvervuiling die tussen 5 en 9 december 1952 in Londen (smog) aanleiding gaf tot een oversterfte van ongeveer 4.000 personen. In 1973 werd een meetnet “zwarte metalen” opgestart, vooral gericht op de aanwezigheid van lood en enkele andere non-ferro metalen (koper, cadmium, nikkel, chroom, vanadium, ...). Vanaf 1978 tenslotte werd, o.m. als een gevolg van een impulsprogramma van wetenschapsbeleid, een ambitieus telemetrisch meetnet opgericht voor de controle, in real time, van de concentraties van zwaveldioxide, zwevende deeltjes, stikstofoxiden, ozon en koolmonoxide in de omgevingslucht.

In EG-verband werden in de periode 1982 t/m 1992 luchtkwaliteitsnormen vastgelegd voor een aantal pollutanten. Dit was o.m. het geval voor zwaveldioxide en zwevende deeltjes, stikstofdioxide, lood en ozon. In de desbetreffende EG-richtlijnen 80/779/EG (SO<sub>2</sub> en zwevende deeltjes), 85/580/EG (NO<sub>2</sub>), 82/884/EG (Pb) worden **grenswaarden** en **richtwaarden** aangegeven. De richtlijn 92/72/EG voor ozon gaf **drempelwaarden** op.

Deze richtlijnen zijn heden niet meer van kracht. Enkel de grenswaarde voor NO<sub>2</sub> blijft nog van kracht tot 1 januari 2010. De normwaarden van deze ingetrokken richtlijnen worden voor het vervolledigen van het historisch overzicht verder in dit hoofdstuk vermeld (zie punt 3.6).

De **grenswaarden** hebben een *dwingend wettelijk karakter* en dienen derhalve gerespecteerd te worden. Ze werden vastgelegd ter bescherming van de volksgezondheid. De opgegeven **richtwaarden** vormen een strenge aanbeveling, maar het respecteren ervan is strikt genomen *niet* wettelijk afdwingbaar. Deze waarden zijn vooropgesteld met de bedoeling de gezondheid en het milieu op lange termijn te beschermen. Bij het respecteren ervan zouden er geen blijvende ongunstige gevolgen zijn, noch voor de volksgezondheid, noch voor het leefmilieu in het algemeen. Streefwaarden zijn ook richtinggevend voor de invoering van specifieke regimes in duidelijk omschreven zones, b.v. ter bescherming van kwetsbare natuurgebieden.

In het geval van ozon werden **drempelwaarden** geformuleerd. Het overschrijden ervan kan een verplichting inhouden tot het verstrekken van informatie aan de bevolking of kan aansporen tot het ondernemen van acties die leiden tot een verminderde uitstoot.

**Huidige Reglementering:** In de periode 1996-2004 werden *nieuwe Europese normen* voor luchtkwaliteit gepubliceerd. Op 21.11.1996 verscheen in het Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen de **kaderrichtlijn** 1996/62/EG inzake de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is deze richtlijn omgezet door de ordonnantie van 25 maart 1999.

In annex I van deze richtlijn wordt een lijst van 13 stoffen opgegeven waarvan de aanwezigheid in de omgevingslucht prioritair dient onderzocht te worden: zwaveldioxide, stikstofdioxide, fijne deeltjes (inclusief PM10), zwevende deeltjes, lood, ozon, benzeen, koolmonoxide, polyaromatische koolwaterstoffen, cadmium, arseen, nikkel en kwik. Verder voorziet de richtlijn in een aantal definities en modaliteiten die in acht te nemen zijn bij de uitvoering ervan.

Volgend op de kaderrichtlijn is op 22 april 1999 een eerste dochterrichtlijn verschenen (1999/30/EG) met de doelstellingen voor *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide* en *stikstofoxiden*, *zwevende deeltjes* en *lood* in de lucht. Op 16 november 2000 verscheen een tweede dochterrichtlijnen voor *koolmonoxide* en *benzeen* (2000/69/EG) en op 12 februari 2002 een derde dochterrichtlijn voor *ozon* (2002/3/EG). Deze richtlijnen werden omgezet in een besluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op respectievelijk 28/06/2001, 05/07/2001 en 18/04/2002.

In de nieuwe terminologie wordt het begrip “richtwaarde” vervangen door “streefwaarde”. **Streefwaarden** (o.a. voor ozon) zijn concentratieniveaus die zo goed mogelijk binnen een bepaalde termijn dienen bereikt te worden.

De vierde dochterrichtlijn (2004/107/EG) met doelstellingen voor *nikkel*, *cadmium*, *arseen*, *kwik* en *polyaromatische koolwaterstoffen* verscheen op 25 januari 2005. Deze richtlijn werd op 25 oktober 2007 omgezet in een besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering.

**Richtlijn 2008/50/EG** betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa: deze nieuwe richtlijn verscheen op 21 mei 2008 en integreert een groot gedeelte van de huidige regelgeving inzake luchtkwaliteit in één enkele richtlijn. Dit is o.m. het geval voor de bepalingen van de kaderrichtlijn 1996/62/EG en de dochterrichtlijnen 1999/30/EG (*SO<sub>2</sub>*, *NO<sub>2</sub>* en *NO<sub>x</sub>*, *PM10* en *lood*), 2000/69/EG (*CO* en *benzeen*) en 2002/3/EG (*ozon*), die allen met ingang van 11 juni 2010 worden ingetrokken. De lidstaten moeten de nieuwe richtlijn uiterlijk tegen die datum omgezet hebben in de nationale wetgeving.

De richtlijn voorziet in maatregelen die erop gericht zijn:

- doelstellingen voor de luchtkwaliteit te omschrijven en vast te stellen die bedoeld zijn om de schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen
- de luchtkwaliteit in de lidstaten op basis van gemeenschappelijke methoden en criteria te beoordelen
- gegevens over luchtkwaliteit te verkrijgen, teneinde luchtverontreiniging en hinder te helpen bestrijden en de langetermijntrends en –verbeteringen die het gevolg zijn van nationale en communautaire maatregelen te bewaken
- ervoor te zorgen, dat deze gegevens over de luchtkwaliteit aan de bevolking ter beschikking worden gesteld
- de luchtkwaliteit waar zij goed is in stand te houden en in andere gevallen te verbeteren
- een verhoogde samenwerking tussen de lidstaten bij de vermindering van de luchtverontreiniging te bevorderen

Met deze nieuwe richtlijn vervalt fase II van de bepalingen voor PM10 en worden er kwaliteitsdoelstellingen opgenomen voor de aanwezigheid van de PM2,5-deeltjesfractie in de omgevingslucht. De doelstellingen uit de nieuwe richtlijn dienden of dienen nageleefd te worden vanaf 1 januari 2005, 1 januari 2010, 31 december 2012 of 1 januari 2015.

Reeds vanaf de datum van het verschijnen van elk van de desbetreffende richtlijnen dienen de concentratiegegevens beoordeeld te worden t.o.v. de erin vermelde doelstellingen inzake luchtkwaliteit (doelstelling voor 2005, 2010, 2013 of 2015). Voor de periode tussen het publiceren van de richtlijn en de datum waarop de grenswaarde van kracht wordt, wordt een *overschrijdingsmarge* vermeld, uitgedrukt als een zeker percentage van de ultieme limietwaarde. Deze overschrijdingsmarge vermindert lineair van jaar tot jaar en dient tot nul herleid te zijn tegen de voorziene einddatum.

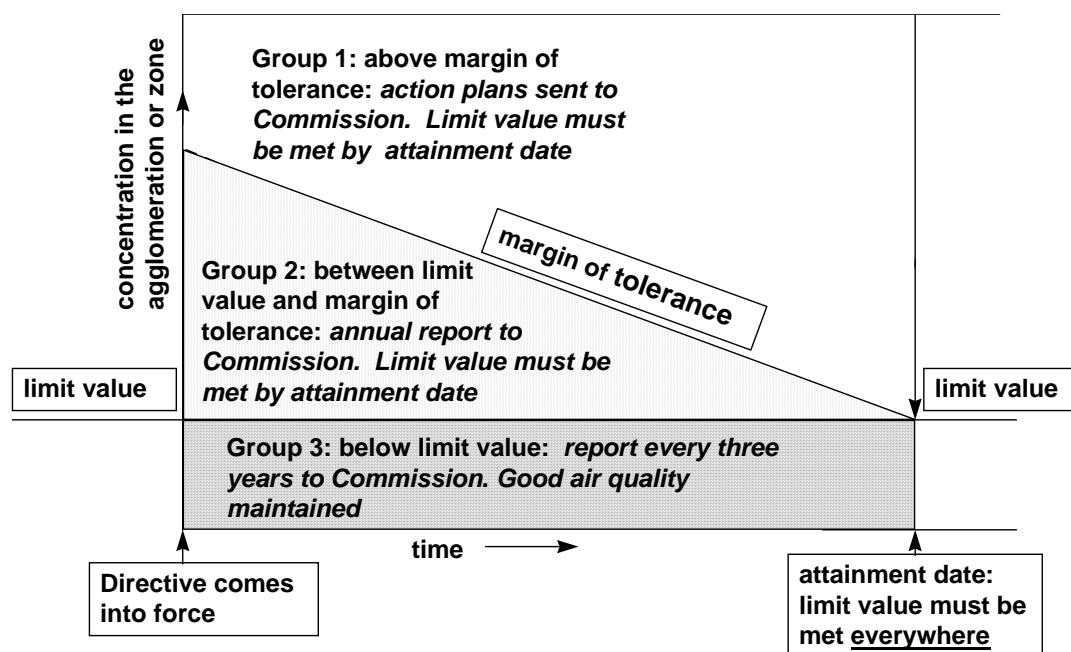


Fig. 3.1: Schematische voorstelling rapportering overschrijdingen van de voorgestelde grenswaarde vermeerderd met de overschrijdingsmarge. (Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives)

Het bestaan van een toegelaten overschrijdingsmarge voert echter **geen** tussentijdse limietwaarde in. De limietwaarde blijft onveranderd en is te respecteren vanaf de voorziene datum en niet eerder. Het opzet van een overschrijdingsmarge is een eenvoudige identificatie van zones met een minder goede luchtkwaliteit. Voor zones met resultaten hoger dan de limietwaarde vermeerderd met de toegelaten overschrijdingsmarge, zijn de deelstaten verplicht gedetailleerde actieplannen uit te werken, die aantonen op welke wijze er tegen de einddatum zal voldaan worden aan de limietwaarde. Deze plannen dienen aan de Europese Commissie en aan de bevolking bekend gemaakt te worden.

Waarden die zich bevinden tussen de limietwaarde en de limietwaarde plus de overschrijdingsmarge, vergen geen gedetailleerde actieplannen. Niettemin dienen deze waarden aan de Commissie medegedeeld te worden en de noodzakelijke stappen dienen ondernomen om tijdig de limietwaarde te respecteren.

In hoofdstuk 4 van dit rapport worden de resultaten beoordeeld op basis van de huidige van kracht zijnde wettelijke bepalingen.

### 3.1 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10 en Pb volgens RICHTLIJNEN 1999/30/EG en 2008/50/EG

De richtlijn 1999/30/EG was de eerste dochterrichtlijn volgend op de kaderrichtlijn 96/62/EG. Ze geeft grenswaarden aan voor *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide* en *stikstofoxiden*, *zwevende deeltjes (PM10)* en *lood* in lucht. Voor de betrokken polluenten worden **grenswaarden** opgegeven die naargelang de bepaling hetzij tegen 1 januari 2005, hetzij tegen 1 januari 2010 gerespecteerd dienen te worden. Voor zwaveldioxide en stikstofdioxide wordt ook een **alarmdrempel** opgegeven.

Artikel 2 van de richtlijn geeft als definitie voor “*grenswaarde*”: *een niveau dat op basis van wetenschappelijke kennis wordt vastgesteld met als doel schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen en dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, wanneer het eenmaal is bereikt, niet meer mag worden overschreden.*

Hetzelfde artikel geeft o.m. ook de definitie voor “*alarmdrempel*”: *een niveau waarboven een kortstondige blootstelling risico's inhoudt voor de gezondheid van de bevolking als geheel, en bij het bereiken waarvan door de lidstaten onmiddellijk stappen dienen te worden ondernomen.*

In de overgangperiode, desbetreffend tussen 2001 en 2005 (*SO<sub>2</sub>*, *Pb*, *PM10*) of tussen 2001 en 2010 (*NO<sub>2</sub>*), zal het overschrijden van de grenswaarde met een waarde hoger dan de toegelaten “*overschrijdingsmarge*” (*percentage van de grenswaarde*) het verplicht uitwerken van gedetailleerde actieplannen tot gevolg hebben. Deze plannen dienen aan de Commissie en aan de bevolking medegedeeld te worden. Het overschrijden van de grenswaarde met een waarde die lager is dan de toegelaten overschrijdingsmarge vergen geen gedetailleerde plannen, maar dienen aan de Commissie medegedeeld te worden. De nieuwe grenswaarden voor zwaveldioxide en de bijhorende overschrijdingsmarges worden opgenomen in tabel III.1.

Tabel III.1: **GRENSWAARDEN voor ZWAVELDIOXIDE (SO<sub>2</sub>)**

Bescherming	Middelingtijd	Grenswaarde	Aantal toegelaten overschrijdingen	Datum voor het respecteren van de grenswaarde	Initiële marge op 01/01/2001
Gezondheid mens	1 uur	350 µg/m <sup>3</sup>	24 per jaar	1 januari 2005	150 µg/m <sup>3</sup> (43%)
Gezondheid mens	24 uur	125 µg/m <sup>3</sup>	3 per jaar	1 januari 2005	geen

Voor SO<sub>2</sub> wordt een uurgrenswaarde ingevoerd en de daggrenswaarde is duidelijk strenger dan voorheen. Per jaar mogen er nog slechts 3 *dagwaarden* hoger dan 125 µg/m<sup>3</sup> voorkomen, tegen 7 *dagwaarden* hoger dan 250 µg/m<sup>3</sup> volgens de vroegere richtlijn (250 µg/m<sup>3</sup> als P98). Als alarmdrempel voor SO<sub>2</sub> wordt 500 µg/m<sup>3</sup> gedurende drie opeenvolgende uurperiodes opgegeven, gemeten op plaatsen die representatief zijn voor gebieden van minimaal 100 km<sup>2</sup> of voor een volledige agglomeratie, indien deze een kleinere oppervlakte beslaat.

Voor SO<sub>2</sub> wordt het kritieke niveau vastgelegd op 20 µg/m<sup>3</sup> als gemiddelde over het kalenderjaar en over de winterperiode (oktober – maart). *Het kritieke niveau is een niveau dat op basis van wetenschappelijke kennis wordt vastgesteld waarboven directe ongunstige gevolgen kunnen optreden voor sommige receptoren zoals bomen, andere planten en natuurlijke ecosystemen, doch niet voor de mens.*

Tabel III.2: **GRENSWAARDEN** voor **STIKSTOFDIOXIDE (NO<sub>2</sub>)**

Bescherming	Middelingtijd	Grenswaarde	Aantal toegelaten overschrijdingen	Datum voor het respecteren van de grenswaarde	Initiële marge op 01/01/2001
Gezondheid mens	1 uur	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	18 per jaar	1 januari 2010	50%
Gezondheid mens	Kalenderjaar	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>		1 januari 2010	50%

De grenswaarden voor NO<sub>2</sub> worden opgenomen in tabel III.2. De daggrenswaarde voor NO<sub>2</sub> is gevoelig strenger geworden. Volgens de huidige richtlijn mogen er per jaar slechts *18 uurwaarden* hoger zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>, tegenover 176 volgens de vroegere richtlijn (P98).

De *jaargrenswaarde* van 40 µg/m<sup>3</sup> is een strenge bijkomende voorwaarde. De formulering ervan legt een veel zwaardere vereiste op dan de vroegere *richtwaarde* van 50 µg/m<sup>3</sup> als 50<sup>ste</sup> *percentiel* van de uurwaarden.

Er is ten eerste de voorwaarde van wettelijk afdwingbare *grenswaarde* i.p.v. een niet wettelijk afdwingbare *richtwaarde*. Bovendien is bij de resultaten voor luchtpollutie, en zeker in het brongebied, het rekenkundig gemiddelde normaliter hoger dan de mediaanwaarde (50<sup>ste</sup> percentiel). De verdeling van de resultaten volgt immers meestal geen “*normaal verdeelde distributie*”, maar veeleer een “*lognormaal verdeelde distributie*”. De vroegere formulering liet een P50 toe van 50 µg/m<sup>3</sup> en dus impliciet een nog hoger jaargemiddelde.

Als alarmdrempel voor NO<sub>2</sub> geldt 400 µg/m<sup>3</sup> gedurende drie opeenvolgende uurperiodes, gemeten op plaatsen die representatief zijn voor gebieden groter dan 100 km<sup>2</sup> of voor een agglomeratie, indien deze een kleinere oppervlakte beslaat.

Voor NO<sub>x</sub> wordt het kritieke niveau ter bescherming van de vegetatie vastgelegd op 30 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> als jaargemiddelde concentratie.



Tabel III.3: **GRENSWAARDEN voor ZWEVENDE DEELTJES (PM10)**

Bescherming	Middelingtijd	Grenswaarde	Aantal toegelaten overschrijdingen	Datum voor het respecteren van de grenswaarde	Initiële marge op 01/01/2001
Gezondheid mens	24 uur	50 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub>	35 per jaar	1 januari 2005	50%
Gezondheid mens	kalenderjaar	40 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub>		1 januari 2005	20%

Bij de formulering van de doelstellingen PM10 waren in de richtlijn 1999/30/EG aanvankelijke twee fasen voorzien. De doelstellingen van fase 1 dienden bereikt te worden tegen 1 januari 2005, deze van fase 2 tegen 1 januari 2010. De indicatieve grenswaarden van fase 2 zijn inmiddels herzien in het licht van nadere informatie over de effecten op gezondheid en milieu, de technische haalbaarheid en de ervaring met de toepassing van de grenswaarden van fase 1 in de lidstaten. In de richtlijn 2008/50/EG worden de indicatieve grenswaarden voor PM10 van fase 2 vervangen door doelstellingen voor PM2,5.

De grenswaarden voor PM10 worden weergegeven in tabel III.3. Een vergelijking met de grenswaarden uit het verleden, geformuleerd voor de totale fractie van zwevende deeltjes, is niet altijd sluitend. De PM10-grenswaarden kunnen als duidelijk strenger beoordeeld worden.

De richtlijn 2008/50/CE geeft verschillende en geleidelijk strengere doelstellingen aan inzake de aanwezigheid van de PM2,5-deeltjesfractie in de buitenlucht:

**a** - een streefwaarde (2010), die overgaat in een grenswaarde (2015) en vervolgens (2020) strenger kan worden

- streefwaarde van 25 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde vanaf 1 januari 2010
- grenswaarde van 25 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde vanaf 1 januari 2015
- een indicatieve grenswaarde van 20 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde vanaf 1 januari 2020, eventueel te herzien vanaf 2013

**b** - een nationale streefwaarde inzake de vermindering van de blootstelling

- tussen het jaar 2010 en 2020 dient de gemiddelde-blootstellingsindex (GBI) met een bepaald percentage te dalen; dit percentage is afhankelijk van de blootstelling in het referentiejaar 2010. Voor België zal wellicht een daling met 20% opgelegd worden.
- de GBI wordt gebaseerd op metingen in stedelijke achtergrondlocaties in zones en agglomeraties verspreid over het hele grondgebied van de lidstaat. De GBI wordt berekend als een voortschrijdend gemiddelde over drie kalenderjaren en over alle daartoe ingerichte stedelijke achtergrondlocaties. De GBI voor het referentiejaar 2010 is de gemiddelde concentratie over 2008, 2009 en 2010. De GBI voor 2020 is de gemiddelde concentratie over 2018, 2019 en 2020.
- een blootstellingsconcentratieverplichting van 20 µg/m<sup>3</sup> voor het jaar 2015. De GBI voor het jaar 2015 is de gemiddelde concentratie over 2013, 2014 en 2015.

De grenswaarde voor lood wordt weergegeven in tabel III.4. De jaargrenswaarde voor lood bedraagt  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (of  $500 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) en dit is een duidelijk strengere waarde dan het jaargemiddelde van  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uit het verleden.

In de onmiddellijke omgeving van specifieke puntbronnen (b.v. loodraffinage) kan, mits kennisgeving en passende motivering, een jaargrenswaarde van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gelden. Het gebied waarin de hogere grenswaarde mag voorkomen, mag zich niet verder uitstrekken dan 1000 meter vanaf de specifieke bron.

Tabel III.4: **GRENSWAARDE voor LOOD (Pb)**

Bescherming	Middelingtijd	Grenswaarde	Datum voor het respecteren van de grenswaarde	Initiële marge op 01/01/2001
Gezondheid mens	kalenderjaar	$0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1 januari 2005	100%

### 3.2 CO en BENZEEN volgens RICHTLIJN 2000/69/EG en 2008/50/EG

De grenswaarden voor CO en benzeen worden weergegeven in tabel III.5 en III.6.

Tabel III.5: **GRENSWAARDE voor KOOLMONOXIDE (CO)**

Bescherming	Middelingtijd	Grenswaarde	Datum voor het respecteren van de grenswaarde	Initiële marge 13/12/2000
Gezondheid mens	8 uur (maximale 8- uurwaarde per dag)	10 mg/m <sup>3</sup>	1 januari 2005	6 mg/m <sup>3</sup>

Vanaf 1 januari 2003 is de marge om de 12 maanden te verminderen met 2 mg/m<sup>3</sup>

Tabel III.6: **GRENSWAARDE voor BENZEEN**

Bescherming	Middelingtijd	Grenswaarde	Datum voor het respecteren van de grenswaarde	Initiële marge 13/12/2000
Gezondheid mens	kalenderjaar	5 µg/m <sup>3</sup>	1 januari 2010	5 µg/m <sup>3</sup>

Vanaf 1 januari 2006 is de marge om de 12 maanden te verminderen met 1 µg/m<sup>3</sup>

Mogelijkheden tot uitstel : artikel 22 van de richtlijn 2008/50/CE voorziet in de mogelijkheid tot uitstel van het tijdstip waarop aan bepaalde grenswaarden moet worden voldaan. Voor stikstofdioxide en benzeen kan een uitstel met 5 jaar bekomen worden en voor PM10 kan uitstel bekomen worden tot uiterlijk 11 juni 2011. Voor de zone of agglomeratie waarvoor uitstel zou gelden moet een luchtkwaliteitsplan worden opgemaakt en er dient aangetoond te worden hoe overeenstemming met de grenswaarden kan worden bereikt vóór het nieuwe uiterste tijdstip. De tijdelijke overschrijding van de grenswaarde mag ook niet hoger zijn dan de maximale overschrijdingsmarge voor de betrokken verontreinigende stof en de aanvraag dient de goedkeuring te bekomen van de Europese Commissie.

### 3.3 OZON volgens RICHTLIJN 2002/3/EG en 2008/50/EG

De richtlijn geeft voor ozon geen grenswaarde (limit value) op, maar een “streefwaarde” (target value): d.i. een niveau dat is vastgelegd met het doel om schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen en te verminderen en dat voor zover mogelijk binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt.

Naast de streefwaarde worden ook waarden opgegeven als “langetermijndoelstelling”: dit is een niveau dat op lange termijn zou moeten worden bereikt, behalve waar dit niet door proportionele maatregelen kan worden bereikt, met het doel de menselijke gezondheid en het milieu een doeltreffende bescherming te bieden.

De vooropgestelde waarden worden weergegeven in de tabellen III.7 en III.8.

Tabel III.7: STREEFWAARDEN voor OZON (O<sub>3</sub>)

Bescherming	Waarde ter beoordeling	Streefwaarde	Aantal toegelaten overschrijdingen	Eerste jaar waarvan de gegevens ter evaluatie worden gebruikt
Gezondheid mens	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag, (berekend op basis van glijdende 8-uurwaarden)	120 µg/m <sup>3</sup>	25 per jaar (gemiddeld over 3 jaar)	2010
Vegetatie	AOT40, (berekend op de 1h-waarden voor de periode mei – juli)	18.000 µg/m <sup>3</sup> .h (gemiddeld over 5 jaar)		2010

Tabel III.8: DOELSTELLING voor de LANGE TERMIJN voor OZON (O<sub>3</sub>)

Bescherming	Waarde ter beoordeling	Doelstelling Lange Termijn	Richtdatum
Gezondheid mens	Hoogste 8-uurgemiddelde van een dag gedurende een kalenderjaar, (berekend op basis van glijdende 8-uurwaarden)	120 µg/m <sup>3</sup>	niet bepaald
Vegetatie	AOT40, (berekend op de 1h-waarden voor de periode mei – juli)	6.000 µg/m <sup>3</sup> .h	niet bepaald

AOT staat voor “*Accumulated exposure over a Threshold*”. De AOT40 is de som van de overschotten boven de drempel van 40 ppb ozon (= 80 µg/m<sup>3</sup> O<sub>3</sub> bij 293 K en 1013 hPa). De AOT40 ter bescherming van de vegetatie wordt berekend op basis van de uurgemiddelde O<sub>3</sub>-concentraties tijdens de periode van “1 mei tot 31 juli” (groeiseizoen). De berekening gebeurt voor de uurperiodes tussen “8 h en 20 h Midden-Europese Tijd” (8 a.m. tot 8 p.m. MET). De periode van 8 tot 20 h MET stemt overeen met “7 tot 19 h UT”.

Deze cumulatieve blootstelling boven de 40 ppb ozon (of  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wordt als volgt berekend: voor de opgegeven periode “1 mei – 31 juli” wordt nagegaan of de  $\text{O}_3$ -uurwaarden tussen 8 en 20 h MET hoger zijn dan  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en de som wordt gemaakt van alle positieve overschotten. Het overschot boven  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bedraagt  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor een  $\text{O}_3$ -uurwaarde van  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor een  $\text{O}_3$ -uurwaarde van  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Het principe van de berekening van de AOT40 wordt geïllustreerd in figuur 3.2, waar de positieve overschotten boven de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tussen 8 h en 20 h MET donker zijn ingekleurd.

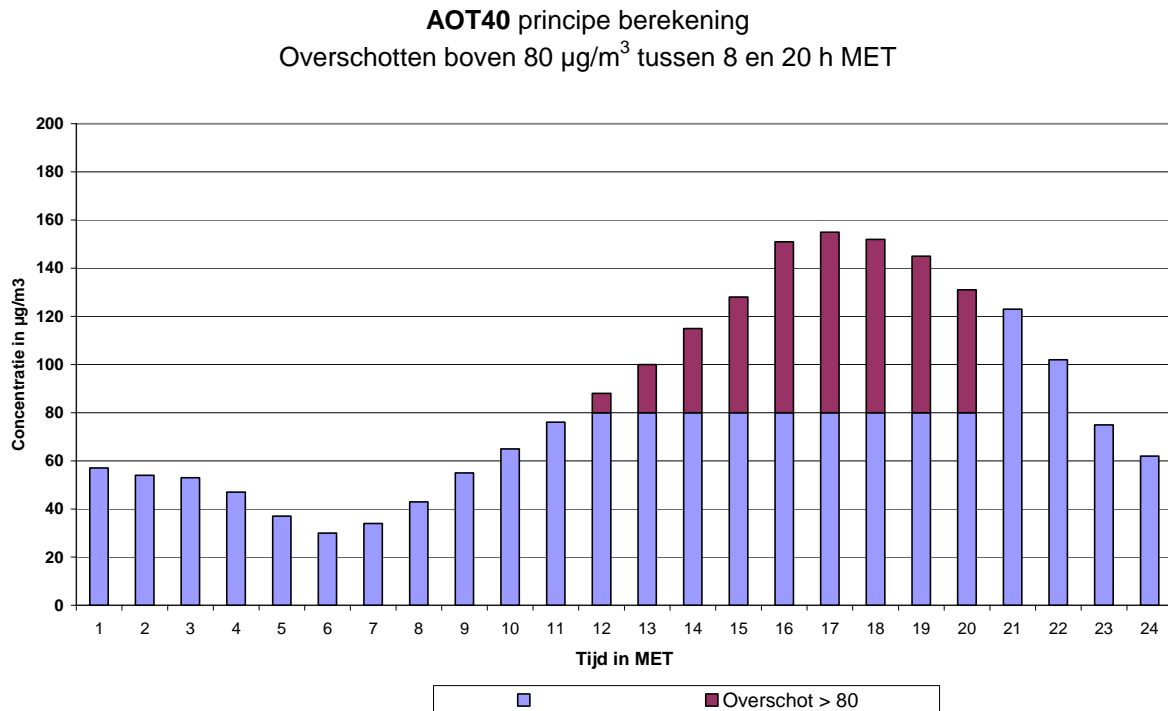


Fig. 3.2: AOT40 : Voorstelling overschotten boven  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd

Voor het valideren van de AOT-waarde dienen 90% van de uurwaarden beschikbaar te zijn en vervolgens wordt de geraamde AOT-waarde berekend door de gemeten AOT-waarde te corrigeren voor een 100% beschikbaarheid van de uurwaarden tijdens de beschouwde periode:

$$\text{AOT}_{\text{geraamd}} = \text{AOT}_{\text{gemeten}} * (\text{totaal aantal uren} / \text{aantal gemeten uren})$$

De richtlijn bepaalt ook een “informatiedrempel” en een “alarmdrempel”.

Voor de "informatiedrempel" geldt : een niveau waarboven een kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor bijzonder kwetsbare bevolkingsgroepen, en voor wie een onmiddellijke en toereikende informatievoorziening noodzakelijk is.

Voor de "alarmdrempel" geldt de definitie : een niveau waarboven een kortstondige blootstelling risico's inhoudt voor de gezondheid van de bevolking als geheel, en bij het bereiken waarvan door de lidstaten onmiddellijk stappen dienen worden ondernomen.

Tabel III.9: **INFORMATIEDREMPEL en ALARMDREMPEL voor OZON (O<sub>3</sub>)**

Drempel	Periode	Drempelwaarde
Informatiedrempel	Uurgemiddelde	180 µg/m <sup>3</sup>
Alarmdrempel	Uurgemiddelde (*)	240 µg/m <sup>3</sup>

(\*) voor toepassing van de maatregelen moet de overschrijding van de drempelwaarde gedurende drie opeenvolgende uren gemeten of voorspeld worden.

Artikel 24 van de richtlijn 2008/50/EG bepaalt o.a. inzake ozon, dat de lidstaten dergelijke kortetermijnactieplannen alleen opstellen indien zij van oordeel zijn dat er substantiële mogelijkheden bestaan om het risico, de duur of de ernst van een dergelijke overschrijding te verminderen

Informatie aan de bevolking : **180 µg/m<sup>3</sup>** als **gemiddelde waarde** over **1 uur**

Bij toename van de ozonconcentratie boven deze drempel treden er, bij een steeds groter wordend deel van de bevolking, nl. de bijzonder gevoelige personen, gezondheidseffecten van voorbijgaande aard op. Bij verwachting van ozonpiekwaarden, hoger dan de drempelwaarde, wordt op voorhand gewaarschuwd via de dagelijkse ingesproken telefonische boodschappen van de actie “KLARE KIJK OP LUCHT”.

Via deze mededelingen wordt het de bevolking, meer bepaald personen die bijzonder gevoelig zijn voor deze vorm van luchtverontreiniging (o.m. kinderen, ouderen, personen met ademhalingsproblemen, etc.), afgeraden om ongewone lichamelijke inspanningen in open lucht te verrichten tussen 12 en 20 uur. Algemeen wordt aanbevolen om een langdurige fysieke inspanningen tijdens deze periode van de dag te vermijden.

De *interregionale samenwerkingscel voor leefmilieu* (IRCEL) verspreidt elke ochtend een overzicht van de O<sub>3</sub>-meetwaarden van de voorbije dag, gemeten in de meetposten van de drie gewesten. De boodschap en een prognose voor de twee volgende dagen zijn beschikbaar op de website [www.irceline.be](http://www.irceline.be). Deze site geeft ook toegang tot de actuele meetwaarden van de pollutanten SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM10 en PM2,5 gemeten in de meetposten van de drie gewesten, alsook tot de historiek van het aantal overschrijdingen.

De toegang tot de informatie van deze website is ook mogelijk vanuit de website van het BIM, [www.ibgebim.be](http://www.ibgebim.be), die de actuele meetgegevens over luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest weergeeft.

### 3.4 As, Cd, Hg, Ni en PAK volgens RICHTLIJN 2004/107/EG

Deze richtlijn stelt een streefwaarde vast voor de concentratie van arseen (As), cadmium (Cd), nikkel (Ni) en benzo(a)pyreen in de omgevingslucht, teneinde de schadelijke gevolgen van deze metalen en van polycyclische aromatische koolwaterstoffen voor de gezondheid van de mens en het milieu in zijn geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen. Het betreft de concentraties van deze stoffen aangetroffen in de PM10-deeltjesfractie.

In deze richtlijn wordt Benzo(a)pyreen als een soort markeerder (“marker”) aanzien voor het carcinogene risico van polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht. De richtlijn legt geen kwaliteitsdoelstelling op voor de aanwezigheid van kwik (Hg) in de lucht, maar voorziet wel in de verplichting om Hg te meten en de gegevens ervan, net als voor de andere pollutanten, beschikbaar te stellen aan de bevolking.

De lidstaten moeten alle nodige maatregelen nemen die geen onevenredige kosten meebrengen om ervoor te zorgen dat, vanaf 31 december 2012, de concentraties volgende streefwaarden niet overschrijden:

Tabel III.10: **STREEFWAARDEN voor ARSEEN (As), NIKKEL (Ni), CADMIUM (Cd) en BENZO(a)PYREEN**  
Vanaf 31 december 2012

Verontreinigende stof	Streefwaarde
Arseen	6 ng/m <sup>3</sup>
Cadmium	5 ng/m <sup>3</sup>
Nikkel	20 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pyreen	1 ng/m <sup>3</sup>

## 3.5 STRENGERE WETGEVING

### 3.5.1 Theoretische beschouwingen

Middelingtijd : bij het vastleggen van grenswaarden wordt rekening gehouden met gekende gezondheidseffecten. Effecten worden eventueel vastgesteld bij blootstelling, gedurende een zekere periode, aan een bepaald concentratieniveau. Bij gezondheidseffecten die pas ontstaan na een langdurige blootstelling (b.v. een cumulatief effect) wordt de normwaarde meestal gekoppeld aan een langere middelingtijd. Meestal wordt in dergelijk geval een jaargemiddelde vooropgesteld. Acute gezondheidseffecten treden op na een kortstondige blootstelling. In dit laatste geval wordt de normwaarde meestal als een uurgemiddelde geformuleerd. Voor éénzelfde luchtverontreinigende stof kunnen eventueel meerdere normwaarden opgelegd worden, b.v. refererend aan een verschillende middelingtijd.

Formulering : in de EG-richtlijnen uit het verleden werden de limiet- en de richtwaarden gedefinieerd als een (hogere) percentielwaarde van de reeks gegevens behorend tot de vastgelegde referentieperiode. Deze “*statistisch - wetenschappelijke*” formulering is niet door iedereen eenvoudig te begrijpen. In de nieuwe EG-richtlijn werd het principe van een percentielwaarde behouden, maar de formulering gebeurt op een voor iedereen beter te begrijpen manier. Er wordt aangegeven dat de grenswaarde (b.v. een uurgemiddelde) niet meer dan een welbepaald aantal keren overschreden mag worden gedurende de vastgelegde referentieperiode.

Strengere limietwaarden: in de meer recente EG-richtlijnen worden doorgaans strengere grenswaarden opgelegd. Dit gebeurt door het niveau van de grenswaarde te verlagen en/of door het aantal toegelaten overschrijdingen te beperken. Voor NO<sub>2</sub> gold vroeger 200 µg/m<sup>3</sup> als 98<sup>ste</sup> percentiel (P98) van de uurwaarden. In de nieuwe richtlijn mag de waarde van 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> als uurwaarde niet meer dan 18 maal per jaar overschreden worden. Dit is equivalent aan een formulering als 99.8<sup>ste</sup> percentiel (P99.8), terwijl dit niveau in de oudere richtlijn was vastgelegd voor de 98<sup>ste</sup> percentiel (P98). Het toegelaten aantal overschrijdingen van het niveau van 200 µg/m<sup>3</sup> is dus duidelijk verminderd (van 176 naar 18). Ook de bijkomende grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde is een duidelijk strengere voorwaarde tegenover een mediaan (P50) van 50 µg/m<sup>3</sup> vroeger. Voor SO<sub>2</sub> wordt zowel het niveau van de grenswaarde als het aantal toegelaten overschrijdingen strenger ingesteld.

Frequentieverdeling en limietwaarde(n): met het vereenvoudigen van de formulering van de limietwaarden ontstaat het risico dat de aandacht afgeleid wordt van de informatie die vervat zit in de totale populatie van de meetresultaten. De wetenschappelijke formulering uit de vroegere EG-richtlijnen was duidelijk gebaseerd op een meer fundamentele benadering van de gegevensinformatie. De frequentiedistributie van de resultaten voor luchtverontreiniging (immissie) kan meestal goed benaderd worden door een “*lognormale verdeling*” (de logaritme van de concentratie volgt een “*normale verdeling*”).

Dergelijke verdeling wordt gekenmerkt door twee statistische parameters en het is dus zinvol om per pollutant minstens twee normwaarden vast te leggen. Bij het eventueel opleggen van twee normwaarden kan gewaakt worden over de consistentie tussen beide. Voor PM10 lijkt dit niet het geval te zijn: de beide opgegeven grenswaarden horen niet als één stel parameters bij de actuele distributie van de meetwaarden.



Het opleggen van een normwaarde als hogere percentielwaarde, zonder begeleidende voorwaarde voor de middengroep van de gegevens, kan ogenschijnlijk streng overkomen maar dit is niet noodzakelijk het geval. Door het opleggen van een voorwaarde voor de middengroep van de gegevens worden niet enkel de piekwaarden, maar ook het gemiddelde blootstellingniveau beperkt. Dit laatste is zeker zinvol om één van de basisdoelstellingen van de kaderrichtlijn na te leven, n.l. *de luchtkwaliteit behouden waar deze reeds goed is*.

Het opleggen van twee normwaarden voor een zelfde pollutant verhoogt bovendien de statistische stevigheid. De complete distributie van de meetwaarden wordt erdoor vastgelegd. Een eventuele enige limietwaarde, geformuleerd als een heel hoge percentielwaarde, riskeert bovendien een *louter toevallig criterium* te worden indien er te veel meetwaarden ontbreken: een 90%-rendement aan gegevens betekent dat er op jaarbasis reeds 878 uurperiodes ontbreken. Voor NO<sub>2</sub> dient nagegaan te worden of er per jaar niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>. De geldigheid van de test neemt uiteraard toe naarmate er meer gegevens beschikbaar zijn.

*Nauwkeurigheid en controleerbaarheid*: de correcte waarde van een bepaalde percentiel wordt slechts bekomen indien alle meetwaarden tijdens de referentieperiode beschikbaar zijn en indien zij met voldoende nauwkeurigheid gekend zijn. In de datareeksen ontbreken er uiteraard steeds gegevens. Bij het ontbreken van een gedeelte van de gegevens is de onzekerheid op de bepaling van een hogere percentielwaarde uiteraard groter dan deze op de middelste percentielen. Bovendien neemt de onzekerheid van de hogere percentielen ook vlugger toe naarmate er meer gegevens ontbreken.

Het vastleggen van de hogere limietwaarde als een minder hoge percentiel, b.v. een P95 i.p.v. een P99.8 zoals b.v. in het geval van NO<sub>2</sub>, zou perfect de consistentie met de gangbare frequentieverdeling kunnen garanderen en derhalve een even groot beschermend effect hebben. Vanuit theoretisch oogpunt en om louter praktische redenen, n.l. het percentage beschikbare meetgegevens, zou de controle op het respecteren van de norm, geformuleerd als minder hoge percentielwaarde, met een grotere nauwkeurigheid geschieden.

Een zo hoog mogelijk rendement (%-opbrengst) aan gegevens, gekoppeld aan een voldoend grote nauwkeurigheid is dan ook een basisvereiste voor een zinvolle toetsing van de meetwaarden aan de strenge normwaarden uit de nieuwe richtlijnen.

### 3.5.2 Praktische gevolgen voor de uitbating van meetsystemen

Het behalen van een hoog rendement met behoud van voldoende nauwkeurigheid vergt *bijkomende inspanningen*: de betrouwbaarheid en de stabiliteit van de meetsystemen over middellange termijn dienen stelselmatig verbeterd te worden en het (dagelijks) toezicht op de correcte werking van de (permanent operationele) meetsystemen dient wellicht in de toekomst nog verder geïntensifieerd (weekend??) te worden. Het rendement van de meetsystemen bedraagt thans meer dan 90% t.o.v. 70 à 80% bij het begin van de jaren '90.

De nieuwe richtlijn legt vast dat minstens 90% van de gegevens beschikbaar dient te zijn. Omwille van de nauwkeurigheid op het toezicht van de normen dient het streven naar hogere rendementen een basisinstelling te zijn bij de uitbaters van meetsystemen.

De minimaal opgelegde nauwkeurigheid op de individuele meetresultaten (15 à 25 % in de nieuwe EG-richtlijn) lijkt ondermaats t.o.v. wat technisch haalbaar is. In de meetnetten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden reeds geruime tijd hogere kwaliteitseisen gehanteerd (beter dan 10%) en nagestreefd (beter dan 6%).

Door IRCEL of in samenwerking met IRCEL wordt door één van de drie gewesten, in het kader van de interregionale samenwerking, regelmatig en met succes deelgenomen aan internationale vergelijkende testen georganiseerd door de EG of de WHO (Brussel 1994 - Essen 1994 – Ispra 1995 – EU-mobile 1996 – Offenbach 1998 – Essen 1999 – Londen 2000 – Parijs 2004 – Franse meetnetten 2004-2005 – Langen 2006 – Essen 2007).

Voor het toezicht op de luchtkwaliteit, meer bepaald de beoordeling ervan volgens de bepalingen van de nieuwe richtlijn 2008/50/EG, verwijst de Commissie uitdrukkelijk naar de noodzaak van een kwaliteitsprogramma voor de metingen. Dit laatste dient gebaseerd te zijn op de norm ISO/IEC17025:2005. Meetnetten en zeker de nationale referentie-laboratoria dienen op termijn hieraan te voldoen. In het telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en op de interregionale ijkbank dient de bestaande kwaliteitscontrole nog verder uitgebouwd te worden tot een volwaardig kwaliteitsprogramma dat voldoet aan de internationale norm. Voor het toepassen van de referentiemethoden dienen de nationale laboratoria uiterlijk in 2010 geaccrediteerd te zijn overeenkomstig de norm EN/ISO 17025.

De verplichting tot een snelle verspreiding van de meetgegevens (via internet), alsook het geven van informatie aan de bevolking bij overschrijdingen, verhoogt eveneens de noodzaak te kunnen beschikken over performante en optimaal presterende meetsystemen. De kwaliteit en stabiliteit van het meetinstrumentarium en de eraan gekoppelde datatransmissie enerzijds, de gevolgde werkwijze en de inzet van het personeel bij de controle- en validatieprocedures anderzijds, dienen de beschikbaarheid van de gegevens optimaal te garanderen, ook tussen vrijdagavond en maandagochtend (38% van de weekperiode).

Deze beschouwingen maken duidelijk dat er nood is aan voldoende gekwalificeerd personeel en aan het behoud van de “*know-how*”. Sedert 1994 is het aantal meetposten verdubbeld, het aantal meettoestellen verdrievoudigd en het aantal resultaten verviervoudigd. Het aantal personeelsleden belast met de metingen is in deze periode niet geëvolueerd.

### 3.6 OUDERE RICHTLIJNEN

Van de vroegere EG-richtlijnen, daterend uit de periode 1980-1992, waren de limietwaarden nog wettelijk afdwingbaar tot de datum waarop de nieuwe grenswaarden van kracht werden, vastgelegd in de meer recente EG-richtlijnen, gepubliceerd tussen 1996 en 2004. De overige bepalingen, o.m. richtwaarden en drempelwaarden, zijn met de publicatie van de nieuwe regelgeving niet meer van toepassing. Momenteel en uitsluitend tot 1 januari 2010 is enkel nog de limietwaarde voor NO<sub>2</sub> van toepassing, gepubliceerd in de richtlijn 1985/580/EG.

#### 3.6.1 STIKSTOFDIOXIDE (1985/580/EG)

De EG-richtlijn 85/580/EG van 20 december 1985, opgenomen in de Belgische wetgeving via het K.B. van 01.07.86, bepaalt als **grenswaarde** voor NO<sub>2</sub>:

- de limietwaarde voor de **98<sup>ste</sup> percentiel** van de **uurgemiddelde waarden** over het **kalenderjaar** bedraagt **200 µg/m<sup>3</sup>**

De grenswaarde is, met een zekere veiligheidsmarge, gebaseerd op de WGO-richtwaarden van 400 µg/m<sup>3</sup> als uurgemiddelde waarde. Beneden deze drempel zijn er geen irreversibele gezondheidseffecten gerapporteerd. Het formuleren van de grenswaarde als 98<sup>ste</sup> percentiel laat impliciet toe dat 2% van het totaal aantal uurwaarden op jaarbasis hoger mag zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>. Deze limietwaarde is nog van kracht tot 1 januari 2010.

#### 3.6.2 OZON (1992/72/EG – RICHTLIJN INGETROKKEN)

De EG-richtlijn 92/72/EG betreffende de luchtverontreiniging door ozon had tot doel de harmonisatie te bewerkstelligen betreffende de bewaking van de luchtkwaliteit, de uitwisseling van informatie tussen de lidstaten en het verstrekken van informatie aan de bevolking. De drempelwaarden, gegeven in annex I van de vigerende richtlijn, zijn voorgesteld ter bescherming van de volksgezondheid en van de vegetatie. De vermelde concentratiewaarden zijn gebonden aan een bepaalde middelingstijd (b.v. een periode van 1 uur, 8 of 24 uren) en worden uitgedrukt in µg/m<sup>3</sup>.

- drempelwaarde ter bescherming van de volksgezondheid:

**110 µg/m<sup>3</sup>** als **gemiddelde waarde** voor een **8-uurperiode**

Deze drempelwaarde is gebaseerd op de aanbevelingen van de WGO (Wereld Gezondheid Organisatie) ter vrijwaring van de volksgezondheid in geval van langdurige pollutie-episodes. Er worden vier verschillende 8-uurperiodes beschouwd, n.l. van 0 tot 8 h UT, 8 tot 16 h UT, 16 tot 24 h UT en ook van 12 tot 20 h UT. In de namiddag (12-20 h UT) komen immers de hoogste concentraties voor.

- drempelwaarde ter bescherming van de vegetatie:

**200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **gemiddelde waarde** over **1 uur**

**65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **gemiddelde waarde** over **24 uur**

Vanaf deze concentraties en bijhorende blootstellingperiode kan er min of meer ernstige schade aan bepaalde gewassen vastgesteld worden.

- drempelwaarde voor het verstrekken van informatie aan de bevolking:

**180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **gemiddelde waarde** over **één uur** (zie hoger)

- drempelwaarde ter waarschuwing van de bevolking:

**360  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **gemiddelde waarde** over **één uur**

Boven deze concentratiewaarde en bij een relatief korte blootstellingperiode zijn de optredende gezondheidseffecten frequenter en intenser van aard; er kan tevens een geringe afname van het lichamelijk prestatievermogen worden vastgesteld.

### 3.6.3 ZWAVELDIOXIDE (1980/779/EG – RICHTLIJN INGETROKKEN)

De EG-richtlijn 80/779/EG van 15 juli 1980, opgenomen in de Belgische wetgeving bij K.B. van 16 maart 1983, bepaalt de grens- en richtwaarden voor zwaveldioxide. De vastgestelde normwaarden voor  $\text{SO}_2$  waren verbonden met waarden voor zwevende deeltjes, gemeten volgens de methode van “zwarte rook”. De meetwaarden waarop de norm betrekking had, zijn gemiddelden over 24 uur. De beschouwde perioden zijn enerzijds een jaarperiode en anderzijds een winterperiode (1 oktober – 31 maart).

- grenswaarde voor een jaarperiode:

Afzonderlijke grenswaarden worden opgelegd voor de 50<sup>ste</sup> (P50) en voor de 98<sup>ste</sup> percentiel (P98).

**P50: 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **50<sup>ste</sup> percentiel** (of mediaan) van de  $\text{SO}_2$ -dagwaarden over het jaar, verbonden met een P50 voor zwevende deeltjes hoger dan 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ofwel

**120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de  $\text{SO}_2$ -dagwaarden over het jaar, verbonden met een P50 voor zwevende deeltjes lager of gelijk aan 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**P98:**  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de  $\text{SO}_2$ -dagwaarden over het jaar, verbonden met een P98 voor zwevende deeltjes hoger dan  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

*ofwel*

$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de  $\text{SO}_2$ -dagwaarden over het jaar, verbonden met een P98 voor zwevende deeltjes lager of gelijk aan  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$

\* deze grenswaarde mag niet gedurende meer dan drie opeenvolgende dagen overschreden worden

- grenswaarde voor een winterperiode:

-  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de  $\text{SO}_2$ -dagwaarden tijdens de winter, verbonden met een P50 voor zwevende deeltjes hoger dan  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$

*ofwel*

-  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de  $\text{SO}_2$ -dagwaarden tijdens de winter, verbonden met een P50 voor zwevende deeltjes lager of gelijk aan  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$

#### 3.6.4 ZWEVENDE DEELTJES (1980/779/EG – RICHTLIJN INGETROKKEN)

De hierboven (punt 3.5.3) vermelde EG-richtlijn 80/779/EG legde ook de grens- en richtwaarden vast voor zwevende deeltjes, gemeten volgens de methode van “zwarte rook”.

- grenswaarde voor een jaarperiode:

- $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden over het jaar

- grenswaarde voor een winterperiode:

- $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden tijdens de winter

#### 3.6.5 LOOD (1982/884/EG – RICHTLIJN INGETROKKEN)

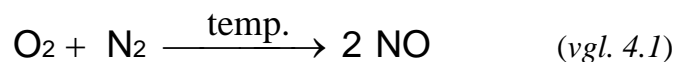
De EG-richtlijn 82/884/EG van 3 december 1982, opgenomen in de Belgische wetgeving bij K.B. van 3 augustus 1984, bepaalde als grenswaarde voor het loodgehalte in de omgevingslucht:  **$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als jaargemiddelde concentratie.**

## 4. EVALUATIE MEETRESULTATEN

### 4.1 STIKSTOFOXIDEN [NO<sub>x</sub>]

Voor de luchtkwaliteit in stedelijke omgeving vormen stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) de belangrijkste componenten uit de groep van de stikstofoxiden. De term NO<sub>x</sub> staat voor de som van deze beide hoofdcomponenten: [NO<sub>x</sub>] = [NO] + [NO<sub>2</sub>]. Andere verbindingen uit deze groep zijn in geringe concentratie aanwezig in de buitenlucht.

Stikstofoxiden worden gevormd bij alle verbrandingsprocessen waarbij lucht wordt toegevoegd. Bij de hoge temperatuur in het vlamfront reageert een gedeelte van de luchtzuurstof met de luchtstikstof, met vorming van stikstofmonoxide tot gevolg. In het hoge temperatuurgebied (> 600 °C) is NO thermodynamisch de meest stabiele component. Een min of meer belangrijke opbrengst van deze reactie wordt evenwel pas bekomen bij veel hogere temperaturen (> 1000 °C).

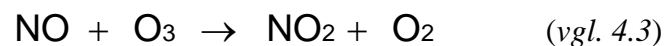


Bij lagere temperatuur (ook bij omgevingstemperatuur) is NO<sub>2</sub> thermodynamisch de meest stabiele component. In het gebied buiten het vlamfront of bij de afvoer van de rookgassen (200 à 400 °C) wordt een gedeelte van het pas gevormde NO met de overmaat zuurstof verder geoxideerd tot NO<sub>2</sub>. In dit temperatuurgebied is de reactiesnelheid voldoende groot zodat er, ondanks de relatief korte verblijftijd, toch een zekere hoeveelheid NO<sub>2</sub> gevormd wordt.



Bij verbrandingsprocessen worden stikstofoxiden grotendeels als NO uitgestoten en in mindere mate als NO<sub>2</sub>. Bij voertuigen uitgerust met een dieselmotor is thans 20 tot 30 % van de NO<sub>x</sub>-fractie in de uitstoot als NO<sub>2</sub> aanwezig, de rest als NO. In de uitstoot van benzine-wagens, vóór de katalysator, is 6 tot 10% van de NO<sub>x</sub>-fractie als NO<sub>2</sub> aanwezig. Slechts enkele zeer specifieke chemische processen leiden tot een meer massale uitstoot onder de vorm van NO<sub>2</sub> of hogere stikstofoxiden.

In de omgevingslucht wordt NO verder geoxideerd tot NO<sub>2</sub> volgens bovenstaande reactie (vgl. 4.2). Bij omgevingstemperatuur is deze reactie echter zeer traag. De omzetting van NO tot NO<sub>2</sub> in de omgevingslucht gebeurt wel snel (ca. 1 minuut) in aanwezigheid van ozon (O<sub>3</sub>).



Het stikstofmonoxide wordt in de omgevingslucht spontaan tot NO<sub>2</sub> omgezet (vgl. 4.2 en 4.3) waardoor het NO geleidelijk aan verdwijnt, terwijl er altijd en overal NO<sub>2</sub> aanwezig blijft. Vermits NO<sub>2</sub> niet goed oplosbaar is in water wordt het ook slechts in zeer geringe mate door neerslag uit de atmosfeer verwijderd.

NO<sub>2</sub> is één der belangrijkste ‘precursoren’ of ‘voorlopers’ van de ozonvorming. Doordat er altijd en overal NO<sub>2</sub> aanwezig is, zal er ook steeds ozon gevormd worden van zodra de meteorologische condities daartoe gunstig zijn.

De voornaamste bron van stikstofoxiden was en is nog steeds het wegverkeer. Uit de evolutie van de resultaten voor NO, CO en benzeen (zie verder), bekomen op plaatsen in een verkeersdrukke omgeving, blijkt dat er tijdens de jaren '90 een sterk dalende tendens was in de verkeersuitstoot. Uitgedrukt in equivalente (molaire) hoeveelheden zijn de NO-concentraties op die plaatsen nog steeds hoger dan de NO<sub>2</sub>-concentraties. De NO<sub>x</sub>-uitstoot geschiedt nog steeds hoofdzakelijk onder de vorm van NO.

De schommelingen van de NO-concentratie in ruimte en tijd zijn opmerkelijk groter dan de schommelingen in de NO<sub>2</sub>-concentratie. De ruimtelijke verdeling van de NO<sub>2</sub>-concentratie is veel homogener dan voor NO. Dit kenmerkend verschil is niet beperkt tot een stedelijk gebied, maar is geldig voor een veel ruimer gebied. Streken met weinig luchtvervuiling hebben een jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie van ca. 20 à 25 µg/m<sup>3</sup>. In agglomeraties wordt in een residentiële omgeving ca. 30 à 35 µg/m<sup>3</sup> genoteerd en 40 tot 60 µg/m<sup>3</sup> op plaatsen met veel verkeer. De schommelingen van de NO-concentratie in ruimte en tijd bestrijken een veel ruimer concentratiegebied (factor 10 of meer).

In tegenstelling tot de NO-concentratie, die een rechtstreeks gevolg is van de NO-uitstoot, is de NO<sub>2</sub>-concentratie samengesteld uit meerdere bijdragen:

- een overal aanwezige achtergrondconcentratie door de trage omzetting van NO tot NO<sub>2</sub> met luchtzuurstof,
- een rechtstreekse uitstoot van NO<sub>2</sub>,
- een oxidatie van NO tot NO<sub>2</sub> in aanwezigheid van ozon.

Het surplus van NO<sub>2</sub> in steden en verkeersdrukke gebieden is vooral een gevolg van de bijdrage van beide laatste fenomenen.

Concentraties van stikstofoxiden worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest permanent op alle 11 meetplaatsen van het telemetrisch meetnet gemeten:

- Molenbeek (41R001) sedert 1981
- Ukkel-KMI (41R012) sedert 1981
- Elsene-Kroonlaan (41R002) sedert 1986
- Kruispunt Kunst-Wet (41B003) sedert 1993
- St.-Agatha-Berchem (41B011) sedert 1993
  
- St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1) sedert 1994
- Haren (41N043) sedert januari 1998
- Meudonpark (41MEU1) sedert oktober 1999
- St.-Katelijne (41B004) sedert december 2000
- Europees Parlement (41B006) sedert september 2001
  
- Eastman-Belliard (41B005) sedert oktober 2001

De resultaten van de meetpost van Electrabel (47E013), gelegen te Vorst (in werking sedert januari 1996), worden eveneens in dit rapport opgenomen.

## 4.1.1 STIKSTOFDIOXIDE (NO<sub>2</sub>)

### 4.1.1.1 Reglementering NO<sub>2</sub>

De EG-richtlijnen 1999/30/EG van 22 april 1999 en 2008/50/EG van 21 mei 2008 geven voor NO<sub>2</sub> twee **grenswaarden**. Beide waarden dienen vanaf 1 januari 2010 bereikt te worden:

- **200 µg/m<sup>3</sup>** als **uurwaarde**; mag hoogstens **18 maal** per jaar overschreden worden
- **40 µg/m<sup>3</sup>** als **jaargemiddelde**

Definitie "grenswaarde" : een niveau dat op basis van wetenschappelijke kennis wordt vastgesteld met als doel schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen en dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, wanneer het eenmaal is bereikt, niet meer mag worden overschreden.

De EG-richtlijn 85/203/EG van 7 maart 1985, gewijzigd door 85/580/EG van 20 december 1985 bepaalt als **grenswaarde** :

- **200 µg/m<sup>3</sup>** als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de uurwaarden over het jaar (deze limietwaarde blijft geldig tot 1 januari 2010). Volgens deze bepaling mogen er per jaar 176 uurwaarden (2%) hoger zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>

### 4.1.1.2 Grenswaarde NO<sub>2</sub> volgens vroegere richtlijn – P98 < 200 µg/m<sup>3</sup>

In tabel IV.1 volgt een overzicht van de 98<sup>ste</sup> percentiel (P98) van de NO<sub>2</sub>-uurwaarden. Tot 1 januari 2010 mag deze waarde niet hoger zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>.

Tabel IV.1: **98<sup>ste</sup> PERCENTIEL van de NO<sub>2</sub>-UURWAARDEN [µg/m<sup>3</sup>]**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

P98	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1994	95	102	148				94	83			95	
1995	109	113	161				85	86			104	
1996	102	118	135				91	81			92	81
1997	110	110	138				96	87			101	91
1998	86	94	142				76	73	92		91	78
1999	94	91	137				81	75	102	--	94	82
2000	83	95	126	--			77	74	89	78	90	74
2001	92	--	137	95	--	--	82	71	99	88	--	--
2002	94	98	--	99	89	83	77	65	100	84	92	87
2003	114	125	171	106	94	91	96	75	108	99	108	96
2004	100	107	167	91	86	81	77	70	94	89	91	75
2005	99	114	184	92	84	83	77	69	94	80	96	79
2006	103	111	208	--	89	88	77	77	102	80	105	76
2007	102	114	196	--	97	89	82	80	113	86	106	71
2008	107	113	208	89	89	89	82	78	111	92	103	--

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen



De limietwaarde uit de richtlijn 85/580/EG wordt overal gerespecteerd. Geen enkele meetpost heeft een 98<sup>ste</sup> percentiel van de uurwaarden hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.3 Grenswaarde NO<sub>2</sub>-uurwaarde volgens richtlijn 1999/30/EG en 2008/50/EG

Tabel IV.2 geeft het aantal *uurperioden* weer met een concentratie *hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>*. Volgens de richtlijnen 1999/30/EG en 2008/50/EG zijn er tegen 2010 nog hoogstens **18** overschrijdingen toegelaten, tegenover **176** (P98) volgens de vroegere reglementering (85/580/EG). Met uitzondering van de meetpost Kunst-Wet (B003) worden er op geen enkele meetpost meer dan 18 uurwaarden vastgesteld hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>.

Tabel IV.2: **AANTAL NO<sub>2</sub>-UURWAARDEN hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	25							(17)				
1982	6							2				
1983	5							1				
1984	13							1				
1985	15							4				
1986	7	(3)						0				
1987	10	15						2				
1988	2	36						0				
1989	19	16						7				
1990	10	1						0				
1991	0	0						2				
1992	0	1						0				
1993	2	0	51				2	2				
1994	0	0	15				0	0			4	
1995	0	4	7				0	0			2	
1996	0	1	1				0	0			1	0
1997	1	0	7				0	0			0	0
1998	0	0	9				0	0	0		0	0
1999	0	0	3				0	0	0	(0)	0	0
2000	0	0	2	(0)			0	0	0	0	0	0
2001	2	(0)	8	4	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)
2002	0	0	(0)	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2003	2	4	37	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2004	1	0	24	0	0	0	0	0	2	1	0	0
2005	0	0	90	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	1	216	(0)	0	0	0	0	0	0	2	0
2007	1	8	135	--	3	0	1	0	1	1	7	0
2008	4	4	142	0	1	1	0	0	6	0	2	--

( ) : gering aantal gegevens beschikbaar – (her)opstarten van de metingen

B003 - Meetpunt op kruispunt  
Geen beoordeling in functie van de normen

**Opmerking meetpost Kunst-Wet:** De ligging van de meetpost Kunst-Wet, gelegen op het kruispunt, maakt dat de resultaten van deze meetpost niet in aanmerking komen voor de beoordeling van de luchtkwaliteit in functie van de doelstellingen van de EG-richtlijnen (daartoe dient een meetpost minstens 25 meter verwijderd te zijn van een kruispunt).

De plaatsing van de meetpost op het kruispunt Kunst-Wet in 1992, zeven jaar vóór het uitvaardigen van de richtlijn 1999/30/EG, was een bewuste keuze bij de studie van de luchtverontreiniging door het verkeer. De resultaten van de meetpost geven zeer interessante informatie dienaangaande, maar kunnen niet geïnterpreteerd worden als een aanduiding van de algemene of gemiddelde luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De meetpost werd o.a. opgericht om, aan de hand van de evolutie van de concentraties op middellange termijn, de invloed van het verkeer op de luchtkwaliteit en het eventuele gunstige effect van emissiebeperkende maatregelen in de toekomst beter te kunnen evalueren. De luchtkwaliteit op het kruispunt wordt vrijwel in directe mate bepaald door de verkeersuitstoot van het vaak stapvoets rijdende verkeer.

Na de herinrichting van het kruispunt (2003) bevindt het aanzuigpunt van deze meetpost zich nog dichterbij de verkeersstroom. Een toename van het aantal hogere uurwaarden is daarvan het gevolg. Hoge NO<sub>2</sub>-meetwaarden op deze meetpost komen ook frequent voor tijdens de zomerperiode, simultaan met hoge ozonwaarden op andere meetposten. Een deel van het NO, afkomstig van het verkeer, wordt met ozon geoxideerd tot NO<sub>2</sub>.

**Meetpost Elsene Kroonlaan:** de meetpost te Elsene is gelegen in de Kroonlaan, een straat met aaneengesloten behuizing langs beide zijden van de straat (canyon street). De metingen werden er aangevat in het jaar 1986 na een vraag vanuit de EG-werkgroep die belast was met het toezicht op de naleving van de vroegere NO<sub>2</sub>-richtlijn (1985). Er werd aan de lidstaten gevraagd minstens één meetpost op te richten in een canyonstraat. De meetpost in de Kroonlaan te Elsene is de enige in het land in een dergelijke typische verkeersomgeving.

**Overschrijdingsmarge voor NO<sub>2</sub>-uurwaarde** : Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mag een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge vermindert van jaar tot jaar en dient 0% te bedragen tegen 1 januari 2010. Voor het jaar 2000 mogen er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan 300 µg/m<sup>3</sup> (200 µg/m<sup>3</sup> + 50%), voor 2001 ligt het niveau op 290 µg/m<sup>3</sup> en voor 2002 op 280 µg/m<sup>3</sup>. Voor de jaargangen 2006, 2007 en 2008 mogen er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan respectievelijk 240, 230 en 220 µg/m<sup>3</sup>.

In het jaar 2007 en 2008 waren er niet alleen overschrijdingen op de meetpost Kunst-Wet, maar ook in de meetposten te Molenbeek, Elsene, Eastman-Belliard, het Europees Parlement, Haren en Woluwe.

Tabel IV.3: **AANTAL NO<sub>2</sub>-UURWAARDEN hoger dan  
GRENSWAARDE + Overschrijdingsmarge**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	Grenswaarde + Overschrijdings marge	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	300	0	0	0	(0)			0	0	0	0	0	0
2001	290	0	0	0	0	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)
2002	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	270	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	260	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	250	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	240	0	0	63	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	230	1	4	40	--	0	0	0	0	0	0	1	0
2008	220	1	2	60	0	1	1	0	0	5	0	2	--

( ) : gering aantal gegevens beschikbaar – (her)opstarten van de metingen

B003 - Meetpunt op kruispunt  
Geen beoordeling in functie van de normen

Tabel IV.4 geeft het aantal dagen weer met een NO<sub>2</sub>-uurwaarde hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>. Bij de bepaling van het globale aantal dagen met overschrijding, in één of meerdere meetposten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, werd geen rekening gehouden met de overschrijdingen in de meetpost Kunst-Wet (zie opmerking hoger).

**Tabel IV.4: AANTAL DAGEN met NO<sub>2</sub>-uurwaarde hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>**  
**JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER**  
 Overschrijdingen per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013	BHG
1981	9						(5)					12
1982	3						1					4
1983	2						1					3
1984	5						1					6
1985	7						3					10
1986	3	(3)					0					5
1987	5	4					2					6
1988	2	10					0					11
1989	7	6					2					10
1990	6	1					0					7
1991	0	0					2					2
1992	0	1					0					1
1993	1	0				1	1					1
1994	0	0				0	0			2		2
1995	0	1				0	0			1		1
1996	0	1				0	0			1	0	2
1997	1	0				0	0			0	0	1
1998	0	0				0	0	0		0	0	0
1999	0	0				0	0	0	(0)	0	0	0
2000	0	0	(0)			0	0	0	0	0	0	0
2001	1	(0)	1	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)	1
2002	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
2003	1	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
2004	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
2005	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2006	0	1	(0)	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2007	1	3	--	1	0	1	0	1	1	2	0	5
2008	2	2	0	1	1	0	0	3	0	2	--	5

( ) : gering aantal gegevens beschikbaar – (her)opstarten van de metingen

#### 4.1.1.4 Grenswaarde NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde volgens richtlijnen 1999/30/EG en 2008/50/EG

In tabel IV.5 wordt de evolutie weergegeven van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie in de verschillende meetpunten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde, te respecteren tegen 1 januari 2010, wordt nog op meerdere meetpunten overschreden. Enkel in de meer residentiële meetpunten, met een minder directe blootstelling aan het verkeer, wordt nu reeds aan deze voorwaarde voldaan: het Europees Parlement (B006), St.-Ag.-Berchem (B011), Ukkel (R012), het Meudonpark (MEU1) en Vorst (E013).

Tabel IV.5: **JAARGEMIDDELTE NO<sub>2</sub>-Concentratie [µg/m<sup>3</sup>]**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
 Waarde te toetsen aan 40 µg/m<sup>3</sup> – te respecteren vanaf 1 januari 2010

	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	61							(50)				
1982	64							40				
1983	64							42				
1984	60							56				
1985	60							49				
1986	52	(57)						45				
1987	60	59						45				
1988	56	57						37				
1989	64	60						44				
1990	55	60						40				
1991	49	61						51				
1992	42	55						38				
1993	35	46	76				41	34				
1994	43	51	69				38	35			44	
1995	50	58	74				35	37			48	
1996	49	56	69				38	37			47	38
1997	47	51	70				37	36			47	41
1998	40	50	74				29	28	(43)		45	34
1999	43	50	75				28	30	49	43	46	35
2000	38	53	69	(50)			31	27	47	36	43	33
2001	41	(60)	73	45	(51)	(48)	33	30	50	39	(51)	(28)
2002	43	54	(72)	46	41	36	31	26	48	35	44	36
2003	49	61	86	47	42	41	36	29	47	40	49	38
2004	44	56	87	42	41	37	31	28	45	37	42	32
2005	47	58	93	43	40	38	32	27	46	32	44	34
2006	47	54	98	--	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	54	97	--	43	40	31	29	45	32	46	29
2008	44	54	101	41	37	38	28	27	46	35	42	--

B003 - Meetpunt op kruispunt  
 Geen beoordeling in functie van de normen

Gezien de stagnatie van de NO<sub>2</sub>-concentraties over de jaren heen, gezien de spontane omzetting van NO tot NO<sub>2</sub> en gezien de eerder moeizame verwijdering van NO<sub>2</sub> uit de atmosfeer wordt een significante daling van de NO<sub>2</sub>-concentratie niet direct verwacht. Het respecteren van de strenge grenswaarde tegen het jaar 2010 op plaatsen met veel verkeer, gelegen in *agglomeraties* en *verstedelijkte gebieden*, lijkt heden nog niet evident haalbaar.

**Overschrijdingsmarge voor NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde** : Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mag een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge vermindert van jaar tot jaar en dient tot 0% te dalen tegen 1 januari 2010. Het NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde van het jaar 2000 mag derhalve niet hoger zijn dan 60 µg/m<sup>3</sup> (40 µg/m<sup>3</sup> + 50%), dit van 2001 niet hoger dan 58 µg/m<sup>3</sup> en dat van 2002 niet hoger dan 56 µg/m<sup>3</sup>. De jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie van 2006, 2007 en 2008 mag niet hoger zijn dan respectievelijk 48, 46 en 44 µg/m<sup>3</sup>. Tot 2007 voldoen alle meetposten, op B003 (zie **Opmerking**) en R002 na, aan deze voorwaarden. Over het jaar 2008 wordt de waarde van 44 µg/m<sup>3</sup> overschreden in de meetposten R002 (Elsene) en N043 (Haren). De jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie bedraagt er respectievelijk 54 en 46 µg/m<sup>3</sup>.

De meetpost R002 is gelegen in de Kroonlaan te Elsene, een “*canyon street*”. Tijdens de jaren met een ozonrijke zomerperiode (1989, 1990, 1994, 1995 en 2003) is de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie er enkele microgrammen per kubieke meter hoger (~60 µg/m<sup>3</sup>). Een ruimer gedeelte van het NO, afkomstig van het verkeer, wordt er dan door ozon geoxideerd tot NO<sub>2</sub>, waardoor het jaargemiddelde met enkele eenheden toeneemt. Anderzijds kan ook een frequenter optreden van winterse pollutiepieken leiden tot een lichte verhoging van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie.

Het naleven van de norm van 40 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde NO<sub>2</sub> vanaf 2010 zal wellicht in meerdere meetposten niet gehaald worden, meer bepaald te Molenbeek, Elsene, St.-Katelijne, Haren en Woluwe.

Tabel IV.6: **JAARGEMIDDELTE NO<sub>2</sub>-Concentratie en OVERSCHRIJDINGSMARGE**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER – waarden in µg/m<sup>3</sup>

	Grenswaarde + Overschrijdingsmarge	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	60	38	53	(50)			31	27	47	36	43	33
2001	58	41	(60)	45	(51)	(48)	33	30	50	39	(51)	(28)
2002	56	43	54	46	41	36	31	26	48	35	44	36
2003	54	49	61	47	42	41	36	29	47	40	49	38
2004	52	44	56	42	41	37	31	28	45	37	42	32
2005	50	47	58	43	40	38	32	27	46	32	44	34
2006	48	47	54	--	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	46	54	--	43	40	31	29	45	32	46	29
2008	44	44	54	41	37	38	28	27	46	35	42	--

( ) : gering aantal gegevens beschikbaar – (her)opstarten van de metingen

In tabel IV.7 wordt, per kalenderjaar, de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie weergegeven voor respectievelijk *zaterdagen* en *zondagen*. In figuur 4.1 wordt de evolutie van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie (*alle dagen*) in enkele meetposten grafisch weergegeven. De evolutie van de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op zaterdagen en zondagen wordt weergegeven in figuur 4.2 en 4.3. De doelstelling voor de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie, 40 µg/m<sup>3</sup> te respecteren vanaf 2010, wordt aangegeven door een horizontale lijn over de gehele breedte van de grafieken.

Ondanks de sterk verminderde emissieactiviteit (minder verkeer) situeert de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op zaterdag zich in een aantal meetpunten nog steeds in de buurt van 40 µg/m<sup>3</sup>. In het meetpunt te Elsene (canyon street) blijft ze ruim boven deze doelstelling. Deze doelstelling wordt wel bijna overal gehaald, indien de emissieactiviteit voor alle dagen van het jaar zou zakken tot het niveau van een gemiddelde zondag. Enkel in het meetpunt te Elsene wordt de grens van 40 µg/m<sup>3</sup> dan nog overschreden.

Een belangrijke vermindering in de NO<sub>x</sub>-uitstoot dient nog gerealiseerd te worden vooraleer de grenswaarde voor het jaargemiddelde op alle meetposten kan gerespecteerd worden.

Tabel IV.7: **GEMIDDELDE NO<sub>2</sub>-Concentratie [µg/m<sup>3</sup>]**  
**op ZATERDAGEN en ZONDAGEN**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Zaterdagen	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	37	51	(64)			28	25	40	34	41	32
2001	37	(55)	42	(48)	(46)	29	29	42	34	(47)	(24)
2002	39	51	43	36	32	27	24	39	30	40	34
2003	40	53	41	33	32	29	24	37	30	41	32
2004	39	52	39	37	33	28	26	38	31	38	29
2005	42	53	39	35	32	27	24	37	26	37	30
2006	44	49	--	35	33	26	28	36	26	41	30
2007	43	50	--	38	35	27	27	37	27	40	26
2008	38	48	38	30	31	22	21	35	27	34	--

Zondagen	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	30	45	(50)			23	22	33	29	36	27
2001	30	(52)	34	(46)	(40)	24	25	35	29	(42)	(21)
2002	31	42	34	30	26	22	19	33	25	33	28
2003	36	50	36	31	30	26	22	33	30	36	29
2004	31	44	32	32	28	23	23	31	26	32	25
2005	36	47	33	31	28	24	21	31	22	34	26
2006	36	42	--	30	27	22	24	29	22	33	25
2007	36	43	--	32	29	23	22	30	24	34	23
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29	--

( ) : gering aantal gegevens beschikbaar – (her)opstarten van de metingen

### NO<sub>2</sub> - JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE ALLE DAGEN (1981-2008)

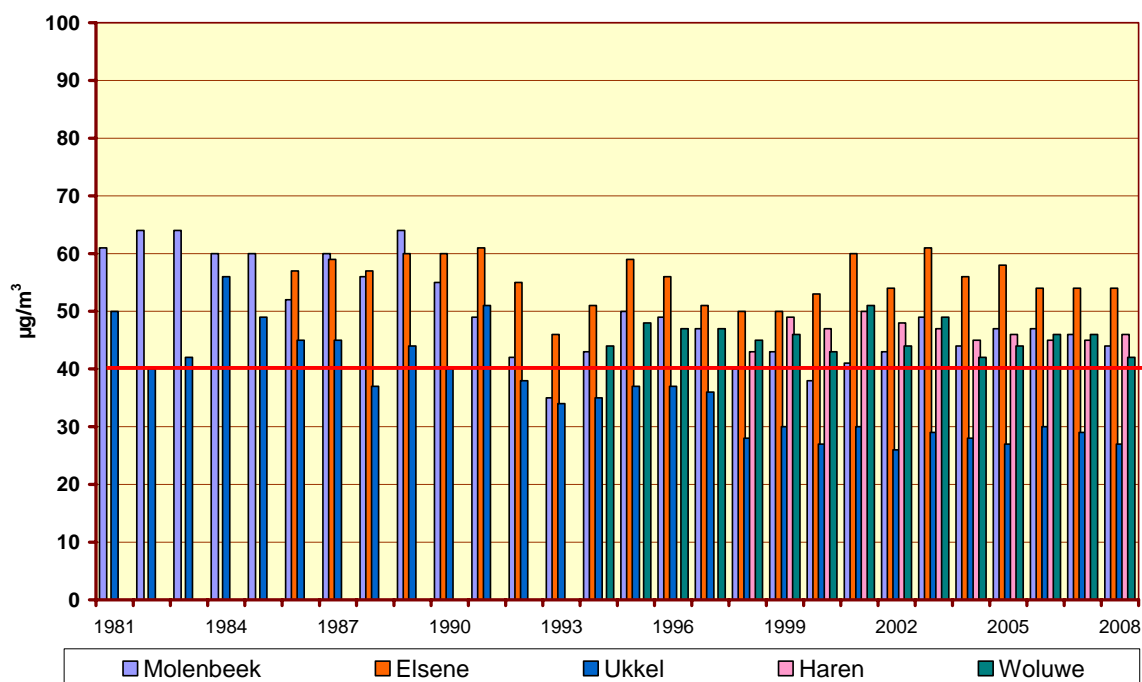


Fig. 4.1 : Evolutie jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie (*alle dagen*) – Periode 1981-2008

### NO<sub>2</sub> - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZATERDAGEN (1981-2008)

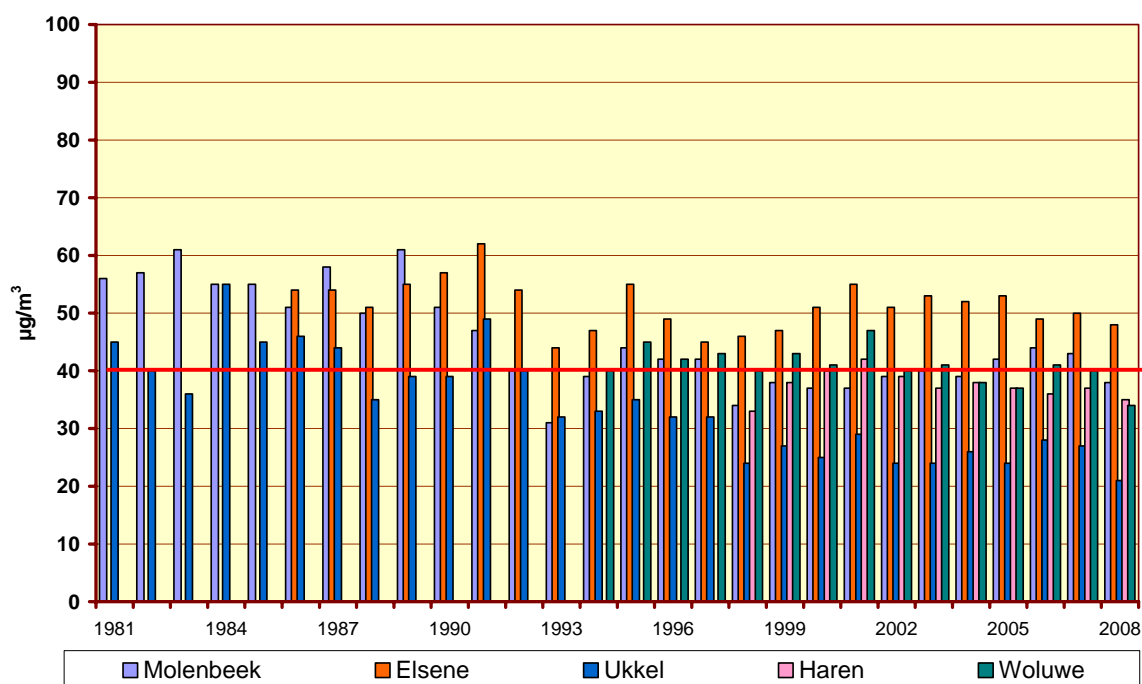


Fig. 4.2 : Evolutie gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op 'Zaterdag' – Periode 1981-2008



## NO<sub>2</sub> - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZONDAGEN (1981-2008)

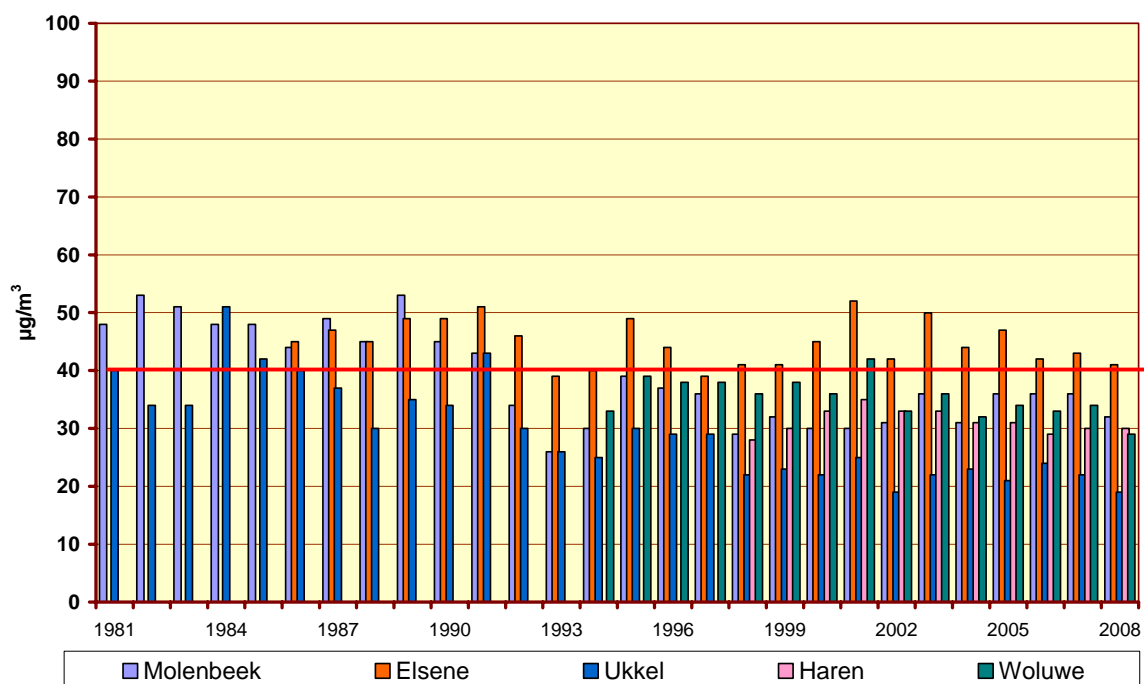


Fig. 4.3 : Evolutive gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op 'Zondagen' – Periode 1981-2008

#### 4.1.1.5 Evolutie NO<sub>2</sub>-waarden over langere termijn

In figuur 4.4 wordt de evolutie van de NO<sub>2</sub>-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de resultaten voor de meetpost te Elsene-Kroonlaan (41R002) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost Kunst-Wet (B003). De periode betreft de kalenderjaren 1987 t/m 2008.

In de grafieken worden verschillende percentielen weergegeven, n.l. P10, P30, P70, P90, P95 en P98 alsook het numeriek gemiddelde [AM]. De resultaten zijn berekend op basis van uurwaarden. Er is geen duidelijke trend waar te nemen in de evolutie van de NO<sub>2</sub>-concentraties over de jaren heen. De resultaten voor NO<sub>2</sub> te Elsene wijzen op een status-quo gedurende een eerste periode (1987-1991), gevolgd door een daling in 1993 en vervolgens een status-quo vanaf 1995. In vergelijking met het einde van de jaren '80 zijn de hogere percentielen (piekwaarden) iets lager. De laatste paar jaren lijkt er een geringe toename te zijn van het NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde op de meetpost te Elsene. De toename op de meetpost Kunst-Wet houdt wellicht ook verband met de plaats van het aanzuigpunt: door het heraanleggen van het kruispunt (2003) bevindt het zich nu dichterbij de verkeersstroom.

In figuur 4.5 wordt in de grafiek bovenaan de evolutie in de tijd (1981-2008) weergegeven voor de meetpost te Molenbeek (41R001). De grafiek onderaan geeft de evolutie weer op het meetpunt te Ukkel (41R012). Er is tussen 1981 en 2002 op beide meetplaatsen een langzaam dalende trend waarneembaar voor de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie. Nadien lijkt de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie te stabiliseren (R012) of in lichte mate toe te nemen (R001).

In de grafiek van figuur 4.6 wordt een vergelijking gemaakt van de niveaus in de verschillende meetposten. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode "oktober 2007 – maart 2008" en de grafiek onderaan naar de zomerperiode "april – september 2008". De concentraties op het kruispunt Kunst-Wet (B003) overstijgen deze op alle andere meetpunten. De rangorde van de concentratieniveaus, opgetekend in de verschillende meetpunten (R002, R001, N043, WOL1, MEU1, B004, B005, B006), is een maat voor de nabijheid van het verkeer. De laagste concentraties worden waargenomen op de meetpunten in residentiële zones, die beter afgeschermd zijn van een te directe invloed van het verkeer (B011 en R012).

Een uitgebreide historiek met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling voor jaarperiodes (alle jaargangen), zomerperiodes (april – september) en winterperiodes (oktober – maart) wordt gegeven in de bijlagen B, C en D. Een aanvullende historiek waarbij een onderscheid gemaakt wordt voor *werkdagen*, *niet-werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen* is eveneens beschikbaar.

Figuur 4.7 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de NO<sub>2</sub>-concentratie. Hiervoor worden de pollutierozen getekend, met op de achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie voor de winterperiode 'oktober 2007 - maart 2008' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april - september 2008'. De concentraties zijn gemiddeld hoger in het centrum van het Gewest, maar de verschillen tussen de meetposten onderling zijn veeleer beperkt. Er is ook geen groot verschil waarneembaar in de gemiddelde situatie tijdens de zomer- en de winterperiode.

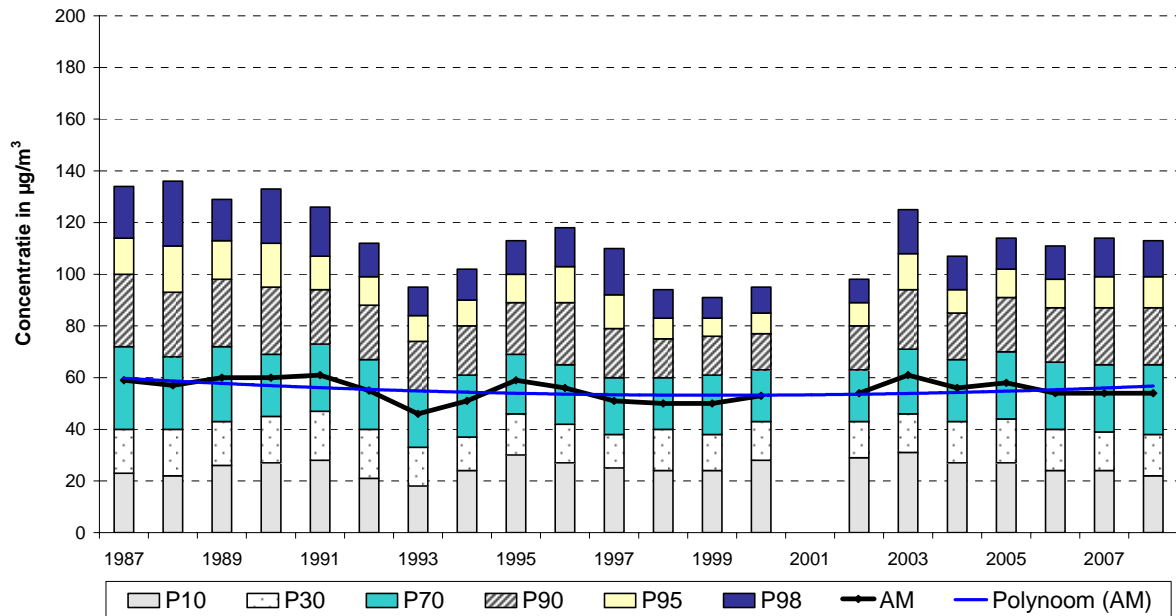
Op de meeste meetposten is de NO<sub>2</sub>-concentratie gemiddeld lichtjes hoger tijdens de winter dan tijdens de zomer. In de meer op het verkeer gerichte meetposten B003 en R002 is de NO<sub>2</sub>-concentratie soms even hoog tijdens de zomer. De nabijheid van het verkeer zorgt voor een belangrijke uitstoot van NO, dat in aanwezigheid van ozon vrij snel tot NO<sub>2</sub> oxideert. In de zomerperiode leidt dit lokaal tot hogere NO<sub>2</sub>-piekwaarden tijdens de namiddag.

In figuur 4.8 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode en de grafiek onderaan naar de zomerperiode. In de grafieken worden per uurperiode het gemiddelde (AVG), de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 weergegeven. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag varieert.

In figuur 4.9 wordt het gemiddeld NO<sub>2</sub>-dagverloop gegeven voor de meetpost R002. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer van de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode 'april – september 2008'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen werkdagen, zaterdag en zondag. Gemiddeld gezien is de NO<sub>2</sub>-concentratie hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen.

In figuur 4.10 worden de niveaus gemeten in 1989 en 2008 met elkaar vergeleken. Daartoe wordt de evolutie van het dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' weergegeven. In de grafiek bovenaan worden de resultaten van de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2008 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. In tegenstelling tot andere pollutanten (NO en CO) wordt er voor NO<sub>2</sub> geen opmerkelijk verschil vastgesteld in het concentratieniveau tussen 1989 en 2008. De NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens de winterperiode 2007/08 is zelfs hoger dan tijdens de winterperiode 1988/89.

**NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO<sub>2</sub> te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

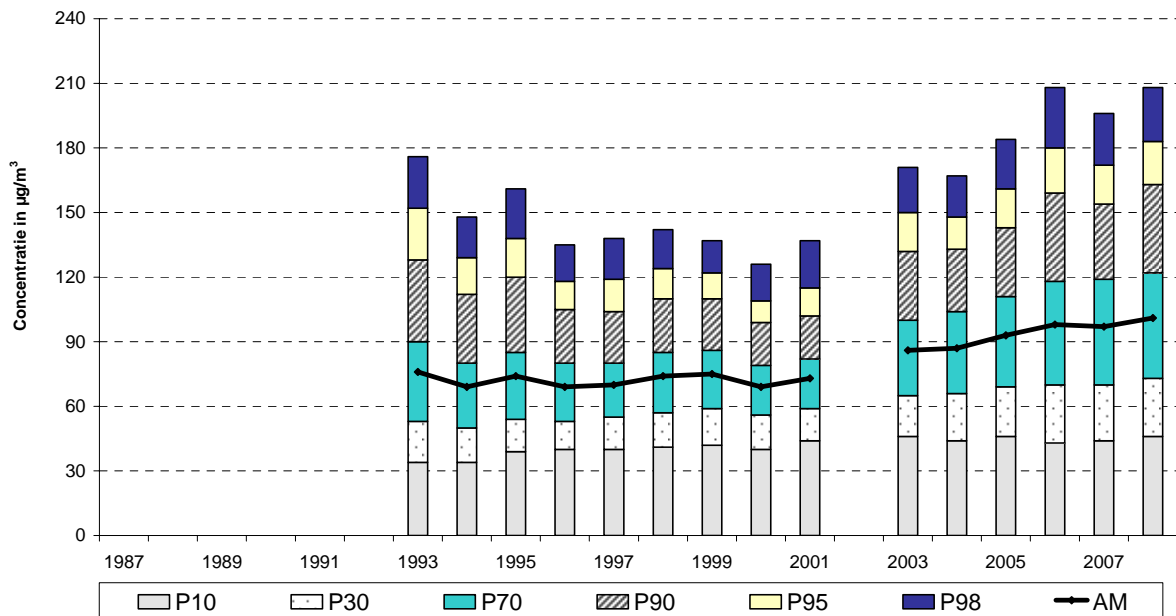
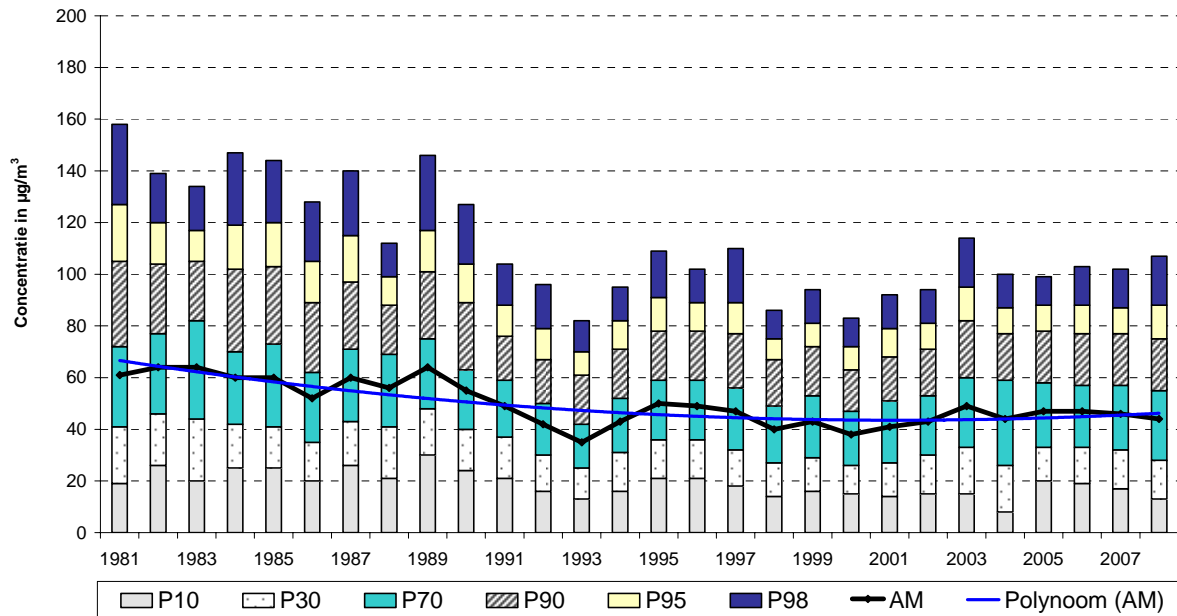


Fig. 4.4: Evolutie NO<sub>2</sub>-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

**NO<sub>2</sub> te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO<sub>2</sub> te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

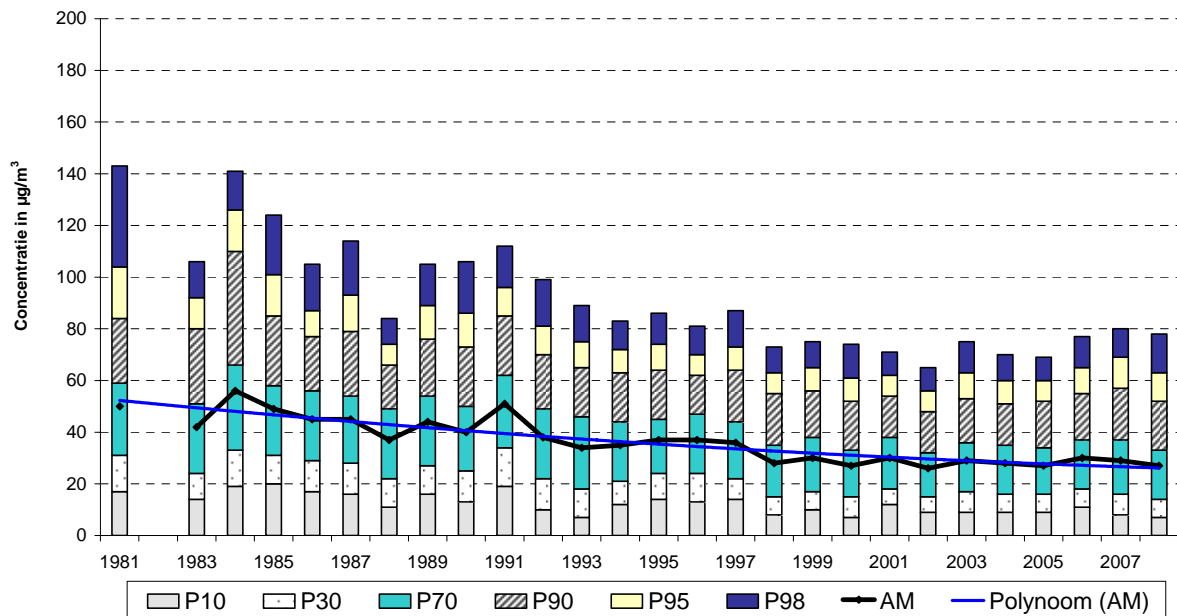
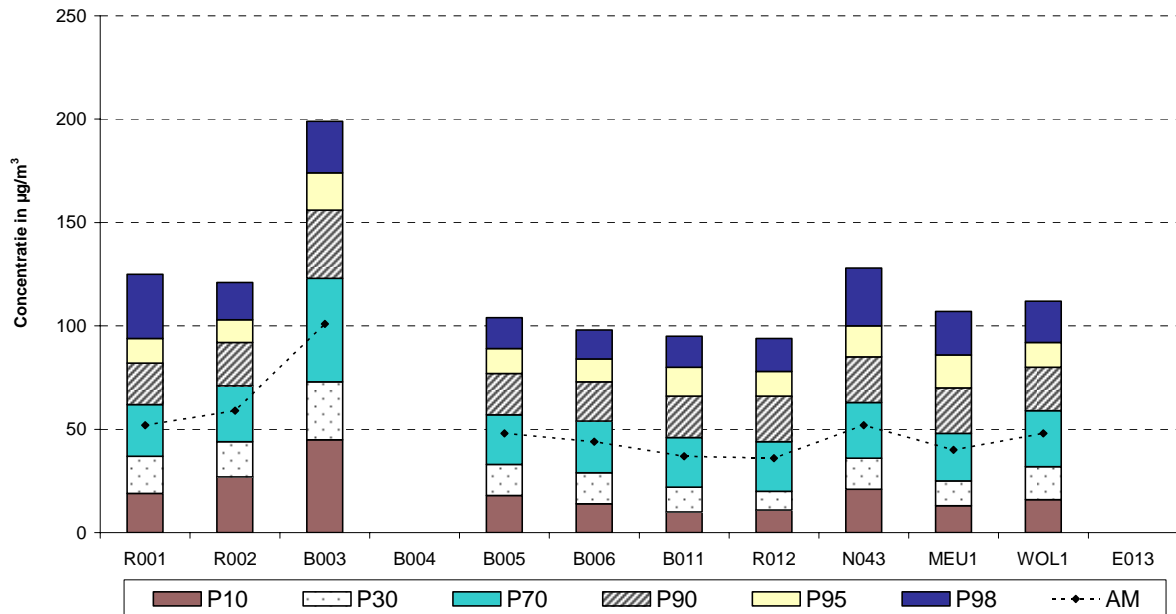


Fig. 4.5: Evolutie van de NO<sub>2</sub>-concentratie te Molenbeek (R001) en te Ukkel (R012).  
 Periode 1981 - 2008

**NO<sub>2</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"**



**NO<sub>2</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"**

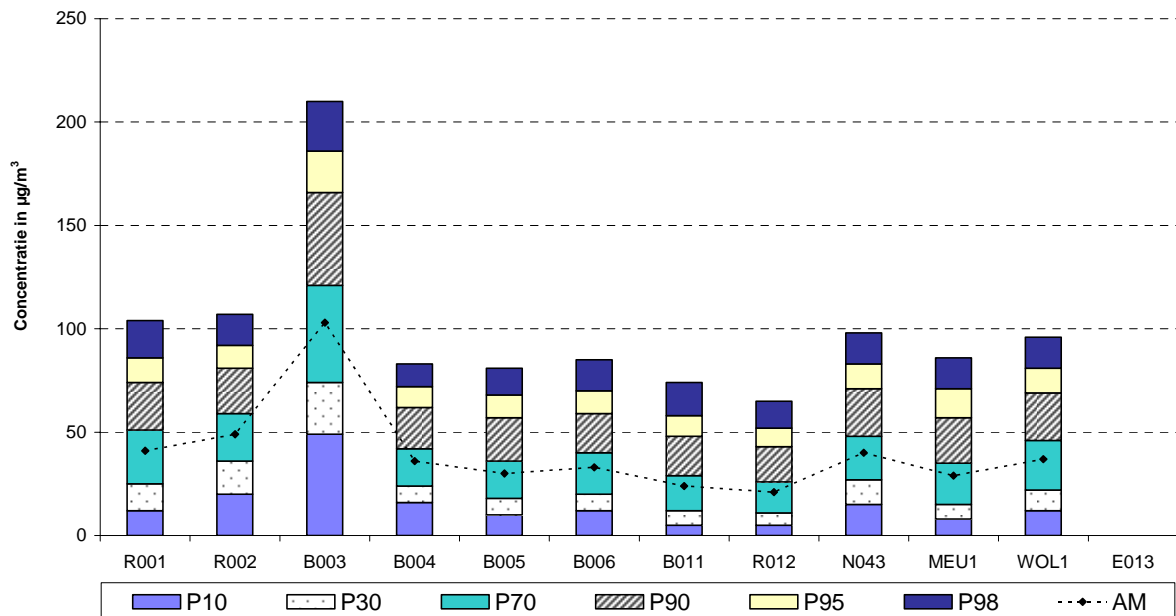


Fig. 4.6: Vergelijking van de NO<sub>2</sub>-concentraties in de verschillende meetposten. Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

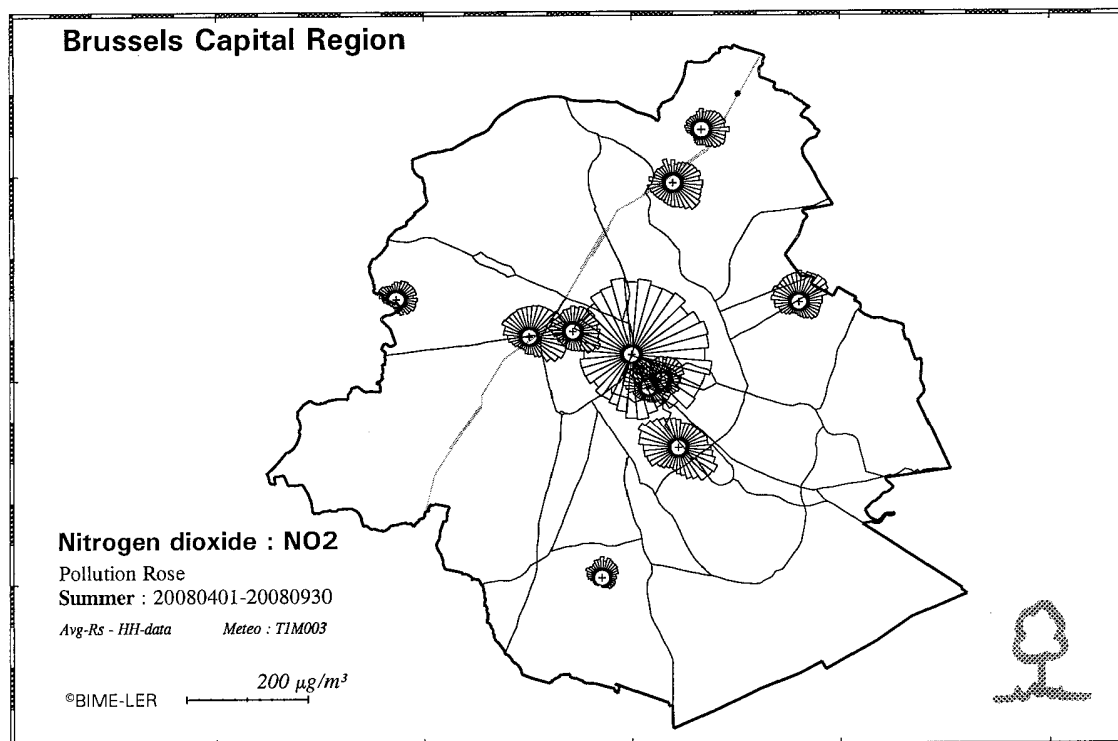
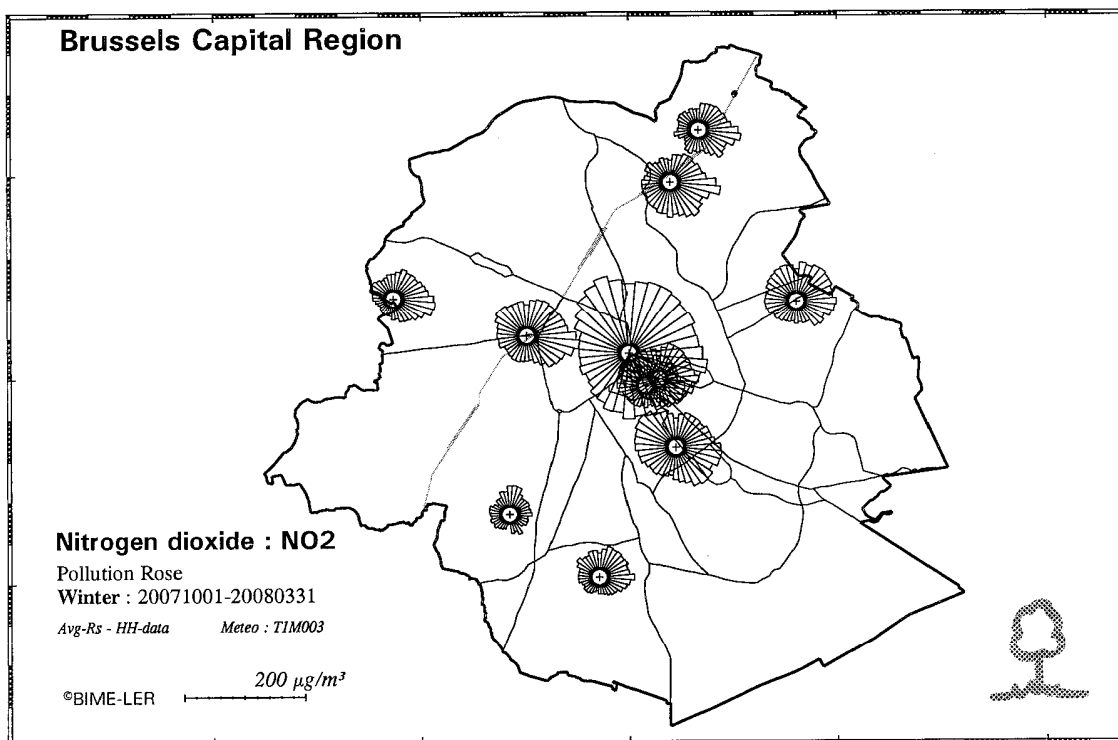
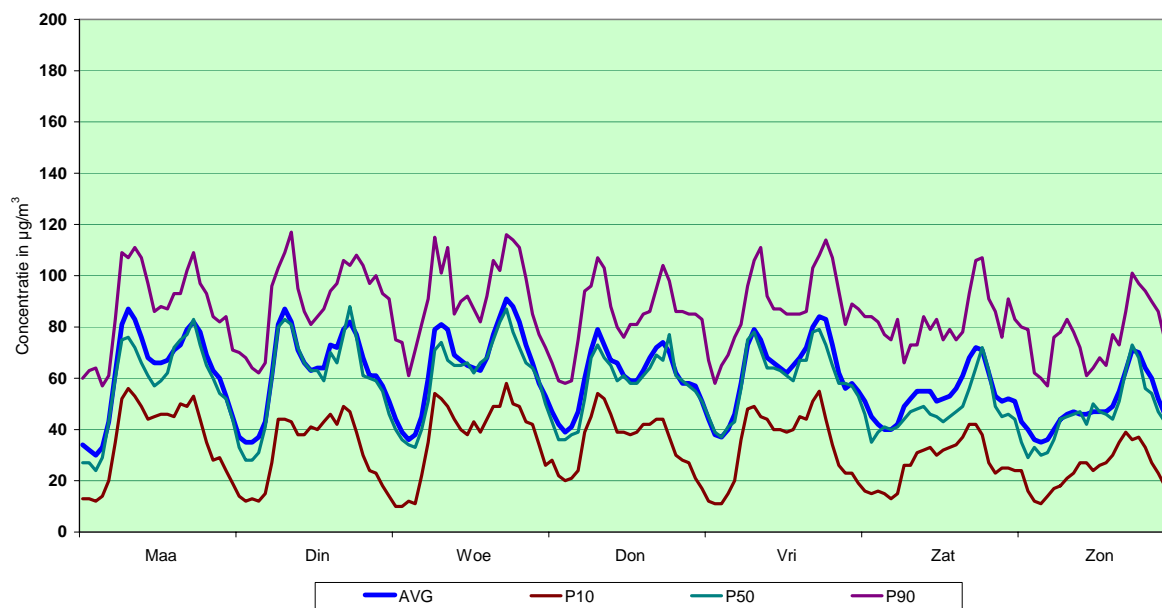


Fig. 4.7: NO<sub>2</sub>-pollutierozen - ruimtelijke spreiding NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer

### NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



### NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

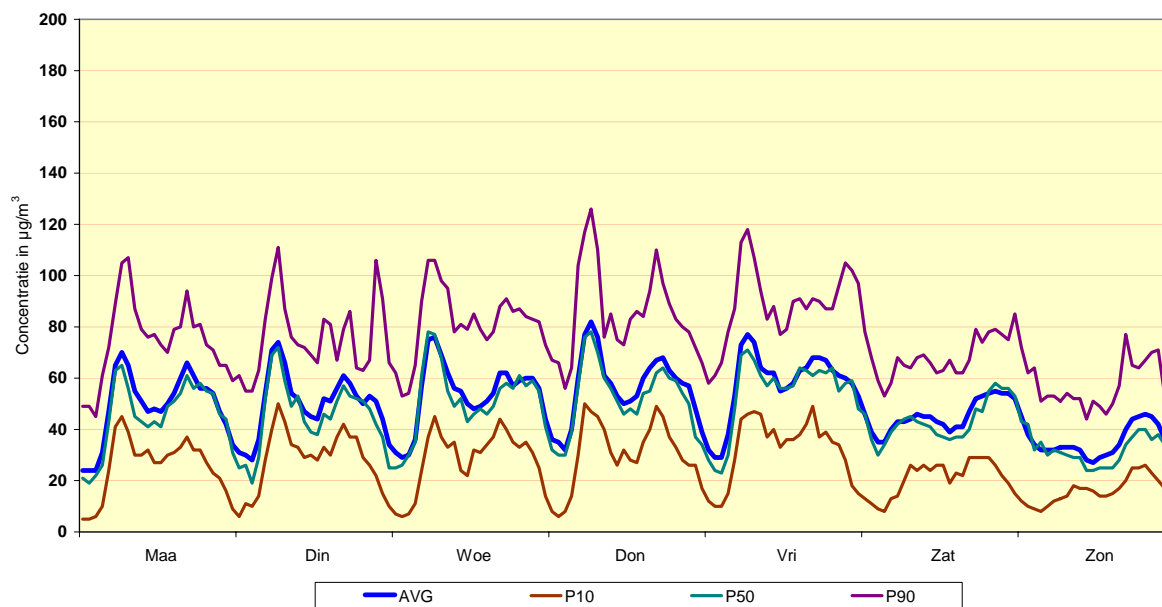


Fig. 4.8: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer  
Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90



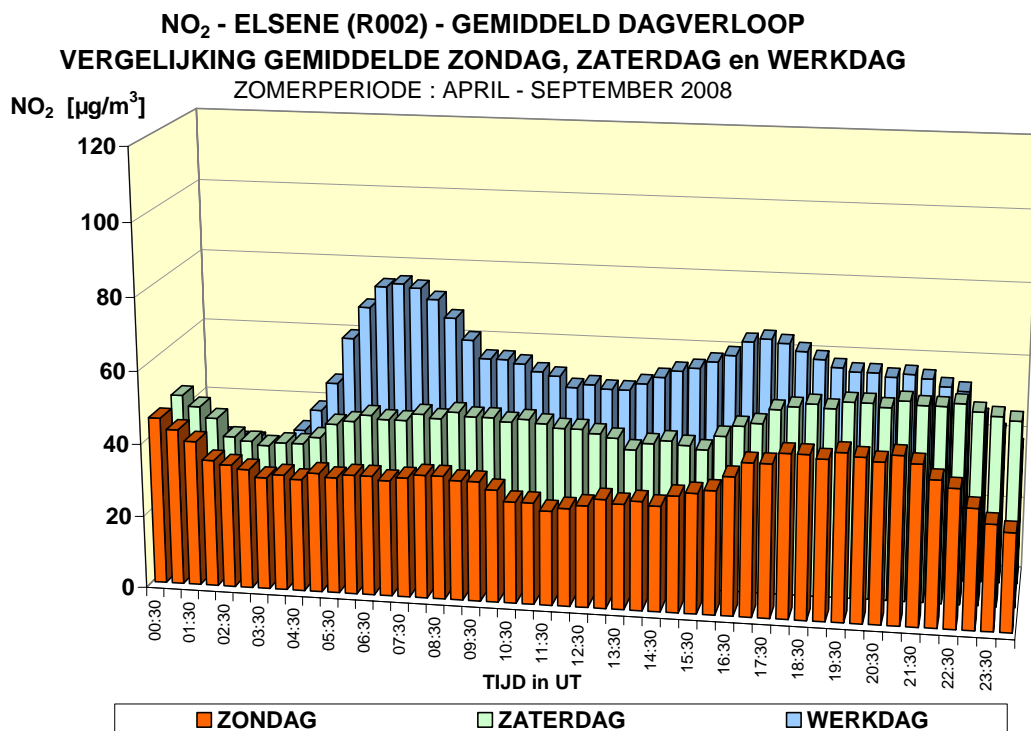
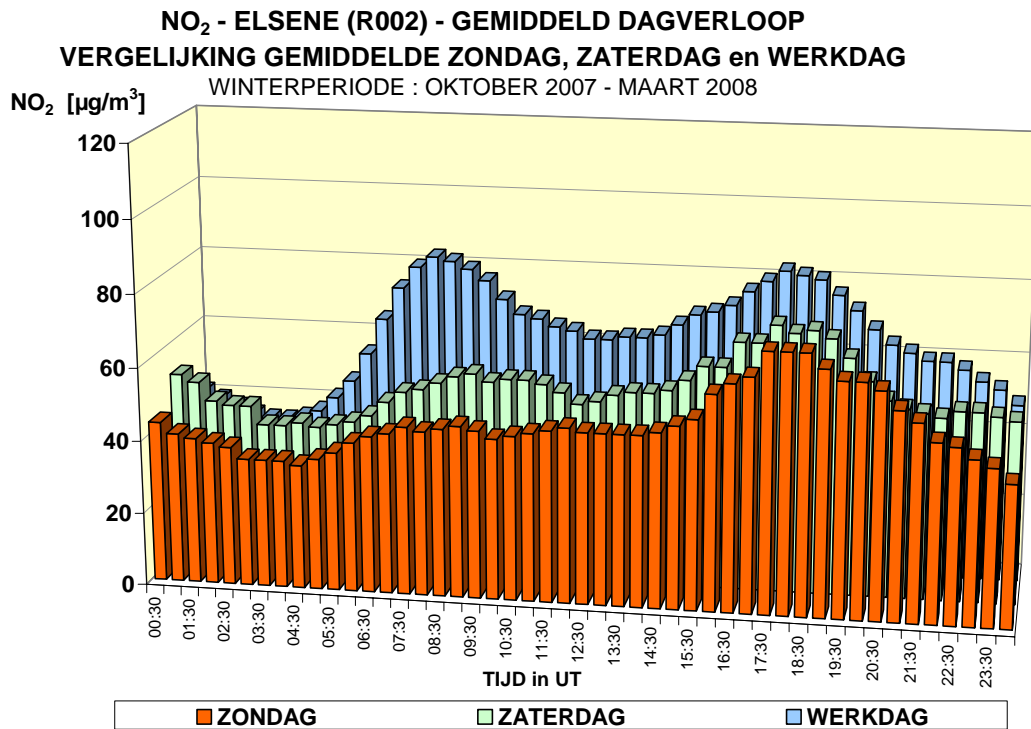


Fig. 4.9: Gemiddeld NO<sub>2</sub>-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

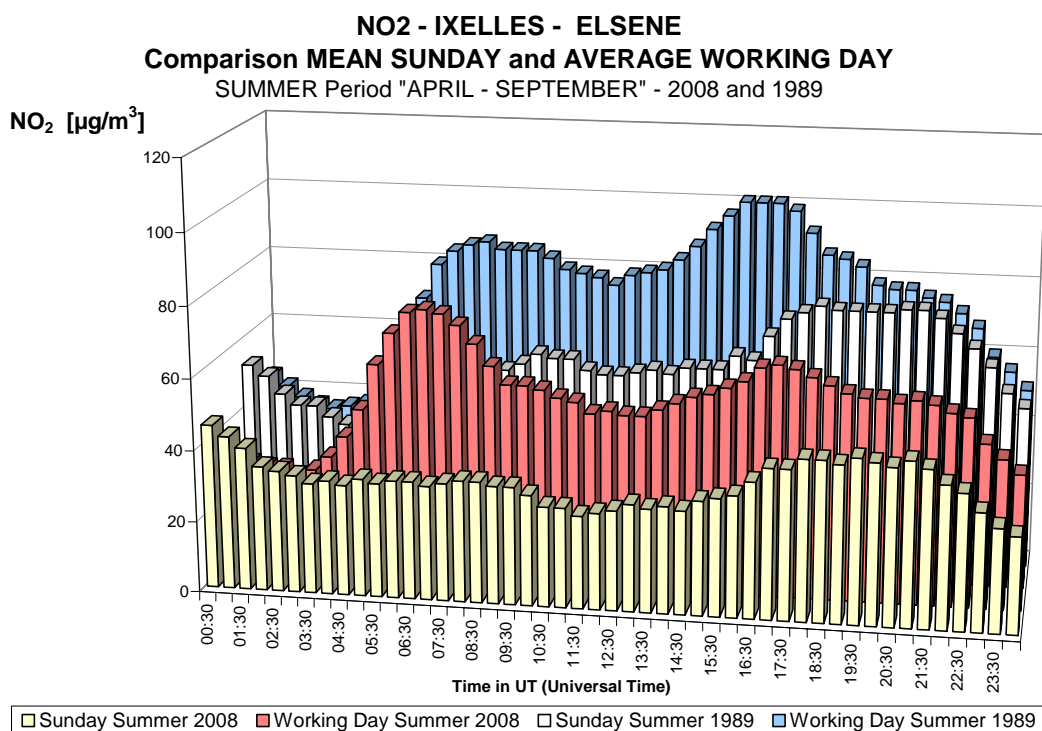
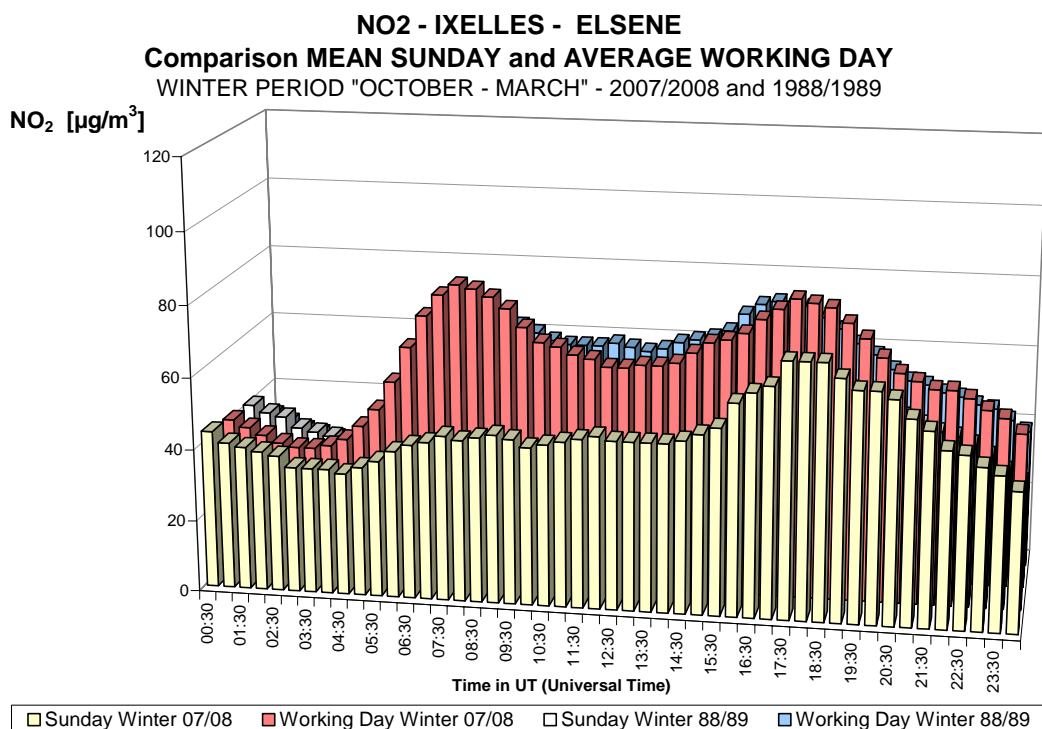


Fig. 4.10: Evolutie NO<sub>2</sub>-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) - Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2007-2008 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2008 (grafiek onderaan).

## **4.1.2 STIKSTOFMONOXIDE (NO)**

### **4.1.2.1 Reglementering NO**

De concentraties voor NO in de omgevingslucht zijn vele malen lager dan het toxische concentratieniveau. Er worden dan ook geen normwaarden opgelegd voor NO in de omgevingslucht. Deze pollutant verdient nochtans alle aandacht bij de studie van de luchtverontreiniging. Het is een belangrijke pollutant in de uitstoot van verbrandingsprocessen, en vormt één der karakteristieke pollutanten voor het wegverkeer. Alleen al omwille van het aandeel van deze sector in de totaliteit van de emissies is het raadzaam aandacht te besteden aan de evolutie van de NO-verontreiniging.

Een andere reden voor de studie van de NO-verontreiniging ligt in de spontane omzetting van NO tot NO<sub>2</sub>. Voor deze laatste pollutant zijn wel normen van kracht, maar belangrijker is wellicht de rol van *precursor* bij de fotochemische vervuiling (ozonvorming). Anderzijds leidt de aanwezigheid van een overmaat NO tot de afbraak van ozon met vorming van NO<sub>2</sub>.

Er is ook een louter praktische reden: de metingen van NO<sub>2</sub> in de omgevingslucht zijn gebaseerd op de detectie van NO, na voorafgaande reductie van NO<sub>2</sub> tot NO. De continue meetapparaten meten dan ook simultaan NO en NO<sub>2</sub> (zie *bijlage A*).

### **4.1.2.2 Gemeten NO-waarden**

In tabel IV.8 wordt aan de hand van statistische parameters (P98, P50 en het jaargemiddelde), een vergelijking gemaakt van de NO-concentraties in de verschillende meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel IV.8: NO-UURWAARDEN : P98 – P50 - JAARGEMIDDELDE (GEM)**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
[ Concentratie in µg/m<sup>3</sup> ]

<b>P98</b>	<b>R001</b>	<b>R002</b>	<b>B003</b>	<b>B004</b>	<b>B005</b>	<b>B006</b>	<b>B011</b>	<b>R012</b>	<b>N043</b>	<b>MEU1</b>	<b>WOL1</b>	<b>E013</b>
1994	244	357	490				170	125			166	
1995	199	318	438				130	82			162	
1996	191	298	396				136	109			193	118
1997	224	285	405				120	92			165	139
1998	164	269	347				105	79	258		147	91
1999	154	215	326				99	71	249	--	132	83
2000	136	210	284	--			86	59	216	110	120	74
2001	217	--	349	211	--	--	150	111	302	193	--	--
2002	150	200	--	133	102	81	85	57	218	124	124	85
2003	188	232	300	176	123	96	115	72	291	155	157	107
2004	135	193	292	127	88	76	91	71	218	120	109	86
2005	160	172	283	140	94	88	96	64	215	114	107	96
2006	143	162	285	--	90	88	87	61	210	103	123	77
2007	156	170	275	--	102	82	87	76	209	114	128	64
2008	160	154	236	111	84	78	91	62	240	116	111	--

P50	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1994	11	66	135				5	4			10	
1995	17	62	140				5	4			10	
1996	18	50	122				5	4			13	6
1997	16	53	113				5	9			12	6
1998	13	51	99				5	7	22		10	2
1999	13	43	98				4	3	15	--	9	3
2000	12	47	89	--			4	3	25	4	9	5
2001	14	--	90	9	--	--	3	4	21	4	--	--
2002	11	34	--	7	6	3	3	3	15	4	10	3
2003	10	33	72	8	7	4	3	2	17	4	8	3
2004	6	30	85	8	5	4	3	2	18	4	6	2
2005	11	28	81	7	5	3	3	3	18	3	6	3
2006	10	22	78	--	4	3	3	3	12	3	6	3
2007	12	23	77	--	7	3	3	2	14	3	6	3
2008	9	23	63	7	5	3	3	2	17	3	4	--

GEM	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1994	36	93	163				21	15			27	
1995	36	87	160				18	12			27	
1996	37	74	143				20	15			31	18
1997	38	74	135				17	16			28	20
1998	28	69	120				14	13	46		24	12
1999	28	58	115				13	9	41	--	22	11
2000	24	61	102	--			11	8	45	14	20	13
2001	32	--	111	28	--	--	16	13	47	22	--	--
2002	26	50	--	21	17	12	12	8	37	17	22	12
2003	29	53	95	25	20	14	14	9	44	20	24	15
2004	21	46	102	21	15	12	12	9	41	17	18	12
2005	25	41	98	20	14	12	11	8	39	15	17	12
2006	23	36	95	--	13	11	10	8	33	12	17	10
2007	28	38	95	--	17	12	12	10	36	14	19	9
2008	24	36	79	18	13	11	10	8	39	13	15	--

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen

De hoogste gemiddelde NO-waarden worden bereikt in de twee verkeersspecifieke meetposten Kunst-Wet (B003) en Elsene-Kroonlaan (R002), gevolgd door Haren (N043), Molenbeek (R001), St.-Katelijne (B004) en St.-Lambr.-Woluwe (WOL1). Deze meetplaatsen zijn in een verkeersdrukte, maar vrij open omgeving gelegen. De meetplaatsen St.-Ag.-Berchem (B011), Ukkel (R012), het Europees Parlement (B006) en Vorst (E013) zijn meer van het verkeer afgeschermd.

Een uitgebreide historiek met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling worden gegeven in *bijlage B* (alle jaarperiodes). Tabellen met resultaten voor zomer- en winterperiodes worden weergegeven in de *bijlagen C en D*.

#### 4.1.2.3 Evolutie NO-waarden over langere termijn

In figuur 4.11 wordt de evolutie van de NO-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de jaarstatistieken weer voor de meetpost te Elsene-Kroonlaan (R002) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost Kunst-Wet (B003). De periode betreft de kalenderjaren 1987 t/m 2008.

De resultaten te Elsene-Kroonlaan vertonen een geleidelijke daling van alle niveaus vanaf 1990/91. De resultaten in 2008 bedragen zowat een derde van de resultaten van 1991, zowel voor de hogere percentielen als voor de jaargemiddelde concentratie. Een analoge daling van de niveaus wordt opgetekend op de meetplaats Kunst-Wet. Op deze meetpost zijn er resultaten beschikbaar vanaf 1993.

De daling van de NO-concentraties op deze beide meetplaatsen is waarschijnlijk het gevolg van de introductie van de driewegkatalysator. Vanaf 1989 is de katalysator verplicht op de nieuwe benzine-wagens met een cilinderinhoud van meer dan 2000 cc. en vanaf 1993 op alle nieuwe wagens met benzinemotor. Op deze beide meetposten wordt een even grote daling vastgesteld van de CO-concentratie (zie verder) en met enkele jaren vertraging ook van het benzeengehalte in de lucht. Uit de meest recente gegevens, vanaf de periode 2002-2003, blijkt dat de intensiteit van deze dalende tendens afneemt. Dit houdt vermoedelijk verband met het feit dat inmiddels het overgrote deel van de benzine-wagens uitgerust is met een driewegkatalysator.

De daling van de NO-concentratie is spectaculair in de meetposten die onderhevig zijn aan de directe NO-uitstoot van het verkeer. In andere meetposten, gelegen in een meer open omgeving of in de periferie, is de daling minder uitgesproken. De link tussen NO-concentratie en NO-uitstoot is er minder duidelijk, vermits een gedeelte van het NO reeds omgezet is tot NO<sub>2</sub>. In figuur 4.12 wordt de evolutie van de jaarstatistieken gegeven voor de meetposten te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012). Het betreft resultaten van 1981 t/m 2008. Vanaf 1991 kan een geleidelijke daling vastgesteld worden van de hogere percentielen (P98 en P95). De resultaten voor de jaarperiodes na 2001 geven aan dat wellicht ook in deze meetposten een einde gekomen is aan de dalende trend.

In figuur 4.13 worden de NO-resultaten van de verschillende meetposten met elkaar vergeleken. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. De hoogste resultaten worden vastgesteld op de meetposten met een directe blootstelling aan het verkeer en de laagste op de meetposten gelegen in residentiële zones. Er wordt een opvallend verschil in concentratieniveau vastgesteld tijdens de winter en de zomer. Tijdens de zomerperiode wordt een deel van het NO door ozon geoxideerd tot NO<sub>2</sub>.

Figuur 4.14 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de NO-concentratie. De NO-pollutierozen worden getekend met als achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april - september 2008'. In beide gevallen is er een opvallend verschil in gemiddelde vervuiling op de diverse meetpunten. De ruimtelijke spreiding is meer heterogeen dan in het geval van NO<sub>2</sub>. De hoogste vervuiling wordt vastgesteld in het centrum van het Gewest en op plaatsen met veel verkeer.

Tijdens de zomerperiode is de NO-concentratie in de perifere meetposten beduidend lager dan tijdens de winterperiode. In de meetposten die minder sterk onderhevig zijn aan de directe invloed van de verkeersemisies is er tijdens de zomer een overmaat ozon aanwezig. Het aanwezige NO wordt er quasi integraal omgezet tot NO<sub>2</sub>.

In figuur 4.15 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. Per uurperiode worden het gemiddelde (AVG), de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 in grafiek uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag kan schommelen.

De grafiek bovenaan in de figuur verwijzen naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Het weekpatroon volgt de bewegingen van het verkeer. De gemiddelde concentraties zijn duidelijk hoger op werkdagen dan op zaterdag of zondag. De grenzen P10 en P90 geven anderzijds aan dat de concentratie op een welbepaalde weekenddag hoger kan zijn dan op een welbepaalde dag in de week.

Tijdens de zomerperiode is de namiddagpiek afgezwakt. De grotere aanwezigheid van ozon tijdens een zomerse namiddag zorgt voor een titratie-effect, waarbij NO geoxideerd wordt tot NO<sub>2</sub> met behulp van ozon. Op de grafieken in *bijlage F* is te zien dat de spreiding van de resultaten veel ruimer is dan bij NO<sub>2</sub>. Dit geldt zowel tussen de hogere (P90) en de lagere (P10) waarden van eenzelfde meetpost als tussen de meetposten onderling.

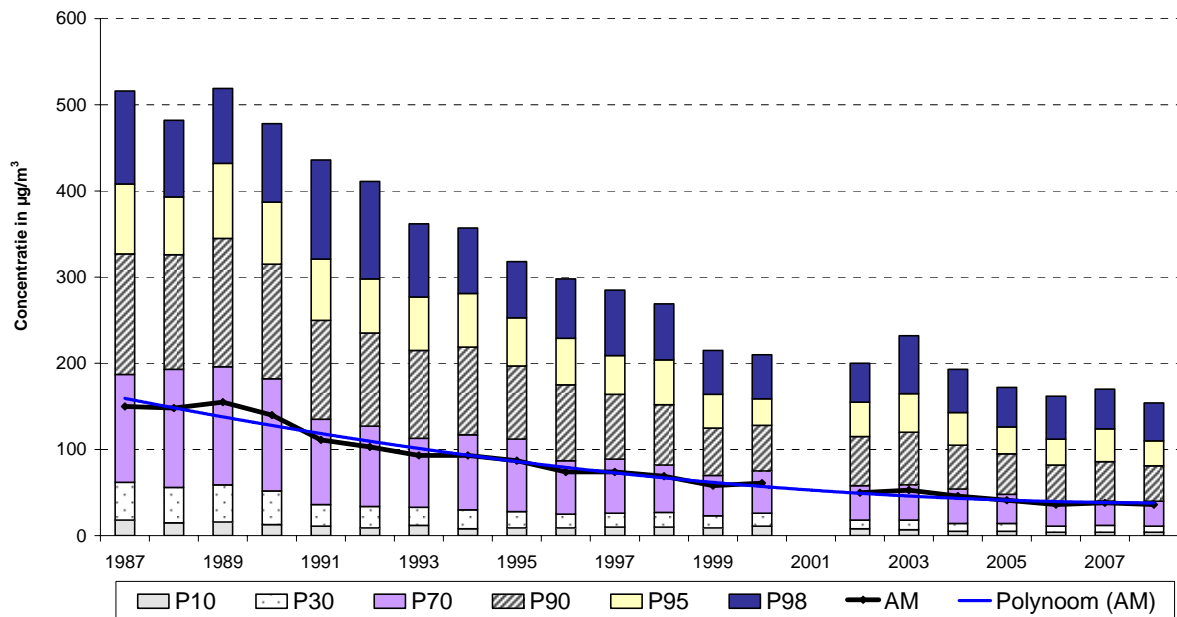
In de figuren 4.16 wordt het gemiddeld NO-dagverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*.

In de op het verkeer gerichte meetposten zijn de NO-concentraties gemiddeld hoger op werkdagen en hoger op zaterdag dan op zondag. Tussen werkdag, zaterdag en zondag treedt er bovendien een verschuiving in de tijd op van het dagprofiel. De ochtendpiek op zaterdag valt later op de dag en is minder uitgesproken. In de late uren van de nacht van zaterdag op zondag is er een lichte toename van de NO-concentratie. Op zondag is er helemaal geen ochtendpiek en de avondpiek is breed uitgesmeerd vanaf de namiddag tot aan het begin van de nacht.

De NO-concentraties zijn systematisch hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen, hoger op zaterdag dan op zondag en hoger tijdens de winter- dan tijdens de zomerperiode.

In figuur 4.17 worden de niveaus gemeten in 1989 en 2008 met elkaar vergeleken. Daartoe wordt de evolutie van het dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' weergegeven. In de grafiek bovenaan worden de resultaten van de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2008 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. De concentraties gemeten in de periode 2007/08 zijn beduidend lager dan de meetwaarden uit de periode 1989/90.

**NO te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

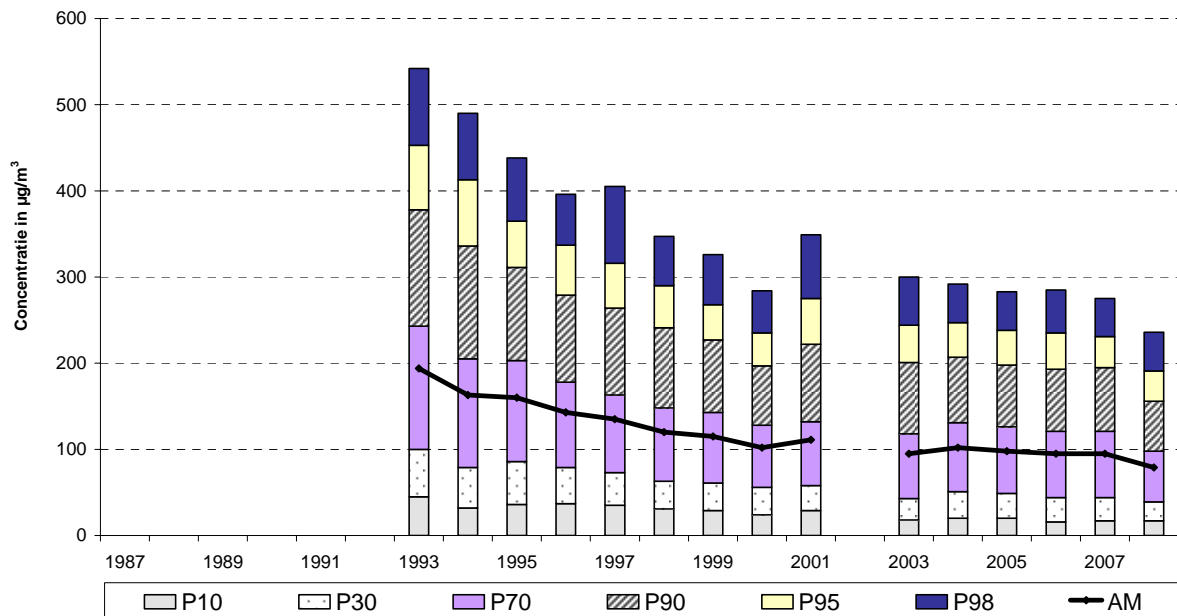
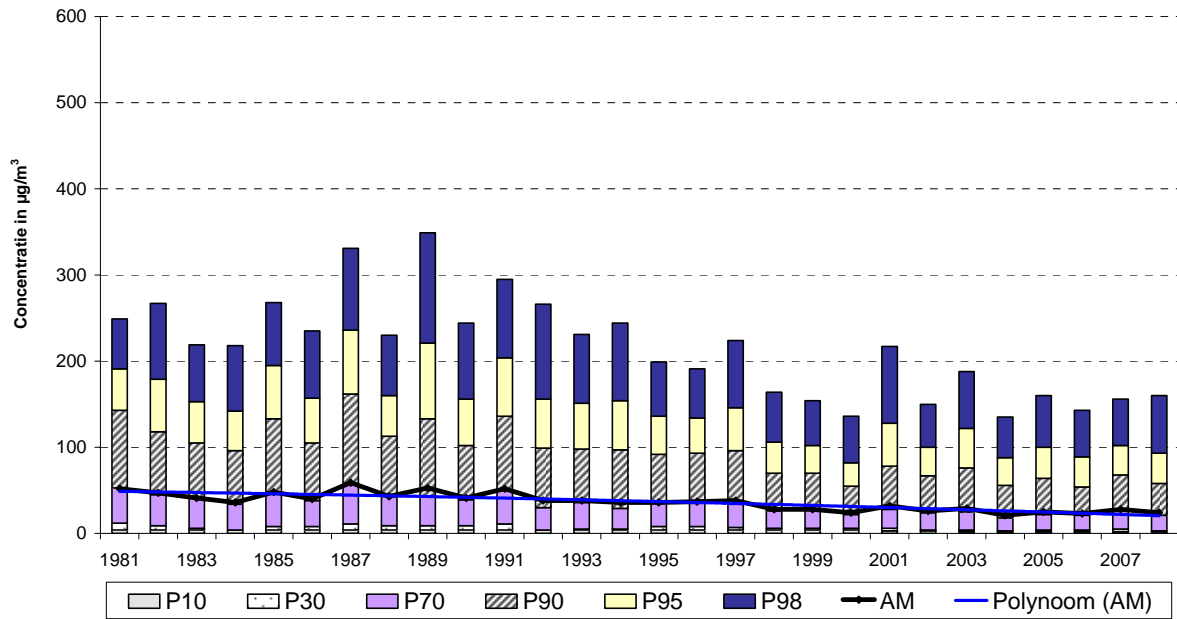


Fig. 4.11: Evolutie NO-concentratie te Elsenekroonlaan (R002) en Kunstwet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

**NO te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

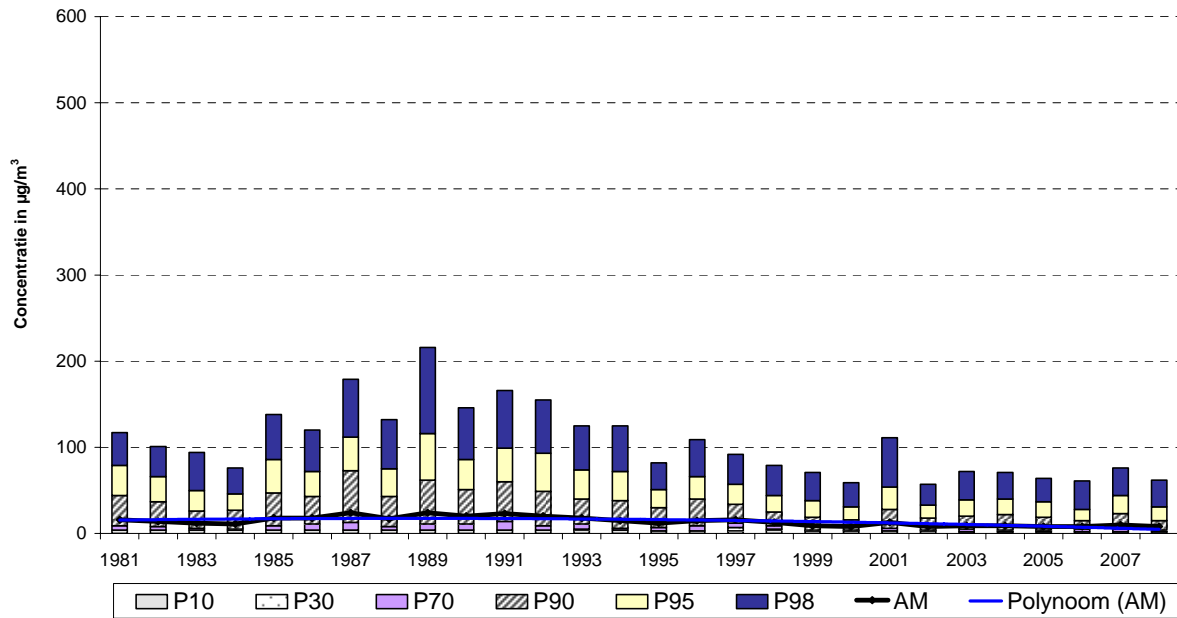
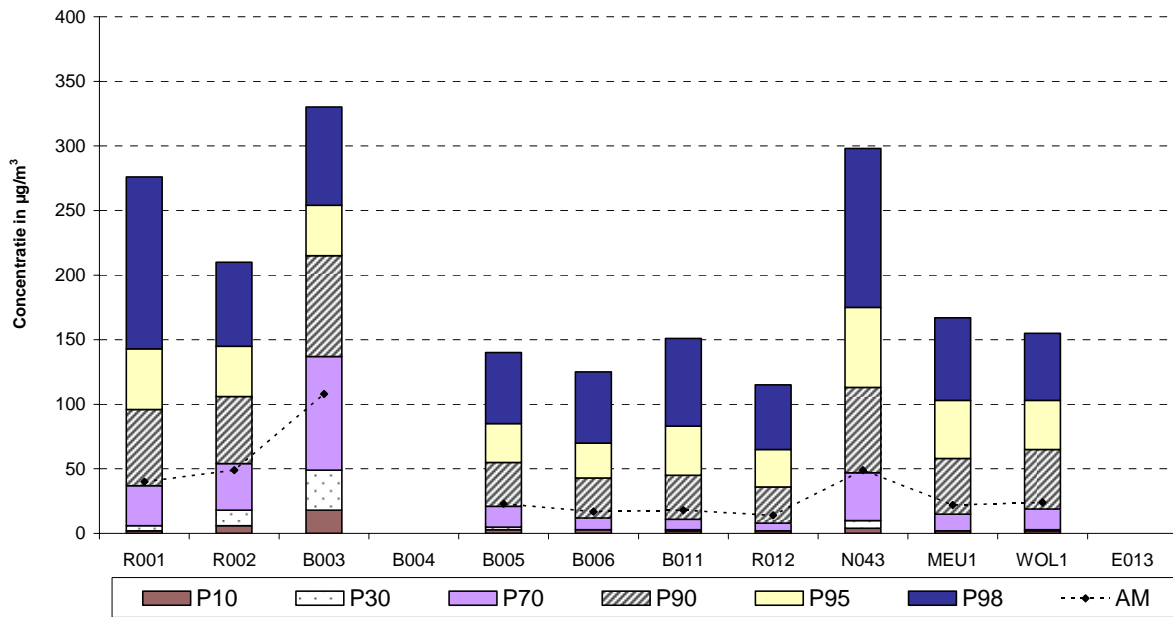


Fig. 4.12: Evolutie van de NO-concentratie te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012)  
 Periode 1981 - 2008



**NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"



**NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"

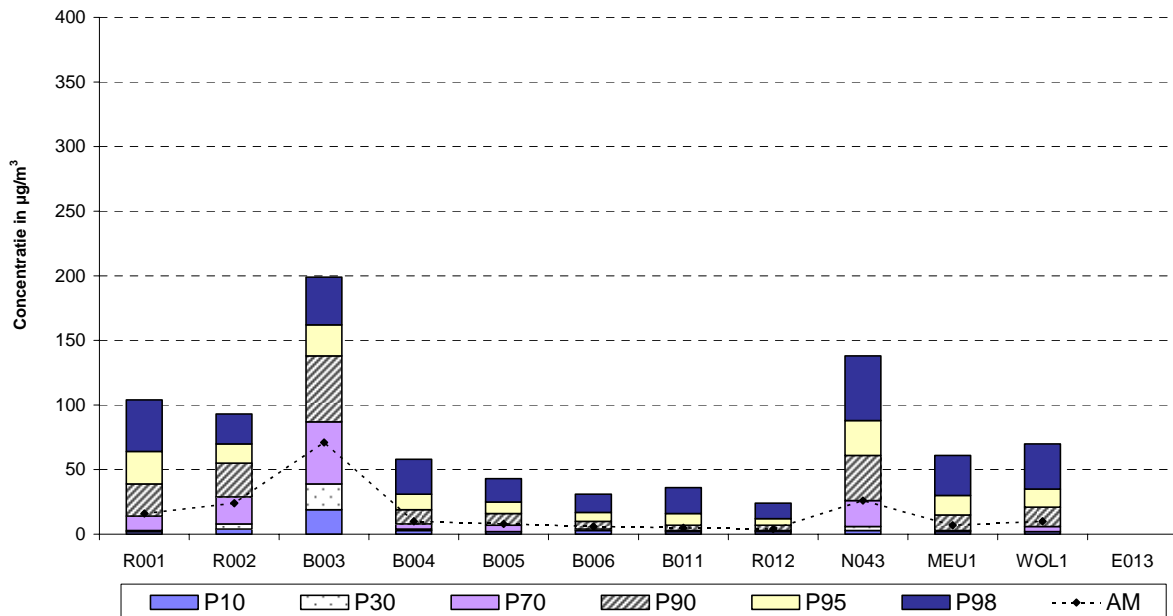


Fig. 4.13: Vergelijking van de NO-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

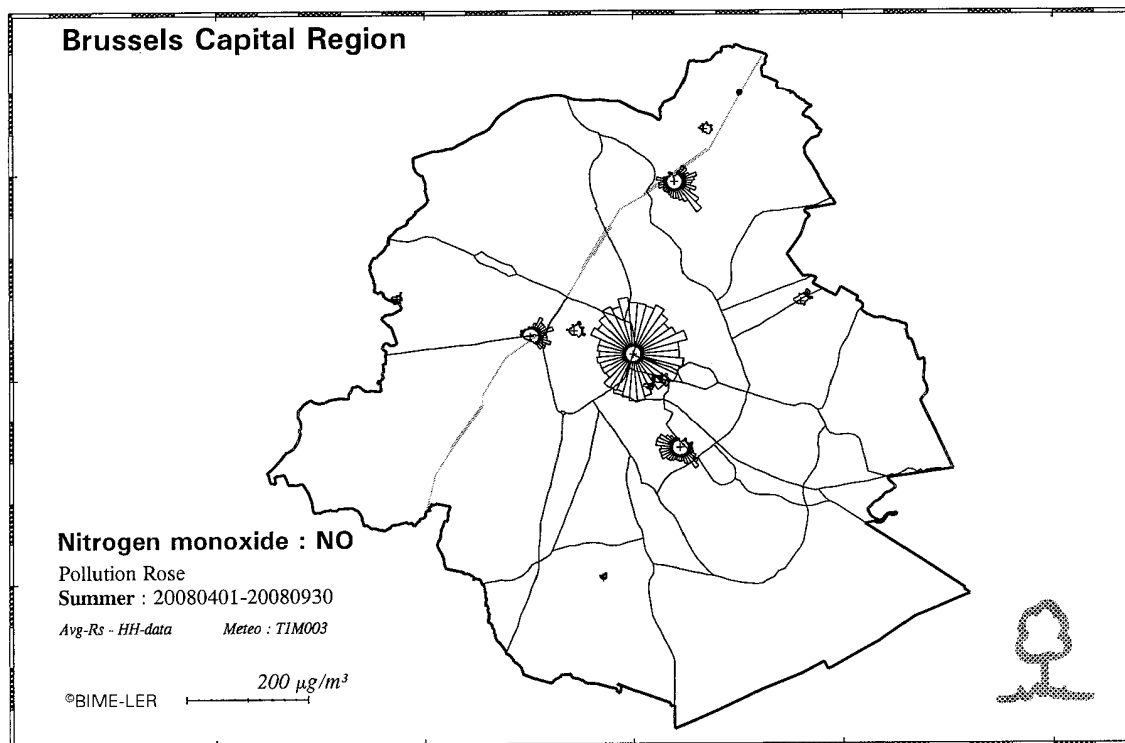
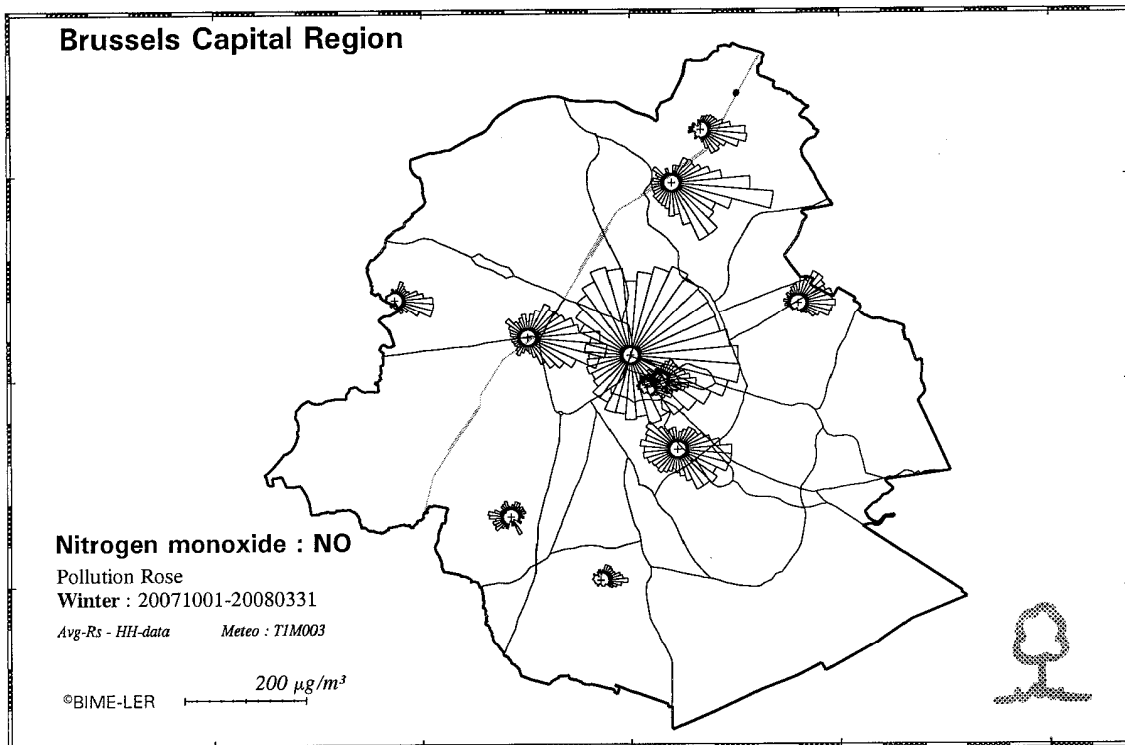
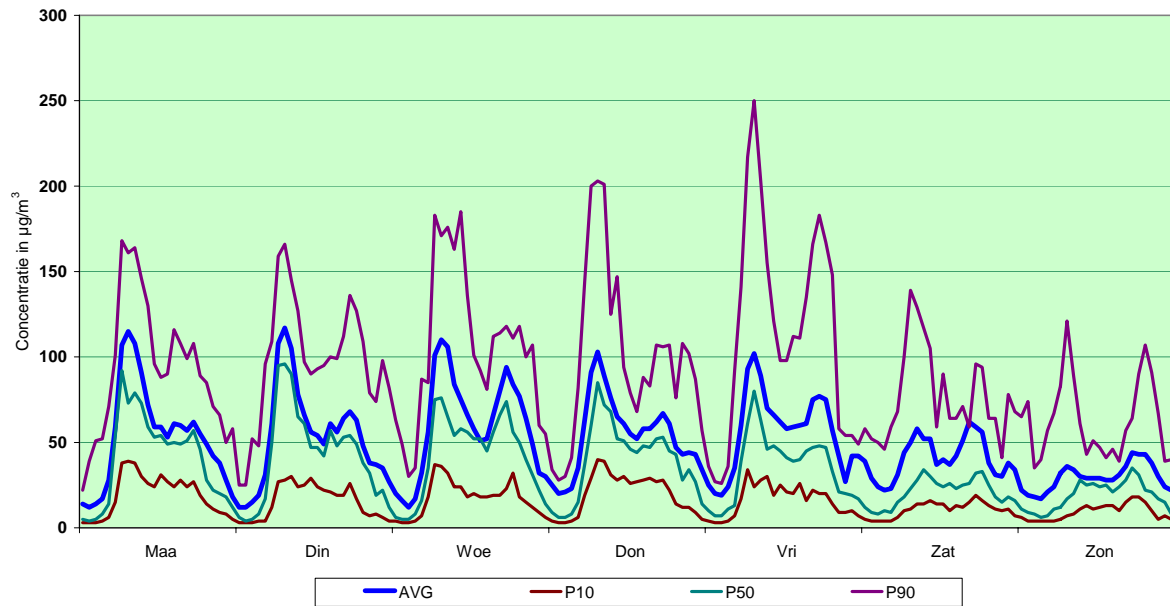


Fig. 4. 14: NO-pollutierozen: ruimtelijke spreiding NO-concentratie tijdens winter en zomer

**NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

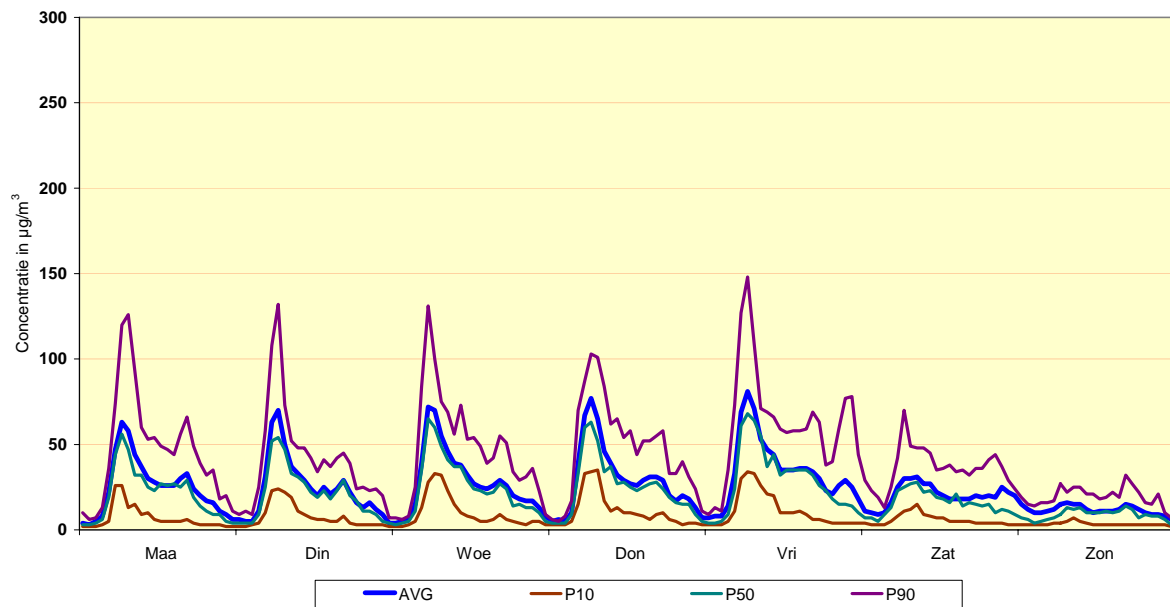
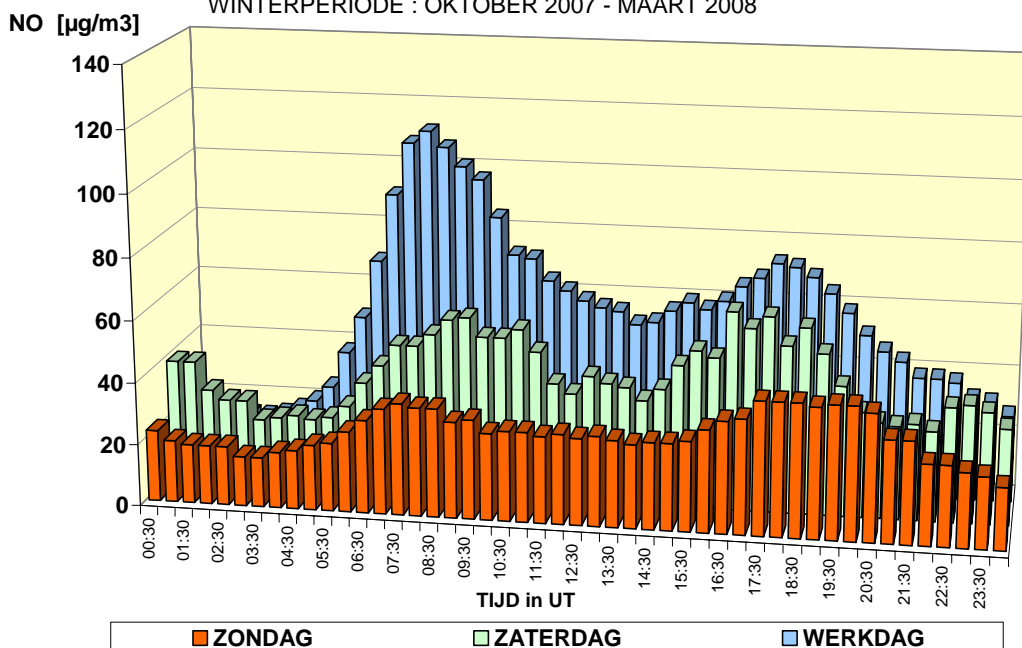


Fig. 4.15: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

**NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

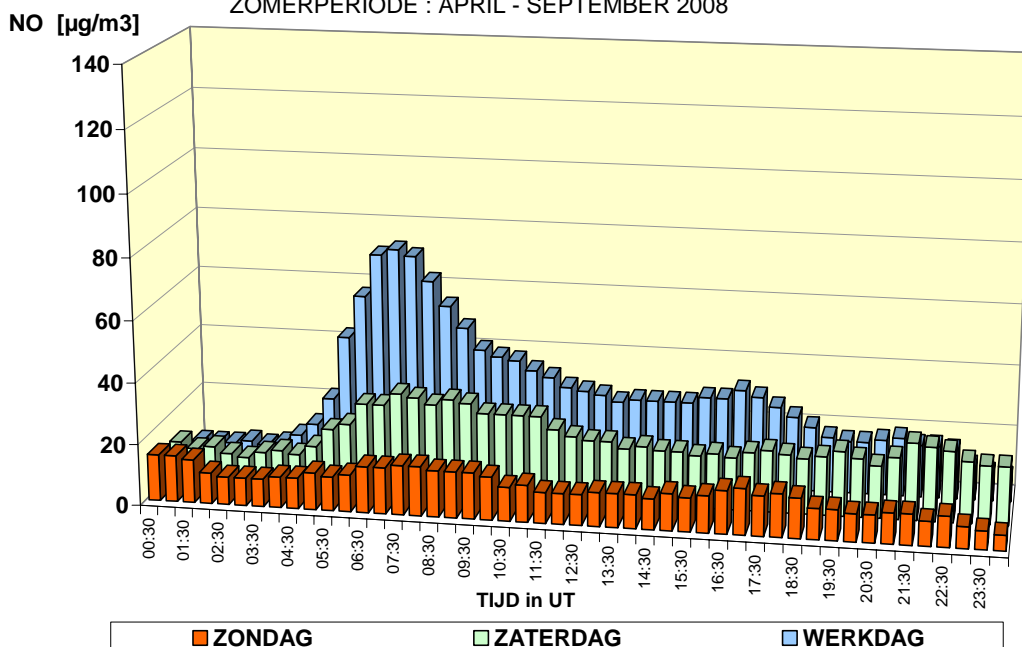


Fig. 4.16: Gemiddeld NO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

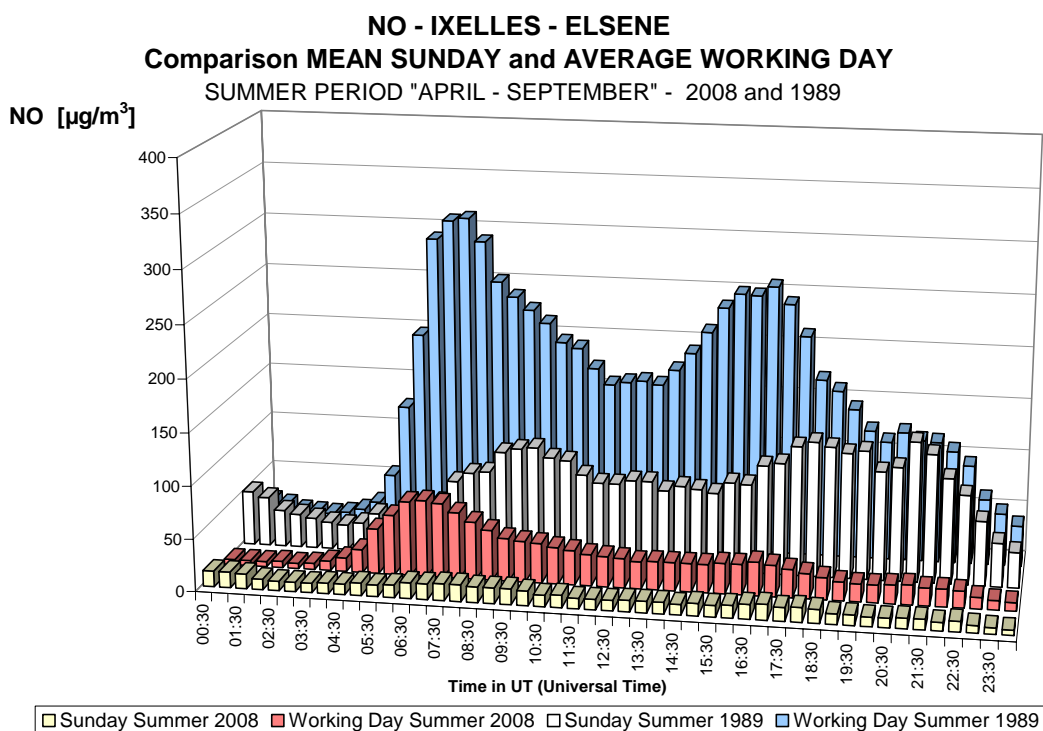
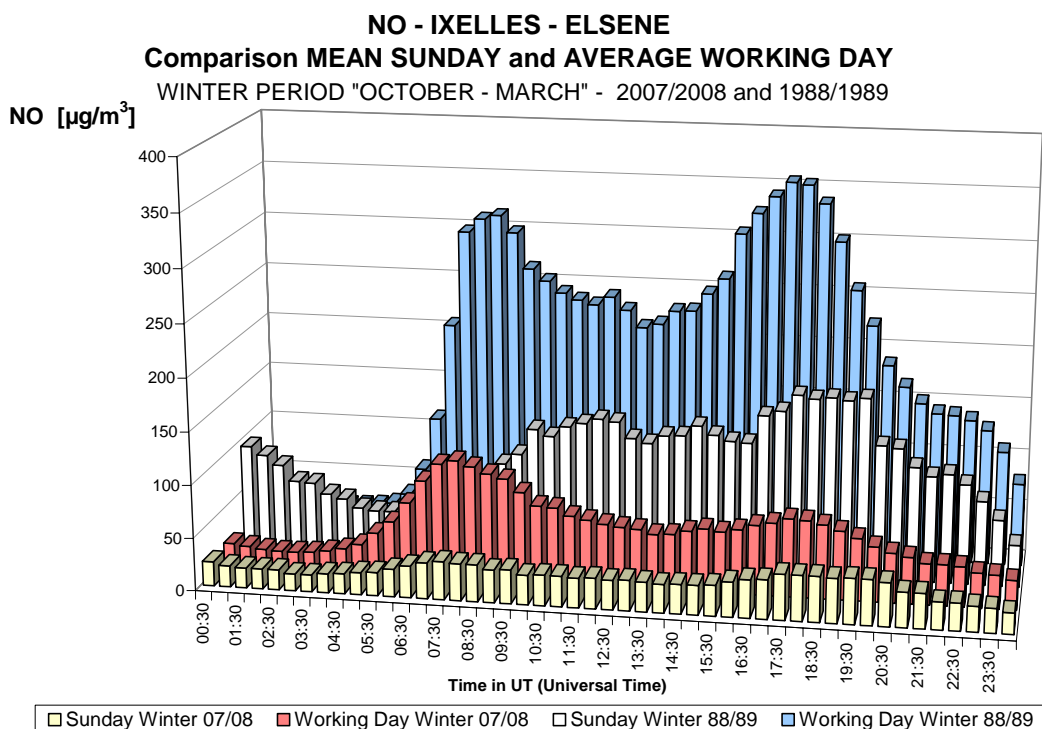


Fig. 4.17: Evolutie NO-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) – Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2007-2008 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2008 (grafiek onderaan)

### 4.1.3 STIKSTOFOXIDEN (NO<sub>x</sub>)

De NO<sub>x</sub>-concentratie is de som van de concentraties van NO en NO<sub>2</sub>, beide uitgedrukt in equivalente massaconcentratie NO<sub>2</sub>:  $[NO_x] = 1.53 [NO] + [NO_2]$ ; eenheden in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De eerste systematische NO<sub>x</sub>-metingen in België werden in 1973 door de afdeling “Lucht” van het IHE (Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie) uitgevoerd in de Kroonlaan te Brussel. De resultaten van de metingen zijn niet in detail bewaard gebleven. Naar aanleiding van de toenmalige autoloze zondagen (oliecrisis) is evenwel het gemiddeld NO<sub>x</sub>-dagprofiel, berekend voor het gehele kalenderjaar 1973 en voor de autoloze zondagen, bewaard gebleven.

In figuur 4.18 wordt het gemiddeld NO<sub>x</sub>-dagprofiel van 1973 vergeleken met het NO<sub>x</sub>-dagprofiel berekend voor de kalenderjaren 1989, 1999, 2002, 2005 en 2008. In 1973 gebeurden de metingen op dezelfde plaats als het huidige meetpunt in de Kroonlaan te Elsene. Dit meetpunt is typisch voor een straat met veel verkeer en met aaneengesloten bebouwing langs beide zijden van de weg (*canyon street*).

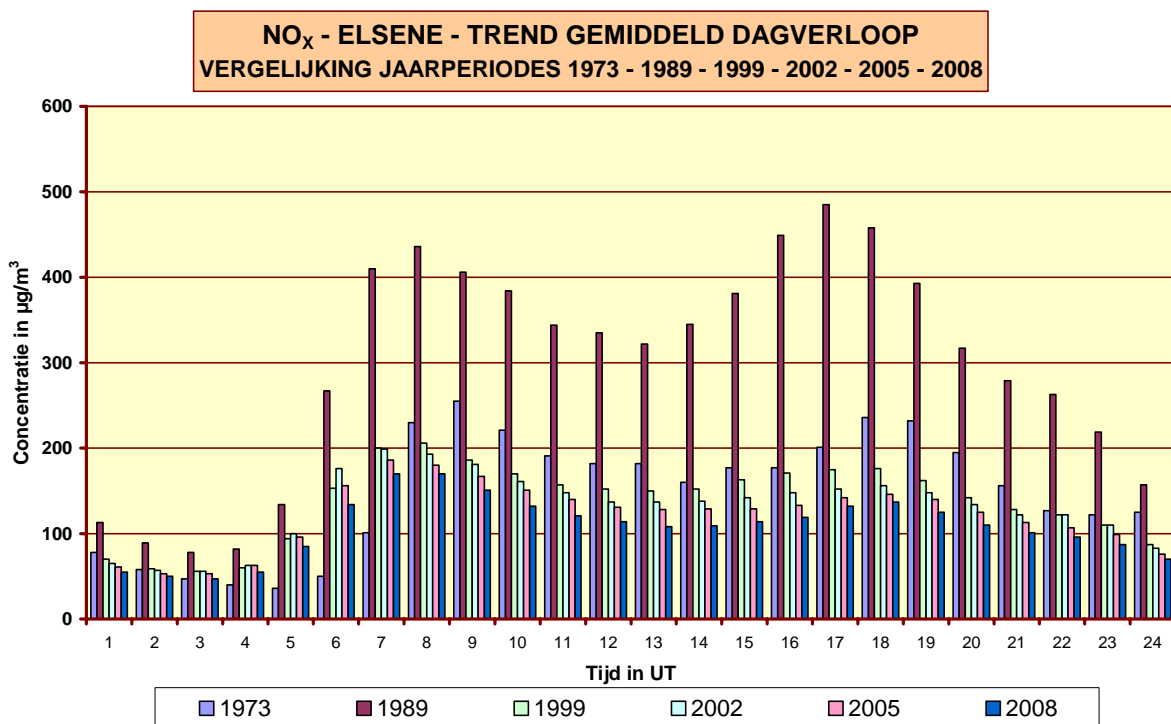
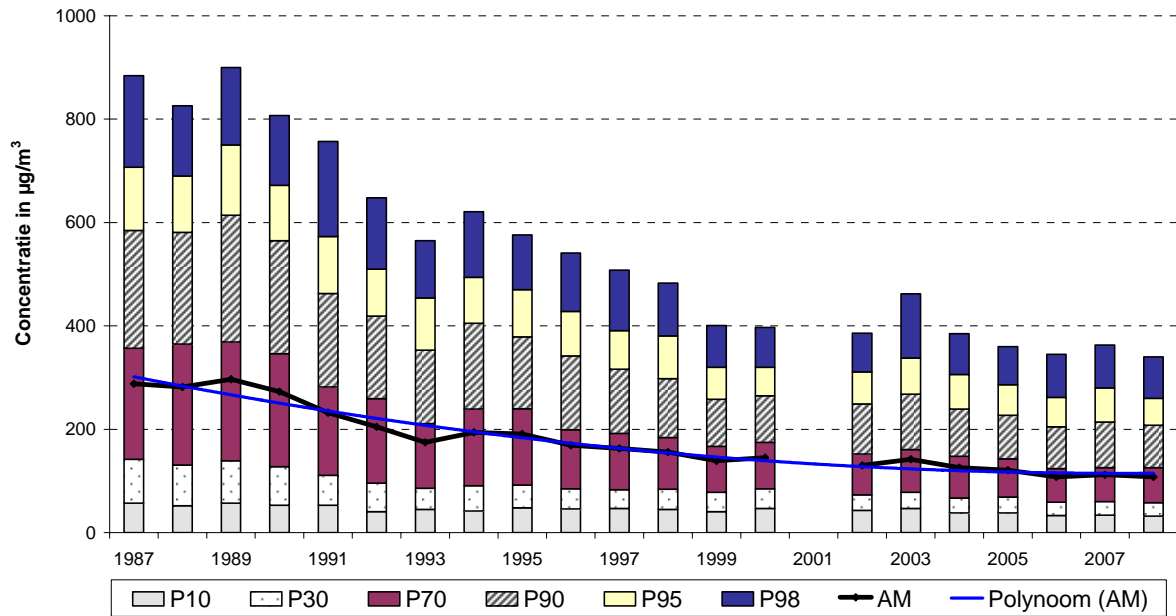


Fig. 4.18: NO<sub>x</sub> te Elsene - Evolutie gemiddeld dagverloop in 1973, 1989, 1999, 2002, 2005 en 2008

Tussen 1973 en 1986 werden er in deze omgeving geen systematische NO<sub>x</sub>-metingen uitgevoerd. In die periode evenwel zijn de NO<sub>x</sub>-concentraties gevoelig toegenomen als gevolg van het steeds toenemende verkeer. De NO<sub>x</sub>-concentraties bereiken zowat een maximum rond 1989/1990 om van dan af opnieuw te dalen. Dit kan opgemaakt worden uit de evolutie in de tijd van de NO-concentratie (fig. 4.11 en 4.12) en de NO<sub>x</sub>-concentratie (fig. 4.19). Vanaf 1989 was de driewegkatalysator verplicht op nieuwe wagens met een benzinemotor van meer dan 2000 cc. en vanaf 1993 geldt de verplichting voor alle nieuwe wagens met benzinemotor.

**NO<sub>x</sub> te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO<sub>x</sub> te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

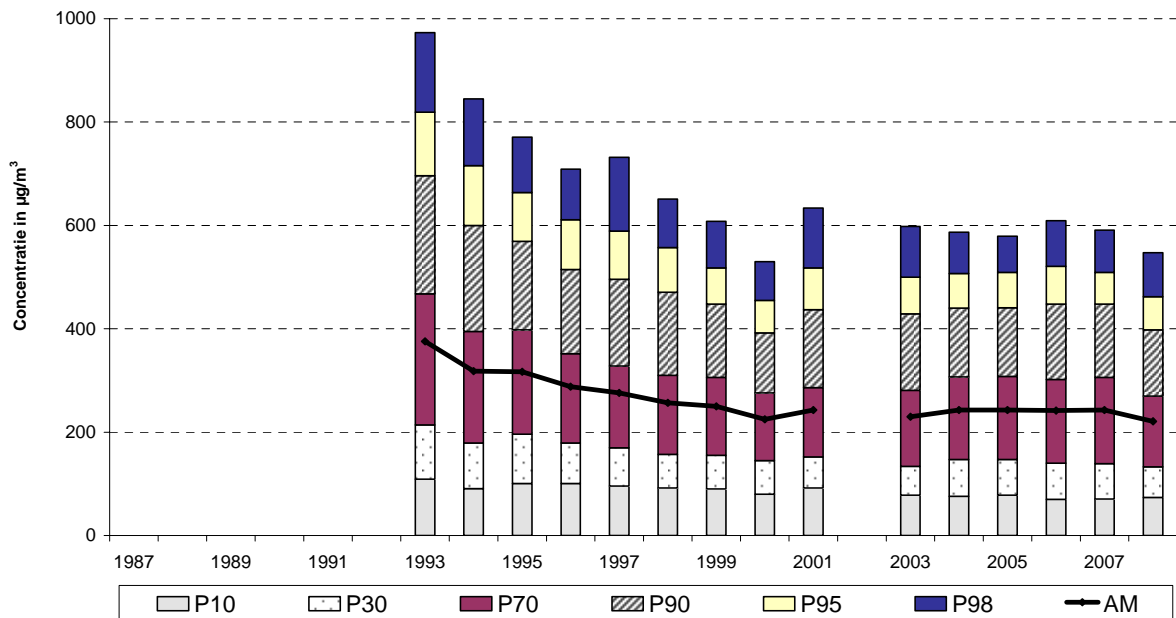


Fig. 4.19: Evolutie NO<sub>x</sub>-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

#### **4.1.4 Rendement NO<sub>x</sub>-metingen en betrouwbaarheid**

In bijlage VIII van de richtlijn 1999/30/EG en bijlage I van de richtlijn 2008/50/EG worden doelstellingen geformuleerd betreffende de kwaliteit van de meetgegevens en de verzameling van de resultaten ter beoordeling van de luchtkwaliteit. Voor continue metingen wordt een nauwkeurigheid van 15% vereist en een minimale gegevensvastlegging van 90%.

De kwaliteit van de meetresultaten wordt o.m. bepaald door de nauwkeurigheid van de referentiestandaard en de transferstandaard (ca. 2%), de reproduceerbaarheid van de interne standaard van elke meetpost (ca. 1%) en de toegelaten afwijking bij de uitvoering van de regelmatige controletesten (6% voor NO en 7% voor NO<sub>2</sub>).

De betrouwbaarheid van de referentiestandaard (IRCEL-ijkbank) wordt regelmatig gecontroleerd door deelname aan internationale vergelijkende testen in het kader van de kwaliteitsprogramma's georganiseerd door de EG of de WHO. Na overleg in de intergewestelijke cel voor leefmilieu (interregionale samenwerking) werd in 1998 door het BIM en het Waals Gewest deelgenomen aan testen van de WHO (Offenbach) over NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO en BTeX, en in 1999 door de VMM aan de EG-testen (Essen) over NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO en SO<sub>2</sub>.

In 1999, 2000 en 2004 werd door de VMM, met ondersteuning van de intergewestelijke ijkbank en het BIM, deelgenomen aan campagnes te Essen (1999 - SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> en CO), te Londen (2000 - O<sub>3</sub>) en bij AirParif in Parijs (2004 - NO<sub>x</sub> en O<sub>3</sub>). In 2004 en 2005 werd door Issep deelgenomen aan vergelijkende testen met Franse meetnetten. In 2006 nam het Issep deel aan een WHO/JRC campagne te Langen en de VMM nam in 2007 deel aan een campagne te Essen. Telkens werden bijzonder goede resultaten behaald.

Het grootste deel van de metingen heeft een nauwkeurigheid die beduidend beter is dan de opgelegde 15%-onzekerheid. Dank zij technische verbeteringen is het gehele meetsysteem stabiel geworden in de tijd en op de verschillende meetplaatsen bedraagt de opbrengst van gegevens thans ca. 90% (zie tabel IV.9). Als voornaamste technische verbeteringen gelden de installatie van onderhoudsarme "*permapure-drogers*" in het circuit van de "*zero- en span-lucht*", de ingebruikname van massadebietregelaars voor de verdunning van de ijkgasconcentraties en het gebruik van NO<sub>x</sub>-toestellen die slechts een beperkte drift van het meetsignaal vertonen.



Tabel IV.9: **NO<sub>x</sub>-UURWAARDEN : RENDEMENT Meetgegevens**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperiodes

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

%	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	66.8							48.8				
1982	56.7							31.1				
1983	49.4							59.8				
1984	67.3							64.5				
1985	58.1							56.8				
1986	68.5	33.2						68.5				
1987	71.4	94.0						72.6				
1988	69.4	95.5						73.0				
1989	76.5	95.8						80.6				
1990	73.6	94.0						66.1				
1991	79.9	71.2						84.1				
1992	79.2	75.0						74.1				
1993	81.6	66.5	76.3				88.5	82.9				
1994	76.6	83.5	77.3				89.0	84.5			67.2	
1995	83.2	81.3	50.0				85.5	84.3			89.5	
1996	74.7	79.8	83.1				84.2	84.6			91.8	58.8
1997	80.0	77.0	86.8				77.8	86.1			82.1	73.6
1998	83.9	84.0	86.5				84.9	88.4	88.0		89.7	86.7
1999	91.0	90.0	89.2				88.8	92.6	91.9	14.2	87.7	86.9
2000	90.6	90.1	92.9	5.8			92.9	93.2	88.9	86.1	93.6	71.7
2001	94.7	37.3	87.9	93.9	19.5	27.9	92.4	93.0	91.9	92.4	25.0	46.7
2002	93.4	59.8	43.9	93.6	92.1	95.1	86.8	89.5	86.7	93.2	88.5	69.4
2003	94.4	94.2	92.1	95.3	94.2	92.6	95.6	94.2	95.5	95.2	91.3	91.3
2004	94.9	97.0	95.0	97.0	93.8	96.9	90.0	96.6	94.6	95.6	92.0	90.8
2005	96.4	96.6	92.5	92.1	95.6	96.8	96.9	94.2	94.9	94.4	89.4	92.7
2006	95.7	94.3	95.4	16.1	95.0	95.0	93.3	96.9	91.5	96.3	92.6	93.7
2007	96.3	96.7	94.9		90.1	90.1	96.8	96.8	93.1	88.2	91.8	73.0
2008	96.3	97.4	60.8	76.8	96.7	97.0	94.4	95.6	86.8	96.2	95.8	16.3

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens

## 4.2 OZON (O<sub>3</sub>)

In West-Europa is ozon een typische pollutant voor de zomerperiode. In de lagen van de troposfeer, juist boven de menglaag, is ozon steeds aanwezig in een vrij stabiele concentratie. In de onderste lagen van de troposfeer (de menglaag) is de ozonconcentratie minder stabiel en zo kan ze variëren van het nulniveau tot ca. 200 à 250 µg/m<sup>3</sup> op warme zomerdagen. Ozon wordt niet rechtstreeks in de atmosfeer uitgestoten, maar wordt als eindproduct gevormd in een complex fotochemisch reactieproces. Om deze reden wordt ozon een ‘*secundaire pollutant*’ genoemd.

Bij zonnige periodes met hoge temperatuur komt, onder invloed van de UV-straling uit het zonnespectrum, een reactieproces op gang in de luchtmassa's die reeds vooraf verontreinigd zijn met stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen (VOS). De ozonconcentratie neemt in de loop van de dag toe en bereikt een maximale waarde in de late namiddag of tijdens de avonduren. Stikstofoxiden en VOS worden de ‘*voorlopers*’ of ‘*precursoren*’ van de ozonvorming genoemd.

Het concentratieniveau dat wordt bereikt, is afhankelijk van tal van beïnvloedende parameters: de *intensiteit* en de *duur* van de *UV-straling*, de *temperatuur*, de *graad van bewolking*, de *luchtvochtigheid*, de *stabiliteit van de luchtlagen*, de *hoogte van de menglaag*, de *windsnelheid* en –*richting*, etc. ...

Lucht afkomstig van over het continent is droger en vooraf reeds meer verontreinigd dan lucht afkomstig van over de oceaan. Een felle wind zorgt voor een groter verdunnend effect dan een zwakke wind. Onstabiele lucht zorgt voor een betere doormenging in de hoogte, met lagere concentraties aan de grond tot gevolg.

Bij stabielere luchtlagen of bij een geringere mennghoogte blijft de vervuiling geconcentreerd in een nauwe luchtlaag dicht tegen de grond. In dit geval zijn de concentraties hoger dan gewoonlijk. Bij de bespreking van de meteorologische parameters (punt 2) wordt aangegeven dat de hoogste ozonconcentraties meestal voorafgegaan worden door een inversie van de temperatuur (grondinversie) tijdens de ochtenduren.

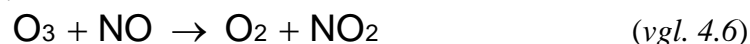
De ozonconcentratie op een bepaalde plaats gemeten, is steeds de resultante van twee simultaan verlopende processen: een eerder langzaam verlopende ‘*ozonvorming*’ (meerdere uren) en een vrij snel verlopende ‘*ozonafbraak*’ (één tot enkele minuten). Aan de basis van de ozonvorming ligt de fotolyse (splitsing onder invloed van fotonen) van een NO<sub>2</sub>-molecule.



Het vrijgekomen zuurstofatoom reageert met een zuurstofmolecule tot vorming van ozon:



De voornaamste reactie die aanleiding geeft tot afbraak van ozon is de directe titratie met stikstofmonoxide:



(*titratie is een chemische analytische methode voor de kwantitatieve bepaling van een bepaalde component via een gedoseerde toevoeging van een reactiestof tot het chemisch evenwicht wordt bereikt*)

Bij afwezigheid van vluchtige organische stoffen zou er een dynamisch evenwicht ontstaan tussen de ozonvorming (vgl. 4.4 en 4.5) en de ozonafbraak (vgl. 4.6). Het instellen van dit evenwicht wordt evenwel verstoord doordat het NO grotendeels geoxideerd wordt tot NO<sub>2</sub> in een reactie met radicalen, afkomstig van vluchtige organische stoffen. Hierdoor is het NO niet beschikbaar voor de vernietiging van ozon en het gevormde NO<sub>2</sub> kan opnieuw gesplitst worden onder invloed van de UV-straling en ozon vormen.

Eénzelfde molecule NO<sub>2</sub> kan a.h.w. aanleiding geven tot de vorming van meerdere O<sub>3</sub>-moleculen. Dit kettingproces kan zelfs bij lage concentraties van de *precursoren* leiden tot een overmatige ozonvorming.

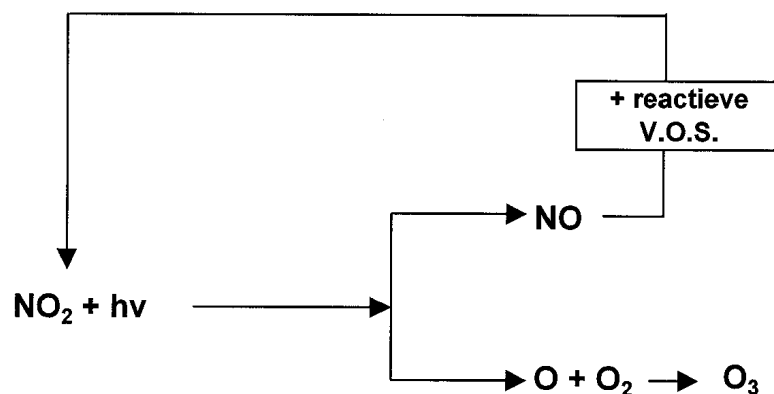


Fig. 4.20: vereenvoudigd reactieschema voor excessieve ozonvorming

De pollutanten verantwoordelijk voor ozonvorming en ozonafbraak behoren tot dezelfde groep en zijn in ruime mate van dezelfde bronnen (wegverkeer) afkomstig. Noodmaatregelen voor een onmiddellijke vermindering van de uitstoot van precursoren hebben eveneens een vermindering van de ozonafbraak tot gevolg. Hierdoor kunnen de ozonconcentraties toenemen, waardoor een resultaat bekomen wordt dat tegengesteld is aan het beoogde.

Algemeen wordt aangenomen dat er pas een duidelijke vermindering van de ozonvervuiling kan komen mits er emissiereducties (v/d precursoren) worden gerealiseerd die *drastisch* (minimum 50 à 60%), *grootschalig* (een groot gedeelte van West-Europa) en *bestendig* zijn in de tijd.

Weekendeffect: een aanwijzing voor een eventuele toename van de ozonconcentratie bij het nemen van noodmaatregelen vormt het opvallend onderscheid in de situatie op een “gemiddelde werkdag” enerzijds en een “gemiddelde weekend- of feestdag” anderzijds. Net als tijdens de vorige zomerperiodes (1994 t/m 2005) waren de ozonconcentraties ook tijdens de zomerperiodes van 2006, 2007 en 2008 gemiddeld hoger op niet-werkdagen.

De meteorologische situatie op werkdagen of niet-werkdagen is niet zeer verschillend en kan dus niet aan de basis liggen van de verschillen in gemiddelde ozonconcentratie. De meest waarschijnlijke hypothese voor de verschillen in ozonconcentratie op beide types dagen is het veranderende emissiepatroon (verkeerssituatie) op respectievelijk werkdagen en niet-werkdagen. Op niet-werkdagen zijn de verkeersmissies in het Gewest lager, waardoor er minder NO beschikbaar is voor de ozonafbraak.

In de ozonrapporten van het Europees Milieu-Agentchap wordt aan deze problematiek een apart hoofdstuk gewijd. In het overgrote deel van de meetposten van de lidstaten wordt een verschil vastgesteld tussen de gemiddelde ozonconcentratie op werkdagen en niet-werkdagen. In de Verenigde Staten is dit verschijnsel het voorwerp van een grootschalig onderzoeksprogramma, waarbij alle beschikbare informatie (emissies en concentraties) opnieuw intens wordt onderzocht, ten einde het weekend verschijnsel en zijn tendensen te verklaren t.o.v. de evoluties in de  $\text{NO}_x$ - en VOS-emissies.

Ruimtelijke verdeling van de ozonconcentratie: een proces met enkel maar ozonvorming zou wellicht leiden tot een enigszins homogene verdeling van de ozonconcentratie over het Gewest. De ruimtelijke verdeling van de ozonconcentratie is echter niet homogeen. Dit is vooral een gevolg van ozonafbraak, die van plaats tot plaats zeer verschillend kan zijn.

In een verkeersdrukke omgeving (b.v het centrum van de stad) is er een overmaat aan NO afkomstig van het verkeer. Het aanwezige ozon verdwijnt er gedeeltelijk door de oxidatie van NO tot  $\text{NO}_2$ . Aan de rand en windafwaarts van de brongebieden, waar er minder NO aanwezig is, kan de ozonvorming ongehinderd doorgaan. Daar komen ook de hoogste ozonconcentraties voor.

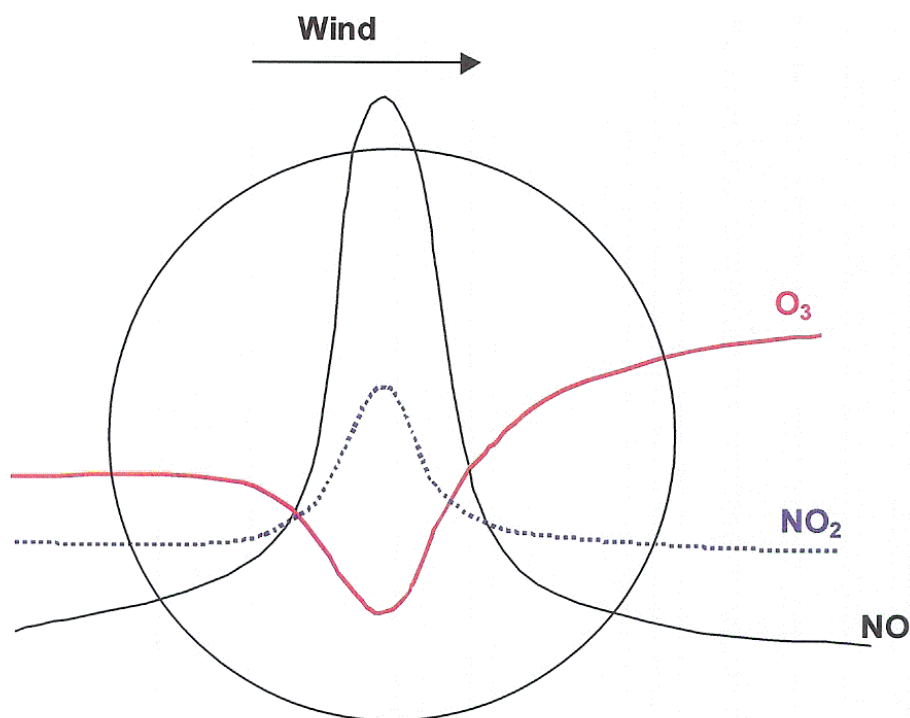


Fig. 4.21: Overmaat NO in het centrum zorgt voor een belangrijke ozonafbraak. In de rand en windafwaarts van het brongebied haalt de ozonvorming de bovenhand op de ozonafbraak.

Ozonconcentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden op 7 verschillende plaatsen van het telemetrisch meetnet permanent gemeten:

- Ukkel (41R012) sedert 1986
- St.-Ag.-Berchem (41B011) sedert januari 1993
- St.-Lambr.-Woluwe (41WOL1) sedert maart 1994
- Molenbeek (41R001) sedert september 1997
- Haren (41N043) sedert juli 1998
  
- St.-Katelijne (41B004) sedert december 2000
- Europees Parlement (41B006) sedert september 2001

#### 4.2.1 Reglementering O<sub>3</sub>

De richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG geven **twee streefwaarden**:

- **120 µg/m<sup>3</sup>** als **hoogste 8-uurwaarde van de dag**, niet te overschrijden op meer dan **25** dagen per kalenderjaar, gemiddeld over drie jaar
- **18.000 µg/m<sup>3</sup>.h** als **AOT-40**, gemiddeld over vijf jaar, berekend op basis van uurwaarden van mei tot juli (tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd)

Definitie “*streefwaarde*” : een niveau dat is vastgesteld met het doel om schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen en dat voor zover mogelijk binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt.

De streefwaarden zijn te bereiken na 2010: m.a.w. 2010 zal het eerste jaar zijn, waarvan de gegevens worden gebruikt, om te berekenen of voor de volgende 3 of 5 jaar, naar gelang van het geval, aan de streefwaarden wordt voldaan.

De richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG geven verder twee langetermijndoelstellingen op:

- **120 µg/m<sup>3</sup>** als **hoogste 8-uurwaarde van de dag**, gedurende een kalenderjaar
- **6.000 µg/m<sup>3</sup>.h** als **AOT-40**, berekend op basis van uurwaarden van mei tot en met juli (tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd)

Definitie “*langetermijndoelstelling*” : een niveau dat op lange termijn zou moeten worden bereikt, behalve waar dit niet door proportionele maatregelen kan worden bereikt, met het doel de menselijke gezondheid en het milieu een doeltreffende bescherming te bieden

In de richtlijn 2008/50/EG wordt geen richtdatum meer opgegeven voor het bereiken van deze langetermijndoelstelling.

De richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG geven ook nog een **informatiedrempel** en een **alarmdrempel** :

- *informatiedrempel* : **180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **uurwaarde**
- *alarmdrempel* : **240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **uurwaarde**

Definitie "*informatiedrempel*" : een niveau waarboven kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor bijzonder kwetsbare bevolkingsgroepen, en voor wie een onmiddellijke en toereikende informatievoorziening noodzakelijk is.

Definitie "*alarmdrempel*" : een niveau waarboven een kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor de gezondheid van de bevolking als geheel, en bij het bereiken waarvan door de lidstaten onmiddellijk stappen dienen te worden ondernomen

*Voor de toepassing van artikel 24 (kortetermijnactieplannen) van de richtlijn 2008/50/EG moet gedurende drie opeenvolgende uren een overschrijding van de drempelwaarde worden gemeten of voorspeld.*

#### 4.2.2 Gemeten O<sub>3</sub>-waarden

De O<sub>3</sub>-niveaus P98, P50 en het rekenkundig gemiddelde (GEM), gemeten tijdens opeenvolgende zomerperiodes ‘*april – september*’, in de verschillende meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden weergegeven in tabel IV.10. De evolutie van de jaargemiddelde O<sub>3</sub>-concentratie wordt weergegeven in tabel IV.11.

In de tabellen is te zien dat de O<sub>3</sub>-resultaten in het jaar 2003, met de uitzonderlijke warme zomerperiode, tot de hoogste behoren sedert het begin van de waarnemingen. Deze zomerperiode was de warmste sedert de zomerperiode van 1976, toen er te Brussel (afdeling “Lucht” van het IHE) oriënterende O<sub>3</sub>-metingen werden uitgevoerd, ter voorbereiding van de installatie van ozontoeellen in het telemetrisch meetnet. De resultaten van deze testen zijn niet bewaard gebleven, maar tijdens de toen heersende tropische periode van eind juni 1976 werden regelmatig (meerdere dagen) uurwaarden genoteerd in de buurt van 200 à 240 µg/m<sup>3</sup>.

In de periode 2006-2008 waren er vooral hoge ozonwaarden tijdens de warme zomermaand van juli 2006. Ook tijdens de maand april 2007 werden opvallend hoge, bijna zomerse temperaturen opgetekend.

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat de hoogste ozonconcentraties gemeten worden te Ukkel (R012), St.-Agatha-Berchem (B011) en in de meetpost van het Europees Parlement (B006). De concentratieniveaus te Molenbeek (R001), St.-Katelijne (B004), Haren (N043) en Woluwe (WOL1) zijn lager.

De meetposten te Ukkel (R012) en St.-Agatha-Berchem (B011) staan niet bloot aan een directe uitstoot van het verkeer. Dit is ook, zij het in mindere mate, het geval voor de meetpost in het Europees Parlement (B006). Door de lagere NO-concentraties wordt er lokaal minder ozon afgebroken. De ligging van de meetposten is nagenoeg ideaal om, binnen een grootstedelijke agglomeratie, hogere ozonwaarden te kunnen meten.

Een grotere lokale ozonafbraak, o.a. door de verkeersgebonden NO-emissies ter hoogte van de meetposten te Molenbeek, St.-Katelijne, Haren en Woluwe, zorgt er voor lagere O<sub>3</sub>-concentraties. In het centrum van de stad en in nabijheid van de verkeersassen haalt de ozonafbraak het op de ozonvorming. Aan de rand en windafwaarts van de stad wordt de ozonvorming belangrijker dan de ozonafbraak.

Tabel IV.10: O<sub>3</sub>-UURWAARDEN : Centielen P98 en P50

ZOMERPERIODE : 1 APRIL – 30 SEPTEMBER  
[ Concentratie in µg/m<sup>3</sup> ]

P98	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				168	169		144
1995				182	183		168
1996				140	140		127
1997	--			161	149		124
1998	113			131	128	--	104
1999	120			138	146	126	109
2000	108			123	129	93	97
2001	128	122	--	149	151	135	--
2002	114	118	119	127	127	113	98
2003	144	150	152	162	169	147	139
2004	111	118	121	133	135	112	125
2005	118	127	123	134	139	114	112
2006	136	--	141	158	159	135	132
2007	103	--	120	124	132	113	103
2008	114	130	123	139	139	113	116

-- : minder dan 50% van de gegevens - (her)opstarten van de metingen

P50	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				43	51		35
1995				45	48		36
1996				42	44		32
1997	--			46	49		33
1998	43			48	51	--	36
1999	38			50	58	35	37
2000	38			45	50	27	30
2001	41	38	--	50	53	37	--
2002	41	41	48	47	51	36	32
2003	46	49	58	56	61	40	44
2004	41	43	50	49	55	35	45
2005	43	45	48	48	50	35	39
2006	45	--	53	54	58	38	43
2007	38	--	45	44	49	34	34
2008	44	45	50	50	57	32	40



Vervolg tabel IV.10: **GEMIDDELDE O<sub>3</sub>-CONCENTRATIE [µg/m<sup>3</sup>]**

**ZOMERPERIODE : 1 APRIL – 30 SEPTEMBER**

GEM	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				49	56		42
1995				53	58		45
1996				47	48		37
1997	--			52	53		38
1998	45			50	53	--	38
1999	42			54	61	41	40
2000	40			48	52	31	33
2001	44	42	--	53	57	43	--
2002	43	44	50	49	52	40	35
2003	50	53	61	59	64	46	48
2004	43	46	52	51	57	39	47
2005	45	47	51	50	54	39	42
2006	49	--	57	57	62	43	47
2007	40	--	48	47	53	38	37
2008	45	48	52	53	59	36	43

-- : minder dan 50% van de gegevens - (her)opstarten van de metingen

Tabel IV.11: JAARGEMIDDELDE O<sub>3</sub>-Concentratie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

GEM	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					35		
1987					32		
1988					30		
1989					37		
1990					38		
1991					31		
1992					29		
1993				30	34		
1994				35	41		37
1995				42	43		34
1996				31	34		28
1997	--			38	41		27
1998	34			38	41		29
1999	33			41	47	31	32
2000	33			40	43	25	27
2001	31	28	--	39	42	29	--
2002	33	32	38	38	41	30	27
2003	35	35	41	42	45	32	34
2004	31	32	38	38	43	28	34
2005	33	33	37	39	41	28	32
2006	35	--	40	43	47	31	35
2007	31	--	36	38	43	30	30
2008	35	37	40	42	47	29	34

-- : minder dan 50% van de gegevens - (her)opstarten van de metingen

#### 4.2.3 Overschrijdingen van de drempelwaarden voor ozon – richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG

##### Streefwaarde voor de volksgezondheid:

Volgens de richtlijnen mag het aantal dagen met een maximale 8-uurwaarde voor ozon, hoger dan  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemiddeld over 3 jaren, niet meer dan 25 bedragen vanaf het jaar 2010. Dit betekent dat 2010 het eerste jaar zal zijn waarvan de gegevens worden gebruikt om te berekenen of aan de streefwaarde voldaan zal worden tijdens de eerstvolgende periode van 3 jaar (2010-2011-2012).

In tabel IV.12 wordt de evolutie weergegeven van het aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid. De resultaten geven het aantal dagen met overschrijding, gemiddeld over 3 jaar, per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Tabel IV.12: **AANTAL DAGEN per jaar, gemiddeld over 3 jaar, met een MAXIMALE 8-UURWAARDE voor OZON hoger dan  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

PERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Periode	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986 - 1988					(4)			
1987 - 1989					13			
1988 – 1990					18			
1989 – 1991					22			25
1990 – 1992					16			21
1991 – 1993					16			18
1992 – 1994					21			25
1993 - 1995				26	29			31
1994 – 1996				28	28		17	31
1995 – 1997				28	27		14	31
1996 – 1998				20	18		8	22
1997 – 1999				21	21		6	25
1998 - 2000	7			15	18		4	19
1999 – 2001	10			19	22	10	(4)	23
2000 – 2002	10			16	17	9	3	19
2001 – 2003	15	14		26	25	17	11	29
2002 – 2004	11	14	16	23	24	13	11	27
2003 – 2005	11	16	17	24	25	14	12	29
2004 – 2006	11	11	16	22	24	11	11	26
2005 – 2007	11	--	15	20	23	11	8	24
2006 – 2008	8	--	16	22	24	11	8	25

*Bij de opmaak van deze tabel wordt rekening gehouden met een 75%-beschikbaarheid van de berekende 8-uurwaarden vooraleer de maximale 8-uurwaarde van de dag kan bepaald worden. De resultaten in deze tabel kunnen dan ook licht verschillend zijn (1 tot 2 dagen) met deze vermeld in eerder gepubliceerde rapporten.*

Tijdens de jaren 2006, 2007 en 2008 waren er in het Gewest respectievelijk 36, 16 en 23 overschrijdingsdagen. Voor de individuele jaargangen met een warme zomerperiode, vooral de maanden juli en augustus, worden er meer dan 25 overschrijdingsdagen geteld, terwijl het aantal dagen lager blijft dan 20 voor de jaargangen met een eerder middelmatige zomer.

De ozonmetingen in Brussel gaan terug tot 1986. De jaargangen met ozonrijke zomerperiodes waren 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 en 2006. Het hoogste aantal dagen met overschrijding van de maximale 8-uurwaarde werd, op jaarbasis en globaal voor het Gewest, vastgesteld in 2003 (45 overschrijdingsdagen), gevolgd door 1995 (43) en 2006 (36). Het corresponderende driejaarlijkse gemiddelde kan hierdoor uitstijgen boven de 25 overschrijdingsdagen.

Gemiddeld over 3 jaar zijn er tussen de 20 en 30 overschrijdingsdagen per jaar. Twee behoorlijk goede zomerperiodes, of één excellente, over een periode van 3 jaar kunnen leiden tot een toename van het gemiddeld aantal dagen boven de 25, de streefwaarde vanaf 2010. Het gemiddeld aantal overschrijdingsdagen over langere termijn (1989-2008) bedraagt ongeveer 25. Gezien de licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie, is nog geen zekerheid inzake de haalbaarheid van deze doelstelling vanaf het jaar 2010.

De evolutie van het aantal dagen met overschrijding van de streefwaarde van  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als maximale 8-uurwaarde, wordt weergegeven in de figuren 4.22 en 4.23, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en te Berchem. De grafieken geven het aantal overschrijdingsdagen weer per jaar, het gemiddelde aantal over 3 jaar en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen. De grafiek in fig. 4.24 geeft analoge resultaten weer, zij het globaal voor het meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

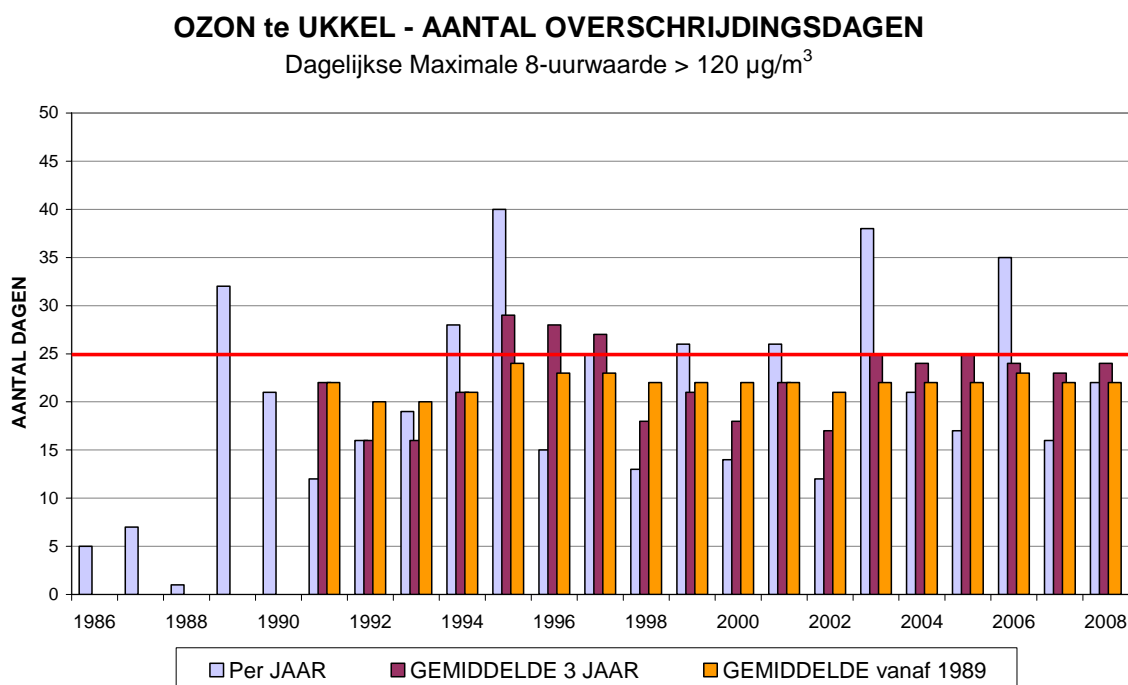


Fig. 4.22: Ozon te Ukkel: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid  
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar  
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

### OZON te BERCHEM - AANTAL OverschRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup>

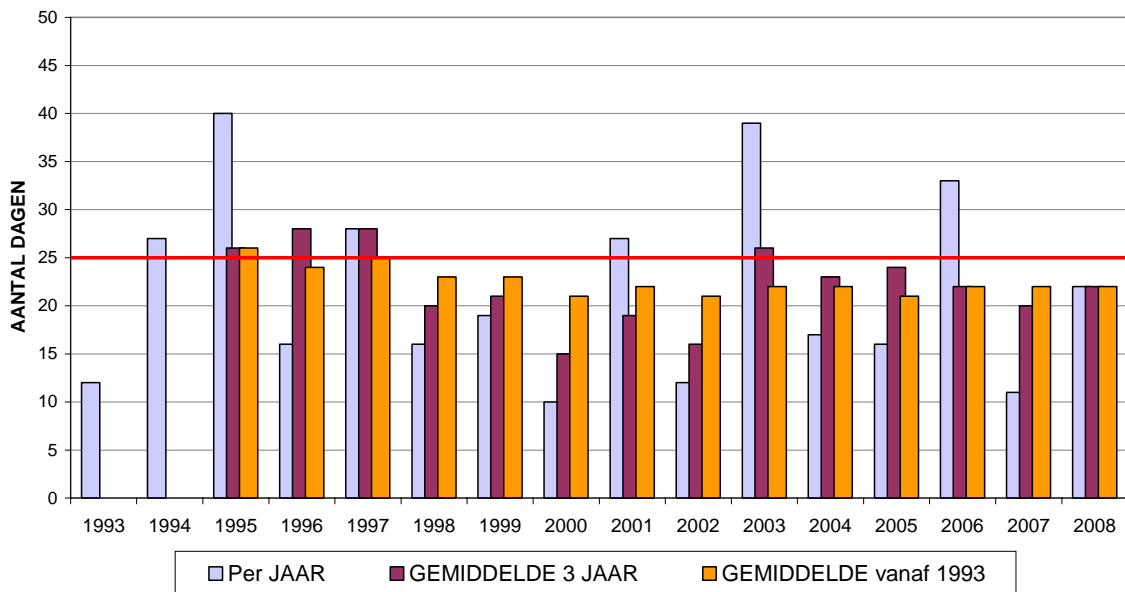


Fig. 4.23: Ozon te Berchem: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid  
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar  
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

### OZON - AANTAL OverschRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup>  
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

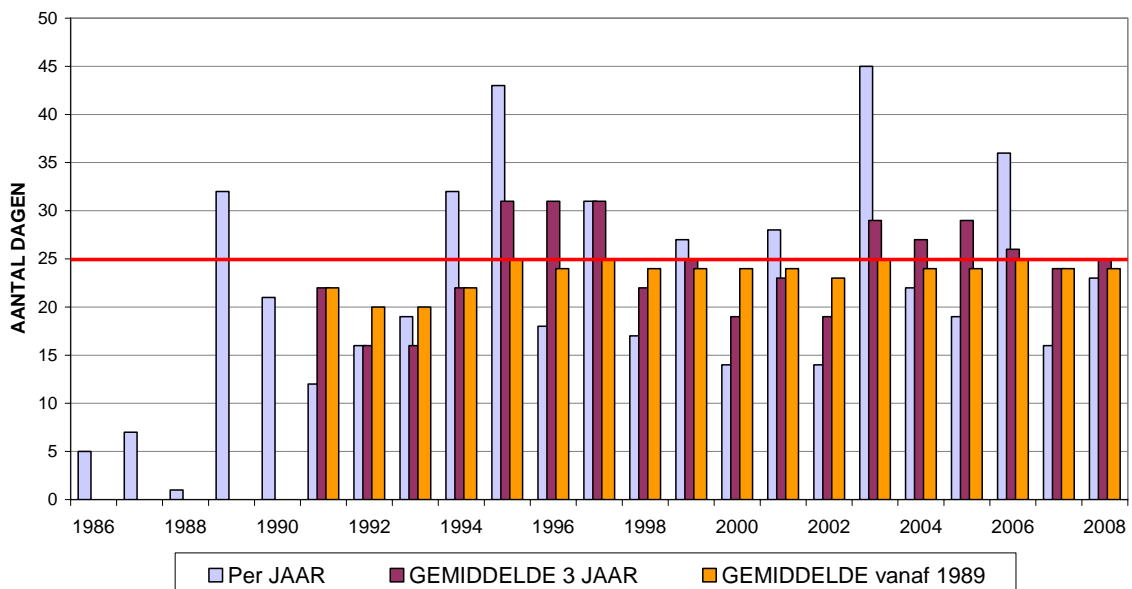


Fig. 4.24: Ozon : Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid  
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar  
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen, globaal voor het Gewest

Streefwaarde voor de vegetatie:

De O<sub>3</sub>-richtlijn geeft een streefwaarde aan ter bescherming van de vegetatie. De **geraamde AOT40** (= gemeten AOT40 omgerekend naar 100%-uurperiodes), bekomen voor de periode mei tot juli, tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd (MET), mag niet hoger zijn dan **18.000 µg/m<sup>3</sup>.h**, gemiddeld over 5 jaar. De streefwaarde dient bereikt te worden vanaf het jaar 2010. Dit betekent dat 2010 het eerste jaar zal zijn waarvan de gegevens gebruikt zullen worden om te berekenen of aan de streefwaarde voldaan zal worden tijdens de eerstvolgende periode van 5 jaar (2010-2011-2012-2013-2014).

De doelstelling op langere termijn is een AOT40 (mei-juli) niet hoger dan **6.000 µg/m<sup>3</sup>.h**.

Bij de bepaling van de gemeten AOT40 wordt de blootstelling boven de 40 ppb (= 80 µg/m<sup>3</sup>) gecumuleerd: voor de gegeven periode '1 mei – 31 juli' wordt voor elke uurperiode nagegaan of de waarde hoger is dan 80 µg/m<sup>3</sup> en de som van alle positieve overschotten (gedeelte boven de 80 µg/m<sup>3</sup>) wordt gemaakt.

Deze **gemeten AOT40** wordt pas aanvaard als minstens 90% van de uurwaarden beschikbaar is. Vervolgens wordt de gemeten AOT40 gecorrigeerd naar 100%-beschikbaarheid van de uurwaarden. Voor de **geraamde AOT40** geldt:

$$\text{AOT40}_{\text{geraamd}} = \text{AOT40}_{\text{gemeten}} * (\text{totaal aantal uurperiodes} / \text{aantal beschikbare uurwaarden})$$

Er is een verband tussen de aldus berekende **AOT40-MJ** (*mei-juli*) en de gemiddelde opbrengst van landbouwgewassen en grasland. Voor schade aan bossen wordt een AOT40-niveau berekend (8 – 20 h MET) over een 6 maanden durende periode, nl. van april tot september. De streefwaarde van de **AOT40-AS**, berekend voor deze periode, bedraagt 20.000 µg/m<sup>3</sup>.h.

De tabel IV.13 geeft de evolutie weer van de berekende waarden voor **AOT40-MJ** (*mei – juli*), gemiddeld over 5 jaar. Voor een aantal meetposten wordt de evolutie ervan grafisch weergegeven in figuur 4.25. Het niveau van de streefwaarde (18.000 µg/m<sup>3</sup>.h), te bereiken vanaf 2010, en de doelstelling over langere termijn (6.000 µg/m<sup>3</sup>.h) worden beiden aangeduid door een horizontale lijn over de gehele breedte van de grafiek.

De waarde van 18.000 µg/m<sup>3</sup>.h, streefwaarde voor een **AOT40-MJ** (*mei-juli*), gemiddeld over 5 jaar, wordt tot heden altijd gerespecteerd. Waarden beneden de streefwaarde op lange termijn (6.000 µg/m<sup>3</sup>) zijn nog niet direct te verwachten in de meetposten te Ukkel en St.-Ag.-Berchem.

De tabel IV.14 geeft de evolutie weer van de berekende waarden voor **AOT40-AS** (*april-september*), gemiddeld over 5 jaar. Voor een aantal meetposten wordt de evolutie ervan grafisch weergegeven in figuur 4.26. Het niveau van de streefwaarde (20.000 µg/m<sup>3</sup>.h) wordt eveneens in de grafiek aangeduid.

De waarde van 20.000 µg/m<sup>3</sup> voor de **AOT40-AS** (april – september) wordt meestal benaderd of nog in lichte mate overschreden (meetpost te Ukkel).

Tabel IV.13: **AOT40-MJ, GEMIDDELD over 5 JAAR**

AOT40-MJ – periode **MEI – JULI** (8 – 20 h MET)

[ AOT40 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  – Berekening voor 100%-beschikbaarheid]

Periode	AOT40 – MEI-JULI						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 – 1990					13.223		
1987 – 1991					12.914		
1988 – 1992					14.292		
1989 – 1993					15.906		
1990 – 1994					15.086		
1991 – 1995					16.366		
1992 – 1996					17.404		
1993 – 1997				15.273	16.554		
1994 – 1998				15.656	16.181		8.654
1995 – 1999				13.691	14.810		6.545
1996 – 2000				11.134	11.398		4.606
1997 – 2001	5.111			11.522	12.049		3.165
1998 – 2002	6.100			10.614	11.885	5.462	2.735
1999 – 2003	6.846			11.797	13.736	7.226	3.626
2000 – 2004	5.901	5.862		10.420	12.056	6.138	3.713
2001 – 2005	6.856	7.906	7.164	11.359	13.295	7.158	4.422
2002 – 2006	8.527	(8.106)	10.708	13.313	15.178	7.851	7.033
2003 – 2007	8.108	(9.090)	10.499	13.011	15.033	7.784	7.087
2004 – 2008	7.574	(9.051)	9.736	12.660	14.634	7.313	6.998

Tabel IV.14: **AOT40-AS, GEMIDDELD over 5 JAAR**

AOT40-AS – periode **APRIL – SEPTEMBER** (8 – 20 h MET)

[ AOT40 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$  – Berekening voor 100%-beschikbaarheid]

Periode	AOT40 – APRIL - SEPTEMBER						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 - 1990					20.116		
1987 – 1991					20.858		
1988 – 1992					21.949		
1989 – 1993					23.654		
1990 - 1994					22.947		
1991 - 1995					23.524		
1992 – 1996					23.943		
1993 – 1997				23.494	24.929		
1994 – 1998				24.266	24.482		13.981
1995 – 1999				22.811	23.757		12.038
1996 – 2000				18.464	18.739		7.618
1997 – 2001	7.060			18.710	19.598		5.469
1998 – 2002	8.313			15.386	17.926	7.677	4.169
1999 – 2003	10.750			18.828	22.491	11.358	6.464
2000 – 2004	10.313	10.516		18.036	21.162	10.575	7.324
2001 - 2005	11.247	13.103	12.567	19.047	22.250	11.636	8.145
2002 - 2006	12.380	(13.978)	16.490	20.457	23.615	11.867	10.793
2003 - 2007	12.071	(15.879)	16.444	20.519	24.046	11.878	11.017
2004 - 2008	9.650	(12.276)	13.301	17.621	20.666	9.396	9.276



### OZON - AOT40-MJ - GEMIDDELD over 5 JAAR

Periode : MEI - JULI - 8-20 h MET

Berekening voor 100%-gegevens

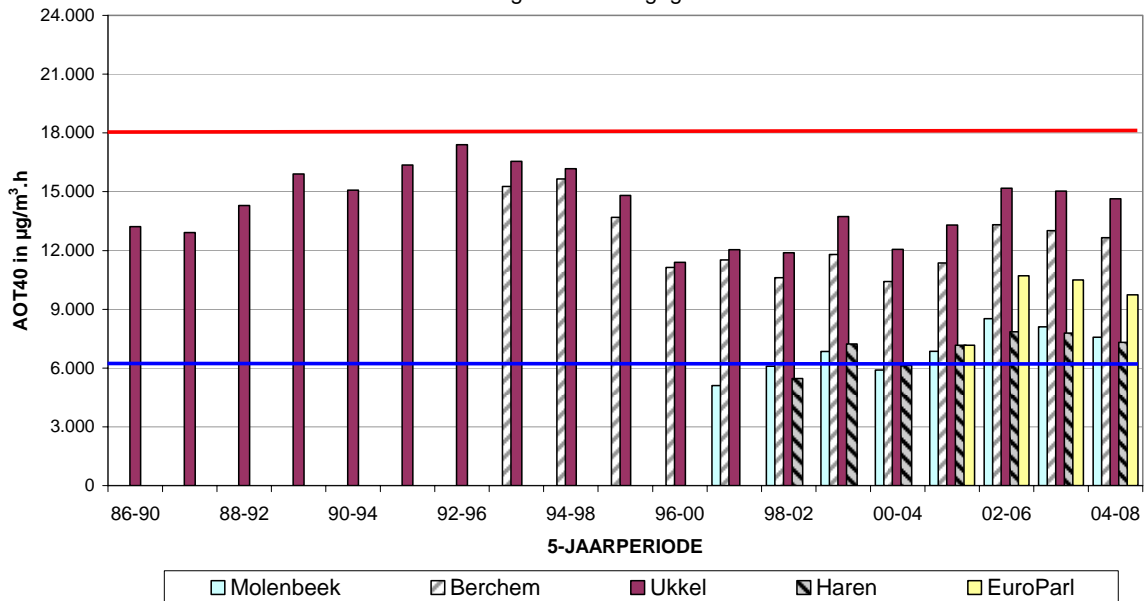


Fig. 4.25: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-MJ - Resultaten gemiddeld over 5 jaar AOT40 over de periode Mei-Juli, 8-20 h MET – Midden Europese tijd  
Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]

### OZON - AOT40-AS - GEMIDDELD over 5 JAAR

Periode : APRIL - SEPTEMBER - 8-20 h MET

Berekening voor 100%-gegevens

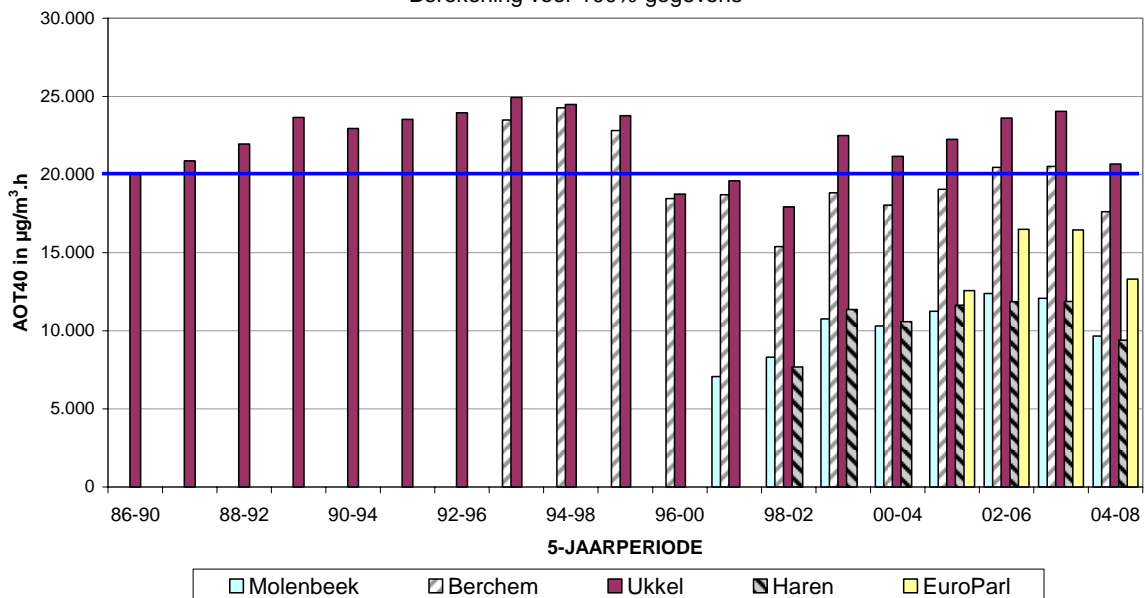


Fig. 4.26: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-AS - Resultaten gemiddeld over 5 jaar AOT40 over de periode April-September, 8-20 h MET – Midden Europese tijd  
Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]

Informatiedrempel – 180 µg/m<sup>3</sup> als uurgemiddelde

In tabel IV.15 wordt de evolutie weergegeven van het aantal dagen met overschrijding van de informatiedrempel aan de bevolking. Het jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen wordt weergegeven per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel IV.15: AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING  
van de INFORMATIEDREMPEL – 180 µg/m<sup>3</sup>**

PERIODE : JANUARI – DECEMBER  
Resultaten per meetpost en globaal voor het Gewest (BHG)

JAAR	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986					(1)			1
1987					(1)			1
1988					(0)			0
1989					12			12
1990					10			10
1991					3			3
1992					6			6
1993				(1)	7			7
1994				9	12		(6)	13
1995				19	20		14	24
1996				1	2		0	2
1997				8	4		0	8
1998	(0)			4	4		1	4
1999	0			4	2	(1)	0	4
2000	0	(0)		1	1	1	0	1
2001	0	0	(0)	3	5	2	(0)	6
2002	0	0	0	1	2	1	0	2
2003	4	7	8	11	11	9	5	12
2004	0	2	0	3	4	3	1	4
2005	2	2	2	3	4	1	2	4
2006	2	(0)	2	8	7	3	1	9
2007	0	--	0	1	1	1	0	1
2008	1	1	1	1	2	1	2	2

() : minder dan 90% van de gegevens beschikbaar

Het hoogste aantal dagen met overschrijding van de drempelwaarden van korte duur (uurwaarden) wordt opgetekend tijdens de ozonrijke zomerperiode van 1995 (24 dagen in het Gewest), gevolgd door de zomerperiode van 1994 (13 dagen), 2003 en 1989 (12 dagen), 1990 (10 dagen) en 2006 (9 dagen). Deze vaststelling is in overeenstemming met wat kan afgeleid worden uit de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling (zie verder), namelijk hogere of meer frequent voorkomende O<sub>3</sub>-piekwaarden tijdens de warmere zomerperiodes.

Alarmdrempel – 240 µg/m<sup>3</sup> als uurgemiddelde

In tabel IV.16 wordt een overzicht gegeven van het aantal dagen met overschrijding van de alarmdrempel. De jaarlijkse resultaten worden weergegeven per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel IV.16: AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING  
van de ALARMDREMPEL – 240 µg/m<sup>3</sup>**

PERIODE : JANUARI – DECEMBER  
Resultaten per meetpost en globaal voor het Gewest (BHG)

JAAR	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986					(0)			0
1987					(0)			0
1988					(0)			0
1989					3			3
1990					0			0
1991					0			0
1992					0			0
1993				0	1			1
1994				1	1		(0)	2
1995				2	3		0	3
1996				0	0		0	0
1997				0	0		0	0
1998	(0)			0	0		0	0
1999	0			0	0	(0)	0	0
2000	0	(0)		0	0	0	0	0
2001	0	0	(0)	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	2	1	0	2
2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	(0)	0	1	1	1	0	1
2007	0	--	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	1	0	0	1

() : minder dan 90% van de gegevens beschikbaar

Piekconcentraties van ozon hoger dan 240 µg/m<sup>3</sup> te Brussel werden enkel opgetekend tijdens de ozonrijke zomers van 1994, 1995, 2003 en 2006. Ook tijdens de minder fraaie ozonperiode van 2008 werd één overschrijding opgetekend.

Overzicht Overschrijdingdagen volgens richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG:

In tabel IV.17 wordt een overzicht gegeven van het aantal dagen met overschrijding van de informatiedrempel ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurwaarde), de alarmdrempel ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurwaarde) en de streefwaarde ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als maximale 8-uurwaarde van de dag). Het betreft het aantal dagen waarop in minstens één meetpost van het gewest een overschrijding wordt vastgesteld. De evolutie van het aantal overschrijdingen, globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, wordt grafisch weergegeven in figuur 4.27. Voor de meetposten te Ukkel en Berchem worden de overschrijdingen weergegeven in de figuren 4.28 en 4.29.

Aantal dagen met :

- uurwaarden hoger dan  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Nd\_1Hr > 180]
- uurwaarden hoger dan  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Nd\_1Hr > 240]
- maximale 8-uurwaarde hoger dan  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Nd\_8HrMax > 120]
- max. 8-uurwaarde >  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemiddeld over 3 jaar [Nd\_3Yr\_8HrMax > 120]

Tabel IV.17: **OZON - AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING in het GEWEST**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

JAAR	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 240	Nd_8HrMax > 120	Nd_3Yr_8HrMax > 120
1986	1	0	5	
1987	1	0	7	
1988	0	0	1	
1989	12	3	32	
1990	10	0	21	
1991	3	0	12	22
1992	6	0	16	16
1993	7	1	19	16
1994	13	2	32	22
1995	24	3	43	31
1996	2	0	18	31
1997	8	0	31	31
1998	4	0	17	22
1999	4	0	27	25
2000	1	0	14	19
2001	6	0	28	23
2002	2	0	14	19
2003	12	2	45	29
2004	4	0	22	27
2005	4	0	19	29
2006	9	1	36	26
2007	1	0	16	24
2008	2	1	23	25

Het hoogste aantal dagen met overschrijding voor de drempelwaarden van korte duur (uurwaarden) wordt opgetekend tijdens de warme en ozonrijke zomerperiodes van 1995, gevolgd door de zomerperiodes van 2003 en 2006.

Deze vaststelling is in overeenstemming met wat kan afgeleid worden uit de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling (zie verder), namelijk een frequente aanwezigheid van hogere O<sub>3</sub>-piekwaarden tijdens de warmere zomerperiodes.

Het hoogste aantal perioden met een langer durende blootstelling (8-uurwaarden) wordt ook tijdens de ozonrijke zomerperiodes opgetekend. Het verschil met het aantal overschrijdingsdagen van de andere kalenderjaren is evenwel minder uitgesproken dan bij de uurwaarden.

Volgens de richtlijn mag het aantal dagen met een maximale-8-uurwaarde voor ozon hoger dan 120 µg/m<sup>3</sup>, uitgemiddeld over drie jaren, niet meer dan 25 bedragen tegen het jaar 2010. Voor de individuele jaargangen met warmere zomerperiodes wordt dit aantal steeds overschreden, terwijl het aantal lager blijft dan 20 voor de jaargangen met een eerder middelmatige zomer. Gezien de licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie, is er nog geen zekerheid inzake de haalbaarheid van deze doelstelling vanaf het jaar 2010.

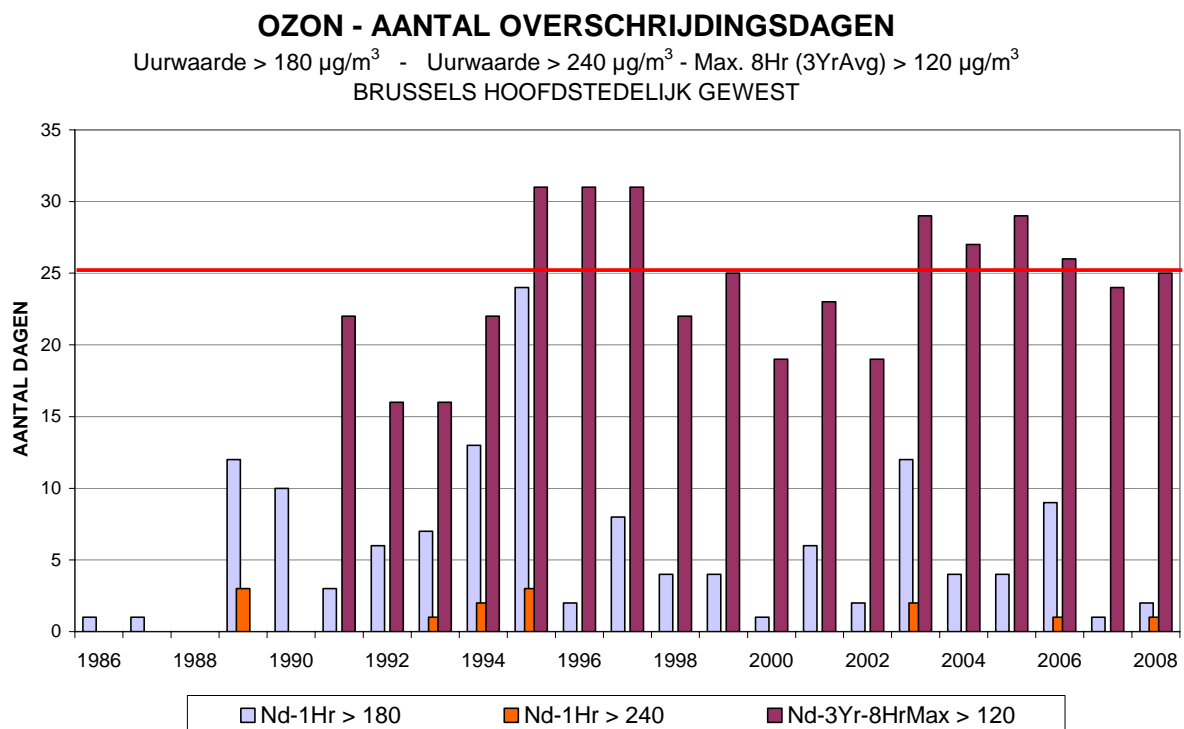


Fig. 4.27: Ozon - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen  
 Globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest  
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup>  
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup> (gemiddelde over 3 jaar)

### OZON te UKKEL - AANTAL Overschrijdingsdagen

Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup> - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 µg/m<sup>3</sup>

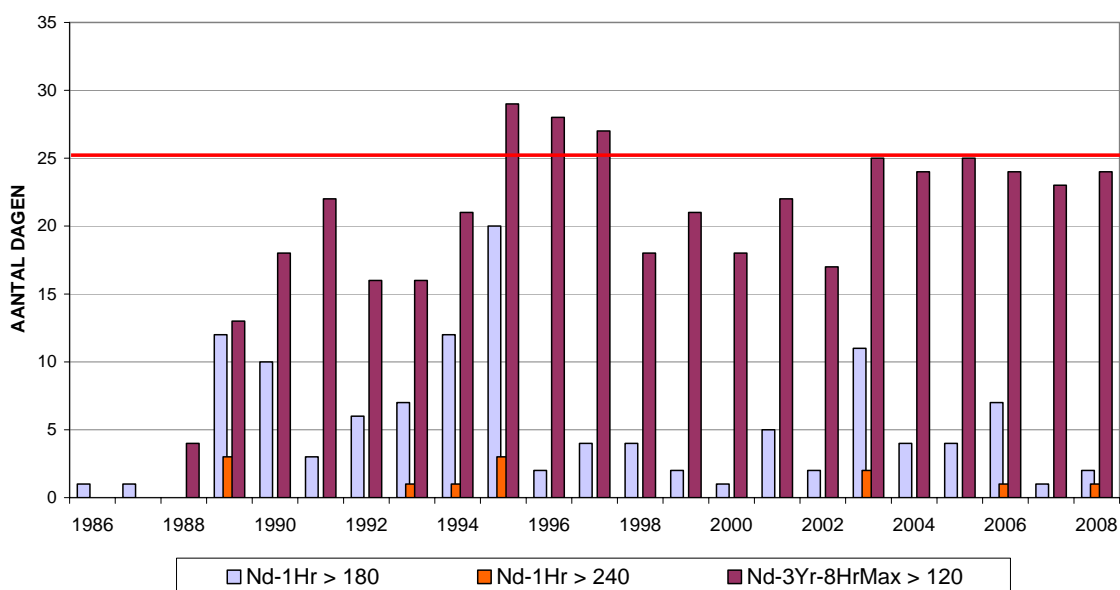


Fig. 4.28: Ozon te Ukkel - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen  
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup>  
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup> (gemiddelde over 3 jaar)

### OZON te BERCHEM - AANTAL Overschrijdingsdagen

Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup> - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 µg/m<sup>3</sup>

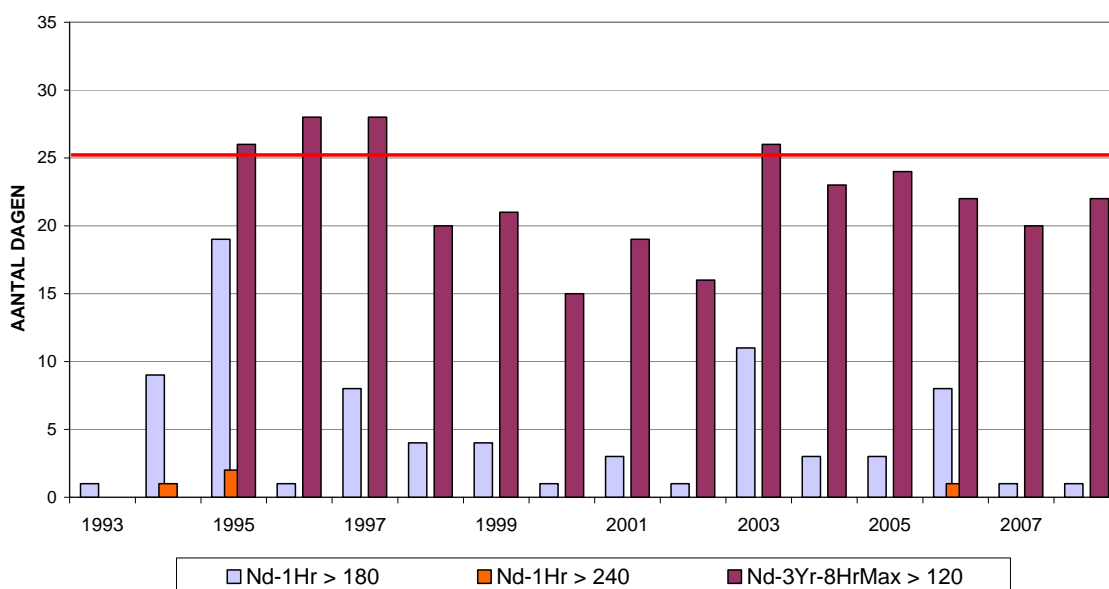


Fig. 4.29: Ozon te Berchem - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen  
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup>  
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup> (gemiddelde over 3 jaar)

#### 4.2.4 Overschrijdingen van de O<sub>3</sub>-drempelwaarden volgens de vroegere richtlijn 1992/72/EG

Deze voormalige richtlijn is opgeheven met ingang van 9 september 2003. In tabel IV.18 wordt een beknopt overzicht gegeven van het aantal overschrijdingen volgens deze richtlijn.

Aantal dagen met :

- uurwaarden hoger dan 180 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_1Hr > 180]
- uurwaarden hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_1Hr > 200]
- dagwaarde hoger dan 65 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_24Hr > 65]
- 8-uurwaarden hoger dan 110 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_8Hr > 110]

Tabel IV.18: **OZON - AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING in het GEWEST**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	<b>Nd_1Hr &gt; 180</b>	<b>Nd_1Hr &gt; 200</b>	<b>Nd_24Hr &gt; 65</b>	<b>Nd_8Hr &gt; 110</b>
1986	1	1	19	12
1987	1	1	15	12
1988	0	0	10	5
1989	12	7	41	40
1990	10	7	31	28
1991	3	1	17	14
1992	6	3	24	22
1993	7	4	24	22
1994	13	8	56	36
1995	24	12	57	45
1996	2	0	38	23
1997	8	1	51	33
1998	4	2	50	17
1999	4	0	79	35
2000	1	0	39	17
2001	6	2	60	30
2002	2	1	59	20
2003	12	6	91	51
2004	4	3	64	24
2005	4	2	49	23
2006	9	4	65	37
2007	1	0	52	23
2008	2	2	77	30

Overschrijdingen van de uurwaarde van 360 µg/m<sup>3</sup> werden tot heden nog nooit vastgesteld. Het hoogste aantal overschrijdingen, wijzend op een meer permanente blootstelling aan ozon, n.l. dagwaarden > 65 µg/m<sup>3</sup>, komen voor tijdens de zomerperiode van 2003 (91 dagen), gevolgd door 1999 (79 dagen) en 2008 (77 dagen). Gemiddeld gezien zijn er, vanaf het einde van de jaren '90, meer overschrijdingen dan tijdens de voorgaande periode.

Het hoogste aantal overschrijdingen van dit type komt niet noodzakelijk voor tijdens de ozonrijke zomerperiodes (zie 1994 en 1995). De licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie is in overeenstemming met de toename van het aantal dagen met een dagwaarde hoger dan  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozon.

Voor de jaarperiodes vanaf 1986 wordt in figuur 4.30 de historiek weergegeven van het aantal dagen met overschrijding van volgende drempelwaarden: uurwaarde hoger dan  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , een 8-uurwaarde hoger dan  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en een 24-uurwaarde hoger dan  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

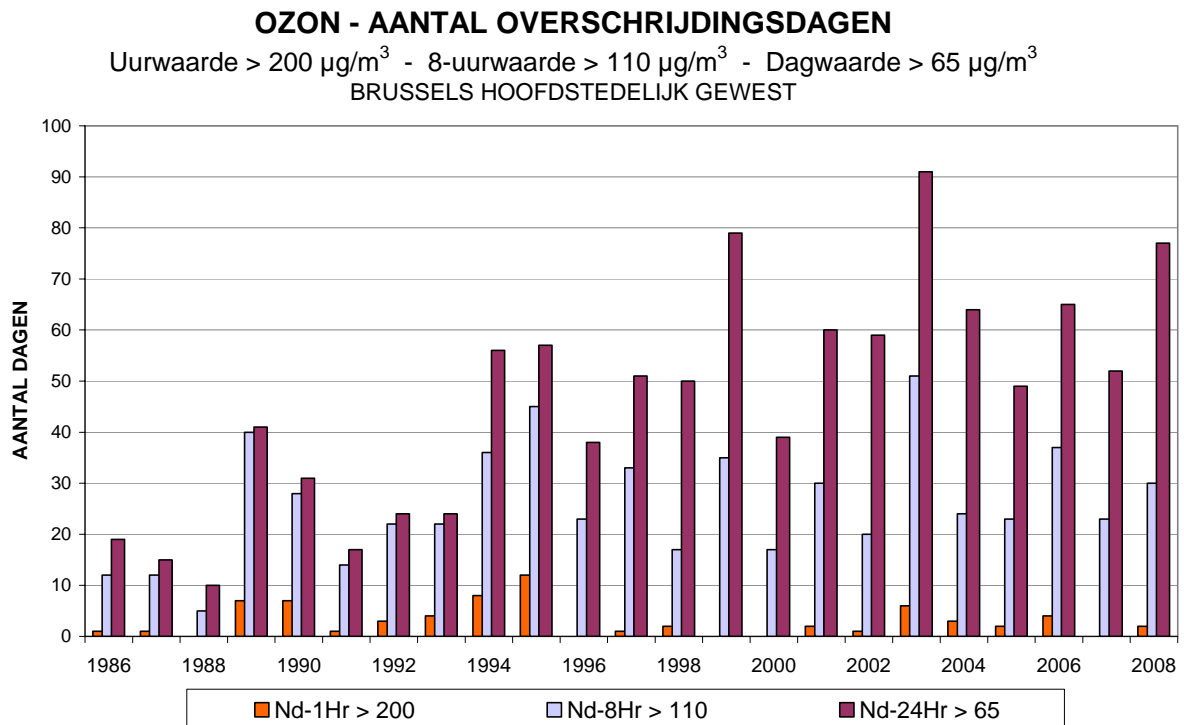


Fig. 4.30: Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen – Richtlijn 1992/72/EG  
 Globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest  
 Jaarperiodes : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde >  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 8-Uurwaarde >  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - Dagwaarde >  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$



#### 4.2.5 Evolutie O<sub>3</sub>-waarden over langere termijn

In figuur 4.31 wordt de evolutie van de O<sub>3</sub>-vervuiling in de tijd weergegeven voor de periodes 1986 t/m 2008. De grafieken geven de voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling voor de jaarlijkse zomerperiodes ‘1 april – 30 september’. De resultaten voor de verschillende centielen zijn berekend op basis van de uurwaarden.

De grafiek bovenaan geeft de evolutie in de meetpost te Ukkel (R012), waar reeds sinds 1986 ozonmetingen uitgevoerd worden. In de evolutie van de waarden, meer bepaald hogere niveaus voor de hogere centielen (P70 t/m P98), vallen duidelijk de warmere zomerperiodes op van 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 en 2006. De grafiek onderaan geeft de evolutie weer in de meetpost te St.-Agatha-Berchem (B011), waar ozon vanaf 1993 wordt gemeten. De warme en ozonrijke zomerperiodes van 1994, 1995, 2003 en 2006 worden ook hier opgemerkt. Uit het aantal overschrijdingen van de drempelwaarden voor een korte blootstelling (uurwaarden - b.v. informatiedrempel), blijkt een vermindering van het aantal of van de intensiteit van de O<sub>3</sub>-piekwaarden.

Over de beschouwde periode is er een licht stijgende tendens waarneembaar van de gemiddelde ozonconcentratie. Mogelijk is dit een gevolg van de verminderde NO-uitstoot waardoor er minder NO aanwezig is om het ozon af te breken.

In figuur 4.32 wordt een vergelijking gemaakt van de niveaus van de verschillende meetposten. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode “oktober 2007 – maart 2008” en de grafiek onderaan naar de zomerperiode “april – september 2008”. De concentraties tijdens de zomerperiode zijn beduidend hoger dan tijdens de winterperiode. De hoogste waarden worden waargenomen in de meetposten die afgeschermd zijn van de directe invloed van het verkeer, zoals Ukkel (R012) en St.-Ag.-Berchem (B011).

Een uitgebreide historiek met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling voor jaarperiodes, zomerperiodes (april – september) en winterperiodes (oktober – maart), wordt gegeven in de bijlagen B, C en D.

Figuur 4.33 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de ozonconcentratie. De pollutierozen, een afbeelding van de gemiddelde ozonconcentratie per windsector, worden getekend met op de achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie tijdens de winterperiode ‘oktober 2007 – maart 2008’ en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode ‘april – september 2008’. De concentraties zijn gemiddeld hoger tijdens de zomerperiode alsook op plaatsen die minder direct blootstaan aan de vervuiling van het verkeer. In het centrum van het Gewest en op plaatsen met een overaanbod aan NO wordt ozon vernietigd met lokale NO<sub>2</sub>-vorming tot gevolg. In de periferie en op plaatsen met weinig verkeer gaat de ozonvorming ongehinderd door en het weinige NO verdwijnt er nagenoeg volledig.

In figuur 4.34 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch voorgesteld voor de meetpost te Ukkel. Per uurperiode worden de gemiddelde concentratie (AVG), de mediaan (P50) en de centielen P10 en P90 in grafiek uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag kan variëren. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode ‘oktober 2007 – maart 2008’ en de grafiek onderaan naar de zomerperiode ‘april – september 2008’. Tijdens de zomerperiode zijn de ozonconcentraties duidelijk hoger dan tijdens de winter. De variaties in het dagprofiel komen tijdens de zomer beter tot uiting en de waarden variëren over een breder concentratiegebied.

De grafieken in de figuren 4.35 en 4.36 geven, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en Molenbeek, het genormeerd weekpatroon weer voor de concentraties voor NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], uitgemiddeld over drie opeenvolgende zomerperiodes “april – september” 2006, 2007 en 2008. De normering op 1 wordt bekomen door de gemiddelde concentratie voor elke dag van de week te delen door de gemiddelde concentratie van de werkdagen. Op deze wijze bekomt men een waarde ongeveer gelijk aan één voor de werkdagen. De procentuele afname (NO, NO<sub>2</sub>) of toename (O<sub>3</sub>) van de concentratie tijdens het weekeinde kan eenvoudig afgelezen worden. Voor de meetposten te Ukkel en Molenbeek nemen de gemiddelde O<sub>3</sub>-concentraties toe met respectievelijk 10 en 15% op zaterdag en met 20 en 30% op zondag.

In figuur 4.37 wordt het gemiddeld O<sub>3</sub>-dagverloop, berekend voor de selectie ‘alle dagen’ tijdens de periode ‘mei – augustus’, weergegeven. De situatie in 3 verschillende meetposten wordt vergeleken. De meetposten te Ukkel en Berchem zijn afgeschermd van de directe invloed van het verkeer en vertonen het hoogste dagprofiel. In de omgeving van de meetpost te Haren is er heel wat verkeer en het aanwezige NO zorgt voor de afbraak van een gedeelte van het ozon. Het ozondagprofiel te Haren is dan ook lager dan op beide andere meetposten. De grafiek bovenaan verwijst naar de ozonrijke zomerperiode van 2003 en de grafiek onderaan naar de meer gematigde zomerperiode van 2006. Tijdens de ozonrijke zomerperiode van 2003 wordt een hoger dagprofiel vastgesteld dan tijdens de zomerperiode van 2006.

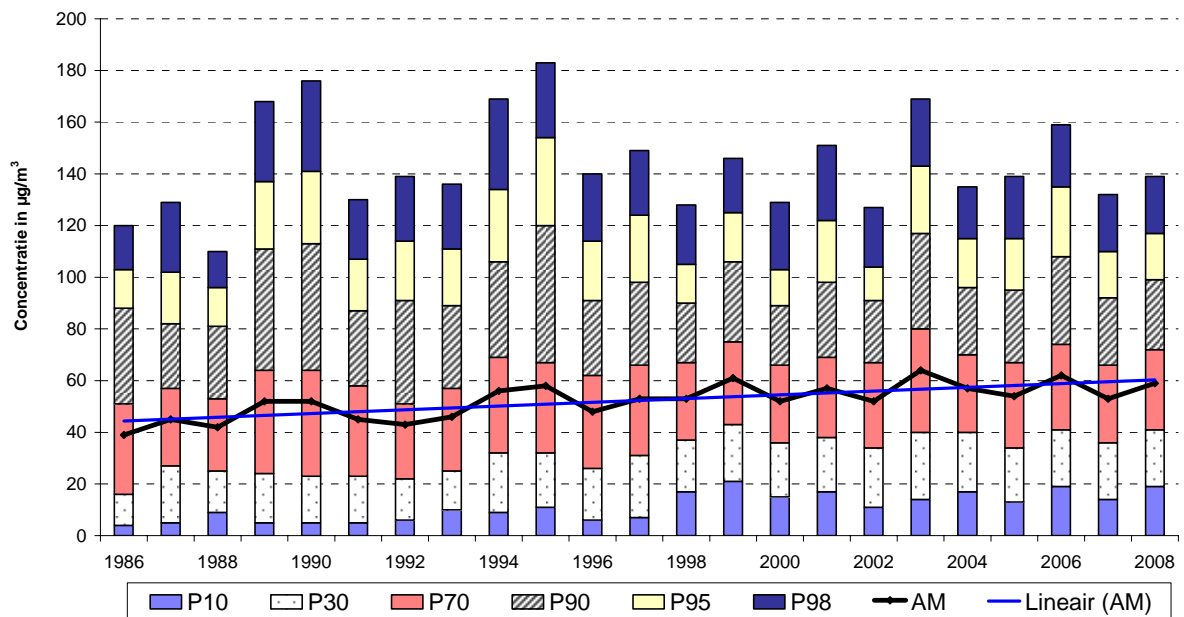
In figuur 4.38 wordt het gemiddeld dagverloop weergegeven voor NO<sub>2</sub> en voor de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. De resultaten hebben betrekking op dezelfde drie meetposten en op de selectie ‘alle dagen’ van de periode ‘mei-augustus’ 2006. Het NO<sub>2</sub>-dagverloop vertoont een complementair beeld aan het O<sub>3</sub>-dagverloop. Het hoogste NO<sub>2</sub>-dagprofiel wordt opgetekend in de meetpost te Haren: een gedeelte van het surplus aan NO (verkeer) wordt geoxideerd tot NO<sub>2</sub>. Het complementaire karakter van beide dagprofielen blijkt overduidelijk uit de grafiek onderaan met het gemiddeld dagverloop voor [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>].

De grafieken in figuur 4.39 geven, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en te Haren, het O<sub>3</sub>-dagverloop weer tijdens de zomerperiode 'april – september 2006'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de situatie op werkdagen en op niet-werkdagen.

De O<sub>3</sub>-concentraties zijn gemiddeld hogere op niet-werkdagen (zaterdag, zon- en feestdagen) en gemiddeld lager op werkdagen. De verschillen van de O<sub>3</sub>-niveaus tussen beide types dagen zijn groter op meetplaatsen in de nabijheid van het verkeer (Haren). Dit verschil tussen de situatie op werkdagen en niet-werkdagen wordt elk jaar opnieuw vastgesteld (zie BIM-rapporten over de luchtkwaliteit tijdens de zomerperiode: 1994 t/m 2008). Op werkdagen is er meer verkeer en door de grotere beschikbaarheid van NO wordt er meer ozon vernietigd. Tijdens het weekend en op feestdagen is er globaal minder verkeer. Door de geringere aanwezigheid van NO wordt er minder ozon afgebroken.

In figuur 4.40 wordt het gemiddeld dagverloop weergegeven voor de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. Het complementair gedrag van de dagprofielen voor O<sub>3</sub> en NO<sub>2</sub> blijkt opnieuw zeer duidelijk, tussen meetposten onderling, maar ook tussen werkdagen en niet-werkdagen. Deze complementariteit tussen ozon en NO<sub>2</sub> blijkt elk jaar opnieuw, met lagere NO<sub>2</sub>-waarden op de niet-werkdagen en hogere NO<sub>2</sub>-waarden op werkdagen. De som van de O<sub>3</sub>- en NO<sub>2</sub>-concentraties en het dagprofiel ervan is nagenoeg identiek op alle meetplaatsen van het Gewest.

**OZON te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 Zomerperiode "APRIL - SEPTEMBER"



**OZON te St.-Ag.-BERCHEM (B011) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 Zomerperiode "APRIL - SEPTEMBER"

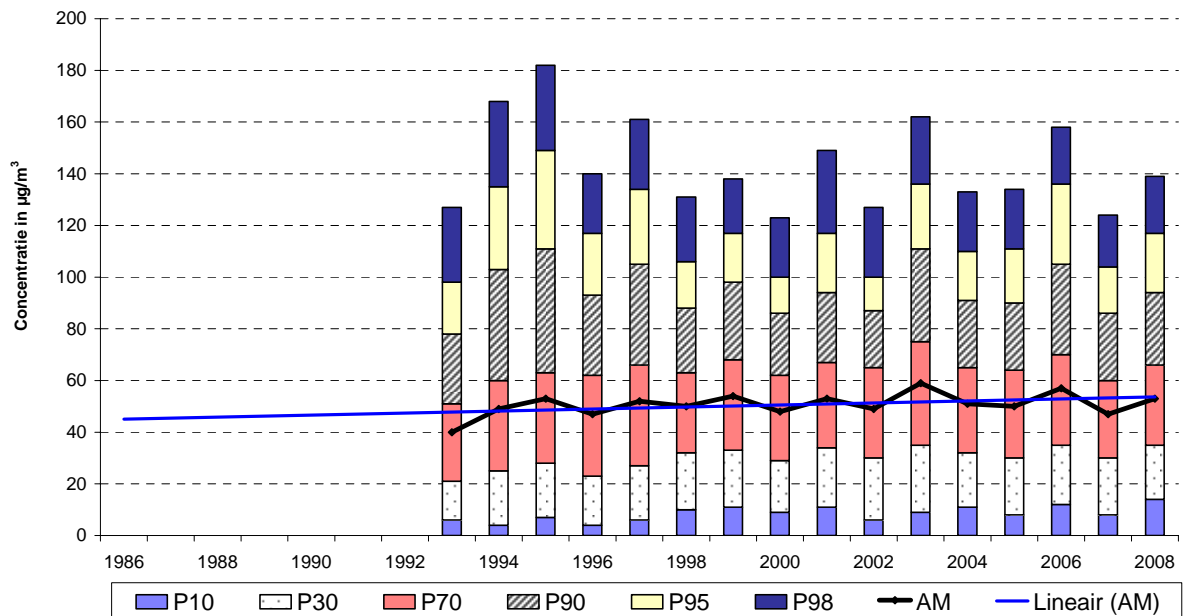
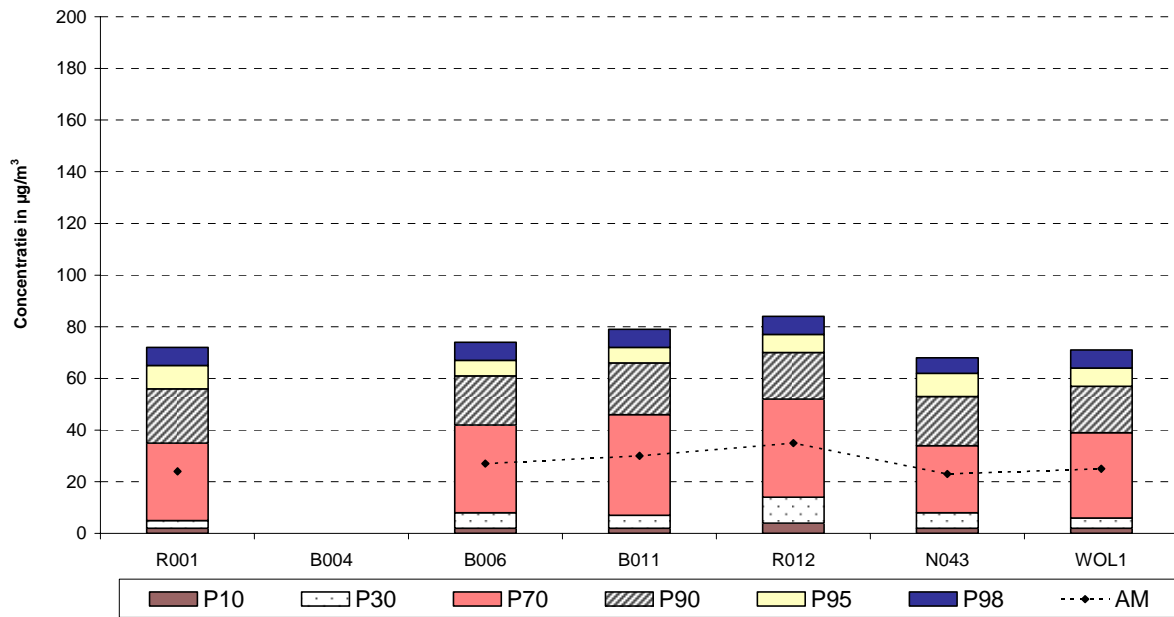


Fig. 4.31 : Evolutive O<sub>3</sub>-concentratie te Ukkel (R012) en Berchem (B011)  
 Zomerperiodes 1986 – 2008

**O<sub>3</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"**



**O<sub>3</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"**

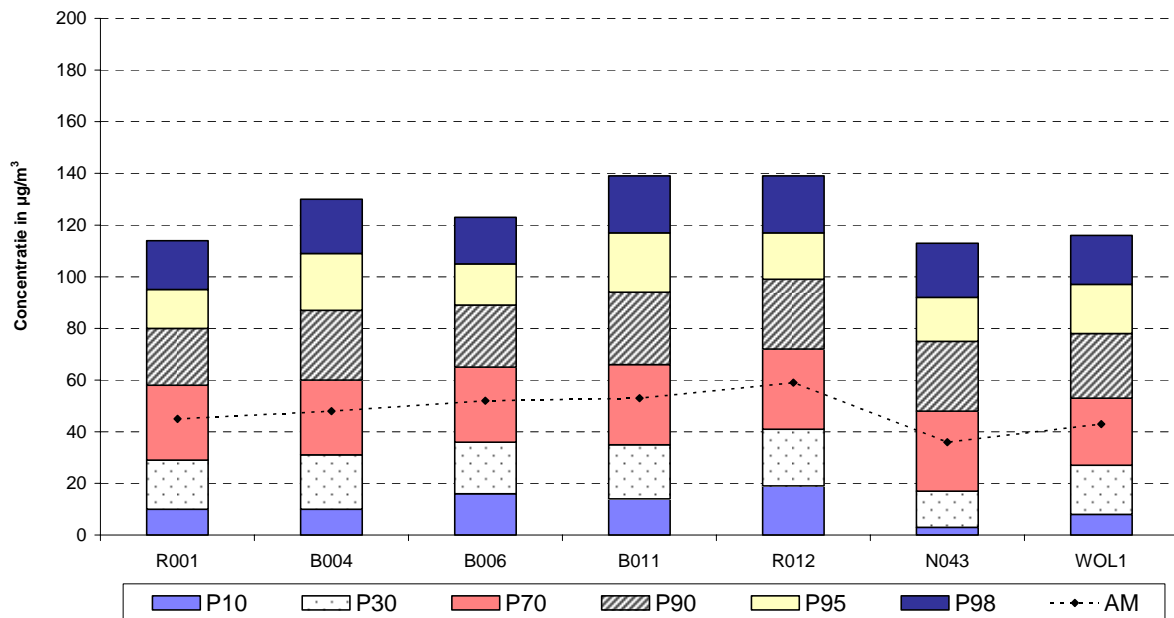


Fig. 4.32: Vergelijking van de O<sub>3</sub>-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

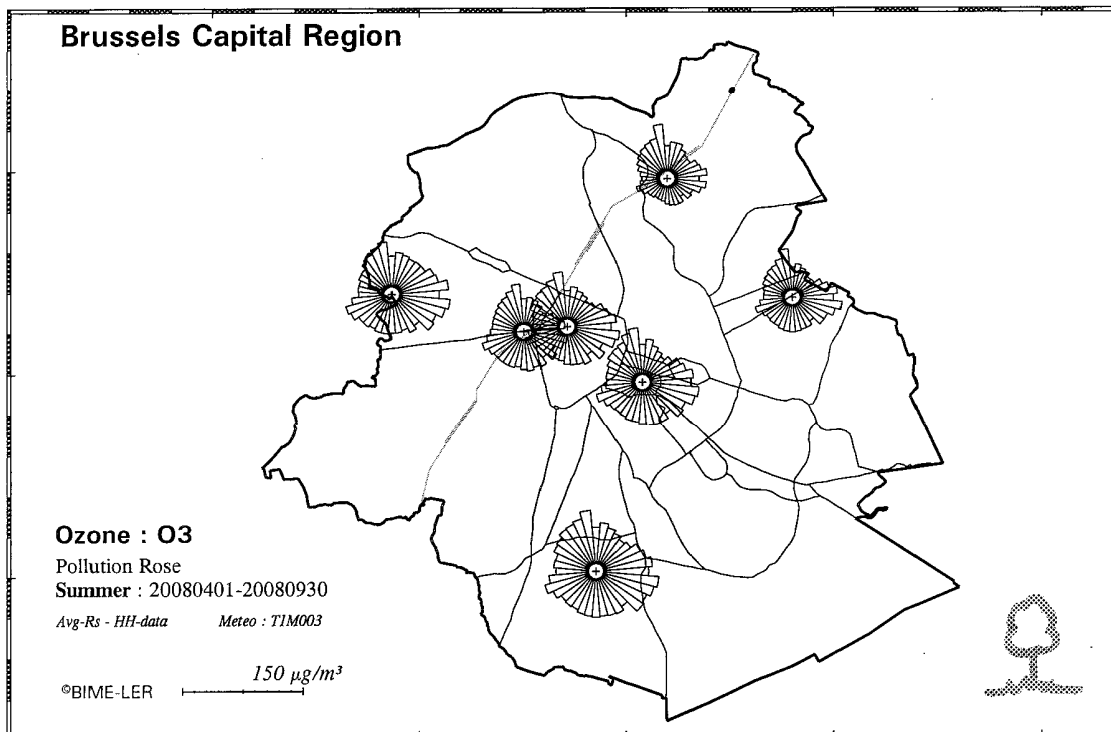
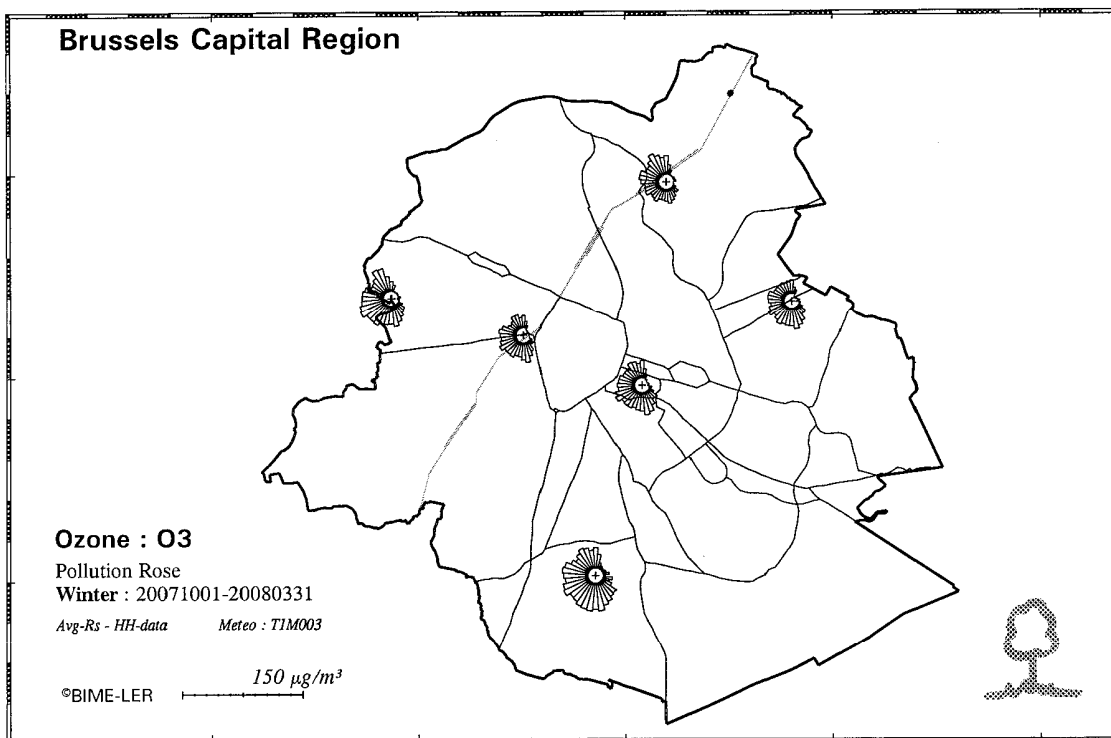
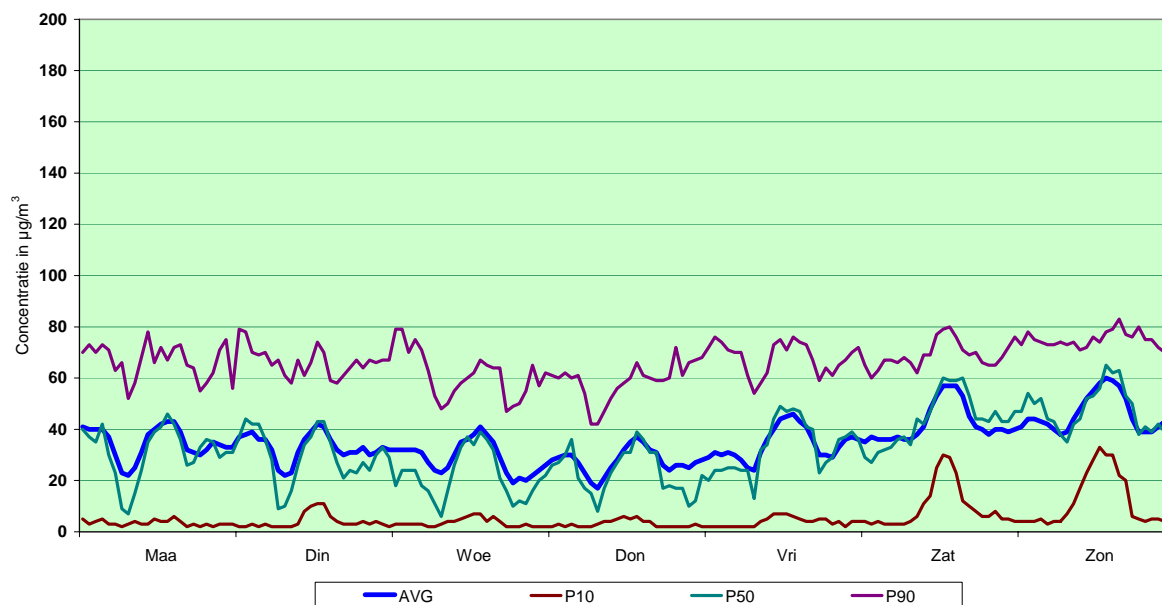


Fig. 4.33: Pollutierozen - Ruimtelijke spreiding O<sub>3</sub>-concentraties tijdens winter en zomer

**O<sub>3</sub> te UKKEL (R012)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**O<sub>3</sub> te UKKEL (R012)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

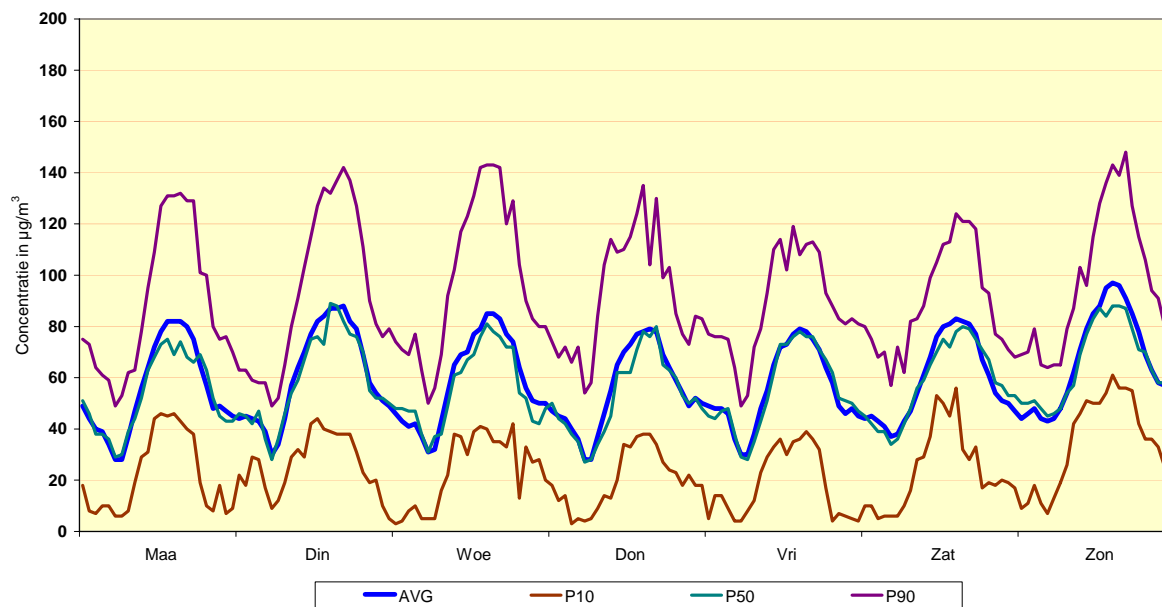


Fig. 4.34: Meetpost te Ukkel – Gemiddeld weekverloop O<sub>3</sub>-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde concentratie (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

**R012 - Week Pattern for NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and [NO<sub>2</sub>+O<sub>3</sub>]**  
 Period : Average Summer "April-September" (2006 - 2007 - 2008)

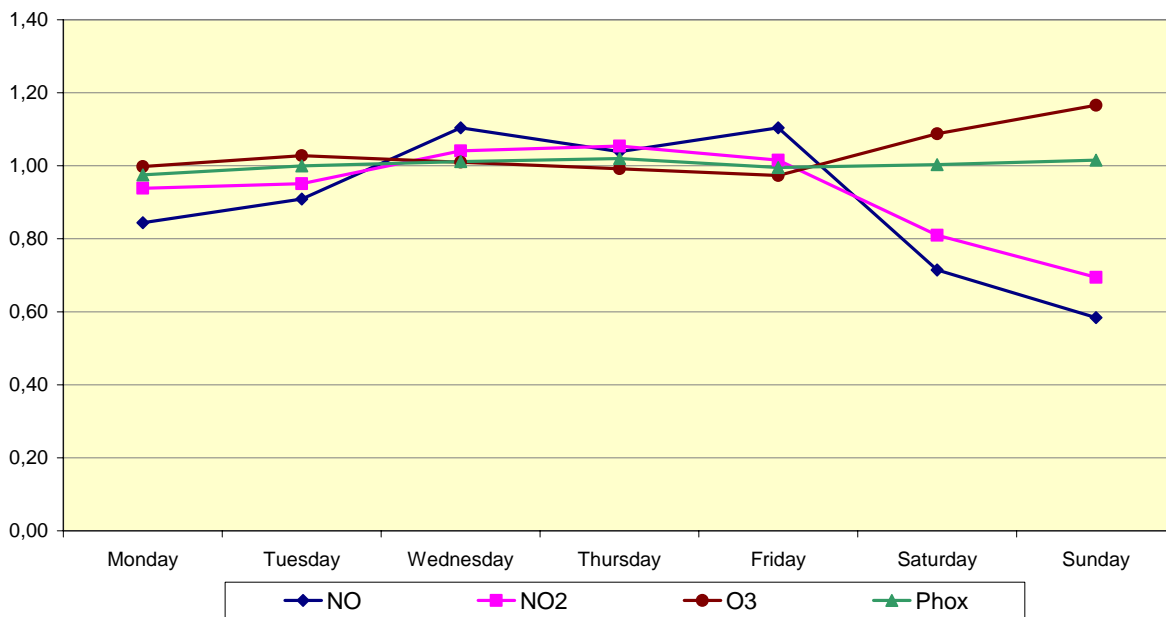


Fig. 4.35: Meetpost te Ukkel – Genormeerd weekpatroon voor NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], over drie opeenvolgende zomerperiodes 'april – september' 2006, 2007 en 2008

**R001 - Week Pattern for NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and [NO<sub>2</sub>+O<sub>3</sub>]**  
 Period : Average Summer "April-September" (2006 - 2007 - 2008)

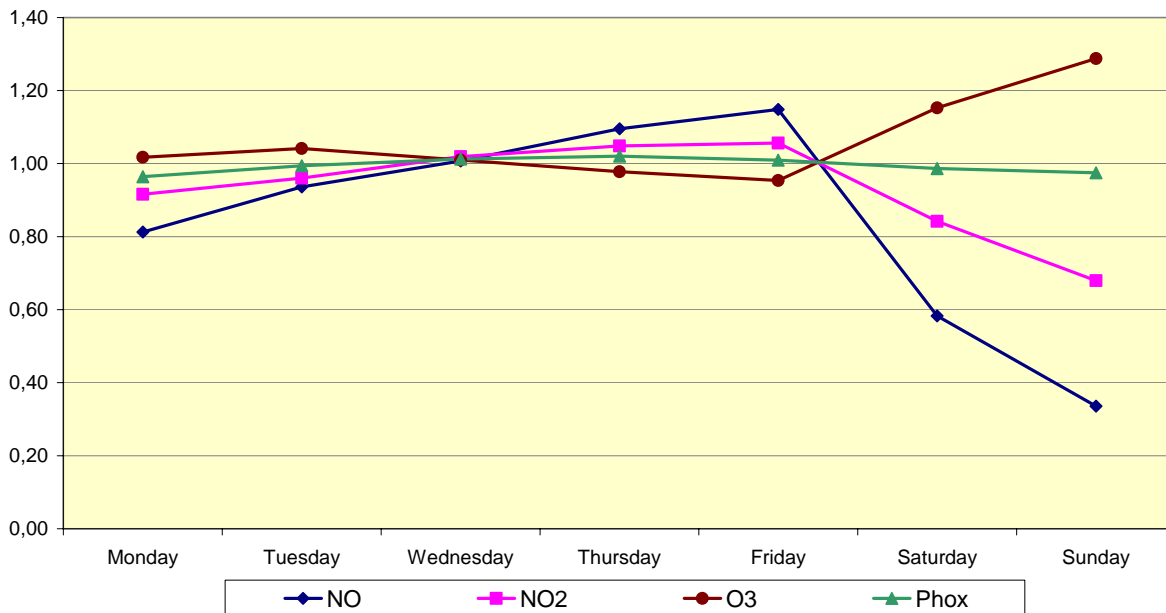


Fig. 4.36: Meetpost te Molenbeek – Genormeerd weekpatroon voor NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], over drie opeenvolgende zomerperiodes 'april – september' 2006, 2007 en 2008



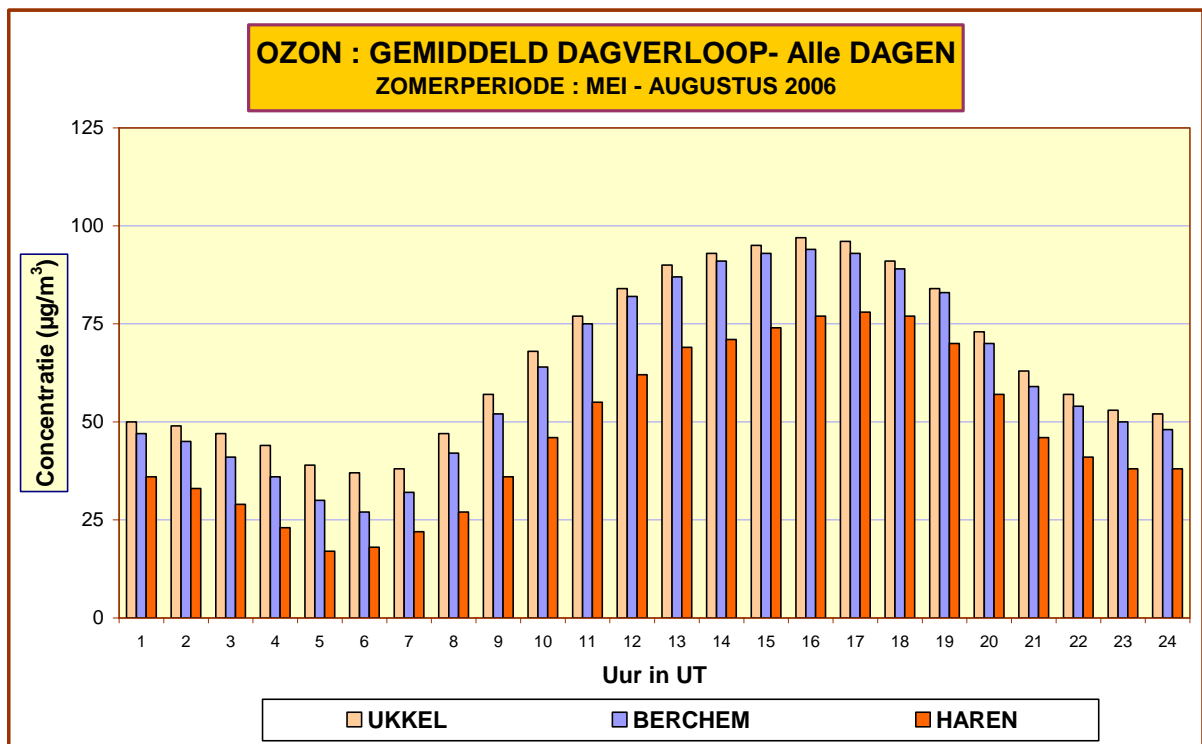
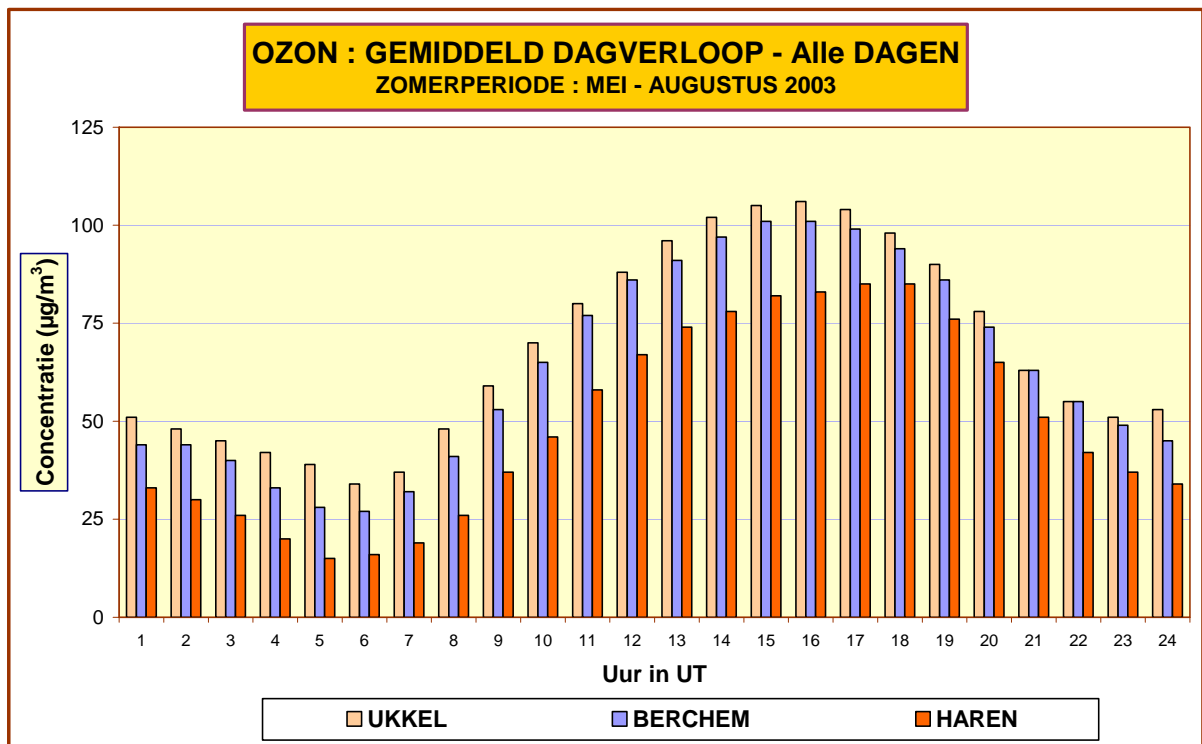


Fig. 4.37: Ozon – Vergelijking van het gemiddeld dagverloop (*alle dagen*) tussen 3 meetposten Periode 'mei – augustus' 2003 en 2006

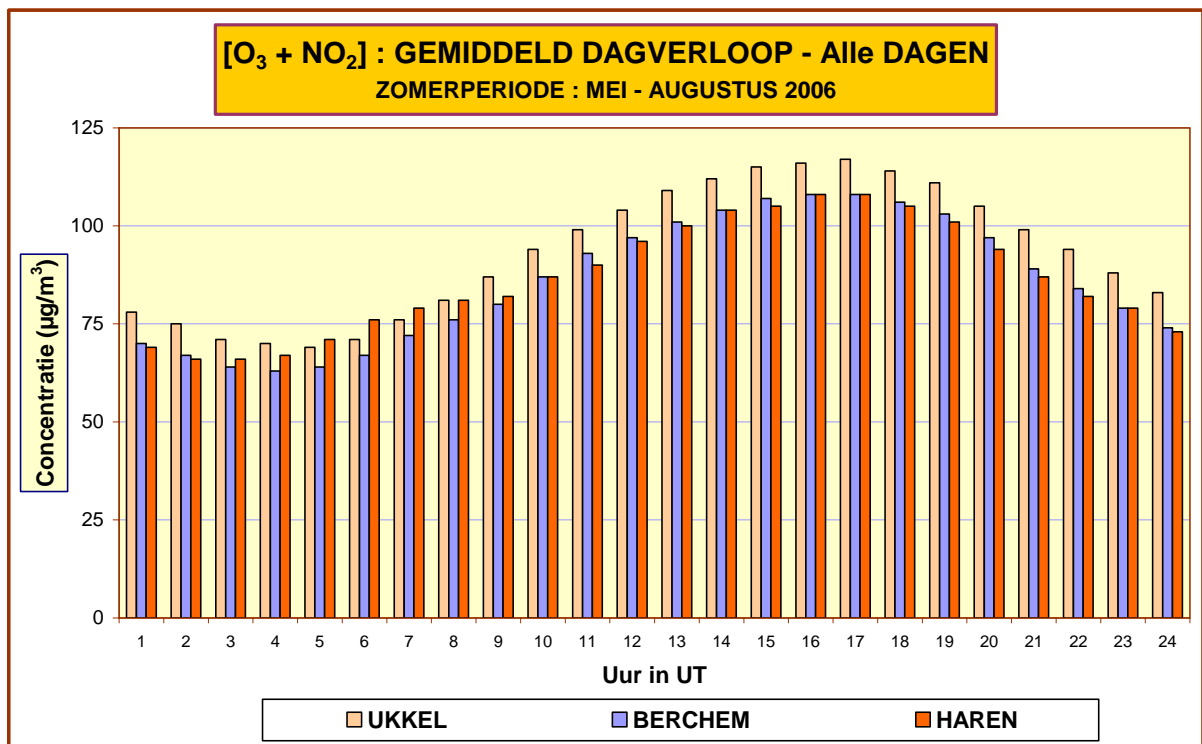
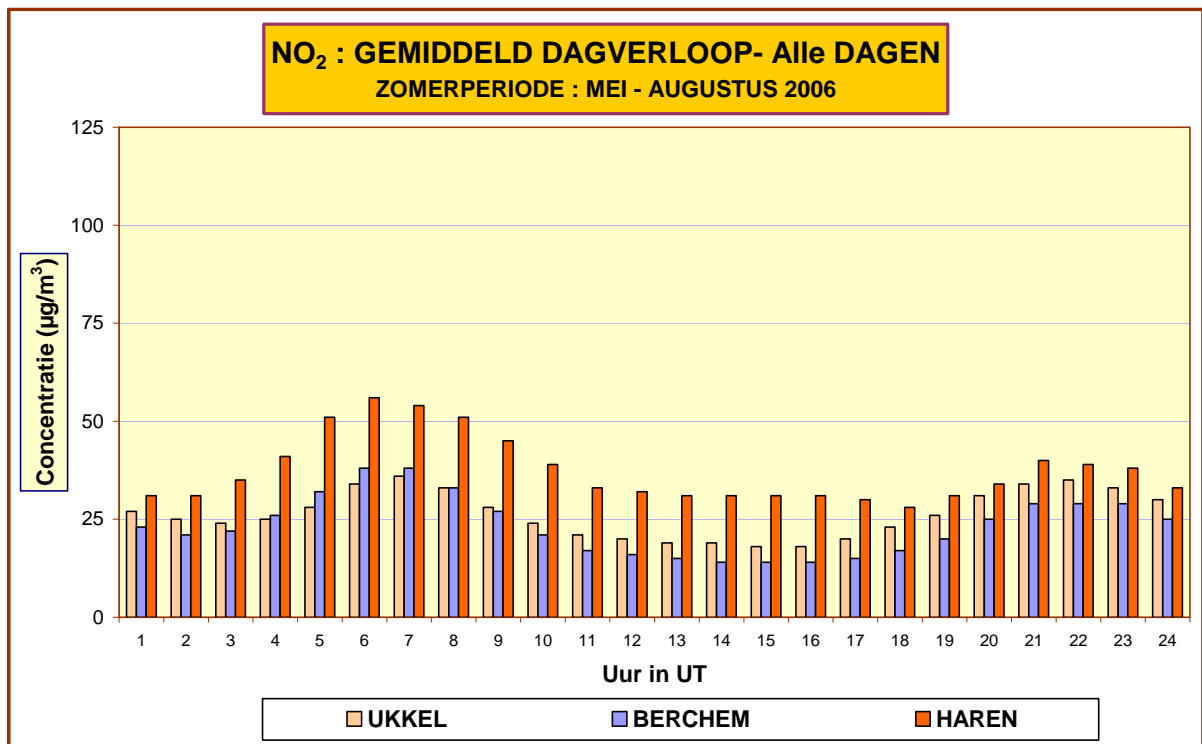
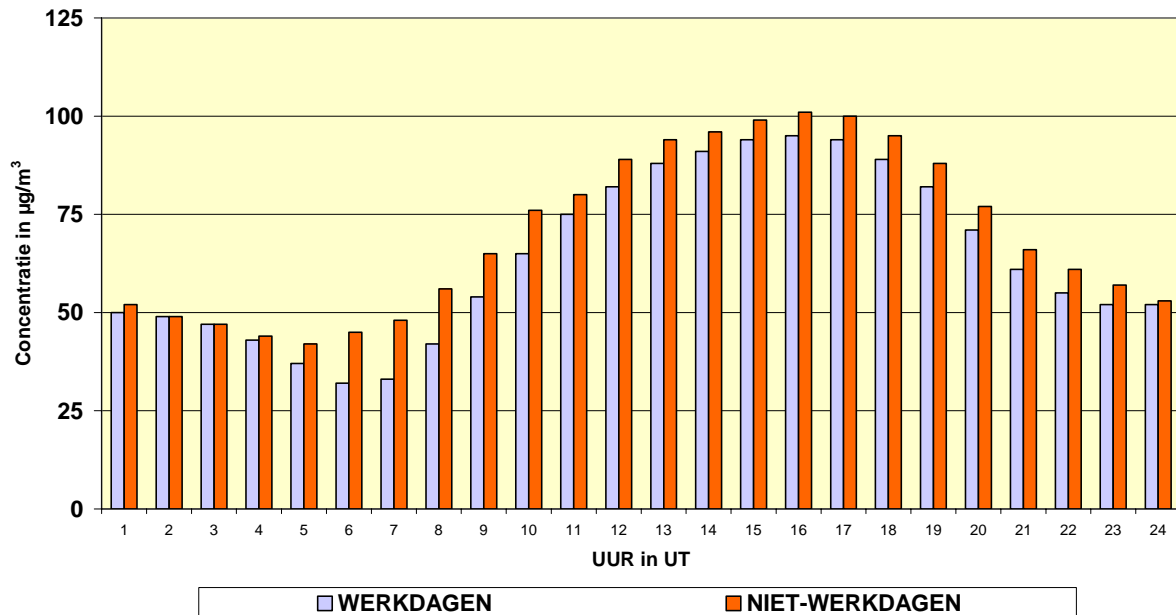


Fig. 4.38: Gemiddeld dagverloop NO<sub>2</sub> en van de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] Vergelijking tussen 3 meetposten – Periode 'mei – augustus 2006'

**OZON - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN**  
 ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006



**OZON - HAREN - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN**  
 ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006

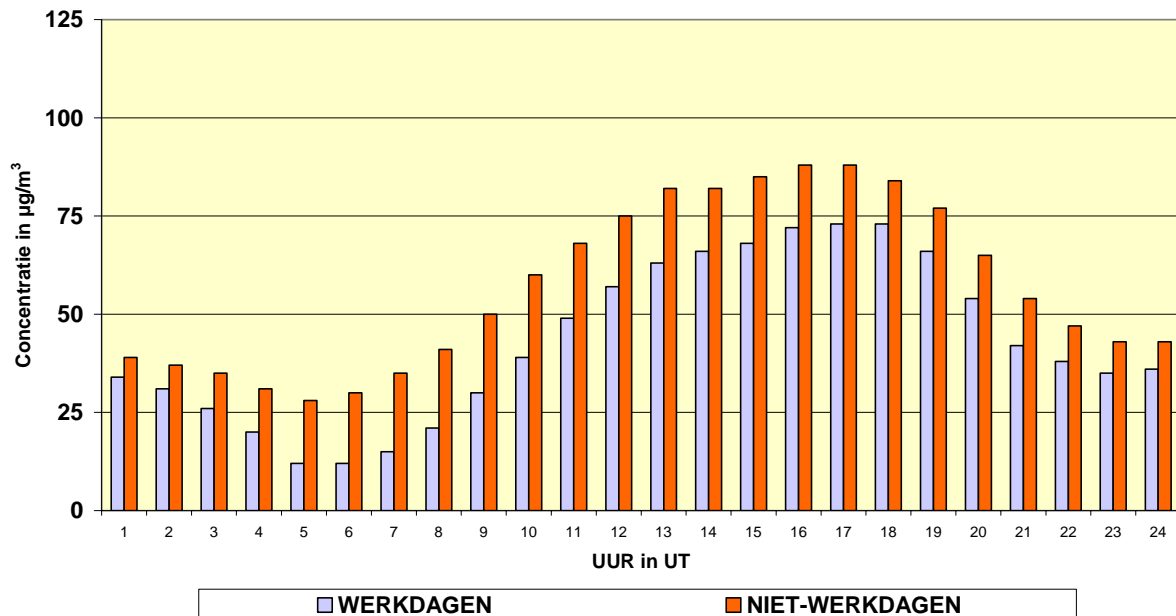
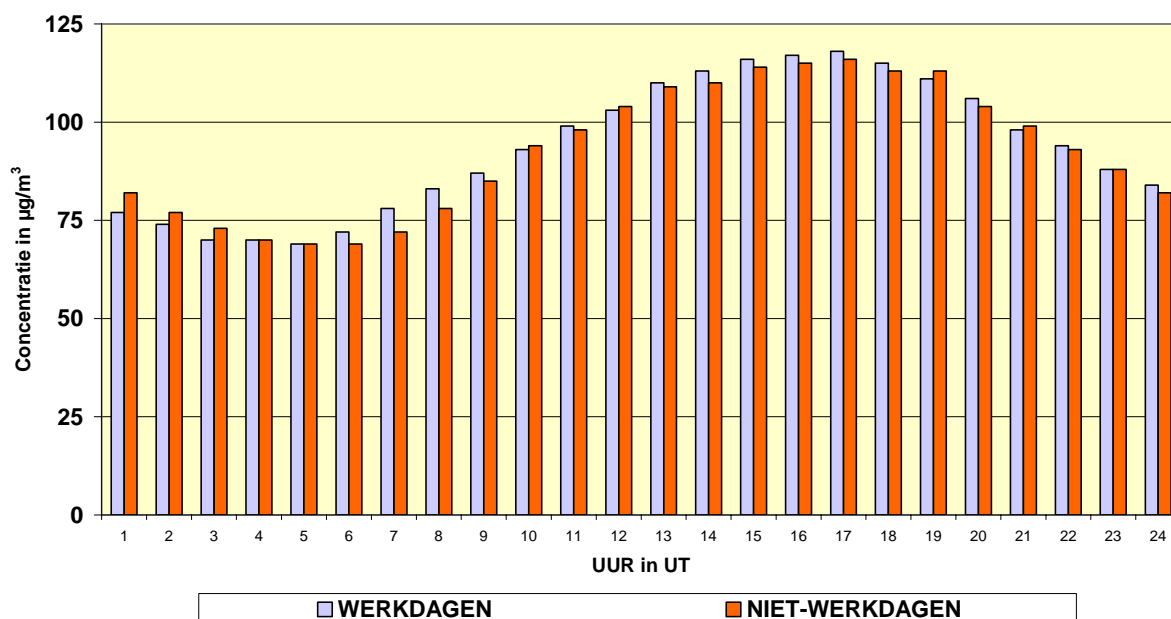


Fig. 4.39: Ozon – Vergelijking gemiddeld dagverloop op werkdagen en niet-werkdagen Meetposten te Ukkel en Haren (verkeer) – Periode ‘mei – augustus 2006’

### [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP

#### WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006



### [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - HAREN - GEMIDDELD DAGVERLOOP

#### WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006

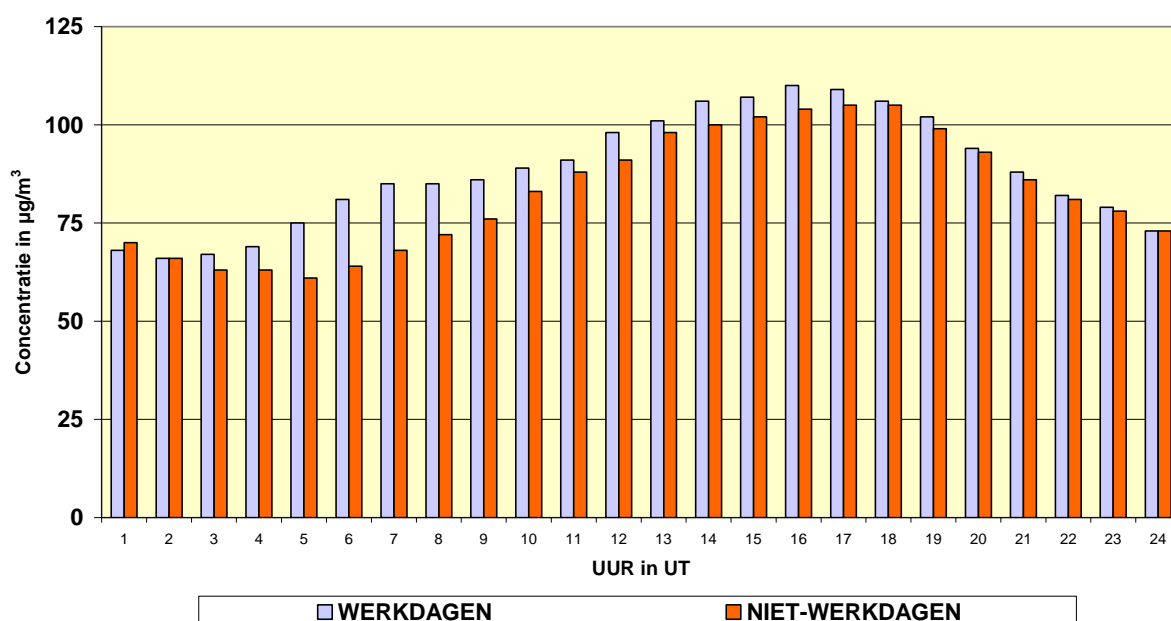


Fig. 4.40 [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] – Vergelijking gemiddeld dagverloop op werkdagen en niet-werkdagen Meetposten te Ukkel en Haren – Periode ‘mei – augustus 2006’

#### 4.2.6 Rendement en nauwkeurigheid van de ozonmetingen

In tabel IV.19 hierna wordt een overzicht gegeven van de rendementen (%-opbrengst) van de O<sub>3</sub>-meetgegevens. De nauwkeurigheid van de O<sub>3</sub>-resultaten wordt vastgesteld bij de 6-maandelijkse controletesten t.o.v. de primaire standaard op de ijkbank. Daaruit blijkt dat een absolute nauwkeurigheid bereikt kan worden van ca. 4%.

Tabel IV.19: **O<sub>3</sub>-uurwaarden : Rendement Meetgegevens**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperiodes

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					60.9		
1987					61.4		
1988					78.1		
1989					83.9		
1990					59.4		
1991					75.1		
1992					85.3		
1993				89.9	88.6		
1994				83.9	83.9		(51.4)
1995				84.3	80.4		55.8
1996				82.3	84.5		85.0
1997	(23.3)			80.9	84.0		87.6
1998	89.8			89.5	92.0	44.6	90.0
1999	91.5			89.5	93.8	94.6	87.4
2000	92.7	(5.8)		89.6	92.6	88.5	91.8
2001	93.9	94.7	(28.2)	92.5	90.7	95.4	(24.6)
2002	95.5	93.8	94.6	94.8	94.6	95.8	89.7
2003	93.5	96.7	96.1	96.6	94.1	91.6	91.8
2004	95.6	97.3	96.6	96.3	96.2	94.5	93.0
2005	95.8	96.6	96.9	96.8	95.9	87.9	93.3
2006	96.3	(16.2)	97.1	94.9	96.1	96.1	91.7
2007	96.6	--	90.7	96.5	97.1	94.5	94.9
2008	96.8	77.1	96.9	94.7	96.9	95.2	93.4

( ): reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

## 4.3 ZWEVENDE DEELTJES : PM10 en PM2,5 deeltjesfractie

### 4.3.1 Aanwezigheid van Zwevende deeltjes

Zwevende deeltjes is een verzamelnaam voor deeltjes die vrij zweven in de omgevingslucht. In tegenstelling tot de gasvormige componenten betreft het geen enkelvoudige stof, maar een verzameling van meerdere stoffen, die onderling sterk verschillend kunnen zijn, zowel op het gebied van de chemische samenstelling (welke substantie), het fysische voorkomen (vorm, kleur, grootte, reflecterende vermogen...), als de oorsprong ervan.

Zwevende deeltjes worden hetzij rechtstreeks uitgestoten (b.v. ten gevolge van menselijke activiteit), hetzij gevormd als een secundair aërosol bij atmosferische processen of zijn van natuurlijke oorsprong.

Rechtstreekse uitstoot:

- verbranding
- roetvorming
- industriële processen
- slijtage van het wegdek
- afbraakwerken
- bouwwerven
- opslag en verhandeling van bulkgoederen
- ...

Vorming aërosol:

- sulfaatvorming
- nitraatvorming
- vorming van condensatiekernen vanuit gasvormige componenten
- ...

Natuurlijke oorsprong:

- vulkaanuitbarsting
- erosie van de bodem
- opwaaiend stof (minerale deeltjes)
- transport woestijnzand (Sahara)
- bosbranden
- ...

Afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheid kunnen bepaalde zwevende deeltjes een belangrijke en veranderlijke hoeveelheid vocht en vluchtige componenten bevatten. Andere deeltjes, o.a. bepaalde ammoniumzouten ontbinden naarmate de temperatuur stijgt en de lucht droger wordt.

Hoe fijner de deeltjes zijn, hoe verder ze doordringen in het ademhalingsstelsel. De grovere deeltjes dringen slechts door tot in de keelholte en het strottenhoofd. De fijnere deeltjesfractie (thoracic fraction) dringt verder door tot in de luchtwegen van de borstkas: de luchtpijp met zijn vertakkingen en verder tot in de longblaasjes.

Bij het tot stand komen van de EG-richtlijn 1999/30/EG werd de PM10-fractie van de deeltjes weerhouden als parameter voor de beoordeling van de luchtkwaliteit en de effecten ervan op de gezondheid van de mens. Voor de vaststelling van de PM2,5-fractie hield deze richtlijn nog geen verplichting in, wel een aanbeveling.

De keuze voor de PM10-fractie als gezondheidsparemeter is verdedigbaar daar ze zowel de fijnere fractie omvat (< 2,5 µm) die zeer ver doordringt in het ademhalingsstelsel als de grovere deeltjesfractie (2,5 à 10 µm), waarvan een behoorlijke massahoeveelheid in de bovenste luchtwegen dringt (fig. 4.41).

Niet alle deeltjes zijn echter even gevaarlijk voor de gezondheid. Wegens het eventuele mutagene en/of carcinogene karakter houden de aanwezigheid van roet, PAK's en andere koolstofhoudende deeltjes uit de fijne deeltjesfractie wellicht een groter gezondheidsrisico in dan de aanwezigheid van zand en kleideeltjes, behorende tot de klasse 2,5 à 10 µm. De fijnere deeltjesfractie wordt immers getransporteerd tot in de longblaasjes, waar de opname van gevaarlijke stoffen in de bloedbaan mogelijk is.

Vermits een groot gedeelte van de PM10-massa uit grovere minerale en zwaardere (grotere massadichtheid) deeltjes bestaat, met een wellicht geringer risico voor de gezondheid, is het opleggen van een massaconcentratie als norm voor de PM10-fractie wellicht niet de meest geschikte methode om toe te zien op de evolutie van de concentratie van de meest gevaarlijke deeltjes. Een betekenisvolle vermindering van het aantal gevaarlijke deeltjes, b.v. tengevolge van een eventuele verplichte installatie van roetfilters op dieselwagens, zou wellicht slechts een minieme daling van de massaconcentratie voor PM10 tot gevolg hebben, maar zal een reële verbetering inhouden voor de volksgezondheid.

De richtlijn 2008/50/CE voorziet inmiddels in de verplichting om, naast de PM10-fractie, ook de PM2,5-deeltjesfractie in de omgevingslucht te volgen. Deze richtlijn legt voor het volgende decennium luchtkwaliteitsdoelstellingen op die met de tijd strenger worden. Er zijn doelstellingen geformuleerd voor de concentratie van PM2,5 in de buitenlucht en voor de blootstelling van de bevolking aan PM2,5-deeltjes in stedelijke omgeving.

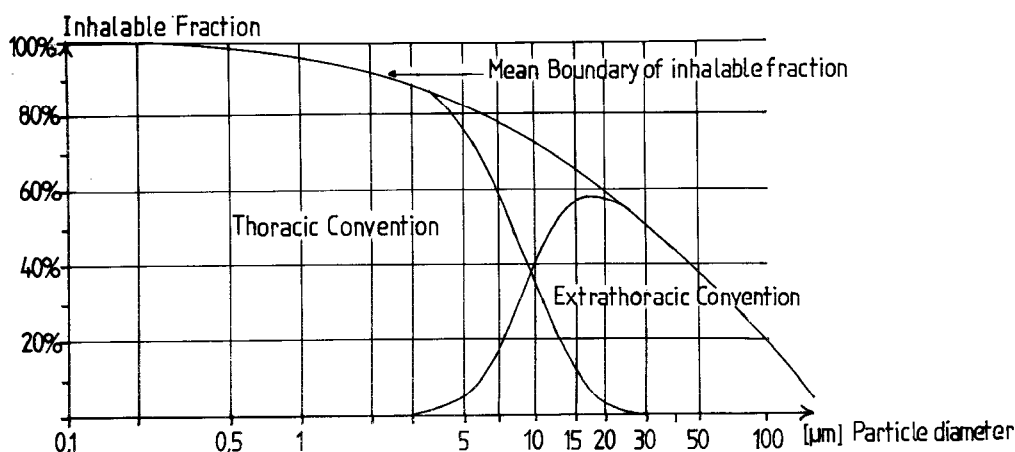


Fig. 4.41: Inadembare fractie volgens deeltjesgrootte  
*Field Measurements of Suspended Particulates – report to CEC, J.Müller, Frankfurt 1984*

### Samenstelling van de deeltjes:

De verdeling van de deeltjesgrootte en de identificatie van de deeltjes volgens deeltjesgrootte was reeds vanaf de jaren '70 van vorige eeuw het onderwerp van heel wat studies. De figuren 4.42 en 4.43 geven voorbeelden van de verdeling en/of van de samenstelling van de verschillende deeltjesfracties in stedelijke omgeving. De tabel in figuur 4.44 geeft de deeltjesgrootte weer van enkele courant voorkomende types van zwevende deeltjes.

De verdeling volgens deeltjesgrootte is multimodaal. Voorstellingen ervan in de literatuur zijn meestal bi-modaal of tri-modaal. Bij de bi-modale verdelingen onderkent men een maximum aan deeltjes bij een diameter van 0,2 à 0,3  $\mu\text{m}$  en een tweede maximum bij 2,5 à 5  $\mu\text{m}$ . De tri-modale verdelingen geven nog een maximum aan voor ultrafijne deeltjes met een diameter van 0,01 tot 0,03  $\mu\text{m}$ .

De fijnere deeltjes zijn gewoonlijk in veel grotere aantallen aanwezig dan de grotere deeltjes, maar hun bijdrage aan de totale massaconcentratie is ondergeschikt aan deze van de middengroep en van de grovere deeltjes (fig. 4.44). Voor een sferisch deeltje betekent een tien maal grotere diameter een duizend maal groter volume en, bij gelijke massadichtheid, een duizend maal hogere massa.

Roetdeeltjes, lood afkomstig van het verkeer, elementair koolstof en ammoniumzouten (sulfaten en nitraten) behoren in grote mate tot de fijnere deeltjesfractie (< 1  $\mu\text{m}$ ). Een gedeelte van de nitraatdeeltjes is ook groter dan 1  $\mu\text{m}$ . De deeltjes van natuurlijke oorsprong zoals zand en kleideeltjes, zeezout, etc... behoren voornamelijk tot de wat grovere fractie (2,5 à 10  $\mu\text{m}$ ).

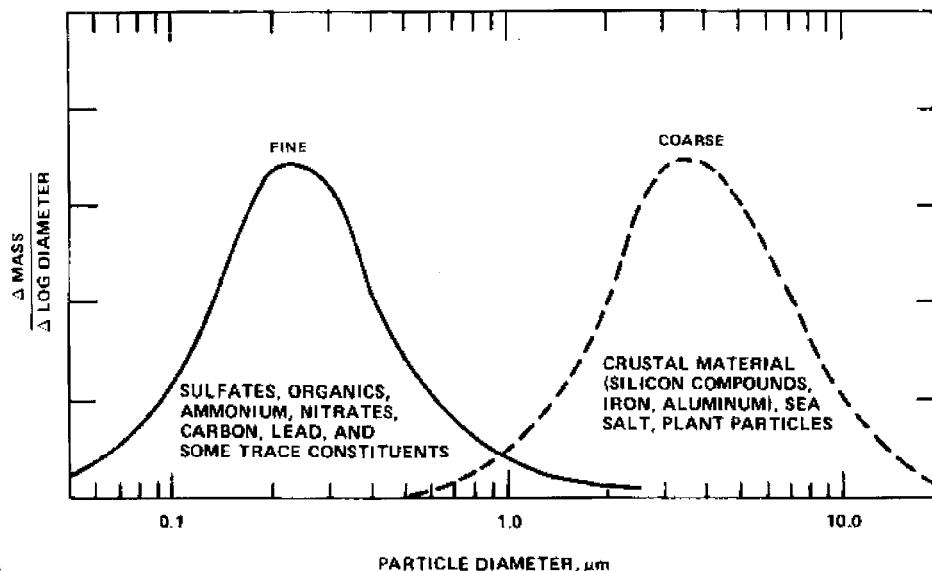


Fig. 4.42 : Bi-modale verdeling van de deeltjesgrootte met aanduiding van het soort deeltjes  
*Aerosol Measurement, Willeke and Baron, 1993 - R&P Seminar – Antwerp 2002*



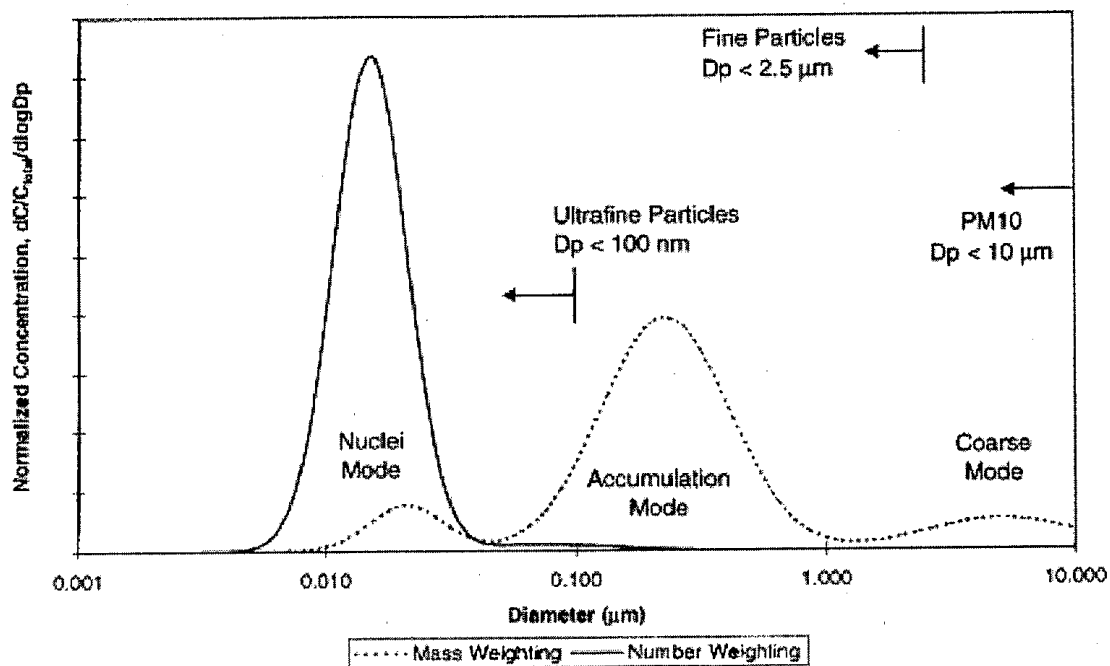


Fig. 4.43 : Indeling van de deeltjesgrootte volgens de verdeling naar aantallen en massa  
*Journal of Air & Waste Management Association, Volume 59, January 2009*

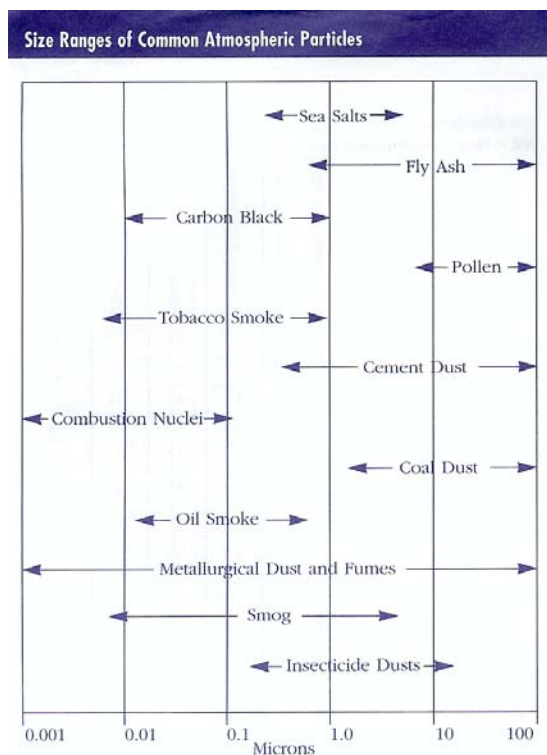


Fig. 4.44: Deeltjesgrootte van veel voorkomende deeltjes  
*Environmental Tables & Information, 1999-2000*

### 4.3.2 Meetmethodes PM10

De resultaten bekomen met verschillende bepalingmethoden zijn slechts goed vergelijkbaar voor zover de gebruikte detectiesystemen voldoende specifiek zijn voor de massabepaling van de deeltjes en voorzover er tijdens de bepaling geen massaverandering optreedt tengevolge van variaties in temperatuur en vochtigheid. Er kan b.v. verlies of toename van massa optreden door verlies of opname van vocht of van een vluchtige fractie of door het ontbinden of de vorming van bepaalde componenten.

De *referentiemethode* voor PM10 is gebaseerd op de gravimetrische bepaling van de op filter geïncubeerde deeltjesmassa. Bij een ideale PM10-bemonstering worden alle deeltjesfracties kleiner dan 10 µm bemonsterd en bij de bemonstering is er een scherpe scheiding te zien bij de deeltjes met een equivalente diameter van 10 µm: 50% van deze deeltjes wordt bemonsterd (50% sharp cut-off bij 10 µm). De filter wordt vóór en na de bemonstering gewogen, na conditionering gedurende 48 tot 72 uur bij een temperatuur van  $20 \pm 1$  °C en een relatieve vochtigheid van  $50\% \pm 3\%$ .

De referentiemethode is vastgelegd bij conventie. De methode levert reproduceerbare resultaten op onder gecontroleerde omstandigheden, maar er is geen absolute garantie dat deze methode de beste benadering is om resultaten te leveren die de fysische realiteit zo goed mogelijk benaderen. Wordt door het conditioneren van de filter na de bemonstering nog een voldoende realistisch beeld behouden van de fysische werkelijkheid tijdens de bemonstering?

De referentiemethode is een manuele methode waarvan de resultaten slechts met vertraging (dagen, weken) gekend zijn. De integratie ervan in telemetrische meetnetten en een directe informatie aan de bevolking is niet mogelijk. Het ophalen van de filters in een uitgebreid meetnet is vrij omslachtig en de bemonsteringsduur en de werkwijze laten niet toe om het dynamisch gedrag te bestuderen of om de gegevens “on-line” te kennen.

De lidstaten kunnen andere methoden toepassen en het gebruik van *geautomatiseerde apparatuur* in de telemetrische meetnetten is dan ook wijdverspreid. In dit geval dienen de lidstaten aan te tonen dat de bekomen resultaten gelijkwaardig zijn met de resultaten die de referentiemethode zou opleveren of dienen zij aan te tonen dat de resultaten een constante samenhang vertonen met de referentiemethode. In dit laatste geval moeten de resultaten met een juiste factor gecorrigeerd worden om resultaten te genereren die gelijkwaardig zijn aan deze van de referentiemethode. Indien de lidstaat deze factor niet bepaalt, dienen de bekomen concentraties met een factor 1,3 vermenigvuldigd te worden.

De correctiefactor compenseert voor verschillen in massabepaling tussen de gebruikte meettechniek en de referentiemethode. Temperatuurverschillen bij de monsterneming, de behandeling en de bewaring van de filters leiden tot verschillen qua vochtverlies, qua verdamping van organische stoffen of dissociatiegraad van ammoniumverbindingen.

Tot de meest gebruikte instrumentale methodes behoren de “oscillerende microbalans” en de “β-absorptie”. Beide methoden zijn gebaseerd op de bepaling van de verandering van een fysico-chemische eigenschap die nauw gerelateerd is met de massa. Een andere methode is de “laser-nefelometrie” die een combinatie inhoudt van optische detectie en de toepassing van een conversiefactor “*massa/optische eigenschap*” per deeltjesgrootte (meerdere klassen).

De meetposten ter bepaling van de PM10-fractie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn uitgerust met een “*oscillerende microbalans*”. De apparatuur is van het type R&P TEOM-1400Ab. In het meetnet van het Vlaamse Gewest bevinden er zich zowel toestellen van het type “oscillerende microbalans” als “ $\beta$ -absorptie” en de meetposten van het Waalse Gewest zijn uitgerust met toestellen van het type “laser-nefelometrie” en “ $\beta$ -absorptie”.

Een VMM-studie betreffende de vergelijking tussen de *referentiemethode* en *instrumentale methoden* voor PM10 (2002), uitgevoerd over verschillende meetplaatsen en verschillende tijdstippen van het jaar, leverde een *conversiefactor* op van 1,47 voor de “*oscillerende microbalans*” en van 1,37 voor de methode met “ *$\beta$ -absorptie*”. Een herhaling van deze studie (in 2004) kwam tot een vrijwel identiek resultaat: 1,49 voor de oscillerende microbalans en 1,39 voor  $\beta$ -absorptie. Alle ruwe PM10-resultaten uit de periode 1996-2004, gemeten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden vermenigvuldigd met een factor 1,47 om resultaten te bekomen die gelijkwaardig zijn aan deze van de referentiemethode en worden aangeduid als **PM10\_EqRef**.

Voor de periode 1996-2004 gebeurt de *beoordeling* van de *luchtkwaliteit* tegenover de EG-regelgeving voor PM10 op basis van gecorrigeerde waarden.

$$\text{PM10\_EqRef} = 1,47 * \text{PM10\_ruwe data}$$

### FDMS-systeem

In de EG-richtlijn wordt het gebruik van een vaste omrekeningsfactor opgelegd. De fysische fenomenen die aanleiding geven tot afwijkende resultaten zijn echter afhankelijk van de samenstelling van het aërosol, de temperatuur en de vochtigheid. Dit betekent dat de omrekeningsfactor wellicht niet stabiel is, maar dat deze varieert in functie van plaats en tijd.

In de zoektocht naar een methode die *equivalente resultaten* oplevert *via meting*, werd door het Laboratorium van het BIM in 2003 geopteerd om een bestaand TEOM-apparaat uit te rusten met een FDMS-systeem (*Filter Dynamics Measurement System*). Uit een aantal studies, vermeld in de literatuur, blijkt dat er voor PM10 een behoorlijke overeenkomst bestaat tussen de resultaten bekomen met de referentiemethode en met TEOM-FDMS.

Een TEOM-apparaat uitgerust met een FDMS-systeem werkt in twee fasen van 6 minuten. Eerst passeert de aangezogen lucht doorheen een droger op basis van membraantechnologie. Gedurende de eerste periode wordt de lucht over de uitwisselbare filter voor monsterneming geleid, waarop de deeltjesfractie geïncubated wordt (toename van massa op de filter). Daardoor wordt lucht met een vrijwel constante en geringe relatieve vochtigheid over de filter geleid. De operationele temperatuur is ingesteld bij 30°C. Deze omstandigheden benaderen de omstandigheden bij de referentiemethode en sluiten nauwer aan bij de fysische realiteit.

Gedurende een tweede periode van 6 minuten wordt de lucht, na de droger, afgeleid over een “absolute” filter op  $\pm 4$  °C en ontdaan van alle deeltjes en vluchtige componenten. Deze “zuivere” en stofvrije lucht wordt vervolgens ook over de uitwisselbare filter van de monsterneming geleid. In deze fase is er geen toename van massa door nieuwe deeltjes en het massaverlies, veroorzaakt door het verlies van vluchtige fractie, wordt opgetekend en dient ter correctie van het gelijkaardige massaverlies dat optreedt tijdens de fase van de effectieve bemonstering (collecteren van deeltjes op de uitwisselbare filter).

De resultaten worden uitgemiddeld over een periode van één uur, in de veronderstelling dat de samenstelling van het aërosol niet al te snel wijzigt. Het eindresultaat wordt bekomen door het PM10-meetsignaal te compenseren voor het gemeten massaverlies. Dit eindresultaat wordt verder aangeduid als **PM10-FDMS**.

Vanaf het jaar 2005 gebeurt de beoordeling van de luchtkwaliteit tegenover de EG-regelgeving voor PM10 op basis van de resultaten van PM10-FDMS.

In de meetposten te Molenbeek en Haren werden, respectievelijk van september 2003 tot december 2005 en van september 2004 tot december 2005, parallelle metingen uitgevoerd tussen TEOM-PM10 en TEOM-PM10-FDMS. Hiervoor werden tijdelijk de PM2,5-metingen in deze meetposten onderbroken. In de loop van het jaar 2005 werden de PM10-toestellen van de meetposten te Ukkel, Berchem en Woluwe omgebouwd tot PM10-FDMS.

Als verhouding tussen **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data** worden volgende factoren bekomen (zie bijlage A van het *BIM-rapport : Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Immissiemetingen 2003-2005*):

Molenbeek	een factor ~1,30	(24 maanden)
Haren	een factor ~1,20	(16 maanden)
Ukkel	een factor ~1,42	(12 maanden)
Woluwe	een factor ~1,46	(12 maanden)
Berchem	een factor ~1,51	(9 maanden)

De verhouding tussen PM10-FDMS en PM10-ruwe data in de meetposten Molenbeek (~1,30) en Haren (~1,20) is duidelijk lager dan de vaste factor van 1,47 toegepast bij de omrekening van brute gegevens naar waarden equivalent met de referentiemethode (PM10\_EqRef). Op de andere meetposten is er een betere overeenstemming tussen PM10-FDMS (factor 1,42 à 1,51 t.o.v. ruwe data) en de met de vaste factor gecorrigeerde resultaten PM10\_EqRef (=1,47 \*ruwe data).

De grotere aanwezigheid van een minerale fractie op bepaalde plaatsen of tijdstippen maakt dat het gebruik van de vaste correctiefactor wellicht tot een overschatting leidde van de werkelijke concentraties, zoals o.m. het geval was in de meetposten Molenbeek en Haren.

Bij een analyse, dag na dag, van de verhouding van de resultaten tussen beide methoden (PM10-FDMS en brute gegevens) blijkt dat deze te Molenbeek varieert tussen ~0,8 en ~2,7 en te Haren tussen ~0,6 en ~2,0. Indien zou blijken dat er, van dag tot dag een goede overeenstemming is tussen de referentiemethode en de FDMS-methode, dan komt het gebruik van een vaste correctiefactor minstens ter discussie.

In een gemeenschappelijk programma van het Vlaamse, het Waalse en het Brusselse Gewest (studielocatie Aarschot) werden aanvullende testen uitgevoerd tussen verschillende instrumentale methoden voor PM10 en de referentiemethode. Voor het PM10-Fdms apparaat van het BIM, ingezet bij deze testen, werd een factor in de buurt van ~1.00 vastgesteld.

### PM2,5-metingen:

Vanaf het opstarten van de meetpost in het Meudonpark (MEU1), op 01/10/1999, werden er simultaan met de PM10-metingen ook PM2,5-metingen uitgevoerd. Het PM2,5-meetapparaat is van hetzelfde type als dat voor PM10, met een oscillerende microbalans als detector. Een selectieve bemonstering van de PM2,5-fractie wordt bekomen door de PM10-aanzuigkop in het aanzuigstelsel te laten volgen door een PM2,5-cycloon.

In de loop van het jaar 2000 werd het meetnet uitgebreid met twee bijkomende PM2,5-toestellen; een toestel in de meetpost te Molenbeek (R001 – april 2000) en het andere in de meetpost te Haren (N043 – mei 2000). Mits aanpassing van de aanzuigkop, PM10 i.p.v. PM2,5, werden beide toestellen tijdelijk ingeschakeld voor het uitvoeren van vergelijkende metingen tussen PM10 en PM10-FDMS. Voor de bewuste periodes (periode 2003/2004-2005) zijn er dan ook geen PM2,5-resultaten beschikbaar.

Vanaf de maand januari 2006, na installatie van een FDMS-systeem op de PM2,5-apparaten, worden opnieuw PM2,5-metingen uitgevoerd in de drie meetposten: Molenbeek, Haren en Meudon. In de loop van de maand maart 2006 werd een vierde PM2,5-FDMS-toestel in gebruik genomen op de meetpost te Ukkel. Vanaf de maand oktober 2007 werd een vijfde PM2,5-FDMS apparaat opgestart in de meetpost te Berchem. Door de installatie van FDMS-systemen gebeurt de bepaling van de PM2,5-deeltjesfractie onder beter gecontroleerde omstandigheden van temperatuur en relatieve vochtigheid.

Voor de omzetting van de brute PM2,5-resultaten werd nog geen vaste correctiefactor bepaald. Voor de periode 1999-2005 worden de brute meetgegevens gerapporteerd en vanaf begin 2006 de resultaten van PM2,5-FDMS. Tussen juli 2005 en maart 2007 werden in de meetpost Meudon simultaan metingen uitgevoerd voor **TEOM-PM2,5-FDMS** en **TEOM-PM2,5\_ruwe data**. Hiertoe werd het PM10-apparaat tijdelijk aangepast voor PM2,5-metingen (aanzuigkop). Voor periodes van 12 maanden wordt, tussen beide reeksen resultaten, een verhouding van ~1,57 genoteerd.

Ook op *indirecte* wijze kan voor een bepaalde meetpost de verhouding tussen de resultaten voor **PM2,5-FDMS** en **PM2,5\_ruwe data** worden bepaald. De resultaten van twee verschillende jaarperiodes worden beschouwd en vergeleken met de resultaten van een meetpost (41MEU1) waarvoor de verhouding **PM2,5\_FDMS** en **PM2,5\_ruwe data** op *directe* wijze werd bepaald. Voor het eerste jaar worden de resultaten **PM2,5\_ruwe data** van beide meetposten vergeleken en voor de tweede jaarperiode de gegevens **PM2,5\_FDMS**.

Voor de meetposten te Molenbeek en Haren wordt op deze wijze respectievelijk een factor 1,60 en 1,47 afgeleid tussen PM2,5-FDMS en PM2,5\_ruwe data (*zie bijlage A*).

Het telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is thans uitgerust met 6 toestellen voor PM10-FDMS en 5 toestellen voor PM2,5-FDMS.

#### 4.3.3 Reglementering PM10 volgens richtlijn 1999/30/EG

De Europese richtlijn 1999/30/EG voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, zwevende deeltjes en lood voorzag in grenswaarden voor de aanwezigheid van PM10-deeltjes in de omgevingslucht. Deze richtlijn bevatte nog geen grenswaarden voor de fijnere deeltjes (PM2,5-fractie), maar wel een duidelijke aanbeveling om met PM2,5-metingen te starten, bij voorkeur op plaatsen waar ook PM10 gemeten wordt.

De richtlijn voorzag in *twee grenswaarden*, n.l. een eerste voor het *24-uursgemiddelde* (dagwaarde) en een tweede voor het *jaargemiddelde*. De richtlijn voorzag een evolutie in twee opeenvolgende stappen. Een eerste doelstelling diende tegen 2005 gehaald te worden, de tweede tegen 2010:

##### Fase 1 (te respecteren tegen 1 januari 2005)

- **50 µg/m<sup>3</sup>** als **24-uurwaarde**, niet meer dan **35 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **40 µg/m<sup>3</sup>** als **jaargemiddelde**,

##### Fase 2 (te respecteren tegen 1 januari 2010)

- **50 µg/m<sup>3</sup>** als **24-uurwaarde**, niet meer dan **7 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **20 µg/m<sup>3</sup>** als **jaargemiddelde**,

Op basis van de destijds reeds beschikbare PM10-resultaten leken deze doelstellingen zeer ambitieus, in het bijzonder deze voor het jaar 2010 (vrijwel utopisch binnen het voorziene tijdsbestek).

#### 4.3.4 Reglementering PM10 en PM2,5 volgens richtlijn 2008/50/EG

De Europese richtlijn 2008/50/EG herneemt voor PM10 de grenswaarden van de fase 1 van de richtlijn 1999/30/EG. De grenswaarden van fase 2 worden niet hernomen, maar zijn vervangen door luchtkwaliteitsdoelstellingen voor de PM2,5-deeltjesfractie.

**PM10** : de richtlijn voorziet in *twee grenswaarden*, een eerste voor het *24-uursgemiddelde* (dagwaarde) en een tweede voor het *jaargemiddelde*. Deze doelstelling diende reeds sedert 2005 gerespecteerd te worden, maar de nieuwe richtlijn voorziet in de mogelijkheid tot het bekomen van uitstel, onder strikte voorwaarden, tot uiterlijk 11 juni 2011 (zie hoger 'mogelijkheden tot uitstel' onder pt. 3.2).

- **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **24-uurwaarde**, niet meer dan **35 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **jaargemiddelde**,

**PM2,5**: de richtlijn 2008/50/CE geeft verschillende en geleidelijk strengere wordende doelstellingen aan inzake de aanwezigheid van de *PM2,5-deeltjesfractie* in de buitenlucht:

**a** - een streefwaarde (2010), die overgaat in een grenswaarde (2015) en vervolgens (2020) strenger wordt (kan worden)

- **streefwaarde** van **25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **jaargemiddelde** vanaf 1 januari 2010
- **grenswaarde** van **25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **jaargemiddelde** vanaf 1 januari 2015
- een **indicatieve grenswaarde** van **20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **jaargemiddelde** vanaf 1 januari 2020, eventueel te herzien vanaf 2013

**b** - een nationale streefwaarde inzake de vermindering van de blootstelling

- tussen het jaar 2010 en 2020 dient de gemiddelde-blootstellingsindex (GBI) met een bepaald percentage te dalen; dit percentage is afhankelijk van de blootstelling in het referentiejaar 2010. Voor België zal wellicht een daling met 20% opgelegd worden.
- de GBI wordt gebaseerd op metingen in stedelijke achtergrondlocaties in zones en agglomeraties verspreid over het hele grondgebied van de lidstaat. De GBI wordt berekend als een voortschrijdend gemiddelde over drie kalenderjaren en over alle daartoe ingerichte stedelijke achtergrondlocaties. De GBI voor het referentiejaar 2010 is de gemiddelde concentratie over 2008, 2009 en 2010. De GBI voor 2020 is de gemiddelde concentratie over 2018, 2019 en 2020.
- een blootstellingsconcentratieverplichting van **20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  voor het jaar 2015. De GBI voor het jaar 2015 is de gemiddelde concentratie over 2013, 2014 en 2015.

#### 4.3.5 Gemeten waarden voor PM10-deeltjes

De tabel IV.20 geeft, voor de periode 1996-2008, een overzicht van de PM10-concentraties in de verschillende meetposten, zoals medegedeeld aan de Intergewestelijk Cel Leefmilieu en de Europese Commissie. Ze bevat resultaten voor de jaargemiddelde concentratie (GEM) en de 98<sup>ste</sup> centiel (P98), berekend op basis van 24-uurswaarden.

Tabel IV.20: **PM10 : JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE (GEM) en P98**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER // DAGWAARDEN  
[Concentratie in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ]

GEM	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1996	--		38			
1997	46		40	--		
1998	43		35	51		
1999	43	29	31	53		
2000	37	27	31	57	31	
2001	38	27	32	54	32	
2002	37	27	32	52	32	33
2003	44	29	33	53	36	33
2004	38	23	28	48	30	--
2005	31	26	27	36	(31)	28
2006	31	23	29	34	--	27
2007	34	25	29	34	34	27
2008	32	28	24	34	29	26

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen  
( ) : reeks gegevens onvolledig

P98	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1996	--		79			
1997	120		96	--		
1998	97		78	124		
1999	87	59	60	130		
2000	85	63	67	154	68	
2001	89	59	65	135	68	
2002	75	59	66	115	71	65
2003	93	71	74	128	81	75
2004	75	46	58	114	63	--
2005	73	58	61	81	(63)	63
2006	73	62	69	80	--	67
2007	85	70	71	87	86	74
2008	73	67	58	96	73	62

PM10_EqRef (factor 1,47)
Gemengde reeks – PM10_EqRef & PM10_FDMS
PM10_FDMS



De hoogste waarden worden vastgesteld op het meetpunt te Haren (N043), gevolgd door het meetpunt te Molenbeek (R001). De meetwaarden te Ukkel (R012), St.-Agatha-Berchem (B011), het Meudonpark (MEU1) en Woluwe (WOL1) zijn duidelijk lager. Voor sommige jaargangen zijn de meetwaarden te Berchem nog iets lager dan deze te Ukkel. Wegens een technisch probleem met het FDMS-systeem waren de meetwaarden te Berchem wellicht tijdelijk te laag ingeschat. Beide meetpunten hebben een vrijwel ideale ligging ter bepaling van de achtergrondconcentratie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Een historiek met uitgebreide tabellen van de berekende cumulatieve frequentieverdeling voor de PM10-dagwaarden voor jaarperiodes, zomerperiodes (april – september) en winterperiodes (oktober – maart) worden gegeven in de bijlagen B, C en D. Naargelang de evolutie van de meetsystemen betreft het resultaten voor PM10-FDMS, PM10\_EqRef (factor 1,47) of PM10\_ruwe data.

#### 4.3.6 Overschrijdingen grenswaarden PM10-deeltjes

##### Jaargemiddelde en Overschrijdingsmarge:

Vanaf het jaar 2005 is de jaargemiddelde concentratie in alle meetpunten van het Gewest lager dan  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tabel IV.21). In alle meetposten, ook in deze ter bepaling van de achtergrondconcentratie, is het jaargemiddelde hoger dan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , de inmiddels afgevoerde doelstelling voor het jaar 2010.

Voor de jaarperiode 2000 mag er op de doelstelling voor de jaargemiddelde concentratie een overschrijdingsmarge toegepast worden van 20%. De toegelaten tolerantie daalt nadien lineair en moet tot nul herleid zijn tegen 1 januari 2005. Het jaargemiddelde van het jaar 2000 dient getoetst te worden aan de waarde van  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3 + 20\%$ ). De jaargemiddelden van de kalenderjaren 2001, 2002, 2003 en 2004 dienen vergeleken te worden met respectievelijk 46, 45, 43 en  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vanaf het jaar 2005 is de doelstelling  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De hoogste waarden worden opgetekend in de meetpost te Haren (N043), gelegen in de voorhaven, een omgeving met industriële bronnen (o.a. opslag en verhandeling van basisgrondstoffen voor de bouw) en veel verkeer. Met uitzondering voor deze meetpost wordt het hoogste jaargemiddelde vastgesteld tijdens het jaar 2003, een jaar met een uitzonderlijke warme en droge zomerperiode.

Tabel IV.21: **PM10 - Vergelijking JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE en doelstelling luchtkwaliteit GRENSWAARDE vermeerderd met OVERSCHRIJDINGSMARGE**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Jaar	Grenswaarde + Overschrijdingsmarge	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
2000	48	37	27	31	<u>57</u>	31	
2001	46	38	27	32	<u>54</u>	32	--
2002	45	37	27	32	<u>52</u>	32	33
2003	43	<u>44</u>	29	33	<u>53</u>	36	33
2004	42	38	23	28	<u>48</u>	30	--
2005	40	31	26	27	36	(31)	28
2006	40	31	23	29	34	--	27
2007	40	34	25	29	34	34	27
2008	40	32	28	24	34	29	26

-- : minder dan 50% van de gegevens op jaarbasis – begin van de metingen  
( ) : reeks gegevens onvolledig

PM10_EqRef (factor 1,47)
Gemengde reeks – PM10_EqRef & PM10_FDMS
PM10_FDMS

Op de meetplaatsen Haren (N043) en Molenbeek (R001), waar een belangrijke fractie minerale deeltjes aanwezig is, heeft het gebruik van de vaste factor 1,47 wellicht geleid tot een overschatting van de werkelijke concentraties

Op de meeste plaatsen in het Gewest wordt voldaan aan de doelstelling voor het jaar 2005. Voor een industriële omgeving, gesitueerd binnen de agglomeratie, is deze doelstelling wellicht niet altijd haalbaar. De ruimtelijke verdeling van de PM10-concentratie over het land (PM10-kaarten op de website [www.irceline.be](http://www.irceline.be)) geeft aan dat dit probleem zich vrijwel algemeen stelt. De gemeten concentraties in grote gedeelten van Vlaanderen en Wallonië zijn immers vaak hoger dan deze gemeten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De evolutie van de jaargemiddelde PM10-concentratie in de verschillende meetposten van het BHG tijdens de periode 2000-2008 wordt weergegeven in de grafiek bovenaan figuur 4.45. De grafiek onderaan geeft de gemiddelde concentratie weer voor weekenddagen. Sedert 2005 zijn de gemiddelde concentraties van alle meetposten ook in het weekeinde systematisch lager dan  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maar duidelijk hoger dan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **Daggemiddelde en Overschrijdingsmarge:**

Op het meetpunt te Haren (N043), Molenbeek (R001) en Meudonpark (MEU1) wordt de voorwaarde voor het daggemiddelde veelvuldig overschreden. Dit kan opgemaakt worden uit de gegevens in de tabellen IV.22 en IV.23. In tabel IV.22 wordt per jaar en per meetpost het aantal dagen weergegeven met een dagwaarde hoger dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Het jaarlijkse aantal dagen met overschrijding is duidelijk hoger dan de doelstellingen voor het jaar 2005 (maximaal 35 dagen per jaar) of de inmiddels afgevoerde doelstelling voor het jaar 2010 (maximaal 7 dagen per jaar).

Tabel IV.22: **PM10 – AANTAL DAGEN per JAAR (Maximum 35)**  
met een DAGWAARDE  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

nd-24h > 50	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	GEWEST
1996	(5)		(36)				(40)
1997	112		72	(5)			124
1998	100		56	152			156
1999	106	(17)	27	160	(2)		167
2000	61	21	24	164	31		170
2001	73	16	36	152	48	(16)	154
2002	74	19	39	152	43	35	155
2003	105	29	42	159	64	40	174
2004	69	5	18	125	25	(9)	133
2005	<u>42</u>	17	23	<u>66</u>		24	74
2006	<u>40</u>	17	25	<u>56</u>		29	58
2007	<u>65</u>	30	<u>42</u>	<u>68</u>	<u>46</u>	<u>37</u>	82
2008	<u>44</u>	25	15	<u>66</u>	33	23	80

() : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

Voor het kalenderjaar 2007 worden, met uitzondering van de meetpost te Berchem (B011), op alle meetposten meer dan 35 dagen genoteerd van de dagwaarde van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Voor de periode 2000-2008 wordt de evolutie van het jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen in de verschillende meetposten grafisch weergegeven in de figuur 4.46. De grafiek bovenaan geeft het werkelijke aantal overschrijdingsdagen weer, berekend voor alle dagen van het jaar. De grafiek onderaan geeft de schatting weer van een jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen, berekend op basis van weekenddagen (= aantal overschrijdingen indien het volledige jaar enkel uit weekenddagen zou bestaan). Bij een systematische vermindering van de emissie-activiteit tot het niveau van weekenddagen zouden er wellicht in bepaalde meetplaatsen nog steeds meer dan 35 overschrijdingsdagen (dagwaarde > 50 µg/m<sup>3</sup>) genoteerd worden.

Voor de periode tussen 2000 en 2005 was een overschrijdingsmarge toegelaten: voor het jaar 2000 mag er op de doelstelling voor de dagwaarden een overschrijdingsmarge van 50% worden toegepast. Deze marge valt terug tot 0% tegen het jaar 2005. Voor het jaar 2000 is 75 µg/m<sup>3</sup> de drempel voor het beoordelen van het aantal overschrijdingen. Voor de jaren 2001, 2002, 2003 en 2004 bedraagt de drempel respectievelijk 70 µg/m<sup>3</sup>, 65 µg/m<sup>3</sup>, 60 en 55 µg/m<sup>3</sup>. Het aantal dagen met een dagwaarde hoger dan de grenswaarde, vermeerderd met de toegelaten overschrijdingsmarge, wordt weergegeven in tabel IV.23.

Tabel IV.23: **PM10 – AANTAL DAGEN per jaar met een DAGWAARDE hoger dan de GRENSWAARDE vermeerderd met de OVERSCHRIJDINGSMARGE**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Jaar	Grenswaarde + Overschrijdingsmarge	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	GEWEST
2000	nd-24h > 75	13	2	2	<u>65</u>	5		67
2001	nd-24h > 70	19	4	6	<u>70</u>	7	7	70
2002	nd-24h > 65	27	2	8	<u>76</u>	14	6	78
2003	nd-24h > 60	<u>62</u>	18	20	<u>106</u>	<u>37</u>	25	110
2004	nd-24h > 55	<u>50</u>	1	8	<u>105</u>	14	7	113
2005	nd-24h > 50	<u>42</u>	17	23	<u>66</u>		24	74

PM10_EqRef (factor 1,47)
Gemengde reeks – PM10_EqRef & PM10_FDMS
PM10_FDMS

De resultaten in het meetpunt R001 (Molenbeek) en vooral het meetpunt te Haren (N043) wijzen op een hogere verontreiniging langsheen de industriële en commerciële as van het Gewest. Op het meetpunt te Haren en in een vergelijkbare omgeving (stad + industrie + verkeer) is de tweede doelstelling voor het jaar 2005, niet meer dan 35 dagen met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m<sup>3</sup>, wellicht niet onmiddellijk haalbaar.

*Weekenddagen:* In tabel IV.24 wordt, voor de periode 2002-2008, de jaargemiddelde concentratie (alle dagen) vergeleken met de gemiddelde concentratie op weekenddagen (zaterdagen en zondagen). Een systematische vermindering van de gemiddelde emissie-activiteit tot het niveau van weekenddagen, zou de jaargemiddelde PM10-concentratie in lichte mate doen afnemen. Hierdoor zou de huidige doelstelling voor het jaargemiddelde, 40 µg/m<sup>3</sup>, zonder probleem in alle meetposten haalbaar worden. Een jaargemiddelde van 20 µg/m<sup>3</sup>, de inmiddels afgevoerde doelstelling voor 2010, blijkt nog niet haalbaar.

Op de meetpost te Haren is gemiddelde concentratie op weekenddagen ongeveer 15 à 20% lager dan de jaargemiddelde concentratie. Voor de andere meetposten is er voor de jaargangen 2005, 2006 en 2007 nauwelijks een verschil te merken tussen de jaargemiddelde concentratie en de gemiddelde concentratie op weekenddagen.

Tabel IV.24: **PM10 – JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE** [in µg/m<sup>3</sup>]

Jaargemiddelde Concentratie berekend op basis van alle dagen (alld) en  
Gemiddelde Concentratie op basis van weekenddagen (wknd)

Jaar – selectie dagtype	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
2002 – alld	37	27	32	52	32	33
<b>2002 – wknd</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
2003 – alld	44	29	33	53	36	33
<b>2003 – wknd</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>28</b>
2004 – alld	38	23	28	48	30	(29)
<b>2004 – wknd</b>	<b>32</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>(27)</b>
2005 – alld	31	26	27	36	(31)	28
<b>2005 – wknd</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>(26)</b>	<b>25</b>
2006 – alld	31	23	29	34		27
<b>2006 – wknd</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		<b>27</b>
2007 – alld	34	25	29	34	34	27
<b>2007 – wknd</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>25</b>
2008 – alld	32	28	24	34	29	26
<b>2008 – wknd</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>22</b>

() : reeks gegevens onvolledig – begin of onderbreking van de metingen

De tabel IV.25 geeft enerzijds het werkelijke aantal dagen met overschrijding (alld) van de dagwaarde van 50 µg/m<sup>3</sup> en anderzijds een simulatie van dit aantal berekend op basis van het aantal overschrijdingen op weekenddagen (wknd).

Bij een vermindering van de gemiddelde emissieactiviteit tot het niveau van weekenddagen (drastische ingreep) zou het aantal overschrijdingsdagen (dagwaarde > 50 µg/m<sup>3</sup>) in sommige meetposten en sommige jaargangen hoger blijven dan het toegestane maximum van 35 dagen en ruim hoger dan de inmiddels afgevoerde doelstelling voor het jaar 2010 (maximum 7 dagen).

Voor het jaar 2008 worden er opvallend minder overschrijdingen op weekenddagen genoteerd, terwijl er voor het jaar 2006 proportioneel veel meer overschrijdingen worden vastgesteld op weekenddagen.

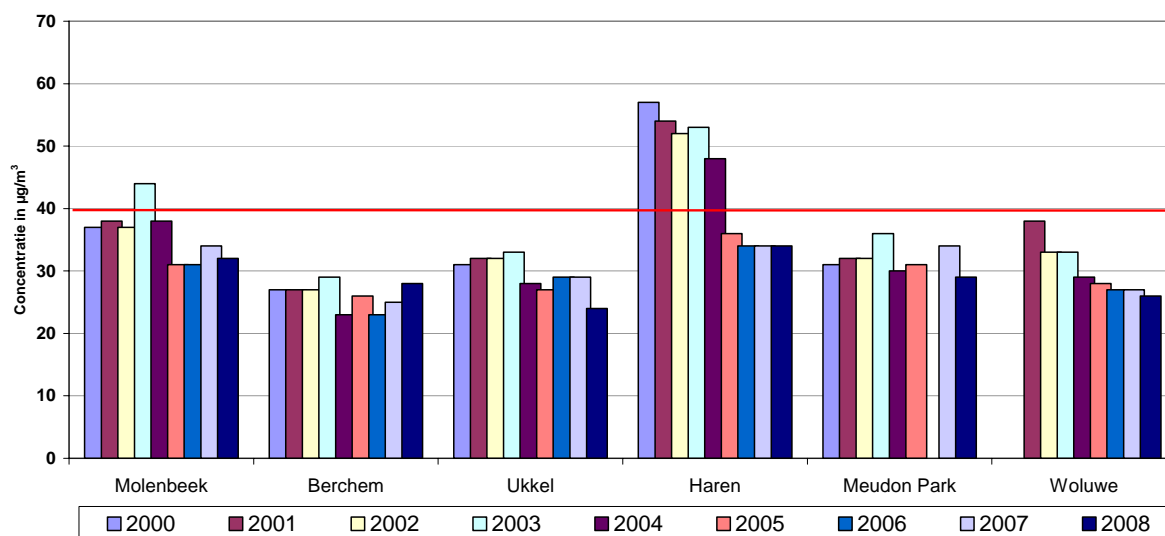
Tabel IV.25: **PM10 – AANTAL DAGEN per JAAR met DAGWAARDE > 50 µg/m<sup>3</sup>**

Aantal dagen effectief in overschrijding op basis van alle dagen (alld) en Simulatie Aantal dagen op basis van overschrijdingen tijdens het weekeinde (wknd)

nd-24h > 50	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	GEWEST
2002 - alld	74	19	39	152	43	35	155
<b>2002 - wknd</b>	<b>46</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>67</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>70</b>
2003 - alld	105	29	42	159	64	40	174
<b>2003 - wknd</b>	<b>49</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>49</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>67</b>
2004 - alld	69	5	18	125	25	(9)	133
<b>2004 - wknd</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>(4)</b>	<b>46</b>
2005 - alld	42	17	23	66	(21)	24	74
<b>2005 - wknd</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>45</b>
2006 - alld	40	17	25	56		29	58
<b>2006 - wknd</b>	<b>45</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>52</b>		<b>45</b>	<b>52</b>
2007 - alld	65	30	42	68	46	37	82
<b>2007 - wknd</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>21</b>	<b>60</b>
2008 - alld	44	25	15	66	33	23	80
<b>2008 - wknd</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>32</b>

( ) : reeks gegevens onvolledig – begin of onderbreking van de metingen

**PM10 : JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE - ALLE DAGEN**  
**PERIODE : 2000 - 2008**



**PM10 : GEMIDDELDE CONCENTRATIE op WEEKENDDAGEN**  
**PERIODE : 2000 - 2008**

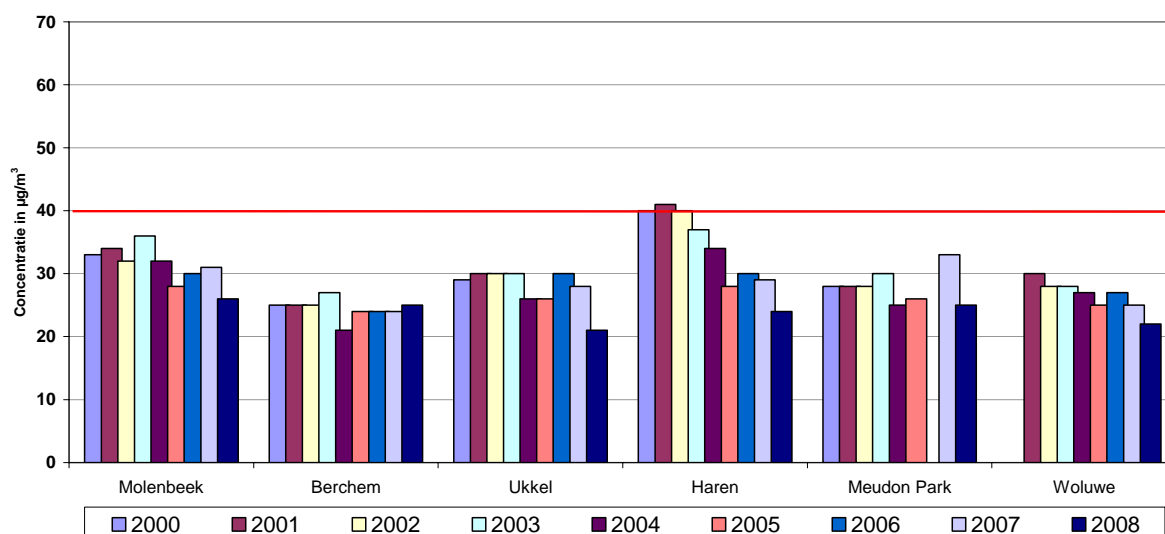


Fig. 4.45: PM10 – Evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 2000-2008  
Jaargemiddelde concentratie op basis van alle dagen (grafiek bovenaan) en  
gemiddelde concentratie op basis van weekenddagen (grafiek onderaan)

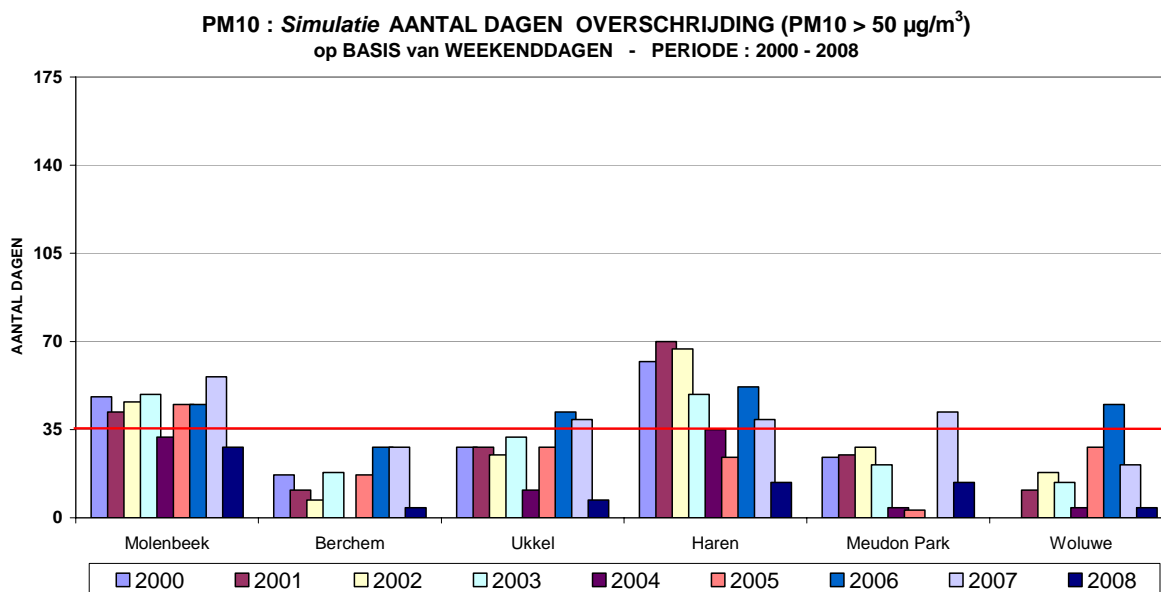
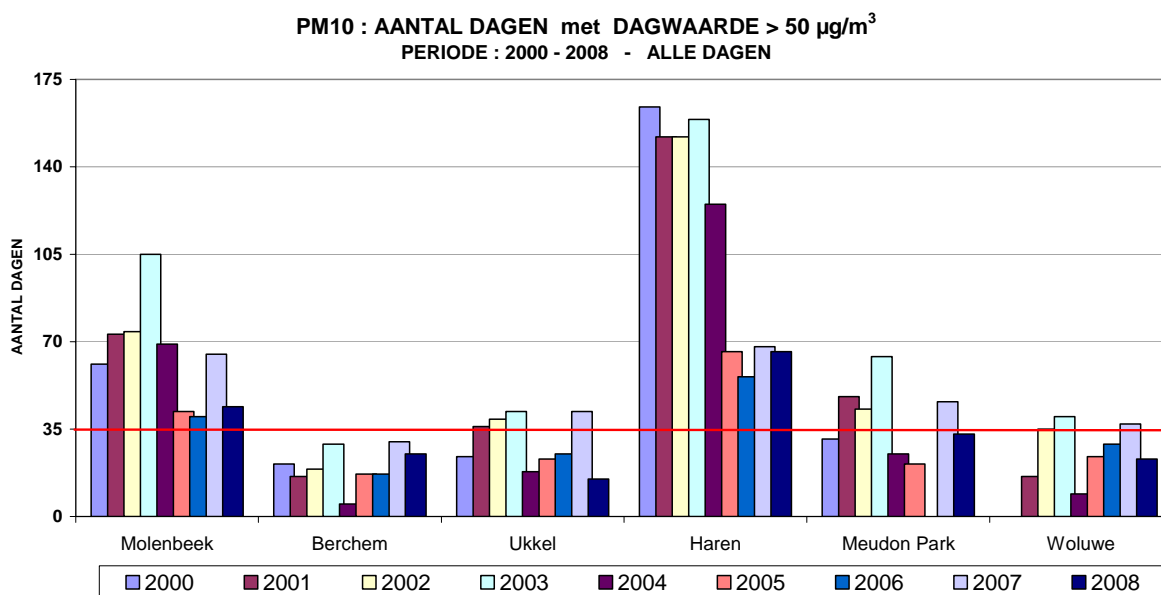


Fig. 4.46: PM10 – Dagwaarde > 50 µg/m<sup>3</sup> - Evolutie jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen Periode 2000 – 2008

*Werkelijk aantal overschrijdingsdagen* op basis van *alle dagen* (grafiek bovenaan) en simulatie van het aantal overschrijdingsdagen op basis van *weekenddagen* (grafiek onderaan)



#### 4.3.7 Evolutie PM10-waarden over langere termijn

In figuur 4.47 wordt de evolutie van PM10-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de resultaten voor de meetpost te Molenbeek (41R001) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost te Haren (41N043). De periode betreft de kalenderjaren 1997 t/m 2008. De resultaten te Molenbeek wijzen op een licht dalende tendens voor het jaargemiddelde en voor de hogere percentielen. In de meetpost te Haren is een dalende trend pas vanaf 2003 merkbaar. Vanaf het jaar 2005 worden de resultaten voor PM10-FDMS gerapporteerd. Het gebruik van de vaste factor 1,47 voor de rapportering als PM10\_EqRef in de jaren ervoor heeft wellicht geleid tot een overschatting van de werkelijke concentratie in de bepaalde meetposten en bij situaties waar een belangrijke minerale fractie aanwezig was. Verder in de tekst (zie punt 4.3.9) wordt gepoogd de evolutie van de PM10-concentraties over iets langere termijn (1981-2008) in te schatten.

In figuur 4.48 worden de pollutierozen, berekend op basis van de halfuurswaarden, op kaart afgebeeld. De kaart bovenaan geeft de situatie weer tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de kaart onderaan de situatie tijdens de zomerperiode 'april – september 2008'. De gemiddelde concentratie is iets hoger bij aanvoer van lucht vanuit oostelijke sector.

In figuur 4.49 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Molenbeek (R001). In grafiek wordt, per uurperiode, de gemiddelde concentratie (AVG), de mediaan (P50) en de centielen P10 en P90 weergegeven. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag varieert.

De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Het opmerkelijke verschil tussen beide periodes is het snellere verval van de concentratie in de late namiddag tijdens de zomerperiode. Dit beeld stemt vrij goed overeen met het profiel van de NO-concentraties op deze meetpost.

In de figuur 4.50 wordt het genormeerd weekverloop voorgesteld voor de parameters PM10-Fdms, PM2,5-Fdms, NO en NO<sub>2</sub>. Dit genormeerd weekverloop wordt bekomen door, voor elke pollutie, de gemiddelde concentratie te berekenen per dag van de week en deze waarde te delen door de gemiddelde concentratie over alle werkdagen. De aldus bekomen resultaten zijn ongeveer ≈1,00 voor de werkdagen van de week. Het %-verval van de concentratie tijdens het weekeinde kan direct uit de grafiek afgelezen worden.

In de grafiek bovenaan worden de resultaten weergegeven, uitgemiddeld over vijf meetposten (Molenbeek, Berchem, Ukkel, Meudon en Woluwe) die de invloed ondergaan van verschillende types vervuiling in de stad. Om toevallige invloeden van een bepaalde periode te minimaliseren werden gemiddelden berekend over drie opeenvolgende jaren, 2006, 2007 en 2008. De grafiek onderaan geeft analoge resultaten, maar uitsluitend voor de meetpost te Haren (N043).

In de grafiek bovenaan figuur 4.50 bemerkt men dat het verval van de NO-concentratie, een verkeersgebonden parameter, quasi 40% bedraagt op zaterdag en ongeveer 60% voor een gemiddelde zondag. Deze vermindering stemt qua grootte-orde overeen met het verval van de verkeersintensiteit zoals vastgesteld aan de hand van de NO-concentraties op verkeersdrukke meetpunten (Kunst-Wet en de Kroonlaan te Elsene). Het verval van de NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt respectievelijk ongeveer 20% op zaterdag en ongeveer 30 à 35% op zondag. NO<sub>2</sub> is ten dele een verkeersgebonden pollutant, maar ten dele ook een secundaire pollutant die in de atmosfeer gevormd wordt, voornamelijk door oxidatie van NO met ozon. Bovendien is NO<sub>2</sub> thermodynamisch de meer stabielere component onder de stikstofdioxideën zodat er vrijwel altijd en overal een minimale NO<sub>2</sub>-concentratie aanwezig is.

Het verval van de PM<sub>10</sub>-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt ongeveer 15% en voor de PM<sub>2,5</sub>-concentratie ongeveer 5%. De relatief belangrijke vermindering van het verkeer tijdens het weekeinde (opmerkelijk minder NO) wordt niet gevolgd door een evenredige vermindering van de concentraties van NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>. De hoofdreden hiervoor is dat de achtergrondconcentratie voor deze pollutanten, reeds aanwezig in de lucht die wordt aangevoerd, niet te verwaarlozen is t.o.v. de totale gemeten concentratie.

Voor deze pollutanten kan maar een gedeelte van de totale gemeten concentraties verklaard worden door de lokale emissies van het Gewest. Dit beperkt meteen de mogelijkheid om de concentraties enkel met lokale emissiebeperkende maatregelen ver genoeg terug te dringen.

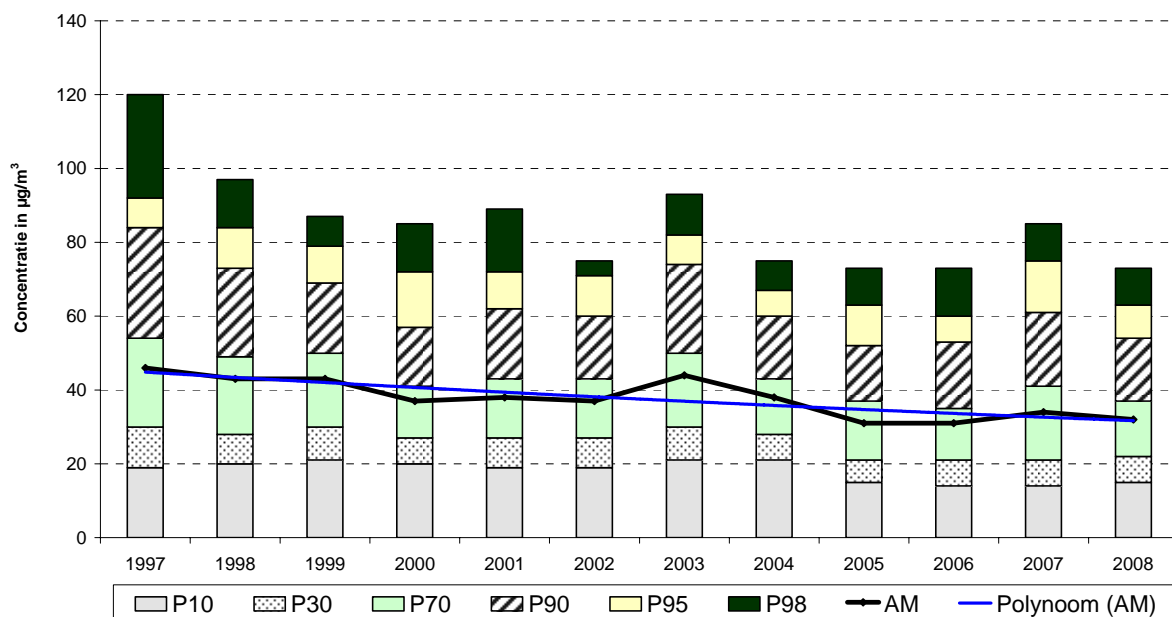
Het concentratieverval voor PM<sub>10</sub> tijdens het weekeinde is minder belangrijk dan tijdens de voorgaande periode (2003-2005). De voornaamste reden hiervoor is de uitzonderlijke situatie van het jaar 2006, toen er proportioneel meer overschrijdingsdagen waren tijdens het weekeinde dan tijdens de week.

In de grafiek onderaan de figuur 4.50 is te zien dat de situatie op de meetpost te Haren sterk afwijkt van het gemiddelde van de andere meetposten. Op de meetpost te Haren vermindert de PM<sub>10</sub> concentratie met ongeveer 20% op zaterdag en 30% op zondag en de PM<sub>2,5</sub>-concentratie respectievelijk met 10 en 15%.

In figuur 4.51 wordt het gemiddeld PM<sub>10</sub>-dagverloop weergegeven voor de meetpost te Haren (N043) tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2008'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*. Gemiddeld gezien is de PM<sub>10</sub>-concentratie hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen. Tijdens de zomerperiode is de ochtendpiek op werkdagen hoger dan tijdens de winter.

Enkel in de meetpost te Haren en in mindere mate in de meetpost te Molenbeek wordt er een duidelijk onderscheid (ochtendpiek) vastgesteld tussen het dagprofiel van werkdagen en niet-werkdagen. Het dagprofiel vastgesteld op de andere meetposten vertoont eerder geringe afwijkingen tussen de verschillende types dagen (zie *bijlagen F en G*).

**PM10 te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN**  
 1997-2004: PM10\_raw \* 1,47 - 2005-... : PM10\_FDMS



**PM10 te HAREN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN**  
 1998-2004: PM10\_raw \* 1,47 - 2005-... : PM10\_FDMS

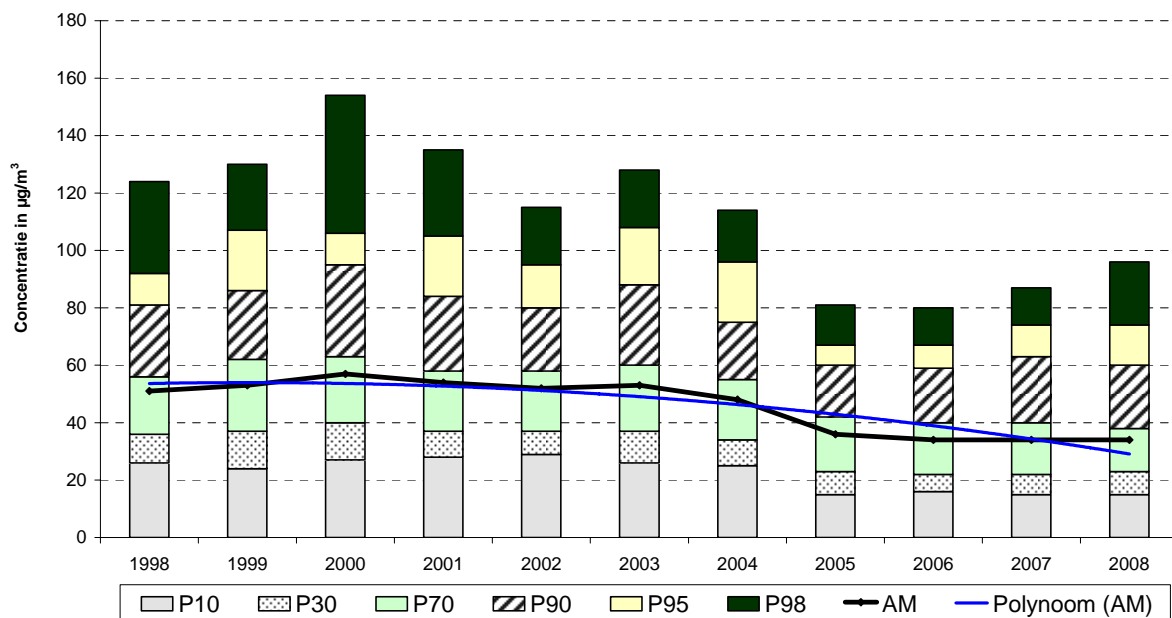


Fig. 4.47: PM10 – Evolutie PM10-concentratie te Molenbeek (R001) en Haren (N043)  
 PM10\_EqRef: 1997-2004 --- PM10\_FDMS: 2005-2008

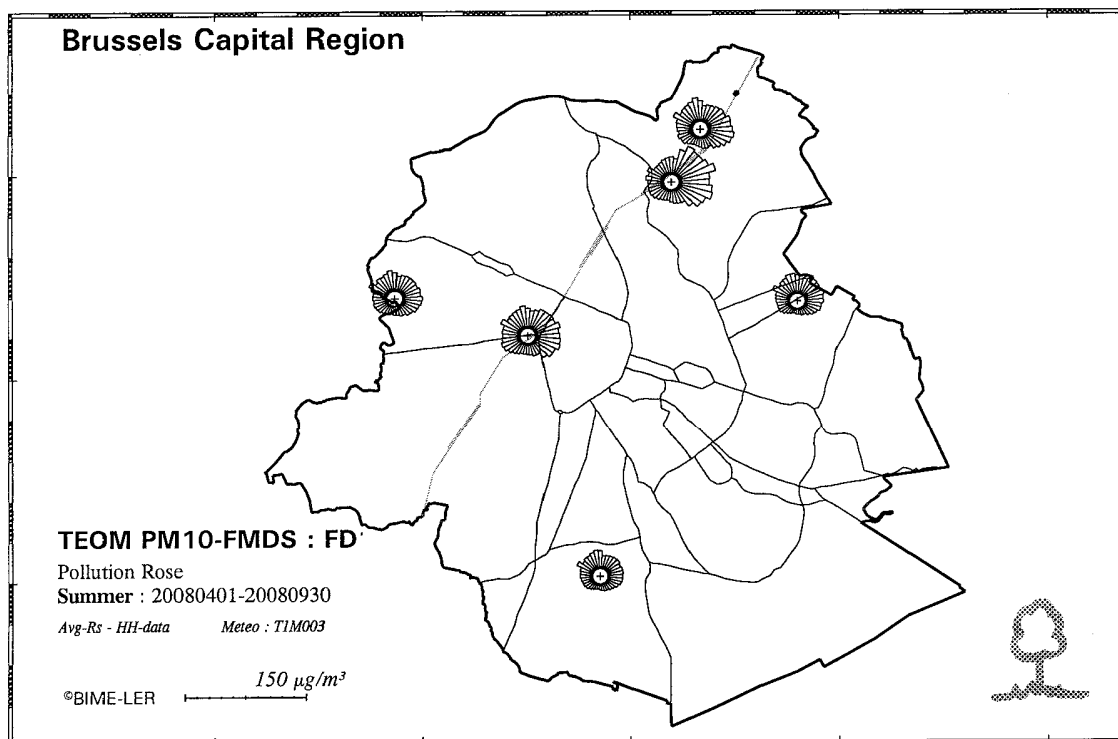
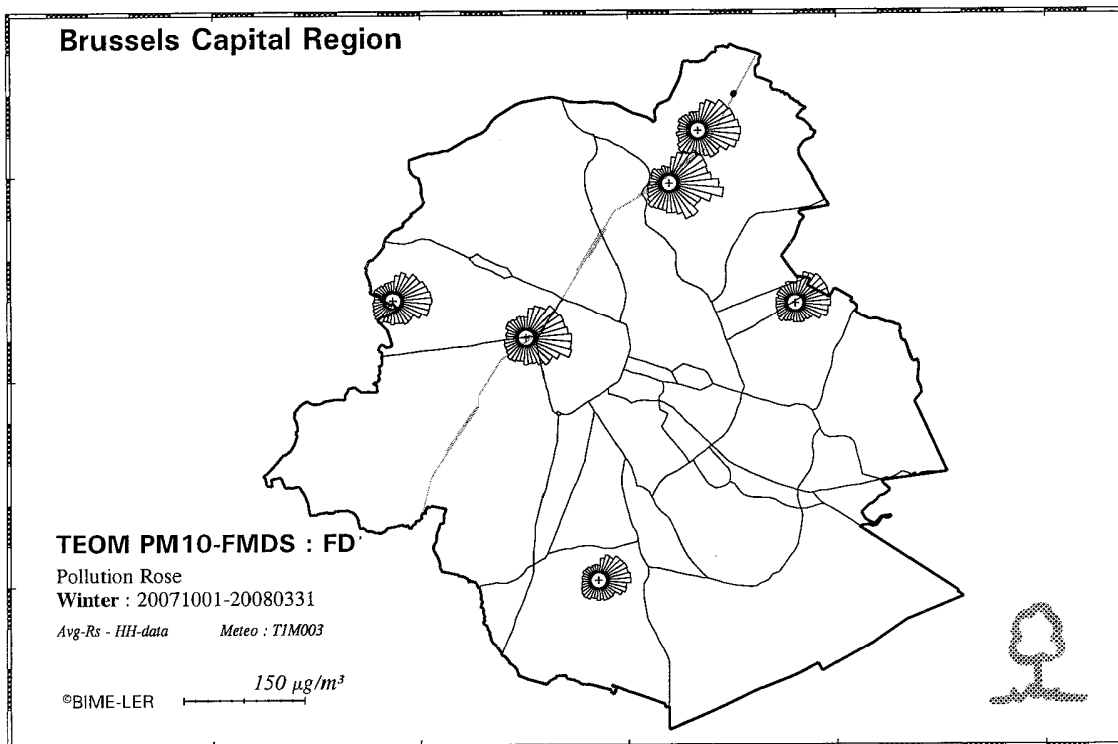
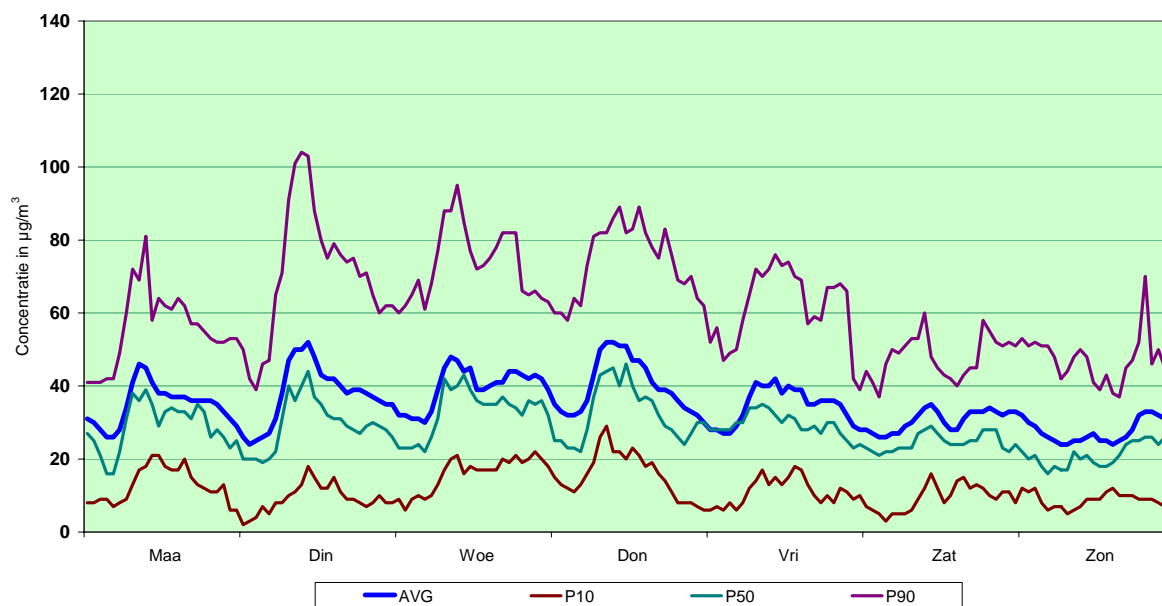


Fig. 4.48: PM10 - pollutierozen tijdens winter en zomer  
 Resultaten PM10-FDMS

**PM10\_FDMS te MOLENBEEK (R001)**  
**GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008**



**PM10\_FDMS te MOLENBEEK (R001)**  
**GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008**

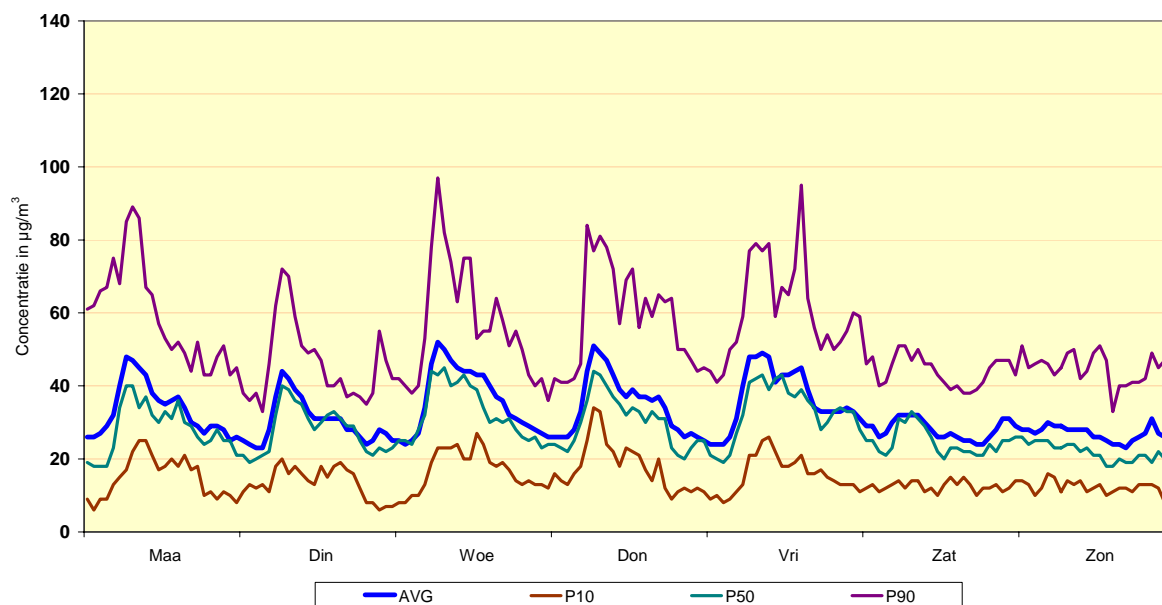
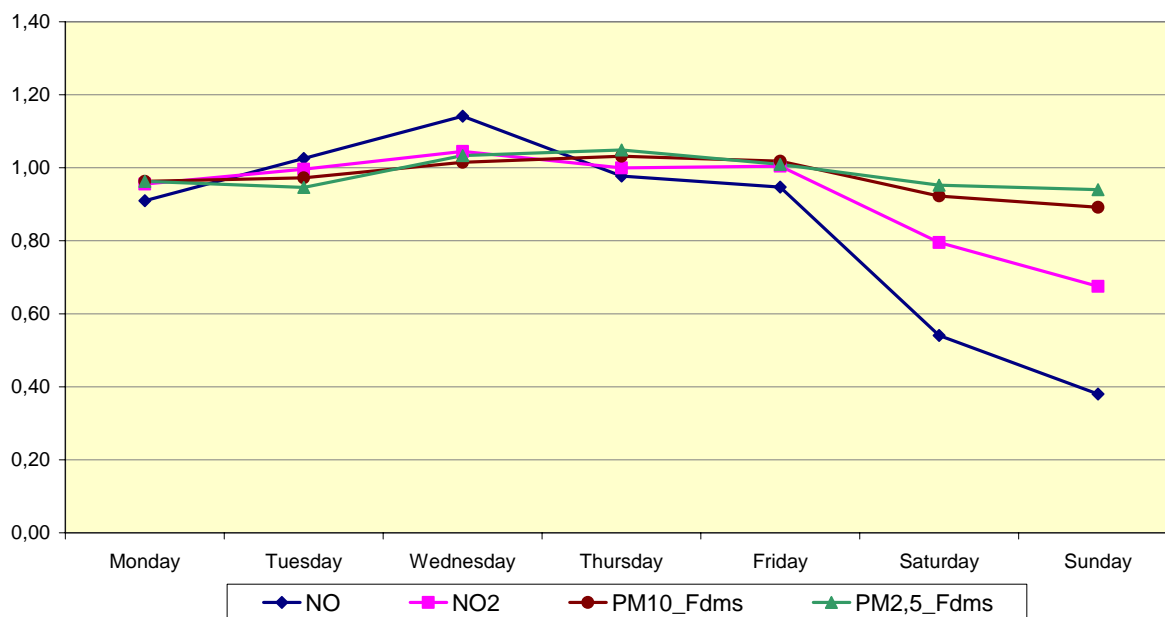


Fig. 4.49: PM10 te Molenbeek - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde concentratie (AVG), mediaan (P50), Percentielen P10 en P90

**Week Pattern for NO, NO<sub>2</sub>, PM10 and PM2,5**  
 Period : 3\_YEARS 2006 - 2007 - 2008 ::: 5 Sites



**N043 - Week Pattern for NO, NO<sub>2</sub>, PM10 and PM2,5**  
 Period : 3\_YEARS 2006 - 2007 - 2008

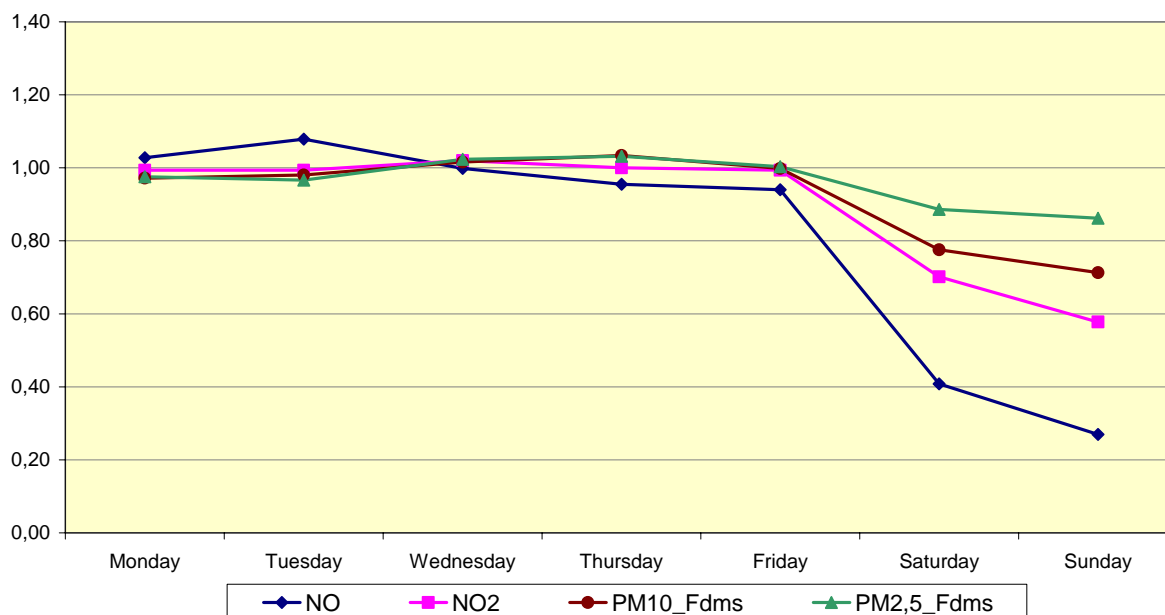
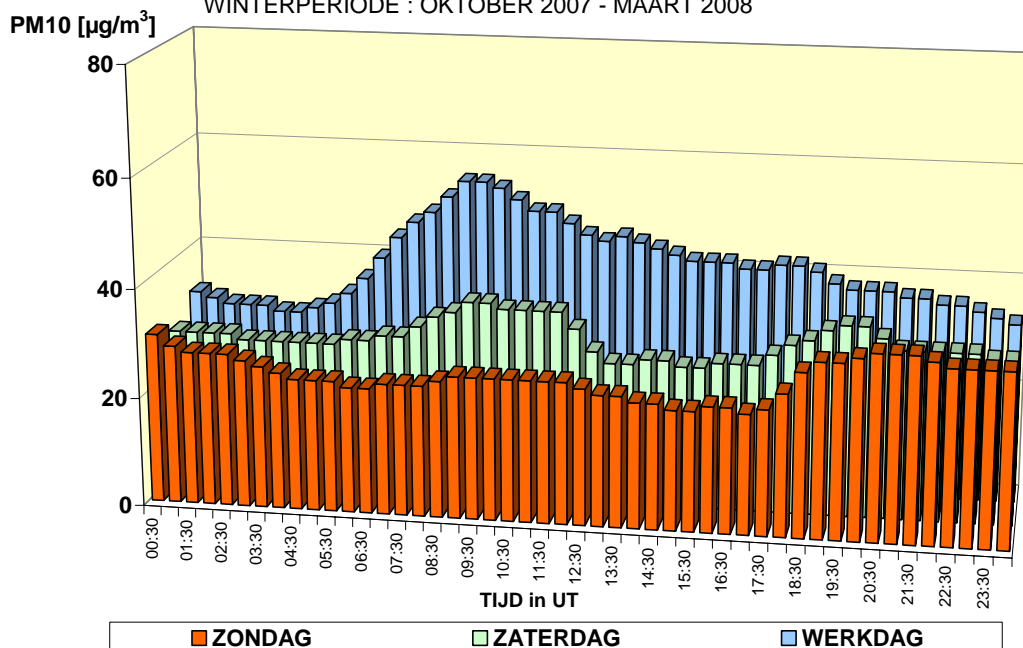


Fig. 4.50: Genormeerd gemiddeld weekverloop PM10, PM2,5, NO<sub>2</sub> en NO  
 Periode: drie opeenvolgende jaarperiodes 2006, 2007 en 2008  
 Grafiek bovenaan : gemiddelde over 5 meetposten – meetpost Haren uitgezonderd  
 Grafiek onderaan : meetpost te Haren

**PM10-FDMS - HAREN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**PM10-FDMS - HAREN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

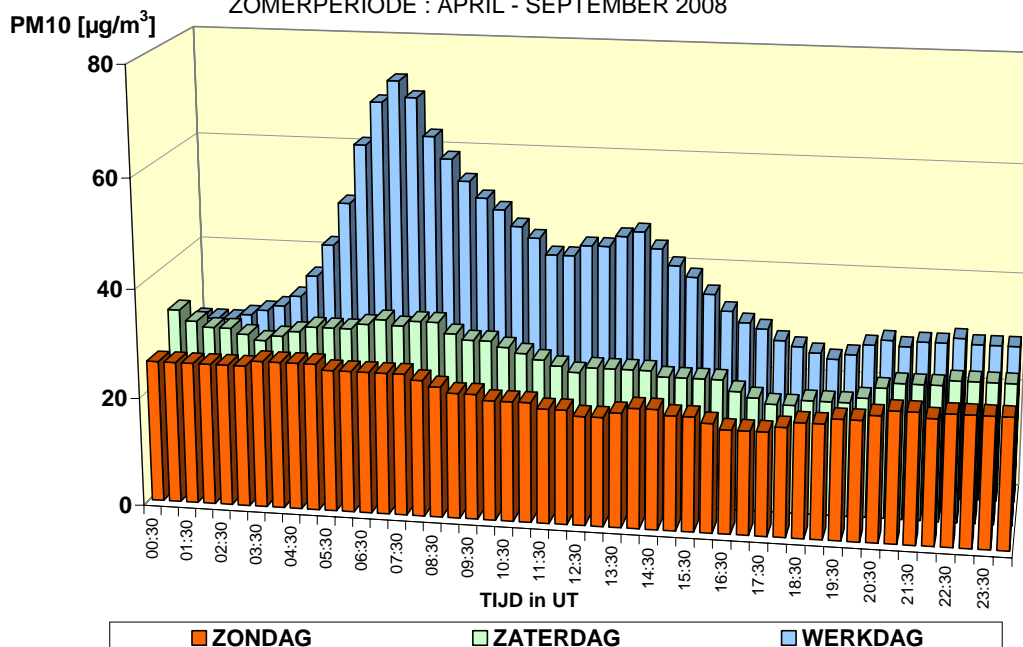


Fig. 4.51: PM10 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Haren (N043) – PM10\_FDMS

#### 4.3.8 Invloed van de windrichting en de luchtvochtigheid op de overschrijdingen PM10

Bij de waarnemingen was reeds min of meer duidelijk geworden dat een aantal van de overschrijdingen voor PM10 (dagwaarde  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zich voordeden bij oostenwind en bij droog weer. Andere overschrijdingen voor PM10, met soms heel hoge PM10-waarden, werden enigszins verrassend vastgesteld bij eerder gemiddelde temperatuur en bij een hoge luchtvochtigheid (zie verder 'autoluwe zondag 2006'). Om deze vaststellingen te objectiveren werd voor alle dagen van de periode 2005-2008 (resultaten PM10-Fdms) een frequentietabel (halfuursniveau) opgemaakt voor de windrichting en de relatieve vochtigheid. De relatieve vochtigheid is uiteraard een relatief begrip, maar het geeft wel aan in welke mate de lucht verwijderd is van het verzadigingspunt en dus of de lucht eerder droog dan vochtig is.

De grafiek in figuur 4.52 geeft de frequentieverdeling weer van de windrichting, enerzijds voor de selectie 'alle dagen' (donker blauwe lijn - %Freq\_for\_Windsector) en anderzijds, voor elke meetpost waar PM10 gemeten wordt, de frequentieverdeling van de windrichting voor de selectie 'dagen met overschrijding PM10' (dagwaarde PM10  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Er is duidelijk te zien dat de sectoren 'Noordoost' en 'Oost' proportioneel beter vertegenwoordigd zijn bij het aantal dagen met overschrijding dan kan verwacht worden op basis van hun gemiddeld voorkomen. Deze sectoren komen gemiddeld ongeveer 12% (NO) en 7% (O) van de tijd voor, maar vertegenwoordigen, afhankelijk van de meetpost, respectievelijk tussen de 22 en de 28% (NO) en tussen de 13 en 18% (O) van de tijd tijdens de dagen met overschrijding.

De sectoren 'Zuid' en 'Zuidwest' daarentegen zijn, in vergelijking met hun gemiddeld voorkomen, ondervertegenwoordigd bij het aantal dagen met overschrijding. Deze sectoren komen gemiddeld ongeveer 20% (Z) en 30% (ZW) van de tijd voor, maar hun tijdsdeel tijdens de dagen met overschrijding is beperkt tot 8 à 13% (Z) en ongeveer 15% (ZW).

De grafiek in figuur 4.53 geeft de frequentieverdeling weer voor een aantal klassen van relatieve vochtigheid (RH), enerzijds voor de selectie 'alle dagen' (donker blauwe lijn - %Freq\_for\_RHClass) en anderzijds, voor elke meetpost waar PM10 gemeten wordt, de frequentieverdeling van deze RH-klassen voor de selectie 'dagen met overschrijding PM10'. De periodes met geringe luchtvochtigheid ( $< 36$  à  $52\%$  RH) zijn in lichte mate beter vertegenwoordigd bij de dagen met overschrijding dan louter op basis van hun gemiddelde voorkomen kan verwacht worden.

Een middengroep daarentegen ( $68$  à  $92\%$  RH) is in lichte mate ondervertegenwoordigd in vergelijking met hun gemiddeld voorkomen. Meest opvallend echter is dat de groep met hoge luchtvochtigheid ( $92$  à  $100\%$ ) ongeveer 30% van de tijd uitmaakt tijdens de dagen met overschrijding, terwijl deze klasse gemiddeld niet veel meer dan 20% van de tijd uitmaakt.

De grafiek van figuur 4.54 geeft een enigszins andere benadering: voor elke windrichting wordt aangegeven welk percentage van de tijd, horende bij die windrichting, er hoort bij dagen met overschrijding voor PM10. De grafiek geeft de resultaten weer van elke meetpost, voor alle dagen uit de periode 2005-2008, waarvoor er meetgegevens beschikbaar zijn. In de grafiek is duidelijk te zien dat de meetpost te Haren en in mindere mate de meetpost te Molenbeek zich onderscheiden van de andere meetposten: een veel groter percentage van de tijd geassocieerd met de ruime oostelijke sector (NO-O-ZO) gaat gepaard met een overschrijding voor PM10 op deze meetposten.



De grafiek in figuur 4.55 geeft analoge resultaten, maar met uitsluiting van de dagen waarbij er enkel op de meetpost te Haren en/of de meetpost te Molenbeek een overschrijding werd vastgesteld. Met deze beperking sluiten de resultaten van de meetposten te Haren en Molenbeek beter aan bij de resultaten van de andere meetposten, ook voor de oostelijke sectoren. Dit betekent dat er een duidelijke link is tussen de oostelijke sector en het surplus aan overschrijdingen voor PM10 op deze beide meetposten.

De grafiek in figuur 4.56 geeft voor elke klasse van luchtvochtigheid (RH) aan welk percentage van de tijd, horend bij die RH-klasse, er hoort bij dagen met overschrijding voor PM10. Het betreft de resultaten van alle dagen uit de periode 2005-2008 waarvoor er gegevens beschikbaar zijn. Ook hier kan worden vastgesteld dat de resultaten van de meetposten te Haren en Molenbeek, en in mindere mate van de meetpost in het Meudonpark, zich onderscheiden van de resultaten van de andere meetposten.

De grafiek in figuur 4.57 geeft analoge resultaten weer, zij het met uitsluiting van de dagen waarbij er enkel op de meetpost te Haren en/of Molenbeek een overschrijding voor PM10 wordt vastgesteld. Ook in dit geval sluiten de resultaten van de verschillende meetposten beter bij elkaar aan, wat betekent dat er een duidelijke link is tussen de aanwezigheid van droge lucht en het surplus aan overschrijdingen op de meetposten van Haren en Molenbeek.

De grafiek in figuur 4.58 geeft een voorbeeld van een periode waarbij er enkel op de meetpost te Haren overschrijdingen voor PM10 worden vastgesteld. De grafiek geeft de dynamische evolutie weer van de concentraties voor PM10 en PM2,5 (volle lijn) en als histogram de evolutie van de daggemiddelde concentratie voor PM10 en PM2,5. Het betreft de resultaten voor de periode van maandag 15 t/m zondag 21 september 2008. De horizontale lijn dwars doorheen de grafiek geeft de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  limietwaarde weer voor PM10. Er wordt gedurende 4 opeenvolgende dagen een overschrijding vastgesteld: van dinsdag 16 t/m vrijdag 19 september 2008 worden dagwaarden voor PM10 gemeten van respectievelijk 69, 68, 92 en 92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Voor PM2,5 wordt geen evenredige toename van de concentratie vastgesteld. Het betreft hier dus vooral grovere deeltjes, uit de fractie 2,5 tot 10  $\mu\text{m}$ .

De grafiek in figuur 4.59 geeft ter vergelijking, voor dezelfde periode, de resultaten weer voor de meetpost te Molenbeek. Op deze meetpost worden geen overschrijdingen vastgesteld, alhoewel de PM10-dagwaarde voor vrijdag 19 september 2008 oploopt tot 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De grafieken in figuur 4.60 geven het gemiddeld weekverloop weer voor PM10 en PM2,5 in de meetpost te Haren, respectievelijk voor de *winterperiode* 'oktober 2007 – maart 2008' (grafiek bovenaan) en de *zomerperiode* 'april - september 2008' (grafiek onderaan). Op de werkdagen wordt een duidelijk hoger verschil opgemerkt tussen de concentraties voor PM10 en PM2,5 dan tijdens het weekeinde. Dit verschil is ook groter tijdens de zomerperiode dan tijdens de winterperiode. Het samengaan van oostenwind en droge lucht, te samen met de aanwezigheid van een grovere fractie, leiden tot een toename van de massaconcentratie in de lucht van deze grovere fractie (tussen 2,5 en 10  $\mu\text{m}$ ).

De toename van de PM10-concentratie kon ook reeds duidelijk opgemaakt worden uit de grafieken van figuur 4.51 die voor de meetpost te Haren het gemiddelde dagverloop voor PM10 weergeven, respectievelijk op zondagen, zaterdag en werkdagen, zowel voor de winterperiode (grafiek bovenaan) als voor de zomerperiode (grafiek onderaan).

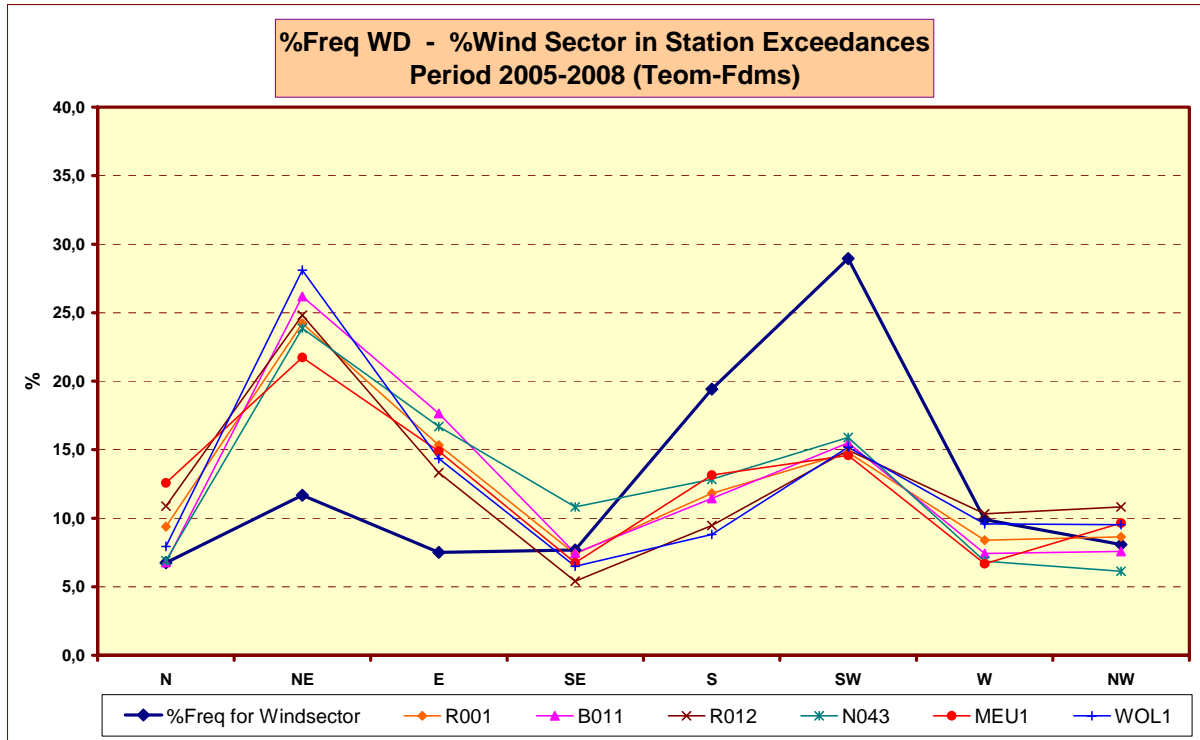


Fig. 4.52: Frequentieverdeling Windrichting - Alle Dagen (%Freq\_Windsector)  
Per Meetpost : Frequentieverdeling Windrichting voor de dagen met overschrijding voor PM10

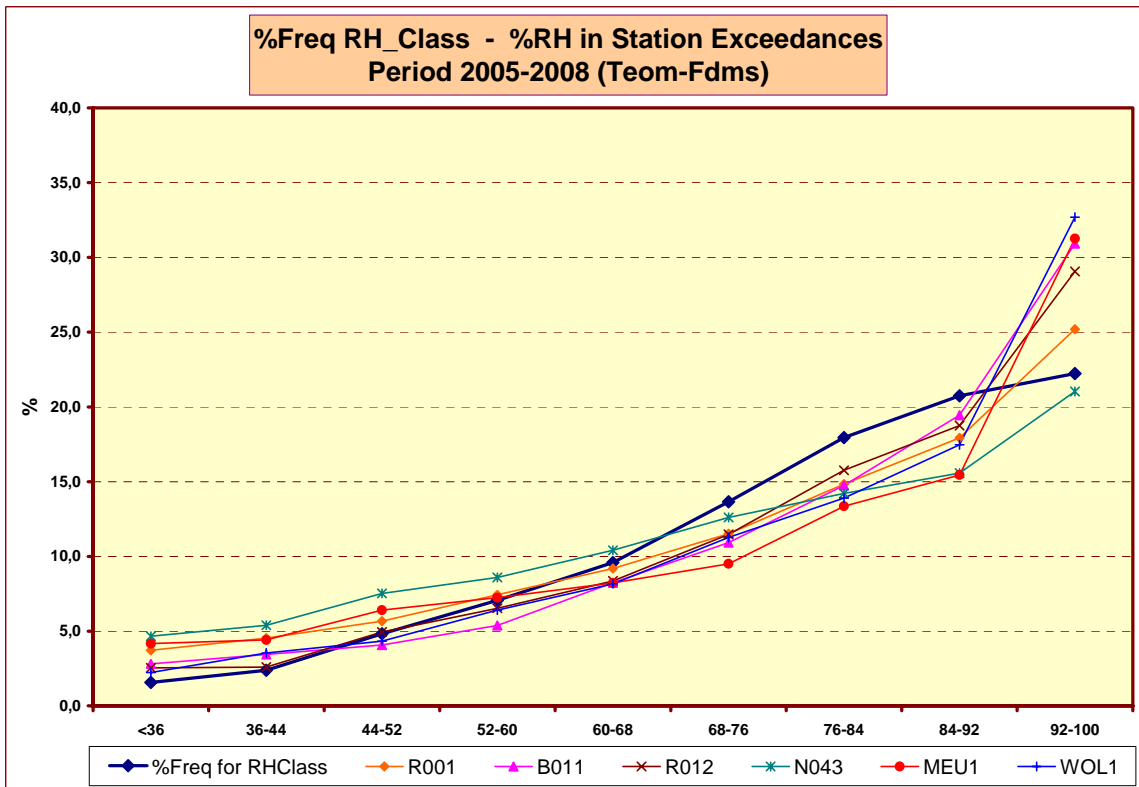


Fig. 4.53: Frequentieverdeling Rel. Vochtigheid - Alle Dagen (%Freq\_RHClass)  
Per Meetpost : Frequentieverdeling Rel. Vochtigheid voor de dagen met overschrijding voor PM10

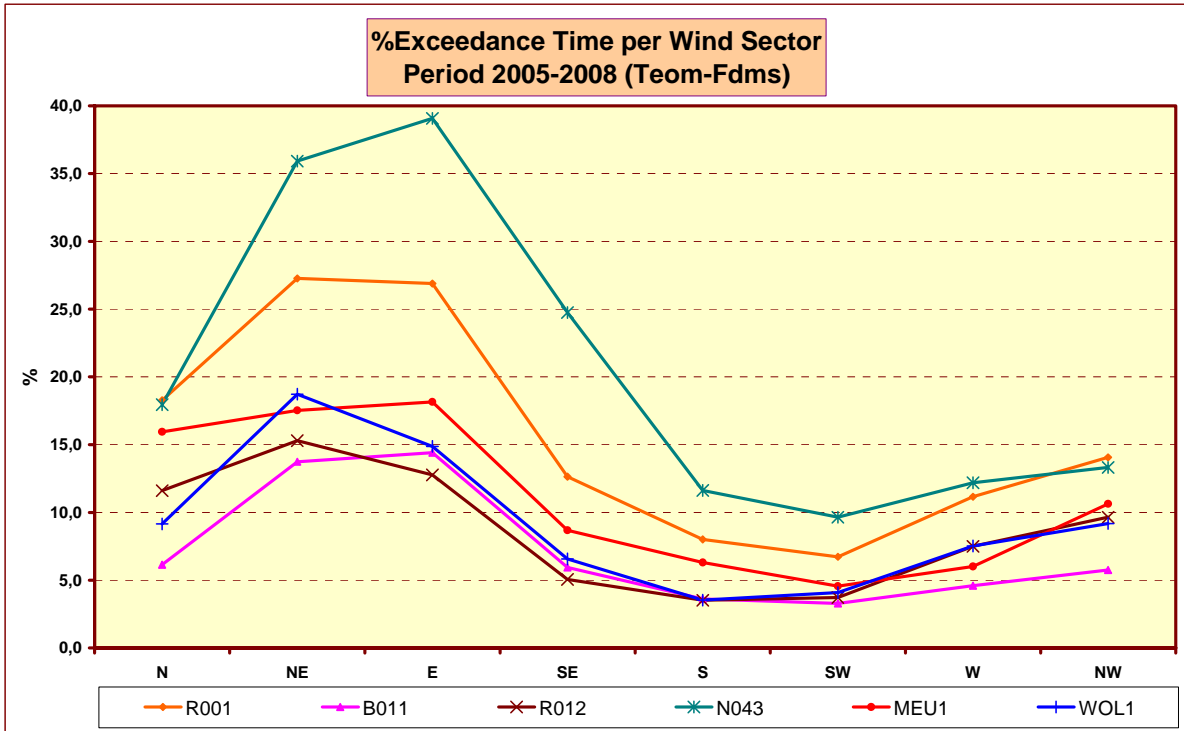


Fig. 4.54: Per Windsector het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10  
Gegevens : Alle Dagen

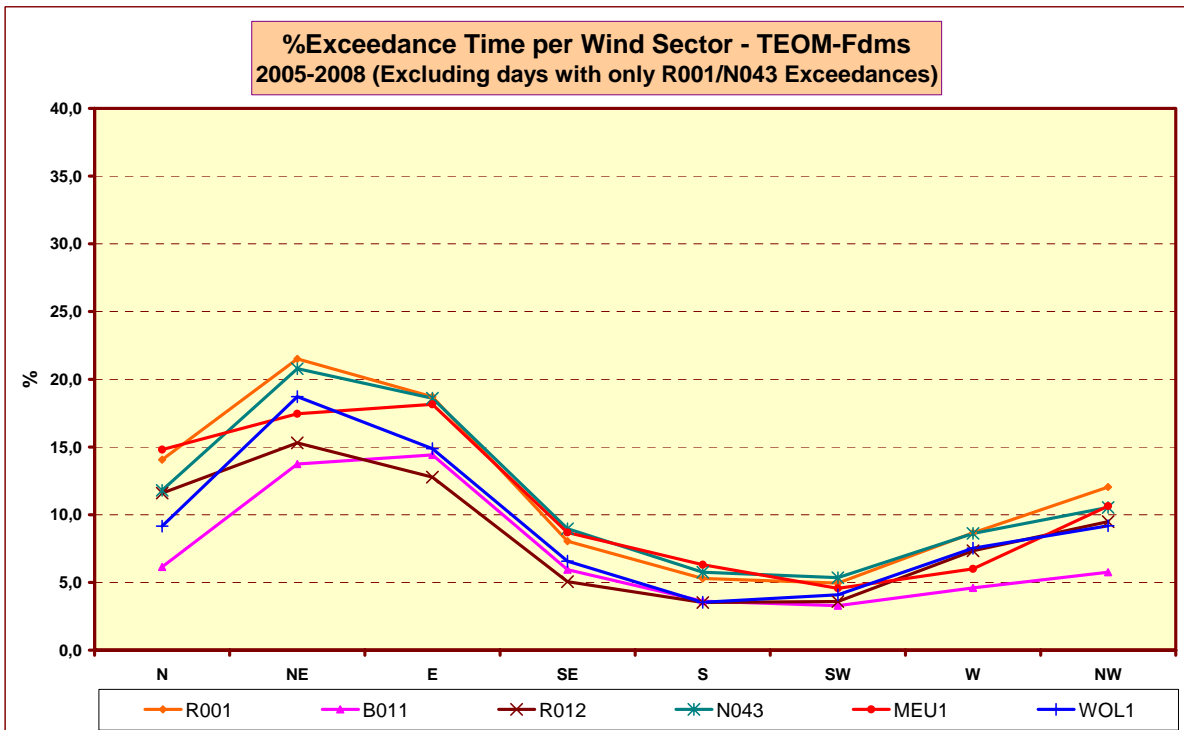


Fig. 4.55: Per Windsector het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10  
Gegevens: Alle Dagen met uitzondering voor de dagen waarbij er enkel overschrijding  
wordt vastgesteld op de meetposten te Haren en/of te Molenbeek

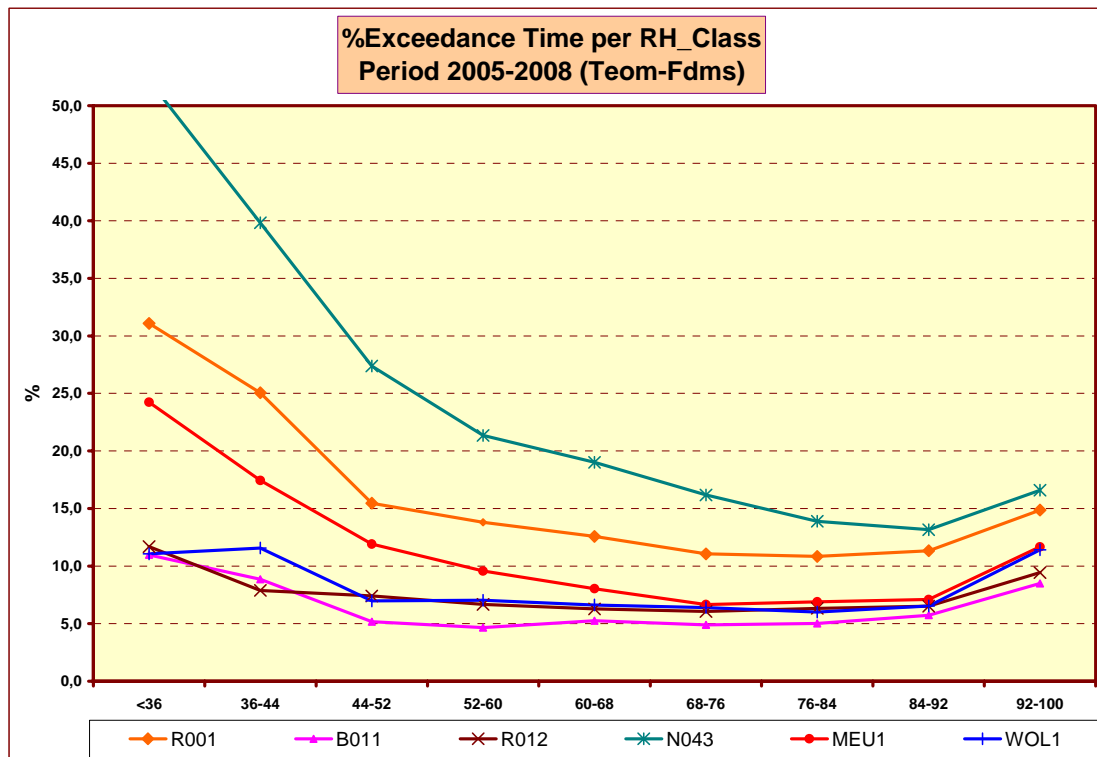


Fig. 4.56: Per RH-klasse het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10  
Gegevens : Alle Dagen

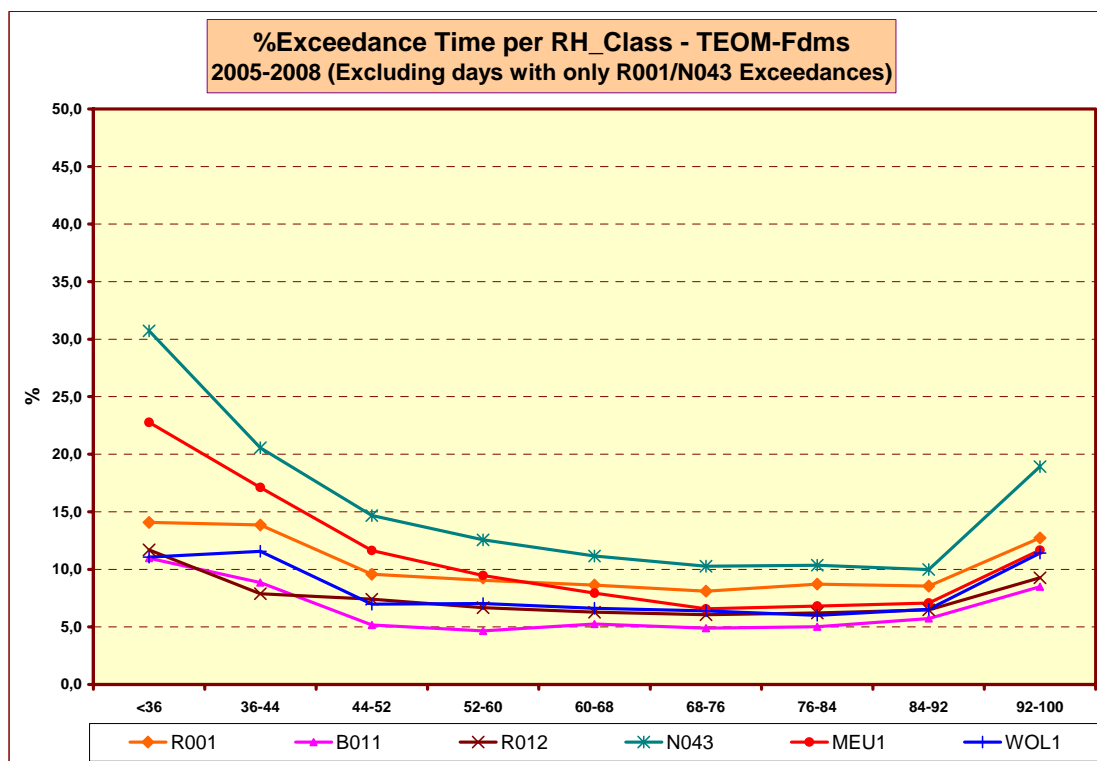


Fig. 4.57: Per RH-klasse het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10  
Gegevens: Alle Dagen van het jaar met uitzondering voor de dagen waarbij er enkel overschrijding is op de meetposten te Haren en/of te Molenbeek

**N043 - Evolution "PM10-FDMS" , "PM2,5-FDMS" and VOLATILE Fraction**

Period : Monday 15 - Sunday 21 September 2008

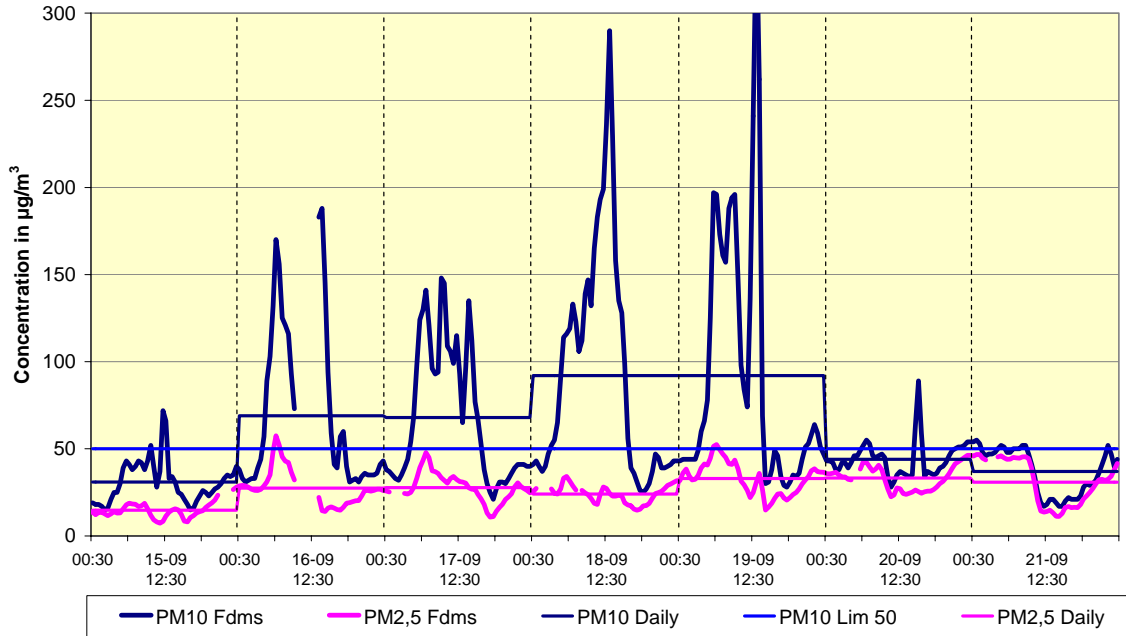


Fig. 4.58: Meetpost te Haren – Evolutie concentratie PM10 en PM2,5  
Periode : Maandag 15 – Zondag 21 September 2008

**R001 - Evolution "PM10-FDMS" , "PM2,5-FDMS" and VOLATILE Fraction**

Period : Monday 15 - Sunday 21 September 2008

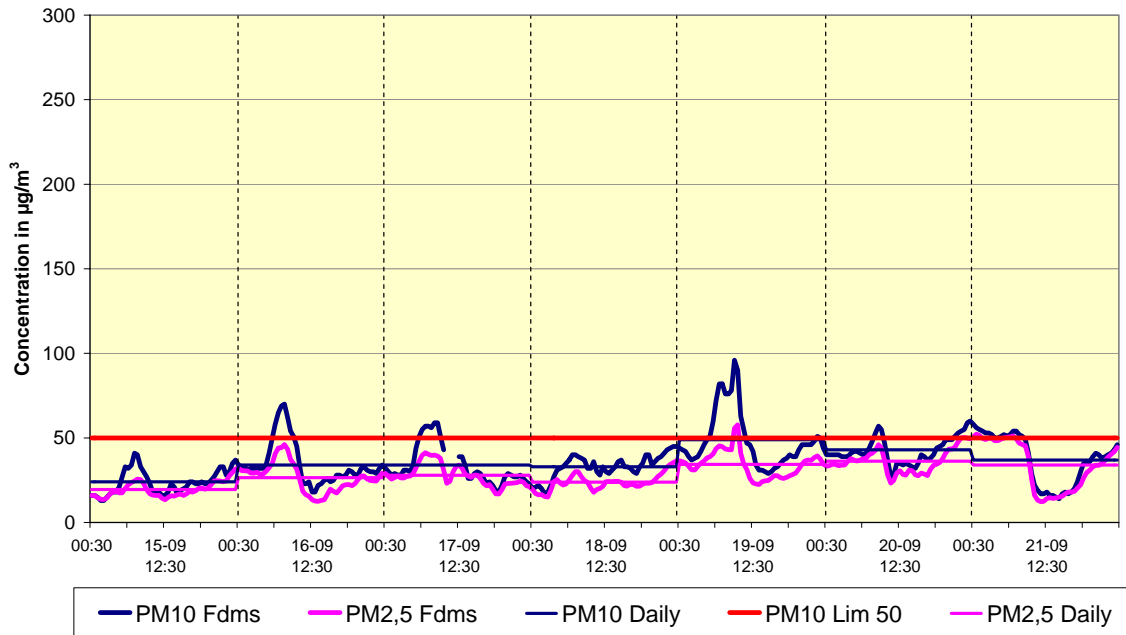
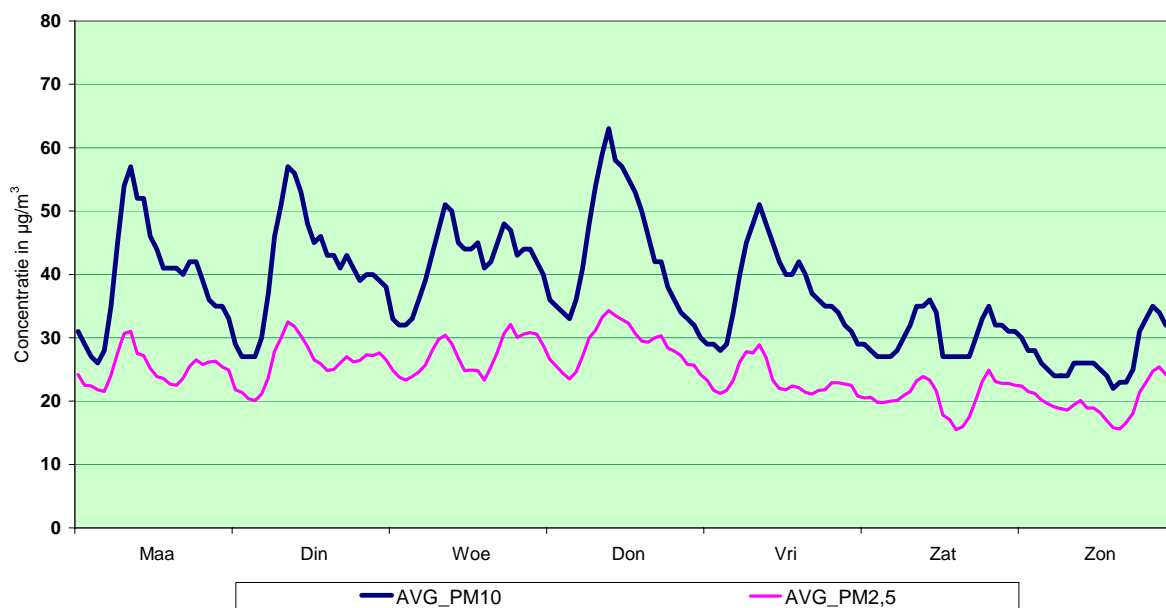


Fig. 4.59: Meetpost te Molenbeek – Evolutie concentratie PM10 en PM2,5  
Periode : Maandag 15 – Zondag 21 September 2008

**PM10\_FDMS en PM2,5 te HAREN (N043)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**PM10\_FDMS en PM2,5\_FDMS te HAREN (N043)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

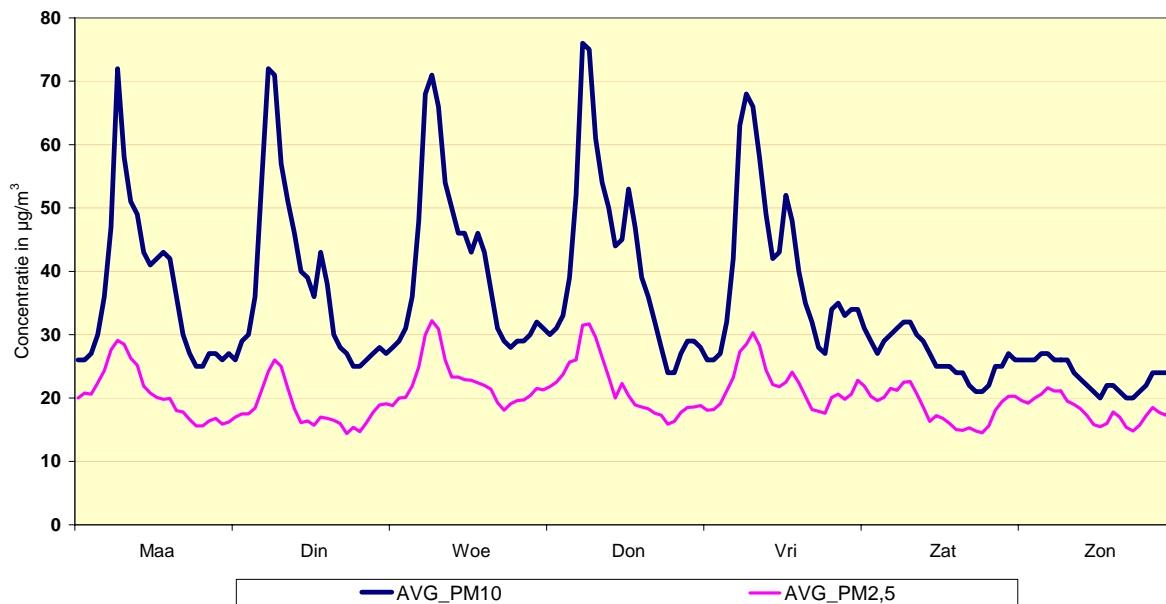


Fig. 4.60: PM10 en PM2,5 te Haren - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde concentratie PM10 (AVG\_PM10 en PM2,5 (AVG\_PM2,5)

De grafiek van figuur 4.61 geeft, voor de meetposten te Haren en Molenbeek, de samenstelling weer van de PM10-fractie op dagen met overschrijding, vastgesteld in 2007 en 2008. In de grafiek wordt de indicatie weergegeven van de hoeveelheid volatiele fractie, de massaconcentratie van de PM2,5 fractie (waarvan de volatiele fractie integraal deel uitmaakt) en het verschil in massaconcentratie tussen PM2,5 en PM10. Dit laatste wordt in de grafiek aangeduid met PM(2,5-10).

Links in de grafiek worden de resultaten weergegeven voor de dagen met uitsluitend overschrijdingen ( $\approx$  het surplus aan overschrijdingen) op de meetposten te Haren (N043) en/of Molenbeek (R001). Dit zijn hoofdzakelijk dagen met aanvoer van drogere lucht uit oostelijke sector. Rechts in de grafiek worden de resultaten weergegeven voor de dagen met overschrijding op meerdere meetposten. Dit zijn voornamelijk dagen met meteorologische condities die ongunstig zijn voor de verspreiding van de vervuiling en/of dagen waarbij de vorming van secundair aërosol, in belangrijke mate, optreedt.

Op overschrijdingsdagen met aanvoer van drogere lucht uit oostelijke sector is de totale PM10-concentratie lager en is er minder volatiele massa aanwezig. Daarentegen is de massaconcentratie aan grovere deeltjes, de fractie tussen PM2,5 en PM10, duidelijker aanwezig. Op dagen waarbij er overschrijdingen worden vastgesteld op meerdere meetposten is er meer volatiele massa aanwezig en is de totale PM10-massaconcentratie hoger, alsook het aandeel van PM2,5 in de PM10-massaconcentratie. Op dagen met algemene overschrijdingen bedraagt de PM2,5-fractie te Haren en Molenbeek ongeveer 70 à 80% van de PM10-massaconcentratie, tegen 50 à 65 % op overschrijdingsdagen met aanvoer van drogere lucht uit de oostelijke sector.

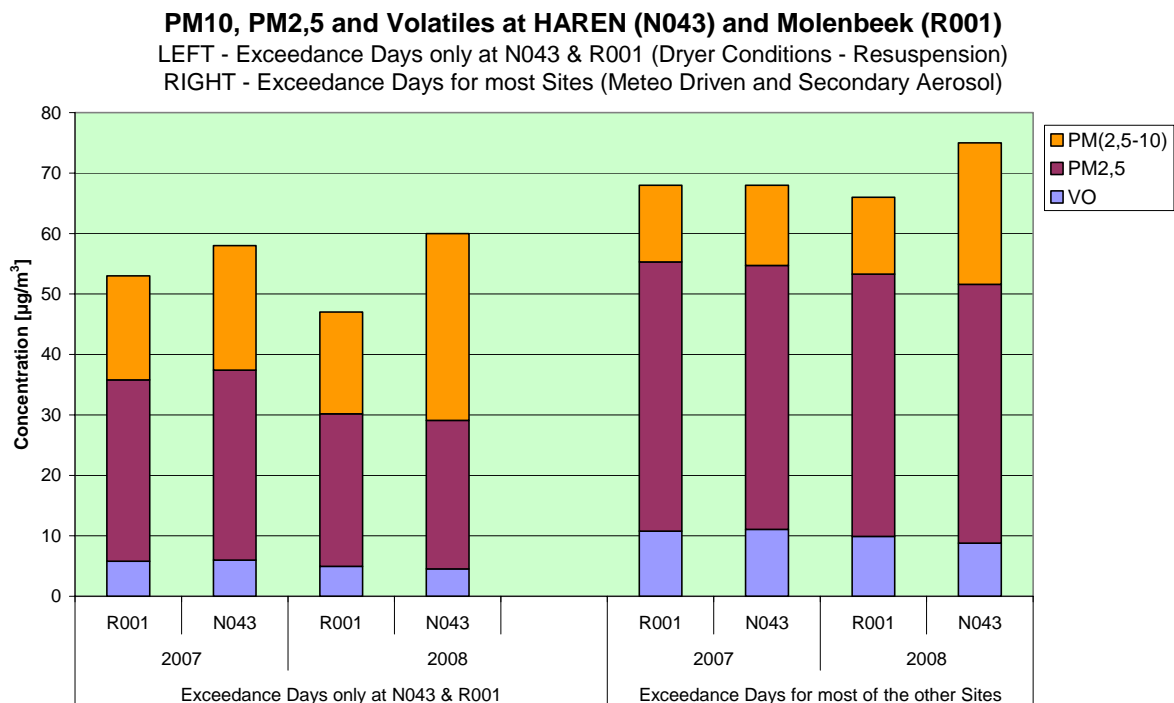


Fig. 4.61: PM10, PM2,5 en volatiele fractie op overschrijdingsdagen – situatie te Haren en Molenbeek  
 Onderscheid tussen dagen met enkel een dagoverschrijding te Haren en/of Molenbeek (aanvoer drogere lucht uit oostelijke sector) en dagen met overschrijding op meerdere meetposten tegelijkertijd (vorming secundair aërosol en/of algemeen ongunstige meteorologische condities)

#### 4.3.9 Hoge concentraties op dagen met weinig verkeer

In het vorige driejaarlijkse rapport over de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Immissiemetingen 2003-2005) werd reeds gewag gemaakt van situaties waarbij op alle meetposten van het Gewest zeer hoge PM10-concentraties werden gemeten op dagen met zeer weinig verkeer. Dit was o.a. het geval op maandag 7 en dinsdag 8 februari 2005 tijdens het carnaval en krokusverlof en op paasmaandag 28 maart 2005, een officiële verlofdag.

De grafiek in figuur 4.62 geeft voor de meetpost in het Meudonpark de evolutie weer van de resultaten voor PM10 en PM2,5 (omrekeningsfactor 1,47), tussen zaterdag 5 en donderdag 10 februari 2005. De grafiek in figuur 4.63 geeft, voor dezelfde meetpost, de resultaten weer voor de periode van zaterdag 26 tot woensdag 30 maart 2005.

In beide gevallen werd de meteorologische situatie gekenmerkt door een eerder zwakke wind (< 2,5 m/sec), een relatief lage temperatuur (~8 en 11C) en een vrij hoge relatieve vochtigheid (~90%). Tijdens de ochtend en de voormiddag was er bovendien nevelvorming.

Uit het concentratieverloop kan opgemaakt worden dat in beide gevallen ca. 80% à 90% van de PM10-massa in feite PM2,5-deeltjes betreft. Gezien er op die dagen een eerder geringe bijdrage was van zowel het verkeer als van commerciële en industriële activiteit (verlofdagen) en er ook geen buitengewone bijdrage was van de gebouwenverwarming (niet abnormaal koud) vermoedden we dat het wellicht omstandigheden betrof die het nucleatie-proces bevorderen.

Onder deze omstandigheden bedroegen de PM10-dagwaarden in het meetnet 75 à 85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (*PM10\_EqRef met omrekeningsfactor 1,47*), ruim hoger dan het niveau van de grenswaarde voor dagwaarden. Er werden tegelijkertijd nochtans geen abnormaal verhoogde concentraties gemeten voor de gasvormige pollutanten NO, NO<sub>2</sub>, CO en CO<sub>2</sub>.

#### Autoluwe zondag 17 september 2006

Op zondag 17 september 2006 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor de vijfde maal een autoluwe zondag georganiseerd. Tussen 09:00 en 19:00 h plaatselijke tijd (07:00 en 17:00 h UT) was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest.

De meteorologische situatie werd gekenmerkt door aanvoer van lucht vanuit het westen tot het noordwesten. De temperatuur was vrij zacht, 19°C tijdens de ochtend en 22°C in de namiddag. De luchtvochtigheid was vrij hoog (90% RH) tijdens de ochtend en daalde tot ca. 70% tijdens de namiddag.

De aanvoer van lucht van over de Noordzee gaat meestal gepaard met vrij lage concentraties. Dit was ook effectief het geval voor de gasvormige pollutanten NO, NO<sub>2</sub>, CO en CO<sub>2</sub>. Ondanks de aanvoer van maritieme lucht en de afwezigheid van verkeer, de vrij geringe bijdrage aan de emissies van gebouwenverwarming (zachte temperatuur) en van commerciële of industriële activiteit (zondag) en ondanks de zeer lage concentraties voor gasvormige pollutanten, werden op alle meetposten van het Gewest heel hoge concentraties gemeten voor PM10 en PM2,5: de dagwaarden voor PM10 en PM2,5 bedroegen respectievelijk 75 à 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 70 à 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Voor 2006 waren dit de op één na hoogste waarden.



In figuur 4.64 wordt voor de meetpost te Molenbeek het verloop weergegeven van de PM10 en PM2,5-concentraties tijdens de periode van donderdag 14 tot dinsdag 19 september 2006. De grafiek geeft zowel het dynamische verloop weer van de uurwaarden (continue lijn) als het verloop van de dagwaarden (histogram) voor PM10 en PM2,5. De horizontale lijn dwars doorheen de grafiek geeft het niveau aan van de limietwaarde van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor de dagwaarden van PM10. Het dynamische verloop van de volatiele massa in beide deeltjesfracties (VO10 en VO2,5) wordt eveneens weergegeven. De resultaten zijn het hoogst op zondag 17 september. De gegevens voor VO10 en VO2,5 zijn nagenoeg identiek, wat er op wijst dat de volatiele massa vrijwel volledig tot de PM2,5-fractie behoort. Deze resultaten geven niet de absolute hoeveelheid volatiele fractie weer, maar geven een sterke indicatie van de aanwezigheid ervan (in meerdere of mindere mate), en dus van het secundair aërosol.

Het dynamische verloop van PM10 en PM2,5 vertoont een geleidelijke opbouw van de concentratie vanaf de avond van donderdag 14 september tot even na middernacht in de nacht van zaterdag 16 op zondag 17 september. Dit patroon vertoont geen overeenstemming met het dynamisch verloop van de verkeersspecifieke parameters NO en NO<sub>2</sub>. Het verloop van de concentratie van deze beide verkeersgebonden pollutanten op de meetposten te Molenbeek en Elsene wordt weergegeven in figuur 4.65. Ook op het einde van de periode (dinsdag 19 sept.) is het dynamische verloop voor PM10 en PM2,5 totaal anders dan voor NO en NO<sub>2</sub>.

In de figuur 4.66 wordt het dynamisch verloop van de PM10-concentratie in enkele Brusselse meetposten vergeleken met dit van de meetposten te Mechelen en Antwerpen (Borgerhout), waar PM10 op identieke manier wordt gemeten. Op enkele kleine verschillen na is de PM10-concentratie te Antwerpen (R801) of te Mechelen (ML01) inwisselbaar met de concentratie gemeten op de Brusselse meetpunten. Er worden dus verhoogde en nagenoeg identieke PM10-concentraties gemeten over een gebied dat ruimtelijk gezien veel groter is dan het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

In de figuren 4.67 en 4.68 worden respectievelijk het dynamisch verloop van de PM2,5 concentratie en van de volatiele massa (VO2,5) in enkele Brussels meetposten met elkaar vergeleken: Molenbeek, Ukkel, Haren en het Meudonpark. Voor beide parameters is het concentratieverloop zeer gelijklopend op de verschillende meetpunten.

Aanvullende metingen op de meetpost te Ukkel tonen de verhoogde aanwezigheid van nitraten, sulfaten en ammonium in de deeltjesfractie. De totale massa aan nitraten en sulfaten maakt ongeveer één derde uit van de totale PM10-massaconcentratie gemeten op de autoluwe zondag. De geleidelijke opbouw van de concentratie voor PM10 en PM2,5, de duidelijke verschillen in het dynamische concentratieverloop van PM met dit van de gasvormige pollutanten, de aanwezigheid van verhoogde PM-concentraties over een ruimer gebied en de aanwezigheid van hoge concentraties aan ammoniumzouten maken duidelijk dat de hoge PM-concentraties in dit geval afkomstig zijn van een totaal ander fenomeen dan de rechtstreekse uitstoot van deeltjes door het verkeer of door andere bronnen.

Ook vroeger reeds, onder meer tijdens de carnavalperiode van februari 2005 (fig. 4.62) en op paasmaandag van het jaar 2005 (fig. 4.63) werden er, onder vrijwel gelijkaardige omstandigheden, n.l. een fel verminderde bijdrage van het wegverkeer (verlof), een beperkte bijdrage van de gebouwenverwarming (milde temperatuur) en een geringe industriële activiteit, zeer hoge PM10 en PM2,5-concentraties gemeten. In elk van deze gevallen waren de concentraties voor de andere pollutanten (NO, NO<sub>2</sub>, CO en CO<sub>2</sub>) eerder gering en de massaconcentratie voor PM2,5 bedroeg ongeveer 80 à 90% van deze voor PM10.

De meteorologische omstandigheden wezen telkens op een eerder milde temperatuur en een vrij hoge vochtigheid (~90%). Wellicht betreft het hier meteorologische omstandigheden die het nucleatieproces bevorderen. In de vochtige atmosfeer ontstaan sulfaten en nitraten. Enkele van deze componenten hebben hygroscopische eigenschappen waardoor ze wellicht ook een hoeveelheid vocht kunnen binden.

De autoluwe zondag van 2006 werd vooraf gegaan door een koude en vochtige maand augustus. Hierdoor kon niet op alle velden tijdig geoogst worden. De periode voor de bemesting die normaal afloopt einde augustus, werd uitzonderlijk verlengd tot midden september. Hierdoor was er, op enkele dagen vóór de autoluwe zondag, een massale bron van ammoniak aanwezig. Onder invloed van specifieke meteorologische omstandigheden heeft dit geleid tot de vorming van ammoniumzouten (secundair aërosol) en tot zeer hoge concentraties voor PM10 en PM2,5.

Dit fenomeen werd ook herhaaldelijk vastgesteld tijdens de maand april 2007. Einde maart tot begin april 2007 was er massaal landbouwactiviteit op de velden. De maand april 2007 was een uitzonderlijke warme, bijna zomerse maand, met milde temperaturen en hoge vochtigheid tijdens de ochtend en de avonduren en met hoge temperatuur ( $> 25^{\circ}\text{C}$ ) en drogere lucht tijdens de namiddag.

Met een blik op de horizon was de vervuiling door fijn stof zeer goed waar te nemen. Tijdens de ochtend en tot het begin van de namiddag was er een duidelijk verminderde zichtbaarheid (mistachtige atmosfeer – secundair aërosol). Met het toenemen van de temperatuur en het droger worden van de lucht verbeterde de zichtbaarheid en omstreeks 16:00 plaatselijke tijd was de lucht vrijwel volledig transparant (overgang aërosol naar de gasfase). Tegen valavond (tussen 19:00 en 20:00 plaatselijke tijd), bij een dalende temperatuur en toenemende luchtvochtigheid, verminderde de zichtbaarheid opnieuw spectaculair (vorming aërosol). In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest waren er tijdens de maand april 2007 in totaal 16 dagen met een PM10-dagwaarde hoger dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Een belangrijk gedeelte daarvan was o.m. te wijten aan de vorming van secundair aërosol.

In het geval van verontreiniging door deeltjes is de meteorologische situatie niet alleen van belang op het vlak van de verspreiding van de vervuiling, maar kan zo ook bepalend zijn voor de vorming en/of stabiliteit van het aërosol.

In figuur 4.70 en 4.71 wordt voor de meetpost te Molenbeek het dagverloop van PM10 en PM2,5 weergegeven voor de autoluwe zondag (17 sept. 2006). Dit dagverloop wordt vergeleken met het dagverloop voor een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’. De concentraties op de autoluwe zondag zijn tot driemaal hoger dan op een gemiddelde zondag of werkdag. Volledig analoge vaststellingen werden gedaan op alle meetposten “fijn stof” van het Gewest. In tegenstelling tot de vaststellingen voor de gasvormige pollutanten werd er bovendien op geen enkele meetpost een opvallende verandering van de concentratie vastgesteld: geen plotse daling van de concentratie bij het begin en geen plotse toename van de concentratie op het einde van de autoluwe periode.

De grafiek in figuur 4.69 toont het PM10-dagverloop op de meetpost te Molenbeek als een gemiddelde van de zeven autoluwe zondagen uit de periode 2002-2008. Dit profiel wordt vergeleken met het gemiddelde van alle zondagen en alle werkdagen uit de periodes ‘mei-september 2002-2008’.

Het gemiddelde PM10-niveau voor de autoluwe zondagen is nagenoeg even hoog als voor gewone zondagen en werkdagen. Ook in het gemiddelde PM10-profiel van de autoluwe zondagen wordt geen opvallende concentratieverandering waargenomen, noch bij het begin, noch op het einde van de autoluwe periode. Ook dit is tegengesteld aan de vaststellingen voor de gasvormige pollutanten.

Sahara zand: de grafiek in figuur 4.72 geeft het verloop weer van de PM10 en PM2,5-concentraties in de periode van vrijdag 23 tot vrijdag 30 maart 2007. In de figuur zijn duidelijk twee pieken te zien, een eerste verdeeld over 24 en 25 maart en een tweede op donderdag 29 maart.

In de nacht van zaterdag 24 op zondag 25 maart 2007 werden zeer hoge PM10-waarden gemeten, op alle Brusselse meetposten en op de meetposten van de aanpalende Gewesten. Voor beide weekenddagen werd een totaal onverwachte overschrijding opgetekend van de limietwaarde van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als dagwaarde voor PM10. Op de grafiek is te zien dat de concentraties voor PM2,5 duidelijk lager zijn en maar ca. 45% uitmaken van de totale PM10-massaconcentratie. Uit het verloop van het signaal voor VO10 en VO2,5 kan opgemaakt worden dat er vrijwel geen volatiele massa aanwezig was. Het betrof hier aanvoer van zand afkomstig uit de woestijnen van het noorden van Afrika (trajectstudie KMI, zie figuur 4.73).

De tweede piek enkele dagen later is totaal anders, maar leidt eveneens tot een dagoverschrijding. De PM2,5 fractie maakt ongeveer 86% uit van de totale PM10-massaconcentratie en er is duidelijk volatiele massa aanwezig. De analyse van bijkomende filters genomen op de meetpost te Ukkel leert dat er tijdens deze tweede piekperiode ongeveer  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ammoniumzouten (vooral nitraten) aanwezig waren tegenover ongeveer  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijdens de eerste piekperiode. Deze tweede overschrijding is vooral te wijten aan de aanwezigheid van secundair aërosol.

#### Commentaar bij het verband tussen 'fijn stof' en verkeer

De problematiek rond fijn stof is zeer complex en kan niet eenvoudig herleid worden tot de uitstoot van deeltjes door het verkeer. Op basis van een analyse van de meetresultaten PM10 en PM2,5 kan men meerdere elementen aanhalen waarom de massaconcentratie fijn stof niet overwegend bepaald wordt door de uitstoot van deeltjes afkomstig van het lokale verkeer:

- een beperkt concentratieverschil tussen de rand en het centrum van de stad
- het verschil in het gemiddeld weekpatroon voor PM10, PM2,5, NO en NO<sub>2</sub>
- de ervaring met de autoluwe zondagen van 21 september 2003 en 17 september 2006 en andere vrije dagen en weekenddagen met weinig verkeer en zeer hoge PM-concentraties
- het verschil in dynamisch verloop tussen de concentraties voor PM10, NO en NO<sub>2</sub>
- de gemiddelde concentraties op autoluwe zondagen zijn vrijwel even hoog als op gemiddelde zondagen en werkdagen
- het ontbreken van een duidelijke verandering in het concentratieniveau van PM10 en PM2,5 bij het begin en op het einde van de autoluwe periode (autoluwe zondagen)
- de min of meer uniforme concentratie PM10 over een ruim gebied in geval van vorming van secundair aërosol
- ook bij een permanent weekendregime voor de emissies kan het aantal dagen met overschrijding van de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als dagwaarde (limietwaarde) hoger uitvallen dan het toegestane maximum van 35 dagen per jaar

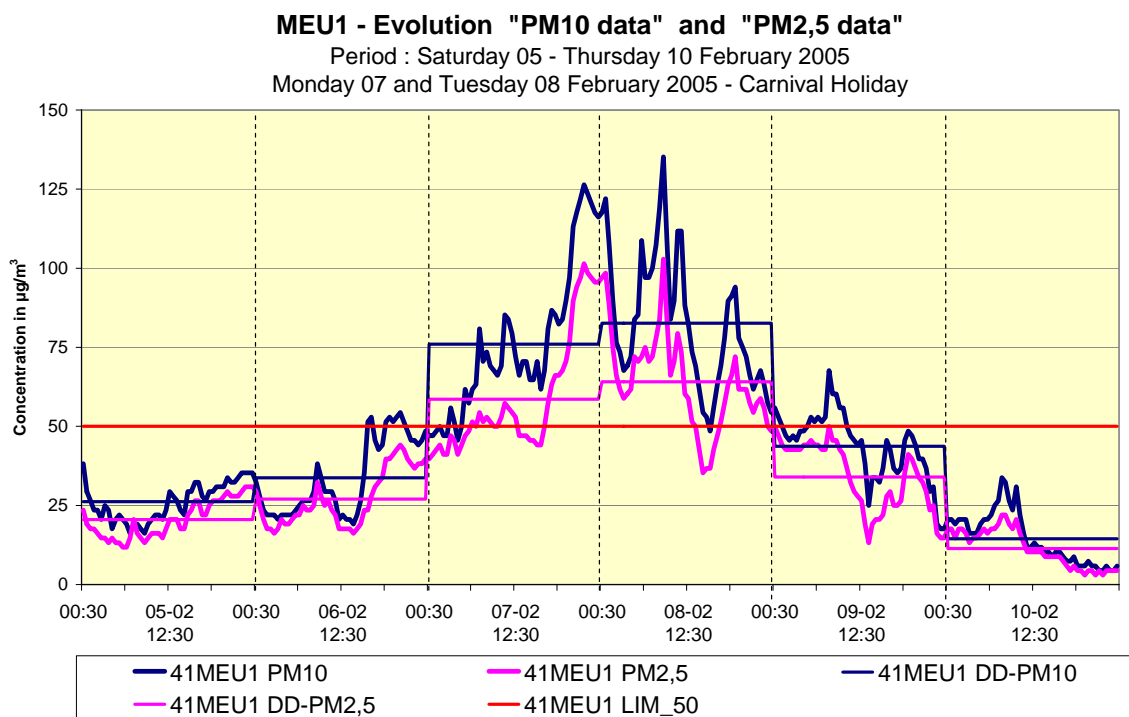


Fig. 4.62: Meudonpark – Concentratieverloop voor PM10 en PM2,5 (correctiefactor 1,47)  
 Periode: zaterdag 5 – donderdag 10 februari 2005  
 Carnavalverlof maandag 7 en dinsdag 8 februari 2005

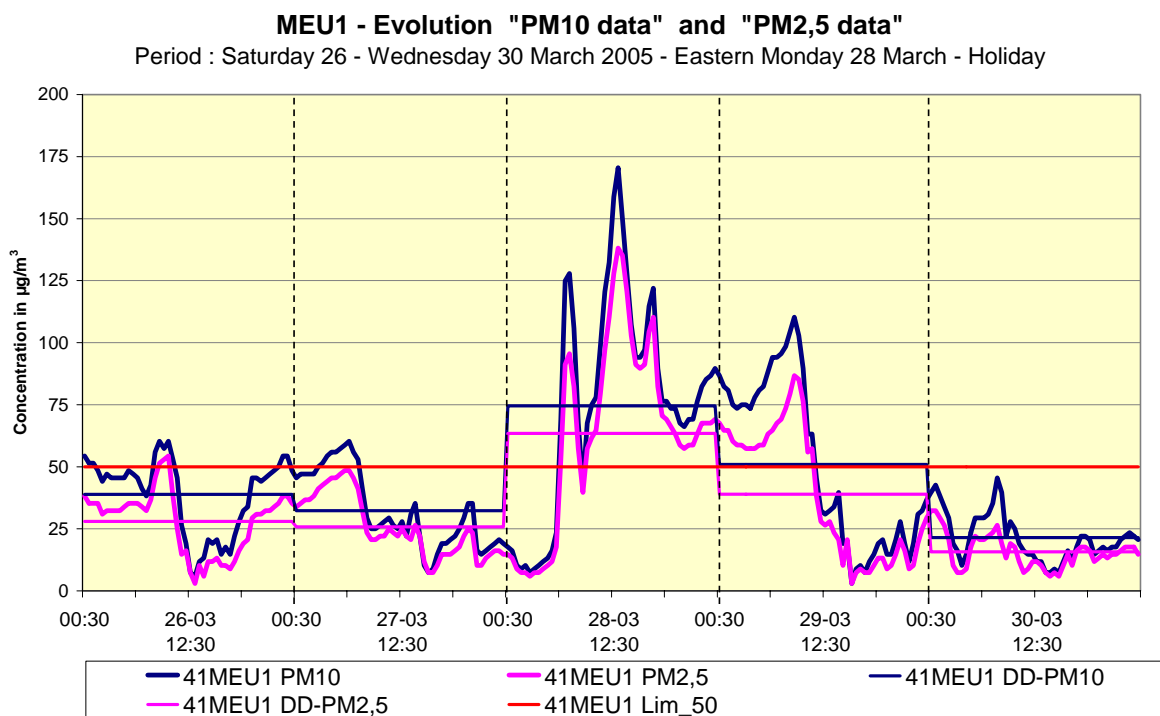


Fig. 4.63: Meudonpark – Concentratieverloop voor PM10 en PM2,5 (correctiefactor 1,47)  
 Periode: zaterdag 26 – woensdag 30 maart 2005 // Paasmaandag 28 maart

### R001 - Evolution "PM10-FDMS" , "PM2,5-FDMS" and VOLATILE Fraction

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

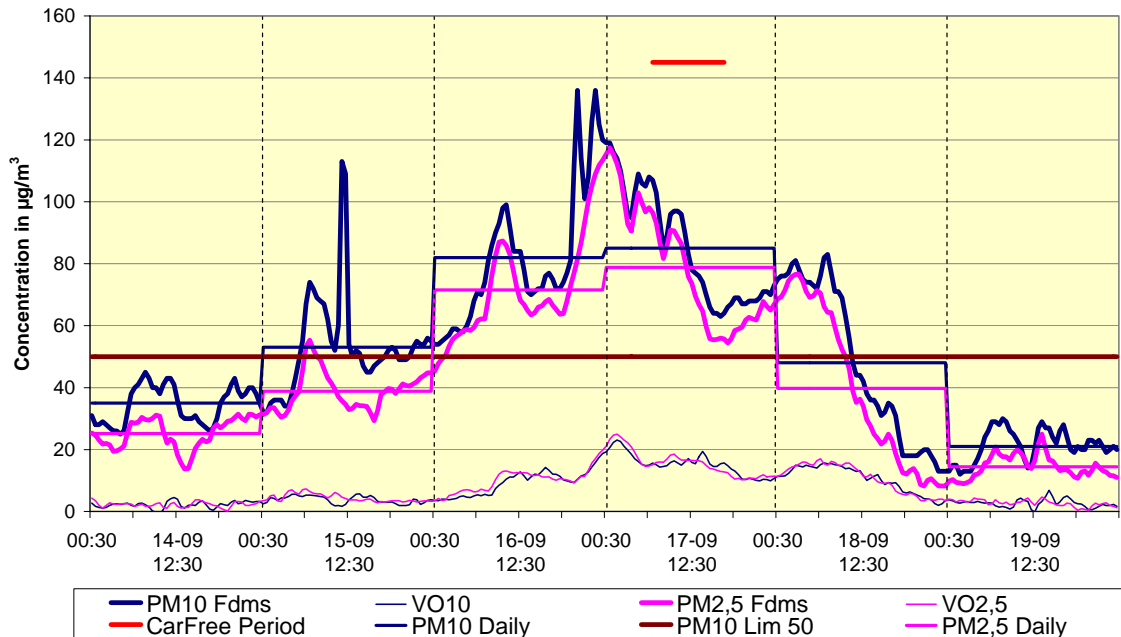


Fig. 4.64: Meetpost te Molenbeek (R001) – Evolutie halfuurswaarden PM10, PM2,5 en de vluchtige massa in beide fracties (VO10 en VO2,5) – Evolutie dagwaarden PM10 en PM2,5  
Periode: donderdag 14 – dinsdag 19 september 2006

### R001 and R002 - Evolution NO and NO<sub>2</sub>

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

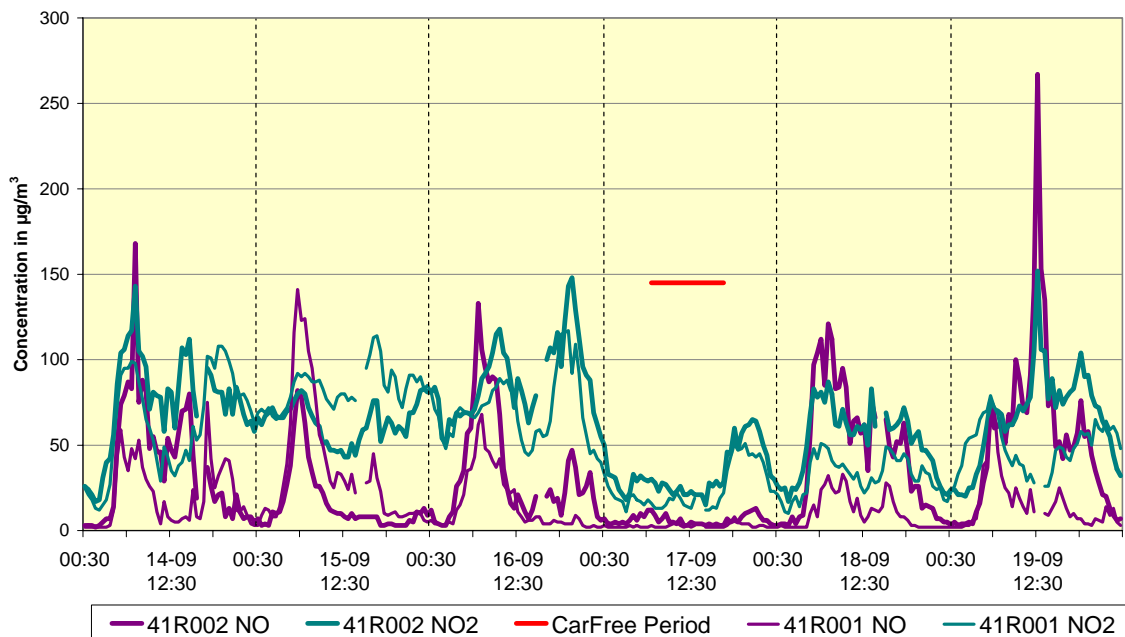


Fig. 4.65: Meetposten te Elsene (R002) en Molenbeek (R001) – Evolutie halfuurswaarden NO en NO<sub>2</sub>  
Periode : donderdag 14 – dinsdag 19 september 2006

### Evolution "PM10-FDMS" in BRUSSELS, MECHELEN and ANTWERP

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

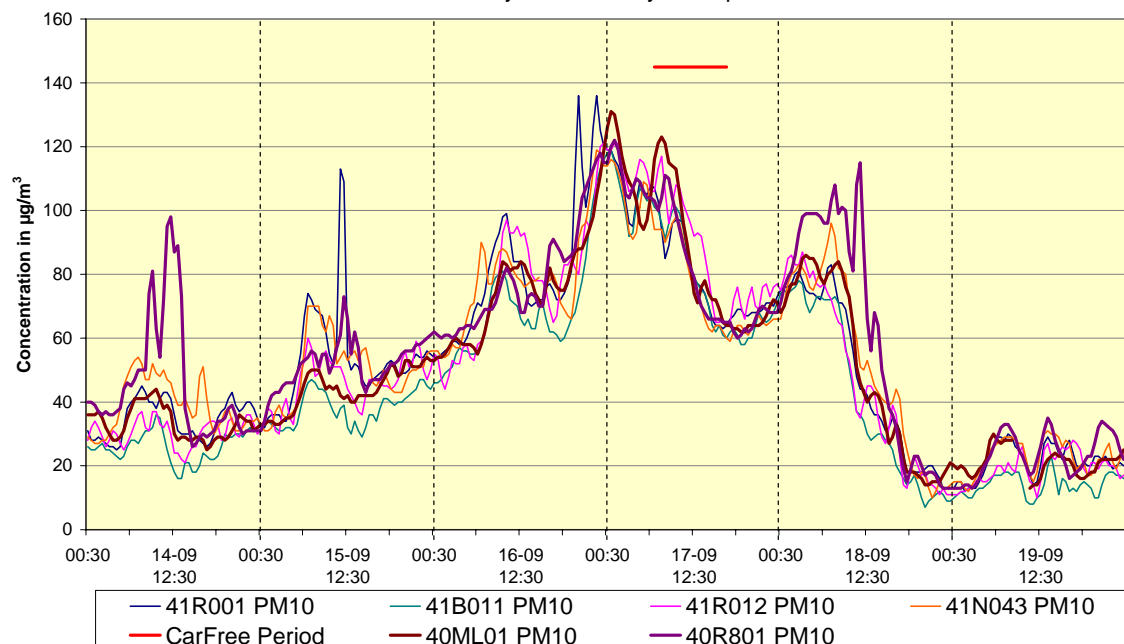


Fig. 4.66: Evolutie halfuurswaarden PM10 tijdens de periode 14-19 september 2006  
Vergelijking PM10 in verschillende meetposten te Brussel (Molenbeek, Berchem, Ukkel en Haren) en op de meetposten te Mechelen (40ML01) en Antwerpen – Borgerhout (40R801)

### Evolution "PM2,5-FDMS" at different Measuring Sites

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

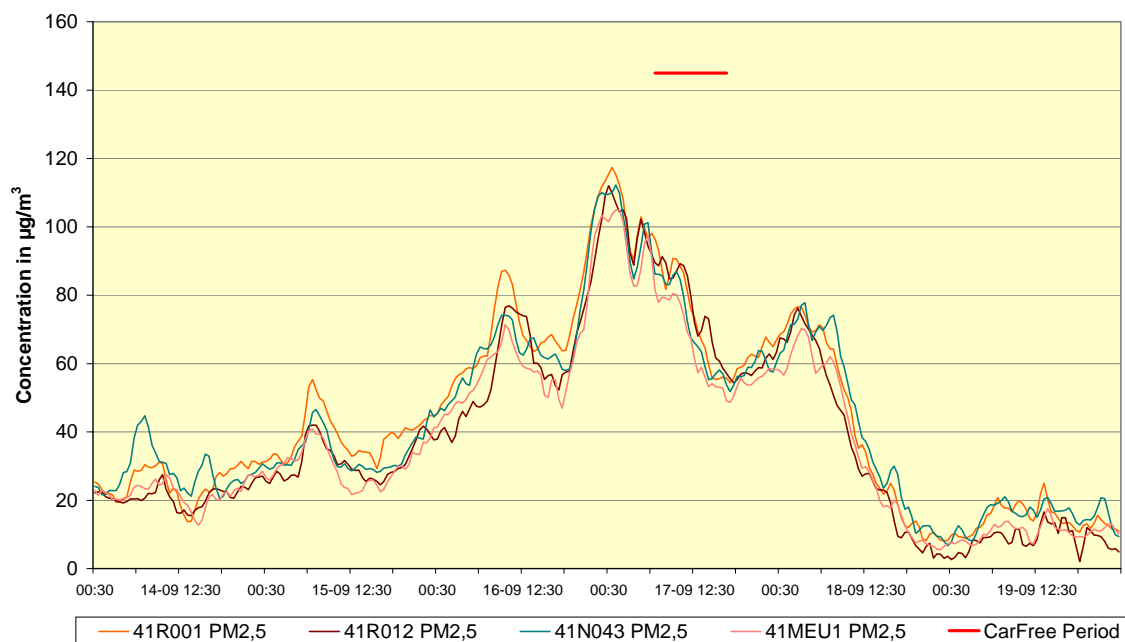


Fig. 4.67: Evolutie halfuurswaarden PM2,5 tijdens de periode 14-19 september 2006  
Vergelijking PM2,5 in verschillende meetposten te Brussel (Molenbeek, Ukkel, Haren en Meudon)

### Evolution VOLATILE Fraction of PM<sub>2,5</sub> at different Measuring Sites

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

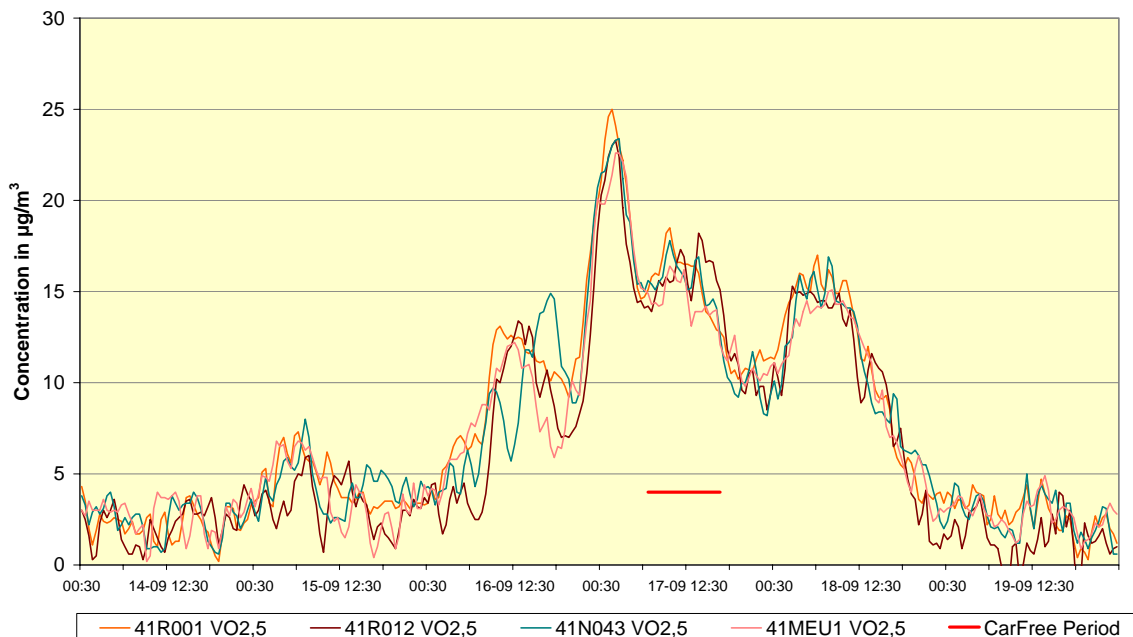


Fig. 4.68: Evolutie vluchtige massa in de PM<sub>2,5</sub>-fractie tijdens de periode 14-19 september 2006  
Vergelijking VO<sub>2,5</sub> in verschillende meetposten te Brussel (Molenbeek, Ukkel, Haren en Meudon)

### R001 - MOLENBEEK

Average of CAR FREE Sundays, Mean Sundays and Mean Weekdays  
in the period 'May - September [2002-2008]'

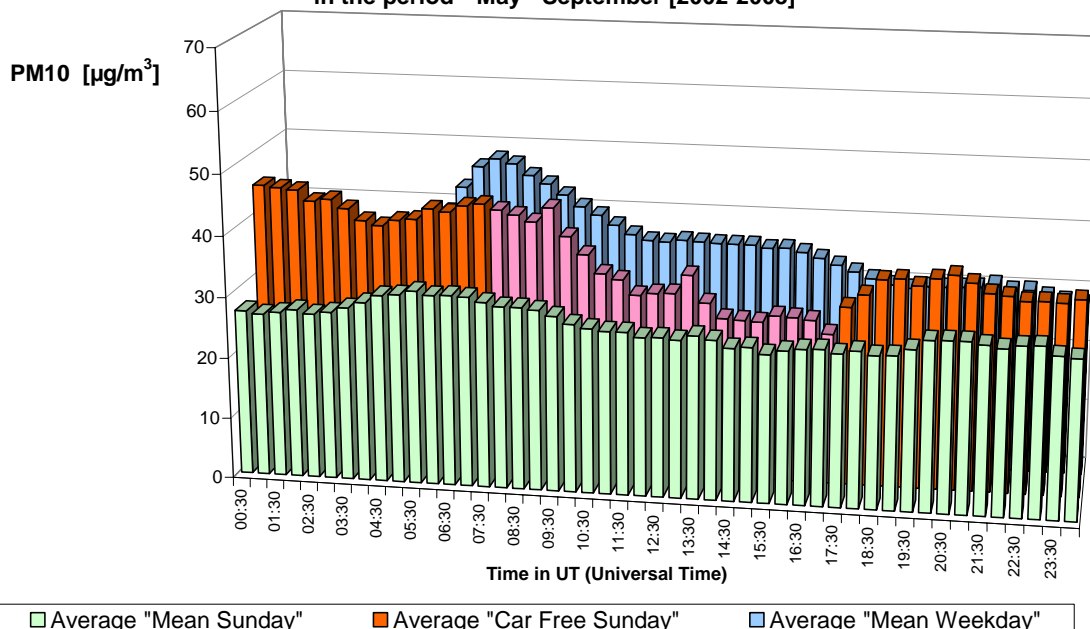


Fig. 4.69: PM<sub>10</sub> te Molenbeek – Gemiddelde dagprofiel van de 7 autoluwe zondagen en van alle zondagen en werkdagen in de periodes 'mei – september 2002-2008'

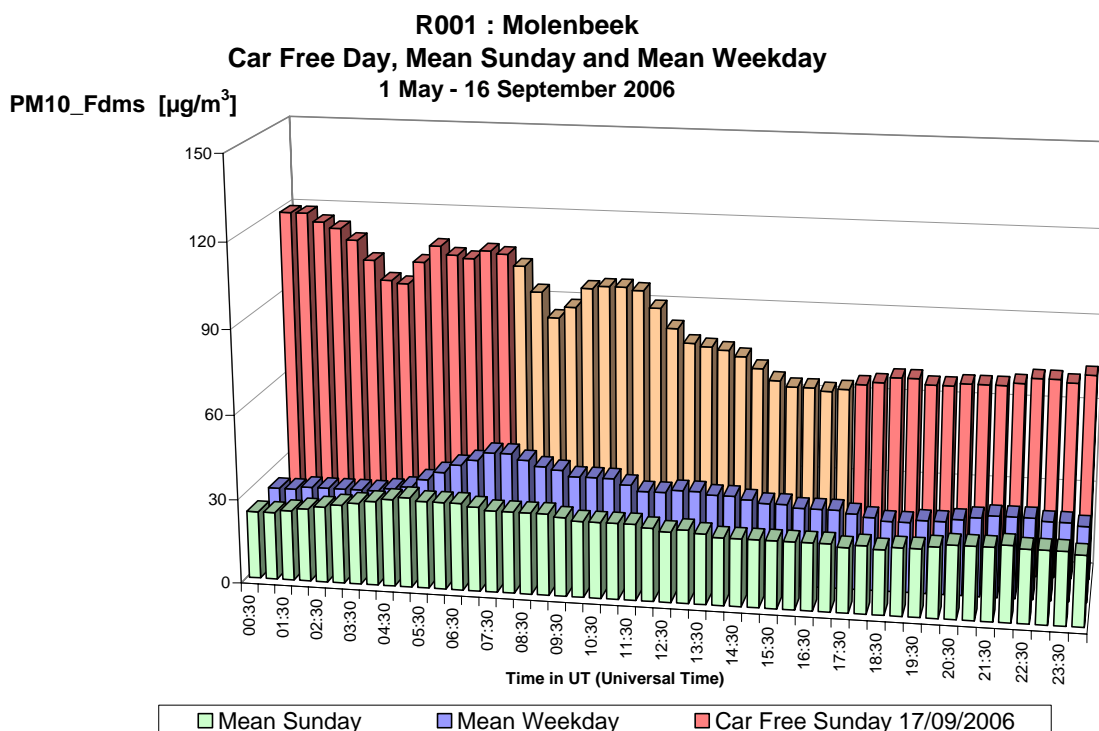


Fig. 4.70: PM10 te Molenbeek – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2006’ – Dagprofiel autoluwe zondag 17 september 2006

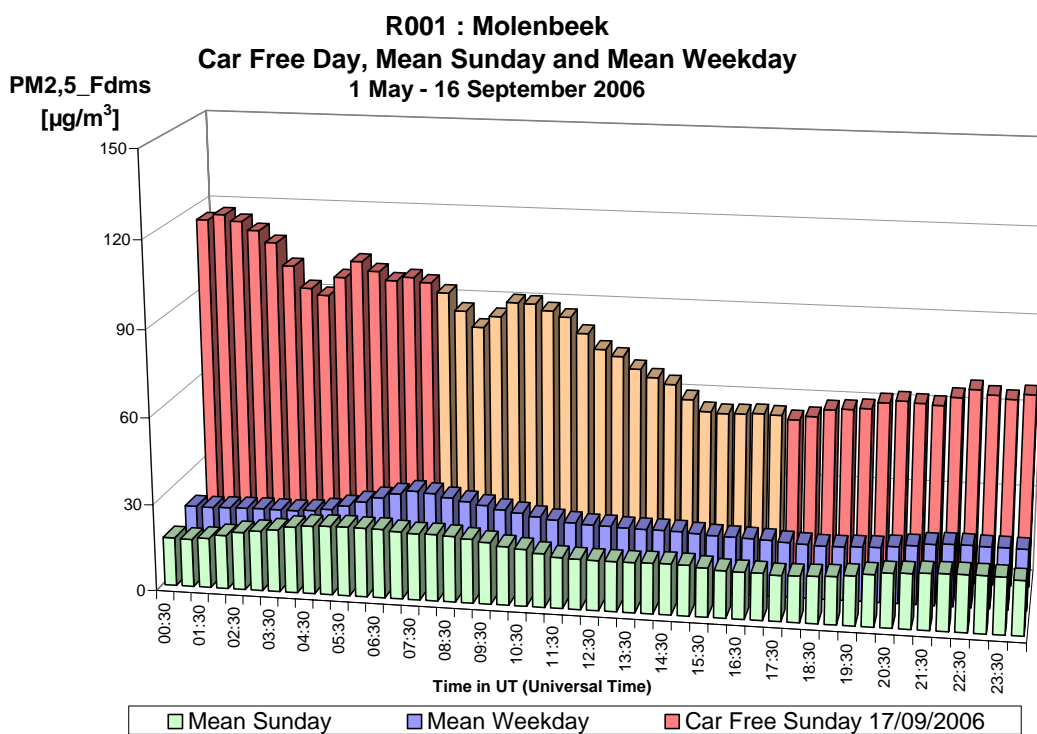


Fig. 4.71: PM2,5 te Molenbeek – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2006’ – Dagprofiel autoluwe zondag 17 september 2006



**R012 - Evolution "PM10-FDMS" , "PM2,5-FDMS" , VOLATILE Fraction**  
 Period : Friday 23 - Friday 30 March 2007

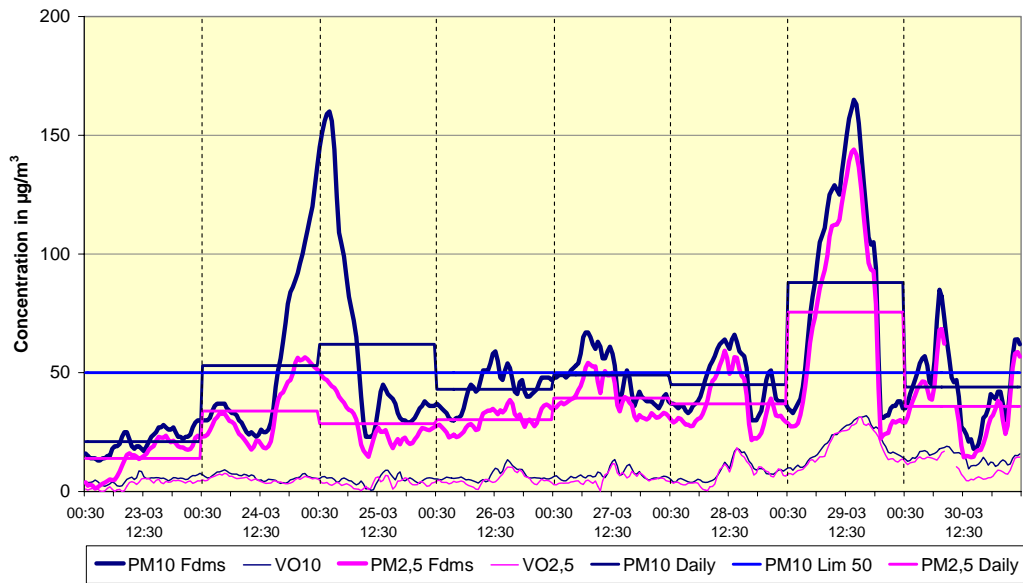
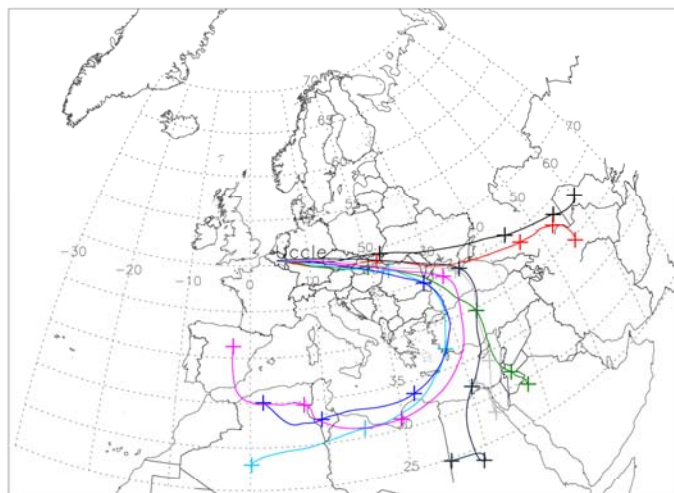


Fig. 4.72: Meetpost te Ukkel – Concentratieverloop voor PM10 en PM2,5  
 Periode: vrijdag 23 – vrijdag 30 maart 2007  
 Aanvoer Sahara zand in de nacht van 24 op 25 maart – secundair aërosol op donderdag 29 maart

(a) 4 day backwards trajectory, date: 20070325.06



(b), Altitude of the UCCLE trajectory (hPa)

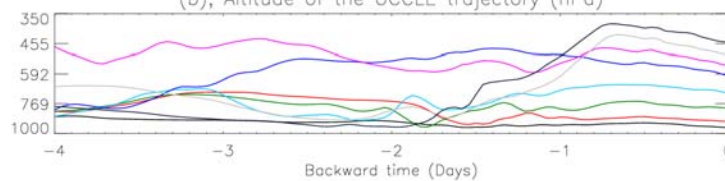


Fig. 4.73: Transport Sahara zand over de Middellandse Zee

#### 4.3.10 Historiek – Schatting evolutie PM10 over langere termijn (1981-2008)

Het begin van de PM10-metingen in de meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest situeert zich tussen 1996 en 2000. In de periode daarvoor (1981-2000) werd de vervuiling van de lucht door zwevende deeltjes met behulp van een optische methode (nefelometrie) bepaald. Het optische meetsignaal, karakteristiek voor de zichtbaarheid, werd met een correctiefactor omgerekend naar massaconcentratie. De gegevens werden gerapporteerd onder de symboolnaam “DUST”. Een uitgebreide historiek van gegevens, met tabellen voor de jaarlijks berekende cumulatieve frequentieverdeling is te vinden in bijlage B.

Bij de overgang naar PM10-metingen werden in twee meetposten, Molenbeek en Haren, gedurende drie opeenvolgende jaren (1998-2000) simultaan metingen uitgevoerd voor “DUST” (optische methode) en PM10 (PM10-ruwe data). Op basis van deze vergelijkende testen werden tussen beide methoden omrekeningsfactoren bepaald (via gewogen orthogonale regressie). Voor de omrekening tussen DUST en PM10\_ruwe data geldt:

Molenbeek	$DUST = 2,3665 \cdot PM10\_ruwe\ data$
Haren	$DUST = 1,5143 \cdot PM10\_ruwe\ data$

In de periode september 2003 – december 2005 werden op de meetpost te Molenbeek vergelijkende metingen uitgevoerd tussen PM10\_FDMS en PM10\_ruwe data. Analoge vergelijkende metingen op de meetpost te Haren werden uitgevoerd van september 2004 t/m december 2005. Voor de omrekening tussen PM10\_FDMS en PM10\_ruwe data werden volgende conversiefactoren bepaald:

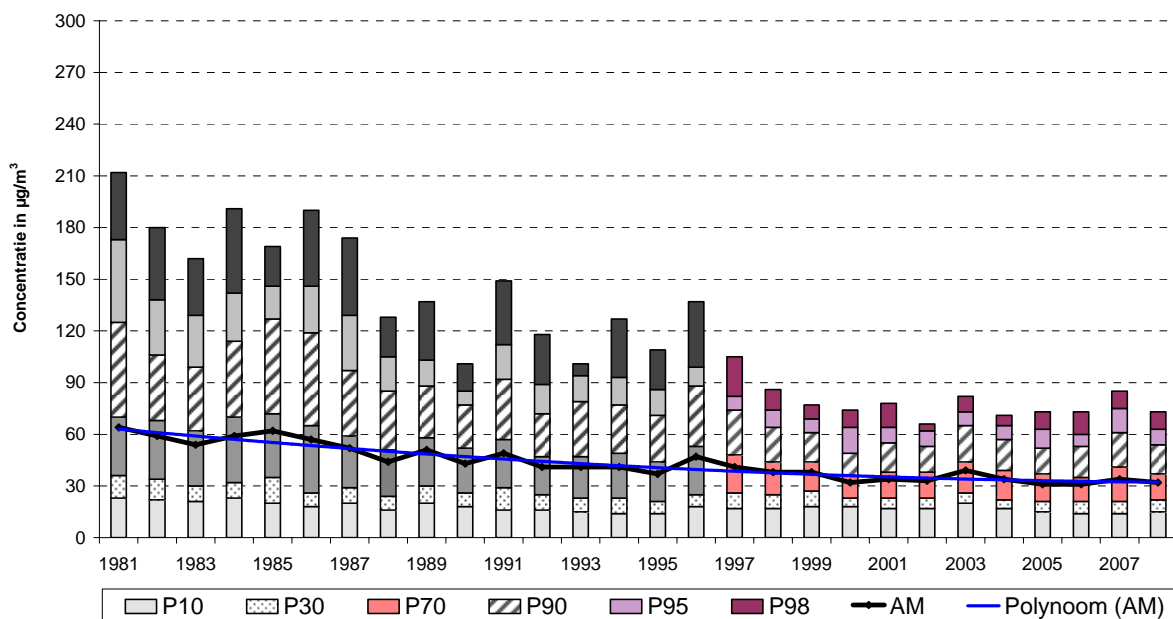
Molenbeek	$PM10\_FDMS = 1,30 \cdot PM10\_ruwe\ data$
Haren	$PM10\_FDMS = 1,20 \cdot PM10\_ruwe\ data$

Met behulp van deze conversiefactoren werden de historische reeksen gegevens voor DUST (1981-1996) omgerekend tot PM10\_FDMS. Bij de omrekening van de resultaten wordt een onzekerheid geïntroduceerd die wellicht oploopt naarmate men verder terug gaat in de tijd. Niettemin is dit een enige methode om voormalige PM10-waarden te schatten.

In figuur 4.74 wordt, aan de hand van de cumulatieve frequentieverdeling, de evolutie weergegeven van de geschatte PM10-concentraties tijdens de periode 1981-2008. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer voor de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan deze voor de meetpost te Haren. De huidige jaargemiddelden PM10 van beide meetposten bedragen nog ongeveer de helft van de geschatte jaargemiddelden uit het begin van de jaren '80 van de vorige eeuw.

De figuur 4.75 geeft het verloop weer van de geschatte jaargemiddelde PM10-concentratie. De evolutie van het geschatte aantal overschrijdingsdagen per jaar (PM10-dagwaarde  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wordt grafisch weergegeven in figuur 4.76. In beide gevallen verwijst de grafiek bovenaan naar de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan naar de meetpost te Haren. De corresponderende numerieke gegevens worden weergegeven in tabel IV.26.

**PM10 te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN (1981-2008)**  
 1981-1996 : DUST\_to\_PM10<sub>FDMS</sub> - 1997-2003: PM10<sub>Raw\_to\_PM10<sub>FDMS</sub></sub> - 2004... : PM10<sub>FDMS</sub>



**PM10 te HAREN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN (1981-2008)**  
 1981-1997 : DUST\_to\_PM10<sub>FDMS</sub> - 1998-2004: PM10<sub>Raw\_to\_PM10<sub>FDMS</sub></sub> - 2005... : PM10<sub>FDMS</sub>

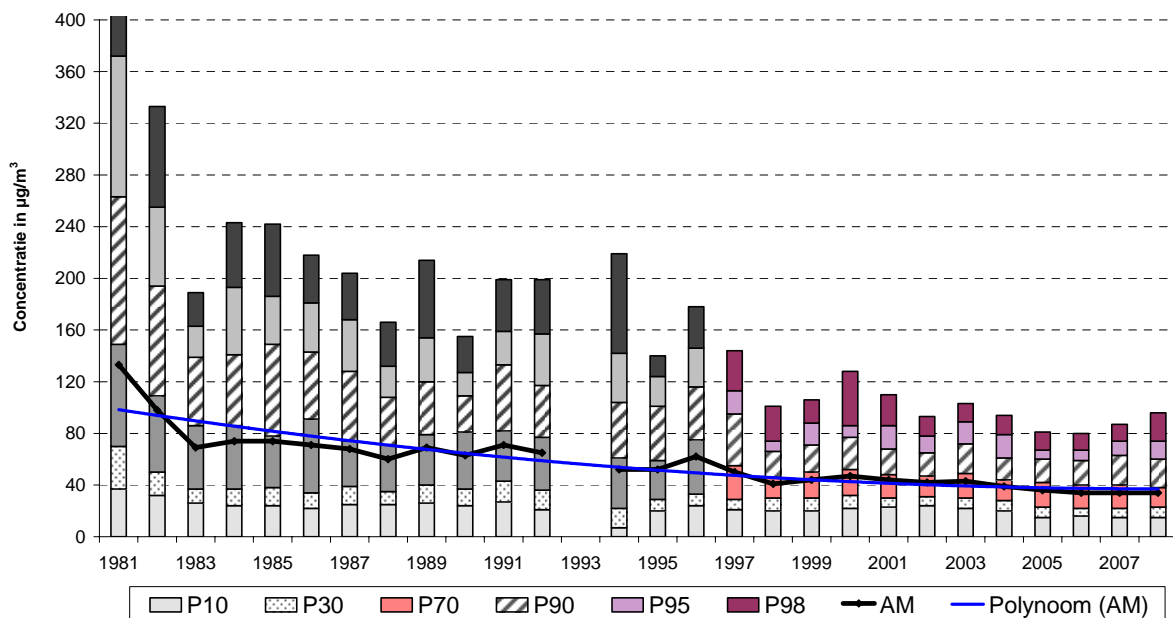
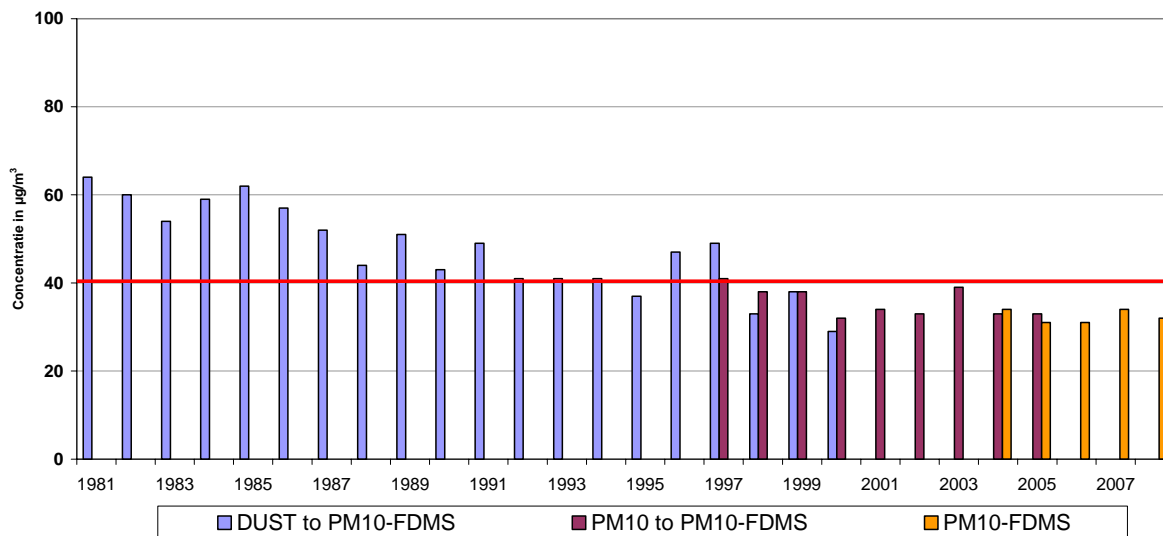


Fig. 4.74: PM10 – Meetposten Molenbeek en Haren  
 Schatting van de Evolutie van de concentraties over langere termijn (1981-2008)

1981-1997: conversie DUST tot PM10<sub>FDMS</sub>  
 1998 – 2004: conversie PM10<sub>ruwe data</sub> tot PM10<sub>FDMS</sub>  
 2004-2008: meetresultaten PM10<sub>FDMS</sub>

**PM10 te MOLENBEEK : EVOLUTIE JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE**  
**PERIODE : 1981 - 2008**



**PM10 te HAREN : EVOLUTIE JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE**  
**PERIODE : 1981 - 2008**

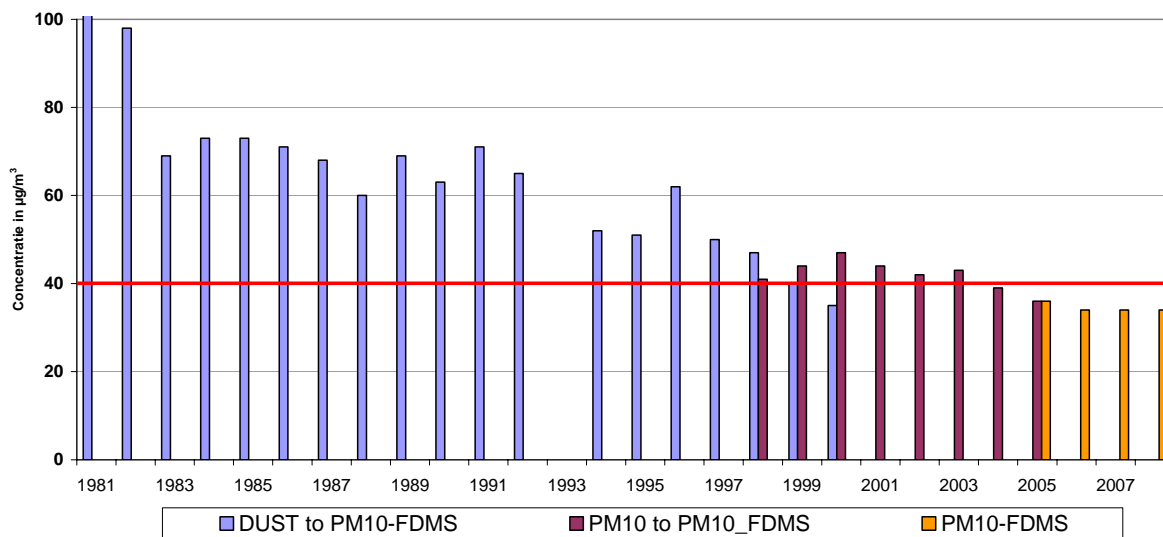


Fig. 4.75: PM10 – Meetposten te Molenbeek en Haren  
 Schatting van de Evolutie van de Jaargemiddelde concentratie (1981-2008)

1981-1997: conversie DUST tot PM10\_FDMS  
 1998 – 2004: conversie PM10\_ruwe data tot PM10\_FDMS  
 2004-2008: meetresultaten PM10\_FDMS

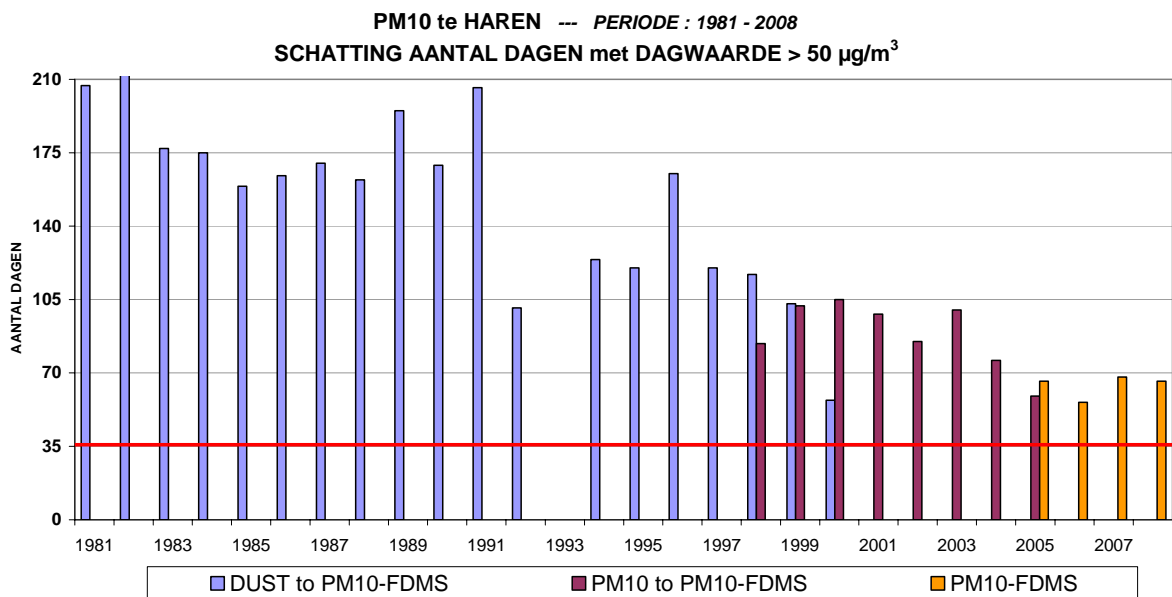
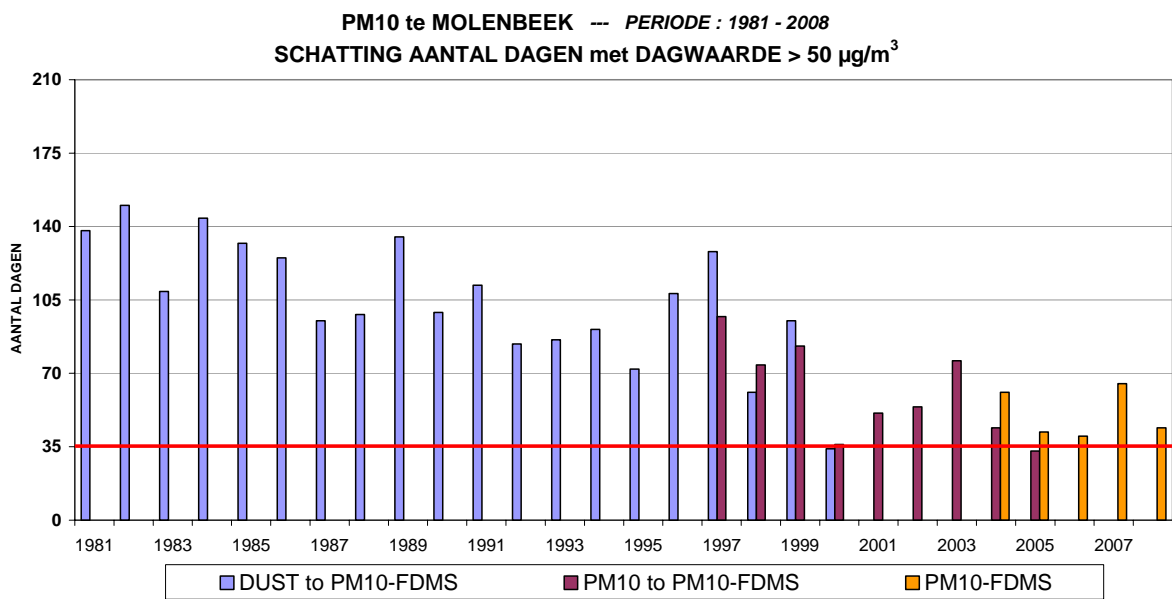


Fig. 4.76: PM10 – Meetposten te Molenbeek en Haren  
 Schatting van het Aantal dagen met overschrijding - Dagwaarde > 50 µg/m<sup>3</sup>  
 Periode 1981 – 2008

1981-1997: conversie DUST tot PM10\_FDMS  
 1998 – 2004: conversie PM10\_ruwe data tot PM10\_FDMS  
 2004 – 2008: meetresultaten PM10\_FDMS

Tabel IV.26: PM10-EVOLUTIE over LANGERE TERMIJN - PERIODE 1981-2008

**SCHATTING** evolutie JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE  
en AANTAL OVERSCHRIJDINGEN - DAGWAARDE > 50 µg/m<sup>3</sup>

JAAR	JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [µg/m <sup>3</sup> ]		OVERSCHRIJDINGEN DAGWAARDE [AANTAL DAGEN]	
	Molenbeek	Haren	Molenbeek	Haren
1981	64	133	138	207
1982	60	98	150	218
1983	54	69	109	177
1984	59	73	144	175
1985	62	73	132	159
1986	57	71	125	164
1987	52	68	95	170
1988	44	60	98	162
1989	51	69	135	195
1990	43	63	99	169
1991	49	71	112	206
1992	41	65	84	101
1993	41	--	86	--
1994	41	52	91	124
1995	37	51	72	120
1996	47	62	108	165
1997	41	50	97	120
1998	38	41	74	84
1999	38	44	83	102
2000	32	47	36	105
2001	34	44	51	98
2002	33	42	54	85
2003	39	43	76	100
2004	34	39	61	76
2005	31	36	42	66
2006	31	34	40	56
2007	34	34	65	68
2008	32	34	44	66

Resultaten "DUST" omgerekend tot PM10\_FDMS

Resultaten PM10\_ruwe data omgerekend tot PM10\_FDMS

Metingen PM10\_FDMS

#### 4.3.11 Resultaten en evolutie PM2,5-waarden

Metingen ter bepaling van het gehalte van de PM2,5-deeltjesfractie in de lucht zijn van een meer recente datum. Vanaf 1 oktober 1999 zijn er in de meetpost in het Meudonpark zowel PM10- als PM2,5-resultaten beschikbaar. Dit was meteen de eerste meetpost van het land waar systematisch PM2,5-metingen werden uitgevoerd. In de periode april – mei 2000 volgden de meetposten te Molenbeek (R001) en Haren (N043).

In de periode ‘september 2003 – december 2005’ werden de PM2,5-metingen te Molenbeek onderbroken. Het apparaat werd aangewend voor het uitvoeren van vergelijkende metingen tussen PM10 en PM10-FDMS. Met hetzelfde doel werden de PM2,5-metingen te Haren onderbroken tijdens de periode ‘september 2004 – december 2005’.

In de meetpost van het Meudonpark werden tussen juli 2005 en maart 2007 vergelijkende metingen uitgevoerd tussen PM2,5 en PM2,5\_FDMS. Hiervoor werden tijdelijk de PM10-metingen onderbroken. Over periodes van 12 maanden bedraagt de verhouding tussen beide reeksen gegevens, PM2,5\_FDMS en PM2,5\_ruwe data, ongeveer 1,57. Op basis van een indirecte vergelijking, waarbij telkens voor een andere jaarperiode enerzijds de resultaten PM2,5 en anderzijds de resultaten PM2,5-FDMS werden vergeleken met deze van de meetpost in het Meudonpark, werd een factor 1,60 bekomen voor de meetpost te Molenbeek en 1,47 voor de meetpost te Haren.

In figuur 4.77 wordt, voor de meetpost in het Meudonpark, de evolutie weergegeven van de PM2,5-jaarstatistieken (cumulatieve frequentieverdeling) voor de periode 2000-2008. Op de brute gegevens van de periode 2000-2005 wordt hierbij een correctiefactor 1,60 toegepast. Vanaf 2006 worden de resultaten voor PM2,5-FDMS weergegeven.

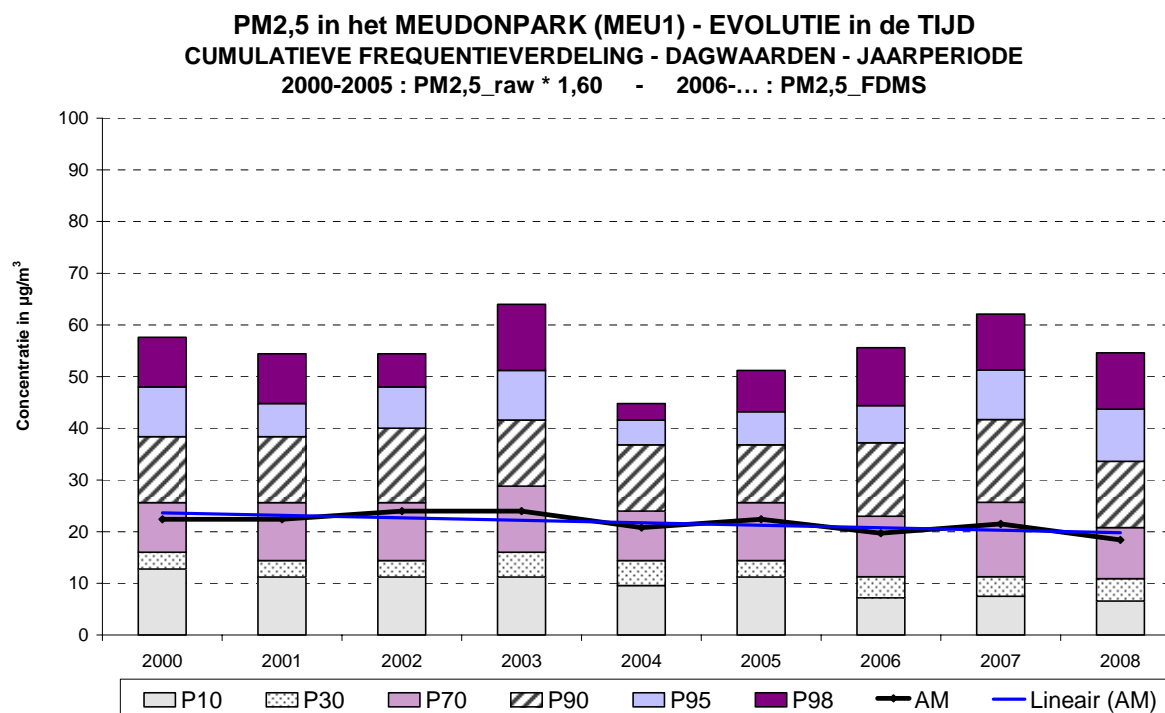


Fig. 4.77: PM2,5 – Evolutie PM2,5-concentratie in het Meudonpark (MEU1)  
 “PM2,5 \*1,60”: 2000-2005 --- PM2,5\_FDMS: 2006-2008

De resultaten voor PM<sub>2,5</sub> worden cijfermatig weergegeven in tabel IV.27. Voor de periode 2000-2005 worden de brute waarden weergegeven alsook de omgerekende resultaten (correctiefactor 1,60). Voor de periode vanaf 2006 worden de resultaten PM<sub>2,5</sub>-FDMS weergegeven. Het betreft de jaargemiddelde concentratie en de 98<sup>ste</sup> centiel, berekend op basis van de daggemiddelden voor PM<sub>2,5</sub>.

De streefwaarde voor PM<sub>2,5</sub> van 25 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie vanaf 2010, die overgaat in een limietwaarde vanaf 2015, kan wellicht gehaald worden. Over het eventueel respecteren van een indicatieve limietwaarde van 20 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde vanaf 2020 kan nog geen uitspraak worden gedaan.

In figuur 4.78 worden de PM<sub>2,5</sub>-pollutierozen, berekend op basis van de halfuurswaarden, op kaart afgebeeld. De grafiek bovenaan geeft de situatie weer tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode 'april – september 2008'. De gemiddelde concentratie is iets hoger bij aanvoer van lucht vanuit zuidoostelijke sector.

In figuur 4.79 wordt voor PM<sub>2,5</sub> het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Molenbeek. In grafiek wordt per uurperiode de gemiddelde concentratie (AVG), de mediaan (P50) en de centielen P10 en P90 weergegeven. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag varieert. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Voor PM<sub>2,5</sub> lijkt er een kleine ochtendpiek op te treden op werkdagen. De concentraties op zaterdag zijn ongeveer identiek aan deze op werkdagen. Enkel op de zondagen tijdens de winterperiode worden enigszins lagere concentraties vastgesteld.

In figuur 4.80 wordt voor PM<sub>2,5</sub> het gemiddeld dagverloop weergegeven voor de meetpost te Haren tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2008'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*. Voor PM<sub>2,5</sub> is er geen opvallend onderscheid tussen werkdagen en niet-werkdagen. Op werkdagen worden tijdens de ochtendspits licht hogere PM<sub>2,5</sub>-waarden genoteerd.



Tabel IV.27: **PM2,5-DAGWAARDEN - JAARGEMIDDELDE (GEM) en P98**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
 [ Concentratie in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ]

GEM	R001	B011	R012	N043	MEU1
2000	(14)			--	14
2001	16			20	14
2002	17			21	15
2003	(18)			19	15
2004	--			--	13
2005	--			--	14
2000	(22,4)			--	22,4
2001	25,6			32,0	22,4
2002	27,2			33,6	24,0
2003	(28,8)			30,4	24,0
2004	--				20,8
2005	--				22,4
2006	23,7		17,0	24,2	19,7
2007	24,6		20,7	26,2	21,5
2008	22,6	15,6	18,1	21,4	18,4

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen  
 () : reeks gegevens onvolledig

P98	R001	B011	R012	N043	MEU1
2000	(32)			--	36
2001	39			47	34
2002	37			43	34
2003	(44)			43	40
2004	--			--	28
2005	--			--	32
2000	(51,2)			--	57,6
2001	62,4			75,2	54,4
2002	59,2			68,8	54,4
2003	(70,4)			68,8	64,0
2004	--			--	44,8
2005	--			--	51,2
2006	65,5		48,5	62,0	55,6
2007	69,2		56,9	66,1	62,1
2008	60,9	50,6	49,6	59,5	54,5

PM2,5_brute gegevens
PM2,5 * 1,60
PM2,5_FDMS

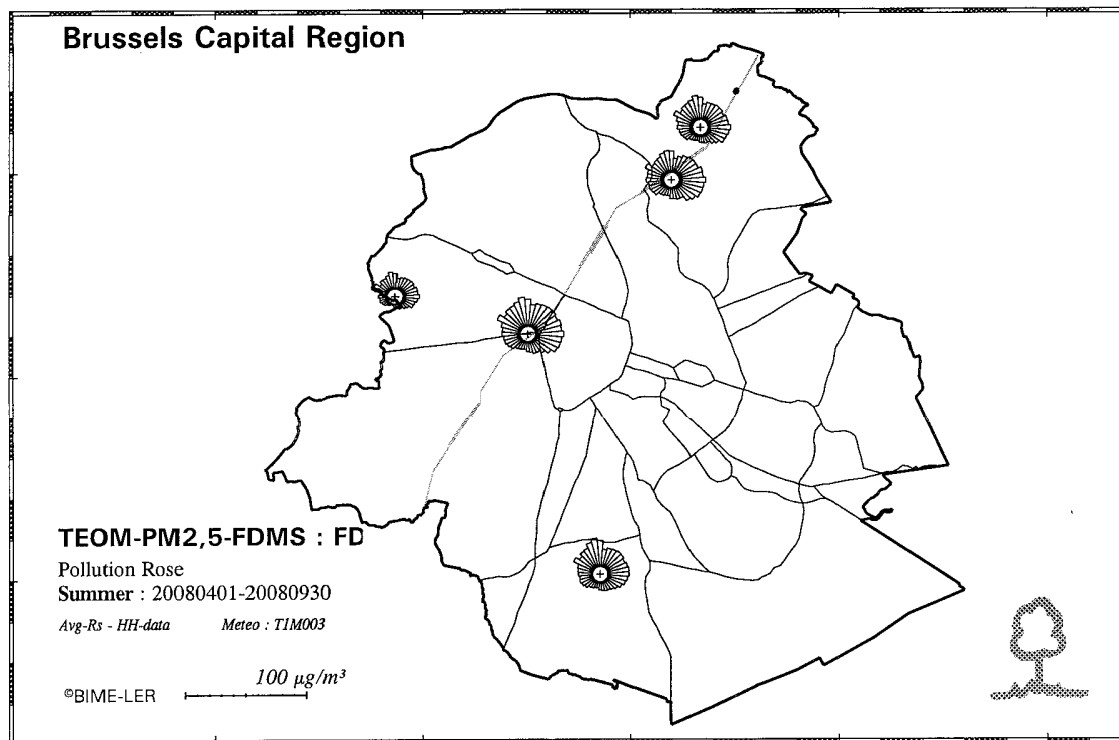
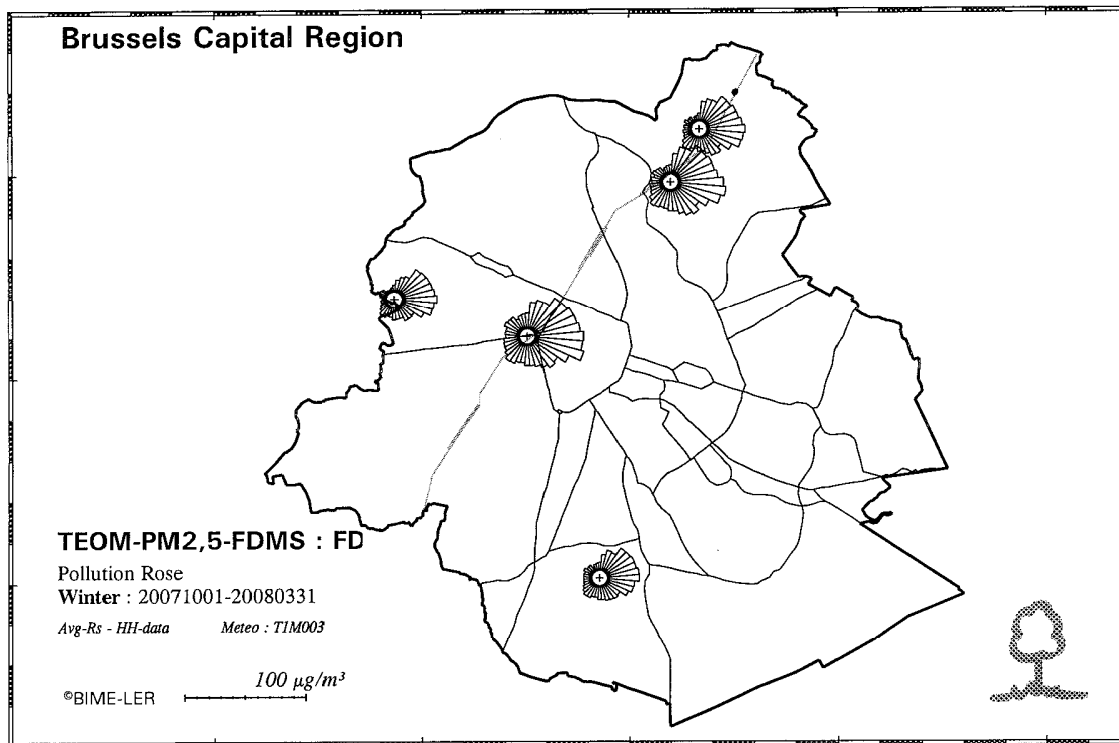
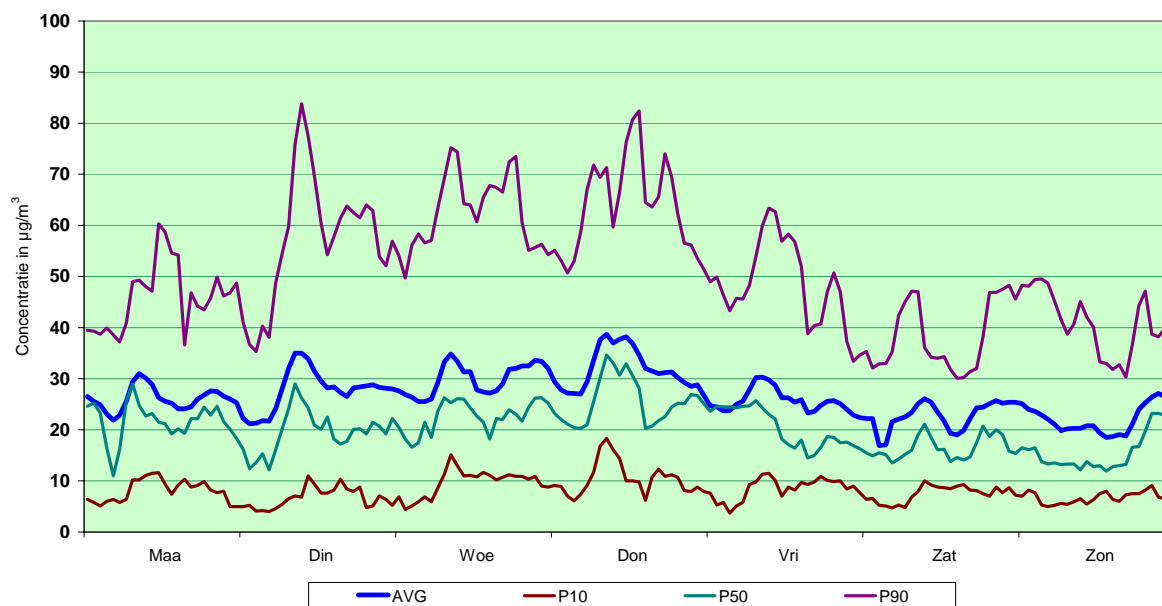


Fig. 4.78: PM2,5 - pollutierozen tijdens winter en zomer

**PM2,5\_FDMS te MOLENBEEK (R001)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**PM2,5\_FDMS te MOLENBEEK (R001)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

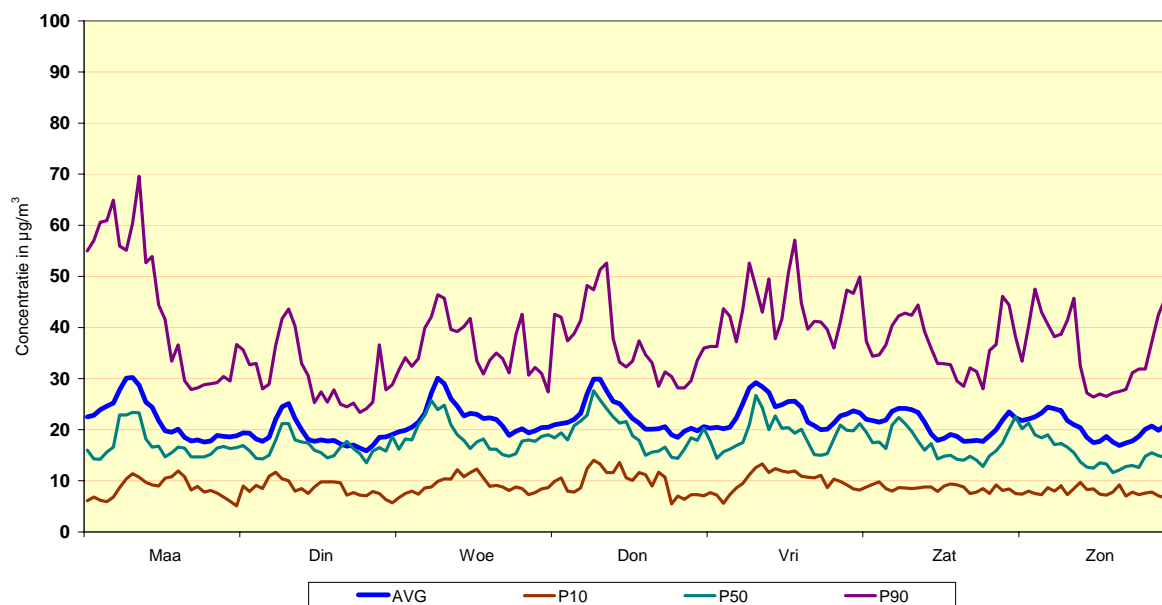
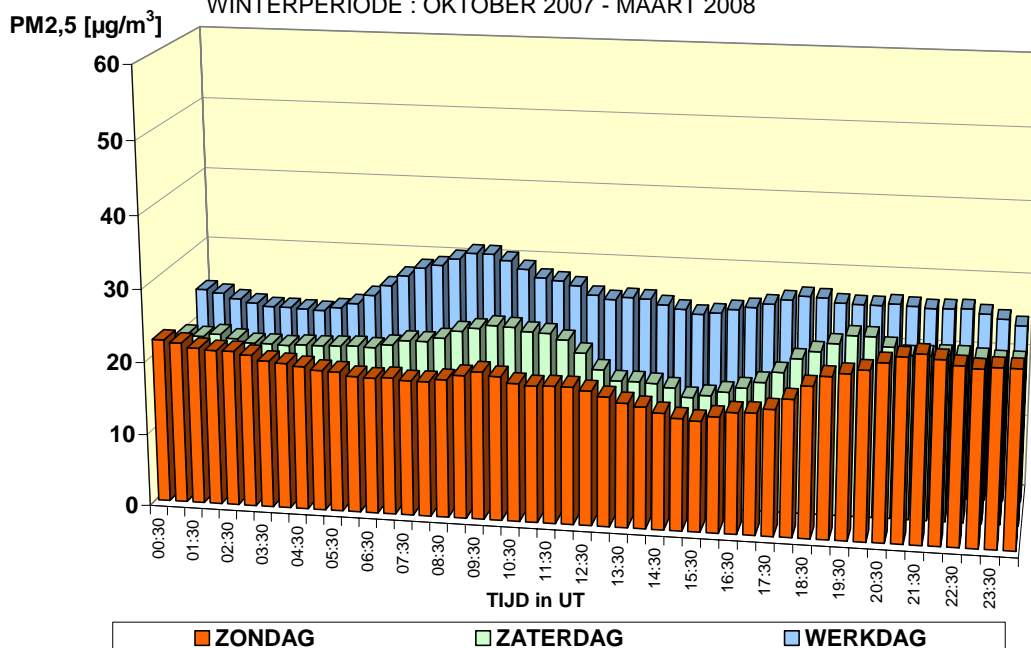


Fig. 4.79: PM2,5 - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer  
 Meetpost Molenbeek – Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en  
 Zomerperiode 'april – september 2008'

**PM2,5-FDMS - HAREN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP  
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG  
WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008**



**PM2,5\_FDMS data - HAREN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP  
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG  
ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008**

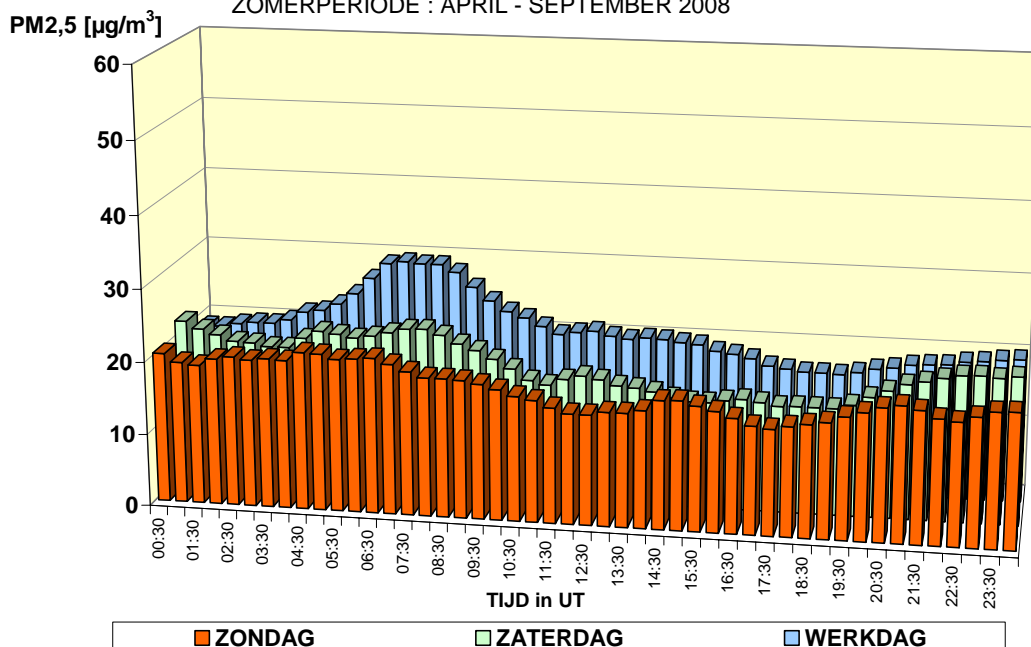


Fig. 4.80: PM2,5 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag) Meetpost te Haren – Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

## Ratio PM2,5/PM10

De tabel hierna geeft de resultaten weer van de %-massaverhouding (%-massa/massa ratio) van PM2,5 tot PM10. De resultaten werden berekend voor drie meetposten (Molenbeek, Haren en Ukkel) en voor de jaargangen 2006, 2007 en 2008, waarvoor er zowel PM10-Fdms als PM2,5-Fdms metingen beschikbaar zijn. Het betreft de resultaten voor drie verschillende selecties van dagen: *alle dagen*, *alle dagen met een PM10-dagwaarde hoger dan 50 µg/m<sup>3</sup>* en *alle niet-werkdagen met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m<sup>3</sup>*. Per jaar mogen er niet meer dan 35 dagen zijn met een dagwaarde voor PM10 hoger dan 35 µg/m<sup>3</sup> (limietwaarde).

De meetpost te Molenbeek is karakteristiek voor een omgeving met bewoning, veel verkeer en commerciële/industriële activiteit. De meetpost te Ukkel ligt in een residentiële omgeving en is afgeschermd van het verkeer en de meetpost te Haren ligt in een industriële omgeving met veel verkeer.

Voor de meetposten te Molenbeek en Ukkel wordt vastgesteld dat de PM2,5/PM10 ratio op overschrijdingsdagen voor PM10 hoger is dan voor het gemiddelde van alle dagen en dat deze ratio nog hoger is wanneer het overschrijdingsdagen betreft die geen werkdag zijn. Dit is een aanwijzing dat de vorming van secundair aërosol en dus een hogere PM2,5-fractie geen onbelangrijke factor is voor de verklaring van het grote aantal PM10-overschrijdingsdagen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De ratio PM2,5/PM10 op de meetpost te Haren is niet significant verschillend tussen de selectie 'alle dagen' en 'alle dagen met overschrijding voor PM10'. Dit wordt verklaard door het grotere aantal overschrijdingen op deze meetpost te wijten aan de aanwezigheid van een grovere fractie (tussen 2,5 en 10 µm) bij aanvoer van droge lucht uit oostelijke sector. De selectie 'overschrijdingen op niet-werkdagen' daarentegen heeft dan weer wel een hogere ratio PM2,5/PM10. Tijdens het weekeinde en op feestdagen is er minder opwaaiend stof op deze meetpost waardoor het aandeel van PM2,5 en van het secundair aërosol belangrijker wordt.

PM2,5/PM10	R001 - Molenbeek			R012 - Ukkel			N043 - Haren		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
%mass/mass									
<b>All Days</b>	76,5	72,4	70,6	58,6	71,4	75,4	71,2	77,1	62,9
<b>All Excd Days</b>	86,0	78,1	72,9	74,0	78,7	80,8	77,0	76,6	58,2
<b>Nwrk Excd Days</b>	90,2	82,6	78,9	80,2	79,1	87,5	88,5	83,4	76,9

#### 4.3.12 Rendement resultaten PM10 en PM2,5:

Het rendement (%-opbrengst) van de PM10-resultaten wordt weergegeven in tabel IV.28, dit van de PM2,5-resultaten in tabel IV.29.

Tabel IV.28: **PM10-DAGWAARDEN - RENDEMENT**

%-opbrengst = aantal dagwaarden / totaal aantal dagen

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

PM10	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1996	--		60,9			
1997	93,9		96,4	--		
1998	96,7		98,6	99,4		
1999	98,3	65,7	98,3	97,8	14,7	
2000	98,6	99,4	97,2	93,9	95,9	
2001	96,4	96,4	98,3	99,4	96,7	--
2002	98,6	92,6	97,8	99,7	99,7	90,9
2003	95,6	98,6	98,3	98,3	97,2	93,6
2004	97,8	98,6	93,2	97,5	98,6	--
2005	98,9	97,5	95,3	98,0	(51,7)	91,5
2006	98,9	98,6	99,1	98,0	--	94,2
2007	99,1	97,8	99,1	95,8	71,5	96,9
2008	99,1	93,4	99,9	97,5	96,4	98,0

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen  
( ) : reeks gegevens onvolledig

PM10_EqRef (factor 1,47)
Gemengde reeks – PM10_EqRef & PM10_FDMS
PM10_FDMS

Tabel IV.29: **PM2,5-DAGWAARDEN - RENDEMENT**

%-opbrengst = aantal dagwaarden / totaal aantal dagen

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

PM2,5	R001	B011	R012	N043	MEU1
2000	(50,2)			--	96,1
2001	99,9			99,4	98,6
2002	98,9			99,9	96,4
2003	(64,1)			99,7	96,4
2004	--			--	98,9
2005	--			--	98,6
2006	92,6		78,0	89,5	98,6
2007	99,1	(22,1)	98,0	93,1	96,4
2008	99,1	93,7	98,6	92,0	96,7

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen  
 () : reeks gegevens onvolledig

PM2,5_brute gegevens
PM2,5_FDMS

### **Publicaties**

Temporal Variations of Airborne Particles Concentration in the Brussels Environment.

*P. Vanderstraeten, Y.Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig and Z.Y. Offer*  
 Journal of Environmental Monitoring and Assessment. (2007) **132**:253-262  
 DOI 10.1007/s10661-006-9531-z (16.12.2006)

Elevated PM10 concentrations and high PM2,5/PM10 ratio in the Brussels Urban area during the 2006 Car Free Sunday

*P. Vanderstraeten, M. Forton, Y.Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, Z.Y. Offer and E. Zaady*  
 International Journal for Environment and Waste Management. Accepted for publication.  
 Vol. No. 3, Issue Number 4, 2009 – Manuscript Number Assigned **IJEWM-07-0108**

Dust Storm Originate from Sahara Covering Western Europe – A case study

*P. Vanderstraeten, Y.Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, A. Delcloo, Z.Y. Offer and E. Zaady*  
 Atmospheric Environment Vol. 42 (2008) pp 5489-5493, doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.02.063

Airborne particulates and traffic related pollutants during Car-Free Days in the Brussels urban area

*P. Vanderstraeten, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig and Z.Y. Offer*  
 Proc. of the 6<sup>th</sup> Int. Conference on Urban Air Quality, Limassol, Cyprus, 27-29 March 2007

Evaluation of Car Free Days on Air Quality in the Brussels urban area

*P. Vanderstraeten, M. Forton, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig and Z.Y. Offer*  
 Proc. of Innovation for Sustainable Production *i-SUP* 2008, Bruges, Belgium, 22-25 April 2008

#### 4.3.13 Aantal Deeltjes

Sedert begin juli 2008 worden er in de meetpost te Woluwe tellingen uitgevoerd van het aantal deeltjes. De meetpost werd daartoe aangevuld met een laser-nefelometer van het type Grimm GR187. Het aantal deeltjes wordt bepaald voor 31 verschillende klassen van deeltjesgrootte, binnen het bereik van 0,25 µm tot 32 µm.

In tabel IV.30 worden, voor een aantal klassen van deeltjesgrootte, de resultaten weergegeven van de cumulatieve frequentieverdeling van de tellingen van het aantal deeltjes. Het betreft halfuurswaarden voor de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'. De resultaten, uitgedrukt in aantal deeltjes per liter lucht, worden weergegeven voor verschillende centielen (P10, P30, P50, P70, P90, P95 en P98), het maximum (MAX) en voor het gemiddelde aantal deeltjes (AVG).

Tabel IV.30: **AANTAL DEELTJES – Frequentieverdeling**  
[Aantal deeltjes per liter lucht]

PERIODE : OKTOBER 2008 – MAART 2009

Klasse	P10	P30	P50	P70	P90	P95	P98	MAX	AVG
> 0,25 µm	84.100	202.700	323.000	461.800	668.500	798.900	1.006.600	1.690.100	362.100
> 0,30 µm	24.750	64.390	123.930	210.760	352.010	422.170	493.700	750.130	159.690
> 0,40 µm	8.740	17.640	33.210	68.320	146.130	186.820	231.900	385.150	57.690
> 0,50 µm	4.120	7.120	11.000	20.830	53.440	75.820	94.510	194.250	20.710
> 0,65 µm	1.510	2.490	3.390	4.930	10.910	16.970	22.730	61.970	5.170
> 1,0 µm	448	789	1.139	1.568	2.553	3.188	4.227	12.293	1.373
> 1,6 µm	171	326	480	666	1.022	1.248	1.561	6.513	558
> 2,5 µm	39	81	124	175	266	325	407	3.413	145
> 10,0 µm	0	0	1	1	3	4	9	297	2
2,5<X<10,0	38	80	122	173	263	322	398	3.326	143

De figuren 4.81 en 4.82 geven, voor een aantal klassen van deeltjesgrootte, de resultaten weer van de telling van het aantal deeltjes, respectievelijk voor de maanden september en december 2008. De resultaten worden weergegeven voor ± dezelfde klassen van deeltjesgrootte als deze vermeld in de tabel hierboven. Wegens de enorme verschillen in grootte-orde van het aantal deeltjes (enkele tot meerdere honderdduizenden) wordt in de grafieken de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes.

Tijdens de maand september 2008 wordt het hoogste aantal deeltjes bereikt op zondagochtend 21 september 2008 tussen 02:00 en 06:00 h UT en in de nacht van zondag 28 op maandag 29 september, tussen 21:00 en 06:00 h UT. In deze eerder kalme periodes worden meer dan één miljoen deeltjes per liter lucht geteld. Voor de maand december 2008 wordt het hoogste aantal deeltjes bereikt op het einde van de maand. Vanaf dinsdag 30 december omstreeks 14:00 h UT tot even na middernacht van de nieuwjaarsnacht worden tot meer dan anderhalf miljoen deeltjes per liter lucht geteld. Voor de fijnere deeltjesgroottes is er een progressieve opbouw van het aantal deeltjes tussen vrijdag 26 en woensdag 31 december 2008. Het betreft hier zeer waarschijnlijk meteorologische omstandigheden die enerzijds ongunstig zijn voor de verspreiding en die anderzijds ook het nucleatieproces bevorderen.



Tijdens de maand september 2008, meer bepaald van dinsdag 16 tot vrijdag 19 september en van maandag 22 tot vrijdag 26 september zijn er meerdere periodes waarbij ook het aantal grovere deeltjes ( $>5\ \mu\text{m}$ ,  $>7,5\ \mu\text{m}$  en  $>10\ \mu\text{m}$ ) toeneemt. Het betreft hier duidelijk drogere periodes (dalende luchtvochtigheid bij toenemende temperatuur) waarbij er, onder invloed van lokale activiteiten en/of het verkeer, meerdere grovere deeltjes in suspensie worden gebracht. In de maand december is er een sterke toename van grovere deeltjes waar te nemen tijdens de nieuwjaarsnacht, net vóór en omstreeks middernacht. Mogelijks houdt dit verband met de feestelijkheden tijdens deze nacht (o.a. vuurwerk, ...).

In de grafieken van figuur 4.83 t/m 4.86 wordt, voor bepaalde klassen van deeltjesgroottes, het gemiddeld dagverloop weergegeven, respectievelijk voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een gemiddelde werkdag uit de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'.

De grafiek in figuur 4.83 geeft de resultaten weer voor het aantal deeltjes groter dan  $0,25\ \mu\text{m}$ . Voor de beschouwde periode zijn de resultaten het hoogst op een gemiddelde zaterdag, gevolgd door een werkdag en een zondag. Op zondagen zijn er meer deeltjes aanwezig tijdens de nachtelijke uren dan tijdens de dag. De grafiek in figuur 4.84 geeft de resultaten weer voor het aantal deeltjes groter dan  $0,50\ \mu\text{m}$ . Het aantal deeltjes is duidelijk lager op zondag, terwijl de aantallen goed vergelijkbaar zijn op zaterdagen en op werkdagen. Vooral op zondagen is het aantal deeltjes het hoogst tijdens de nachtelijke uren.

De grafieken in de figuren 4.85 en 4.86 geven analoge resultaten weer, respectievelijk voor het aantal deeltjes groter dan  $1,00\ \mu\text{m}$  en  $2,50\ \mu\text{m}$ . Voor het aantal deeltjes groter dan  $1,00\ \mu\text{m}$  gelden dezelfde vaststellingen als voor het aantal deeltjes groter dan  $0,50\ \mu\text{m}$ . Voor het aantal deeltjes groter dan  $2,50\ \mu\text{m}$  worden geen grote verschillen vastgesteld tussen de verschillende types dagen, en het aantal deeltjes op zaterdag en op werkdagen is duidelijk hoger tijdens de dag dan tijdens de nachtelijke uren.

Deze eerste reeks gegevens is mogelijks nog te beperkt in omvang en dient zeker uitgebreid te worden voor het bekomen van statistisch relevante resultaten. Toch lijkt het erop dat de tellingen van het aantal deeltjes zeer interessante en aanvullende informatie geven op de concentratiemetingen. Ze bevestigen ook de complexiteit van de problematiek rond 'fijn stof'. Onder bepaalde meteorologische omstandigheden worden soms heel veel fijne deeltjes gevormd (nucleatieproces) terwijl er bij drogere omstandigheden meer grovere deeltjes in suspensie worden gebracht.

Er is geen eenduidige correlatie tussen aantallen deeltjes en massaconcentratie. Zeer grote aantallen deeltjes kunnen gepaard gaan met hoge concentraties, maar dit is niet steeds het geval. Een gering aantal deeltjes kan gepaard gaan met lagere massaconcentratie, maar de aanwezigheid van vooral grovere deeltjes kan de massaconcentratie fel doen toenemen. De studie van de samenhang tussen deze parameters dient ook in de toekomst verder onderzocht te worden.

**WOL1 - GRIMM - COUNTING PARTICULATES**  
**LOG10(Number of Particulates) - Half Hourly Values - SEPTEMBER 2008**

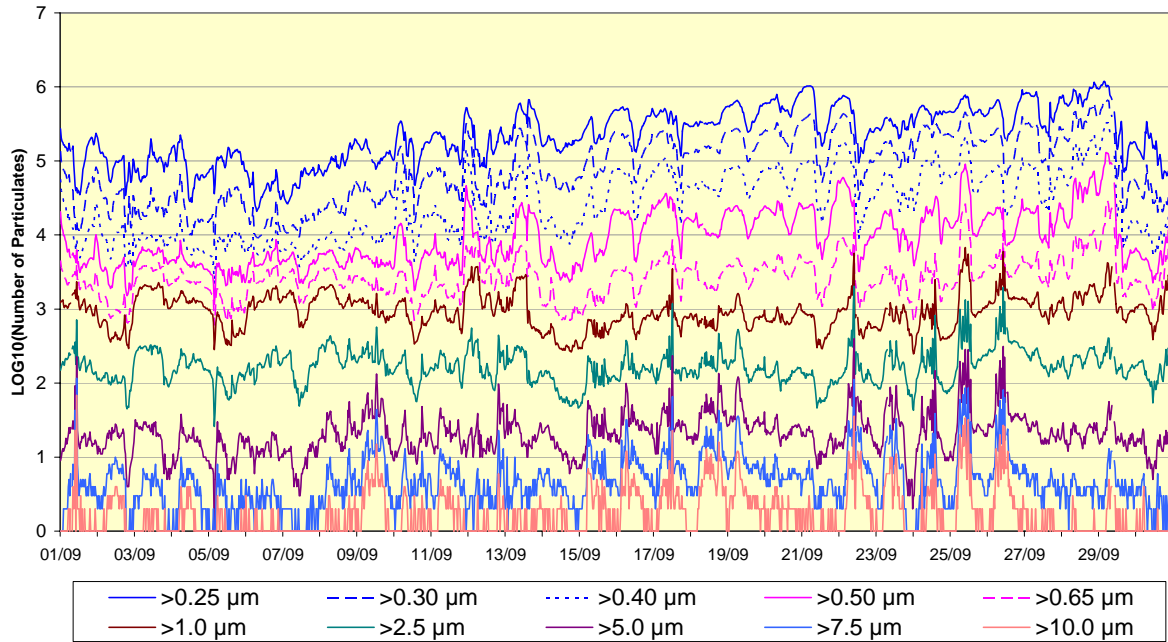


Fig. 4.81: Woluwe – September 2008 – Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte

**WOL1 - GRIMM - COUNTING PARTICULATES**  
**LOG10(Number of Particulates) - Half Hourly Values - DECEMBER 2008**

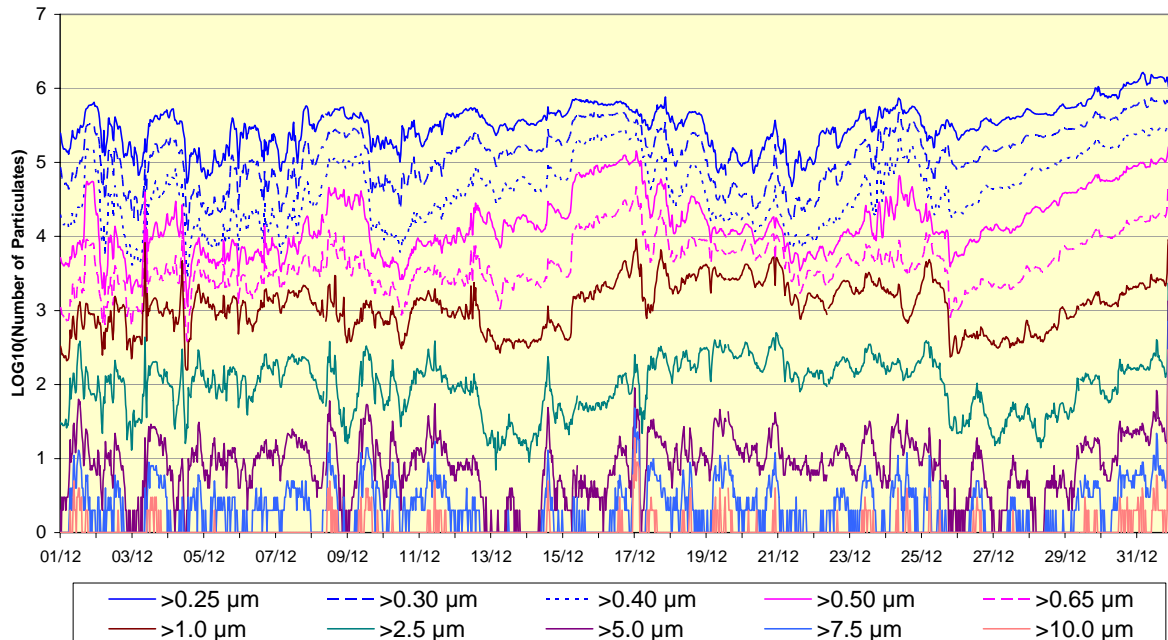


Fig. 4.82: Woluwe – December 2008 – Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte

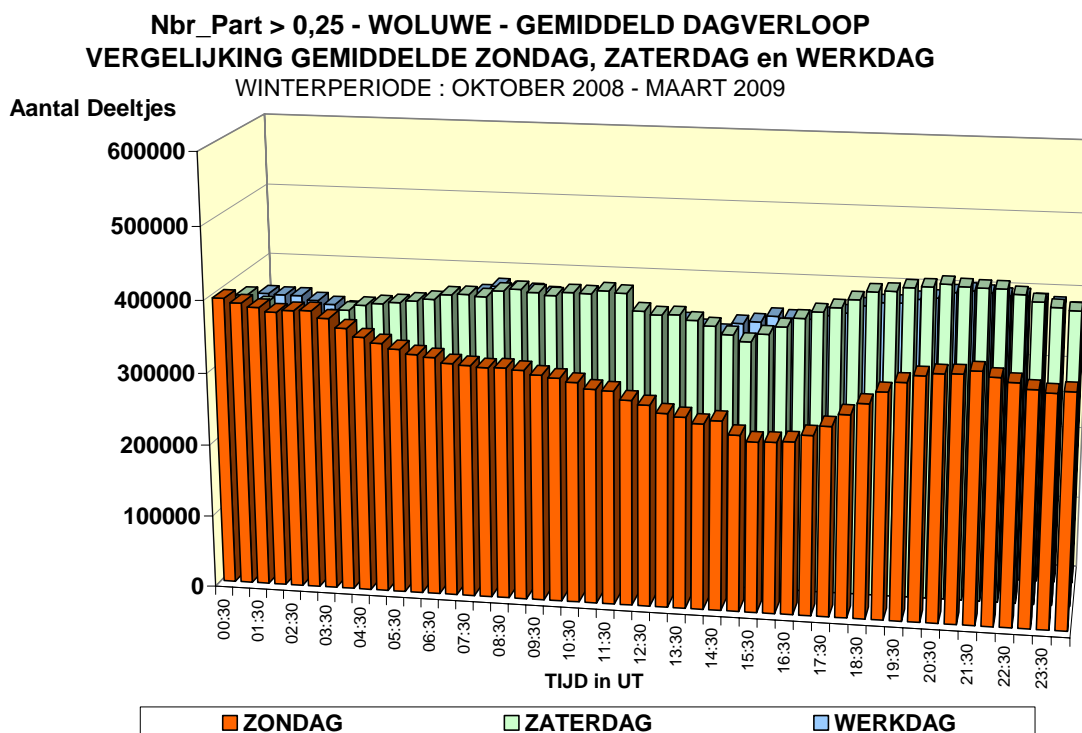


Fig. 4.83: Woluwe – Aantal deeltjes > 0,25 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en werkdag uit de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'

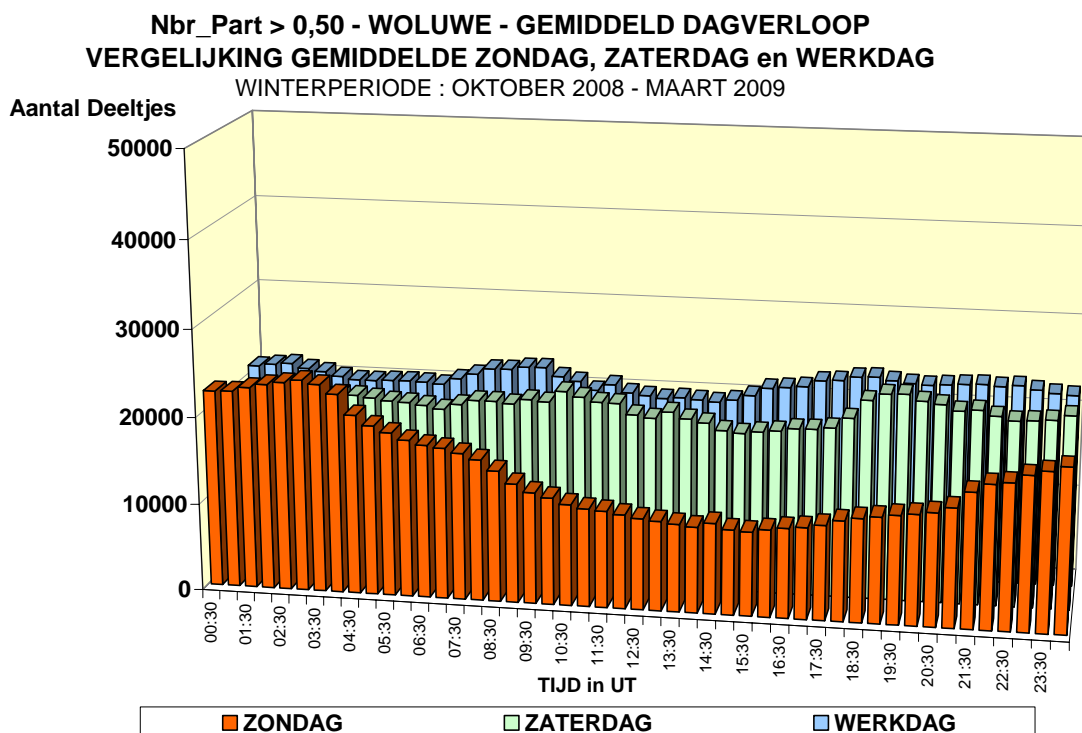


Fig. 4.84: Woluwe – Aantal deeltjes > 0,50 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een werkdag uit de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'

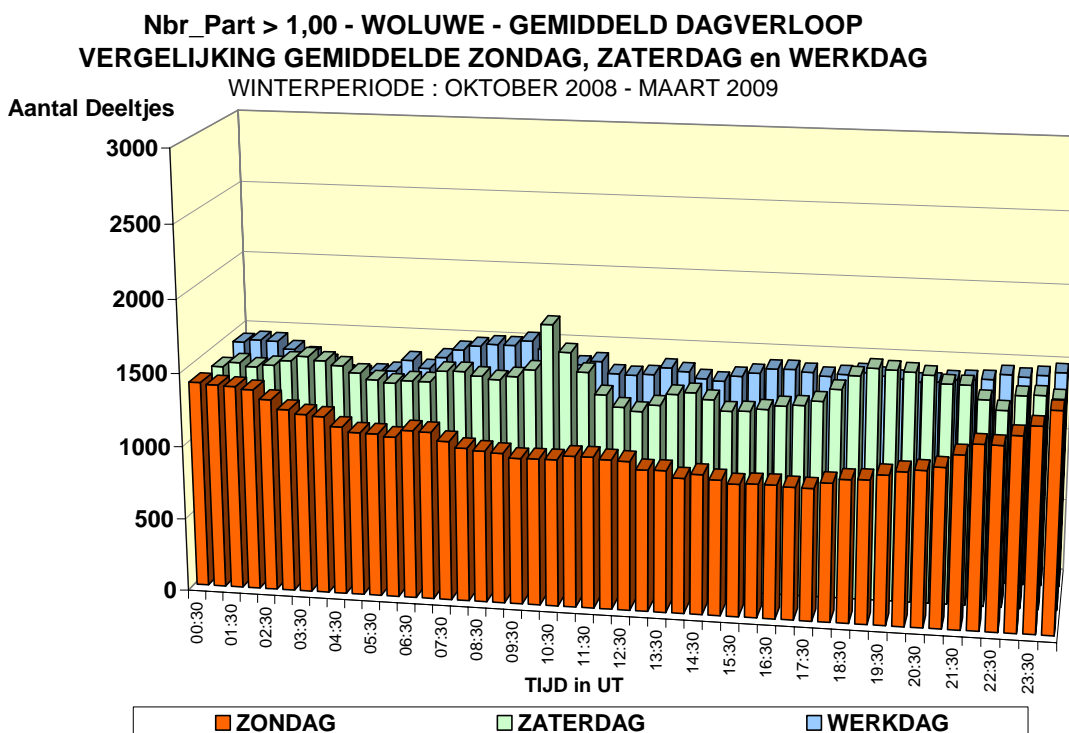


Fig. 4.85: Woluwe – Aantal deeltjes > 1,00 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een werkdag uit de winterperiode ‘oktober 2008 – maart 2009’

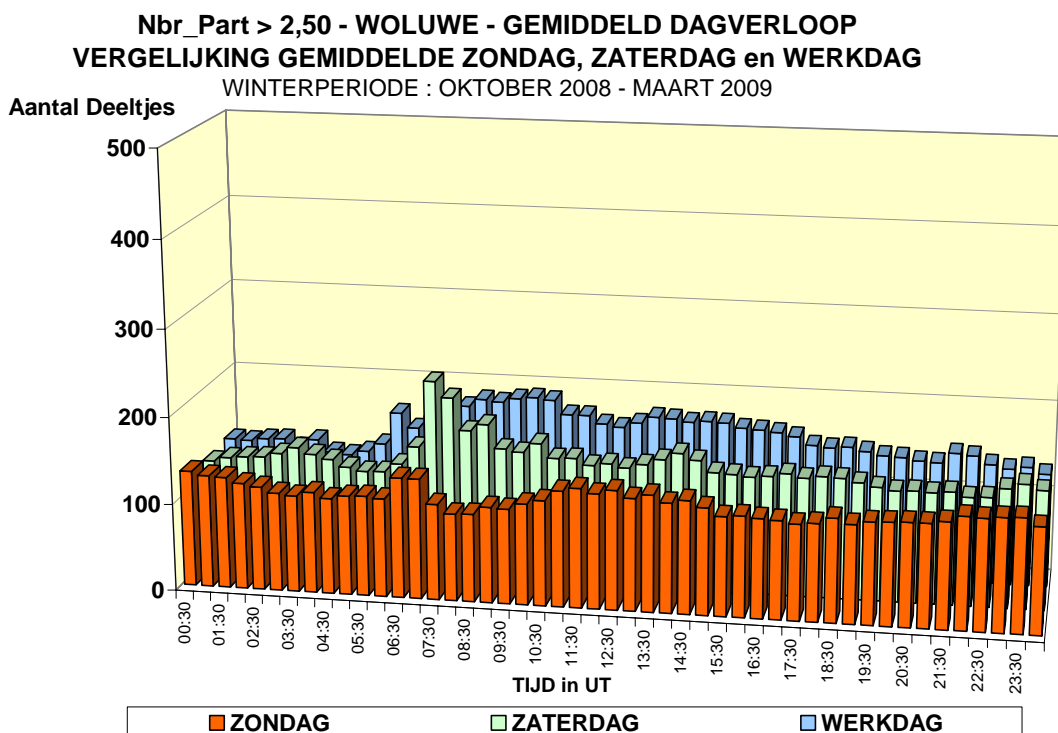


Fig. 4.86: Woluwe – Aantal deeltjes > 2,50 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een werkdag uit de winterperiode ‘oktober 2008 – maart 2009’

#### 4.4 VLUCHTIGE ORGANISCHE STOFFEN (V.O.S.)

Het gehalte vluchtige organische stoffen in de omgevingslucht wordt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op 6 verschillende plaatsen gemeten, n.l. te Molenbeek (R001), Elsene-Kroonlaan (R002), Kunst-Wet (B003), Ukkel (R012), St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1-WOL2) en ter hoogte van het Europees Parlement (B006).

Op de eerste vijf meetplaatsen wordt de lucht het gehele jaar door bemonsterd op Carbotrap-adsorptietubes. In de eerste vier meetpunten wordt telkens één staal genomen over een volledige weekperiode (weekstaal) en in het laatste meetpunt gebeurt de bemonstering over een periode van 24 uur (7 dagstalen per week). Bij de analyse in het laboratorium wordt via gaschromatografie de aanwezigheid van 12 verschillende componenten onderzocht. Het betreft volgende componenten :

aromaten	: benzeen, toluen, m+p-xyleen, o-xyleen en ethylbenzeen
alifaten	: n.pentaaan, n.hexaaan, 2-methylhexaaan, n.heptaaan en n.octaaan
Cl-houdende KWS	: 1,2-dichloroethaan en tetrachloroethyleen

Bij de bepaling van V.O.S. gaat de aandacht vooral naar BTX (benzeen, toluen en xylenen). Deze manier van meten werd ondertussen aangevuld met BTX-metingen op basis van (quasi) continue apparaten die een meer gedetailleerd beeld (per halfuur) van de vervuiling geven. Eind oktober 1999 is een eerste continu werkend BTX-apparaat in gebruik genomen op de meetpost te St.-Lambrechts-Woluwe (WOL2). In december 2002 werd in het Europees Parlement (B006) een tweede (quasi) continue apparaat in gebruik genomen.

##### 4.4.1 Reglementering Benzeen

Benzeen is een stof met bewezen kankerverwekkende eigenschap. Voor het benzeengehalte in de omgevingslucht bestond tot voor kort geen normwaarde. De Europese richtlijn 2000/69/EG voor benzeen en koolmonoxide geeft als grenswaarde voor benzeen een jaargemiddelde concentratie van  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , te bereiken tegen 1 januari 2010. Daar bovenop wordt tussen december 2000 en 1 januari 2006 nog een overschrijdingsmarge van  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aanvaard. Deze marge neemt nadien om de 12 maanden met  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  af en wordt tot 0 herleid met ingang van 1 januari 2010.

##### 4.4.2 Resultaten en Evolutie

Op basis van de gemeten resultaten (week-, dag- of halfuurswaarde) wordt voor elke component het jaargemiddelde berekend. In tabel IV.31 worden de jaarlijkse gemiddelde concentraties van benzeen, toluen en xylenen (BTX) weergegeven. Meer uitgebreide tabellen met maandgemiddelde concentraties van 12 verschillende V.O.S. worden vermeld in bijlage J.

Tabel IV.31: AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN  
JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

<u>Benzeen</u>	R001	R002	B003	R012	WOL1	WOL2	B006
1989		6.2					
1990		5.4					
1991		9.1					
1992		10.8					
1993		--					
1994		10.7					
1995	4.4	9.4	14.8	2.5			
1996	4.5	8.2	13.7	2.9			
1997	5.0	8.4	14.1	2.9	3.8		
1998	4.3	7.7	13.0	2.9	--		
1999	3.5	6.2	9.2	2.0	2.5	--	
2000	2.2	3.9	5.0	1.3	1.7	1.8	
2001	2.1	--	4.7	1.4	1.9	1.7	
2002	2.2	3.3	(4.2)	1.3	1.6	1.2	--
2003	1.9	3.2	3.4	1.4	1.6	1.7	1.9
2004	1.8	2.7	3.4	1.2	1.2	1.2	1.6
2005	1.4	2.3	2.5	1.0	1.2	1.5	1.5
2006	1.6	3.2	3.2	1.1	1.3	1.1	1.4
2007	1.4	3.7	2.6	0.9	1.1	0.9	0.9
2008	1.2	1.9	(2.1)	0.8	0.9	0.8	1.1

<u>Toluene</u>	R001	R002	B003	R012	WOL1	WOL2	B006
1989		26.7					
1990		22.1					
1991		35.4					
1992		39.4					
1993		--					
1994		29.3					
1995	16.2	32.0	48.7	8.4			
1996	15.3	26.4	41.5	8.8			
1997	22.0	33.3	55.4	10.4	13.3		
1998	17.3	31.1	42.7	8.6	--		
1999	14.6	24.2	33.9	8.1	9.6	--	
2000	11.7	19.9	23.6	6.0	8.2	7.5	
2001	11.6	--	22.5	6.6	7.9	6.5	
2002	10.3	14.0	(17.3)	5.1	6.3	4.1	--
2003	9.6	11.6	15.9	4.9	5.8	5.3	7.5
2004	7.4	9.1	13.9	4.8	4.6	4.4	5.3
2005	6.9	8.4	13.7	3.8	4.3	4.4	4.7
2006	6.2	7.7	10.3	3.9	3.7	4.1	4.1
2007	6.9	6.8	9.6	4.7	3.5	3.7	4.9
2008	5.0	5.6	(7.1)	3.1	2.8	3.1	4.3

<u>m+p-Xyleen</u>	R001	R002	B003	R012	WOL1	WOL2	B006
1989		15.8					
1990		14.0					
1991		17.8					
1992		18.6					
1993		--					
1994		15.9					
1995	13.4	21.5	36.5	6.9			
1996	10.6	15.6	26.2	6.2			
1997	16.8	19.4	37.9	10.0	9.2		
1998	9.9	17.3	26.5	4.9	--		
1999	6.6	11.2	16.5	3.2	4.2	--	
2000	4.5	7.2	9.3	1.9	2.9	2.7	
2001	4.3	--	8.2	1.9	2.8	2.0	
2002	3.8	4.6	(6.4)	1.4	2.0	1.1	--
2003	3.5	5.5	8.4	1.5	2.1	2.5	3.0
2004	2.9	4.2	5.6	1.6	1.8	1.6	1.6
2005	2.5	3.5	4.8	1.1	1.6	1.3	1.3
2006	2.1	3.0	5.4	0.9	1.2	1.1	1.8
2007	2.4	2.5	3.0	1.0	1.0	1.0	0.8
2008	1.6	1.8	(2.3)	0.8	0.8	0.8	1.5

<u>o-Xyleen</u>	R001	R002	B003	R012	WOL1	WOL2	B006
1989		5.7					
1990		5.3					
1991		6.7					
1992		6.7					
1993		--					
1994		7.1					
1995	6.0	11.0	18.9	2.9			
1996	4.7	7.5	13.3	2.9			
1997	7.5	9.3	18.2	3.8	4.2		
1998	4.3	7.4	11.4	2.0	--		
1999	2.5	4.4	6.7	1.2	1.6	--	
2000	1.7	2.8	3.7	0.7	1.2	1.2	
2001	1.8	--	3.2	0.8	1.1	0.9	
2002	1.5	1.8	(2.6)	0.5	0.8	0.4	--
2003	1.4	2.1	3.2	0.6	0.8	1.1	1.3
2004	1.2	1.8	2.2	0.7	0.8	0.7	1.4
2005	1.0	1.4	2.0	0.4	0.6	0.5	1.1
2006	0.7	1.1	2.0	0.3	0.4	0.5	0.9
2007	0.8	1.0	1.1	0.3	0.3	0.3	0.8
2008	0.5	0.7	(0.9)	0.3	0.3	0.3	0.3

-- : minder dan 50% van de gegevens

() : reeks gegevens onvolledig – (onderbreking van de metingen)

Net zoals voor NO en CO zijn de concentraties het hoogst op de meetpunten die zich in een verkeersdrukte en eerder besloten omgeving bevinden. De hoogste waarden worden opgetekend op het kruispunt Kunst-Wet (B003), gevolgd door de Kroonlaan te Elsene (R002). De laagste waarden worden vastgesteld op het meetpunt te Ukkel (R012).

De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor benzeen over langere termijn wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.87. Na een toename van het jaargemiddelde tussen 1989 en 1992, een gevolg van de introductie van loodvrije benzine, wordt er vanaf 1997 een dalende trend vastgesteld. De daling van de concentratie is een gevolg van de verandering in de samenstelling van de brandstoffen (auto-oil) en van de verdere vernieuwing van het wagenpark. Vanaf het jaar 2001 wordt de doelstelling van  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als jaargemiddelde overall gerespecteerd. Deze doelstelling zal wellicht ook na 2010 zonder enig probleem bereikt worden.

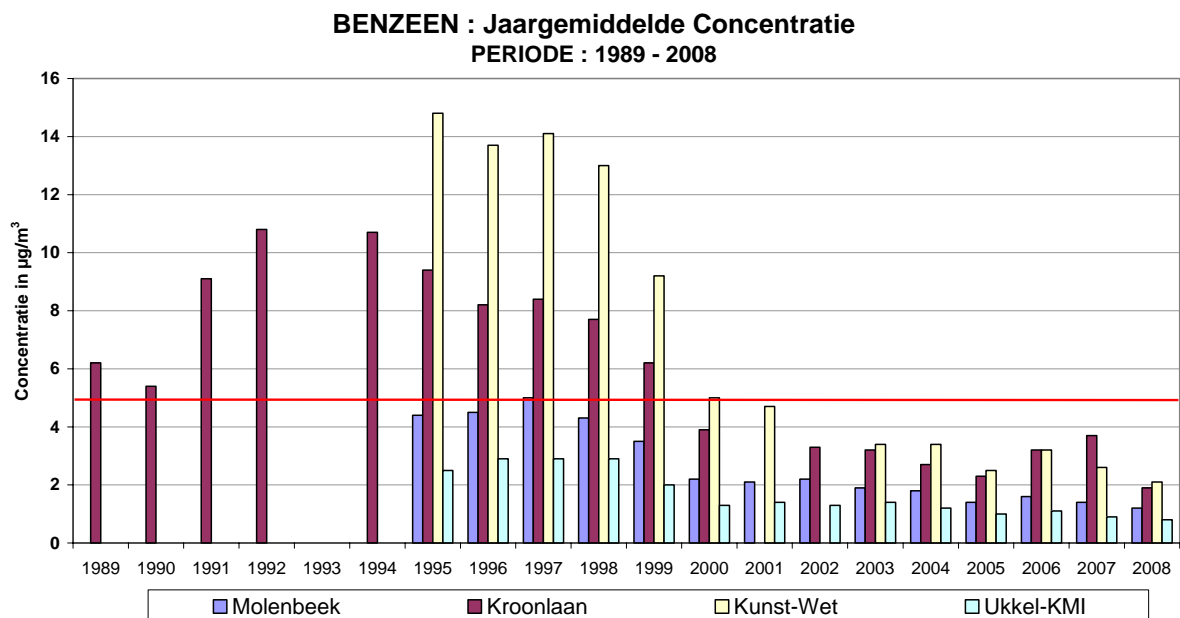


Fig. 4.87: Benzeen - evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 1989-2008

De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor toluen, alsook voor de somconcentratie van de verschillende xylenen, wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.88 en figuur 4.89. Het verloop vertoont een analoog patroon aan dit van benzeen: een toename van de concentraties tussen 1989 en 1992 en een dalende trend vanaf 1997.



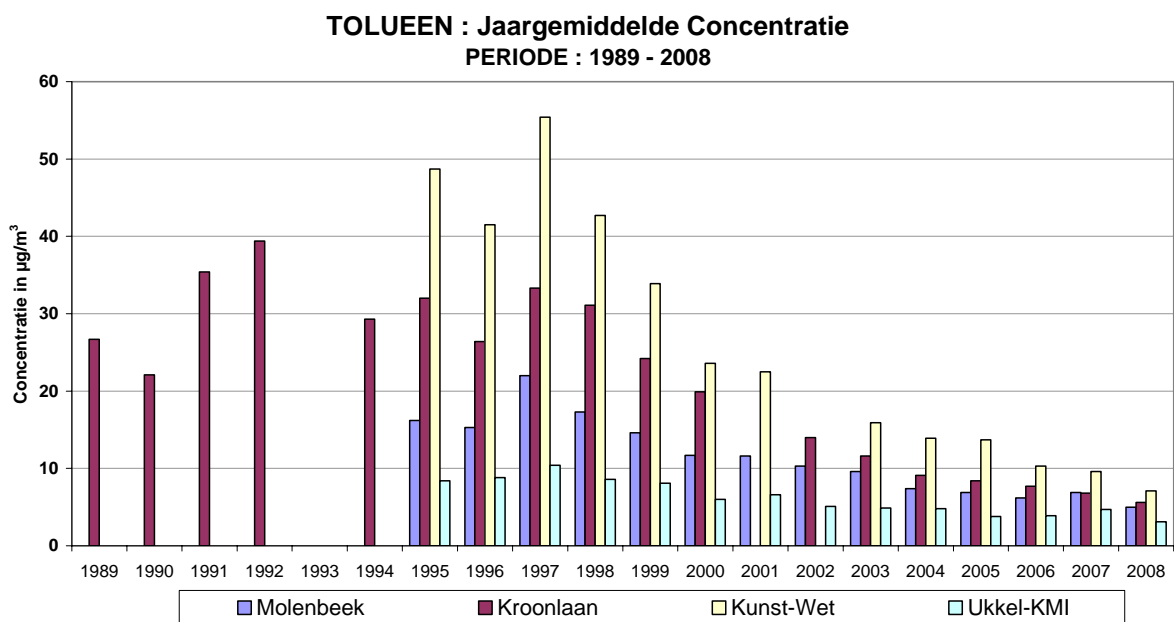


Fig. 4.88: Tolueen - evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 1989-2008

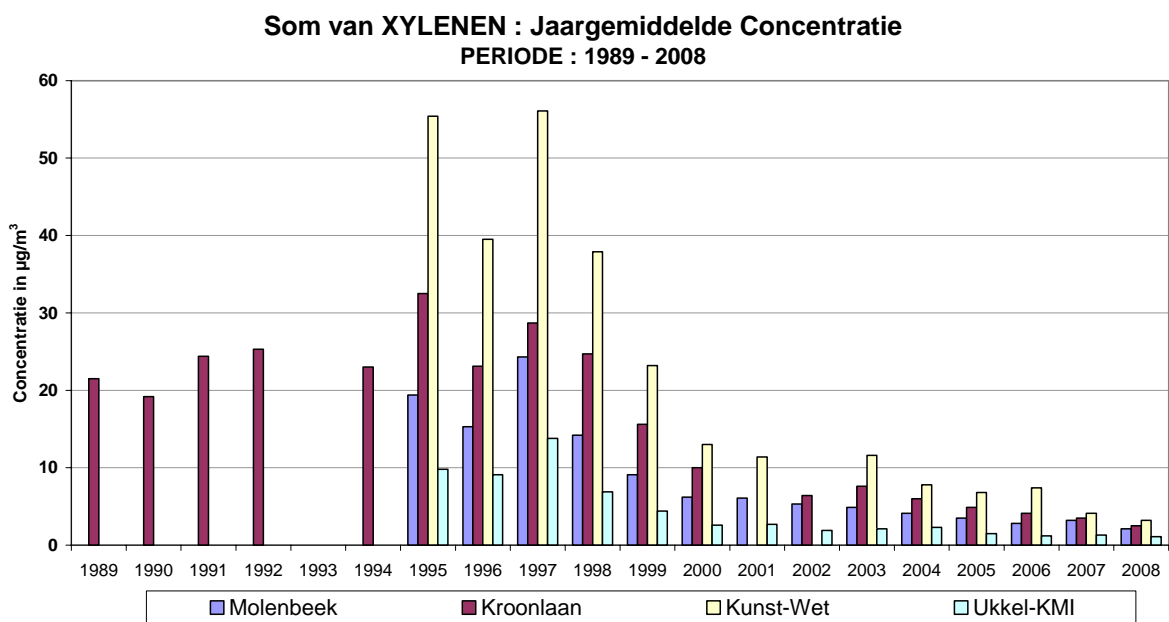


Fig. 4.89: Xylenen (meta+para+ortho) - evolutie jaargemiddelde concentratie Periode 1989-2008

De evolutie van de concentratie van de verschillende componenten verloopt min of meer gelijkaardig op alle meetplaatsen. Vanaf 1997 is er een uitgesproken dalende tendens waarneembaar.

#### 4.4.3 Rendement en nauwkeurigheid V.O.S.-resultaten

In de periode 1998-2004 beschikte het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM over een accreditatie EN45001, o.m. voor de bepaling van V.O.S. in de omgevingslucht. De reproduceerbaarheid en nauwkeurigheid van de resultaten is beter dan 10%. Het rendement (%-opbrengst) van de benzeenresultaten wordt gegeven in tabel IV.32.

Tabel IV.32 : **BENZEEN** : rendement gegevens (%-opbrengst)

PERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Benzeen	R001	R002	B003	R012	WOL1	WOL2	B006
1994		71.7		38.6			
1995	57.8	96.4	85.4	93.4			
1996	89.3	95.3	87.7	93.4			
1997	91.7	89.8	93.6	92.0	79.4		
1998	93.9	93.9	93.9	99.7	39.1		
1999	92.3	99.9	94.2	99.9	83.0		
2000	98.0	98.0	99.9	97.8	84.1	82.7	
2001	90.1	34.7	96.1	96.1	83.5	66.8	
2002	98.0	54.7	42.4	98.0	85.7	92.6	9.8
2003	98.0	85.7	70.9	95.8	92.8	78.0	74.5
2004	90.1	98.0	72.9	99.9	93.1	92.8	88.2
2005	96.1	92.3	83.8	94.2	92.8	86.5	87.6
2006	97.8	99.9	97.8	94.2	90.9	83.2	93.9
2007	94.2	61.3	98.0	99.9	94.7	89.3	74.7
2008	96.1	84.4	62.8	98.0	96.9	93.4	67.2

( ): tijdelijke onderbreking in de metingen

#### 4.4.4 Meetnet Benzeen

Vooruitlopend op de EG-richtlijn voor benzeen werd in 1998 een benzeenmeetnet opgestart, bestaande uit 20 meetpunten voorzien van een passieve monsterneming. Met deze aanpak wordt een beeld bekomen van de ruimtelijke verdeling van de benzeenconcentratie over het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Dit laat toe de zones af te bakenen waar de limietwaarde eventueel niet gerespecteerd wordt. De gekozen meetpunten zijn representatief voor verschillende types van blootstelling (activiteit) van de bevolking. Ze bevinden zich o.m. in openbare parken, tuinen van privé-woningen, drukke verkeerswegen en straten van het type « canyon street ».

De diffuse samplers worden op het terrein gedurende twee weken aan de omgevingslucht blootgesteld. Vervolgens worden de stalen naar het laboratorium overgebracht en geanalyseerd via gaschromatografie, na thermische desorptie.

De figuur 4.90 geeft de evolutie weer van de jaargemiddelde concentraties voor benzeen in een aantal meetpunten. De ligging van de meetpunten is aangegeven in figuur 4.91.

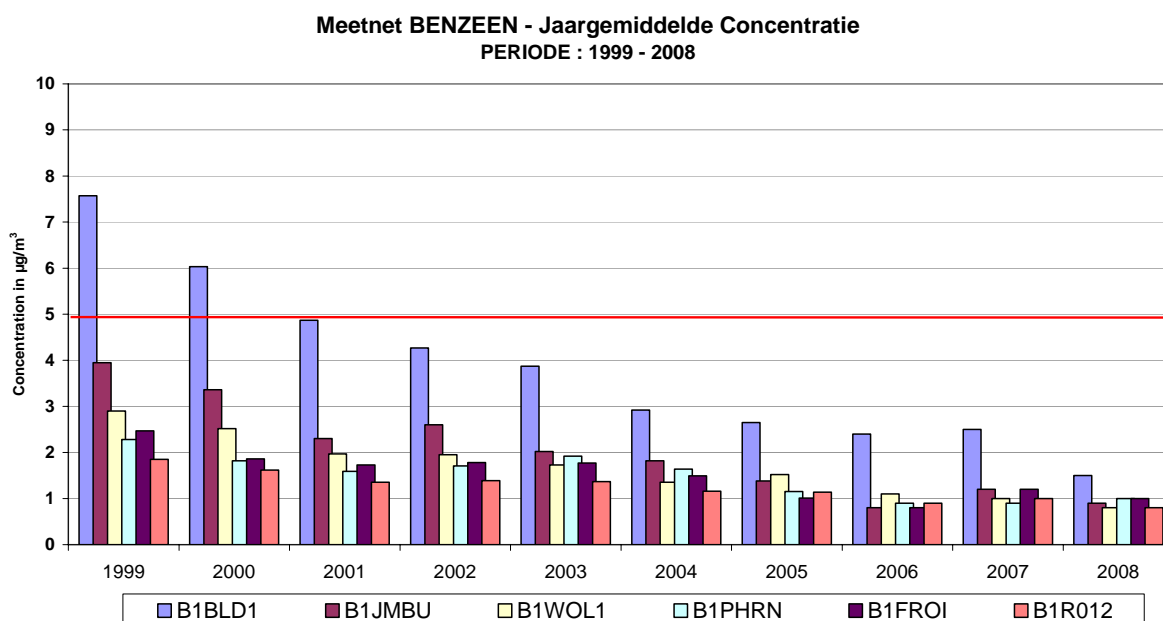


Fig. 4.90: Benzeen - evolutie van de jaargemiddelde concentratie in een aantal meetpunten  
Periode 1999-2008

De resultaten voor benzeen van dit meetnet wijzen eveneens op een opmerkelijke daling van de concentraties op plaatsen gelegen in een verkeersdrukke omgeving.

In de figuur 4.91 wordt de ruimtelijke spreiding weergegeven van de gemiddelde concentratie voor de jaarperiodes 2006, 2007 en 2008, alsook de ligging en identificatie van de meetposten van het meetnet benzeen. De grenswaarde van  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als jaargemiddelde concentratie voor benzeen wordt nergens overschreden.

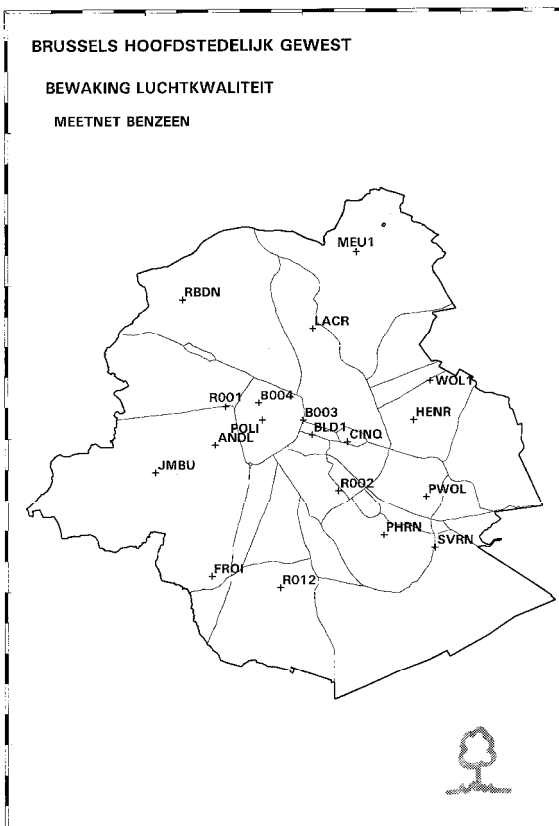
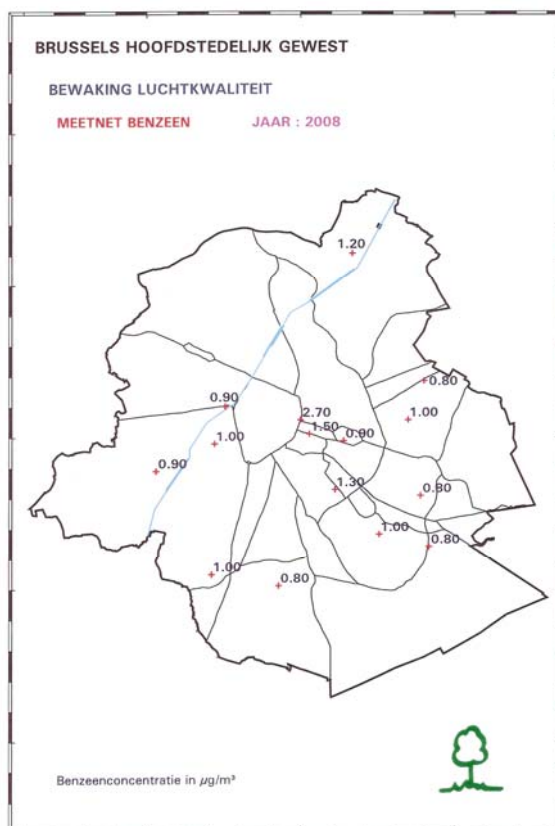
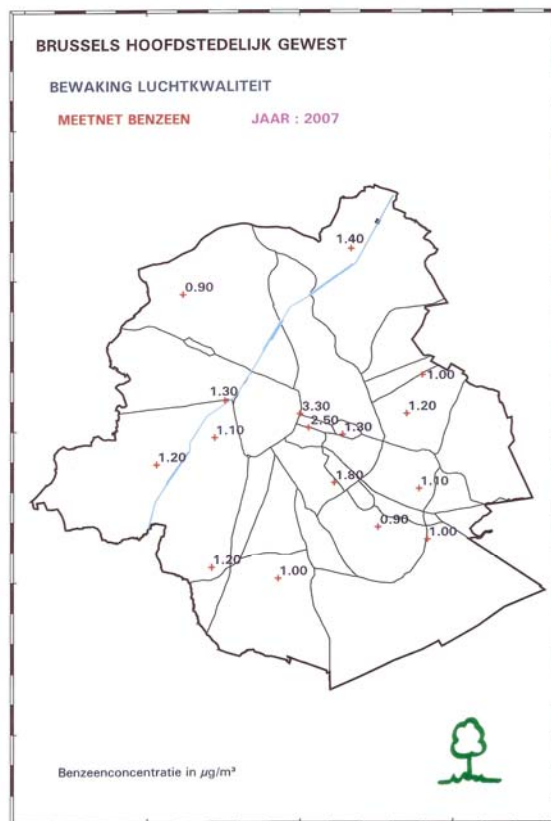
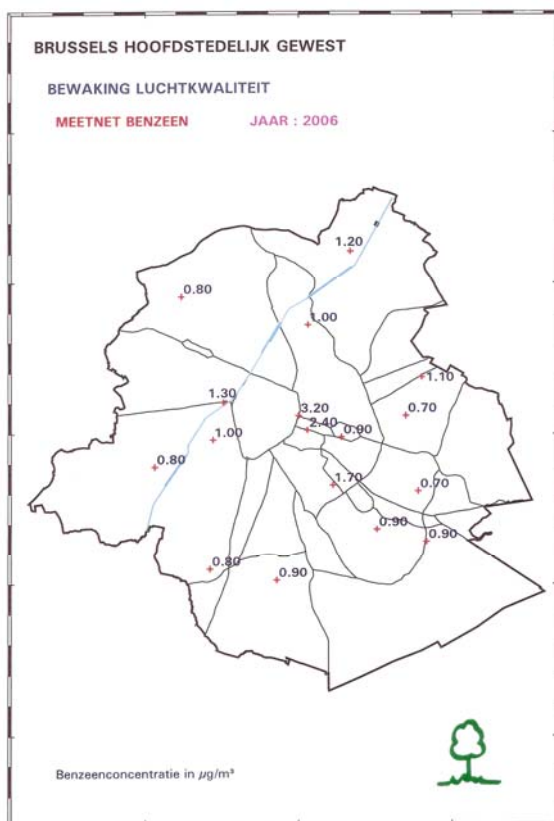


Fig. 4.91: Gemiddelde benzeenconcentratie voor de jaren 2006, 2007 en 2008  
Ligging en identificatie van de meetpunten van het meetnet voor benzeen

## 4.5 POLYAROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN (P.A.K.)

In de loop van het jaar 1997 werd een procedure op punt gesteld voor de bepaling van het gehalte aan polyaromatische koolwaterstoffen in de lucht. Tussen eind 1997 en medio 1998 werd vervolgens een permanente bemonstering opgestart op vijf meetpunten, nl in de Kroonlaan te Elsene (R002), te Ukkel (R012), te St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1), in de Belliardstraat (BLD1) en in het Meudonpark (MEU1). De bemonstering gebeurt op basis van weekstalen, via een doorlopende bemonstering gedurende zeven opeenvolgende dagen. De analyse wordt nadien in het laboratorium uitgevoerd. Meer details over de analysemethode worden gegeven in *bijlage A*.

In de loop van het jaar 2006 werden er op 3 meetposten bemonsteringssystemen geplaatst die conform zijn met de nieuwe richtlijn. De bemonstering gebeurt over een PM10-aanzuigkop en het bemonsterde volume lucht bedraagt 24 m<sup>3</sup> per dag. Het betreft de meetposten R001 (Molenbeek), R012 (Ukkel) en WOL2 (Woluwe).

Oorspronkelijk werd bij de analyse de deeltjesconcentratie van 8 verschillende componenten bepaald :

- Benzo e pyreen
- Benzo a pyreen
- Benzo b fluorantheen
- Benzo k fluorantheen
- Indeno(123cd)pyreen
- Benzo ghi peryleen
- Coroneen
- Benzo(a)anthraceen

De som van de concentraties van deze 8 verschillende componenten wordt verder aangeduid als “**Som-8-P.A.K.**”.

Tussen 2001 en 2006 was een zesde meetpost (IHE2) in gebruik. De meetpost bevond zich in de nabijheid van de Kroonlaan (R002), meer bepaald in de tuin van het Wetenschappelijk Instituut van Volksgezondheid (WIV). De gebouwen vormen een scherm tegen de directe invloed van het verkeer van de Kroonlaan.

Vanaf 2001 worden ook nog drie bijkomende componenten geanalyseerd:

- Fluorantheen
- Pyreen
- Dibenzo(a,h)anthraceen

De som van de concentraties van de 11 verschillende componenten wordt verder aangeduid als “**Som-11-P.A.K.**”.

### 4.5.1 Reglementering PAK's

Aan bepaalde PAK's worden kankerverwekkende of mutagene eigenschappen toegekend. Voor het gehalte PAK's in de omgevingslucht bestond tot voor kort geen normwaarde. De Europese richtlijn 2004/107/EG betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht, geeft als streefwaarde voor Benzo(a)pyreen een jaargemiddelde concentratie van 1 ng/m<sup>3</sup>, te bereiken vanaf 1 januari 2013.

#### 4.5.2 Resultaten en evolutie

Op basis van de weekresultaten worden de gemiddelde concentraties berekend per maand en per kalenderjaar. De jaargemiddelde concentraties van enkele componenten, zoals *benzo e pyreen*, *benzo a pyreen*, de *som van 8 verschillende PAK* en de *som van 11 verschillende PAK* worden in tabel IV.33 weergegeven. Het betreft de resultaten voor de kalenderjaren 1998-2008. De eenheid van concentratie is nanogram per kubieke meter lucht [ng/m<sup>3</sup>].

Voor de overige componenten zijn de jaarwaarden terug te vinden in *bijlage I*. Voor de periode 1998-2008 zijn de maandresultaten terug te vinden in *bijlage J*.

In de loop van de maand september 2004 werd de meetpost in de Belliardstraat (BLD1) noodgedwongen stilgelegd wegens renovatiewerken aan het gebouw waar de meetpost was opgesteld. Om analoge redenen werd de meetpost IHE2 in de loop van 2006 stilgelegd.

Tabel IV.33: P.A.K. - JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE [ng/m<sup>3</sup>]

PERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Benzo e pyreen	R001	R002	R012	WOL1	WOL2	BLD1	MEU1	IHE2
1998		--	0.62	0.70		1.12	0.54	--
1999		1.19	0.47	0.58		0.87	0.52	--
2000		0.92	0.38	0.44		0.75	0.39	--
2001		0.62	0.31	0.40		0.56	0.39	0.26
2002		0.76	0.44	0.42		0.69	0.45	0.39
2003		0.53	0.32	0.33		0.49	0.35	0.37
2004		0.60	0.40	0.46		0.45	0.53	0.44
2005		0.38	0.26	0.40		#	0.39	0.32
2006	(0.23)	0.48	0.31	0.39	(0.18)		0.49	(0.54)
2007	0.47	0.43	0.29	0.37	0.38		0.58	#
2008	0.32	0.37	0.26	0.29	0.31		0.34	

Benzo a pyreen	R001	R002	R012	WOL1	WOL2	BLD1	MEU1	IHE2
1998		--	0.60	0.72		1.08	0.44	--
1999		1.01	0.37	0.50		0.71	0.40	--
2000		0.71	0.29	0.36		0.55	0.29	--
2001		0.59	0.31	0.41		0.51	0.39	0.24
2002		0.71	0.44	0.46		0.63	0.50	0.46
2003		0.53	0.30	0.33		0.45	0.33	0.37
2004		0.54	0.35	0.45		0.36	0.50	0.41
2005		0.32	0.20	0.35		#	0.33	0.27
2006	(0.20)	0.40	0.29	0.34	(0.17)		0.41	(0.46)
2007	0.47	0.34	0.28	0.29	0.39		0.45	#
2008	0.36	0.32	0.28	0.27	0.33		0.30	

Vervolg Tabel IV.33: P.A.K. - JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [ng/m<sup>3</sup>]

Som-8-P.A.K.	R001	R002	R012	WOL1	WOL2	BLD1	MEU1	IHE2
1998		--	4.74	5.22		9.34	3.81	--
1999		9.97	3.47	4.49		6.83	3.59	--
2000		7.46	2.79	3.31		5.58	2.81	--
2001		5.25	2.50	3.17		4.39	2.98	2.03
2002		6.34	3.50	3.60		5.49	3.74	3.43
2003		4.48	2.69	2.78		3.99	2.81	3.10
2004		4.88	3.27	3.67		3.46	4.22	3.46
2005		2.97	2.03	3.06		#	3.11	2.42
2006	(1.81)	3.61	2.54	3.00	(1.49)		3.76	(4.36)
2007	3.59	3.45	2.15	2.69	2.82		4.40	#
2008	2.44	2.66	2.05	2.11	2.37		2.45	

Som-11-P.A.K.	R001	R002	R012	WOL1	WOL2	BLD1	MEU1	IHE2
2002		8.88	5.06	5.08		8.55	5.48	4.71
2003		7.32	4.26	4.01		7.92	4.25	4.36
2004		8.46	5.59	5.47		8.06	7.69	5.02
2005		5.15	3.37	4.60		#	5.72	3.30
2006	(2.59)	6.48	3.63	4.64	(2.24)		7.97	(6.49)
2007	5.33	6.27	3.26	4.07	4.40		7.77	#
2008	3.68	5.24	2.92	3.17	3.51		4.75	

De hoogste gemiddelde concentraties worden vastgesteld in de Belliardstraat (BLD1) en in de Kroonlaan (R002). Beide meetpunten zijn gelegen in een verkeersdrukte en eerder besloten omgeving. In het meetpunt te Woluwe (WOL1 en WOL2), eveneens gelegen in een verkeersdrukte maar meer open omgeving, worden lagere concentraties opgetekend. De meetpost te Molenbeek (R001) ligt in een omgeving met industriële activiteit en veel verkeer.

De gemiddelde concentraties zijn het laagst op de meetpunten te Ukkel (R012) en in de tuin van het WIV (IHE2). Deze meetposten zijn in een meer open omgeving gelegen, waar de directe invloed van het verkeer eerder gering is. De meetpost te Ukkel, op het terrein van het KMI, is voor de meeste pollutanten ideaal gelegen voor de bepaling van de achtergrondconcentratie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De jaargemiddelde P.A.K.-resultaten op de meetpost IHE2 zijn nauwelijks hoger dan deze in de meetpost te Ukkel.

De evolutie van de jaargemiddelde concentraties van **benzo a pyreen** wordt grafisch weergegeven in de figuur 4.92. In alle meetpunten van het Gewest wordt de streefwaarde van 1 ng/m<sup>3</sup> moeiteloos gerespecteerd. De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor de somconcentratie van 8 verschillende PAK's wordt weergegeven in figuur 4.93.

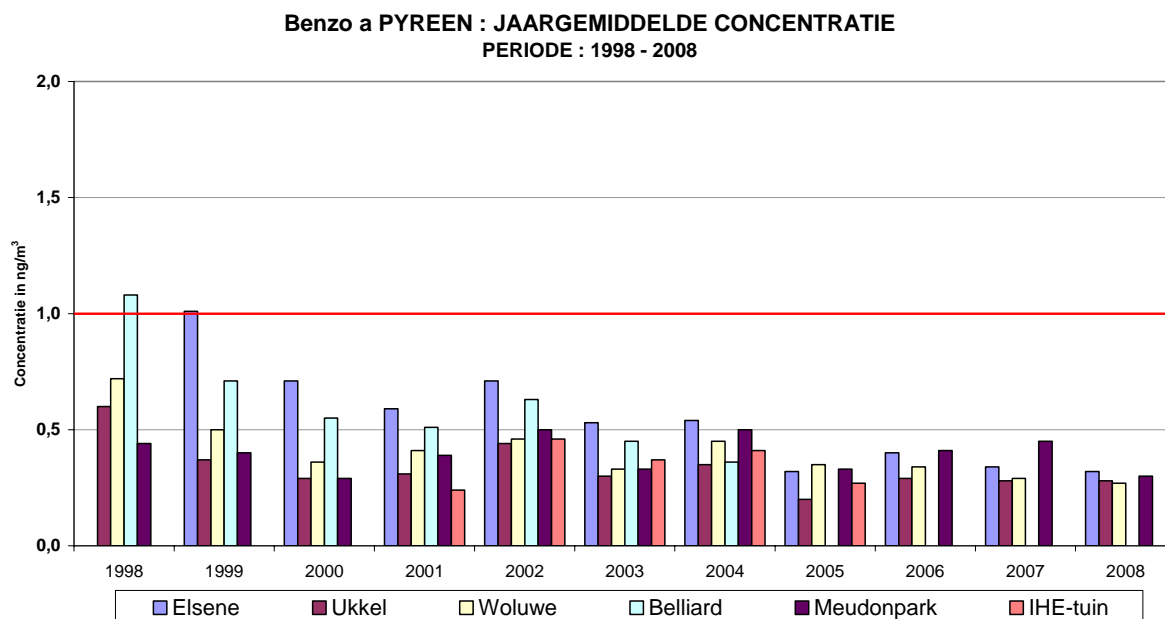


Fig. 4.92: Evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor **benzo a pyreen** (1998 – 2008)

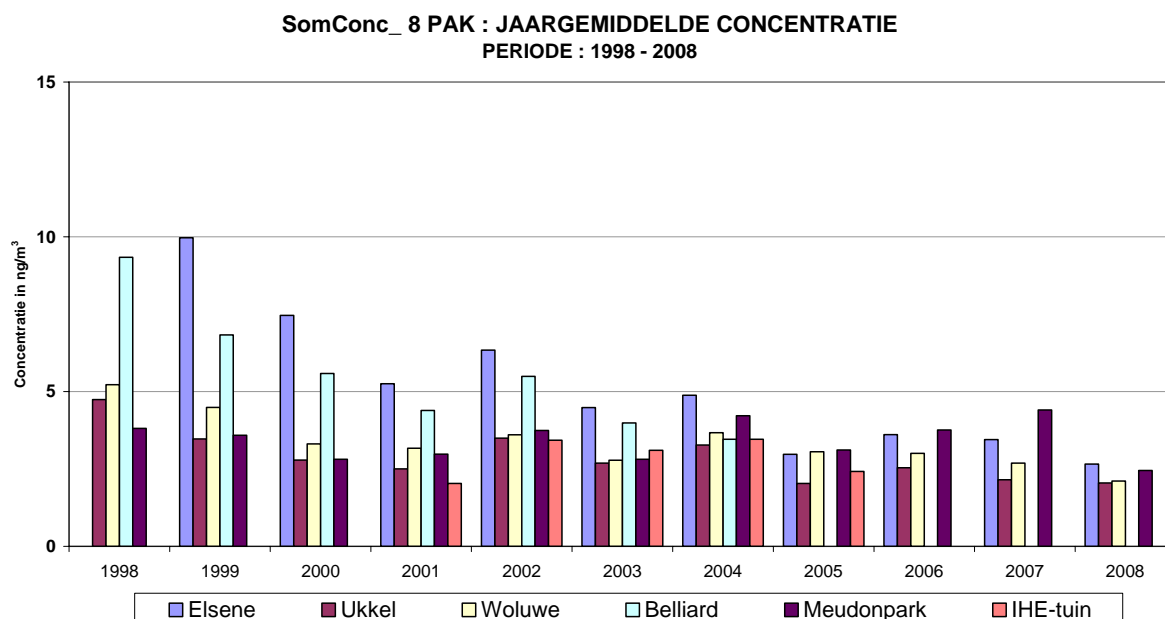


Fig. 4.93: Evolutie jaargemiddelde concentratie voor de somconcentratie van 8 PAK's (1998 – 2008)

De evolutie van de maandgemiddelde concentraties van **benzo a pyreen** en van de somconcentratie van 8 verschillende PAK's wordt grafisch weergegeven in de figuren 4.94 en 4.95. Uit het verloop blijkt dat de concentraties op alle meetplaatsen duidelijk het hoogst zijn tijdens de wintermaanden. Dit is overigens het geval voor alle gemeten P.A.K.-componenten. Het grotere aandeel van de verwarming in de totale uitstoot enerzijds en de meteorologische condities anderzijds, die tijdens de wintermaanden algemeen minder gunstig zijn voor de verspreiding, zijn hiervoor mede verantwoordelijk.



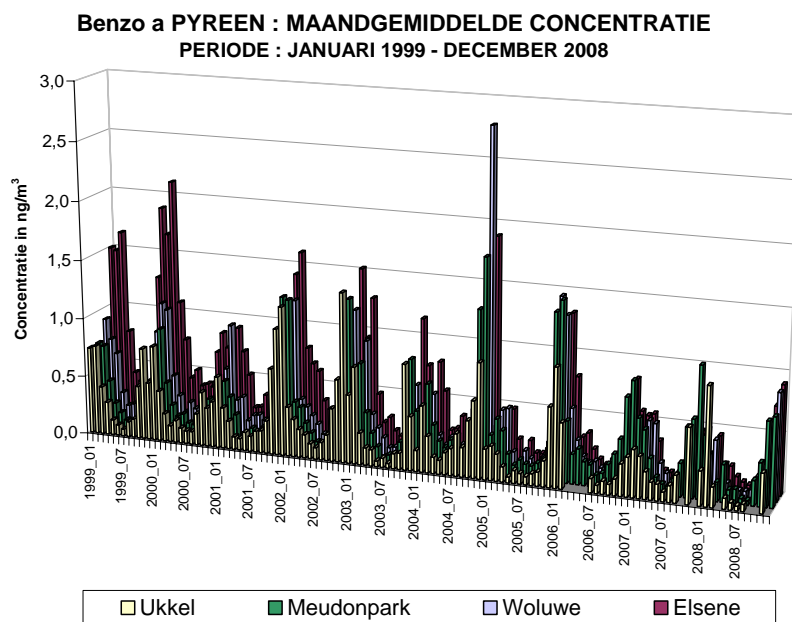


Fig. 4.94: Evolutie van de maandgemiddelde concentratie voor **benzo a pyreen** in vier meetposten. Periode : januari 1999 - december 2008

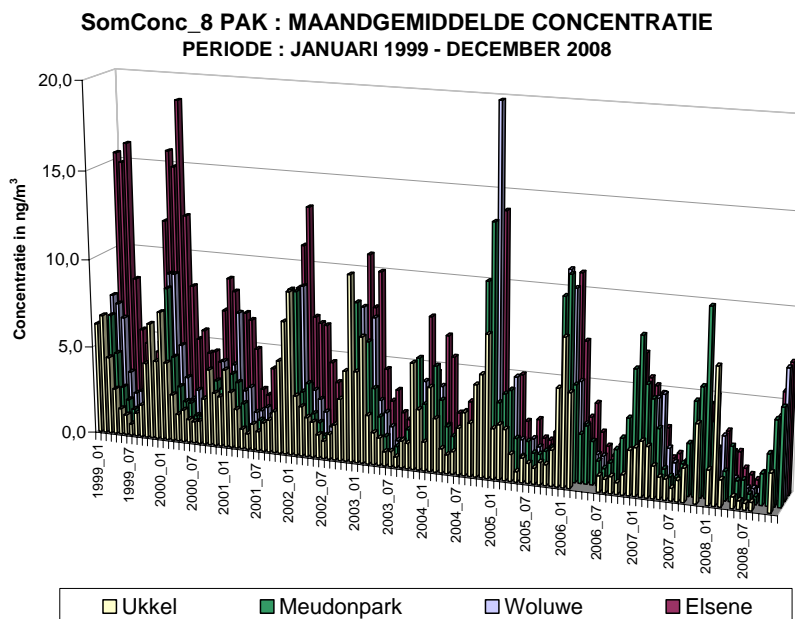


Fig. 4.95: Evolutie van de maandgemiddelde concentratie voor de somconcentratie van 8 verschillende PAK's in vier meetposten. Periode : januari 1999 - december 2008

#### 4.5.3 Rendement en nauwkeurigheid P.A.K.-resultaten

De reproduceerbaarheid en nauwkeurigheid van de resultaten is van de orde van 10%. Het rendement (%-opbrengst) van de resultaten voor concentratie van benzo a pyreen wordt gegeven in tabel IV.34.

Tabel IV.34: **P.A.K. - rendement gegevens (%-opbrengst)**

PERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Benzo a pyreen	R001	R002	R012	WOL1	WOL2	BLD1	MEU1	IHE2
1997			(15.8)	(15.8)		(15.8)		
1998		(16.7)	98.0	97.8		99.9	75.3	
1999		99.9	99.9	98.0		98.0	78.9	
2000		90.7	92.6	92.6		94.5	90.7	(26.5)
2001		90.1	91.7	95.6		91.7	84.1	80.2
2002		90.4	94.2	98.0		94.2	88.2	46.0
2003		88.4	98.0	99.9		96.1	86.5	65.2
2004		96.7	96.7	90.9		65.0	92.8	92.8
2005		98.0	98.0	98.0		#	96.1	69.5
2006	(46.5)	96.1	64.1	98.0	(49.3)		96.1	(35.3)
2007	87.9	89.5	80.8	95.3	87.3		97.2	#
2008	72.4	98.0	62.8	99.9	65.0		96.1	

() : begin van de metingen

# : einde van de metingen

#### 4.5.4 Evaluatie van de oorsprong van de PAK-deeltjes

De eerste resultaten van een studie ter beoordeling van de oorsprong van de deeltjesfractie van de P.A.K. werden voorgesteld in één van de voorgaande rapporten: "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 1997-1999".

In figuur 4.96 wordt, voor de periode 2000-2008, de evolutie weergegeven van de concentratie van de vaste PAK-deeltjes, toe te schrijven aan het "verkeer" en aan "andere bronnen dan het verkeer". De resultaten worden weergegeven voor vier verschillende meetposten: de Kroonlaan te Elsene, de meetpost te St.-Lambr.-Woluwe (BIM), te Ukkel (KMI) en de meetpost in het Meudonpark.

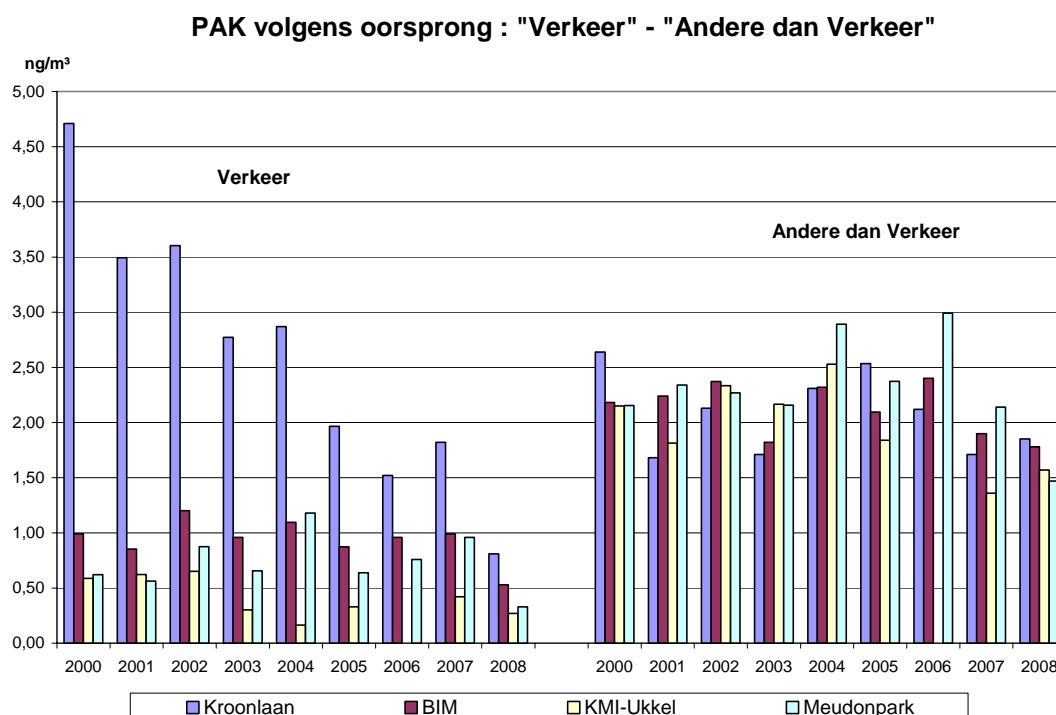


Fig. 4.96: Evolutie van de concentratie van vaste PAK-deeltjes in 4 verschillende meetposten  
Onderscheid volgens oorsprong "Verkeer" en "niet-Verkeer"  
Periode : 2000 - 2008

Er kan vastgesteld worden dat, in de vier meetposten, de concentratie van PAK in de deeltjesvorm, toe te schrijven aan andere bronnen dan het verkeer, nl. verwarming (fuel) en import, vrij stabiel gebleven is in de periode 2000 tot 2008.

In de meetpost van de Kroonlaan kent het destijds overheersende aandeel, afkomstig van het verkeer, een opmerkelijke daling. In de andere meetposten is de evolutie minder opvallend.

De percentages PAK afkomstig van het verkeer worden weergegeven in de figuur 4.97. Men bemerkt dat in de Kroonlaan het aandeel van de vaste PAK-deeltjes, afkomstig van het verkeer, sterk daalt vanaf het jaar 2000 en thans minder dan 50% uitmaakt. Deze evolutie is zonder twijfel een gevolg van de technologische ontwikkelingen van de dieselmotoren. Op de andere meetposten, met een minder directe invloed van het verkeer, is er de daling zeer gering of onbestaand.

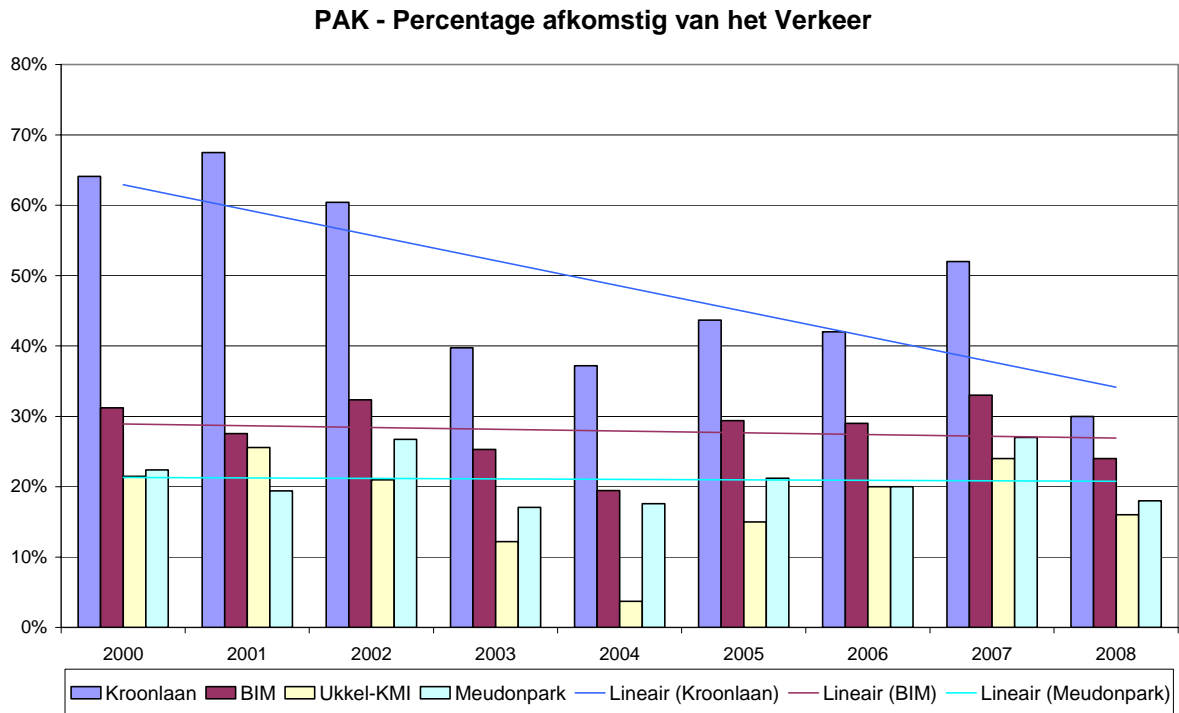


Fig. 4.97: Evolutie percentage vaste PAK-deeltjes afkomstig van het verkeer  
Periode : 2000 - 2008

## 4.6 KOOLMONOXIDE (CO)

Het wegverkeer is de voornaamste bron voor de uitstoot van CO. De hoogste concentraties worden aangetroffen in een verkeersdrukke omgeving. Begin 1997 werd koolmonoxide in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in drie meetposten gemeten, nl. Kunst-Wet (B003), Elsene-Kroonlaan (R002) en St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1). In de loop van 1998 werd het meetnet aangevuld met CO-apparaten op de meetposten te Molenbeek (R001) en te Haren (N043). In de nabijheid van deze beide meetposten is er vrij druk verkeer, maar de structuur van de omgeving is vrij open.

In de periode 2000-2002 werden drie bijkomende meetposten opgericht, waar telkens de CO-concentratie gemeten wordt. Het betreft de meetposten St.-Katelijne (B004 – december 2000), het Europees Parlement (B006 – september 2001) en Eastman-Belliard (B005 – oktober 2001).

### 4.6.1 Reglementering CO

In de loop van het jaar 2000 werd een EG-richtlijn gepubliceerd met normwaarden voor CO in de omgevingslucht:

De EG-richtlijn 2000/69/EG van 16 november 2000 geeft als grenswaarde :

- **10 mg/m<sup>3</sup>** als **maximale 8-uurwaarde van de dag**, niet meer te overschrijden vanaf 1 januari 2005

**Overschrijdingsmarge:** voor de periode 2000-2002 wordt een overschrijdingsmarge van 6 mg/m<sup>3</sup> toegelaten. Vanaf 1 januari 2003 daalt de toegelaten overschrijdingsmarge om de 12 maanden telkens met 2 mg/m<sup>3</sup>. Op 1 januari 2005 wordt deze tot 0 mg/m<sup>3</sup> herleid.

### 4.6.2 Gemeten waarden voor CO

In tabel IV.35 worden de concentratieniveaus, bekomen in de verschillende meetposten, met elkaar vergeleken. Voor de periode 1997-2008 worden de gemiddelde concentratie (GEM) en de 98<sup>ste</sup> centiel (P98) opgegeven. De concentraties zijn het hoogst op het meetpunt Kunst-Wet (B003), gevolgd door de Kroonlaan (R002) te Elsene.

In de meetposten te Molenbeek (R001), Haren (N043) en St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1) worden minder hoge concentraties gemeten (zie ook fig. 4.100). Nog lagere waarden worden vastgesteld in de meetpunten St.-Katelijne (B004), Eastman-Belliard (B005) en nabij het Europees Parlement (B006).

Traag aansluitend verkeer leidt tot een grotere CO-uitstoot dan vlot verkeer. In een open omgeving is er een betere verspreiding van de vervuiling dan bij een ingesloten omgeving.

Tabel IV.35: **CO-UURWAARDEN : JAARGEMIDDELDE en P98**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
[ Concentratie in mg/m<sup>3</sup> ]

GEM	R001	R002	B003	B004	B005	B006	N043	WOL1
1997		1.15	1.92					0.52
1998	0.24	0.84	1.50				--	0.55
1999	0.51	0.76	1.39				0.50	0.43
2000	0.50	0.85	1.13	--			0.44	0.35
2001	0.56	--	1.11	0.44	--	--	0.47	--
2002	0.57	0.67	--	0.41	0.40	0.36	0.49	0.36
2003	0.53	0.66	0.67	0.47	0.42	0.38	0.46	0.41
2004	0.43	0.59	0.68	0.41	0.36	0.34	0.44	0.39
2005	0.40	0.51	0.75	0.37	0.35	0.34	0.40	0.37
2006	0.38	0.45	0.71	--	0.34	0.33	0.43	0.37
2007	0.36	0.40	0.58	--	0.35	0.32	0.39	0.33
2008	0.34	0.33	0.55	0.29	0.28	0.23	0.34	0.32

P98	R001	R002	B003	B004	B005	B006	N043	WOL1
1997		3.50	5.48					1.52
1998	0.88	2.68	4.31				--	1.46
1999	1.40	2.19	3.79				1.44	1.11
2000	1.29	2.21	2.80	--			1.22	1.04
2001	1.67	--	2.89	1.42	--	--	1.48	--
2002	1.36	1.82	--	1.13	0.97	0.92	1.39	1.03
2003	1.32	1.80	2.02	1.31	1.05	0.98	1.31	0.12
2004	1.10	1.47	1.88	1.04	0.88	0.78	1.15	0.95
2005	1.05	1.29	1.77	1.04	0.83	0.81	1.10	0.95
2006	0.94	1.13	1.61	--	0.81	0.79	0.92	0.91
2007	0.92	1.05	1.35	--	0.75	0.65	0.92	0.79
2008	0.97	0.89	1.27	0.73	0.68	0.59	0.84	0.78

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

De resultaten wijzen op een dalende trend (zie ook fig. 4.99). Dit blijkt zowel uit de evolutie van de hogere percentielwaarde (P98) als van het jaarlijks gemiddelde.

Meer uitgebreide tabellen met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling per kalenderjaar en voor de zomer- en winterperiodes, worden weergegeven in de *bijlagen B, C en D*.

#### 4.6.3 Overschrijdingen CO-grenswaarde

In tabel IV.36 wordt per kalenderjaar de maximale 8-uurwaarde over het jaar weergegeven. Vanaf het jaar 2005 dient de maximale 8-uurwaarde lager te zijn dan 10 mg/m<sup>3</sup> (milligram per kubieke meter). Dit is het geval op alle meetpunten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Tabel IV.36: **CO - MAXIMALE 8-UURWAARDE over het JAAR**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
 [ Concentratie in  $\text{mg}/\text{m}^3$  ]

CO-8HrMax	R001	R002	B003	B004	B005	B006	N043	WOL1
1997		7.28	9.22					2.08
1998	1.74	4.73	6.54				--	2.39
1999	2.35	3.12	4.56				2.94	1.90
2000	4.09	3.42	3.56	--			3.06	2.17
2001	2.96	--	7.63	2.90	--	--	3.04	--
2002	2.86	2.06	--	2.42	1.46	1.40	2.41	1.40
2003	2.42	2.84	2.68	2.23	2.08	1.67	2.26	1.80
2004	1.71	2.24	2.28	1.61	1.70	1.76	1.92	2.38
2005	1.84	2.07	2.35	7.89	1.61	1.72	1.82	1.66
2006	1.87	2.09	2.60	(1.64)	1.81	1.64	2.05	1.77
2007	2.48	2.39	2.93	--	2.15	2.21	2.54	2.38
2008	1.94	1.73	(2.08)	(1.40)	1.30	1.26	1.32	1.26

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

De grenswaarde wordt al gedurende meerdere jaren probleemloos gerespecteerd, ook in het meetpunt “Kunst-Wet”, gelegen op één van de drukste kruispunten van het Gewest. In figuur 4.98 wordt, voor enkele meetposten, de evolutie weergegeven van de maximale 8-uurwaarde over het jaar.

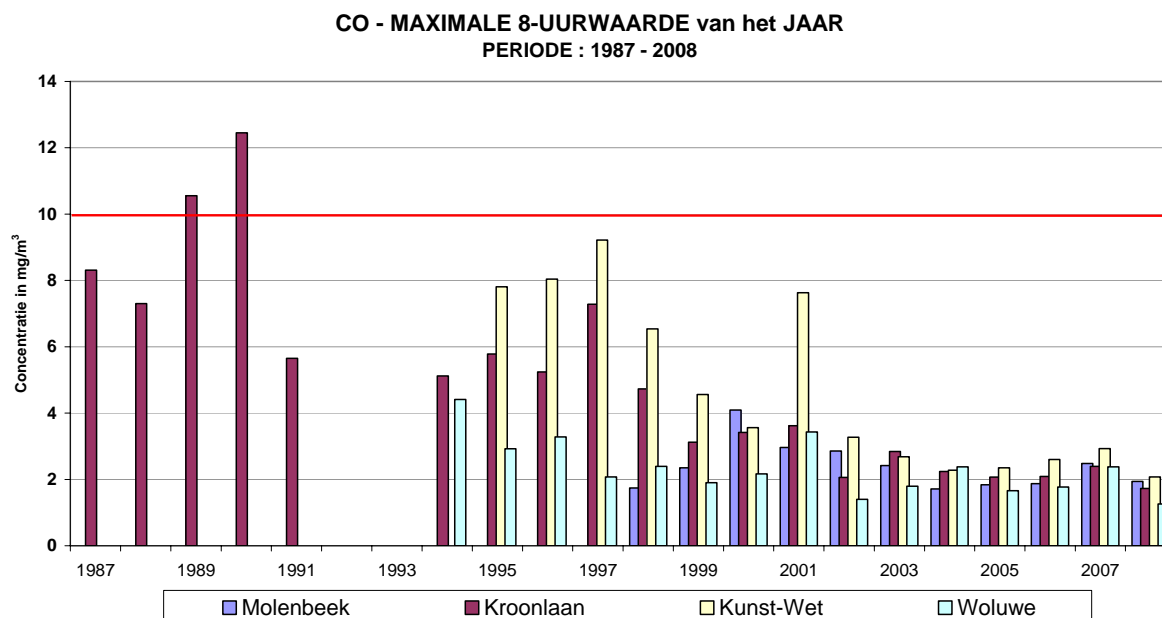


Fig. 4.98 : CO - Maximale 8-uurwaarde over het jaar. Periode 1987-2008

#### 4.6.4 Evolutie CO-concentraties over langere termijn

In figuur 4.99 wordt de evolutie van CO-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de jaarstatistieken weer voor de meetpost in de Kroonlaan te Elsene (R002) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost Kunst-Wet (B003). De periode betreft de kalenderjaren 1987 t/m 2008 voor meetpost R002 en 1995 t/m 2008 voor de meetpost B003.

De resultaten op beide meetposten vertonen tijdens de voorbije jaren een opvallende daling voor de verschillende statistische parameterwaarden (P30 t/m P98, mediaan en rekenkundig gemiddelde). Net zoals de daling van concentraties voor stikstofmonoxide (zie figuur 4.11) is deze daling een gevolg van de introductie van de driewegkatalysator. Voor de jaarperiodes 2001 en 2002 zijn de gegevens onvolledig wegens een gedwongen verplaatsing van de meetpost R002 en de herinrichting van de meetpost B003. Vanaf 2002 geven de resultaten een afzwakking te zien van de opvallende daling van de jaren '90.

Vanaf 1989 is de katalysator verplicht op de nieuwe benzinewagens met een cilinderinhoud van meer dan 2000 cc. en vanaf 1993 op alle nieuwe wagens met benzinemotor. De limietwaarde van 10 mg/m<sup>3</sup> als maximale 8-uurwaarde over het jaar zal in de toekomst zonder enig probleem gerespecteerd worden.

In figuur 4.100 worden de CO-resultaten van de verschillende meetposten met elkaar vergeleken. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. De hoogste resultaten worden vastgesteld op de meetposten met een directe blootstelling aan het verkeer en de laagste op de meetposten gelegen in residentiële zones. Er wordt een opvallend verschil in concentratieniveau vastgesteld tijdens de winter en de zomer.

Figuur 4.101 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de CO-concentratie. De CO-pollutierozen worden getekend met als achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april – september 2008'. In beide gevallen is er een opvallend verschil in gemiddelde vervuiling op de diverse meetpunten.

In figuur 4.102 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost gelegen in de Kroonlaan te Elsene (R002). Per uurperiode worden de gemiddelde concentratie (AVG), de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 in grafiek uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag kan schommelen.

De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Het weekpatroon volgt de verkeersintensiteit. De gemiddelde concentratie is duidelijk hoger op werkdagen dan op zaterdag en zondag. In de meetpost R002 is de ochtendpiek hoger dan de avondpiek. Tijdens de zomerperiode is de namiddagpiek opvallend lager dan tijdens de winterperiode.



In de figuren 4.103 en 4.104 wordt het gemiddeld CO-dagprofiel grafisch weergegeven voor de meetposten Kunst-Wet (B003) en de Kroonlaan te Elsene (R002). De grafiek bovenaan verwijst telkens naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. In de grafieken wordt onderscheid gemaakt tussen werkdagen, zaterdag en zondagen.

In deze verkeersgerichte meetposten zijn de CO-concentraties gemiddeld hoger op werkdagen en hoger op zaterdag dan op zondag. Tussen werkdag, zaterdag en zondag treedt er bovendien een verschuiving op van het dagprofiel. De ochtendpiek op zaterdag is sterk afgezwakt en komt later in de dag. Tijdens de nacht van zaterdag op zondag is er een lichte toename van de CO-concentratie. Op zondag is de ochtendpiek nog lager en de avondpiek is breed uitgesmeerd vanaf de namiddag tot aan het begin van de nacht. De concentraties tijdens de nachtelijke uren van zondag op maandag zijn lager dan tijdens de andere nachten.

Op werkdagen is er op het meetpunt Kunst-Wet (B003) een duidelijk waarneembare ochtend- en avondpiek. De avondpiek is breder dan de ochtendpiek en de winterse avondpiek is er hoger dan de ochtendpiek van dezelfde periode, en hoger dan de zomerse avondpiek. Tijdens de zomerperiode zijn ochtend- en avondpiek bijna even hoog. Tijdens de winterperiode is de concentratie op het meetpunt B003 het hoogst tijdens de avondspits. Op beide meetpunten is de avondspits breder dan de ochtendspits.

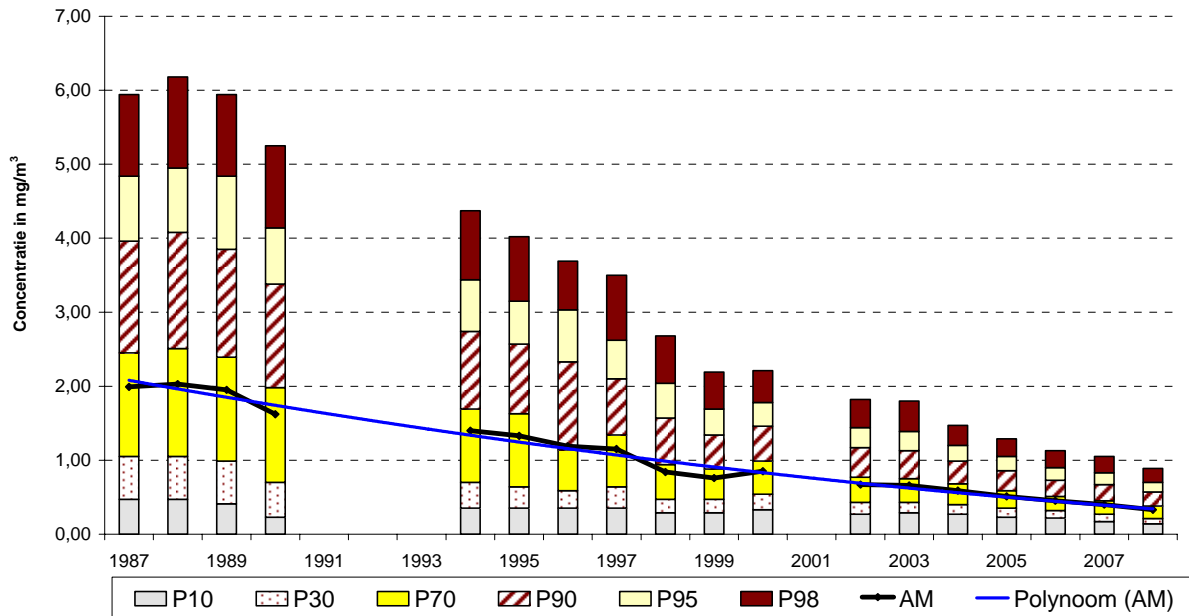
Tijdens de winterse avondspits passeren er heel wat meer wagens met een nog relatief koude motor. Ter hoogte van het meetpunt B003 leidt dit tot een hogere CO-uitstoot dan tijdens de ochtendspits. Veel wagens die de stad via deze plaats verlaten zijn wellicht pas enkele minuten voordien gestart en de motor (en katalysator) is wellicht nog onvoldoende opgewarmd. Tijdens de winterperiode is er mogelijk ook een belangrijker aandeel van het fileverkeer in de avondspits. Verder zijn de meteorologische omstandigheden tijdens de winterperiode vaker ongunstig voor een goede verspreiding van de vervuiling.

In vergelijking met het NO-dagverloop (figuren 4.16) valt het op dat de CO-concentraties tijdens de daluren proportioneel lager uitvallen t.o.v. de piekconcentraties. Dit houdt wellicht verband met een zekere verhoging van de CO-uitstoot bij sterk vertragend en aansluitend verkeer tijdens de spitsuren.

In de meetpost te Elsene is de namiddagpiek lager dan de ochtendpiek. De namiddagpiek van de zomerperiode is gevoelig lager dan deze van de winterperiode.

In figuur 4.106 worden voor de meetpost te Elsene de niveaus gemeten in 1989 en 2008 met elkaar vergeleken. Daartoe wordt de evolutie van het dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' weergegeven. In de grafiek bovenaan worden de resultaten van de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2008 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. De concentraties gemeten in 2007/08 zijn beduidend lager dan de meetwaarden uit de periode 1989/90.

**CO te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**CO te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

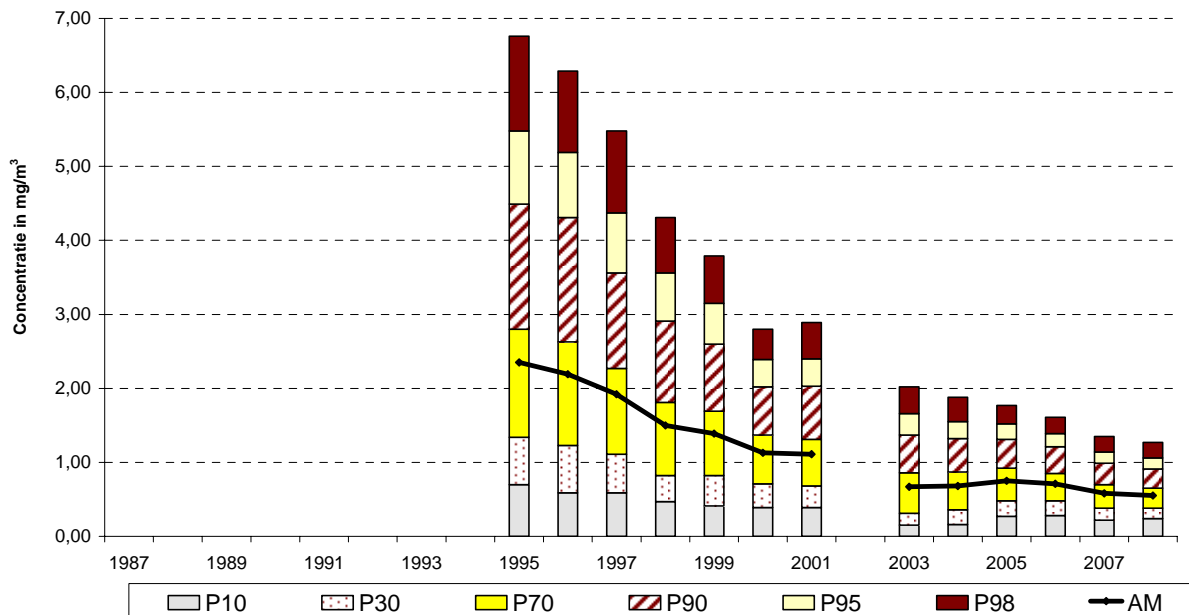
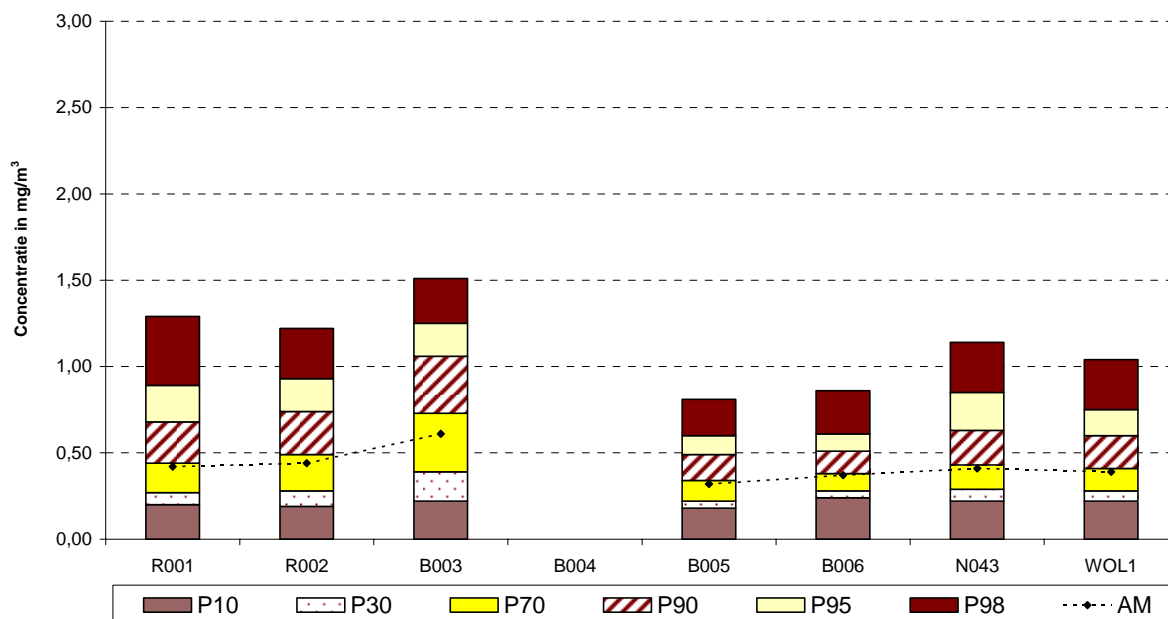


Fig. 4.99: Evolutie CO-concentratie te Elsene (R002) en in Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

**CO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"**



**CO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"**

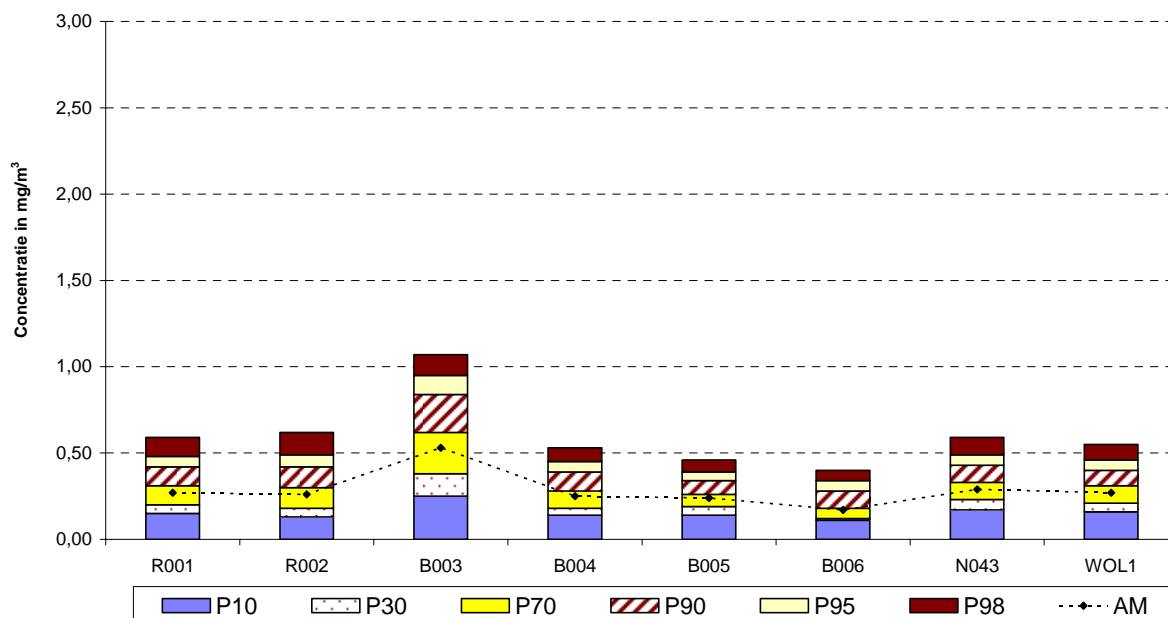


Fig. 4.100: Vergelijking van de CO-concentraties in verschillende meetpunten Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

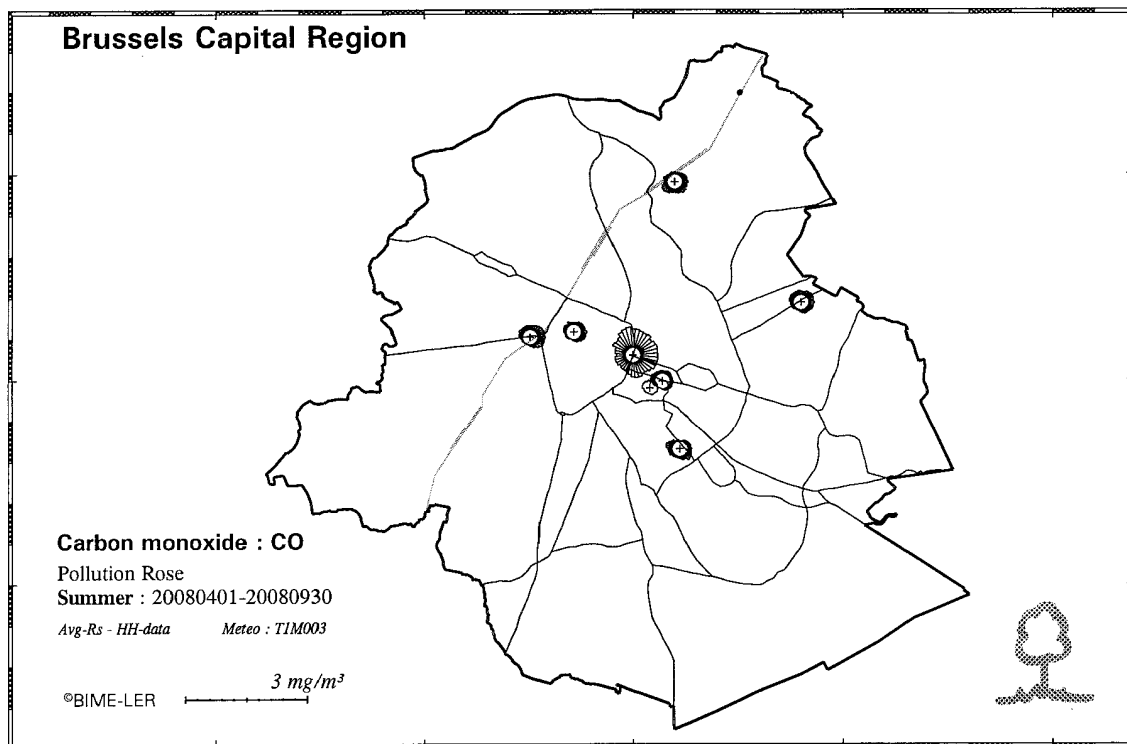
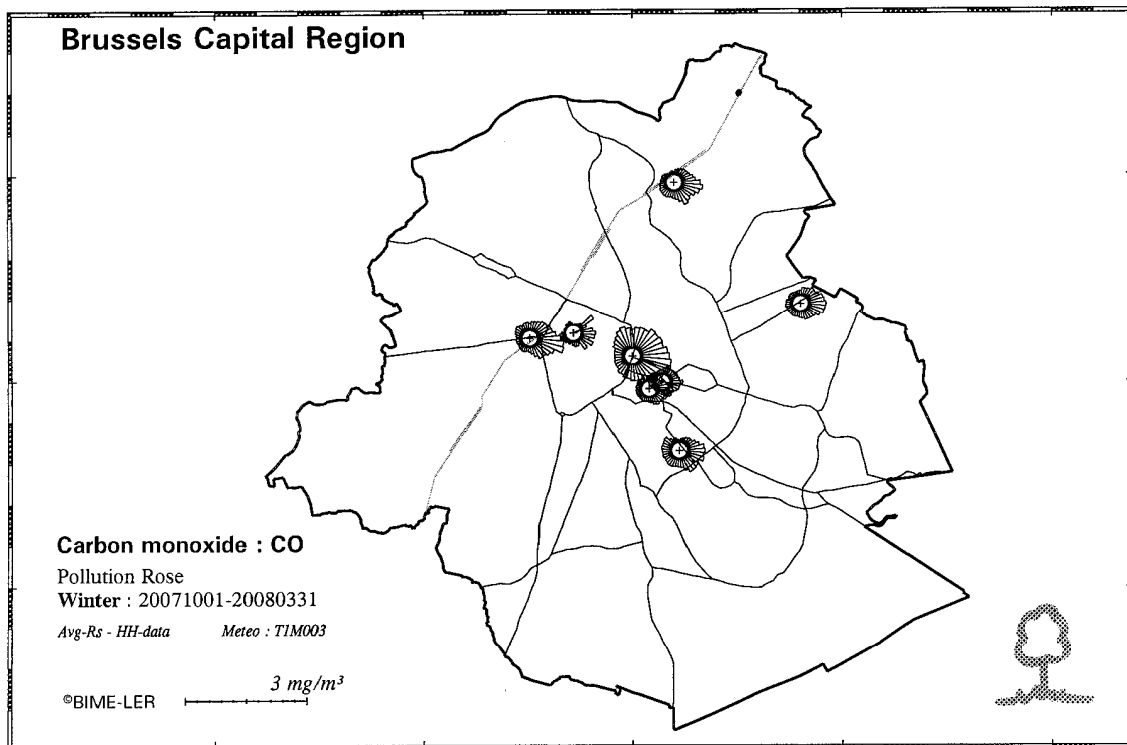
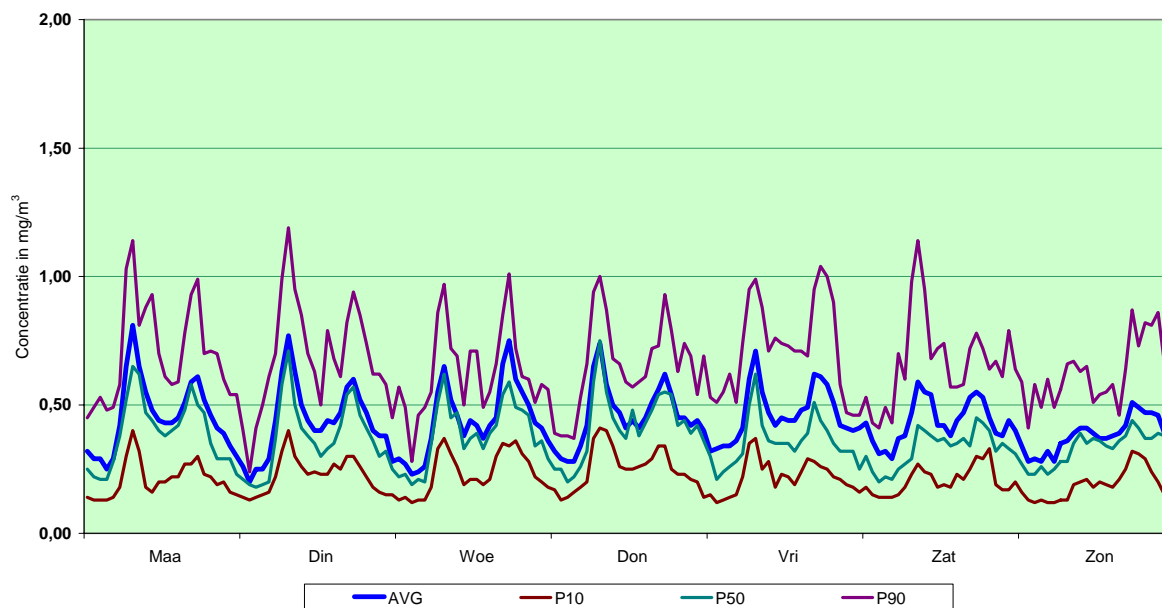


Fig. 4.101: CO-pollutierozen - ruimtelijke spreiding CO-concentratie tijdens winter en zomer

**CO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**CO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

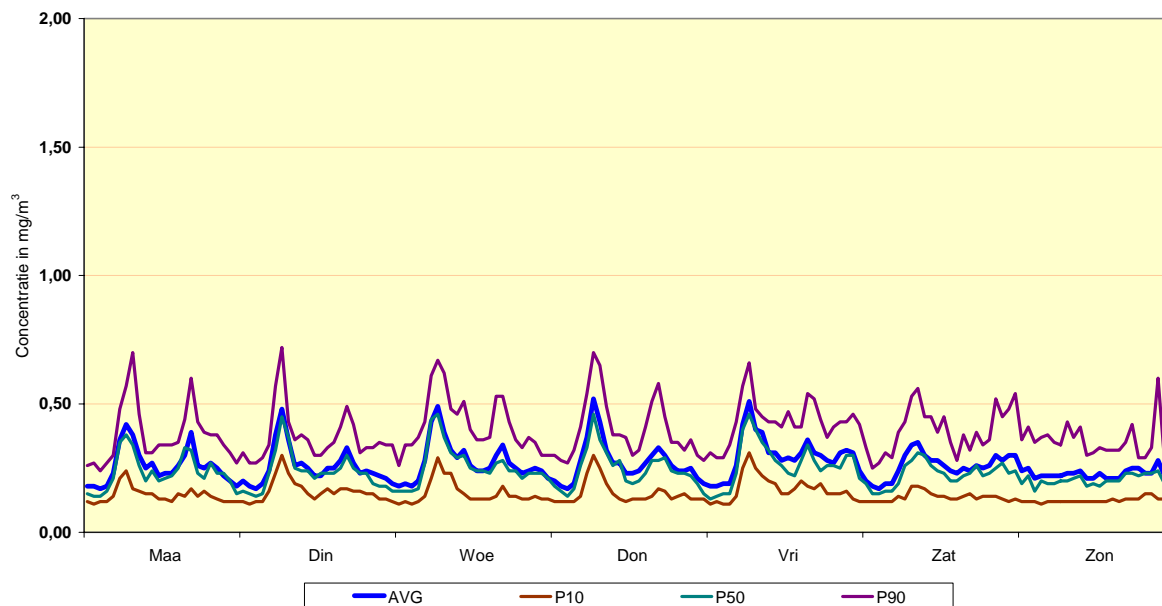
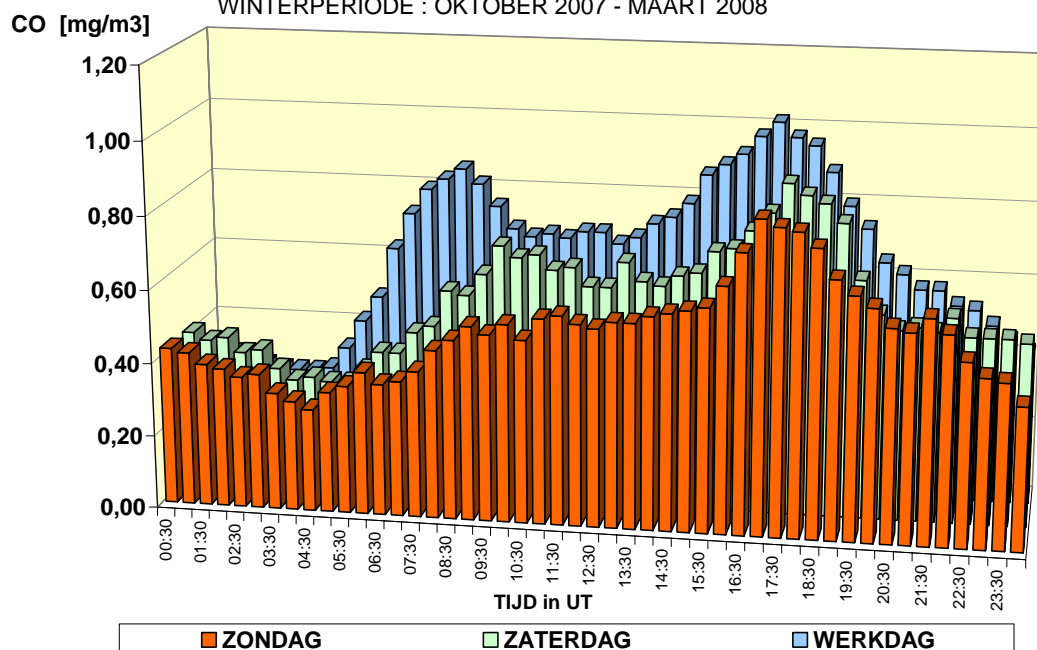


Fig. 4.102: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop CO-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde concentratie (AM), P10, mediaan (P50) en P90

**CO - KUNST-WET (B03) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**CO - KUNST-WET (B03) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

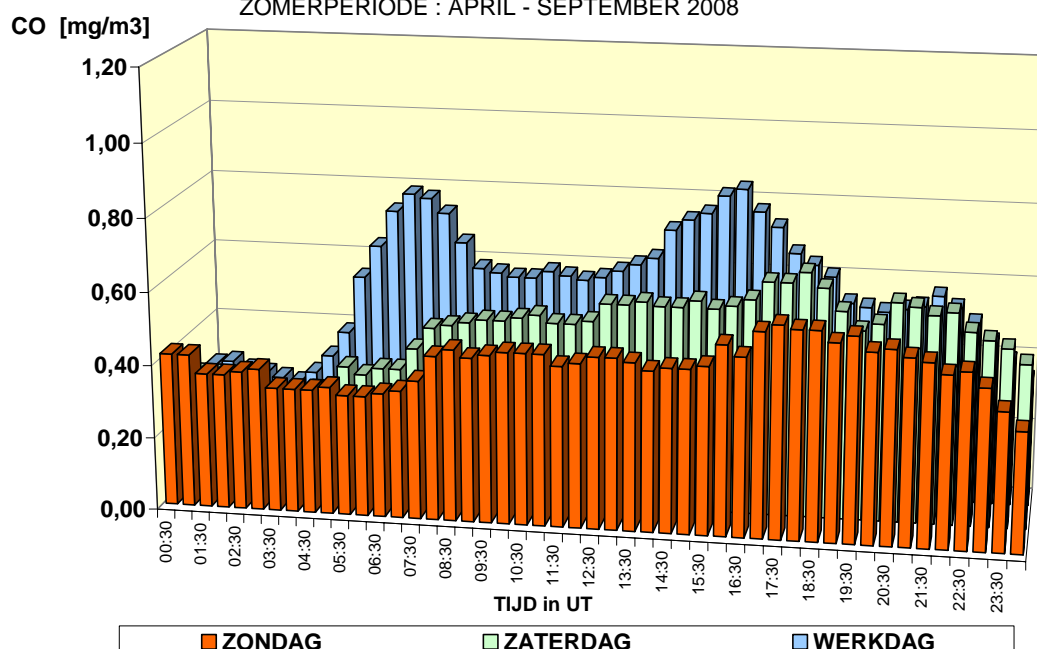
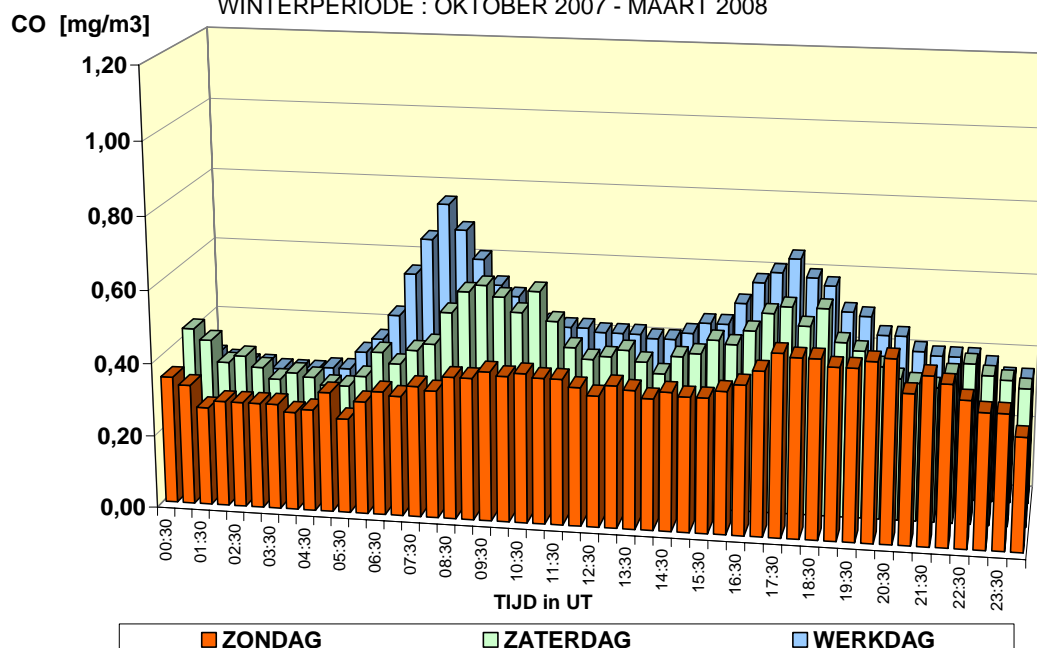


Fig. 4.103: Gemiddeld CO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kunst-Wet (B03)

**CO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**CO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

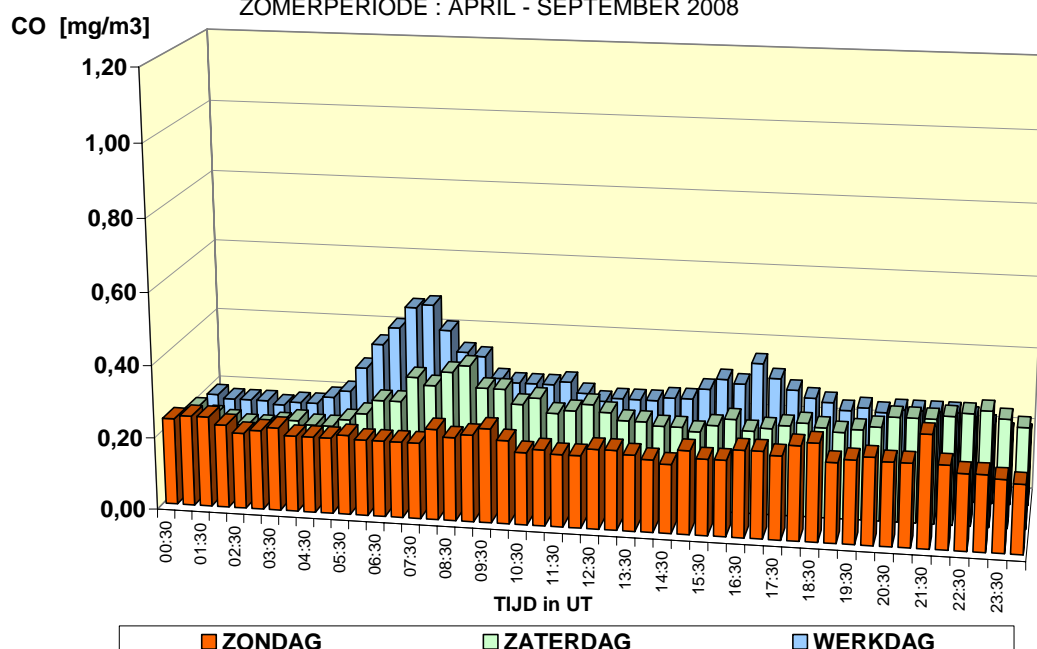


Fig. 4.104: Gemiddeld CO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag) Meetpost Elsene-Kroonlaan (R002)

#### 4.6.5 EVOLUTIE CO in de Kroonlaan te Elsene

De eerste systematische CO-metingen in België werden in 1973 door de afdeling “Lucht” van het IHE (Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie) uitgevoerd in de Kroonlaan te Brussel. De resultaten van de metingen zijn niet in detail bewaard gebleven. Naar aanleiding van de toenmalige autoloze zondagen (eerste oliecrisis) is wel het gemiddelde CO-dagprofiel, berekend voor het gehele kalenderjaar 1973 en voor de autoloze zondagen, bewaard gebleven. In figuur 4.105 wordt het gemiddeld CO-dagprofiel van 1973 vergeleken met het CO-dagprofiel berekend voor de kalenderjaren 1989, 1999, 2002, 2005 en 2008.

In 1973 gebeurden de metingen op dezelfde plaats als het huidige meetpunt in de Kroonlaan. Dit meetpunt is typisch voor een straat met veel verkeer en met aaneengesloten bebouwing langs beide zijden van de weg (*canyon-street*).

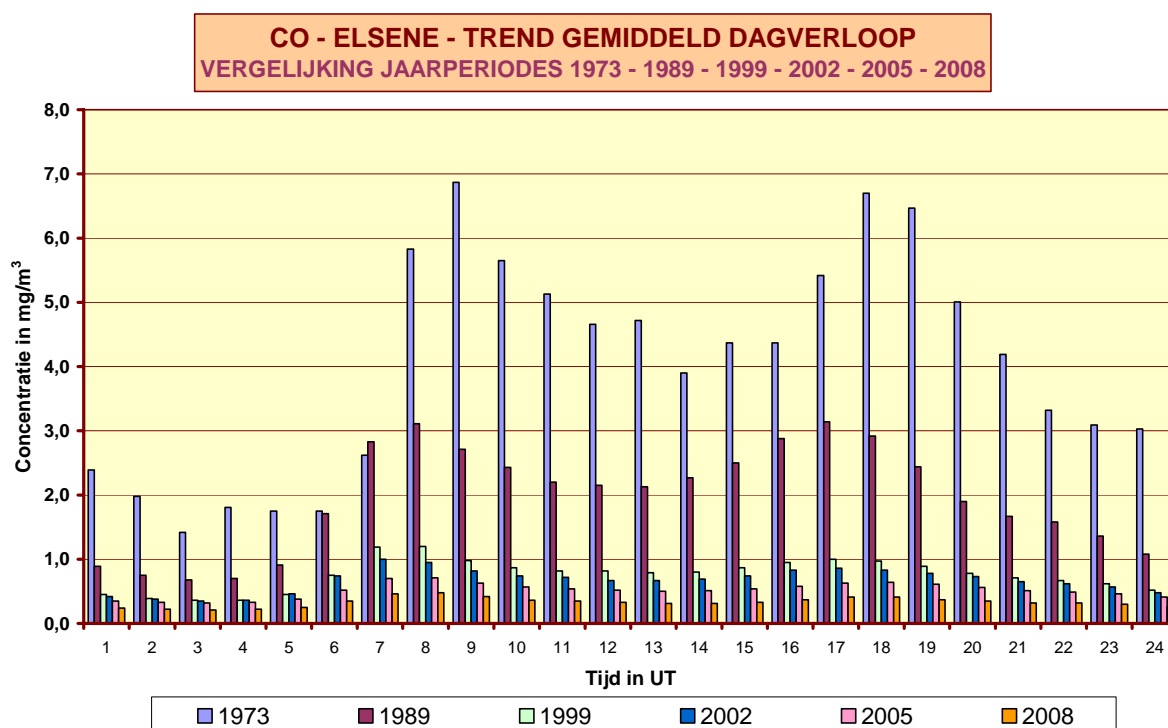


Fig. 4.105 : Gemiddeld CO-dagverloop in 1973, 1989, 1999, 2002, 2005 en 2008

Tussen 1973 en 1986 werd CO niet permanent gemeten en eventuele resultaten werden niet systematisch bewaard. In die periode zijn de CO-concentraties nochtans gevoelig afgenomen, terwijl de NO<sub>x</sub>-concentraties in dezelfde periode gevoelig toenamen als gevolg van het toenemende verkeer. Al heel vroeg was er in België (technische keuring) en in sommige van de ons omringende landen een controle op de CO-uitstoot van de wagens. De ontwikkeling van nieuwe benzinemotoren met beter rendement en het toenemend aantal dieselloertuigen hebben toen fel bijgedragen tot een duidelijke vermindering van de CO-uitstoot.

De verdere verbetering van de situatie na 1989 is o.m. mede te danken aan de invoering van de driewegkatalysator en het nog steeds verder groeiende aandeel van de dieselloertuigen in het totale wagenpark.



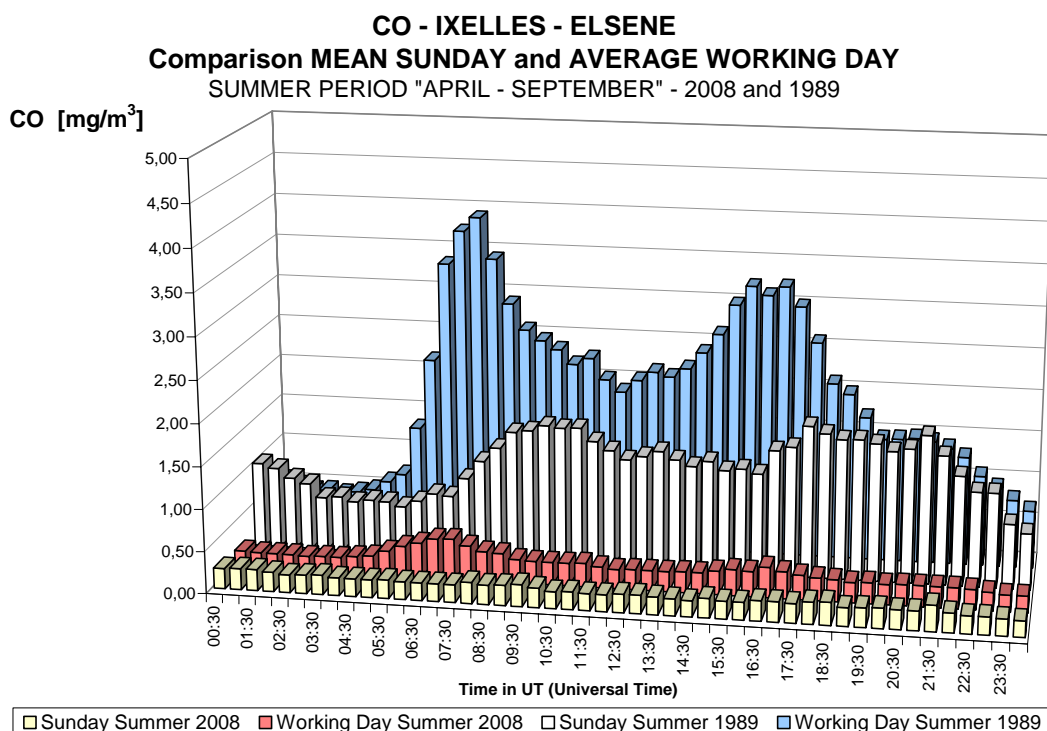
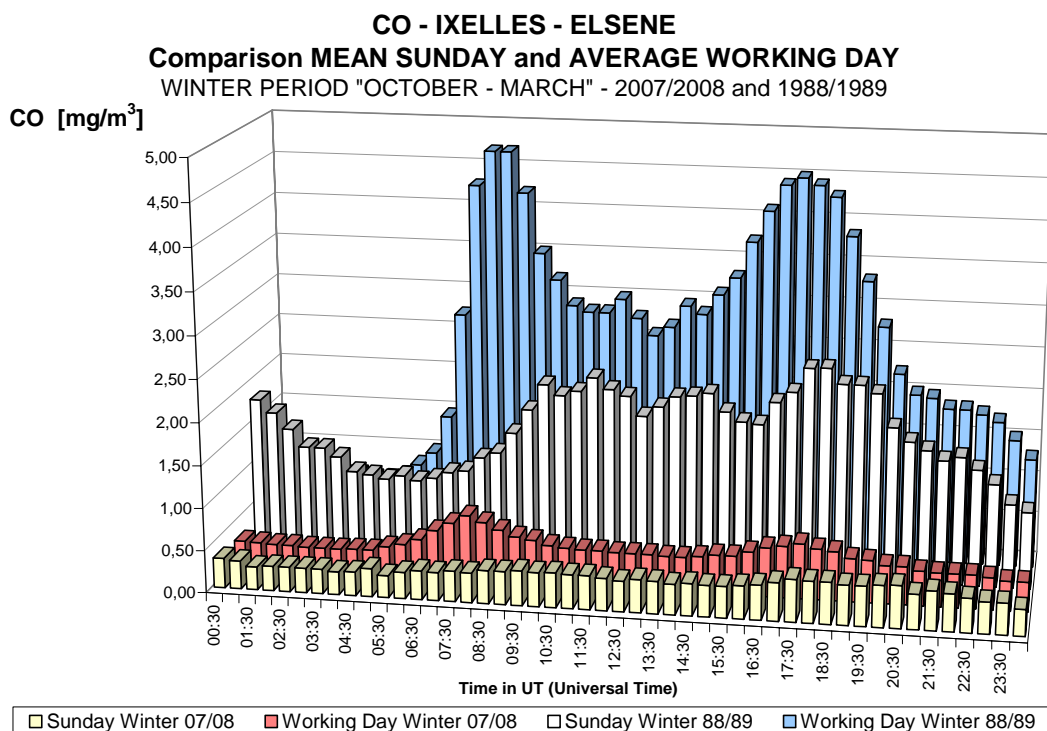


Fig. 4.106: Evolutie CO-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) – Vergelijking Winterperiodes 1988-1989 en 2007-2008 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2008 (grafiek onderaan)

#### 4.6.6 Rendement en nauwkeurigheid van de CO-resultaten:

De toleranties van toepassing op de regelmatige uitgevoerde controletesten (om de drie dagen) in het telemetrisch meetnet bedraagt 5%. Het rendement (%-opbrengst) van de CO-resultaten wordt gegeven in tabel IV.37.

Tabel IV.37 : **CO-UURWAARDEN – RENDEMENT GEGEVENS**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperioden)

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

CO	R001	R002	B003	B004	B005	B006	N043	WOL1
1986		38.5						
1987		94.3						
1988		95.3						
1989		93.1						
1990		91.1						
1991		44.8						
1992								
1993								
1994		77.6						77.3
1995		95.6	80.2					84.5
1996		97.0	94.5					90.9
1997		91.6	96.5					84.4
1998	79.9	96.2	95.7				20.9	90.1
1999	96.8	95.6	95.1				97.6	88.7
2000	95.1	94.9	93.9	5.9			92.9	91.2
2001	96.1	36.9	96.7	95.5	19.5	29.2	97.7	24.2
2002	97.2	65.1	43.6	97.9	97.3	96.7	73.1	92.1
2003	87.2	98.4	82.5	97.1	98.3	98.0	97.9	90.8
2004	84.8	98.0	97.7	96.7	90.1	98.4	96.4	92.9
2005	97.4	91.9	93.9	91.2	97.0	98.2	94.9	90.7
2006	96.4	98.3	95.6	16.2	97.9	98.3	96.2	91.2
2007	92.1	90.0	98.2		93.8	98.1	95.6	93.7
2008	89.6	89.5	61.4	75.7	94.3	92.4	86.6	96.0

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens

## 4.7 ZWAVELDIOXIDE (SO<sub>2</sub>)

Zwavedioxide wordt “on-line” gemeten in 8 van de 11 meetposten van het telemetrisch meetnet, alsook in de meetpost van Electrabel te Vorst (E013). Daarnaast wordt er op 3 meetpunten een 24-uursbemonstering uitgevoerd. In dit laatste geval geschiedt de SO<sub>2</sub>-bepaling achteraf in het laboratorium via nat-chemische analyse.

De SO<sub>2</sub>-meetpunten van het telemetrisch meetnet bevinden zich te Molenbeek (41R001), Elsenekroonlaan (41R002), Kunst-Wet (41B003), Eastman-Belliard (41B005), Ukkel (41R012), Haren (41N043), St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1) en in het Meudonpark (41MEU1). De SO<sub>2</sub>-dagwaarden worden berekend op basis van de halfuursgemiddelde concentraties. De SO<sub>2</sub>-metingen in de meetposten St.-Ag-Berchem en Vorst (Electrabel) werden respectievelijk in februari en april 2005 stilgelegd.

De meetpunten met 24-uursbemonstering bevinden zich te Ukkel (21R012), in Brussel-stad (21B004) en in het Meudonpark (21MEU1). Eind november 2003 werd de meetpost van Brussel-stad (21POLI) overgebracht naar het metrostation St.-Katelijne (21B004). Wegens aanpassingswerken aan het metrostation was deze meetpost gesloten tussen maart 2006 en maart 2008.

### 4.7.1 Reglementering SO<sub>2</sub>

De Europese richtlijnen 1999/30/EG en 2008/50/EG geven de limietwaarden aan voor de SO<sub>2</sub>-concentratie in de buitenlucht. Deze richtlijnen geven de doelstellingen weer voor de luchtkwaliteit die, in geval van SO<sub>2</sub>, vanaf 2005 moeten gerespecteerd worden. In de periode tot 2005 is er een overschrijdingsmarge toegestaan die van jaar tot jaar terugloopt. De grenswaarden, vermeld in de oudere richtlijn 80/779/EG, bleven van kracht tot het jaar 2005.

De richtlijn 1999/30/EG van 22 april 1999 geeft de grenswaarden aan voor SO<sub>2</sub> die vanaf 1 januari 2005 dienen gerespecteerd te worden :

- **350 µg/m<sup>3</sup>** als **uurwaarde** mag niet meer dan **24 maal per kalenderjaar** overschreden worden. Bij de inwerkingtreding (2001) geldt initieel een overschrijdingsmarge van 150 µg/m<sup>3</sup> die tot 0 µg/m<sup>3</sup> dient te dalen tegen 2005.
- **125 µg/m<sup>3</sup>** als **dagwaarde** mag niet meer dan **3 maal per kalenderjaar** overschreden worden. Voor deze grenswaarde is er geen tijdelijke overschrijdingsmarge toegelaten.

De SO<sub>2</sub>-grenswaarden uit de oudere richtlijn 80/779/EG waren gekoppeld aan de deeltjesconcentratie gemeten volgens de methode van de “zwarte-rook”. Als meest strenge limietwaarden voor SO<sub>2</sub> golden volgende bepalingen :

- **250 µg/m<sup>3</sup>** als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- **80 µg/m<sup>3</sup>** als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- **130 µg/m<sup>3</sup>** als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden tijdens de winter (okt. - maart)

*De bepalingen van deze richtlijn zijn niet meer geldig vanaf 2005*

#### 4.7.2 Gemeten SO<sub>2</sub>-waarden

In tabel IV.38 worden per meetplaats de belangrijkste statistische parameters weergegeven, die berekend werden op basis van de beschikbare dagwaarden over het jaar. De tabel vermeldt het jaargemiddelde (GEM) en de 98<sup>ste</sup> percentiel (P98).

De resultaten tonen aan dat de grenswaarden (geldig voor een jaarperiode) op alle meetpunten gerespecteerd worden. Over de periode 2006-2008 is er trouwens geen enkele SO<sub>2</sub>-dagwaarde hoger dan 125 µg/m<sup>3</sup> (huidige richtlijn) of 250 µg/m<sup>3</sup> (oudere richtlijn). Er is ook geen enkele SO<sub>2</sub>-dagwaarde hoger dan 80 µg/m<sup>3</sup> (oudere richtlijn).

Tabel IV.38: **SO<sub>2</sub>-DAGWAARDEN – JAARGEMIDDELDE en P98 [µg/m<sup>3</sup>]**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

GEM	R001	R002	B003	B005	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1996	25	17	24		13	14	16		14	19
1997	18	11	17		13	12	12		11	15
1998	15	9	14		10	10	13		7	11
1999	12	9	13		9	9	11	--	5	9
2000	10	8	10		7	7	9	8	4	9
2001	10	--	11	--	8	8	8	9	--	9
2002	9	6	--	7	6	7	6	6	6	7
2003	10	7	9	8	6	7	7	7	7	8
2004	9	5	9	7	5	7	6	6	4	7
2005	6	4	8	5	#	6	6	5	6	#
2006	6	5	7	5		6	6	5	6	
2007	5	4	6	4		7	6	4	5	
2008	4	5	5	4		5	5	3	3	

P98	R001	R002	B003	B005	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1996	71	58	67		47	56	47		52	70
1997	65	49	67		64	51	44		60	72
1998	43	32	40		33	30	37		26	36
1999	34	20	36		22	26	30	--	21	30
2000	27	19	28		21	22	21	20	18	27
2001	31	--	28	--	25	23	22	23	--	31
2002	26	14	--	23	26	23	17	20	13	29
2003	30	24	29	29	23	28	23	22	21	30
2004	22	14	24	17	16	20	14	18	15	19
2005	18	13	18	14	#	19	15	12	13	#
2006	19	14	22	16		19	17	15	15	
2007	15	12	18	14		20	15	14	13	
2008	12	13	18	10		12	11	10	8	

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

De SO<sub>2</sub>-concentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn reeds geruime tijd vrij laag en de verschillen tussen de concentratieniveaus op werkdagen en niet-werkdagen en tussen zomer- en winterperiodes zijn daardoor ook eerder beperkt. Meer uitgebreide tabellen met de berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling voor SO<sub>2</sub>-uurwaarden en SO<sub>2</sub>-dagwaarden worden weergegeven in de *bijlagen B, C en D*. De tabellen geven de resultaten weer voor jaarperiodes, winterperiodes (*oktober - maart*) en zomerperiodes (*april - september*).

Vervolg tabel IV.38: **SO<sub>2</sub>-DAGWAARDEN** in het NIET-TELEMETRISCH MEETNET

**JAARGEMIDDELDE en P98 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

GEM	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
1996		11.1		--	10.8	--
1997		9.1		17.2	10.8	13.7
1998	6.2	7.6		13.2	7.5	8.7
1999	6.0	6.4		10.6	6.2	8.7
2000	4.8	5.4		10.0	5.0	6.7
2001	4.5	5.3		9.2		
2002	4.5	4.9		7.7		
2003	6.0	5.6	--	9.5		
2004	4.5	3.6	5.2			
2005	3.6	3.5	5.1			
2006	3.1	3.4	--			
2007	3.0	3.2	--			
2008	2.1	3.4	2.6			

P98	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
1996		34.8		--	44.1	--
1997		44.9		78.5	53.4	68.2
1998	19.9	26.1		40.4	28.5	26.7
1999	16.4	18.7		33.0	17.8	29.3
2000	13.5	16.1		27.9	19.9	20.8
2001	12.7	16.1		24.9		
2002	14.7	15.7		23.7		
2003	17.4	18.8	--	26.1		
2004	12.4	9.4	13.9			
2005	10.2	8.7	12.8			
2006	10.6	10.2	--			
2007	9.2	10.4	--			
2008	7.0	14.0	7.7			

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

De tabel IV.39 geeft de 50<sup>ste</sup> percentiel weer voor de dagwaarden tijdens de opeenvolgende winterperiodes “oktober – maart”. De meest strenge limietwaarde voor de winterperiode (80/779/EG), n.l. 130 µg/m<sup>3</sup> als 50<sup>ste</sup> percentiel van de dagwaarden, wordt op alle meetpunten gerespecteerd.

Tabel IV.39 : **SO<sub>2</sub>-DAGWAARDEN – P50 – WINTERPERIODE [µg/m<sup>3</sup>]**

WINTERPERIODE : 1 OKTOBER – 31 MAART

TELEMETRISCH MEETNET

P50	R001	R002	B003	B005	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
w95-96	28	22	36		14	18	18		15	--
w96-97	19	14	18		11	14	14		15	18
w97-98	19	8	17		12	12	13		5	12
w98-99	15	9	18		10	10	15		4	11
w99-00	13	9	10		8	9	10	10	3	10
w00-01	9	7	10		6	7	7	8	--	7
w01-02	10	--	12	10	7	7	7	8	3	9
w02-03	11	6	--	9	6	8	6	7	7	8
w03-04	11	6	7	8	6	7	7	7	7	8
w04-05	9	5	9	5	5	8	8	6	4	7
w05-06	7	5	9	5	#	7	7	5	6	#
w06-07	4	4	5	4		5	6	4	4	
w07-08	5	5	4	4		6	6	2	4	

NIET-TELEMETRISCH MEETNET

P50	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
w95-96		12.9			--	
w96-97		9.7		21.2	9.6	12.9
w97-98		7.9		17.3	9.0	11.6
w98-99	8.1	7.4		13.9	6.6	10.0
w99-00	5.5	6.8		11.5	5.0	8.0
w00-01	4.3	4.6		10.8		
w01-02	5.3	6.5		8.2		
w02-03	4.7	5.2		10.7		
w03-04	5.8	4.9	8.3	--		
w04-05	3.9	3.5	6.1			
w05-06	4.0	4.8	6.0			
w06-07	2.2	3.1	--			
w07-08	2.3	2.7	--			

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

#### 4.7.3 Overschrijdingen SO<sub>2</sub>-grenswaarden (1999/30/EG)

In tabel IV.40 wordt voor de recente jaarperiodes het aantal uurwaarden met overschrijding gegeven. Het is van 1997 geleden dat er nog een overschrijding werd vastgesteld, dit ten gevolge van een kortstondige, vermoedelijk accidentele uitstoot van SO<sub>2</sub>, vergezeld van interfererende componenten. In de periode 2006-2008 werden geen overschrijdingen vastgesteld.

Tabel IV.40: **AANTAL SO<sub>2</sub>-UURWAARDEN > 350 µg/m<sup>3</sup>**  
JAARPERIODE – Telemetrisch Meetnet

> 350	R001	R002	B003	B004	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1997	0	0	0		0	0	0		5	0
1998	0	0	0		0	0	0		0	0
1999	0	0	0		0	0	0	(0)	0	0
2000	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0
2001	0	(0)	0	0	0	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	#	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	--		0	0	0	0	#
2007	0	0	0	--		0	0	0	0	
2008	0	0	0	0		0	0	0	0	

In tabel IV.41 wordt het aantal dagwaarden vermeld met overschrijding van de drempel van 125 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>. Voor deze grenswaarde is er geen toegelaten tolerantie marge. Ook deze grenswaarde wordt reeds meerdere jaren probleemloos gerespecteerd.

Tabel IV.41 : **AANTAL SO<sub>2</sub>-DAGWAARDEN > 125 µg/m<sup>3</sup>**  
JAARPERIODE – Telemetrisch Meetnet

> 125	R001	R002	B003	B004	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1997	0	0	0		0	0	0		0	0
1998	0	0	0		0	0	0		0	0
1999	0	0	0		0	0	0	(0)	0	0
2000	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0
2001	0	(0)	0	0	0	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	#	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	--		0	0	0	0	#
2007	0	0	0	--		0	0	0	0	
2008	0	0	0	0		0	0	0	0	

() : reeks gegevens onvolledig

#### 4.7.4 Evolutie SO<sub>2</sub>-waarden over langere termijn

In figuur 4.107 wordt de evolutie van de SO<sub>2</sub>-concentratie over langere termijn (1968-2008) weergegeven. Het dalende verloop tijdens de jaren '70 tot begin van de jaren '80 is een gevolg van diverse factoren: een opeenvolging van wettelijke beperkingen i.v.m. het maximum toegelaten S-gehalte in de brandstoffen voor verwarming en energieproductie, een verdringing van vaste en vloeibare brandstoffen door aardgas als energiebron voor huisverwarming en de ingebruikname van nucleaire centrales. Het S-gehalte in diesel werd midden de jaren '80 beperkt tot 0.2% (massa/massa) en nadien verlaagd tot 0.05%. Sedert het jaar 2000 mag diesel nog ten hoogste 350 ppm S (0.035%) en benzine nog hoogstens 150 ppm S bevatten. De huidige gemiddelde SO<sub>2</sub>-concentraties zijn ongeveer 15 tot 20 maal lager dan deze gemeten in het begin van de jaren '70.

In figuur 4.108 wordt de ruimtelijke verdeling van de SO<sub>2</sub>-vervuiling weergegeven door middel van pollutierozen, die op een kaart van het Gewest worden afgebeeld. De kaart bovenaan de figuur verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de kaart onderaan de figuur naar de zomerperiode 'april –september 2008'. In de meetposten die meer centraal gelegen zijn worden iets hogere concentraties vastgesteld dan in de periferie. De gemiddelde concentraties zijn in lichte mate hoger tijdens de winter dan tijdens de zomer.

Zwavedioxide is geen typische pollutant voor het wegverkeer. Gezien de afwezigheid van belangrijke industriële SO<sub>2</sub>-bronnen binnen het Gewest is het procentuele aandeel van het wegverkeer in de totale SO<sub>2</sub>-uitstoot echter niet te verwaarlozen.

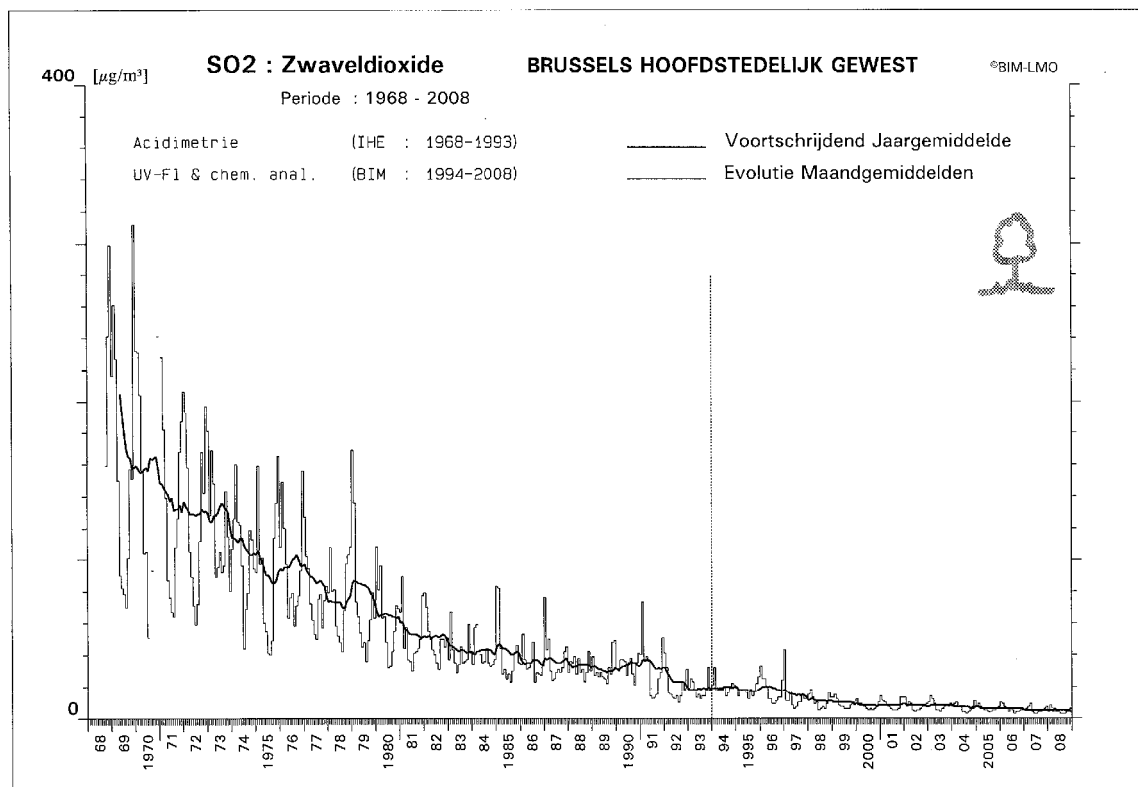


Fig. 4.107: Evolutie SO<sub>2</sub>-concentratie over lange termijn (1968-2008)



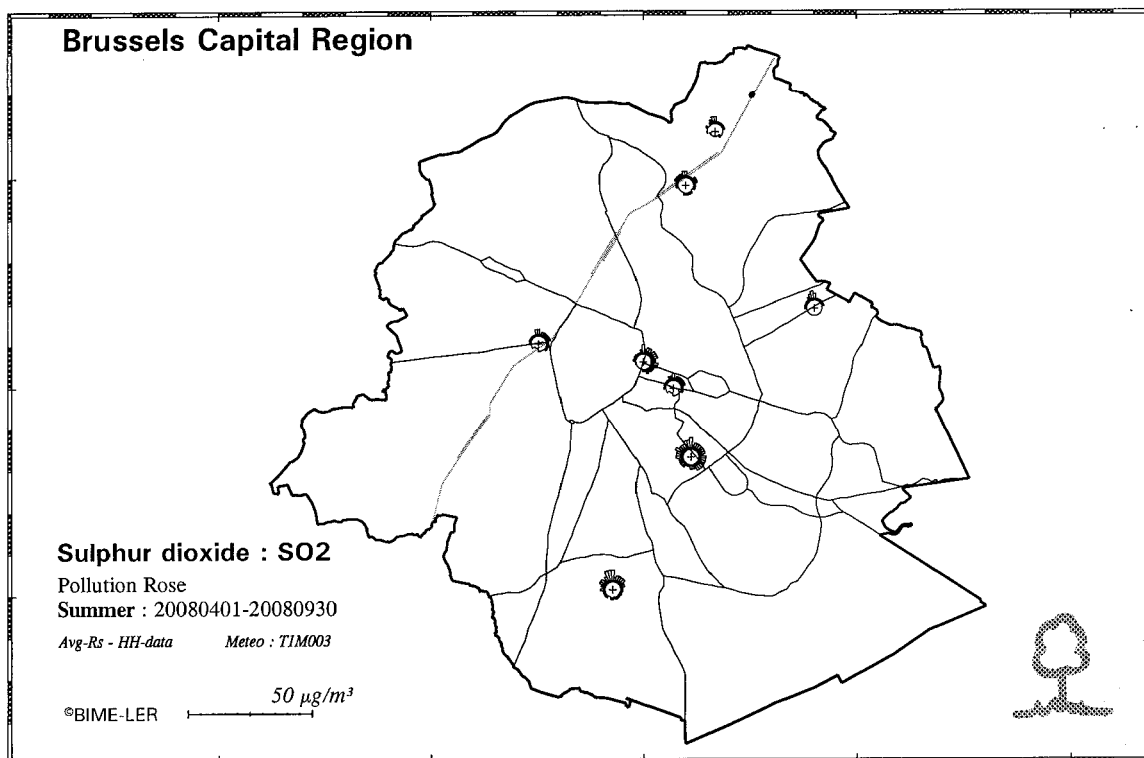
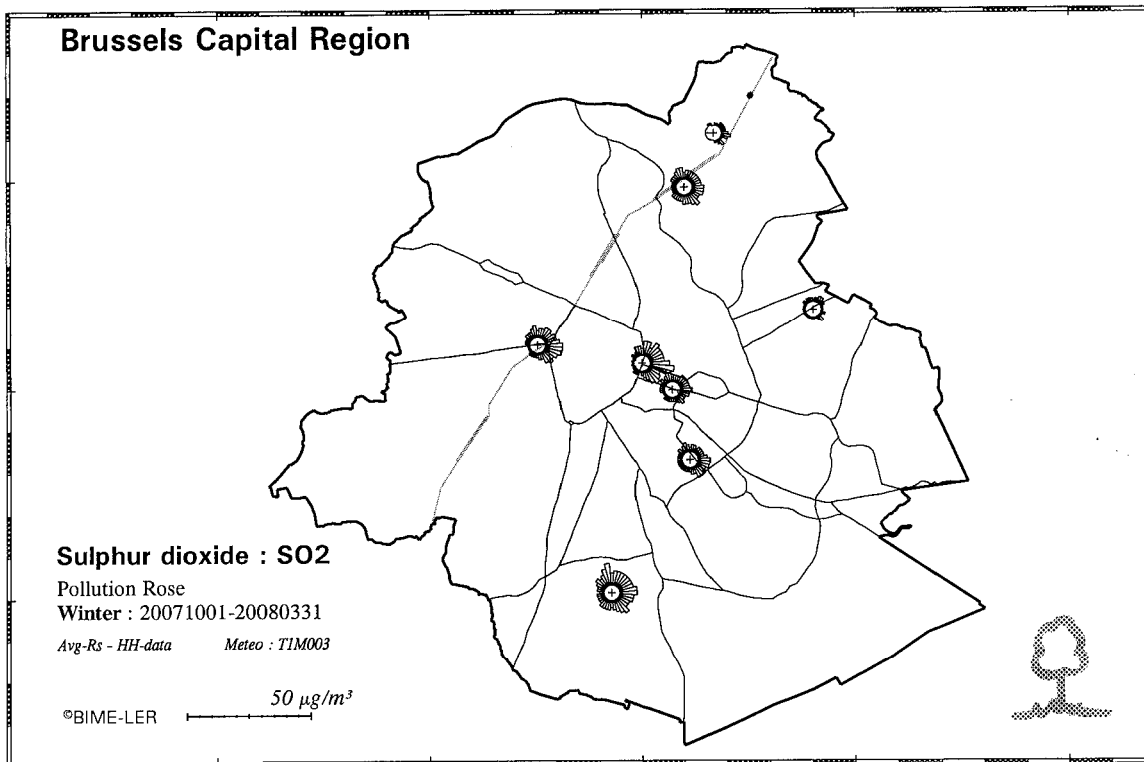


Fig. 4.108: SO<sub>2</sub>-pollutierozen - ruimtelijke spreiding SO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer

#### 4.7.5 Rendement en nauwkeurigheid van de SO<sub>2</sub>-metingen

In bijlage VIII van de richtlijn 1999/30/EG en bijlage I van de richtlijn 2008/50/EG worden doelstellingen geformuleerd betreffende de kwaliteit van de meetgegevens en de verzameling van de resultaten ter beoordeling van de luchtkwaliteit. Voor continue metingen wordt een nauwkeurigheid van 15% vereist en een minimale gegevensvastlegging van 90%.

De kwaliteit van de meetresultaten in het telemetrisch meetnet wordt o.m. bepaald door de nauwkeurigheid van de referentie- en transferstandaard (ca. 2%), de reproduceerbaarheid van de interne standaard van elke meetpost (ca. 1%) en de toegelaten afwijking bij de uitvoering van de regelmatige controletesten (6%).

De betrouwbaarheid van de referentiestandaard (IRCEL-ijkbank) wordt regelmatig gecontroleerd door deelname aan internationale vergelijkende testen in het kader van de kwaliteitsprogramma's georganiseerd door de EG of de WHO.

Het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM beschikte tussen 1998 en 2004 over een accreditatie EN45001, o.m. voor de bepaling van SO<sub>2</sub> in de omgevingslucht via een 24-uursbemonstering gevolgd door een nat-chemische analyse (ionenchromatografie). De reproduceerbaarheid en nauwkeurigheid van de resultaten is beter dan 5%.

Het grootste deel van de metingen heeft een nauwkeurigheid die beduidend beter is dan de opgelegde 15%-onzekerheid. Dank zij technische verbeteringen, uitgevoerd tijdens de voorbije jaren, is het volledige meetsysteem stabiel geworden in de tijd.

De concentraties van SO<sub>2</sub> in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn thans zeer laag. Gezien de nabijheid van de detectielimiet kan de fout op de allerlaagste resultaten (1 tot 3 maal de detectielimiet) proportioneel hoger zijn dan 15%. In die omgeving is de nauwkeurigheid hoe dan ook beperkt door de analytische procedure. De kleinst detecteerbare waarde bedraagt ca. 2.6 µg/m<sup>3</sup> (1 ppb) in het telemetrisch meetnet en ca. 1 µg/m<sup>3</sup> bij de nat-chemische methode.

In tabel IV.42 wordt een overzicht gegeven van de rendementen (%-opbrengst) van de SO<sub>2</sub>-meetgegevens. Met uitzondering van bepaalde periodes (verhuis meetpost R002 in 2001 – herinrichting meetpost B003 in 2002 en 2008) bedraagt de gegevensvastlegging momenteel bijna overal meer dan 90% op jaarbasis.

Tabel IV.42 : **SO<sub>2</sub>-DAGWAARDEN : RENDEMENT MEETGEGEVENS**

%-opbrengst = aantal gevalideerde dagwaarden / totaal aantal dagen

TELEMETRISCH MEETNET  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Jaar	R001	R002	B003	B004	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	68.2					75.0	67.6			
1982	61.9					84.3	79.4			
1983	70.6					83.0	92.8			
1984	64.2					84.9	86.6			
1985	83.0					79.1	83.8			
1986	81.9	35.6				86.5	92.0			
1987	84.3	86.0				77.5	83.2			
1988	77.3	95.9				85.2	84.9			
1989	82.1	94.5				93.9	80.8			
1990	75.0	70.6				69.0	79.4			
1991	48.2	53.4				93.9	85.2			
1992	86.0	61.7				79.7	92.8			
1993	92.3	19.4	93.1		94.5	91.2	95.0			
1994	87.1	70.6	75.8		89.8	83.5	87.3		74.7	
1995	90.9	89.3	79.4		93.9	61.3	90.1		84.6	
1996	89.8	90.7	82.5		93.1	90.7	93.4		96.4	77.0
1997	84.6	90.6	81.0		74.7	80.8	78.0		89.0	66.8
1998	93.4	96.9	82.1		94.5	97.2	97.8		95.6	91.5
1999	95.3	96.4	93.1		96.7	98.6	97.5	9.5	86.8	94.5
2000	96.7	95.9	97.5		97.8	96.4	90.7	89.8	73.7	80.6
2001	91.5	38.6	93.6	18.9	96.9	95.3	93.4	99.1	5.7	85.7
2002	98.3	66.5	40.2	94.2	94.2	98.6	97.5	99.9	92.0	86.5
2003	97.5	97.2	76.9	98.9	95.3	98.3	92.3	98.3	92.8	85.2
2004	98.6	95.6	98.9	98.3	92.6	98.9	96.7	98.3	92.8	92.6
2005	98.9	99.9	92.8	97.2	8.7	97.8	98.0	90.1	94.2	31.5
2006	98.3	99.9	98.0	98.9		98.0	96.9	95.8	95.0	
2007	99.1	99.9	97.5	96.7		99.4	92.8	95.6	96.9	
2008	99.4	99.9	60.3	99.9		95.9	94.2	98.3	98.0	

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten/onderbreking van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens

Vervolg tabel IV.42 : **SO<sub>2</sub>-DAGWAARDEN : RENDEMENT MEETGEGEVENS**

24-UURSBEMONSTERING – NIET-TELEMETRISCHE MEETNETTEN  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Jaar	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
1995		96.4				
1996		92.6		46.9	93.7	48.0
1997		97.8		86.3	98.3	81.6
1998	61.3	83.0		86.3	94.7	74.2
1999	92.0	95.3		96.7	99.1	96.4
2000	93.9	86.6		91.2	65.8	61.2
2001	92.6	90.1		91.2		
2002	93.4	94.2		93.1		
2003	93.9	93.4	7.3	71.5		
2004	94.5	85.2	92.0			
2005	96.7	91.2	93.1			
2006	95.8	94.2	14.5			
2007	99.4	90.9				
2008	99.4	95.3	67.7			

## 4.8 LOOD (Pb)

Het loodgehalte in de lucht wordt momenteel in vier meetposten gemeten: de Kroonlaan te Elsene (0IHE03), het Meudonpark (01MEU1), het KMI te Ukkel (01R012) en in de omgeving van het bedrijf FMM te Anderlecht (01AND3).

Het meetpunt in de Kroonlaan bevindt zich in een “canyon-straat” met veel verkeer. In de meetpost op het KMI te Ukkel worden de achtergrondconcentraties bepaald.

Tot enkele jaren terug gebeurde de bemonstering over 24 uur. Vanaf 2003 gebeurt de bemonstering op weekbasis.

### 4.8.1 Reglementering Pb

De richtlijn 1999/30/EG van 22 april 1999 geeft als grenswaarde voor Pb, die tegen 1 januari 2005 dient gerespecteerd te worden:

- **0,5 µg/m<sup>3</sup>** als **jaargemiddelde concentratie**. Bij de inwerkingtreding (2001) geldt initieel een overschrijdingsmarge van 100% (0,5 µg/m<sup>3</sup>) die tot 0% dient te dalen tegen 2005.

Voor wel omschreven specifieke probleemgebieden, met name de onmiddellijke omgeving van bepaalde non-ferro industrieën, kon bij uitzondering een soepeler regeling (1,0 µg/m<sup>3</sup> tegen 2010) bekomen worden, mits de Europese Commissie tijdig op de hoogte gebracht werd van de situatie.

De vroegere EG-richtlijn 82/884/EG voor lood gaf 2,0 µg/m<sup>3</sup> op als niet te overschrijden jaargemiddelde concentratie. Deze waarde bleef van kracht tot 1 januari 2005.

### 4.8.2 Gemeten waarden voor lood en overschrijdingen

In tabel IV.43 worden de jaargemiddelde concentraties weergegeven bekomen op de verschillende meetposten tijdens de kalenderjaren 1997 t/m 2008. De waarden worden uitgedrukt in **nanogram per kubieke meter** en dienen dus getoetst te worden aan de normwaarde 500 ng/m<sup>3</sup> (0,5 µg/m<sup>3</sup>).

In geen enkele meetpost wordt de grenswaarde van 500 ng/m<sup>3</sup> (0,5 µg/m<sup>3</sup>) overschreden. De grenswaarde wordt ook gerespecteerd in de meetpost 01AND3, gelegen in de nabijheid van het Pb-verwerkend bedrijf FMM te Anderlecht. Wegens een aanzienlijke vervuiling met kwik eind januari 2008, werd de productie bij FMM gedurende verscheidene maanden in 2008 gedwongen stilgelegd. Dit resulteert in een duidelijk lagere jaargemiddelde concentratie voor lood op de meetpost te Anderlecht voor het jaar 2008.

Tabel IV.43: **LOOD - GEMIDDELDE CONCENTRATIE over het JAAR**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
 Concentratie in ng/m<sup>3</sup> [*nanogram per kubieke meter*]

JAAR	0IHE02	0IHE03	01BLD1	01R012	01AND2	01MEU1	01AND3
1994	77	172	(195)				
1995	75	165	159	(77)			
1996	76	137	142	58			
1997	62	129	118	46			
1998	49	114	116	44		60	
1999	28	62	76	31	164	38	
2000	30	43	50	25	167	27	
2001	#	50	52	32	135	41	90
2002		41	44	25	128	32	91
2003		44	46	21	(125)	45	88
2004		38	31	32	#	30	74
2005		28	#	21		30	94
2006		26		23		24	64
2007		23		19		19	72
2008		20		13		12	21

# : stopzetting van de metingen  
 () : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

#### 4.8.3 Evolutie meetwaarden voor Pb over langere termijn

Figuur 4.109 geeft de evolutie van de Pb-concentratie over langere termijn weer. In grafiek wordt voor een aantal meetposten het voortschrijdend jaargemiddelde weergegeven voor de periode 1973-2008. Hierbij wordt per maand de gemiddelde concentratie over de voorbije twaalf maanden afgebeeld. De loodconcentratie in de lucht daalt reeds geruime tijd als gevolg van opeenvolgende wettelijke beperkingen van het maximaal toegelaten Pb-gehalte in benzine. In vergelijking met de beginperiode van de metingen zijn de gemiddelde concentraties in een verkeersdrukte omgeving nog nauwelijks hoger dan in de periferie.

Sedert begin 1989 is er in België loodvrije benzine op de markt en de daaropvolgende zachtere daling van de Pb-concentratie in verkeersdrukte straten is een maat voor het toenemend marktaandeel van Pb-vrije brandstof. De productie en distributie van Pb-houdende benzine voor het normale wegverkeer is inmiddels stilgelegd. De minieme verschillen in Pb-concentratie op plaatsen met veel en met weinig verkeer zijn wellicht een gevolg van de minieme resthoeveelheid Pb (enkele ppm) die nog aanwezig is in loodvrije benzine.

In de omgeving van het Pb-verwerkend bedrijf FMM zijn de gemeten waarden hoger dan op de andere meetpunten. De doelstelling inzake luchtkwaliteit voor het jaar 2005, n.l. een jaargemiddelde van hoogstens 0.5 µg/m<sup>3</sup> (of 500 ng/m<sup>3</sup>), wordt in alle meetposten zonder probleem gerespecteerd. Figuur 4.110 geeft, voor de periode 1996-2008, de evolutie weer van de jaargemiddelde Pb-concentratie in de meetposten die nu nog operationeel zijn

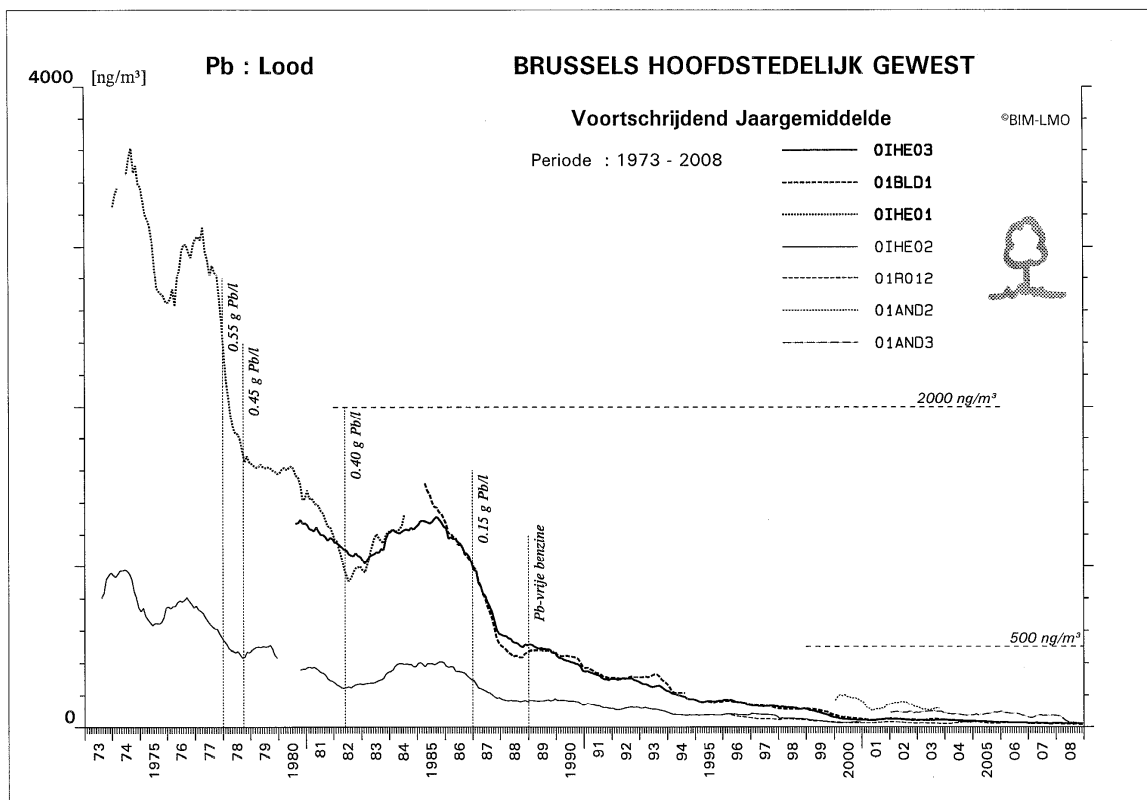


Fig. 4.109: Evolutie over langere termijn van het loodgehalte in de lucht (1973-2008)

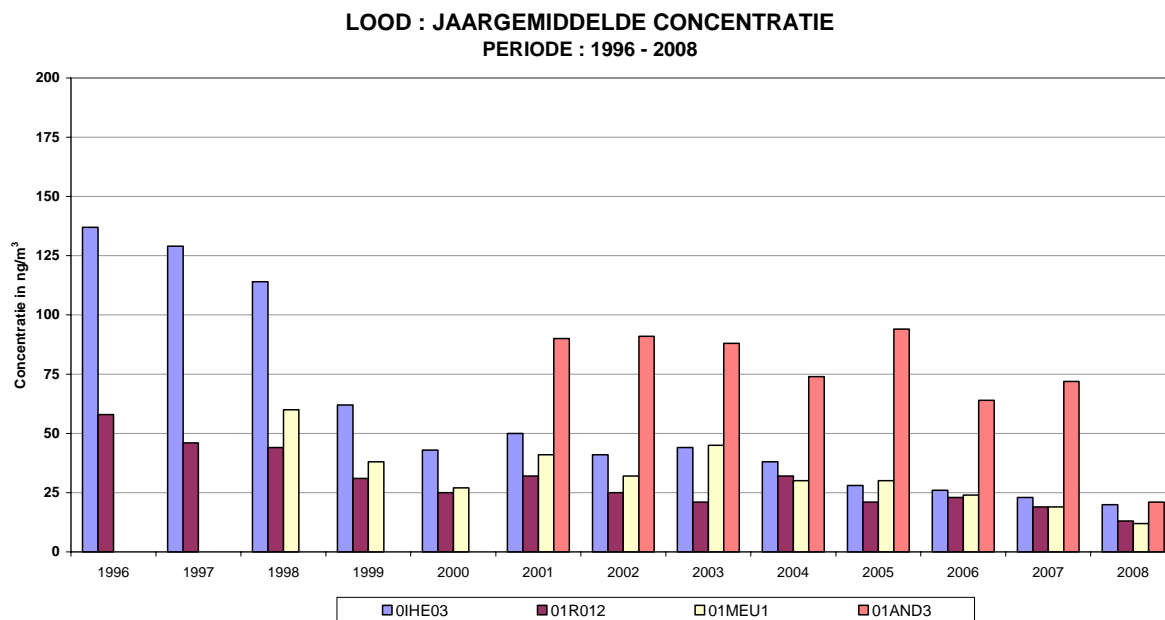


Fig. 4.110: Evolutie jaargemiddelde loodconcentratie voor een aantal meetposten (1996-2008)

#### 4.8.4 Rendement en nauwkeurigheid van de Pb-metingen

Het "Laboratorium voor Milieu-Onderzoek" van het BIM beschikte tussen 1998 en 2004 over een accreditatie EN45001, o.m. voor de bepaling van het loodgehalte in de omgevingslucht. De onzekerheid en reproduceerbaarheid van de resultaten bedraagt ca. 6%.

De EG-richtlijn 1999/30/EG vraagt een nauwkeurigheid van minimum 25% en een gegevensvastlegging van 90% over het jaar. De onzekerheid op de Pb-gegevens is beduidend beter dan wat opgelegd wordt door de recente EG-richtlijn.

Het rendement van de bepalingen voor lood (%-opbrengst van de dagwaarden) wordt weergegeven in de tabel IV.44. In alle meetposten bedraagt het rendement ca. 90% of meer.

Tabel IV.44: **LOOD- RENDEMENT MEETGEGEVENS**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

JAAR	OIHE02	OIHE03	01BLD1	01R012	01AND2	01MEU1	01AND3
1994	86.8	86.0	(42.7)				
1995	95.0	93.4	98.3	(33.1)			
1996	96.7	90.9	99.1	99.4			
1997	83.2	89.3	99.4	95.3			
1998	94.7	93.4	98.0	95.3		76.1	
1999	87.6	92.0	98.6	95.0	52.3	89.8	
2000	63.1	92.0	93.1	93.1	87.1	97.5	
2001	#	93.9	90.4	88.7	90.9	94.7	58.6
2002		99.1	99.4	91.2	94.7	98.6	97.2
2003		92.3	99.9	99.9	46.8	99.9	96.9
2004		96.4	67.2	80.8	#	99.9	99.9
2005		98.0	#	97.2		95.8	98.0
2006		99.9		96.9		99.9	98.0
2007		99.9		96.1		99.9	98.0
2008		98.0		94.5		99.9	99.9



## 4.9 ZWARTE ROOK (BSM)

De meetposten voor “Zwarte Rook” in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bevinden zich in de Kroonlaan te Elsene (2FR002), te Ukkel (2FR012) en in het metrostation St.-Katelijne (2FB004). Deze laatste meetpost werd opgericht ter vervanging van de minder goed toegankelijke meetpost in Brussel-stad (2FR100). Wegens werkzaamheden aan het metrostation St.-Katelijne werden de metingen er stilgelegd in maart 2006. Vanaf april 2008 werden er metingen voor zwarte rook opgestart op de meetpost te Molenbeek (2FR001).

### 4.9.1 Reglementering Zwarte Rook

Voor “Zwarte Rook” is er geen Europese regelgeving meer van kracht.

De Europese richtlijn 80/779/EG bepaalde de grens- en richtwaarden voor zwevende deeltjes in de omgevingslucht, gemeten volgens de methode van de “Zwarte Rook”. Deze bepalingen bleven van kracht tot het jaar 2005. Vanaf 1 januari 2005 gelden voor zwevende deeltjes de limietwaarden voor PM10 zoals voorzien in de richtlijn 1999/30/EG (zie hoofdstuk 4.3).

De richtlijn 80/779/EG bepaalde als grenswaarde voor de dagwaarden:

- **80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- **250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- **130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  als **50<sup>ste</sup> percentiel** van de dagwaarden gedurende de winterperiode (oktober–maart)

### 4.9.2 Gemeten waarden Zwarte Rook en overschrijdingen

In tabel IV.45 wordt een overzicht gegeven van de voornaamste statistische parameters (gemiddelde en P98) van de waarden voor “Zwarte Rook”, bekomen voor de kalenderjaren uit de periode 1996-2008. In tabel IV.46 worden de waarden voor de 50<sup>ste</sup> percentiel tijdens de bijhorende winterperiodes (oktober – maart) vermeld.

In de periode 2006-2008 werden geen overschrijdingen vastgesteld van de eerder geldende grenswaarden.

Tabel IV.45: **DAGWAARDEN “ZWARTE ROOK”**  
**JAARGEMIDDELDE en PERCENTIEL P98 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

JAARPERIODE : JANUARI - DECEMBER

GEM	2FR001	2FR002	2FR012	2FB004	2FB011	2FR100
1996		37			22	22
1997		37			21	27
1998		24			14	19
1999		23			12	14
2000		22	--		12	13
2001		--	10			13
2002		--	12			13
2003		19	12	--		13
2004		21	11	12		
2005		21	11	13		
2006		17	11	--		
2007		13	9			
2008	14	16	8			

P98	2FR001	2FR002	2FR012	2FB004	2FB011	2FR100
1996		96			62	55
1997		76			58	87
1998		61			42	50
1999		40			27	29
2000		40	--		27	30
2001		--	24			33
2002		--	28			28
2003		49	28	--		28
2004		51	29	40		
2005		49	27	39		
2006		40	31	--		
2007		29	18			
2008	34	39	17			

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

Tabel IV.46: DAGWAARDEN “ZWARTE ROOK” – P50 – WINTERPERIODE [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

WINTERPERIODE : 1 OKTOBER – 31 MAART

P50	2FR001	2FR002	2FR012	2FB004	2FB011	2FR100
w95-96		44			23	--
w96-97		38			22	24
w97-98		28			18	24
w98-99		18			10	15
w99-00		23			11	14
w00-01		19	--			12
w01-02		--	10			13
w02-03		19	10			13
w03-04		20	9	9		
w04-05		19	9	10		
w05-06		15	11	12		
w06-07		15	9			
w07-08	--	10	7			

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens

#### 4.9.3 Evolutie over langere termijn

In figuur 4.111 wordt het gemiddeld weekverloop van de dagwaarden voor “Zwarte Rook” weergegeven. De waarden zijn het hoogst in een omgeving met druk verkeer (2FR002). De concentraties zijn er ook in lichte mate hoger op werkdagen dan tijdens het weekend.

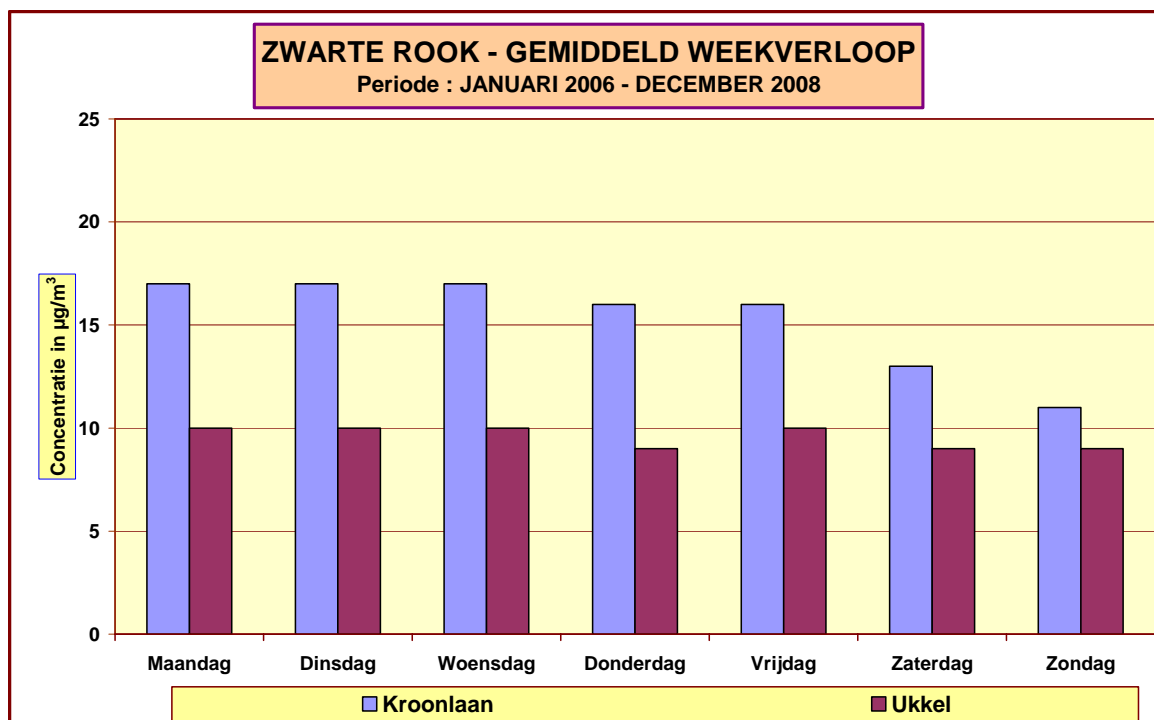


Fig. 4.111: “Zwarte Rook” – Gemiddelde weekverloop van de dagwaarden (2006 – 2008)

Op de meetpost in een verkeersomgeving daalt gemiddelde concentratie “zwarte rook” met ongeveer  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  op zaterdag (~21%) en  $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  op zondag (~33%).

De *evolutie over langere termijn*, tijdens de periode 1968-2008, wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.112. In de periode tot het einde van de jaren '70 is er een dalende trend (dalend gebruik van steenkool en stookolie). Vanaf het midden van de jaren '80 is er een lichte toename van “Zwarte Rook”. Dit wordt in verband gebracht met het toenemend aandeel van diesel als brandstof voor het wegverkeer. De interpretatie van de grafiek dient nochtans met enige reserve te geschieden. Tot 1993 werd de gemiddelde concentratie voor de ‘Brusselse agglomeratie’ berekend op basis van een groter aantal meetposten (IHE). Vanaf 1994 wordt het gemiddelde bekomen op basis van een beperkt (slechts drie) aantal meetposten, gelegen binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Wegens het geringe aantal meetposten is het gewicht van elke meetpost, ook van de meetpost(en) gelegen in een verkeersomgeving, bij de berekening van het gemiddelde groter dan voorheen.

De invloed van lokale, maar tijdelijke gebeurtenissen is derhalve ook groter dan voorheen. De afbraak van het Militair Hospitaal in de Kroonlaan te Elsene (1995-1997) ging gepaard met de aanwezigheid van heel veel fijn stof in de omgeving. Dit leidde tot een flinke toename van de concentraties gemeten in de nabijgelegen meetpost (2FR002). Gezien het relatief grote gewicht van elk van de drie meetposten komt deze tijdelijke lokale toename ook tot uiting in de gemiddelde concentratie “Zwarte Rook” van het Gewest. Vanaf 1999 zijn de niveaus opnieuw lager en sluiten zij beter aan bij de niveaus bereikt op het einde van de jaren '80.

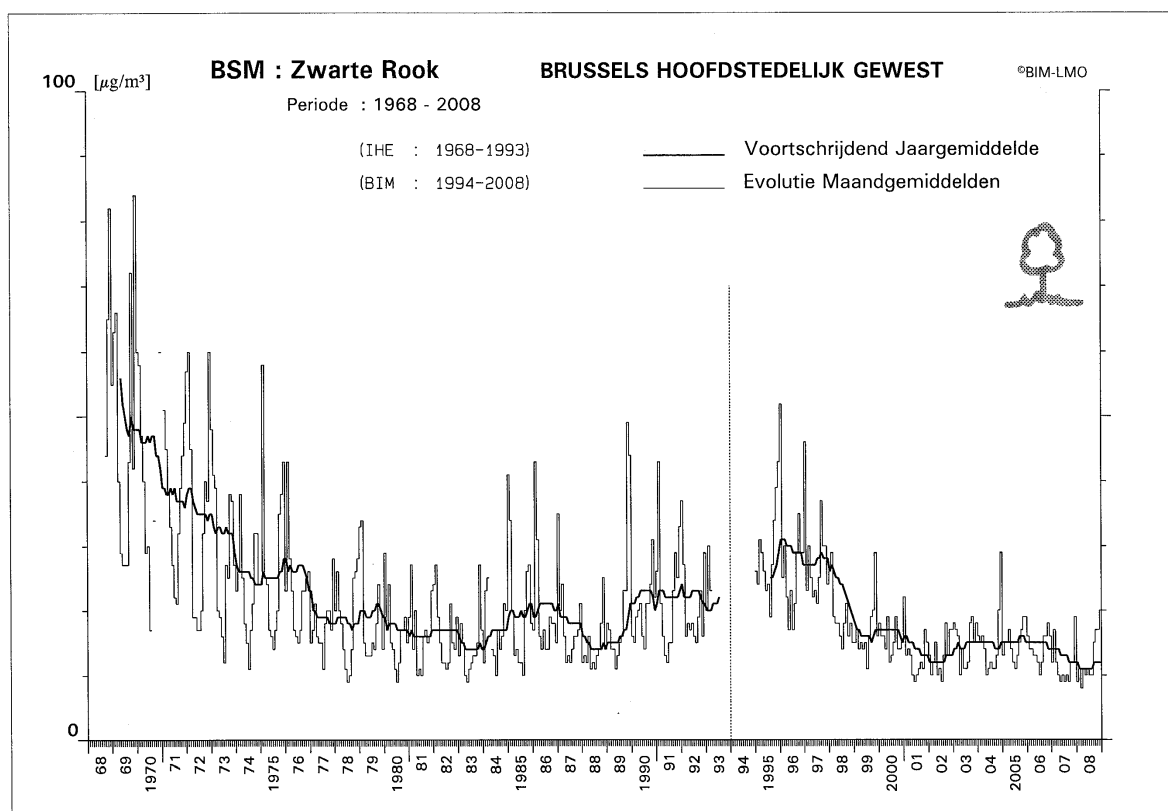


Fig. 4.112: Evolutie “Zwarte Rook” over langere termijn (1968 – 2008)

#### 4.9.4 Rendement metingen Zwarte Rook

Het rendement van de bepalingen (%-opbrengst van de dagwaarden) volgens de methode van de “Zwarte Rook” wordt gegeven in de tabel hierna.

Tabel IV.47: **DAGWAARDEN “ZWARTE ROOK”**

#### **RENDEMENT MEETGEGEVENS**

%-opbrengst = aantal gevalideerde dagwaarden / totaal aantal dagen

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

JAAR	2FR001	2FR002	2FR012	2FB004	2FB011	2FR100
1994		67.9			(6.5)	
1995		91.5			83.8	
1996		89.8			86.3	69.6
1997		86.8			92.3	85.2
1998		69.3			91.7	97.2
1999		80.5			97.5	98.3
2000		92.0	(16.6)		62.2	96.7
2001		(26.3)	78.0			92.8
2002		(16.9)	80.5			89.8
2003		83.8	70.9	(7.3)		68.7
2004		90.1	89.6	83.6		
2005		91.5	83.8	87.3		
2006		72.3	93.6	(12.6)		
2007		79.4	90.1			
2008	74.3	93.9	71.3			

() : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

#### 4.10 AMMONIA (NH<sub>3</sub>)

Gasvormig ammonia behoort niet tot de 13 prioritair te volgen stoffen, vermeld in annex I van de EG-richtlijn 96/62/EG. De NH<sub>3</sub>-uitstoot in de atmosfeer levert nochtans een niet te verwaarlozen bijdrage tot de algemene problematiek van de “verzuring”. Door sterke afname van de SO<sub>2</sub>-uitstoot neemt het relatief belang van de NH<sub>3</sub>-uitstoot toe. Uitgedrukt in equivalente hoeveelheden, overstijgt de NH<sub>3</sub>-bijdrage in sommige streken deze van SO<sub>2</sub>.

De NH<sub>3</sub>-uitstoot speelt, via de vorming van ammoniumzouten (secundair aërosol), ook een zeer belangrijke rol bij de problematiek van “fijn stof”.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest verloopt de bemonstering voor gasvormig NH<sub>3</sub> simultaan met de bemonstering van SO<sub>2</sub> voor de nat-chemische analyse. De aanwezigheid van NH<sub>3</sub>-gas werd tot het jaar 2000 op 5 verschillende plaatsen gemeten. Vanaf 2001 wordt het nog slechts op 3 plaatsen gemeten, n.l. in het Meudonpark (21MEU1), op het KMI te Ukkel (21R012) en in het metrostation St.-Katelijne (21B004). Deze laatste meetpost vervangt de minder goed toegankelijke meetpost in Brussel-stad (21POLI). Wegens werkzaamheden aan het metrostation St.-Katelijne was de meetpost 21B004 tussen maart 2006 en maart 2008 buiten gebruik.

De analyse gebeurt via ionenchromatografie. Het oorspronkelijk aanwezige NH<sub>3</sub>-gas wordt als ammoniumion aangetoond en het SO<sub>2</sub>-gas als sulfaat. De bemonsteringsperiode bedraagt 24 uren, de resultaten zijn dagwaarden.

Ammonia is een typische pollutant voor agrarische activiteit (b.v. intensieve veeteelt). Het NH<sub>3</sub> aanwezig in de stadslucht is wellicht afkomstig van het gebruik van NH<sub>3</sub>-houdende reinigingsmiddelen en van rottingsprocessen (o.m. via de riolen). Mogelijk kan er een geringe bijdrage zijn door uitlaatgassen van wagens uitgerust met katalysator, met name door een eventueel te sterke reductie van stikstofoxiden.

In tabel IV.48 wordt een overzicht gegeven van de voornaamste statistische parameters (jaargemiddelde concentratie en P98) van de gemeten waarden voor ammonia, bekomen tijdens de verschillende kalenderjaren. De resultaten geven aan dat de NH<sub>3</sub>-concentraties gemiddeld hoger zijn op de meetpunten gelegen in een drukbevolkte omgeving. Dit is o.m. het geval in Brussel-stad (meetposten 21B004 en 21POLI) en voorheen ook in de meetposten in Anderlecht (21ANDE) en Laken (21LAEK).

Gemiddeld is de NH<sub>3</sub>-vervuiling hoger tijdens de zomerperiode. Bij hogere temperatuur verlopen de rottingsprocessen vlugger. Droog en warm weer is gunstiger voor een betere verspreiding van het NH<sub>3</sub>-gas. Bij regenweer of bij aanwezigheid van vochtige lucht verdwijnt het NH<sub>3</sub>-gas zeer snel uit de atmosfeer.

Tabel IV.48: **DAGWAARDEN NH<sub>3</sub> – JAARGEMIDDELDE (GEM) en P98 [µg/m<sup>3</sup>]**

JAARPERIODE : JANUARI - DECEMBER

<b>GEM</b>	<b>21MEU1</b>	<b>21R012</b>	<b>21B004</b>	<b>21POLI</b>	<b>21LAEK</b>	<b>21ANDE</b>
1996		2.01		--	4.98	--
1997		2.02		5.86	5.18	4.93
1998	3.00	1.67		5.59	4.54	5.04
1999	3.24	1.93		5.40	4.77	5.09
2000	3.71	2.08		5.15	4.48	5.30
2001	3.46	2.00		5.81		
2002	3.84	2.04		6.09		
2003	3.96	1.91	--	6.90		
2004	2.79	0.84	4.36			
2005	2.74	0.64	5.22			
2006	3.54	1.14	--			
2007	2.92	0.85	--			
2008	3.28	1.04	5.07			

<b>P98</b>	<b>21MEU1</b>	<b>21R012</b>	<b>21B004</b>	<b>21POLI</b>	<b>21LAEK</b>	<b>21ANDE</b>
1996		5.02		--	10.45	--
1997		5.55		12.09	9.91	11.51
1998	8.16	4.56		12.55	9.44	10.29
1999	7.75	5.27		10.97	10.40	10.66
2000	8.92	5.36		10.12	9.23	11.84
2001	7.70	4.73		12.00		
2002	8.50	5.00		11.86		
2003	10.33	4.88	--	13.76		
2004	6.83	3.27	10.13			
2005	7.70	2.18	10.75			
2006	8.86	4.84	--			
2007	8.45	2.88	--			
2008	7.14	4.93	9.85			

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

In figuur 4.113 wordt het *gemiddeld weekverloop* weergegeven voor de NH<sub>3</sub>-dagwaarden, bekomen tijdens de periode 2006-2008. In tegenstelling tot de meeste andere pollutanten is bij de NH<sub>3</sub>-vervuiling geen duidelijk weekpatroon merkbaar. Er worden concentratieverschillen vastgesteld tussen de verschillende meetposten, maar voor elke individuele meetpost blijft de gemiddelde dagconcentratie vrijwel constant gedurende de gehele week. Er wordt evenveel gemeten op een werkdag als tijdens het weekend en evenveel op zaterdag als op zondag. Dit wijst op het permanente en eerder diffuse karakter van de NH<sub>3</sub>-uitstoot. Op geen enkele meetpost kon tot dusver een verband worden gelegd met de variaties van de verkeersintensiteit, noch met die van andere activiteiten.

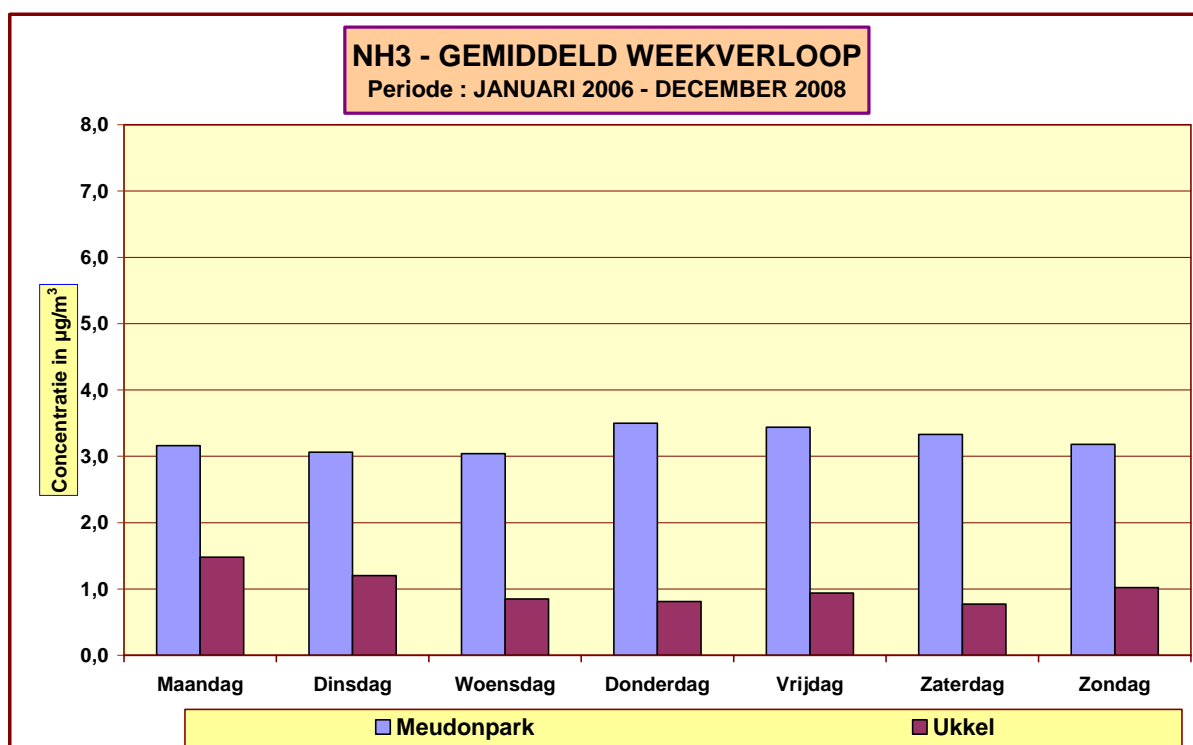


Fig. 4.113: Gemiddeld weekverloop NH<sub>3</sub>-dagwaarden in de periode 2006-2008



#### 4.11 CHLORIDEN als HCl

Deze pollutie behoort evenmin tot de groep van 13 prioritair te volgen stoffen die vermeld worden in annex I van de EG-kaderrichtlijn 1996/62/EG. De HCl-uitstoot is meestal verbonden met een specifieke industriële activiteit en, in een vroegere periode, ook met de verbranding van PVC-afval. De aanwezigheid van deze pollutie in de omgevingslucht vormt dan ook geen algemeen probleem. In de omgeving van specifieke bronnen worden (werden) nochtans lokaal soms vrij hoge HCl-waarden gemeten. Deze component draagt eveneens bij tot de “verzuring van het leefmilieu”.

De bemonstering van HCl in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest geschiedt simultaan met deze voor SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>, bestemd voor de nat-chemische analyse. De aanwezigheid van HCl in de omgevingslucht wordt nog op 3 verschillende meetpunten gevolgd (vroeger op 5). Zoals bij de nat-chemische bepaling van de SO<sub>2</sub>- en NH<sub>3</sub>-dagstalen gebeurt de analyse via ionenchromatografie.

In tabel IV.49 wordt een overzicht gegeven van de voornaamste statistische parameters (jaargemiddelde en P98) van de concentratiewaarden voor HCl. De resultaten zijn gemiddeld hoger op de meetpost gelegen in Brussel-stad (meetposten 21B004 en 21POLI) en te Ukkel (21R012). De gemeten waarden zijn het laagst in het Meudonpark (21MEU1). Op alle meetpunten is de gemiddelde concentratie eerder laag.

In figuur 4.114 wordt het *gemiddeld weekverloop* weergegeven voor de dagwaarden van HCl, bekomen tijdens de periode 2006-2008. Er kan geen verband gelegd worden tussen het weekpatroon en de variaties van de verkeersintensiteit, noch met die van andere activiteiten.

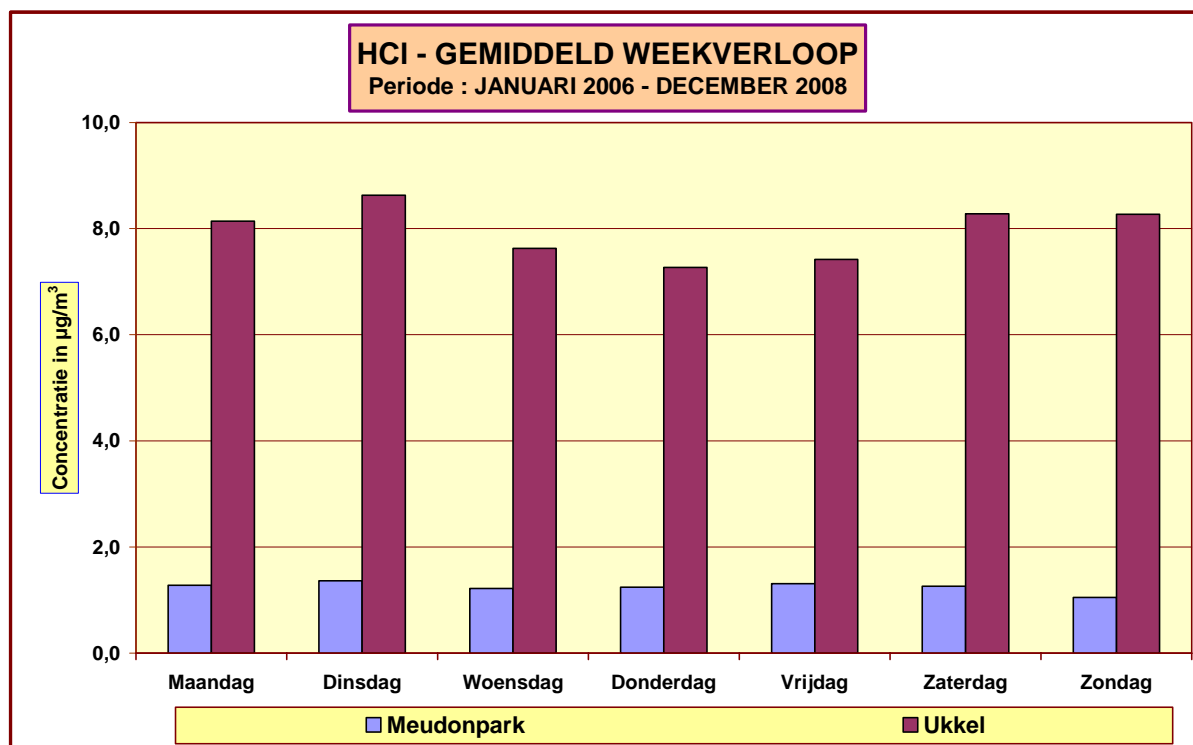


Fig. 4.114: Gemiddeld weekverloop HCl-dagwaarden in de periode 2006-2008

Tabel IV.49: **DAGWAARDEN HCl - JAARGEMIDDELDE (GEM) en P98 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

JAARPERIODE : JANUARI – DECEMBER

<b>GEM</b>	<b>21MEU1</b>	<b>21R012</b>	<b>21B004</b>	<b>21POLI</b>	<b>21LAEK</b>	<b>21ANDE</b>
1998	1.67				--	
1999	1.86	3.00		3.70	1.65	1.60
2000	1.40	1.45		3.39	2.03	1.48
2001	0.73	1.95		3.37		
2002	0.58	2.03		3.38		
2003	0.65	2.21	--	2.45		
2004	0.50	3.10	2.07			
2005	0.46	4.23	2.12			
2006	1.51	7.45	--			
2006	1.27	7.48	--			
2007	0.97	8.85	2.81			

<b>P98</b>	<b>21MEU1</b>	<b>21R012</b>	<b>21B004</b>	<b>21POLI</b>	<b>21LAEK</b>	<b>21ANDE</b>
1998	5.10				--	
1999	7.33	10.97		17.25	5.93	5.46
2000	7.83	6.48		13.05	9.37	7.10
2001	3.58	7.39		16.69		
2002	1.91	8.83		15.49		
2003	2.89	7.33	--	7.48		
2004	2.41	14.52	10.19			
2005	2.68	16.23	8.31			
2006	3.85	26.14	--			
2007	2.89	22.60	--			
2008	3.05	29.79	10.17			

--: minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

## 4.12 KWIKDAMP (Hg)

Kwik is één van de 13 prioritaire parameters, vermeld in annex I van de EG-kaderrichtlijn 1996/62/EG. Voor parameters opgenomen in de lijst van 13 prioritaire stoffen dient de luchtkwaliteit verplicht beoordeeld te worden. De richtlijn 2004/107/EG betreffende As, Cd, Hg, Ni en polycyclische koolwaterstoffen in de lucht voorziet in de beoordeling van de aanwezigheid van Hg in de lucht, maar legt geen grenswaarde of streefwaarde op voor deze component. De achterliggende gedachte is dat de gangbare concentraties van Hg in de omgevingslucht veel lager zijn dan de toxische niveaus, zodat het opleggen van een norm wellicht geen bijkomende bescherming zou bieden, maar veeleer een uitnodiging zou vormen om meer Hg via de lucht uit te stoten. Anderzijds is de opname van Hg via de voedselketen wellicht vele malen hoger dan de rechtstreekse opname van Hg via de lucht.

In de maand mei 1999 werd een continu meetapparaat voor Hg-damp in gebruik genomen op de meetpost in het Meudonpark (41MEU1). Deze meetpost is niet direct blootgesteld aan de uitstoot van het verkeer, maar de ligging is ideaal qua afstand en richting om een eventuele vervuiling van de verbrandingsoven te Neder-over-Heembeek op te sporen. De basisgegevens voor opslag in de immissie-databank van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn de halfuursgemiddelde waarden. De bekomen concentratiewaarden worden uitgedrukt in **nanogram per kubieke meter**.

In tabel IV.50 wordt een overzicht gegeven van de voornaamste statistische parameters (P50, P98, maximum en het gemiddelde) van de uurwaarden voor Hg tijdens periode 1999-2008.

Tabel IV.50: **UURWAARDEN Hg - P50, P98, MAXIMUM en JAARGEMIDDELDE**

Meetpost MEUDON (41MEU1)  
[ Concentratie in  $\text{ng/m}^3$  ]

41MEU1	P50	P98	MAX	GEM
1999	--	--	--	--
2000	2.53	6.48	294.51	3.05
2001	2.20	5.50	27.15	2.46
2002	1.92	5.40	45.30	2.24
2003	1.96	4.97	>999	2.68
2004	1.66	5.62	50.00	1.93
2005	2.14	6.05	32.52	2.48
2006	1.86	5.11	22.16	2.10
2007	2.02	5.36	35.66	2.15
2008	1.18	3.68	791.70	1.62

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

In de testperiode voorafgaand aan de eigenlijke installatie in het meetnet, werd op het BIM (Woluwe) gemiddeld ongeveer  $6 \text{ ng/m}^3$  gemeten in de buitenlucht en ongeveer  $30 \text{ ng/m}^3$  in het laboratorium. In dit laboratorium bevinden zich o.m. een kwikbarometer (open aan de atmosfeer) en meerdere apparaten, uitgerust met wrijvingsvrije kwikringen als dichting, voor het ijken of controleren van debieten. Bij het in werking stellen van één van deze apparaten wordt in het labo een concentratie bereikt van  $60$  à  $70 \text{ ng/m}^3$ .

In figuur 4.115 worden de pollutierozen voor kwikdamp op kaart afgebeeld. De kaart bovenaan de figuur verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de kaart onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Op de kaart bovenaan bemerkt men in de pollutieroos een licht verhoogde bijdrage uit de zuidwestelijke sector (ZZW tot ZW), overeenstemmend met de ligging van de verbrandingsoven te Neder-over-Heembeek en van de industriële as langsheen het kanaal. In de grafiek onderaan bemerkt men, net als in het verleden al het geval was, een bijdrage uit de zuidoostelijke sector. De exacte oorsprong van deze vervuiling is nog niet gekend.

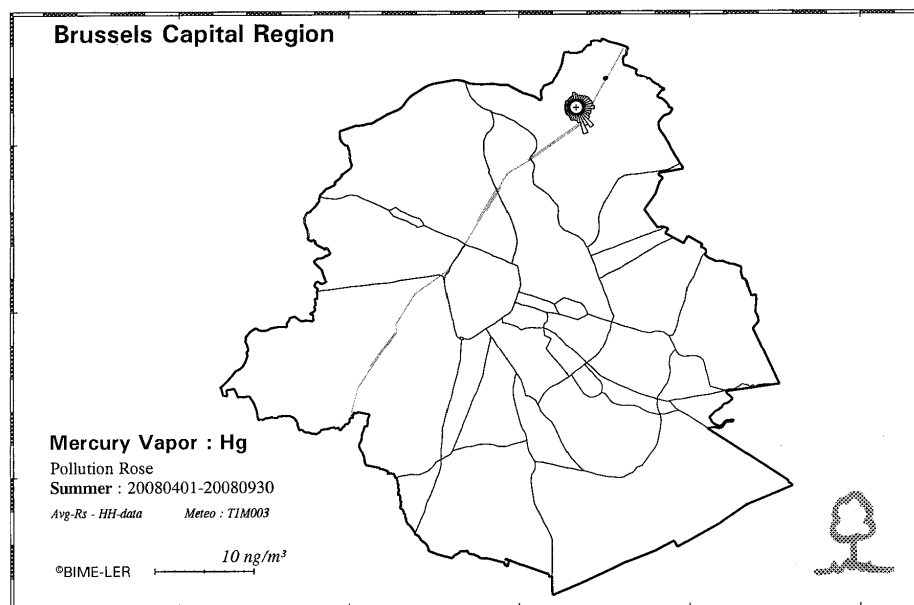
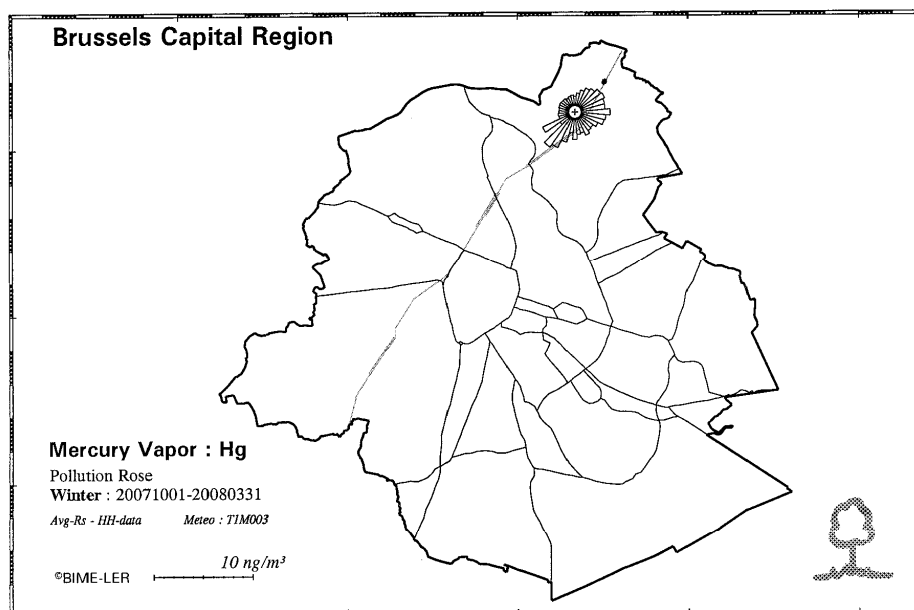


Fig. 4.115: Pollutierozen voor kwikdamp (Hg-damp) tijdens winter en zomer

## Kwikvervuiling van einde Januari 2008

Tussen 21 en 25 januari 2008 werden hoge kwikconcentraties gemeten op de meetpost in het Meudonpark, gelegen in het noorden van het Gewest, vooral tijdens drie opeenvolgende nachten: de nacht van dinsdag 22 op woensdag 23 januari, de nacht van woensdag 23 op donderdag 24 en van donderdag 24 op vrijdag 25 januari 2008. De evolutie van de halfuurswaarden voor Hg tijdens de periode van zondag 20 tot zaterdag 26 januari 2008 worden grafisch weergegeven in figuur 4.116.

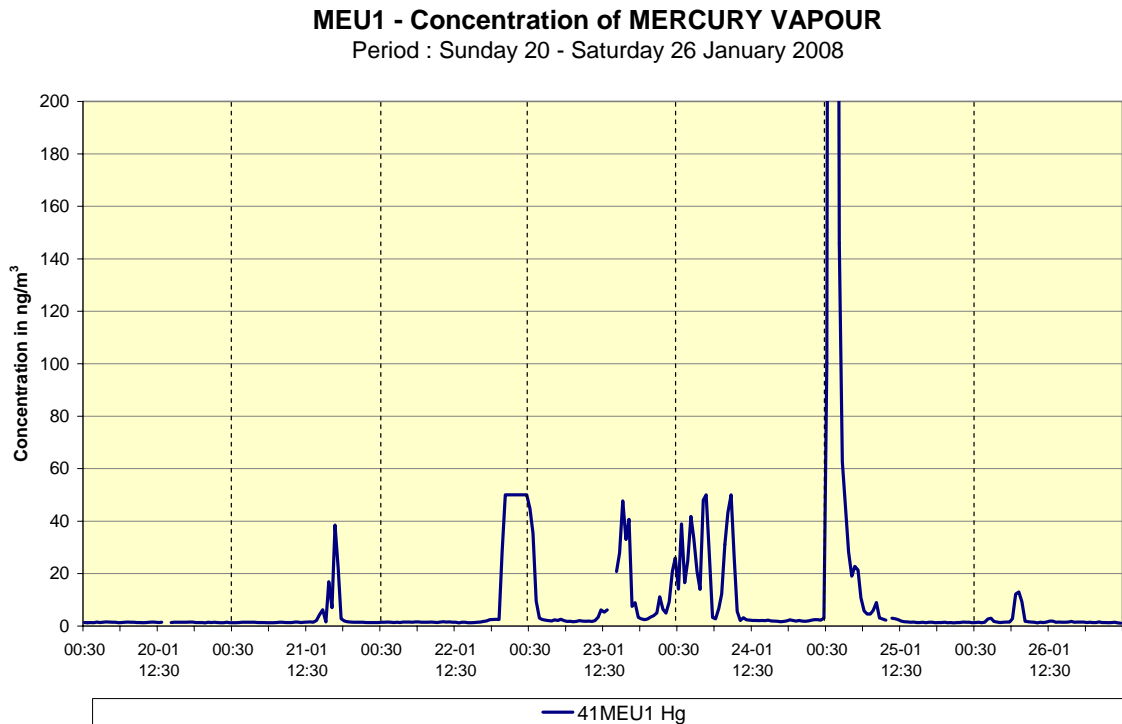


Fig. 4.116: Hg-damp in de meetpost van het Meudonpark.  
Evolutie halfuurswaarden van zondag 20 tot zaterdag 26 januari 2008

Tijdens de nachtelijke periodes waren de hoge meetwaarden voor Hg vergezeld van abnormaal hoge waarden voor ozon, gemeten in verschillende meetposten van het Gewest. Dit was het geval tijdens de nacht van 22 op 23 (tot  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozon ??) en tijdens de nacht van 24 op 25 januari 2008 (tot  $1.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozon ??). Dergelijke hoge ozonwaarden zijn reeds onwaarschijnlijk tijdens zomerse pollutie-episodes en ze waren des te onwaarschijnlijker tijdens een winterse periode, te midden van de nacht.

De detectie van ozon in de ozontoeinstellen werkend volgens de referentiemethode is gebaseerd op UV-absorptie bij een golflengte van 253,7 nanometer. De detectie van Hg in het toestel opgesteld in de meetpost van het Meudonpark gebeurt via UV-fluorescentie bij identiek dezelfde golflengte. Interferentie van de aanwezigheid van Hg op de ozondetectie is mogelijk en kan ook in het laboratorium worden vastgesteld. De aanwezigheid van enkele honderden nanogram Hg per kubieke meter lucht kan leiden tot interferenties van de orde van enkele honderden microgrammen ozon. Een eventuele interferentie van ozon op de kwikbepaling is uitgesloten omdat het kwik in een tussenstap exclusief geabsorbeerd wordt op een goudfilter.

Het betrof hier duidelijk valse ozonmetingen die ongeldig werden verklaard als ozonresultaten. De aanwezigheid ervan op verschillende meetposten heeft het echter mogelijk gemaakt om met vrij grote precisie de richting en de plaats aan te duiden van waaruit deze vervuiling afkomstig was. Dit wordt geïllustreerd in de grafiek van figuur 4.117, die de pollutierozen weergeeft voor een hogere percentielswaarde (P95) van de valse ozonwaarden, berekend voor de periode van maandag 21 tot vrijdag 25 januari 2008.

De grafiek in figuur 4.188 geeft de pollutierozen (95<sup>ste</sup> percentiel per windrichting) weer voor de kwikresultaten gemeten tussen maandag 21 en vrijdag 25 januari 2008. De hoge kwikvervuiling bleek afkomstig te zijn van het loodverwerkend bedrijf FMM te Anderlecht. De productie werd er gedwongen stilgelegd gedurende meerdere maanden.

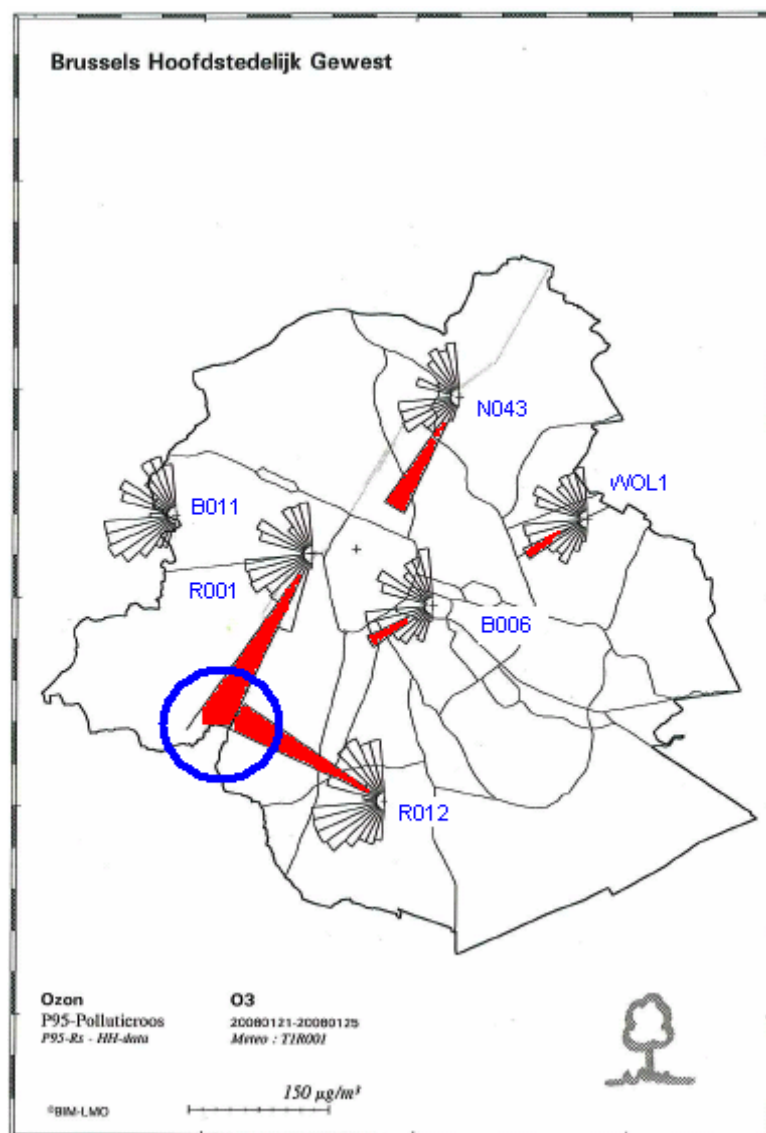


Fig. 4.117: Pollutierozen voor (valse) ozon. Maandag 21 tot vrijdag 25 januari 2008  
Aanduiding van de richting en de plaats van waaruit de vervuiling afkomstig was

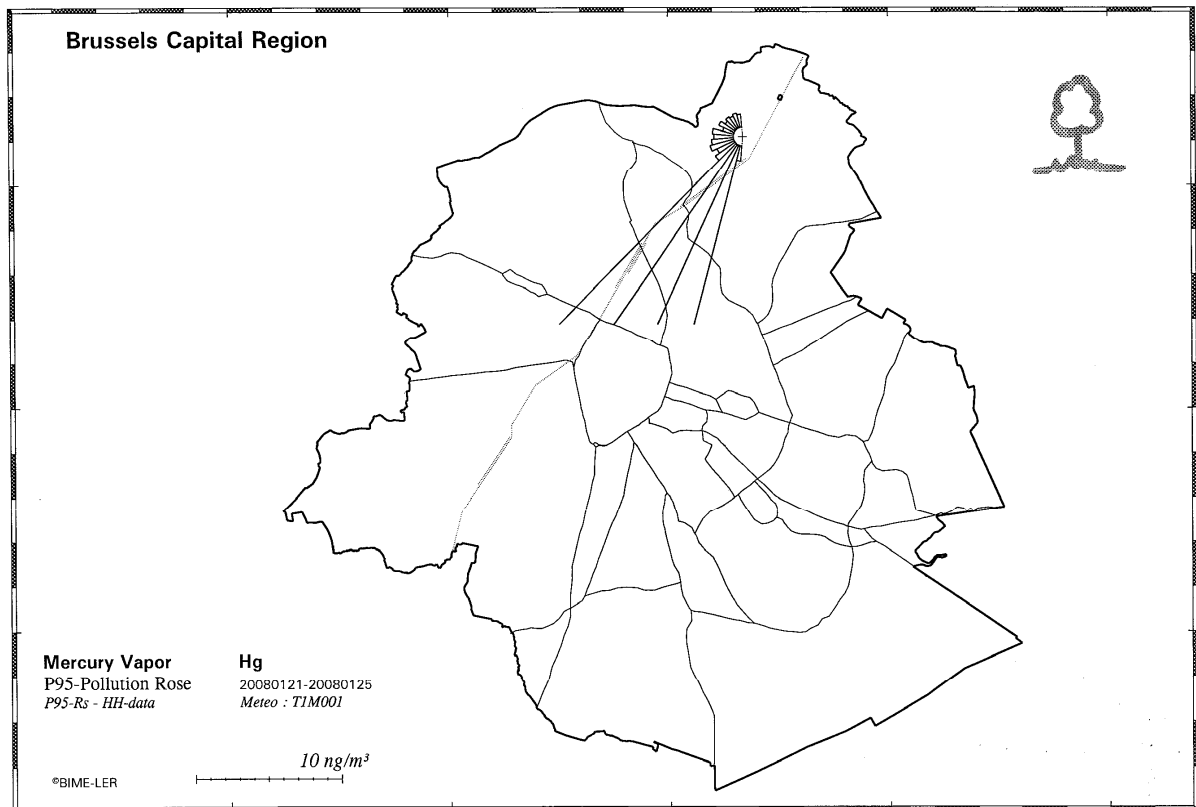


Fig. 4.118: Pollutierozen voor kwik van maandag 21 tot vrijdag 25 januari 2008

#### 4.13 ZWARE METALEN (As, Ni, Cd)

De lijst van prioritaire stoffen uit bijlage I van de EG-richtlijn 96/62/EG bevat naast *lood* (Pb) en *kwik* (Hg) ook nog de zware metalen *cadmium* (Cd), *nikkel* (Ni) en *arseen* (As).

De richtlijn 2004/107/EG legt volgende streefwaarden op voor de **jaargemiddelde concentratie** van As, Cd en Ni in de PM10-deeltjesfractie van de omgevingslucht:

As	6 ng/m <sup>3</sup>
Cd	5 ng/m <sup>3</sup>
Ni	20 ng/m <sup>3</sup>

Deze streefwaarden zijn te respecteren vanaf 31 december 2012.

De resultaten van het nationale meetnet “zware metalen”, dat operationeel was tussen 1980 en 1993, wezen uit dat er in Brussel geen verhoogde vervuiling aanwezig was voor deze polluenten. De aanwezigheid van stoffen zoals Cd, Ni en As in de lucht is overigens meestal verbonden met de aanwezigheid van productie-installaties van de non-ferro industrie. Na de regionalisatie van de meetnetten “lucht” (dd. 01.01.1994) werden, met uitzondering voor lood, een tijdlang geen metingen meer verricht om de aanwezigheid van deze zware metalen te bepalen. De afwezigheid van belangrijke industriële bronnen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, de lage waarden uit het verleden (kleiner dan de detectielimiet) en de beperkte middelen (weinig laboratorumpersoneel) lagen mee aan de basis van deze beslissing.

Vanaf 1998 worden opnieuw “zware metalen”, andere dan Pb, gemeten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De bemonstering in de meetpost van het Meudonpark (01MEU1), gelegen op ca. 1 km ten noordoosten van de verbrandingsoven van Neder-over-Heembeek, werd gestart in april 1998. In mei 2001 werd in de omgeving van het bedrijf FMM een bijkomende meetpost (01AND3) opgestart. De duur van de bemonstering bedraagt 24 uur. De analyse van de stalen van beide meetposten wordt uitbesteed aan het ISSEP te Luik.

In tabel IV.51 volgen de jaargemiddelde concentraties tijdens de periode 1998-2008.



Tabel IV.51: **ZWARE METALEN - JAARGEMIDDELDE**

Meetpost MEUDONPARK (41MEU1)  
[ Concentratie in ng/m<sup>3</sup> ]

01MEU1	Cu	Tl	As	Ni	Cr	Mn	Sb	Cd
1998	16	≤10	≤10	≤10	≤10	23	31	11
1999	14	≤10	≤10	≤10	≤10	17	31	≤10
2000	15	≤5	≤5	≤3	≤4	14	≤26	≤7
2001	24	7	6	5	7	22	37	9
2002	19	≤5	≤5	5	7	17	27	8
2003	28	4	4	6	9	28	20	4
2004	18	≤3	≤3	5	5	18	≤13	≤3
2005	17	≤3	≤3	5	5	16	≤13	≤3
2006	16	≤3	≤3	5	6	15	≤13	≤3
2007	14	≤3	≤3	5	5	12	≤13	≤3
2008	17	≤3	≤3	3	4	13	≤13	≤3

01AND3	Cu	Tl	As	Ni	Cr	Mn	Sb	Cd
2001	38	6	≤5	5	7	28	41	≤7
2002	36	≤5	≤5	6	8	26	32	8
2003	41	≤3	4	6	8	30	22	4
2004	42	≤3	≤3	5	7	23	16	≤3
2005	40	≤3	≤3	5	7	23	15	≤3
2006	36	≤3	≤3	5	7	21	≤13	≤3
2007	39	≤3	≤3	4	7	20	≤13	≤3
2008	37	≤3	≤3	3	5	17	≤13	≤3

≤ : ≤ detectielimiet

Voor thallium (Tl), arseen (As), nikkel (Ni), chroom (Cr) en cadmium (Cd) is een ruim aantal resultaten (dagwaarden) lager dan de detectielimiet. Voor koper (Cu), mangaan (Mn) en antimoon (Sb) zijn de gemeten waarden eveneens zeer laag. Ongeveer de helft van de dagwaarden is lager dan de detectielimiet.

De voorgestelde streefwaarden voor As, Cd en Ni, te bereiken vanaf 31 december 2012, worden nu reeds zonder probleem gerespecteerd.

#### 4.14 KOOLDIOXIDE (CO<sub>2</sub>)

Kooldioxide heeft geen onmiddellijke negatieve effecten op de volksgezondheid. Door het massaal gebruik van fossiele brandstoffen neemt de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer toe. Dit kan leiden tot een langzame opwarming van de aardatmosfeer (broeikaseneffect). Door de aanwezigheid van een belangrijke lokale CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn de concentraties, gemeten te Brussel of in andere brongebieden, geen goede maatstaf voor de wereldwijde gemiddelde CO<sub>2</sub>-concentratie. Over een langere termijn zal de CO<sub>2</sub>-concentratie te Brussel nochtans de wereldwijde trend volgen.

Het CO<sub>2</sub>-concentratieniveau is een *bijzonder goede indicator* voor het inschatten van de luchtvervuiling. Bij een analyse van de betrouwbaarheid van het voorspellingsmodel *Aladin* (hoofdstuk 2) is gebleken dat, zonder uitzondering, alle voorspelde periodes met verhoogde luchtvervuiling gekenmerkt werden door hoge CO<sub>2</sub>-concentraties.

De minimale CO<sub>2</sub>-concentratie te Brussel bedraagt ca. 350 à 360 ppm. Dit is o.m. het geval bij hevig stormweder met aanvoer van niet-vervuilde lucht van over de oceaan. Gedurende ongeveer 80% van de tijd worden CO<sub>2</sub>-concentraties opgetekend tussen 370 en 420 ppm. Bij meteorologische omstandigheden, die ongunstig zijn voor de verspreiding, worden hogere waarden opgetekend (420 à 500 ppm). De aanwezigheid van een inversie op geringe hoogte leidt uitzonderlijk tot waarden tussen 500 en 650 à 700 ppm CO<sub>2</sub>.

In het Brussel Hoofdstedelijk Gewest wordt kooldioxide in de lucht gemeten te Elsene (41R002), in de meetpost Kunst-Wet (B003), te Ukkel (41R012) en te St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1).

Tabel IV.52 geeft de voornaamste statistische parameters weer van de distributie van de CO<sub>2</sub>-uurgemiddelden. Meer uitgebreide tabellen met resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling voor jaarperiodes, zomer- en winterperiodes worden gegeven in de *bijlagen B, C en D*.

Figuur 4.119 geeft de cumulatieve frequentieverdeling weer van de uurwaarden voor CO<sub>2</sub>. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer van de meetpost te Ukkel en de grafiek onderaan deze van de meetpost te Woluwe. Op beide meetplaatsen is een geleidelijke toename van de gemiddelde CO<sub>2</sub>-concentratie waar te nemen.

In figuur 4.120 wordt het *gemiddeld weekverloop* van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de meetpost te Elsene grafisch voorgesteld. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Elke grafiek geeft per uurperiode de gemiddelde concentratie (AVG) en de mediaan (P50) weer, alsook een hogere (P90) en lagere (P10) percentiel.

In figuur 4.121 wordt voor de meetpost R002 het *gemiddeld dagverloop* tijdens winter (2007/08) en zomer (2008) grafisch weergegeven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een zondag, een zaterdag en een werkdag.

In de figuren met het gemiddeld weekverloop en het gemiddeld dagverloop is een opvallend verschil waarneembaar tussen winter- en zomerperiode. Tijdens de zomerperiode komt het effect van de fotosynthese bijzonder goed tot uiting via de daling van de CO<sub>2</sub>-concentratie tijdens de dag.

Tabel IV.52 : **CO<sub>2</sub>-UURWAARDEN : GEMMIDDELDE en P98 [ppm]**

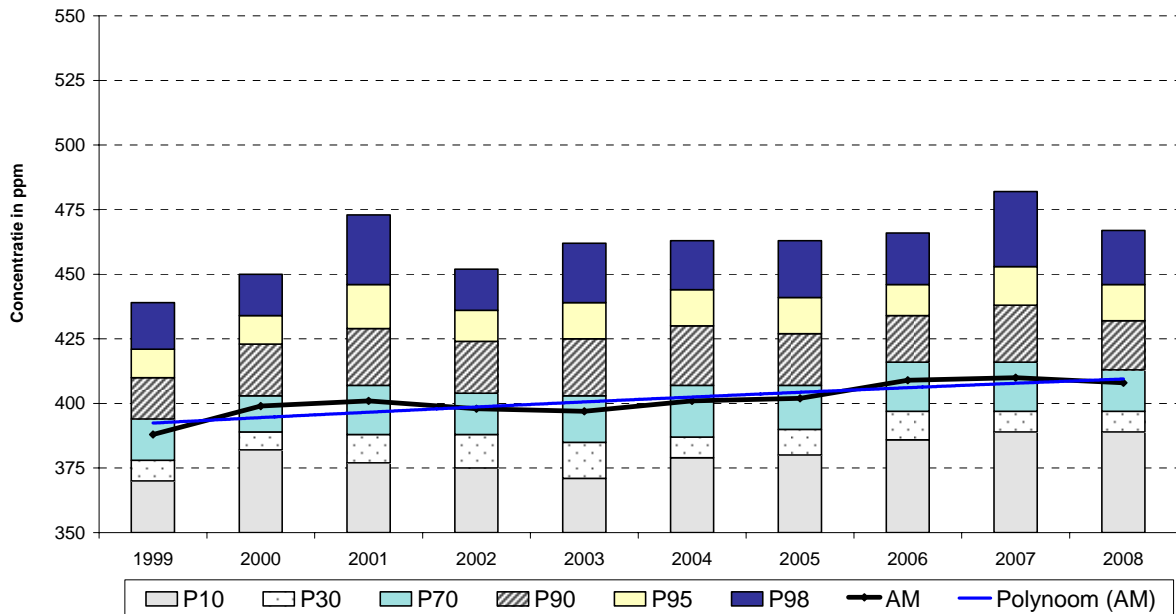
JAARPERIODE : JANUARI – DECEMBER

<b>GEM</b>	<b>R002</b>	<b>B003</b>	<b>R012</b>	<b>WOL1</b>
1997	392			388
1998	--			391
1999	401		388	394
2000	406		399	395
2001	--		401	--
2002	413		398	412
2003	419	408	397	413
2004	418	420	401	404
2005	423	431	402	406
2006	425	438	409	409
2007	425	426	410	412
2008	419	415	408	408

<b>P98</b>	<b>R002</b>	<b>B003</b>	<b>R012</b>	<b>WOL1</b>
1997	465			458
1998	--			441
1999	457		439	446
2000	459		450	453
2001	--		473	--
2002	474		452	470
2003	494	498	462	479
2004	478	516	463	467
2005	490	527	463	464
2006	489	527	466	467
2007	495	513	482	473
2008	490	491	467	471

-- : reeks gegevens onvolledig – begin of onderbreking van de metingen

**CO<sub>2</sub> te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**CO<sub>2</sub> te St.-Lambr.-WOLUWE (WOL1) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

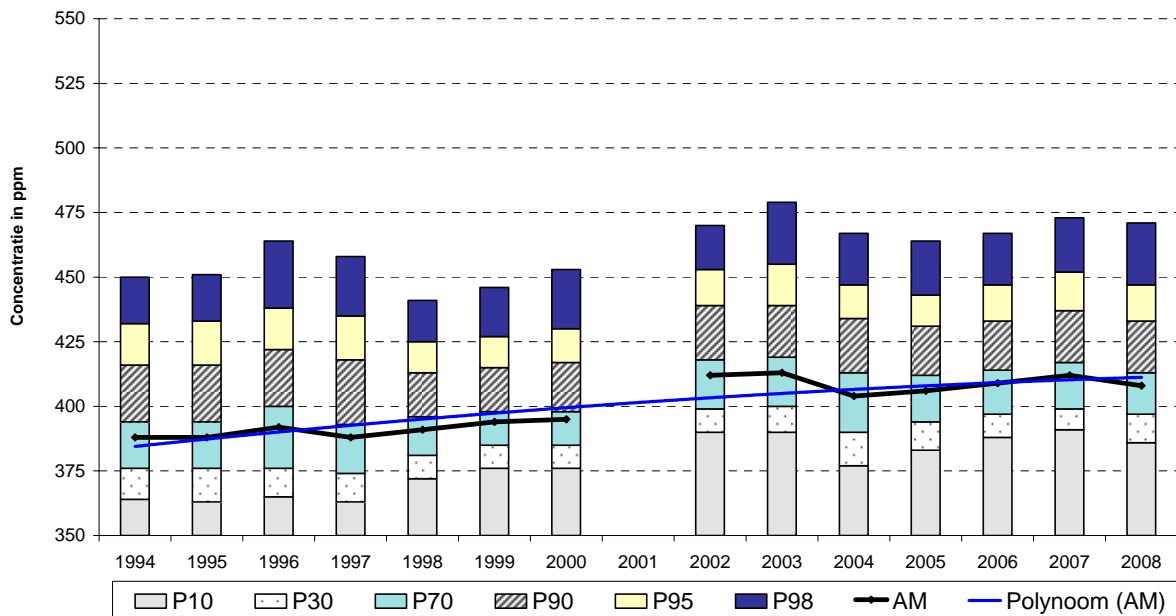
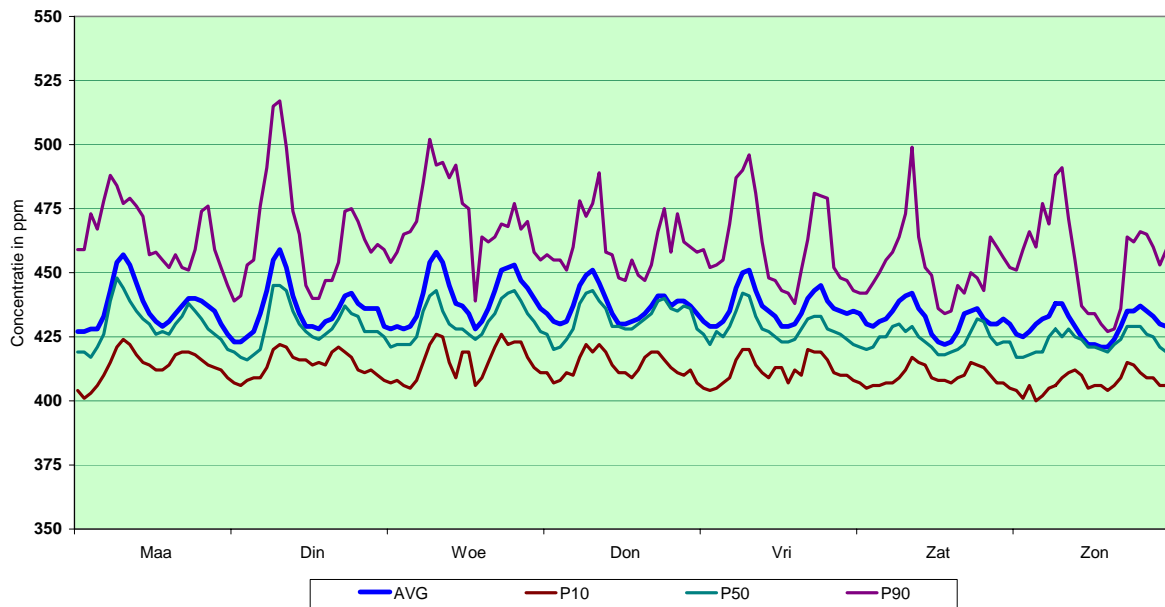


Fig. 4.119 : Evolutive CO<sub>2</sub>-concentratie te Ukkel (R012) en Woluwe (WOL1)  
 Periode 1994 - 2008

**CO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**CO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

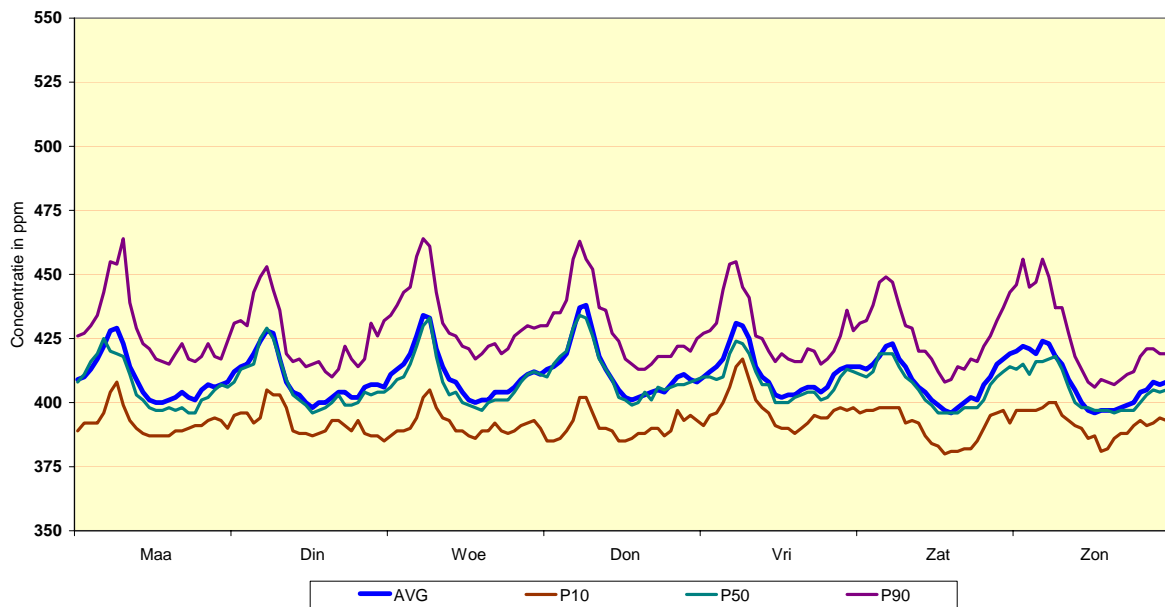


Fig. 4.120: Gemiddeld weekverloop van de CO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer

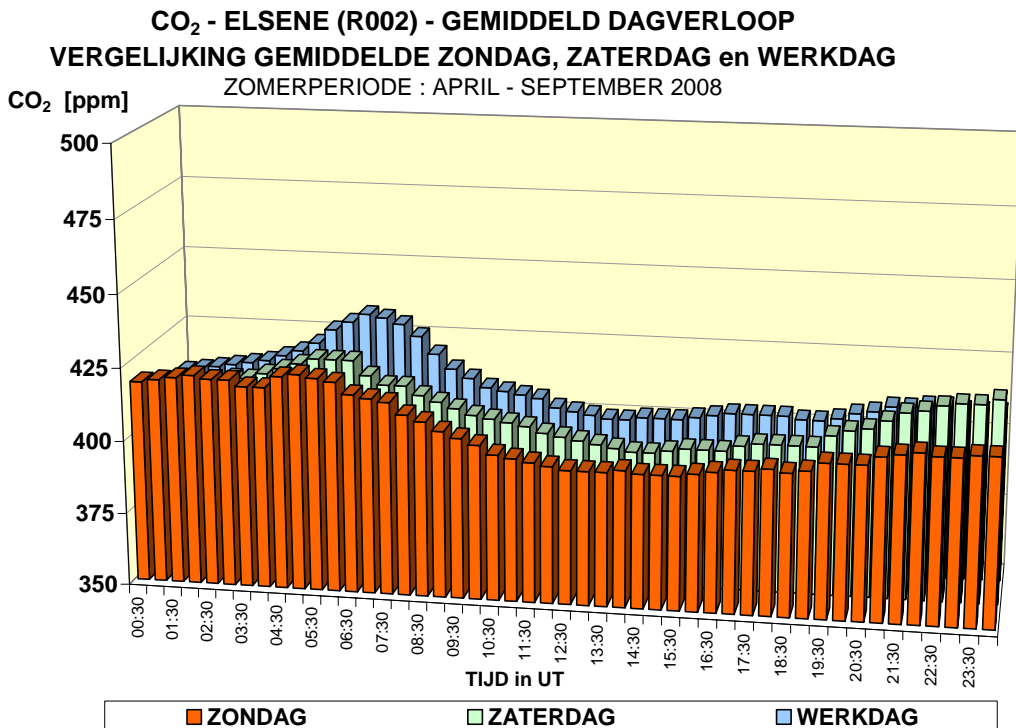
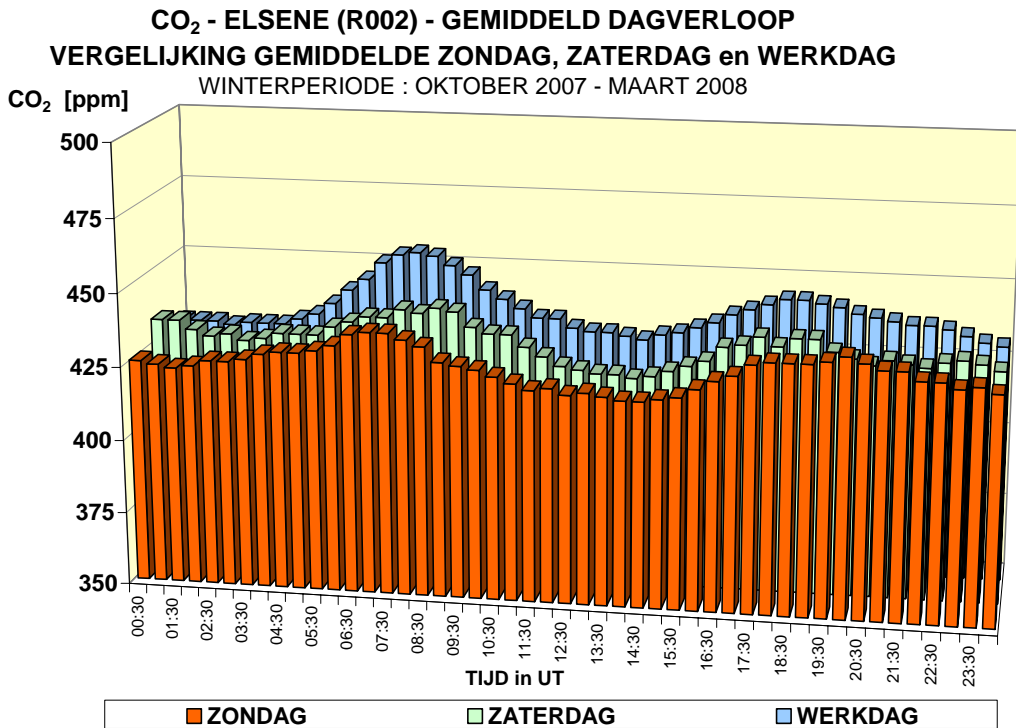


Fig. 4.121: Gemiddeld dagverloop van de CO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer

De opbrengst van de gegevens (%-rendement) wordt gegeven in tabel IV.53.

Tabel IV.53: **CO<sub>2</sub>-UURWAARDEN : RENDEMENT gegevens**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperiodes

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

CO <sub>2</sub>	41R002	41B003	41R012	41WOL1
1997	89.3			89.0
1998	(20.7)			83.1
1999	95.9		83.3	87.4
2000	96.0		95.1	91.4
2001	(38.1)		94.4	(24.5)
2002	65.5		92.9	92.2
2003	97.8	77.1	93.1	93.1
2004	97.8	97.2	97.9	93.4
2005	97.4	95.1	94.0	93.0
2006	93.4	97.2	97.7	92.2
2007	94.7	95.7	97.8	96.0
2008	93.9	(62.5)	97.0	96.3

() : reeks gegevens onvolledig – begin of onderbreking van de metingen

## 5. Berekening INDEX van de LUCHTKWALITEIT

### 5.1 INDEX voor de ALGEMENE LUCHTKWALITEIT

Sedert de zomerperiode van 1996 wordt, naar analogie met andere grote steden, o.m. Parijs, een “informatie-index voor de algemene luchtkwaliteit” berekend. Deze index is een “*dagindex*”: de index wordt dagelijks berekend en aan elke kalenderdag wordt slechts één indexwaarde toegekend. De luchtkwaliteit wordt daarbij aangeduid met één cijfer, in een schaal van 1 tot 10, waaraan volgende kwalitatieve beoordeling verbonden is:

Algemene index	Kwalitatieve beoordeling “de luchtkwaliteit is”
1	uitstekend
2	zeer goed
3	goed
4	vrij goed
5	gewoon
6	middelmatig
7	ondermaats
8	slecht
9	zeer slecht
10	verschrikkelijk slecht

De index voor de algemene luchtkwaliteit is gebaseerd op de concentraties van de pollutanten SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en PM10. Voor deze stoffen was er, gezien de mogelijke gezondheidseffecten, reeds eerder een EG-richtlijn van kracht waarin de opgegeven limiet-, richt- of drempelwaarde refereert naar een eerder korte middelingstijd (uurwaarde, 8-uurwaarde, dagwaarde). Deze pollutanten worden op meerdere plaatsen, soms in een zeer verschillende omgeving, gemeten. Hierdoor wordt gepoogd om een vrij representatief beeld te bekomen op basis van onmiddellijk beschikbare gegevens.

!!! In overleg met de interregionale IRCEL werd beslist om, vanaf 1/1/2001, de berekening van de pollutie-index aan te passen aan de waarden vermeld in de EG-richtlijn 1999/30/EG (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> en PM10) en aan de waarden vermeld in de nieuwe O<sub>3</sub>-richtlijn 2002/3/EG. De uitgangspunten zijn als volgt: er komt voor elke pollutant een duidelijke link met de grens- of streefwaarde voor de *volksgezondheid* waarbij rekening gehouden wordt met de *bijhorende middelingstijd* en het *aantal toegestane overschrijdingen*.

Elke dag wordt voor de 4 beschouwde pollutanten een “*karakteristieke waarde*” berekend, die vergeleken wordt met een opgegeven concentratieschaal. De overeenstemming tussen de index en de concentratieschaal is zo opgevat dat concentraties in de buurt van de limietwaarde een index 6, 7 of 8 opleveren. Het toekennen van het indexgetal (6, 7, 8) voor de beschouwde grenswaarde wordt mede bepaald door de gestrengheid. Hoe lager het aantal toegelaten overschrijdingen, hoe hoger het indexgetal.

De nieuwe grenswaarden hebben vooral een verhoging van de subindexen voor SO<sub>2</sub> en PM10 tot gevolg. Bij de berekening van de index worden voor PM10 de waarden PM10-EqRef of PM10-FDMS, equivalent met de referentiemethode, aangewend.



### Verband tussen Index en Concentratie (nieuwe schalen sedert 1/1/2001)

Pol/Index		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0	15	30	45	60	80	100	125	165	250	>250
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0	25	45	60	80	110	150	200	270	400	>400
O <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0	30	45	60	80	100	120	150	200	270	>270
PM10	µg/m <sup>3</sup>	0	10	20	30	40	50	70	100	150	200	>200

De berekening van de “karakteristieke waarde” gebeurt aan de hand van de concentraties van een denkbeeldige meetpost “Xmean”. Per halfuursperiode ontvangt deze post “Xmean” de gemiddelde concentratie van alle meetposten van het Gewest, waar de resultaten van de beschouwde pollutant in reële tijd beschikbaar zijn. Een halfuurswaarde voor de post “Xmean” wordt gevalideerd indien er ten minste op de helft van de meetposten een gevalideerde halfuurswaarde aanwezig is.

Ter berekening van de concentraties voor “Xmean” worden per pollutant volgende meetposten in aanmerking genomen :

SO <sub>2</sub>	R001-R002-B003-B005-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_SO <sub>2</sub>
NO <sub>2</sub>	R001-R002-B003-B004-B005-B006-B011-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_NO <sub>2</sub>
O <sub>3</sub>	R001-B004-B006-B011-R012-N043-WOL1	Xmean_O <sub>3</sub>
PM10	R001-B011-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_PM10

Verder wordt bij de berekening van de “karakteristieke waarde” rekening gehouden met de middelingstijd, opgenomen in de overeenstemmende EG-richtlijn. Voor SO<sub>2</sub> en PM10 wordt als “karakteristieke waarde” de 24-uursgemiddelde concentratie berekend van de denkbeeldige meetpost “Xmean”. Voor NO<sub>2</sub> wordt de maximale uurwaarde en voor O<sub>3</sub> de maximale 8-uurwaarde van de dag berekend.

De bekomen “karakteristieke waarde” wordt ingepast in de hierboven opgegeven tabel, waaruit dan de 4 subindexen I-SO<sub>2</sub>, I-PM10, I-NO<sub>2</sub> en I-O<sub>3</sub> afgeleid worden. Een maximale NO<sub>2</sub>-uurwaarde tussen 61 en 80 µg/m<sup>3</sup> levert de waarde 4 op voor de subindex I-NO<sub>2</sub> en een 8-uurwaarde voor ozon tussen 121 en 150 µg/m<sup>3</sup> levert de waarde 7 op voor de subindex I-O<sub>3</sub>.

Het **maximum** van deze **vier subindexen** is de **dagindex** voor de **algemene luchtkwaliteit**. Een grafische voorstelling van de resultaten van 4 subindexen (I-SO<sub>2</sub>, I-NO<sub>2</sub>, I-O<sub>3</sub> en I-PM10) tijdens het jaar 2008 wordt gegeven in figuur 5.1. De resultaten van de algemene index voor de luchtkwaliteit voor de jaarperiodes 2006, 2007 en 2008 worden weergegeven in figuur 5.2.

Gezien de berekeningswijze geeft de dagelijkse index aan dat de luchtverontreiniging in het Gewest voor minstens één pollutant, al of niet in de buurt komt van de referentiewaarde (grens- of streefwaarde). Bij de kwalitatieve beoordeling laat het schaalbereik (1-10) een betere nuancering toe dan vroeger het geval was (de verontreiniging is laag, gemiddeld of hoog). Het brede publiek kan de luchtkwaliteit op een bepaalde dag beter situeren t.o.v. de vorige dagen. Voor de meer geïnteresseerde gebruiker gaat er echter veel informatie verloren. Het indexgetal maakt niet duidelijk door *welke pollutant* de vervuiling tot stand komt of *hoelang* de situatie aanhoudt. De index is uiteraard **niet geschikt** voor een **wetenschappelijke interpretatie** van het fenomeen luchtverontreiniging. De index is louter een informatie-index.

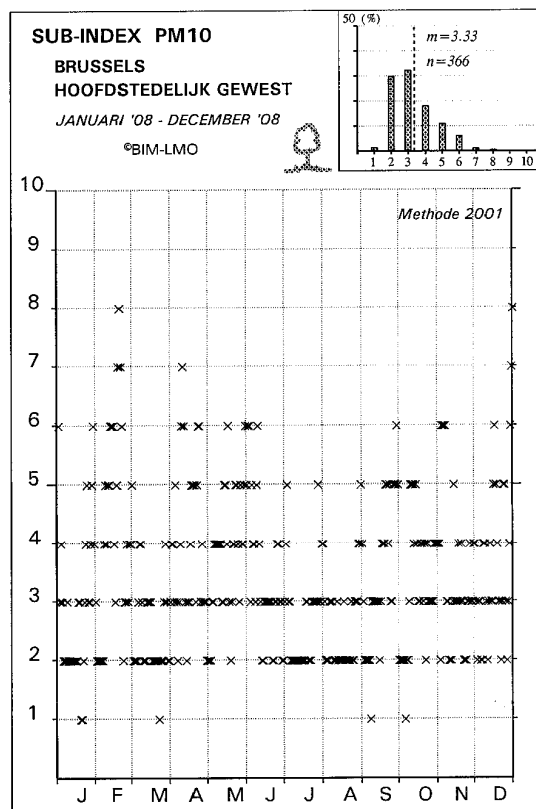
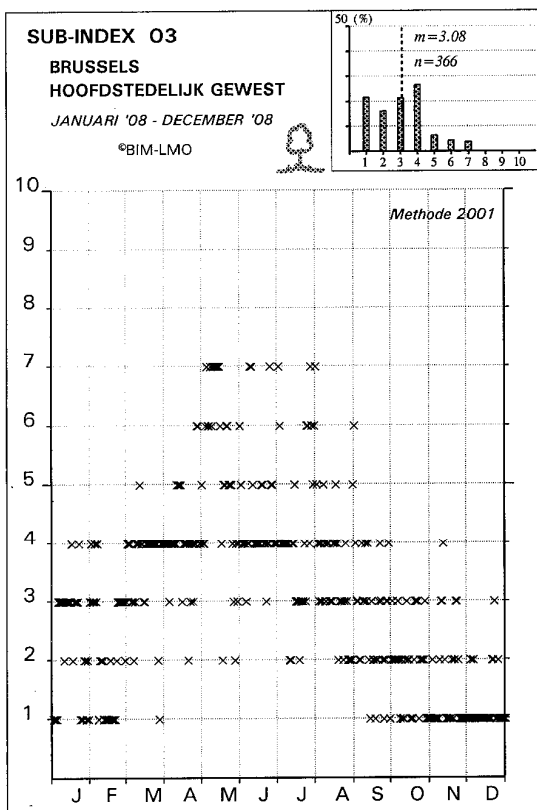
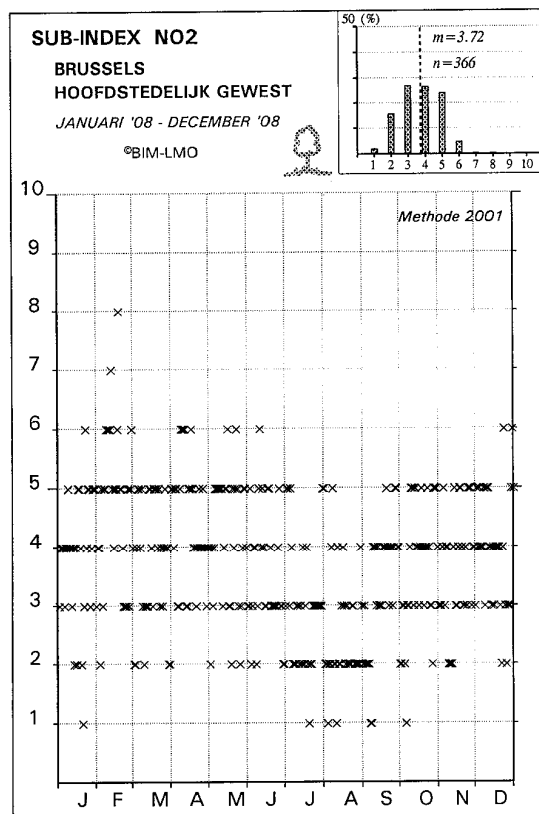
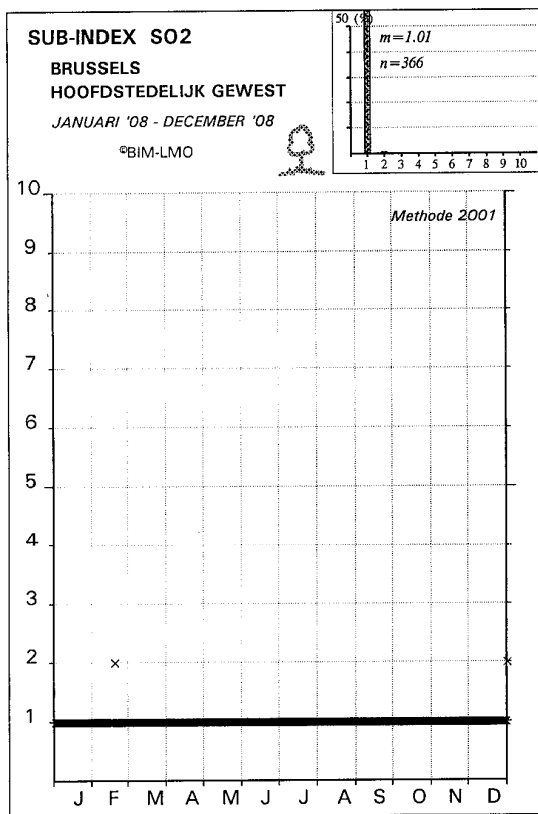


Fig. 5.1: Subindexen voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en PM<sub>10</sub> – Jaarperiode 2008

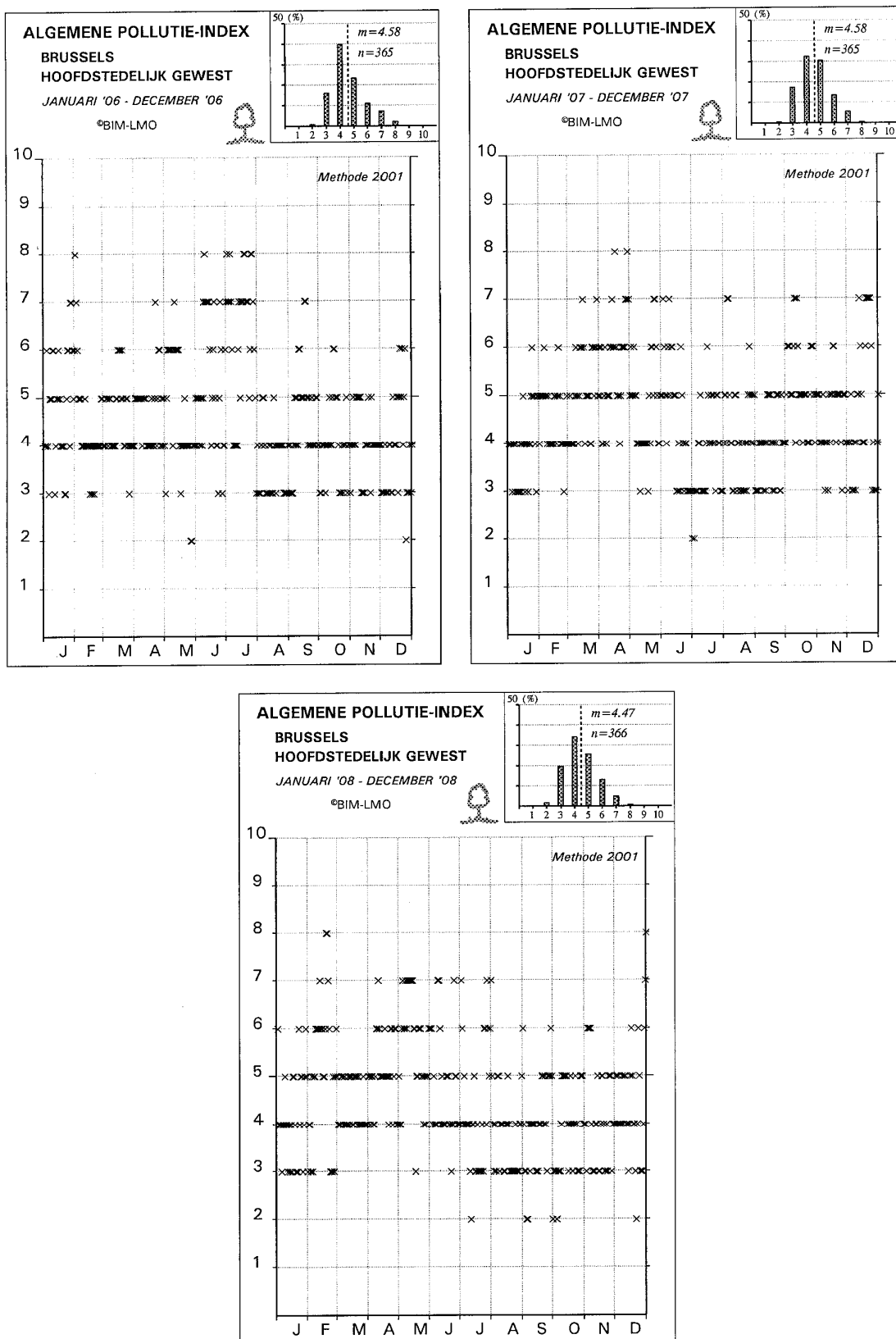


Fig. 5.2: Index van de Algemene Luchtkwaliteit – Jaarperiodes 2006, 2007 en 2008

## 5.2 INDEX van de luchtkwaliteit in een VERKEERSDRUKKE OMGEVING

Eén van de voornaamste bronnen van luchtvervuiling, zeker in een stedelijke omgeving, is het wegverkeer. De directe invloed van het wegverkeer op de luchtkwaliteit komt echter niet goed tot uiting via de index voor de algemene luchtkwaliteit. De uitstoot van het verkeer bevat vooral (zij het in steeds mindere mate) CO, NO (ca. 80 à 90% van de verkeersuitstoot aan stikstofoxiden is in de vorm van NO, de rest als NO<sub>2</sub>) en vluchtige organische stoffen.

Daarom werd naast de index voor de algemene luchtkwaliteit een tweede index ingevoerd, namelijk de "*index van de luchtkwaliteit in een verkeersdrukke omgeving*". De berekening verloopt analoog aan deze van de algemene index. De berekening van de meetpost "Xmean" is echter beperkt tot de 2 meetposten opgesteld in een verkeersspecifieke omgeving: Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003).

CO en NO<sub>x</sub> worden als specifieke verkeersgebonden parameters beschouwd. De gegevens zijn in reële tijd beschikbaar. NO<sub>x</sub> is de som van NO en NO<sub>2</sub>, uitgedrukt in equivalente massaconcentratie NO<sub>2</sub>. Een halfuurswaarde voor de denkbeeldige meetpost "Xmean" wordt pas gevalideerd indien de halfuurswaarden van beide bestaande meetposten gevalideerd zijn. Als "*karakteristieke waarde*" wordt de maximale halfuurswaarde van de meetpost "Xmean" berekend en ingepast in de hierna volgende tabel :

### Verband Index-Concentratie

Pol/Index		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NO <sub>x</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0	70	125	225	325	400	475	650	950	1750	>1750
CO	mg/m <sup>3</sup>	0	1.39	2.09	2.79	3.61	4.54	5.24	6.64	8.38	13.74	>13.74

Bij ontstentenis van bruikbare limiet-, richt- en drempelwaarden voor de aanwezigheid van deze componenten in de omgevingslucht werd deze tabel (in 1996) op pragmatische wijze opgesteld. Voor de meetpost "Xmean" werden enkel de gegevens geselecteerd, bekomen op de werkdagen van het kalenderjaar 1995 en dit enkel tijdens de ochtend- en avondspits. Van deze gegevens werd de cumulatieve frequentieverdeling berekend. De concentratieschaal werd zo gekozen dat de hoogste percentielen uit het verleden een index 8 à 9 opleveren, terwijl de P<sub>30</sub> overeenstemt met de indexwaarde 1.

Voor beide parameters wordt een subindex berekend (I-NO<sub>x</sub> en I-CO) en de index van de luchtkwaliteit in een verkeersdrukke omgeving wordt bepaald door het maximum van beide. Een grafische voorstelling van de resultaten van beide subindexen en van de index in een verkeersdrukke omgeving (jaar 2007) wordt gegeven in figuur 5.3. De resultaten van de index in een verkeersdrukke omgeving voor de jaargangen 2006, 2007 en 2008 worden weergegeven in figuur 5.4.

Omwille van aanpassingswerken aan het metrostation "Kunst-Wet" werd de meetpost B003 einde augustus 2008 voorlopig stilgelegd. Momenteel zijn er geen gegevens beschikbaar voor de berekening van de index in een verkeersomgeving.

Bij de dagelijkse telefonische boodschap wordt, omwille van de mogelijke verwarring met de index voor de algemene luchtkwaliteit, geen cijfer opgegeven en de kwalitatieve beoordeling wordt pas vanaf index 7 vermeld.

Verkeersindex		Kwalitatieve beoordeling
< (7)	-	normale situatie
(7)	+	verhoogde verontreiniging door het verkeer
(8)	++	sterk verhoogde verontreiniging door het verkeer
(9)	+++	bijzonder hoge verontreiniging door het verkeer
(10)	++++	uitzonderlijk hoge verontreiniging door het verkeer

Het schema ter berekening van de index voor de *algemene luchtkwaliteit* is, met uitzondering van de onmiddellijke omgeving van industriële bronnen van SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> en PM10, wellicht overdraagbaar naar andere gebieden. De berekening van de *index voor de luchtkwaliteit* in een *verkeersdrukke omgeving* is niet eenvoudig overdraagbaar naar andere situaties. De concentratieniveaus voor CO en NO<sub>x</sub> zijn te direct afhankelijk van de *omvang* en de *nabijheid* van de verkeersemmissies.

**Dynamische index** : sinds de zomerperiode van 2004 wordt op de website van het BIM, alsook op twee informatieborden in de stad, een dynamische index weergegeven. Deze index wordt uur na uur opnieuw berekend. De berekeningswijze en de verbanden tussen concentratieniveaus en de waarden van de subindexen zijn analoog aan deze van toepassing bij de berekening van de dagindex.

De berekening van de “*karacteristieke waarde*” gebeurt op basis van de laatste 24-uursperiode (SO<sub>2</sub> en PM10), de laatste 8-uurswaarde (O<sub>3</sub>) of de laatste uurwaarde (NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en CO).

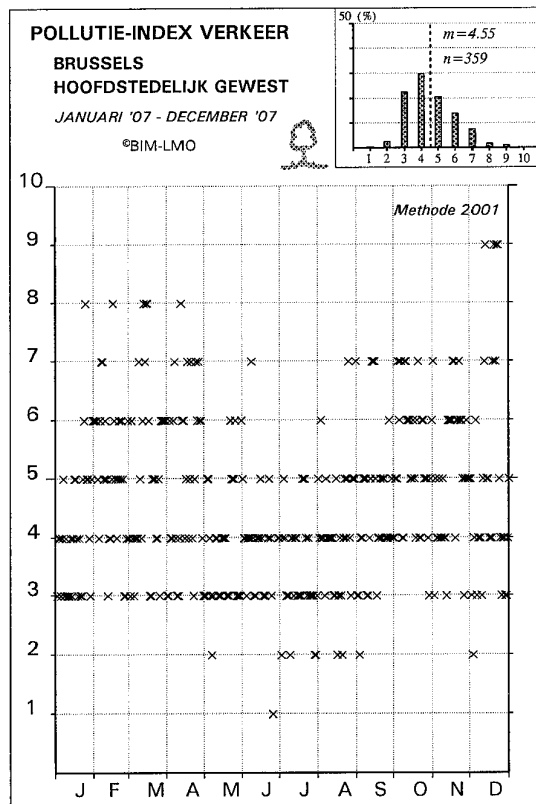
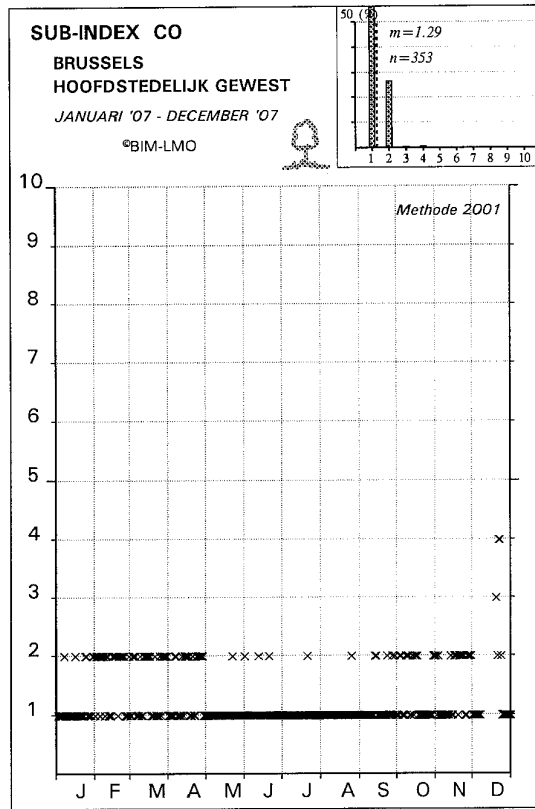
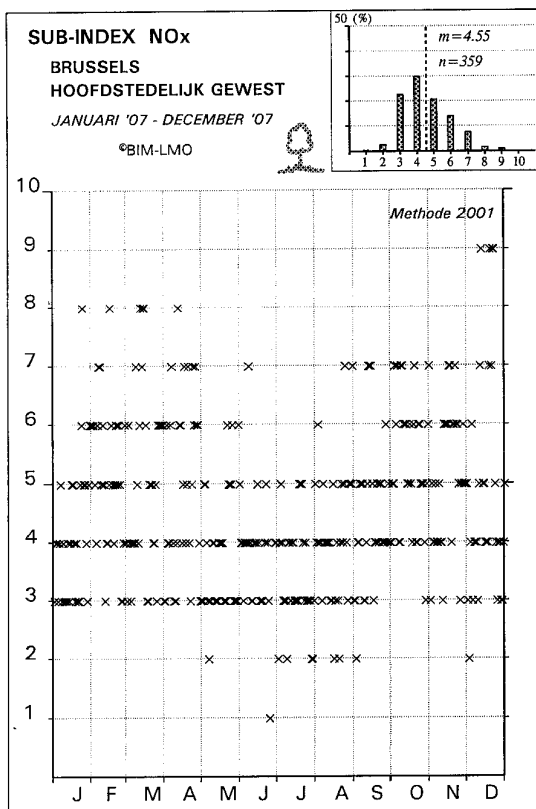


Fig. 5.3: Subindexen NO<sub>x</sub> en CO en Index in een Verkeersdrukke omgeving – Jaarperiode 2007

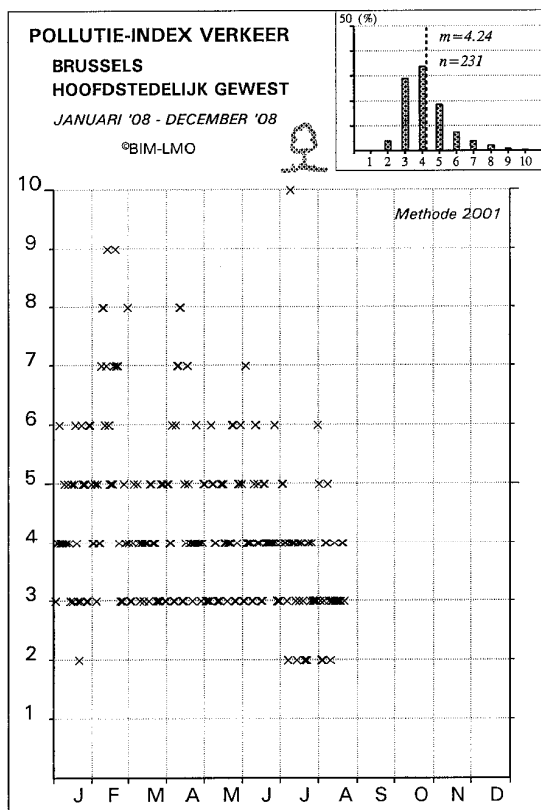
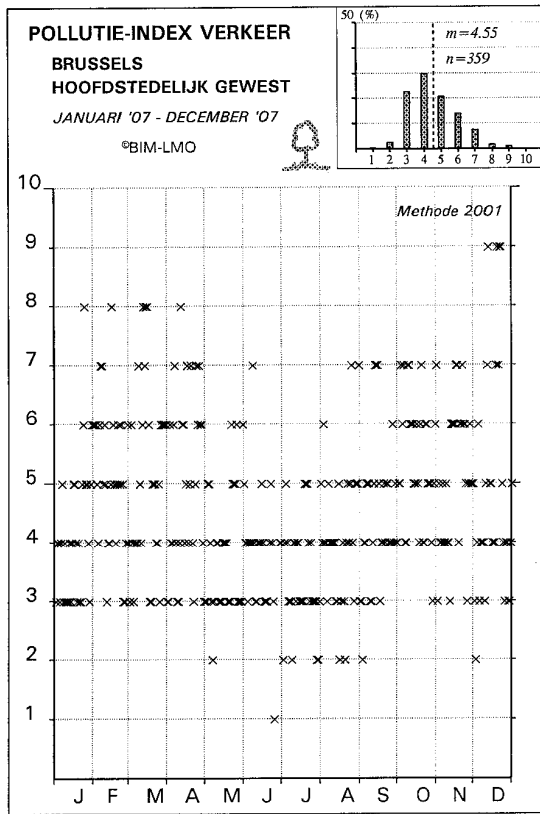
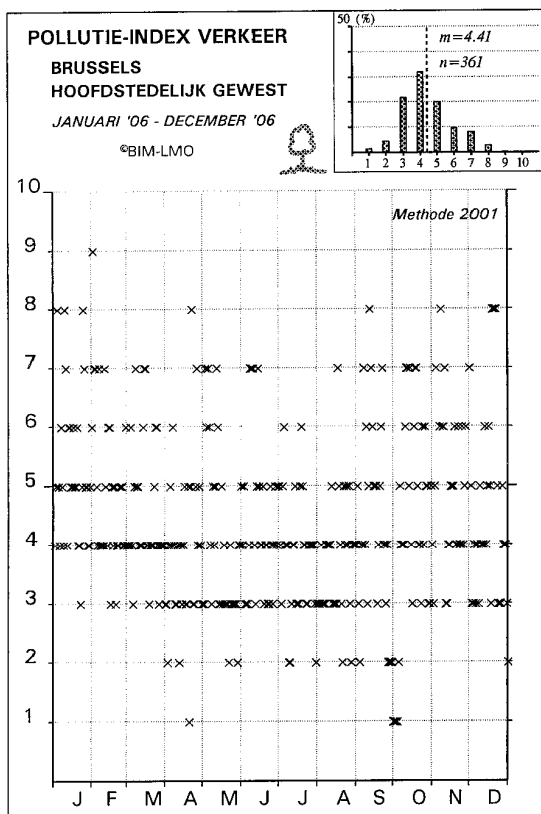


Fig. 5.3: Index Luchtkwaliteit in een Verkeersdrukke omgeving – Jaarperiodes 2006, 2007 en 2008

## 6. Resultaten Autoluwe zondagen

In het kader van een Europese actie rond mobiliteit werden door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest autoluwe dagen georganiseerd op zondag 17 september 2006, zondag 23 september 2007 en zondag 21 september 2008. Brussel neemt reeds sedert 2002 deel aan deze actie met een autoluwe zondag tijdens de tweede helft van de maand september. Tussen 9 en 19 h lokale tijd was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest. Met behulp van het “*telemetrisch meetnet luchtkwaliteit*” werden bij deze grootschalige experimenten al enkele opmerkelijke resultaten vastgesteld.

De figuren 6.1 en 6.2 geven het dagverloop weer van de concentraties voor NO in de meetposten “Kunst-Wet” (B003) en de “Kroonlaan te Elsene” (R002), beiden gelegen in een verkeersdrukte omgeving. Analoge resultaten van NO<sub>2</sub> en CO voor beide meetposten worden respectievelijk weergegeven in de figuren 6.3 en 6.4 (NO<sub>2</sub>) en de figuren 6.5 en 6.6 (CO). Elke figuur bevat vier grafieken, verdeeld over 2 bladzijden: de grafiek *6.n.a* bovenaan de eerste bladzijde verwijst naar de autoluwe zondag van het jaar 2006, de grafiek *6.n.b* onderaan de eerste bladzijde naar de autoluwe zondag van 2007 en de grafiek *6.n.c* bovenaan de tweede bladzijde naar de autoluwe zondag van 2008. De grafiek *6.n.d* onderaan de tweede bladzijde verwijst naar de gemiddelde situatie van de 7 autoluwe zondagen tot dusver georganiseerd.

De grafieken *6.n.a*, *6.n.b* en *6.n.c* geven het verloop weer van 3 reeksen gegevens: vooraan in de grafiek wordt het verloop weergegeven van de halfuurswaarden van de autoluwe zondag, in het midden het dagverloop van een gemiddelde zondag uit de periode van 1 mei tot midden september van het bewuste jaar en achteraan in de grafiek het dagverloop van een gemiddelde werkdag uit dezelfde periode. De grafiek *6.n.d* geeft het gemiddelde verloop weer, berekend over de 7 autoluwe zondagen (2002-2008), alsook het gemiddelde van alle zondagen en alle werkdagen uit de periodes ‘mei – september’ van de jaren 2002 tot 2008.

**Meteorologische parameters:** informatie over de meteorologische situatie op de autoluwe zondagen is terug te vinden in de figuren 6.17 (autoluwe zondag 17 september 2006), 6.18 (zondag 23 september 2007) en 6.19 (autoluwe zondag 21 september 2008). Elk van deze figuren bevat drie grafieken: de grafiek bovenaan geeft de evolutie weer van de temperatuur op de autoluwe zondag, de middelste grafiek geeft het verloop weer van de relatieve vochtigheid en de grafiek onderaan het verloop van de windsnelheid. In de grafieken van figuur 6.20 wordt het verloop weergegeven van het temperatuurverschil tussen 3 m en 30 m hoogte [T3 – T30]. Een negatieve waarde wijst op de aanwezigheid van een grondinversie. De grafiek bovenaan verwijst naar de autoluwe zondag van 2006, de middelste naar de autoluwe zondag van 2007 en de grafiek onderaan naar deze van 2008.

**17 september 2006:** de meteorologische condities waren vrij mild. De temperatuur tijdens de ochtend bedroeg 19 °C, nam toe tot 22 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 16 °C tijdens de daaropvolgende nacht. Er werd geen temperatuursinversie aan de grond vastgesteld, niet tijdens de ochtend en niet tijdens de avond.

De wind was matig en nam tijdens de namiddag toe van ca. 2 tot 4 m/s. De wind kwam overwegend uit het westen tot het noordwesten en dit betekent normalerwijze aanvoer van minder vervuilde lucht. Er was bewolking gedurende het grootste gedeelte van de dag. De luchtvochtigheid nam af van ca. 90% in de ochtend tot 70% in de loop van de namiddag.



Deze situatie gaf geen aanleiding tot een eventuele ophoping in de lucht van de klassieke polluenten. Vóór het begin van de sperperiode voor het verkeer waren de concentraties voor NO, NO<sub>2</sub>, CO en CO<sub>2</sub> reeds lager dan op een gemiddelde zondag of een gemiddelde werkdag. De concentraties voor PM10 en PM2,5 daarentegen waren uitzonderlijk hoog tijdens de uren voorafgaand aan de sperperiode voor het verkeer.

**23 september 2007:** de meteorologische condities waren vrij mild. De temperatuur tijdens de ochtend bedroeg 13 °C, nam toe tot 23 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 16 °C tijdens de daaropvolgende nacht. Vroeg in de ochtend werd een temperatuursinversie vastgesteld aan de grond: te Ukkel werd tussen 0 en 30 m boven de grond een temperatuurverschil opgemeten dat varieerde van -3,9°C tot -0,7°C tussen 0:00 h en 6:00 h UT.

De wind was matig, nam rond het middaguur toe van ca. 2 tot 4 m/s en bedroeg 3 à 4 m/s tijdens de namiddag en de avond. De wind kwam overwegend uit het zuiden. Het was een zeer zonnige en aangename dag met weinig of geen bewolking en geen neerslag. De luchtvochtigheid nam af van ca. 85% in de ochtend tot ongeveer 65% in de loop van de namiddag.

Door de sterke ochtendinversie gaf deze situatie aanleiding tot vrij hoge concentraties van de klassieke polluenten (NO, NO<sub>2</sub>, CO en CO<sub>2</sub>) en tot relatief hoge waarden voor PM10 en PM2,5 tijdens de ochtenduren, vóór het begin van de sperperiode voor het verkeer.

**21 september 2008:** de meteorologische condities waren vrij mild. De temperatuur tijdens de ochtend bedroeg ongeveer 9 °C, nam toe tot 19 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 14 °C tijdens de daaropvolgende nacht.

Tijdens de nacht en tot in de ochtend werd een temperatuursinversie vastgesteld aan de grond. Te Ukkel werd tussen 0 en 30 m boven de grond een temperatuurverschil [ $dT = T_3 - T_{30}$ ] opgemeten dat varieerde van -2,2°C tot -0,2°C tussen 0:00 h en 7:30 h UT. Dit betekent dat de temperatuursinversie nog even aanhield nadat de sperperiode was ingegaan. Tussen 17:30 h en 19:30 h UT werd een temperatuurverschil opgemeten tussen -0.2 en -0.9°C. Deze periode valt ongeveer samen met de terugkeer van het verkeer.

De wind was matig, nam rond het middaguur toe van ca. 2 tot 4 m/s en dat bleef zo tijdens de namiddag en de avond. De wind kwam overwegend uit noordoostelijke richting. Het was een zonnige en aangename namiddag met weinig of geen bewolking en geen neerslag. De luchtvochtigheid nam af van ca. 90% in de ochtend tot ongeveer 45% in de loop van de namiddag om terug op te lopen tot 85% tijdens de nacht.

Door de ochtendinversie waren de concentraties van de klassieke polluenten (NO, NO<sub>2</sub>, CO en CO<sub>2</sub>) relatief hoog tijdens de ochtenduren, vóór het begin van de sperperiode voor het verkeer. Voor PM10 en PM2,5 werden er licht verhoogde concentraties waargenomen tijdens de uren voorafgaand aan de sperperiode voor het verkeer.

**NO en NO<sub>2</sub>**: uit de grafieken in de figuren 6.1 en 6.2 kan worden opgemaakt dat er op de autoluwe zondagen van 2006, 2007 en 2008, tussen 7 en 17 h UT (9 en 19 h lokale tijd), een lagere NO-concentratie aanwezig is dan op een gemiddelde zondag. De concentraties zijn het hoogst op een gemiddelde werkdag. Op het einde van de autoluwe periode stijgt de NO-concentratie van zodra het verkeer opnieuw is toegelaten. Op de autoluwe zondag van 2007 en 2008 was er tegen het einde van de sperperiode een vrij stabiele situatie, waardoor de concentraties wellicht ook nog toenamen als gevolg van de minder goede verspreiding van de uitstoot van het terugkerende verkeer.

Voor de autoluwe zondag van 2008 zijn er geen gegevens beschikbaar voor de meetpost B003. Wegens aanpassingswerken aan het metrostation en het complex “Kunst-Wet” werd de meetpost einde augustus 2008 voorlopig stilgelegd.

Voor NO<sub>2</sub> (figuren 6.3 en 6.4) wordt tijdens de sperperiode van de autoluwe zondagen eveneens een duidelijk lager concentratieniveau vastgesteld. Dit is duidelijk het geval tijdens de autoluwe zondag van 2007 en 2008.

Voor elke individuele autoluwe zondag is de concentratie lager tijdens de sperperiode van het verkeer dan tijdens dezelfde periode van een gemiddelde zondag of een gemiddelde werkdag. Bij het begin en op het einde van de sperperiode is er telkens een verandering van de concentratie waar te nemen: een daling van de concentratie bij het begin en een toename van de concentratie op het einde van de sperperiode. De intensiteit van deze verandering wordt echter mede bepaald door de meteorologische omstandigheden die verschillende zijn voor elk van de autoluwe zondagen. Bij zeer stabiele omstandigheden kunnen de concentraties ervoor en erna hoog oplopen. Bij onstabiele omstandigheden zijn de concentraties tijdens de uren ervoor en erna eerder laag.

De situatie berekend over alle autoluwe zondagen (grafieken 6.n.d) wijst op gemiddeld lagere concentraties voor NO en NO<sub>2</sub> tijdens de sperperiode voor het verkeer in vergelijking met dezelfde periode op een gemiddelde zondag of een gemiddelde werkdag. Er is een duidelijke daling van de concentratie bij het begin en een duidelijke toename van de concentratie op het einde van de sperperiode voor het verkeer. Deze gemiddelde situatie biedt het voordeel dat toevalligheden verbonden aan één welbepaalde meteorologische situatie enigszins uitgefilterd worden.

De grafieken van figuur 6.7 geven, voor de verschillende autoluwe zondagen en voor het gemiddelde van alle autoluwe zondagen, een vergelijkende weergave van het NO<sub>2</sub>-dagverloop in 4 verschillende meetposten. Voor NO<sub>2</sub> wordt op alle meetpunten van het Gewest vrijwel onmiddellijk een vermindering van de concentratie vastgesteld, ook op de meetpunten die niet in een verkeersdrukke omgeving gelegen zijn.

Dit is een zeer belangrijke vaststelling. Er bestaat dus duidelijk een marge voor een eventuele verlaging van de NO<sub>2</sub>-concentratie. Indien er op termijn, op permanente basis omvangrijke reducties van de NO<sub>x</sub>-uitstoot kunnen gerealiseerd worden (b.v. “dé-NO<sub>x</sub>” systemen op dieselvoertuigen of een compleet NO<sub>x</sub>-vrij autopark) dan zal de NO<sub>2</sub>-concentratie algemeen dalen, waardoor het respecteren van de strenge NO<sub>2</sub>-norm (jaargemiddelde < 40 µg/m<sup>3</sup>) ook haalbaar wordt in verkeersdrukke stadskernen. Een significante daling van de NO<sub>2</sub>-concentratie kan bovendien leiden tot minder fotochemische vervuiling (ozonproblematiek) en eventueel tot een verminderde vorming van secundair aërosol (ammoniumnitraat in PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>).

**CO:** ook voor CO wordt op de autoluwe zondag een duidelijke daling van de concentratie vastgesteld tijdens de sperperiode voor het verkeer (figuren 6.5 en 6.6). De concentraties op de autoluwe zondag zijn lager dan op een gemiddelde zondag en veel lager dan op een gemiddelde werkdag. Het verloop van de CO-concentraties sluit aan bij het verloop van de NO-concentraties. Beide parameters zijn trouwens nog altijd, zij het in steeds mindere mate (dalende uitstoot), specifiek voor de uitstoot van het verkeer.

Voor elke individuele autoluwe zondag wordt bij het begin en op het einde van de periode van de sperperiode telkens respectievelijk een vermindering en een toename van de CO-concentraties vastgesteld. Ook voor de gemiddelde situatie over alle autoluwe zondagen zijn de CO-concentraties het laagst tijdens de sperperiode voor het verkeer en er is een duidelijke verandering van de concentratie bij het begin en op het einde van de autoluwe periode.

**O<sub>3</sub>:** voor de meetposten te Ukkel (R012) en te Berchem (B011) wordt het dagverloop van de O<sub>3</sub>-concentratie van de autoluwe zondagen weergegeven in de grafieken van figuur 6.8 en 6.9. De grafieken verwijzen naar de autoluwe zondagen van 2006, 2007 en 2008 en naar de gemiddelde situatie voor alle autoluwe zondagen georganiseerd tussen 2002 en 2008. Vanaf 09.00 tot 17.00 h UT (11.00 tot 19.00 h lokale tijd) bemerkt men een verhoging van de ozonconcentraties. Deze verhoging wordt algemeen vastgesteld op alle meetpunten van het Gewest. Tijdens de sperperiode voor het verkeer is er minder NO aanwezig in de lucht, waardoor de ozonafbraak beperkt is. De situatie is het duidelijkst voor de autoluwe zondagen van 2007 en 2008. De ozonconcentraties op de autoluwe zondagen zijn hoger of minstens van hetzelfde niveau als voor een gemiddelde zondag tijdens de hoogzomerperiode.

Door de hogere basisvervuiling op de autoluwe zondag van 2007 vertrekt de ozonconcentratie van een zeer laag niveau en stijgt onmiddellijk van zodra de ochtendinversie verdwijnt en het verkeersverbod begint. De ozonconcentratie daalt plots (2007 en 2008) van zodra het verkeer opnieuw NO uitstoot (17 h UT of 19 h LT).

Analoge vaststellingen worden gedaan voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen. De ozonconcentraties zijn hoger tijdens de sperperiode voor het verkeer en er is een toename, respectievelijk een vermindering van de concentratie bij het begin en op het einde van de autoluwe periode.

Tezamen met het weekend ozoneffect zorgen deze experimenten voor het ultieme bewijs dat een noodmaatregel zoals het stilleggen van het verkeer, met het oog op de vermindering van de ozonconcentratie, in onze omgeving en onder de huidige voorwaarden, contraproductief is.

Bij de terugkeer van het verkeer daalt de ozonconcentratie vrijwel onmiddellijk. De daling is algemeen voor alle meetpunten van het Gewest (zie figuren 6.10 en 6.11). Deze figuren geven respectievelijk voor de autoluwe zondag van 2006, 2007 en 2008 en voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2008 het verloop weer van de ozonconcentratie in 4 verschillende meetposten van het Gewest (grafieken 6.10.x) en van de somconcentratie van [O<sub>3</sub> en NO<sub>2</sub>] (grafieken 6.11.x), uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. Bij de ozonafbraak wordt een hoeveelheid NO geoxideerd tot NO<sub>2</sub>. Uit de resultaten van de somconcentratie [O<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>] blijkt overduidelijk het complementaire karakter van O<sub>3</sub> en NO<sub>2</sub>: de daling van de O<sub>3</sub>-concentratie wordt gecompenseerd door een equivalente stijging van de NO<sub>2</sub>-concentratie. Anderzijds kan ook vastgesteld worden dat de afwezigheid van NO tijdens de autoluwe periode leidt tot een quasi uniforme ozonconcentratie op alle meetposten van het Gewest.

**PM10:** in de figuren 6.12 en 6.13 wordt het PM10-concentratieverloop weergegeven voor de autoluwe zondagen van 2006, 2007 en 2008 en voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2008. Het betreft de resultaten voor de meetposten te Molenbeek (fig. 6.12) en te Haren (fig. 6.13).

Voor de autoluwe zondag van 17 september 2006, met zo goed als geen verkeer en geen huisverwarming (buitentemperatuur tussen 19 en 22°C) en een zeer beperkte economische activiteit, werden uitzonderlijk hoge PM10-concentraties opgetekend op alle meetposten van het Gewest. De concentraties waren tot driemaal hoger dan op een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag. Ondanks de afwezigheid van lokale bronnen (geen verkeer, geen verwarming en weinig economische activiteit) werden er op deze autoluwe zondag dagwaarden voor PM10 gemeten tussen 75 en 92 µg/m<sup>3</sup>, ruim hoger dan de limietwaarde van 50 µg/m<sup>3</sup> voor dagwaarden. De limietwaarde werd overschreden in alle meetposten voor PM10 van het Gewest. Bovendien werden de op één na hoogste dagwaarden van het gehele jaar 2006 opgetekend. Voor een verklaring wordt verwezen naar het hoofdstuk 4.3 over zwevende deeltjes (zie punt 4.3.9 *Hoge concentraties op dagen met weinig verkeer*).

Tijdens deze autoluwe zondag wordt geen duidelijke verandering van de concentraties vastgesteld: geen bruuske vermindering bij het begin en geen plotse toename op het einde van de autovrije periode. Wegens de zeer hoge concentraties wordt het dagprofiel van de autoluwe zondag van 17 september 2006 achteraan geplaatst in de figuren 6.12.a en 6.13.a.

De ochtendpiek op werkdagen, vastgesteld voor de meetpost te Haren, wordt veroorzaakt door het verkeer. Het betreft in hoge mate de grovere deeltjesfractie, tussen 2,5 en 10 µm, die (terug) in suspensie wordt gebracht (zie punt 4.3.8 *Invloed van de windrichting en de luchtvochtigheid op de overschrijdingen PM10*).

De potentieel gevaarlijke uitstoot van het verkeer situeert zich in de deeltjesgrootte 0,01 tot 0,1 µm en de gezamenlijke massa van deze deeltjes vertegenwoordigt slechts een beperkt gedeelte van de totale PM10-massa.

De autoluwe periode van zondag 23 september 2007 en 21 september 2008 geven een ander beeld. Er is een duidelijke vermindering van de PM10-concentratie te bemerken tijdens een periode van de dag die ongeveer samenvalt met de autoluwe periode (7:00-17:00 h UT). De PM10-concentratievermindering begint echter met ongeveer anderhalf tot twee uur vertraging t.o.v. de autoluwe periode. Het tijdstip van het begin van de concentratiedaling stemt veeleer overeen met het verdwijnen van de temperatuursinversie.

De gemiddelde situatie over alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2008 geeft aan dat de PM10 concentratie tijdens de autoluwe periode niet of nauwelijks lager is dan tijdens dezelfde periode van een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag. Er wordt bovendien geen noemenswaardige verandering van de concentratie vastgesteld: geen duidelijke vermindering bij het begin en geen duidelijke toename van de concentratie op het einde van de autoluwe periode.

Deze vaststellingen tonen aan dat de problematiek van de PM10-deeltjesfractie (en dus de interpretatie van het fenomeen) heel wat ingewikkelder van aard is dan de problematiek van de gasvormige polluenten.

**PM2,5:** in de figuren 6.14 en 6.15 wordt het PM2,5-concentratieverloop weergegeven voor de autoluwe zondagen van 2006, 2007 en 2008 en voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2008. Het betreft de resultaten voor de meetposten te Molenbeek (fig. 6.14) en te Haren (fig. 6.15).

Voor de autoluwe zondag van 17 september 2006, met zo goed als geen verkeer en geen huisverwarming (buitentemperatuur tussen 19 en 22°C) en een zeer beperkte economische activiteit, werden uitzonderlijk hoge PM2,5-concentraties opgetekend op alle meetposten van het Gewest. De concentraties waren tot driemaal hoger dan op een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag. Ondanks de afwezigheid van lokale bronnen (geen verkeer, geen verwarming en weinig economische activiteit) werden er op deze autoluwe zondag dagwaarden voor PM2,5 gemeten tussen 70 à 78 µg/m<sup>3</sup>. De massaconcentratie voor PM2,5 maakt ongeveer 80 à 90% uit van de massaconcentratie voor PM10. Voor een verklaring wordt verwezen naar het hoofdstuk 4.3 over zwevende deeltjes (zie punt 4.3.9 *Hoge concentraties op dagen met weinig verkeer*).

Tijdens deze autoluwe zondag wordt geen duidelijke verandering van de concentraties vastgesteld: geen bruuske vermindering bij het begin en geen plotse toename op het einde van de autovrije periode. Wegens de zeer hoge concentraties wordt het dagprofiel van de autoluwe zondag van 17 september 2006 achteraan geplaatst in de figuren 6.14.a en 6.15.a.

De autoluwe periode van zondag 23 september 2007 en 21 september 2008 geven een ander beeld. Er is een duidelijke vermindering van de PM2,5-concentratie te bemerken tijdens een periode van de dag die ongeveer samenvalt met de autoluwe periode (7:00-17:00 h UT). De PM2,5-concentratievermindering begint echter met ongeveer anderhalf tot twee uur vertraging t.o.v. de autoluwe periode. Het tijdstip van het begin van de concentratiedaling stemt veeleer overeen met het verdwijnen van de temperatuursinversie.

De gemiddelde situatie over alle autoluwe zondagen tussen 2006 en 2008 geeft aan dat de PM2,5 concentratie tijdens de autoluwe periode niet of nauwelijks lager is dan tijdens dezelfde periode van een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag. Er wordt bovendien geen noemenswaardige verandering van de concentratie vastgesteld: geen duidelijke vermindering bij het begin en geen duidelijke toename van de concentratie op het einde van de autoluwe periode. Vermits er voor PM2,5 tot heden slechts voor drie autoluwe zondagen gegevens beschikbaar zijn en vermits de situatie tijdens de autoluwe zondag van 2006 toch eerder uitzonderlijk was, dient de statistische representativiteit van deze vaststellingen nog bevestigd te worden in de toekomst.

**CO<sub>2</sub>**: voor de meetpost in de Kroonlaan wordt het CO<sub>2</sub>-dagverloop van de autoluwe zondagen weergegeven in de grafieken van figuur 6.16. Tijdens de sperperiode voor het verkeer, voornamelijk tussen 09.00 en 17.00 h UT wordt een lichte daling (enkele ppm) van de CO<sub>2</sub>-concentratie waargenomen. De basisconcentratie voor CO<sub>2</sub> is ongeveer 370 à 380 ppm. Bij normale omstandigheden worden in Brussel niveaus bereikt van ca. 400 à 420 ppm. Hogere concentraties wijzen op meteorologische condities die ongunstig zijn voor de verspreiding. In dit perspectief dient de ogenschijnlijk geringe concentratiedaling (enkele ppm) tijdens de sperperiode voor het verkeer vergeleken te worden met het verschil tussen het ochtendniveau en het basisniveau.

In de drie gevallen wordt op het einde van de sperperiode voor het verkeer een lichte toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie vastgesteld.

Een vergelijking met andere resultaten uit de zomerperiode dient met de nodige omzichtigheid te geschieden. Wegens het effect van de fotosynthese zijn de CO<sub>2</sub>-concentraties op zomerse dagen, in het bijzonder tijdens de namiddag, immers steeds opvallend lager.

Voor de gemiddelde situatie over alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2008 bemerkt men een lichte daling van de CO<sub>2</sub>-concentratie tijdens de sperperiode voor het verkeer en een geringe afname van de concentratie bij het begin en een toename op het einde van deze periode. Tijdens de sperperiode zijn de concentraties lager dan tijdens dezelfde periode van een gemiddelde zondag of werkdag.

**Meerdere autoluwe zondagen**: De situatie op één enkele dag wordt fel beïnvloed door de meteorologische omstandigheden van het moment. Daarom kunnen er, uit het verloop van één of van slechts enkele autoluwe zondagen, niet voor elke pollutant vaststaande conclusies getrokken worden. In september 2008 werd reeds voor de zevende maal een autoluwe zondag georganiseerd. Voor de gasvormige pollutanten is er een goede overeenstemming tussen het beeld dat bekomen wordt op basis van de gemiddelde situatie over de zeven tot dusver georganiseerde autoluwe zondagen en de resultaten van de individuele autoluwe zondagen. Voor de deeltjesfractie PM10 en vooral PM2,5 is nog aanvullende informatie van toekomstige autoluwe zondagen nodig teneinde de statistische representativiteit van de vaststellingen voor de gemiddelde situatie te bevestigen.

Nochtans kan nu reeds duidelijk gesteld worden dat de sperperiode voor het verkeer leidt tot een algemene vermindering van de NO<sub>2</sub>-concentratie over alle meetposten van het Gewest en dit is een zeer hoopvolle bevinding.

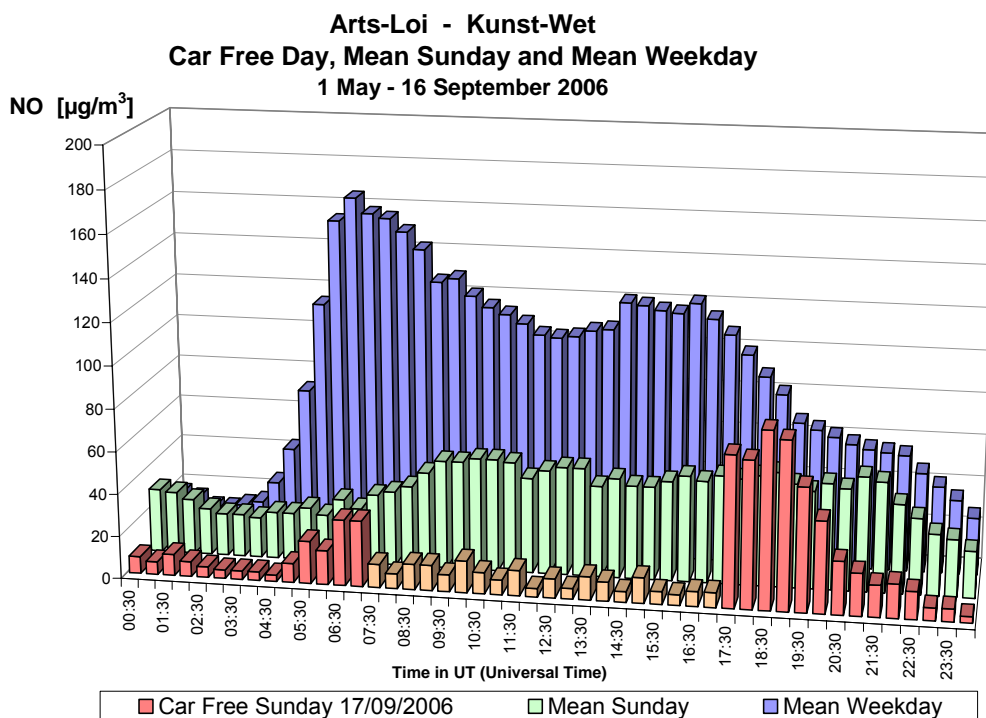


Fig. 6.1.a: "Kunst-Wet" – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2006'

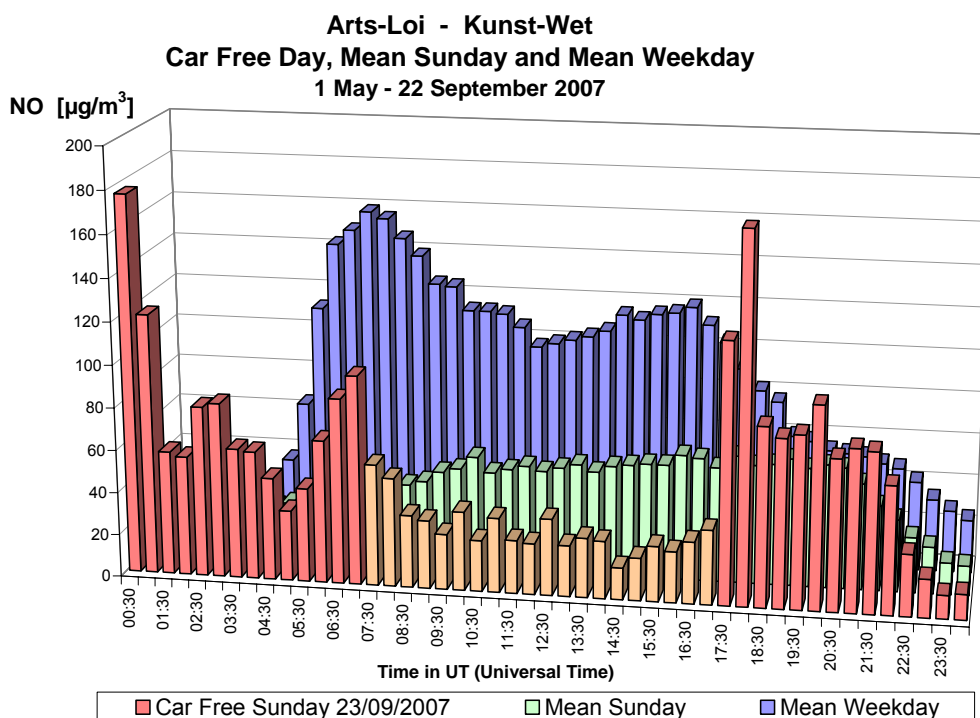


Fig. 6.1.b: "Kunst-Wet" – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2007'

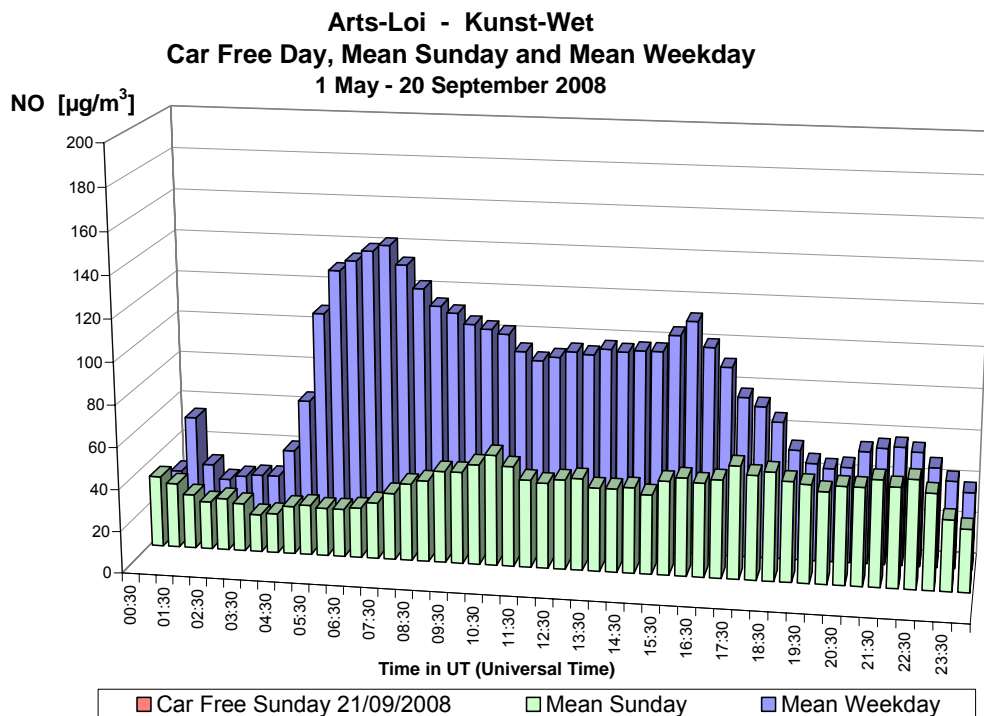


Fig. 6.1.c: "Kunst-Wet" – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

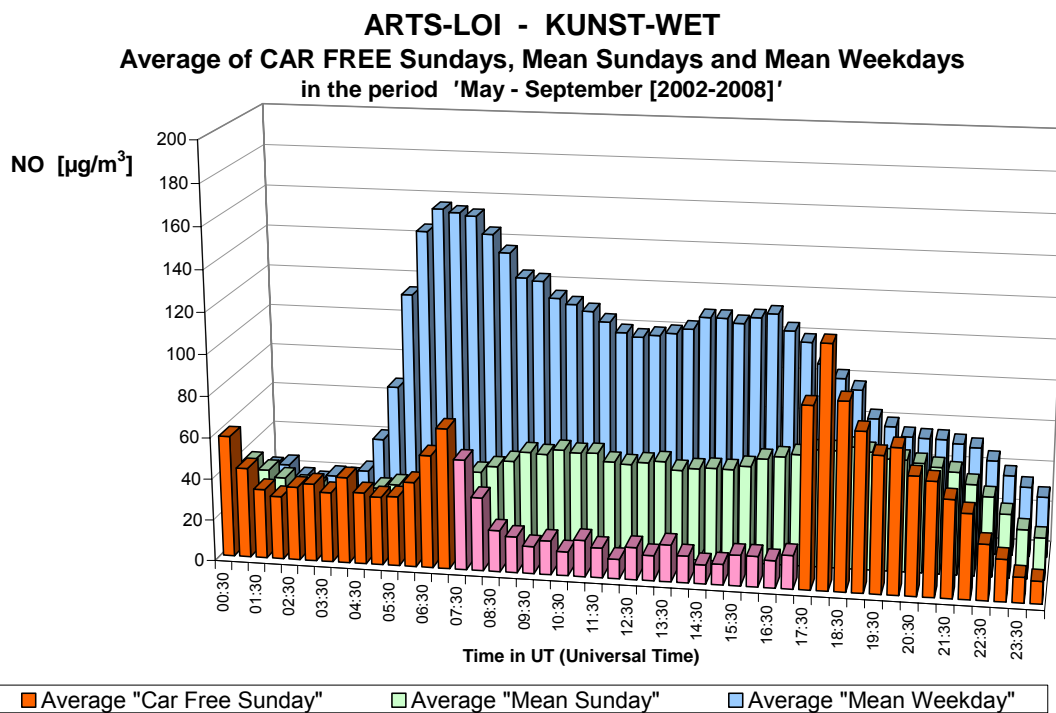


Fig. 6.1.d: "Kunst-Wet" – NO – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2008]'



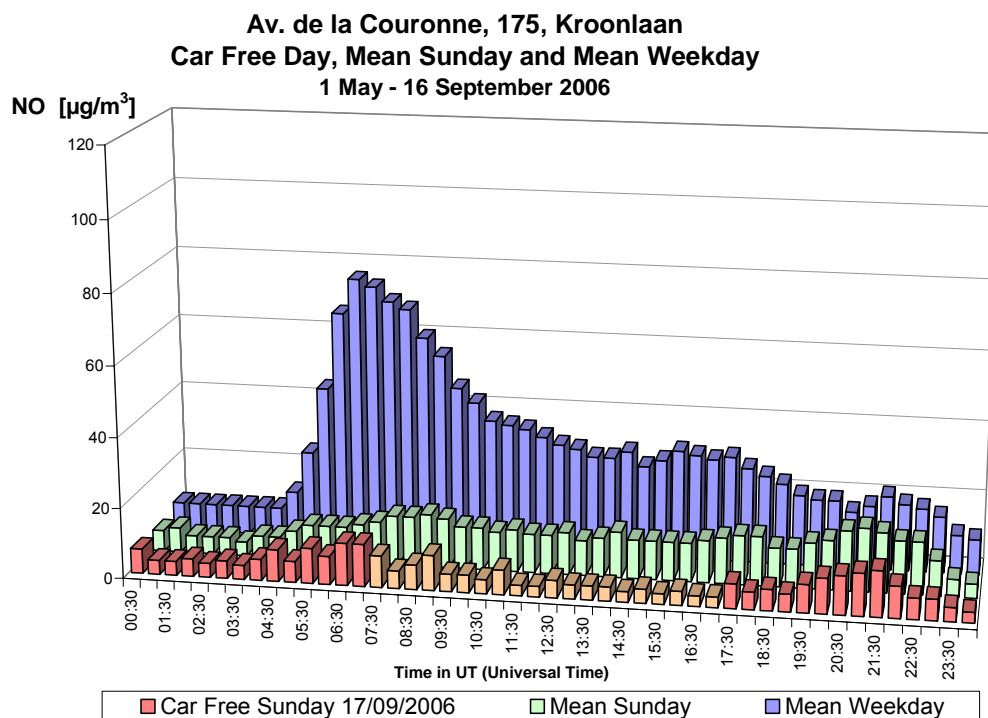


Fig. 6.2.a: Kroonlaan-Elsene – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

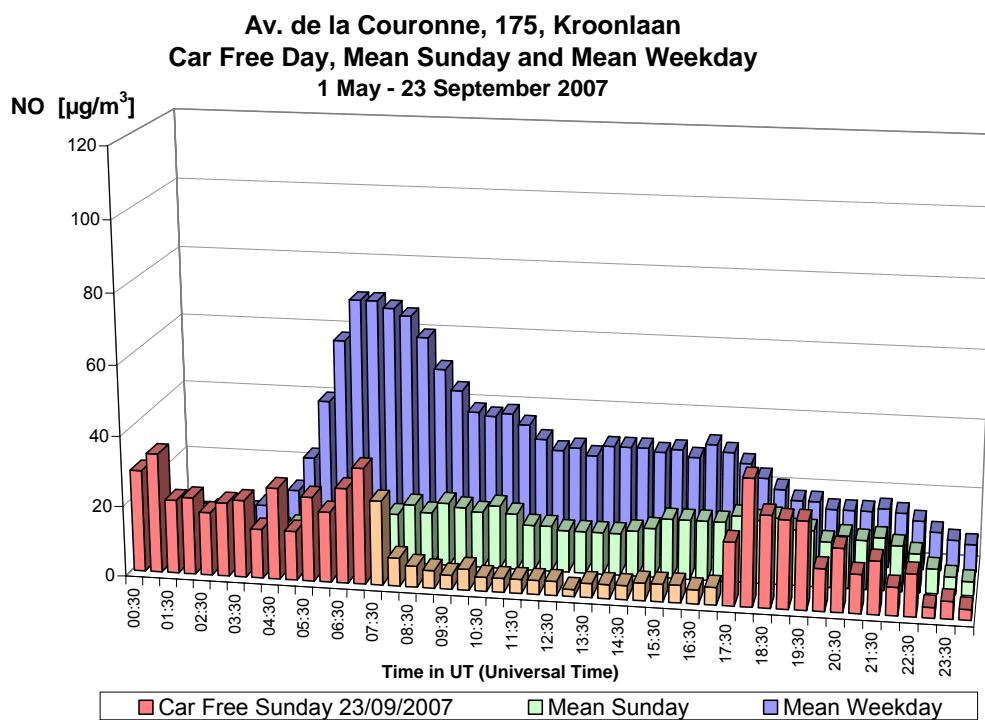


Fig. 6.2.b: Kroonlaan-Elsene – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

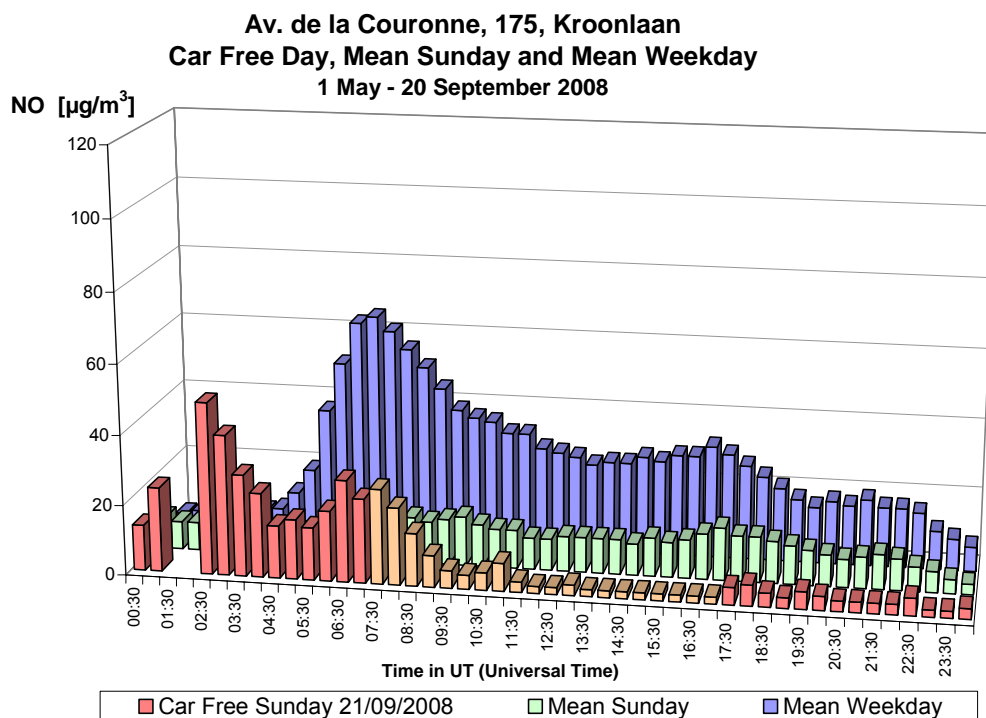


Fig. 6.2.c: Kroonlaan-Elsene – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

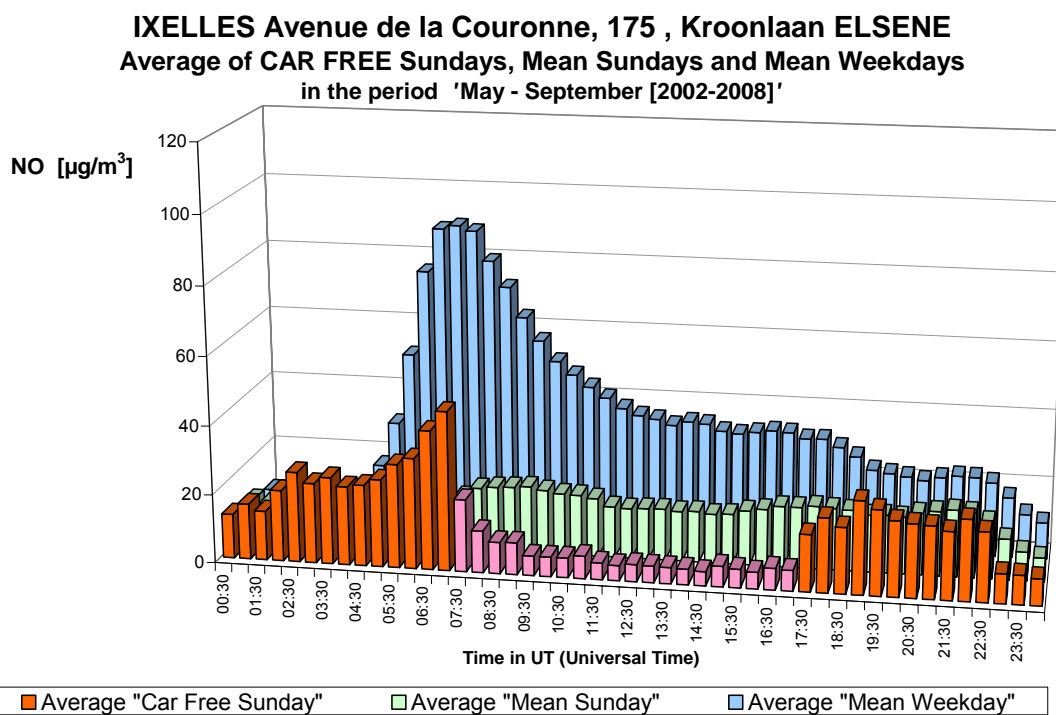


Fig. 6.2.d: Kroonlaan-Elsene – NO – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2008]'

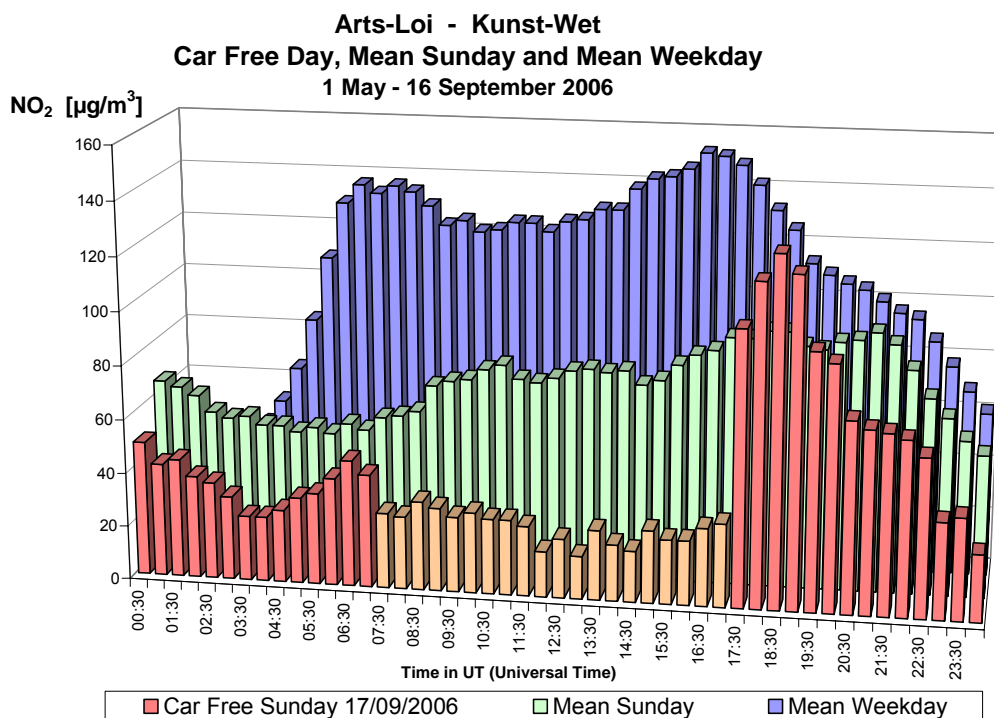


Fig. 6.3.a: “Kunst-Wet” – NO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

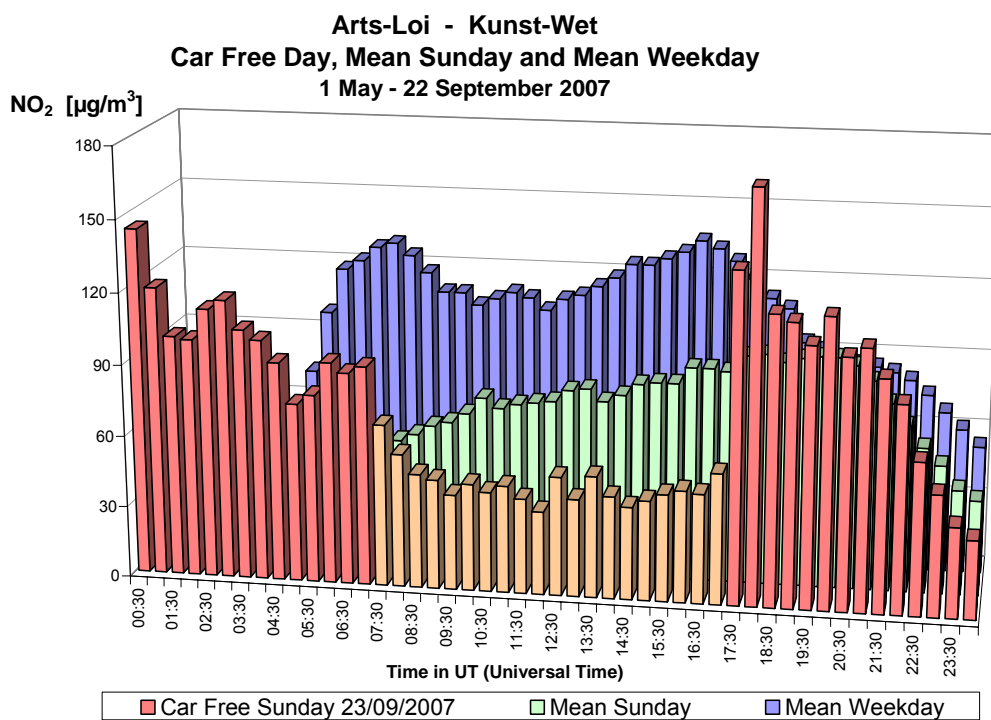


Fig. 6.3.b: “Kunst-Wet” – NO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

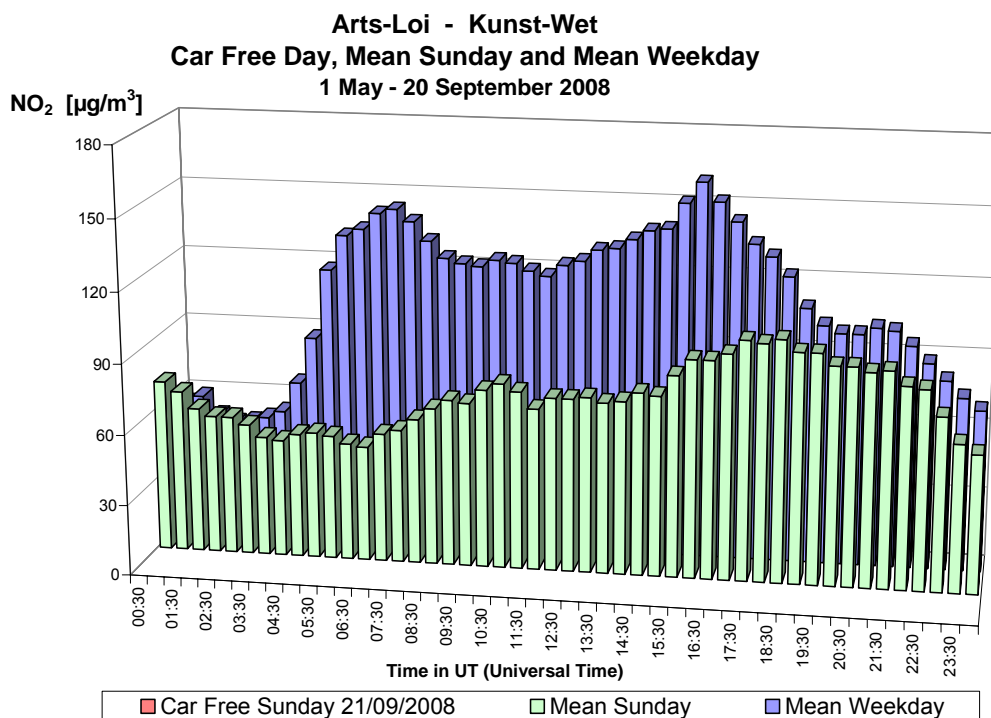


Fig. 6.3.c: “Kunst-Wet” – NO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2008’

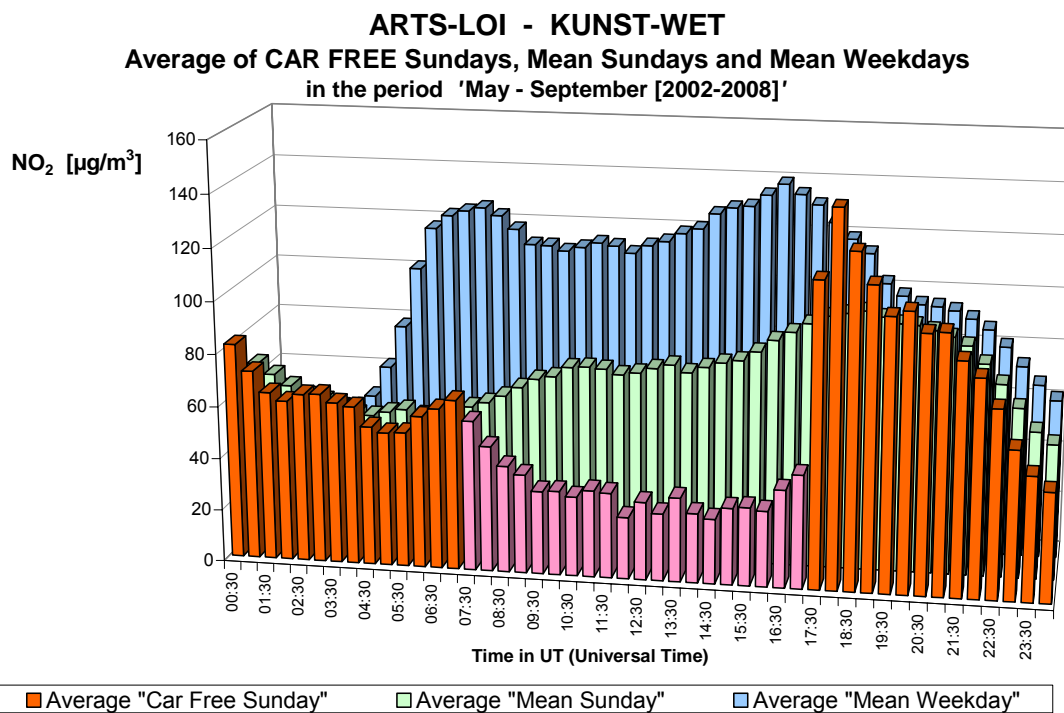


Fig. 6.3.d: “Kunst-Wet” – NO<sub>2</sub> – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2008]’

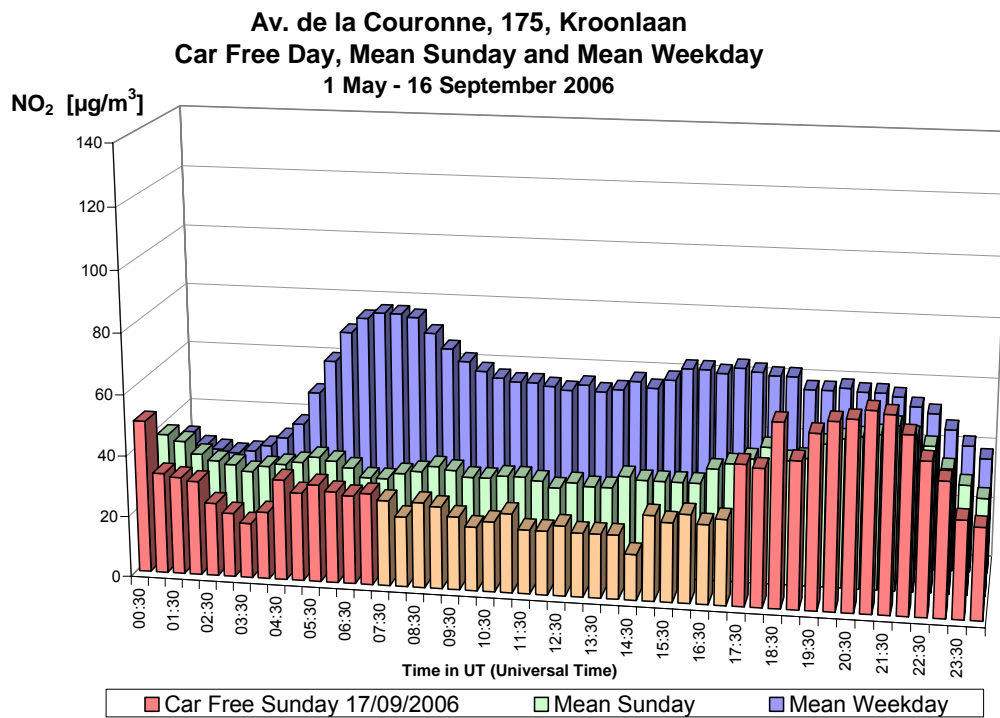


Fig. 6.4.a: Kroonlaan-Elsene – NO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

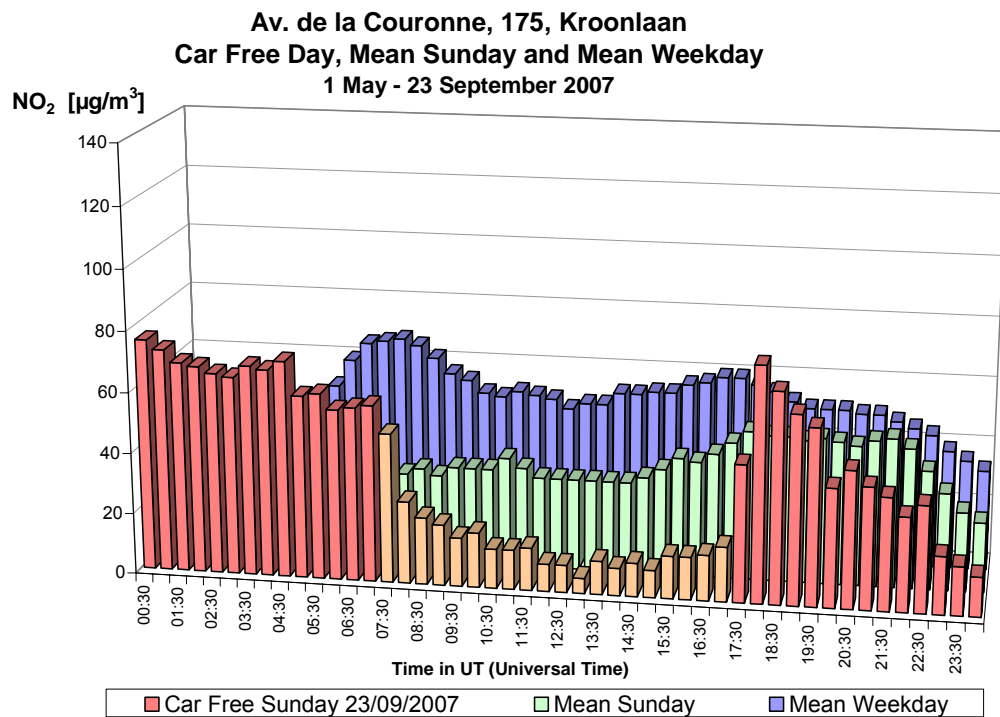


Fig. 6.4.b: Kroonlaan-Elsene – NO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

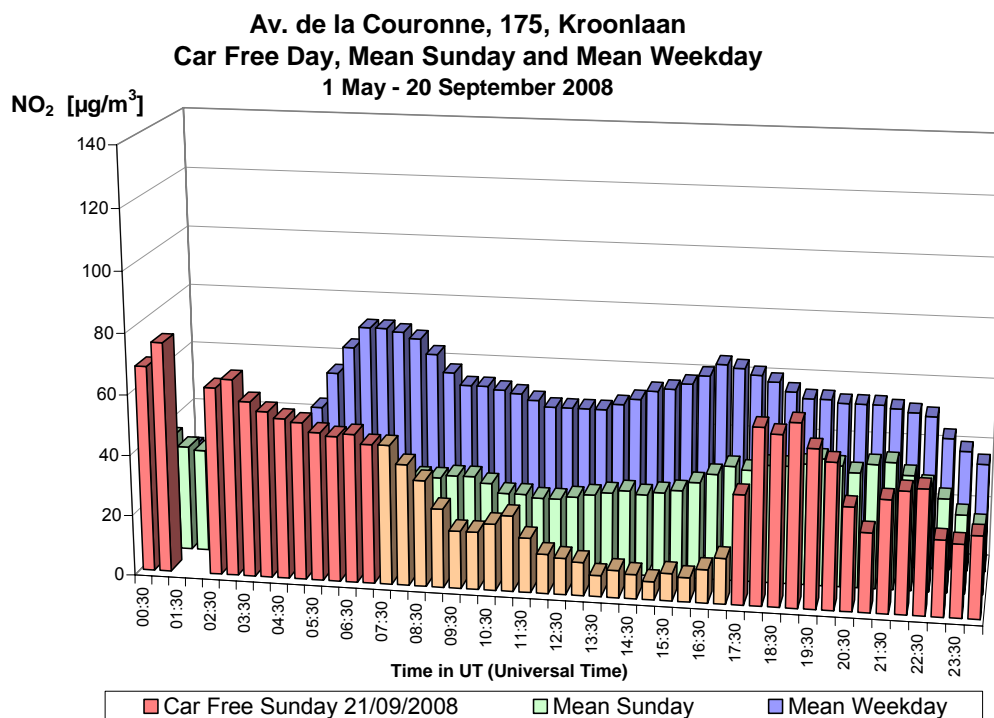


Fig. 6.4.c: Kroonlaan-Elsene – NO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2008’

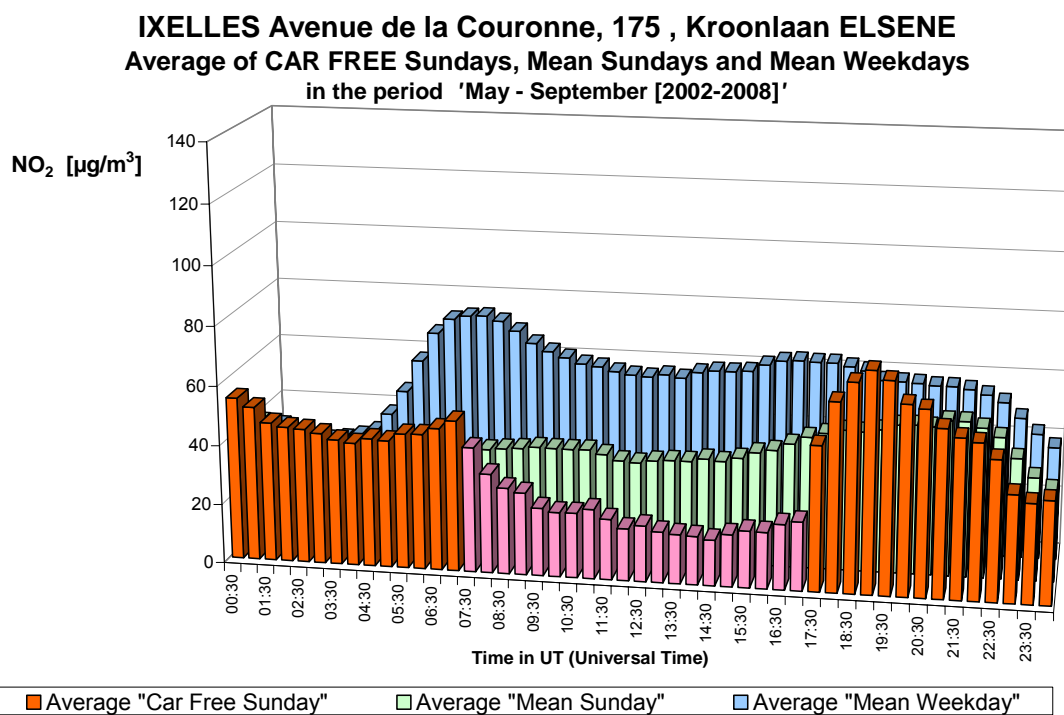


Fig. 6.4.d: Kroonlaan-Elsene – NO<sub>2</sub> – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2008]’

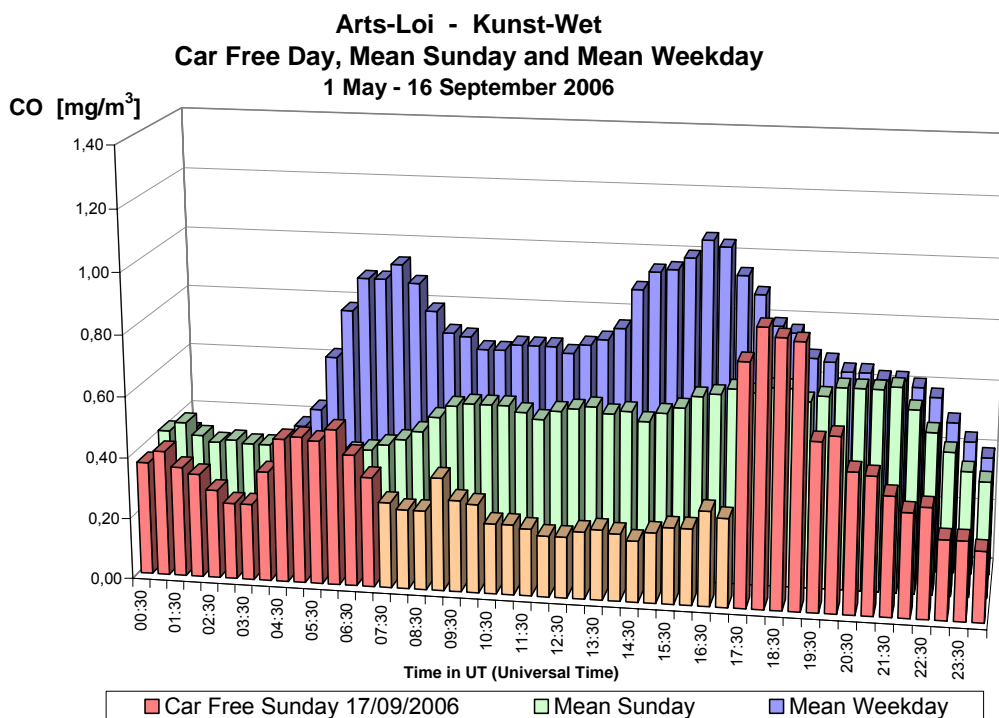


Fig. 6.5.a: "Kunst-Wet" – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2006'

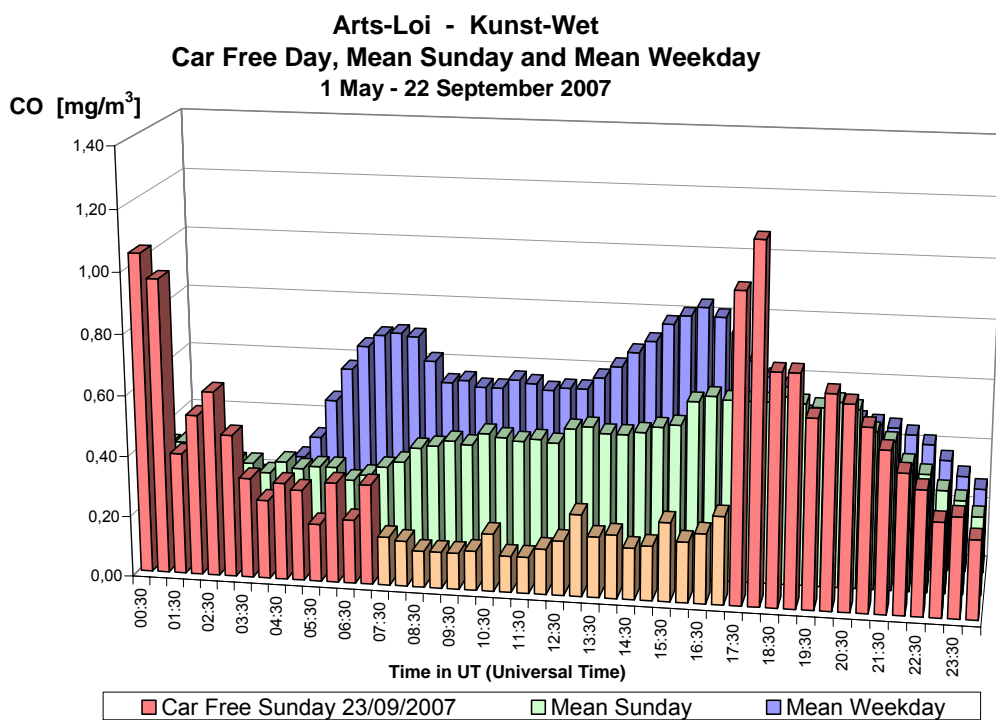


Fig. 6.5.b: "Kunst-Wet" – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2007'

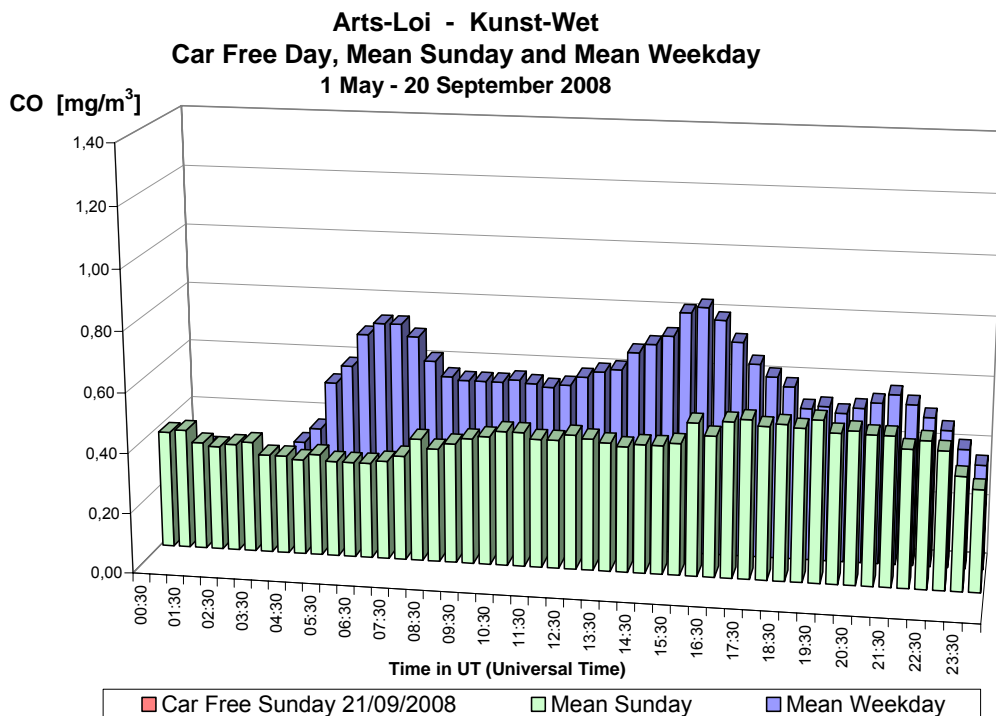


Fig. 6.5.c: "Kunst-Wet" – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

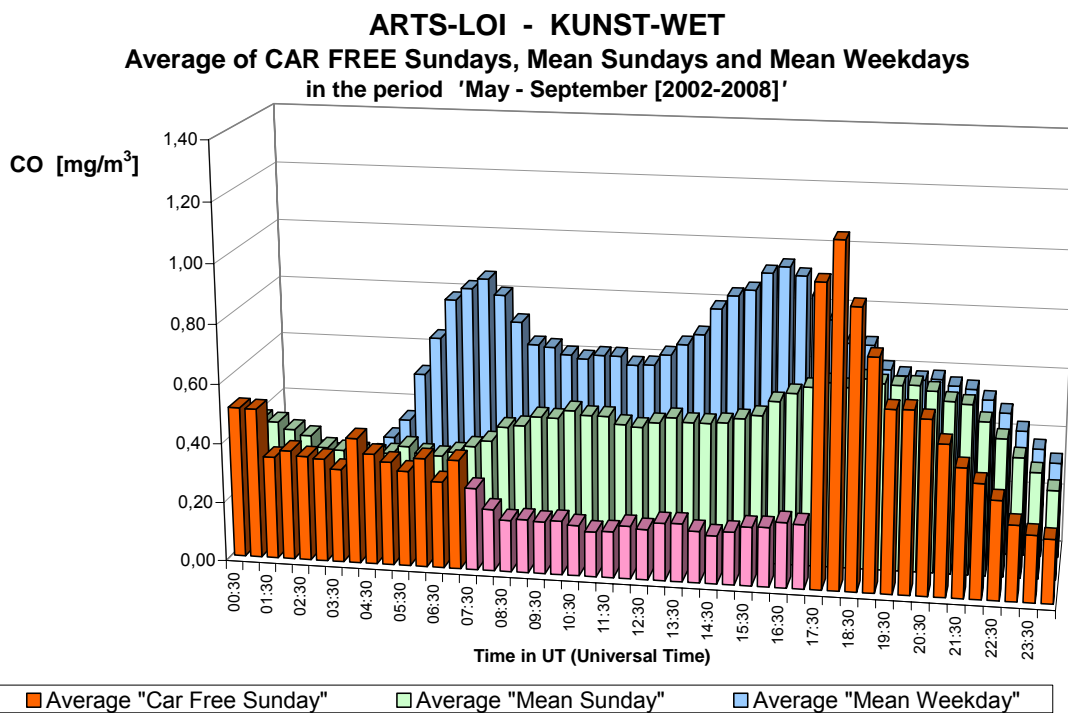


Fig. 6.5.d: "Kunst-Wet" – CO – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2008]'



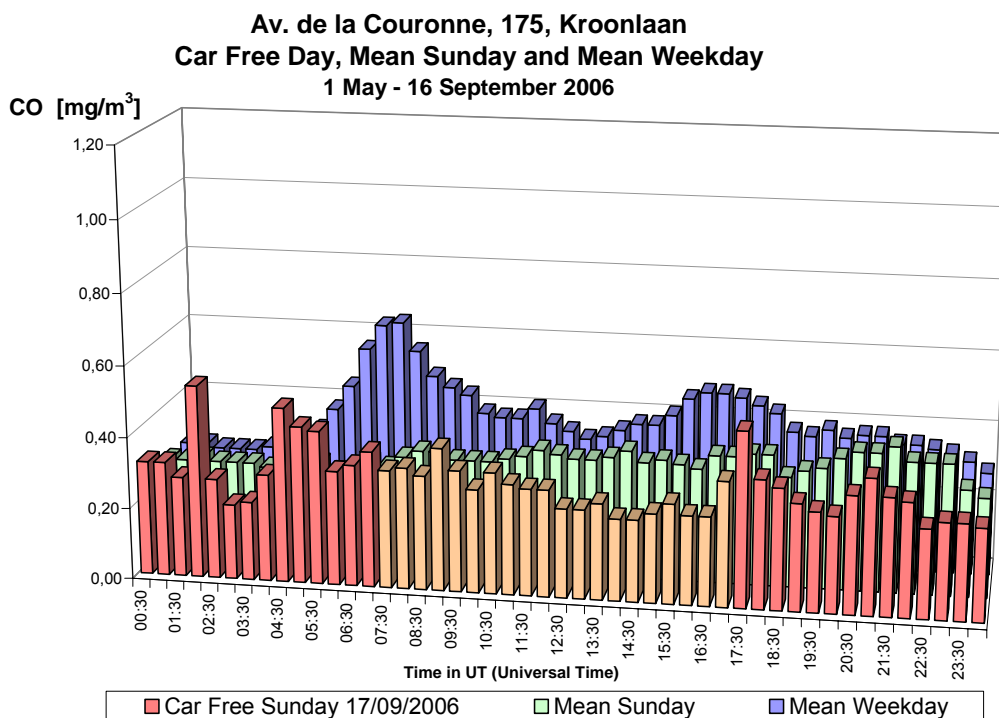


Fig. 6.6.a: Kroonlaan-Elsene – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

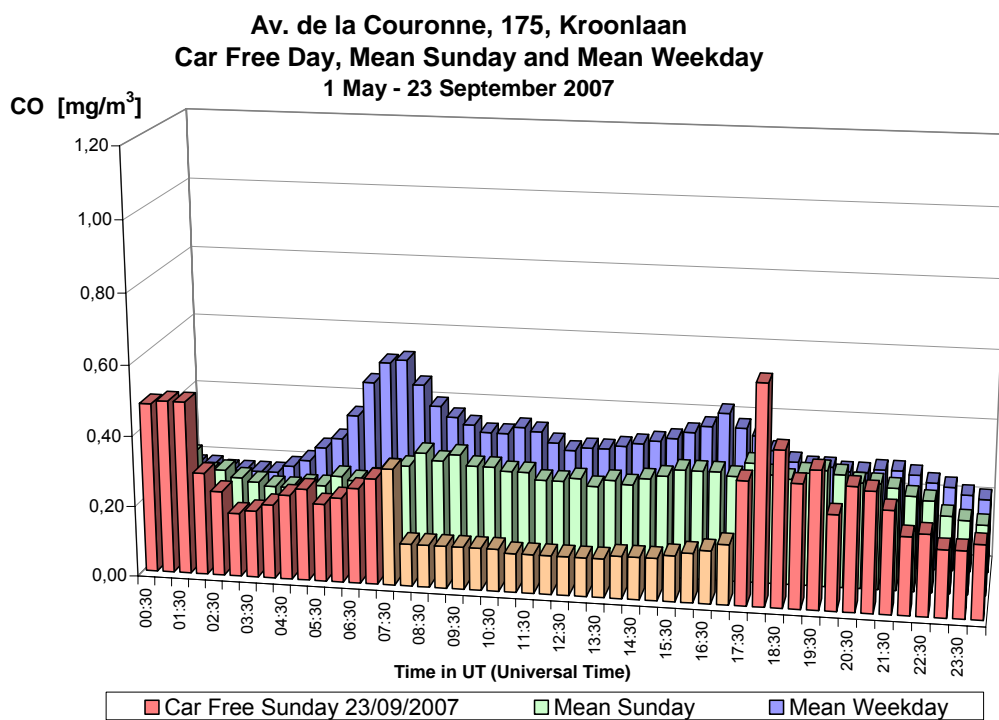


Fig. 6.6.b Kroonlaan-Elsene – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

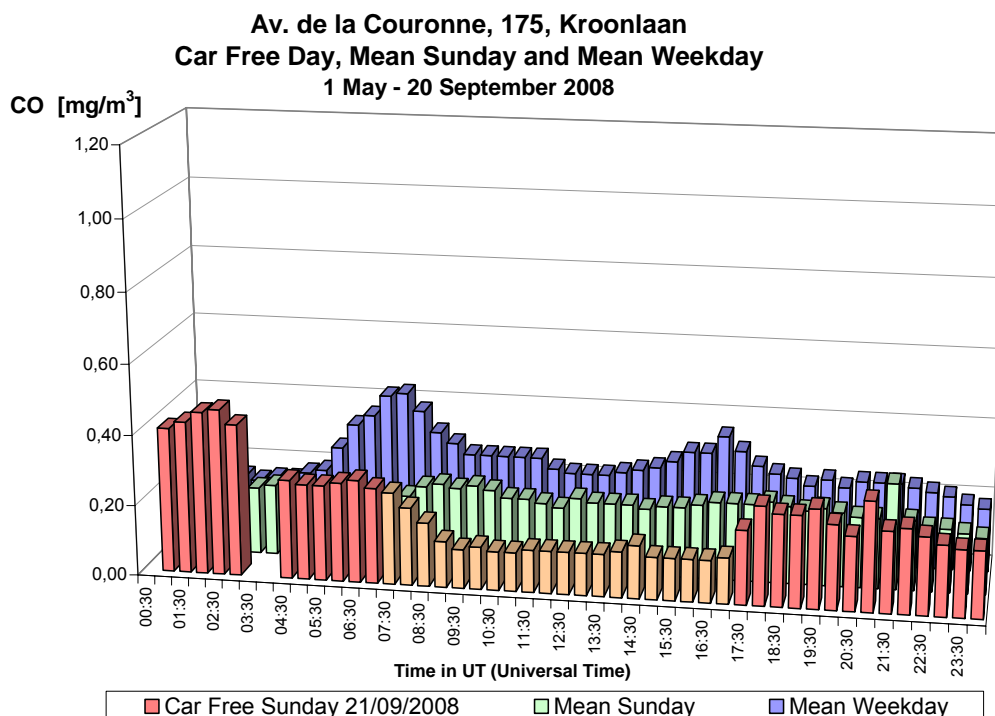


Fig. 6.6.c: Kroonlaan-Elsene – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

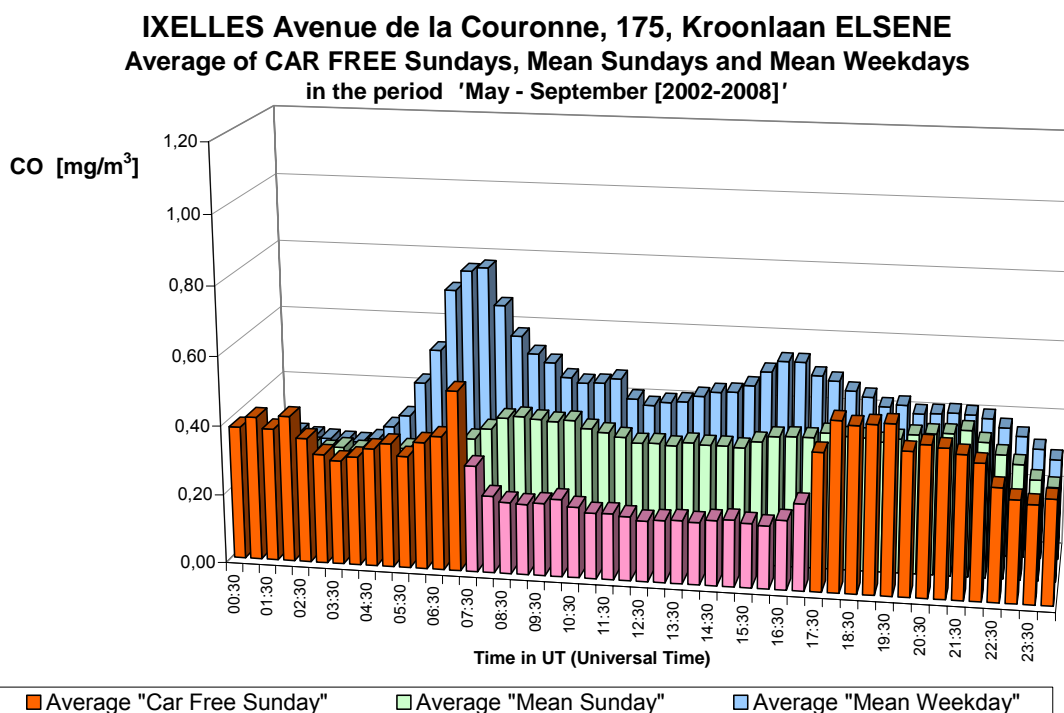


Fig. 6.6.d: Kroonlaan-Elsene – CO – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2008]'

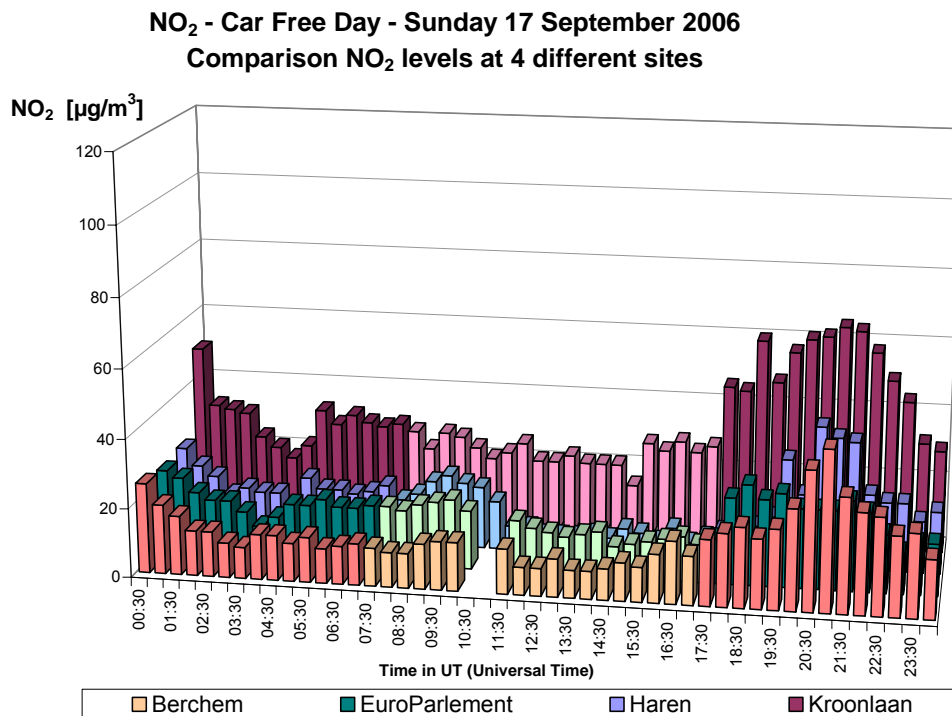


Fig. 6.7.a: Autoluwe zondag 2006 - Verloop van de NO<sub>2</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

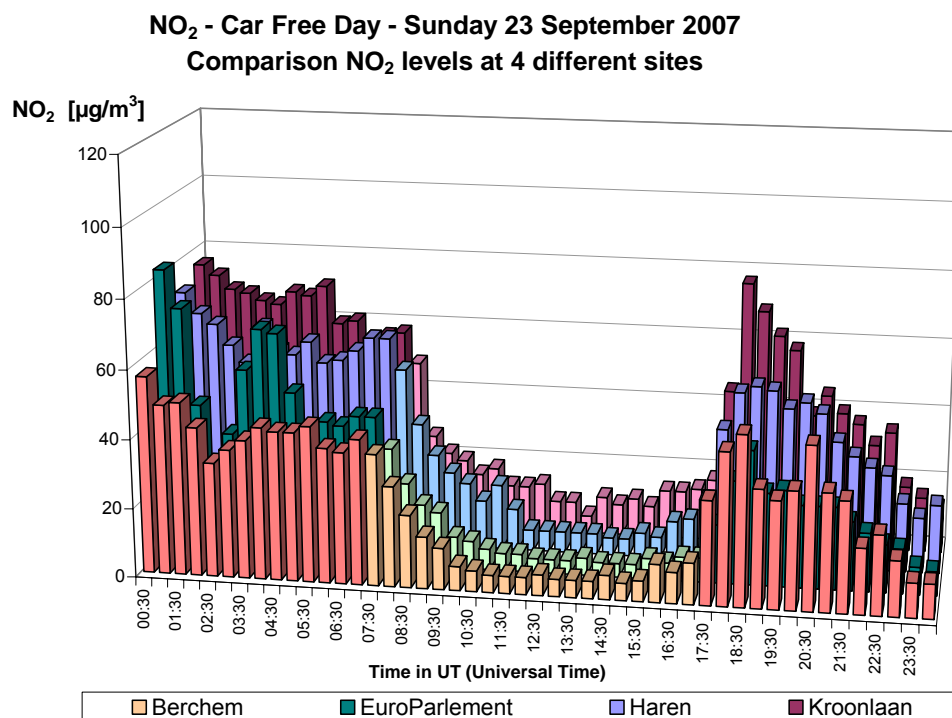


Fig. 6.7.b: Autoluwe zondag 2007 - Verloop van de NO<sub>2</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

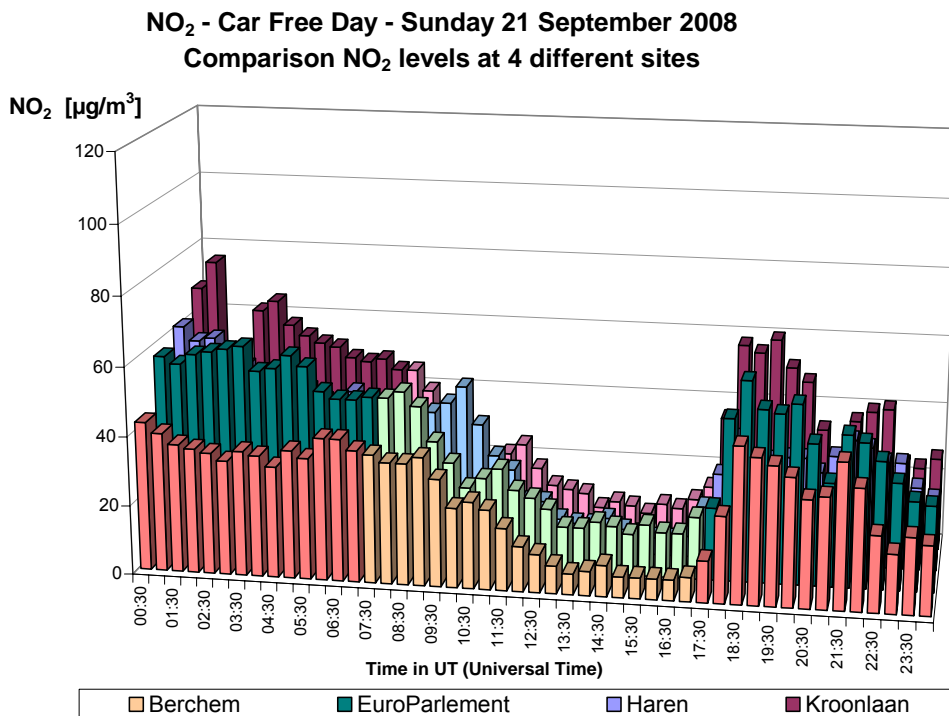


Fig. 6.7.c: Autoluwe zondag 2008 - Verloop van de NO<sub>2</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

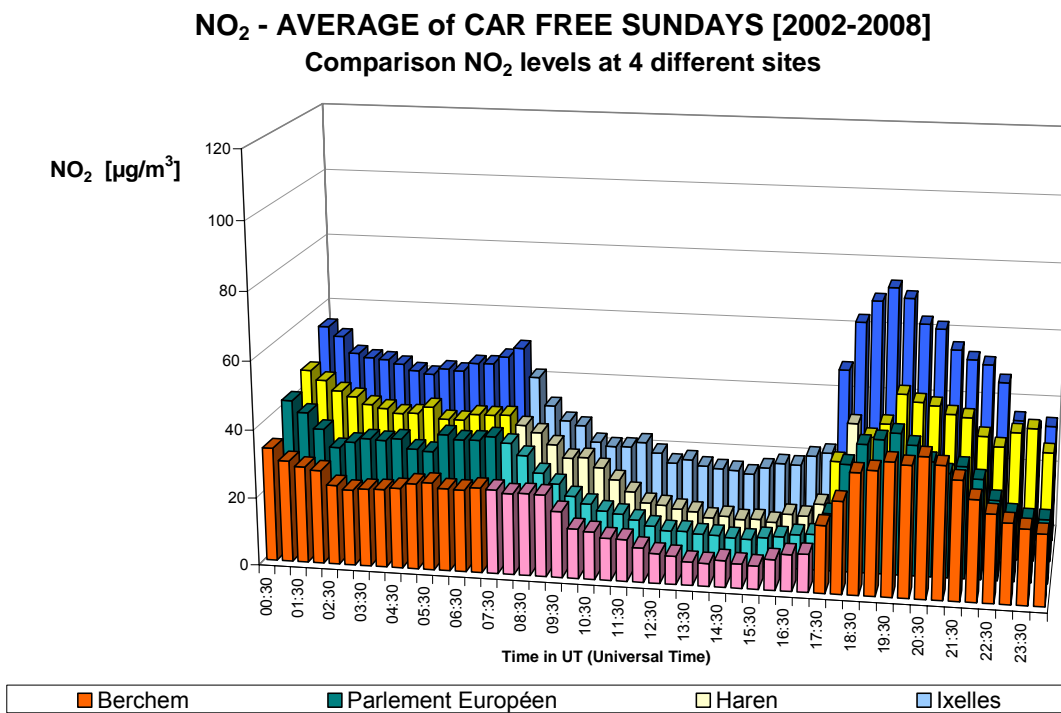


Fig. 6.7.d: Gemiddelde van 7 autoluwe zondagen [2002-2008] - Verloop van de NO<sub>2</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

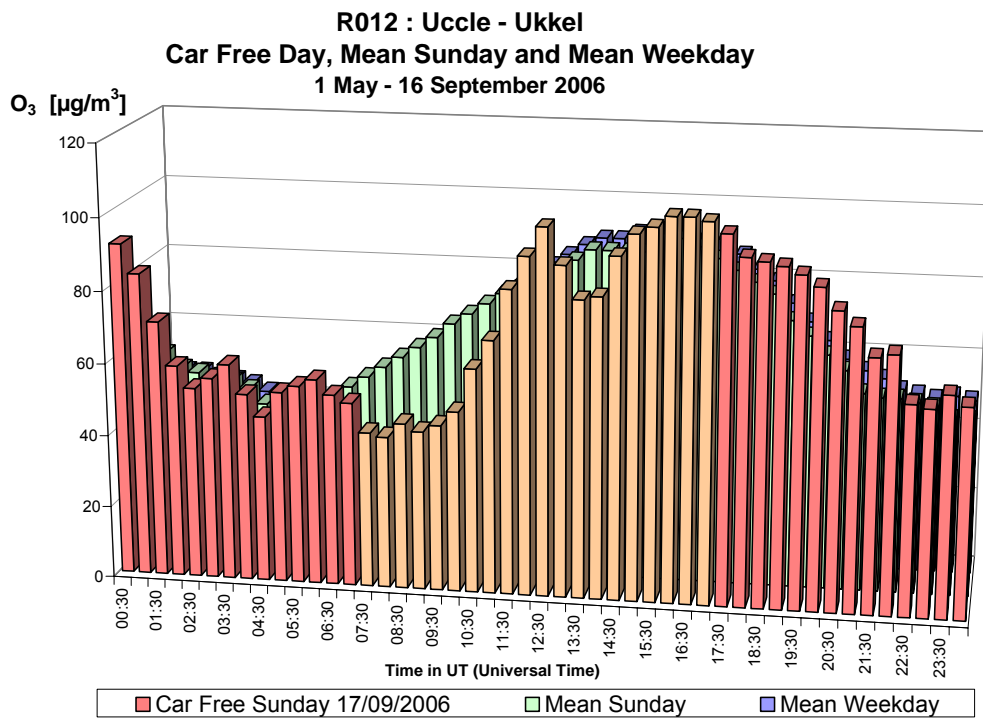


Fig. 6.8.a: Ukkel –  $O_3$  – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

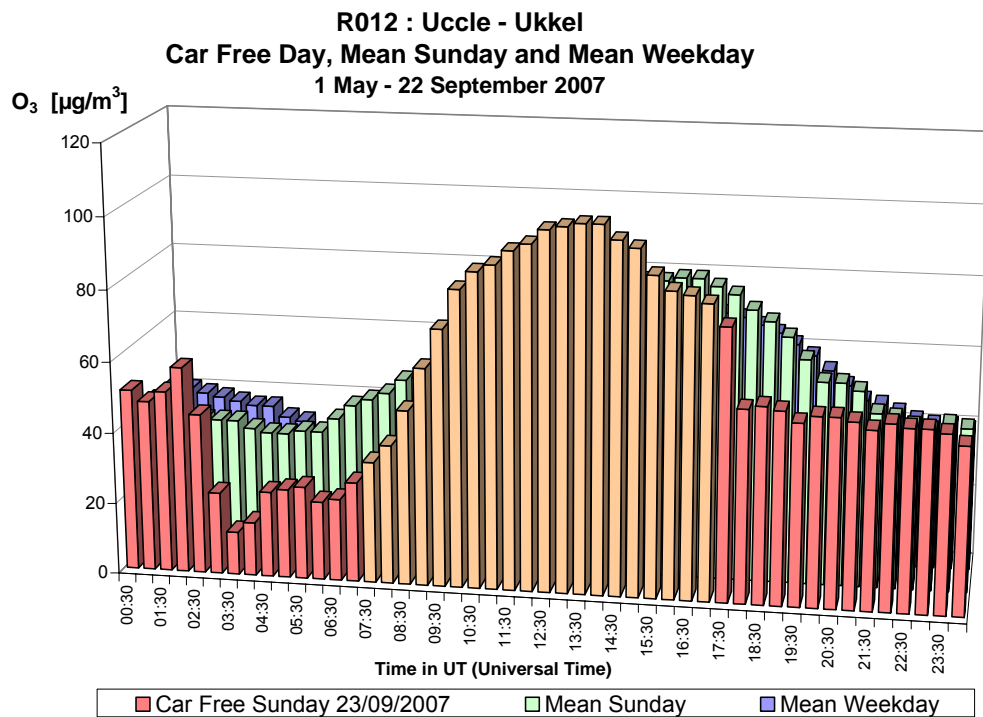


Fig. 6.8.b: Ukkel –  $O_3$  – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

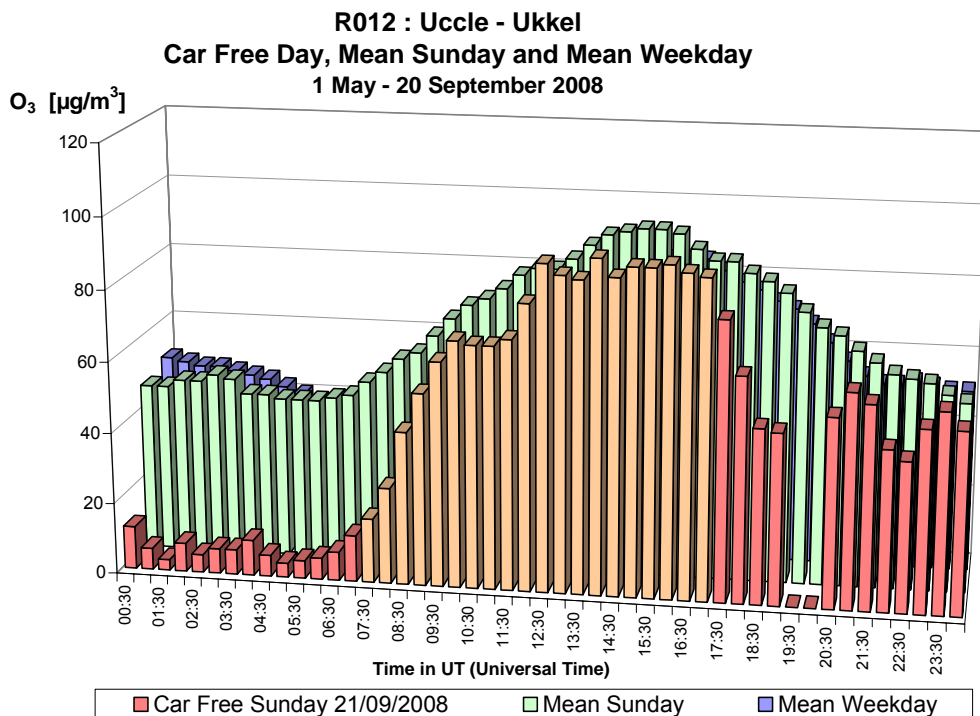


Fig. 6.8.c: Ukkel – O<sub>3</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2008’

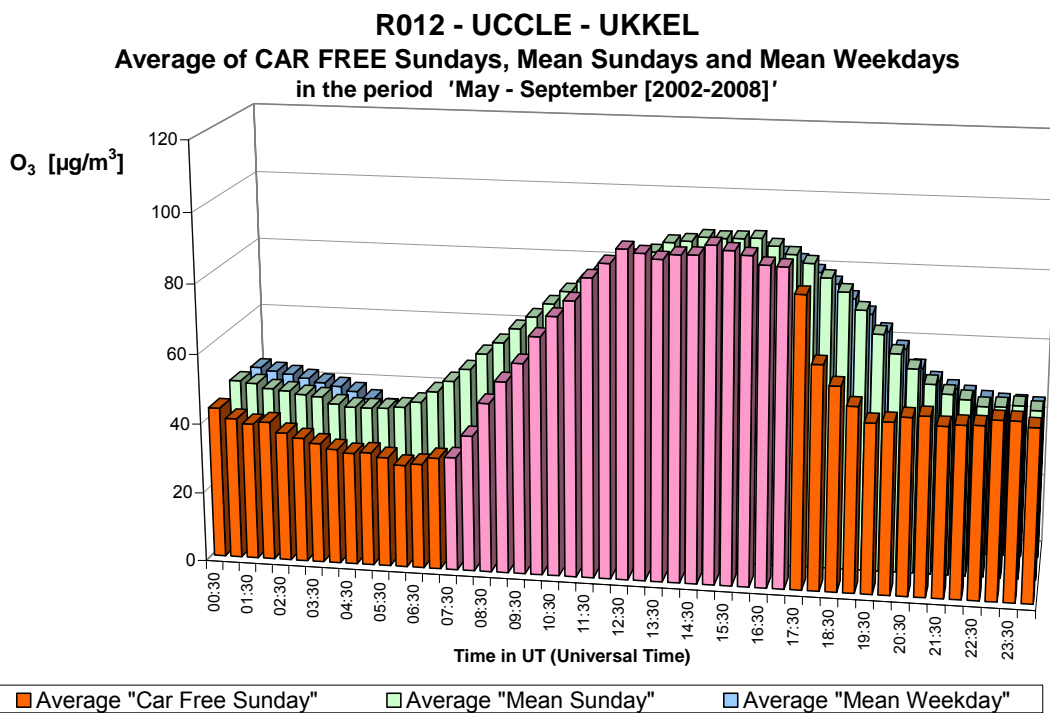


Fig. 6.8.d: Ukkel – O<sub>3</sub> – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2008]’

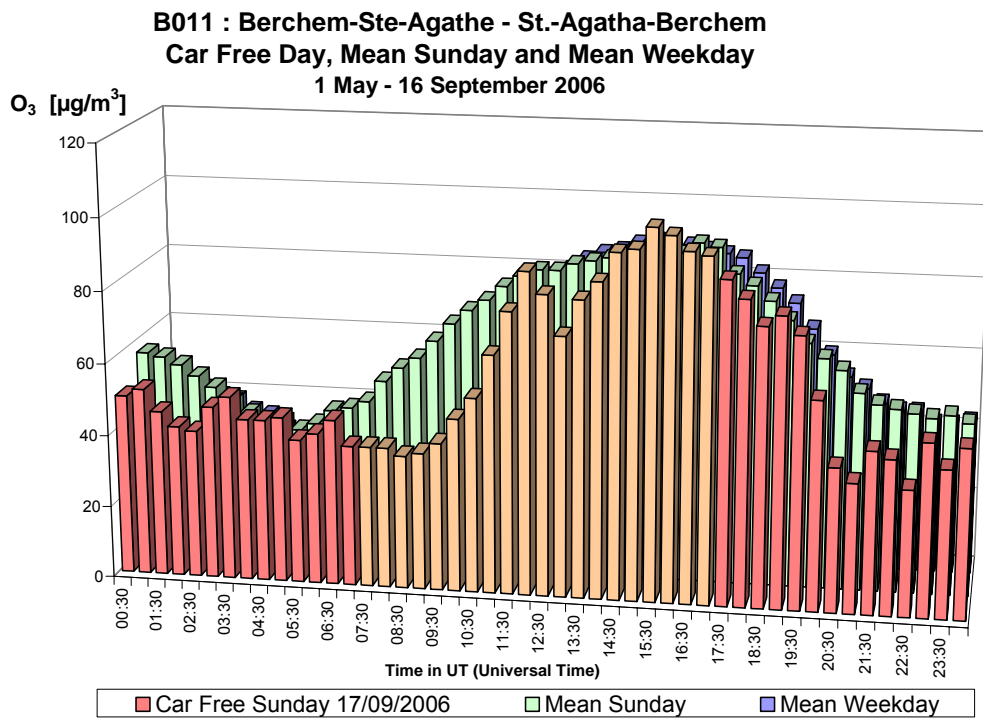


Fig. 6.9.a: Berchem – O<sub>3</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

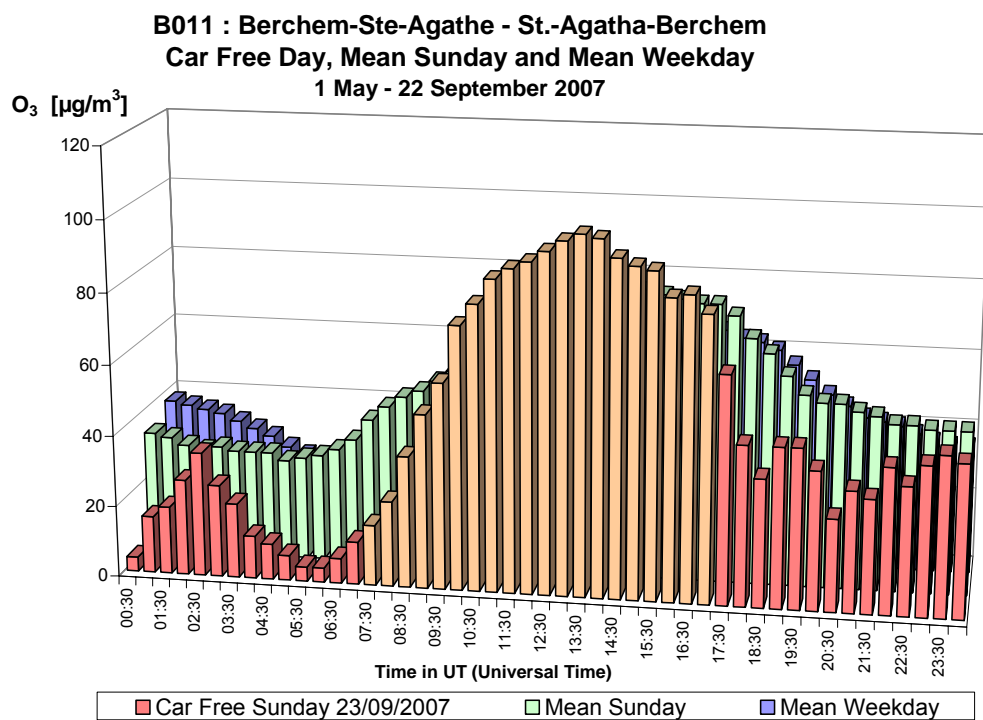


Fig. 6.9.b: Berchem – O<sub>3</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

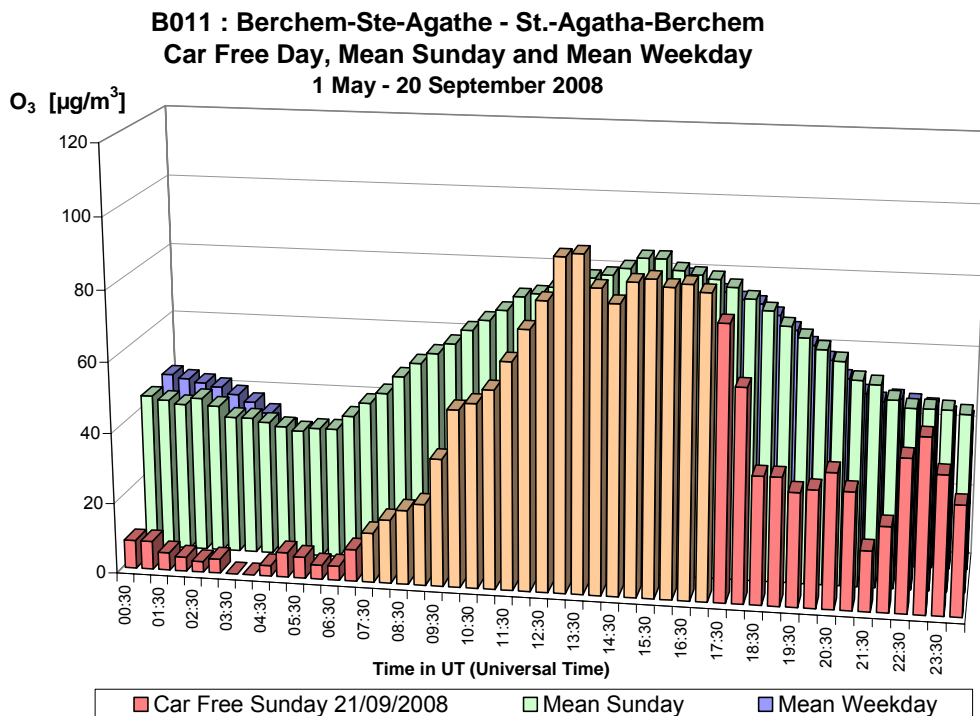


Fig. 6.9.c: Berchem – O<sub>3</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

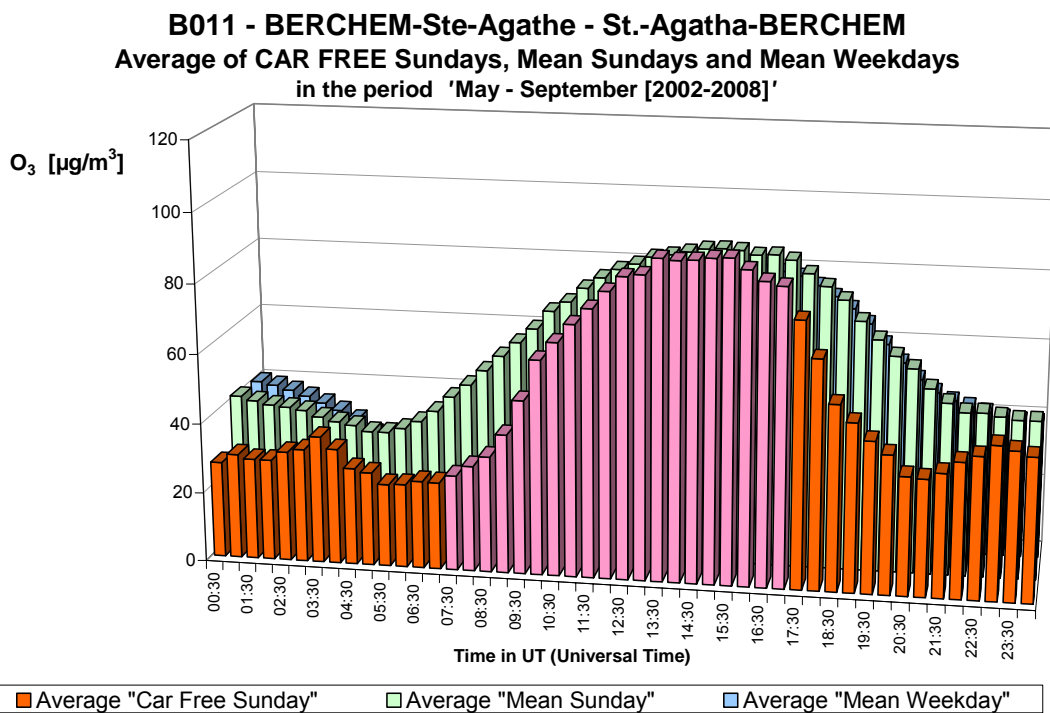


Fig. 6.9.d: Berchem – O<sub>3</sub> – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2008]'



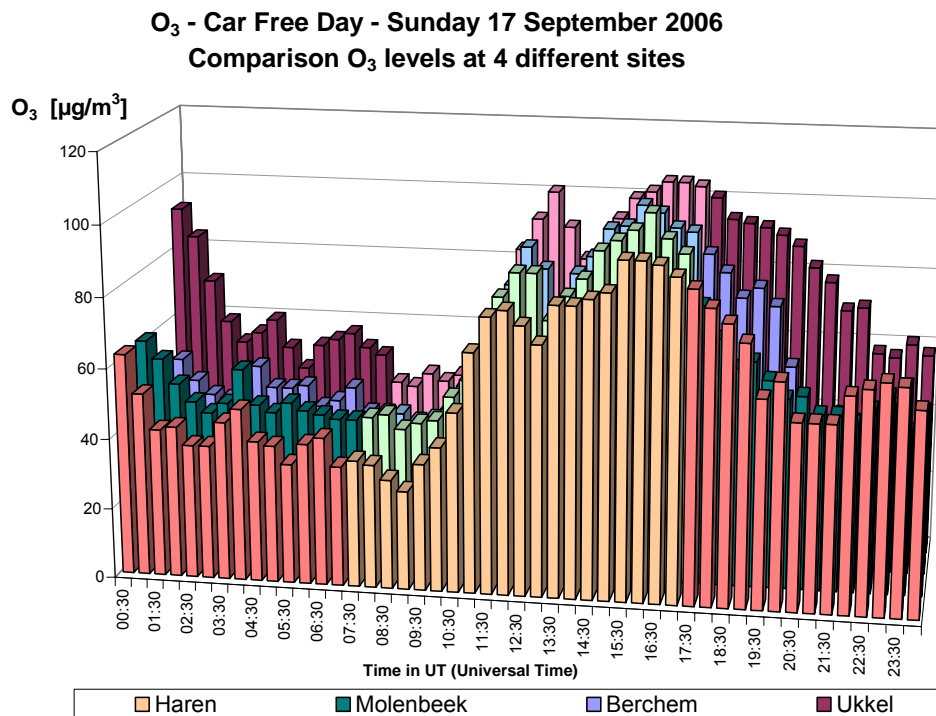


Fig. 6.10.a: Autoluwe zondag 2006 - Verloop van de O<sub>3</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

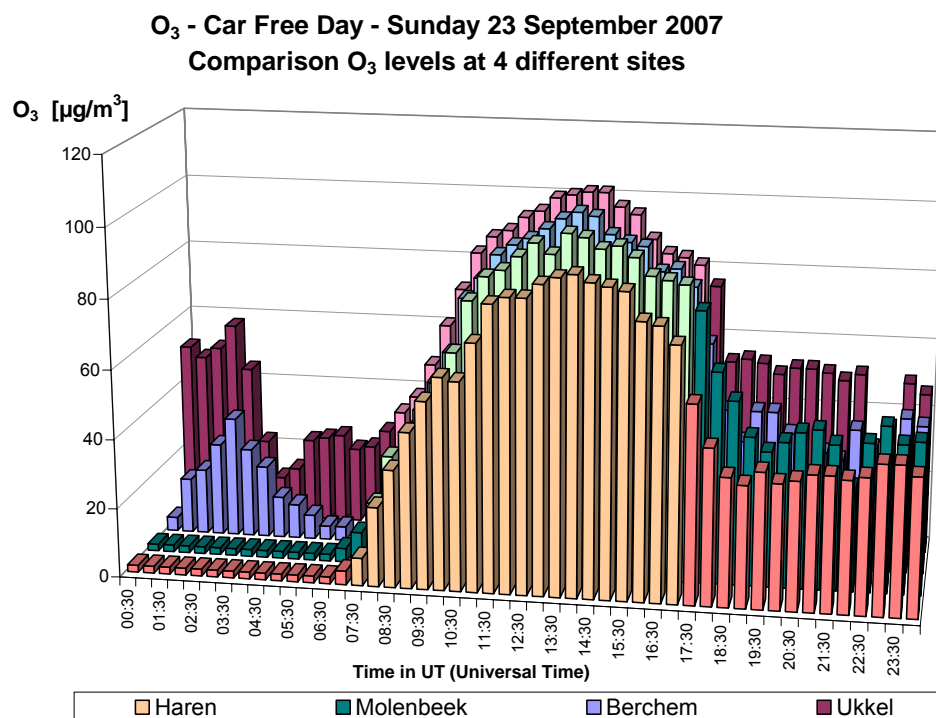


Fig. 6.10.b: Autoluwe zondag 2007 - Verloop van de O<sub>3</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

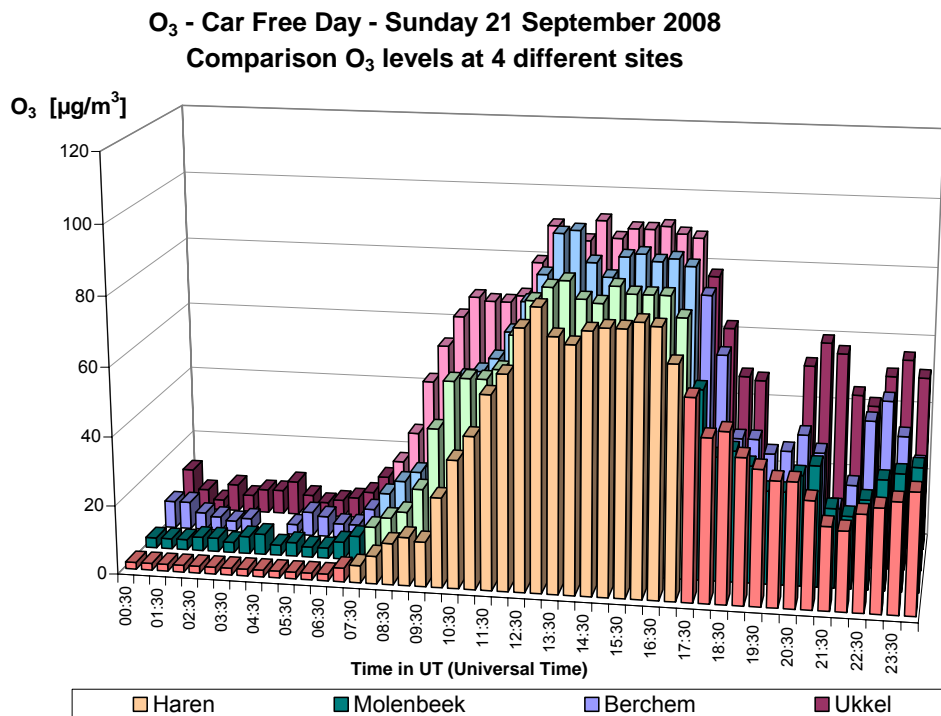


Fig. 6.10.c: Autoluwe zondag 2008 - Verloop van de O<sub>3</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

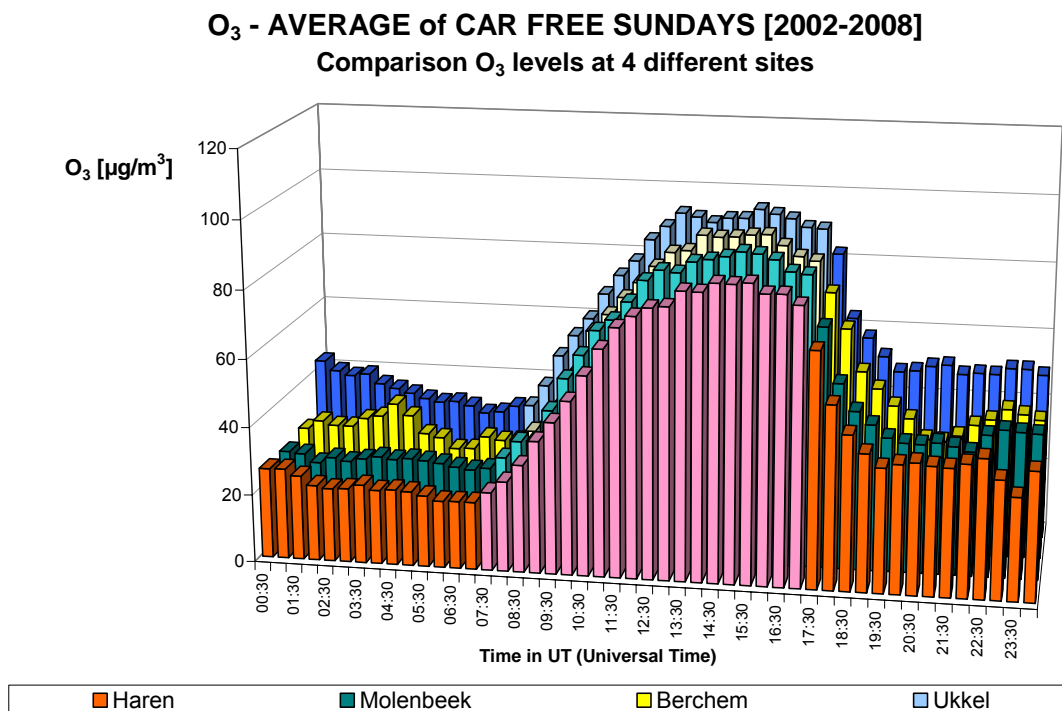


Fig. 6.10.d: Gemiddelde van 7 autoluwe zondagen [2002-2008] - Verloop van de O<sub>3</sub>-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

**[O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - Car Free Day - Sunday 17 September 2006**  
**Comparison Phox levels at 4 different sites**

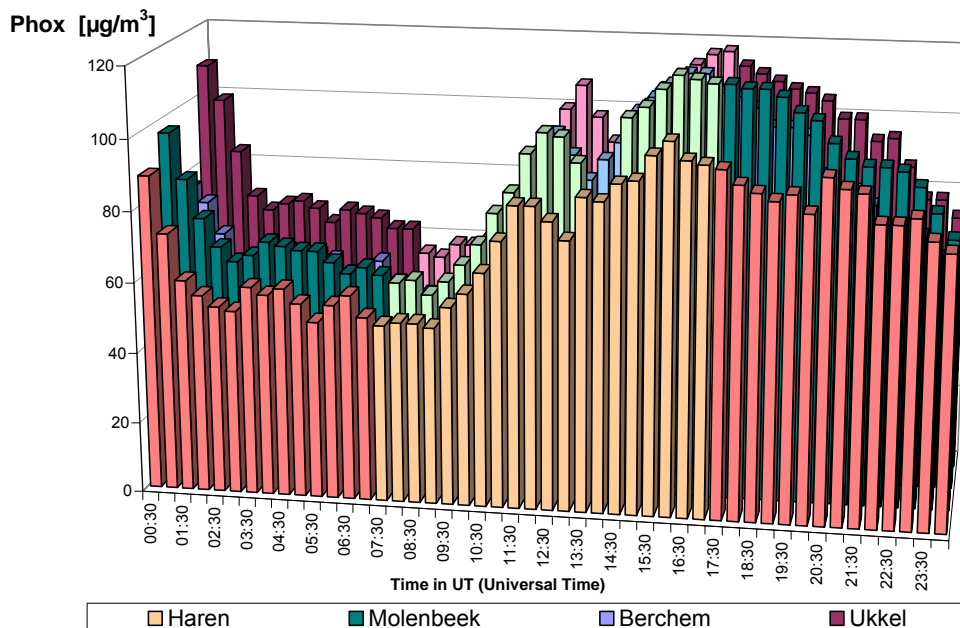


Fig. 6.11.a: Autoluwe zondag 2006 - Verloop van de concentratie [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

**[O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - Car Free Day - Sunday 23 September 2007**  
**Comparison Phox levels at 4 different sites**

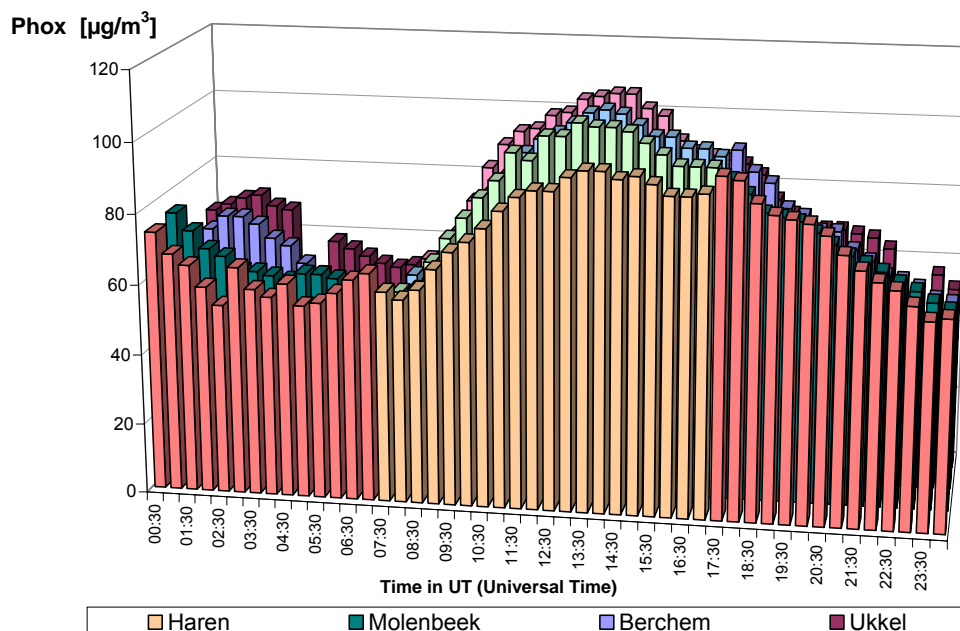


Fig. 6.11.b: Autoluwe zondag 2007 - Verloop van de concentratie [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

**[O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - Car Free Day - Sunday 21 September 2008**  
**Comparison Phox levels at 4 different sites**

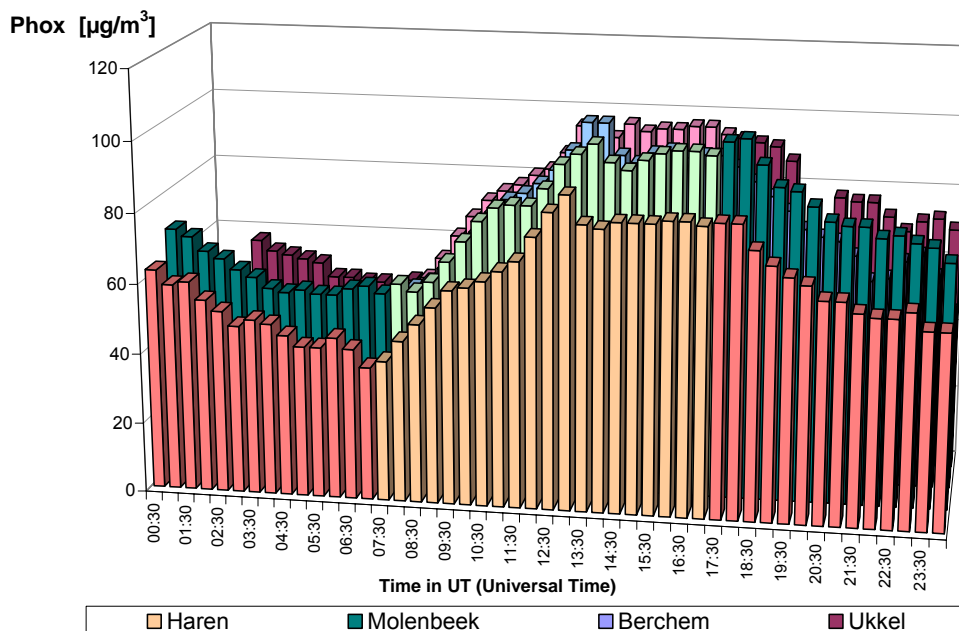


Fig. 6.11.c: Autoluwe zondag 2008 - Verloop van de concentratie [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

**[O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - AVERAGE of CAR FREE SUNDAYS [2002-2008]**  
**Comparison Phox levels at 4 different sites**

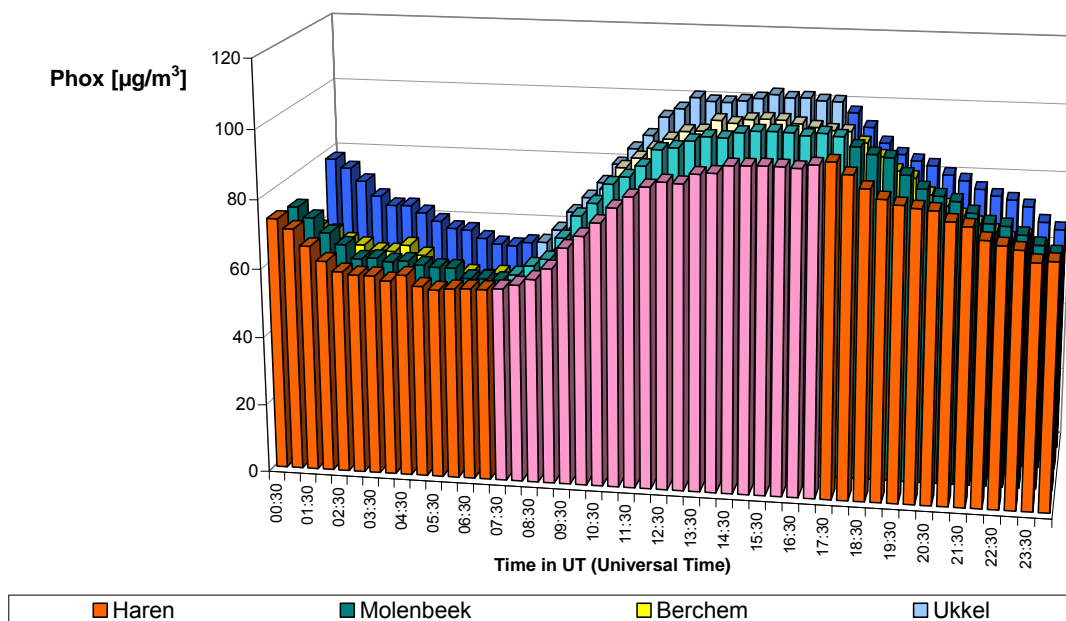


Fig. 6.11.d: Gemiddelde van 7 autoluwe zondagen [2002-2008] - Verloop van de concentratie [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

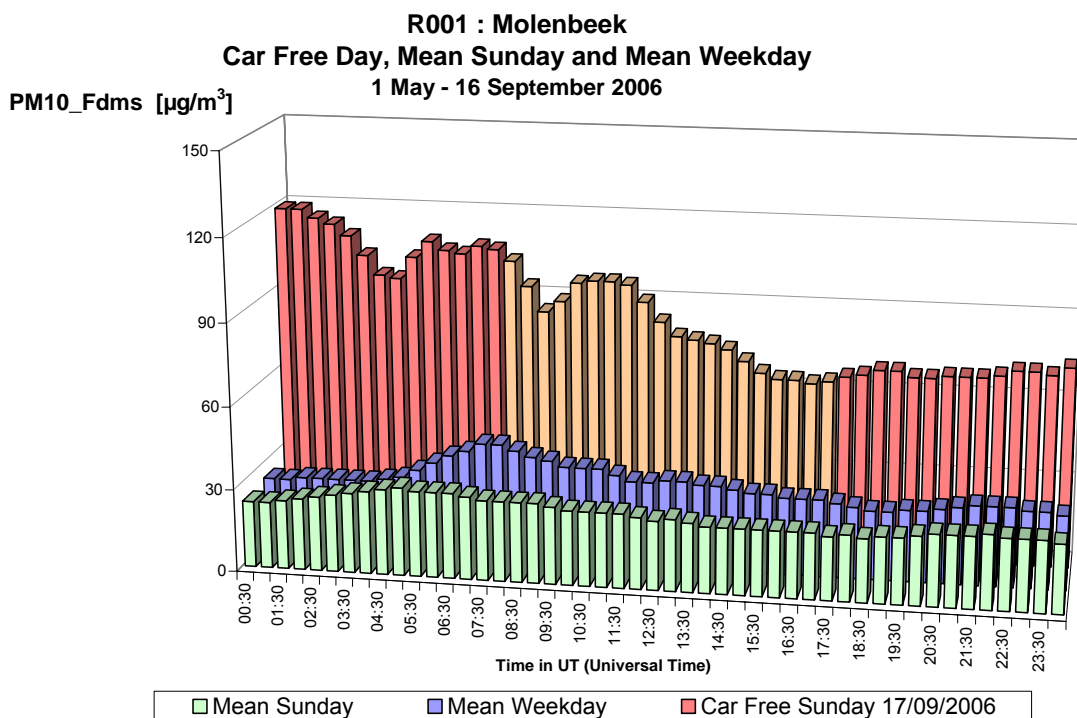


Fig. 6.12.a: Molenbeek – PM10\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’ en tijdens de autoluwe zondag 2006

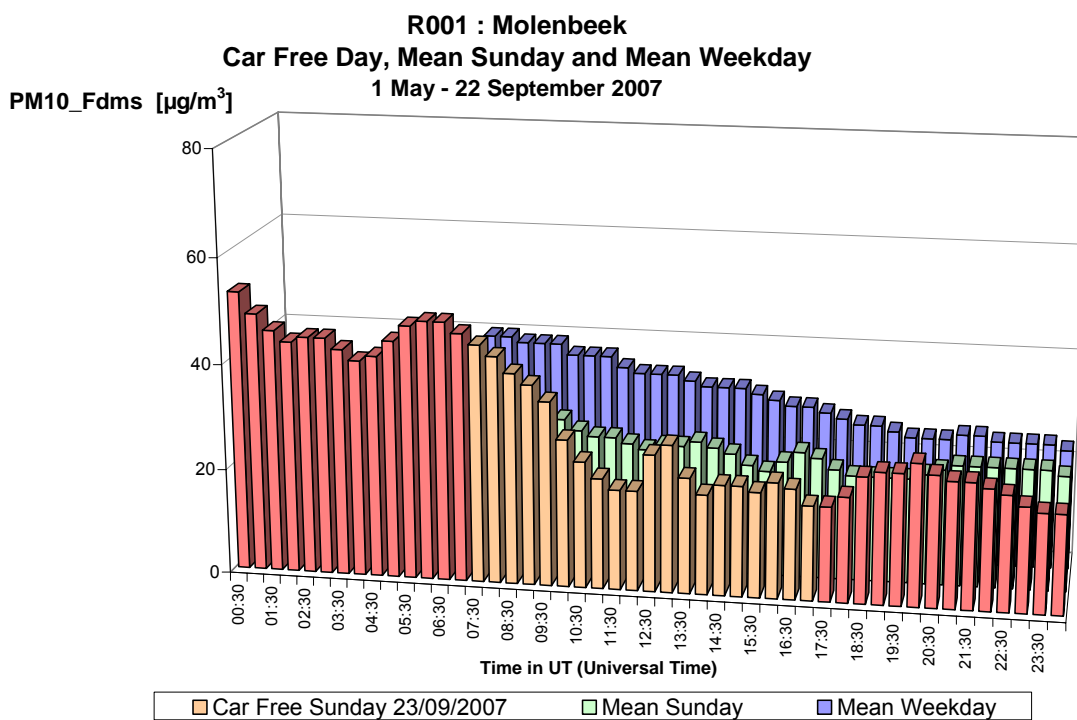


Fig. 6.12.b: Molenbeek – PM10\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

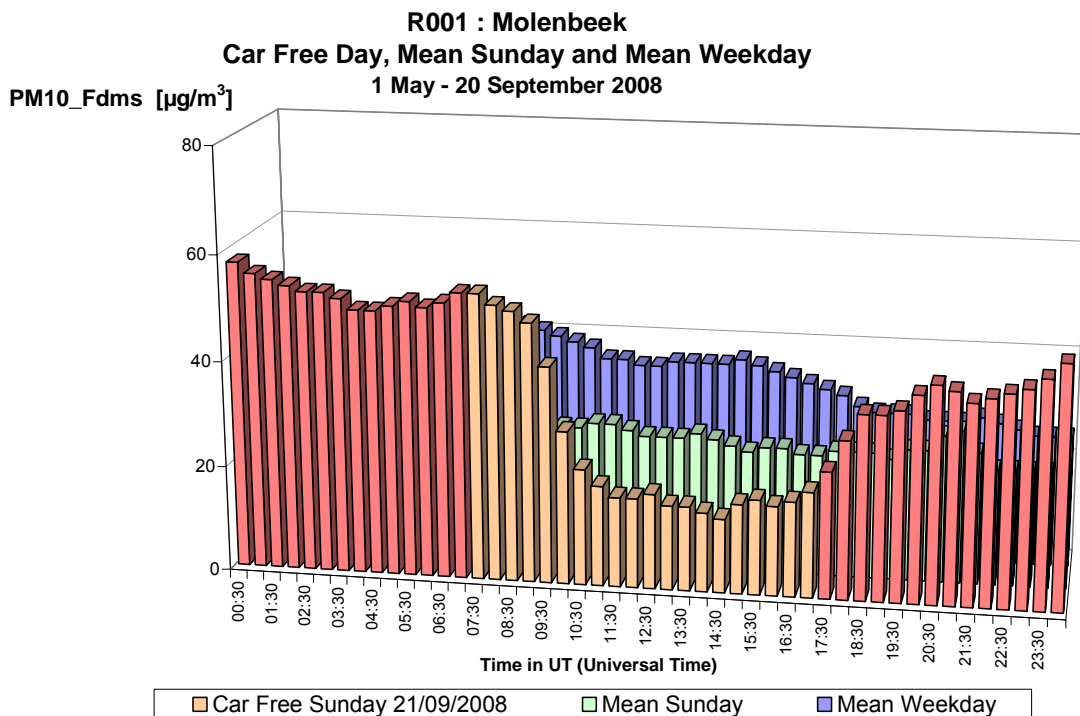


Fig. 6.12.c: Molenbeek – PM10\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2008’

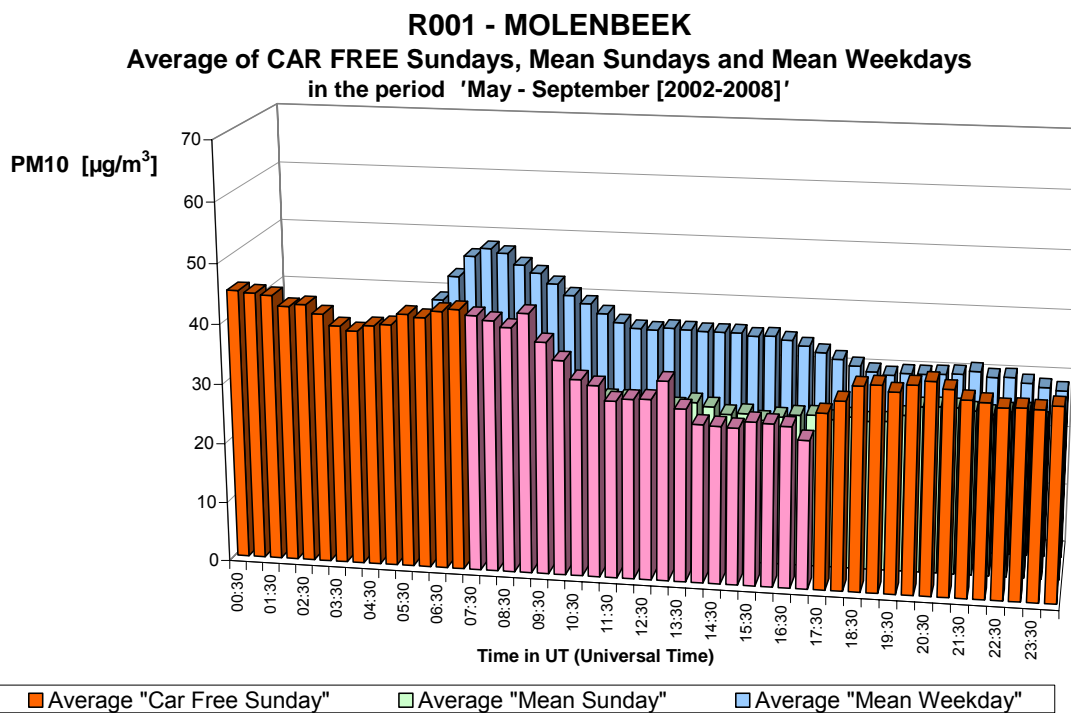


Fig. 6.12.d: Molenbeek – PM10\_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2008]’

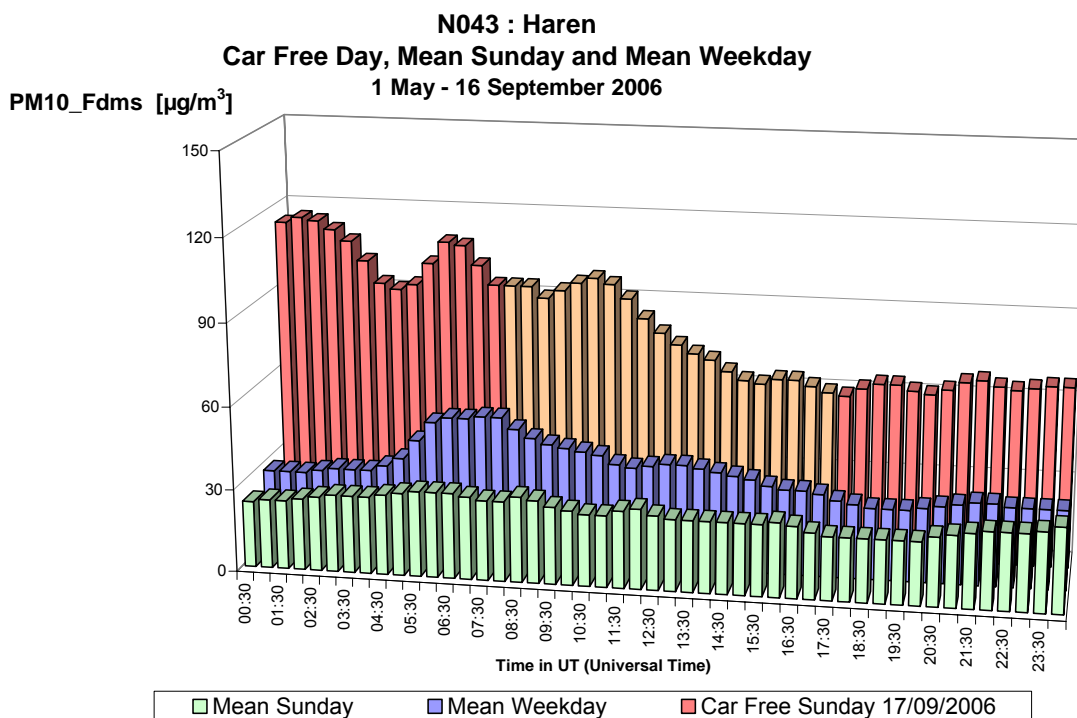


Fig. 6.13.a: Haren – PM10\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’ en tijdens de autoluwe zondag 2006

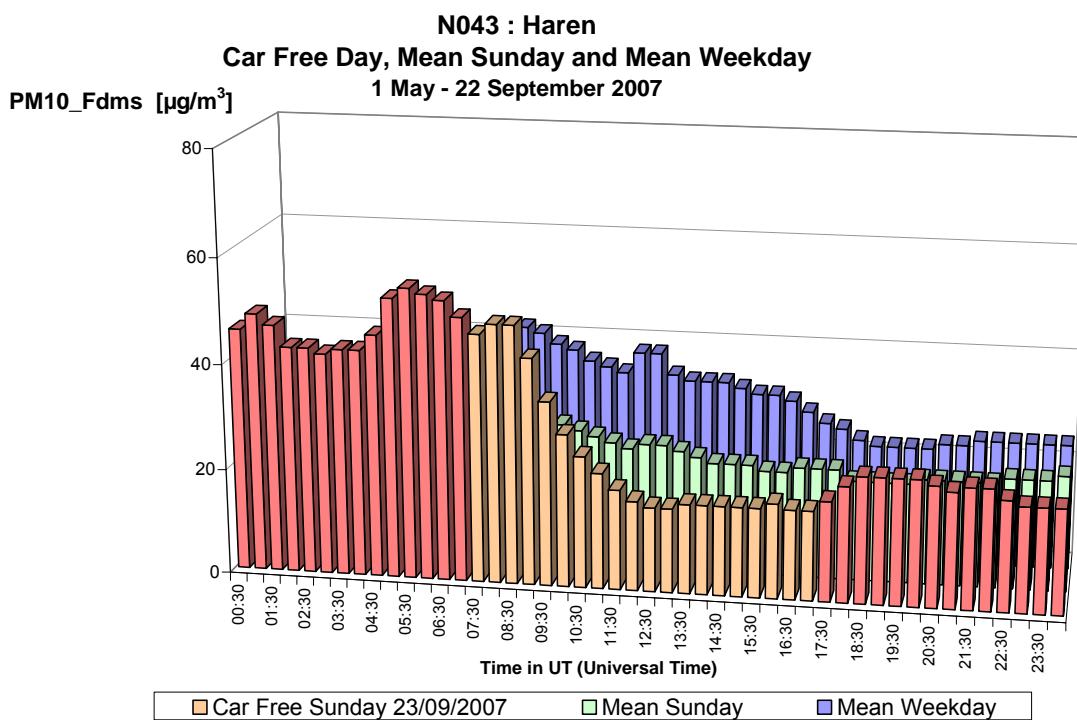


Fig. 6.13.b: Haren – PM10\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

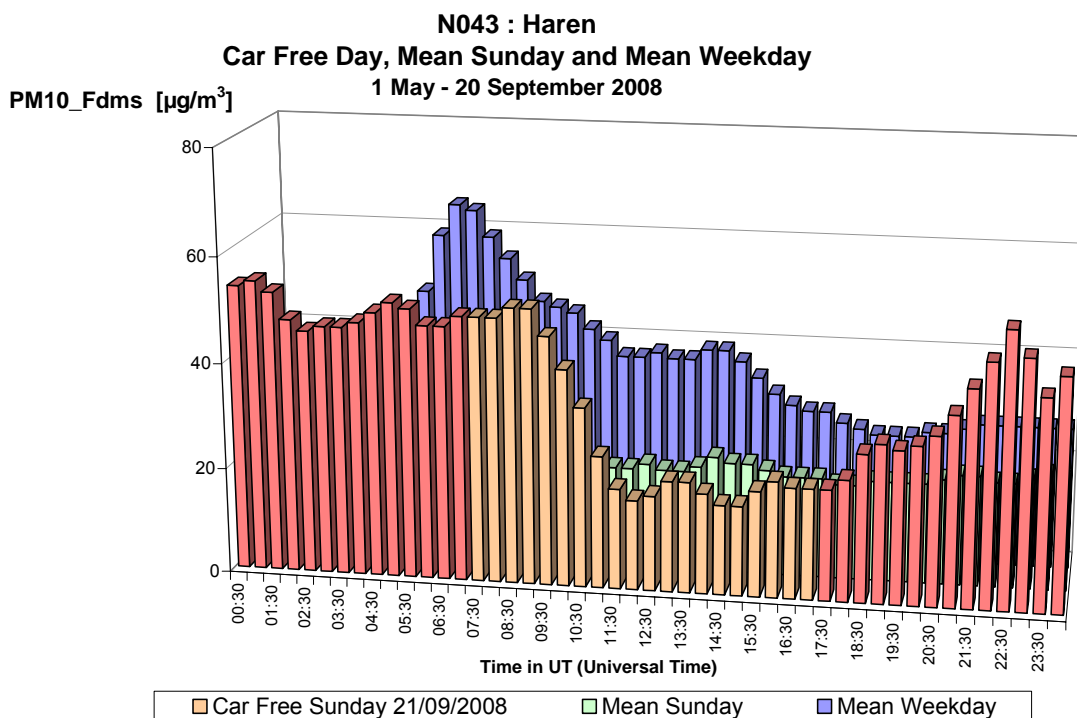


Fig. 6.13.c: Haren – PM10\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

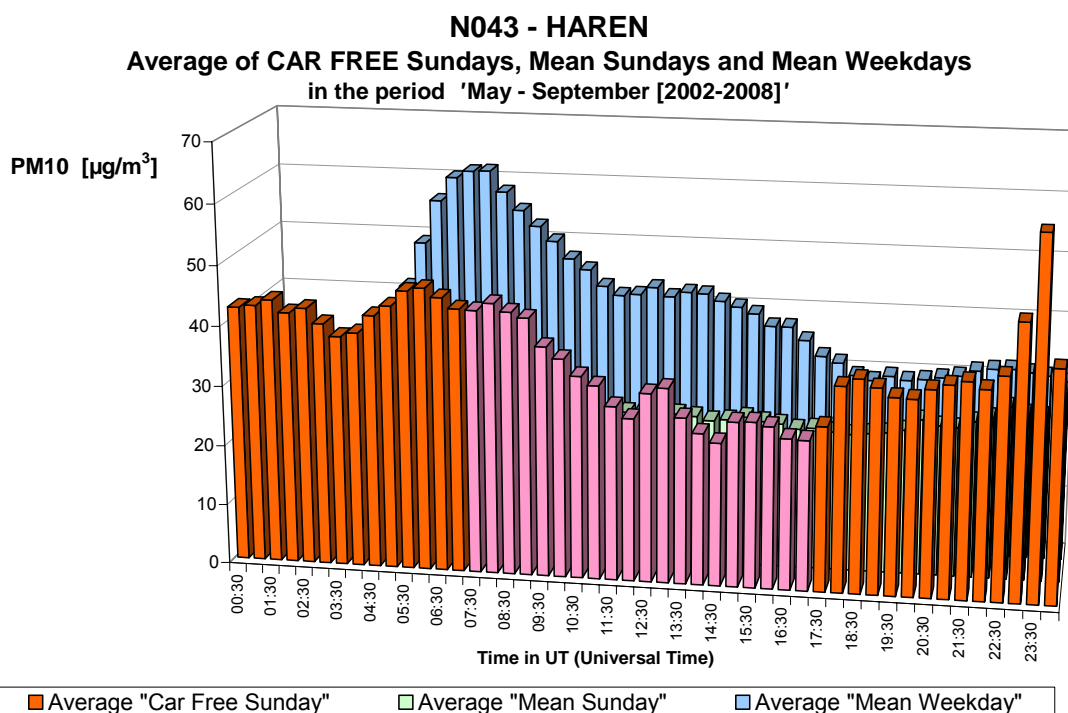


Fig. 6.13.d: Haren – PM10\_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2008]'



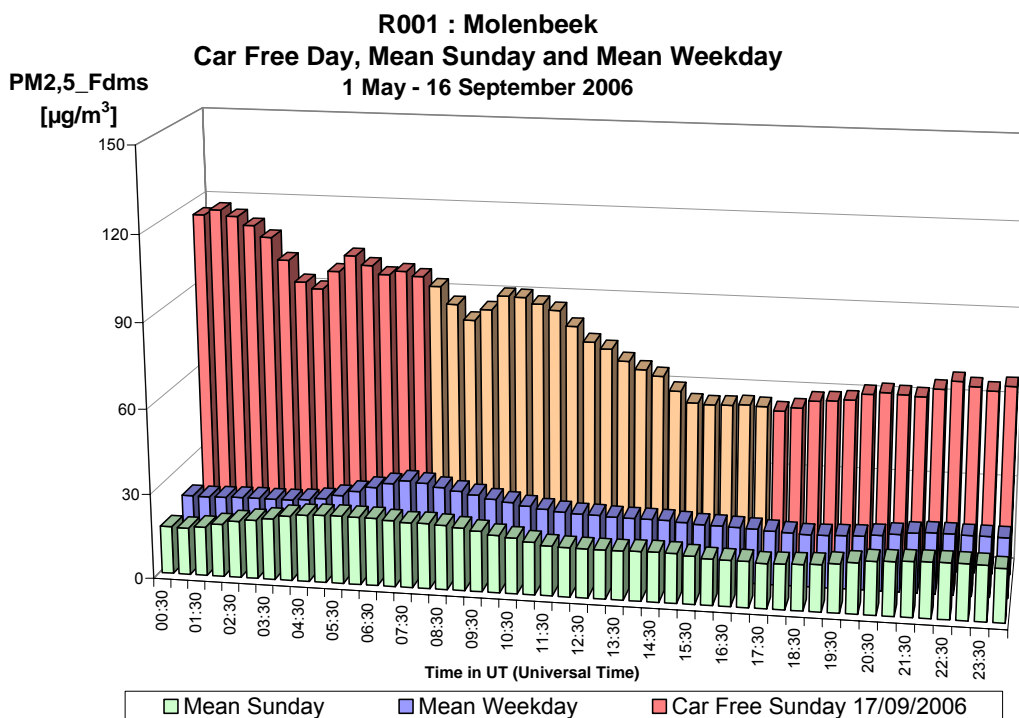


Fig. 6.14.a: Molenbeek – PM2,5\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’ en tijdens de autoluwe zondag 2006

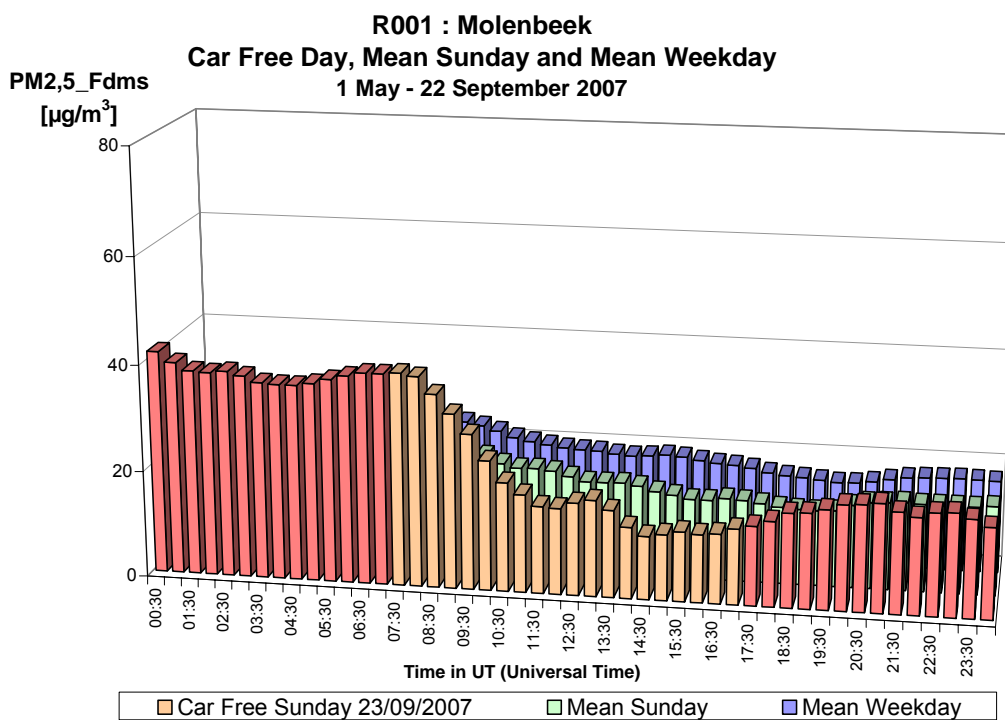


Fig. 6.14.b: Molenbeek – PM2,5\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

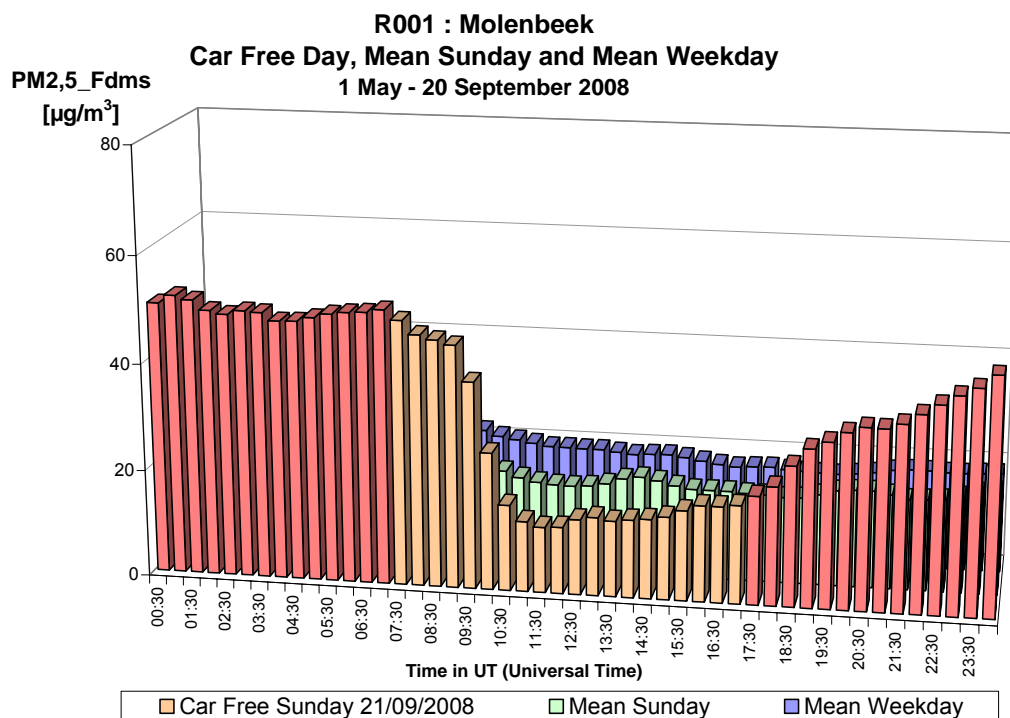


Fig. 6.14.c: Molenbeek – PM2,5\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2008’

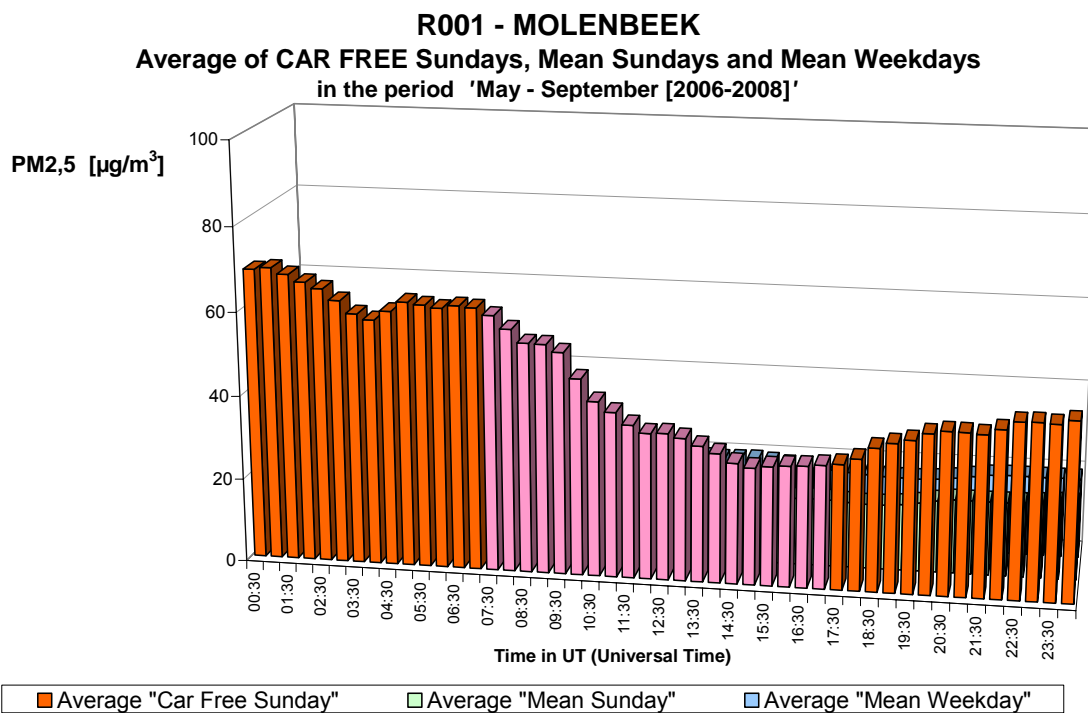


Fig. 6.14.d: Molenbeek – PM2,5\_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2006-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2006-2008]’

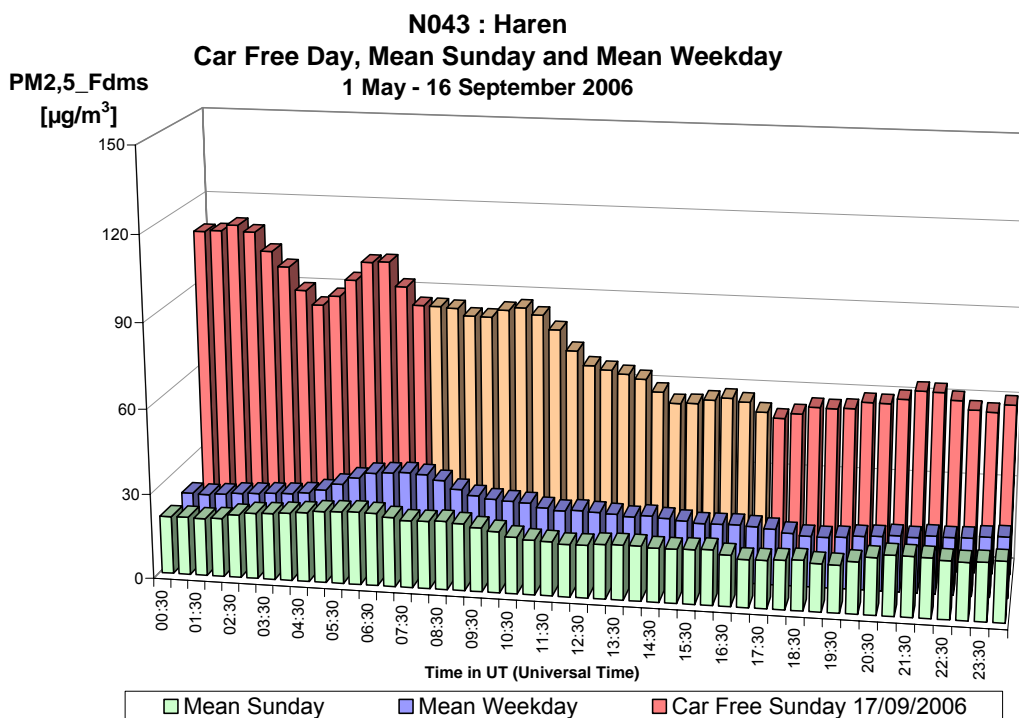


Fig. 6.15.a: Haren – PM<sub>2,5</sub>\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’ en tijdens de autoluwe zondag 2006

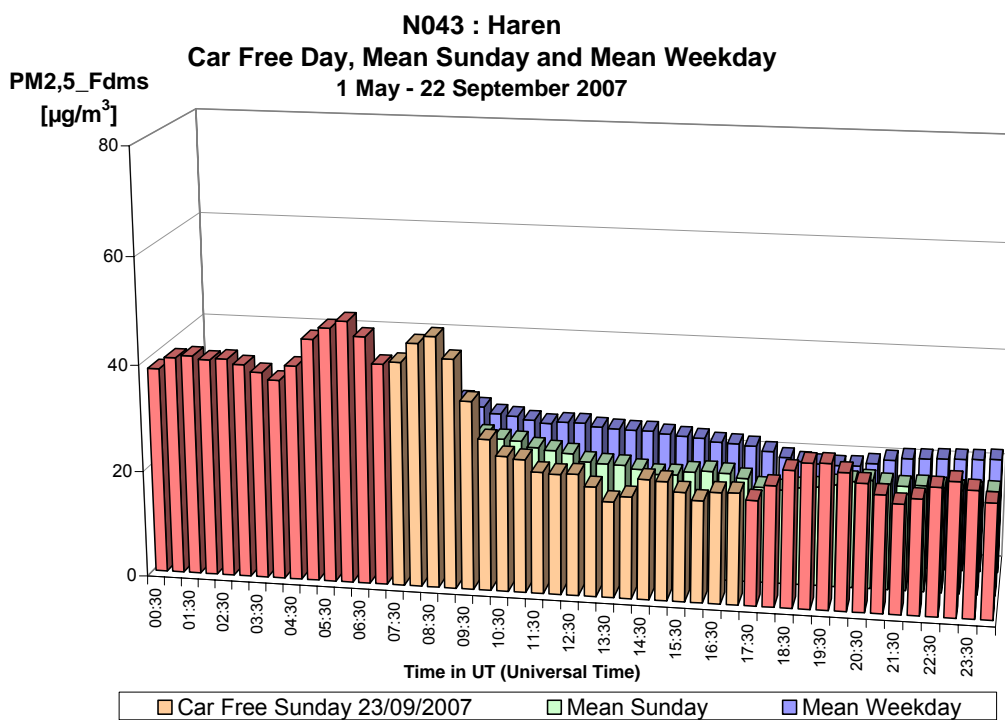


Fig. 6.15.b: Haren – PM<sub>2,5</sub>\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

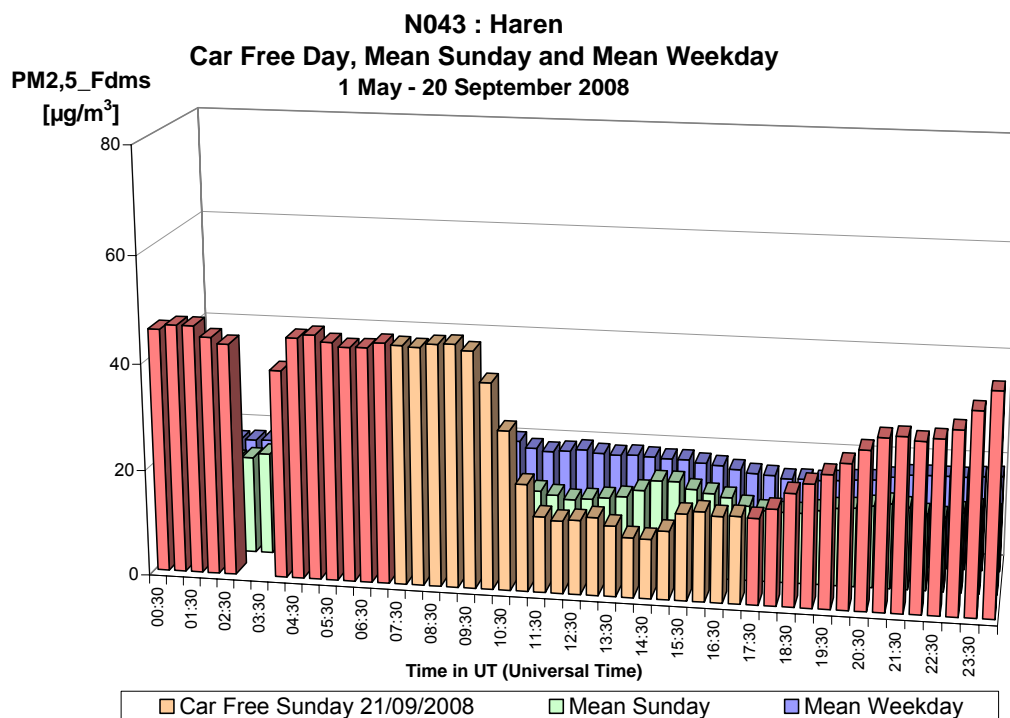


Fig. 6.15.c: Haren – PM2,5\_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2008'

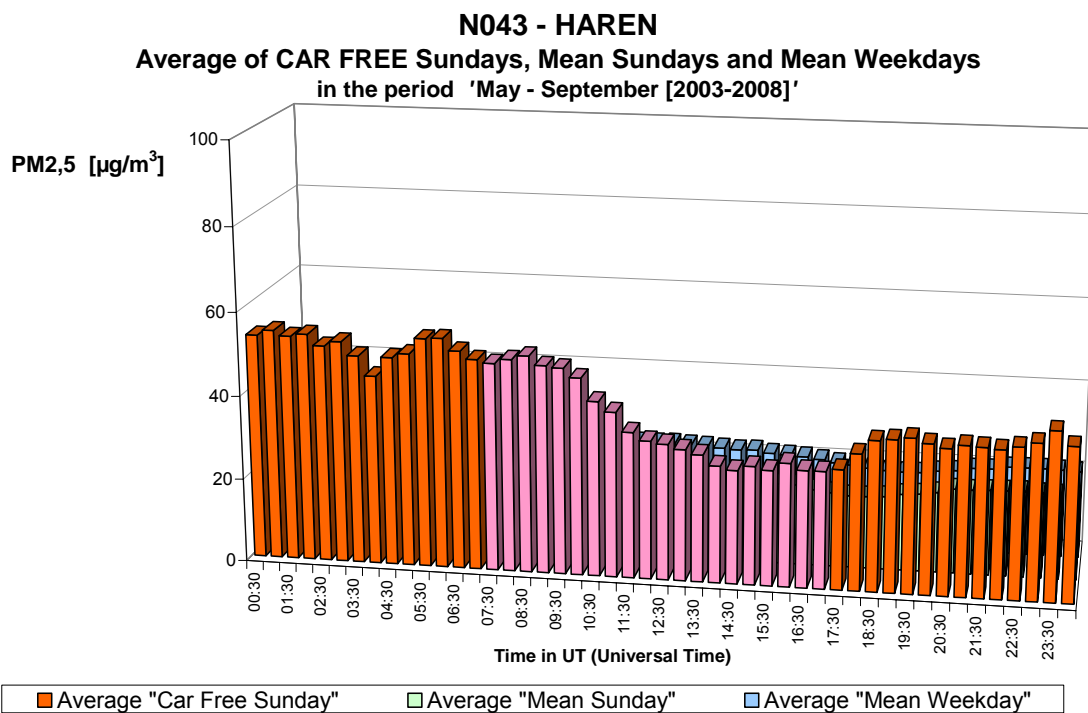


Fig. 6.15.d: Haren – PM2,5\_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2006-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2006-2008]'

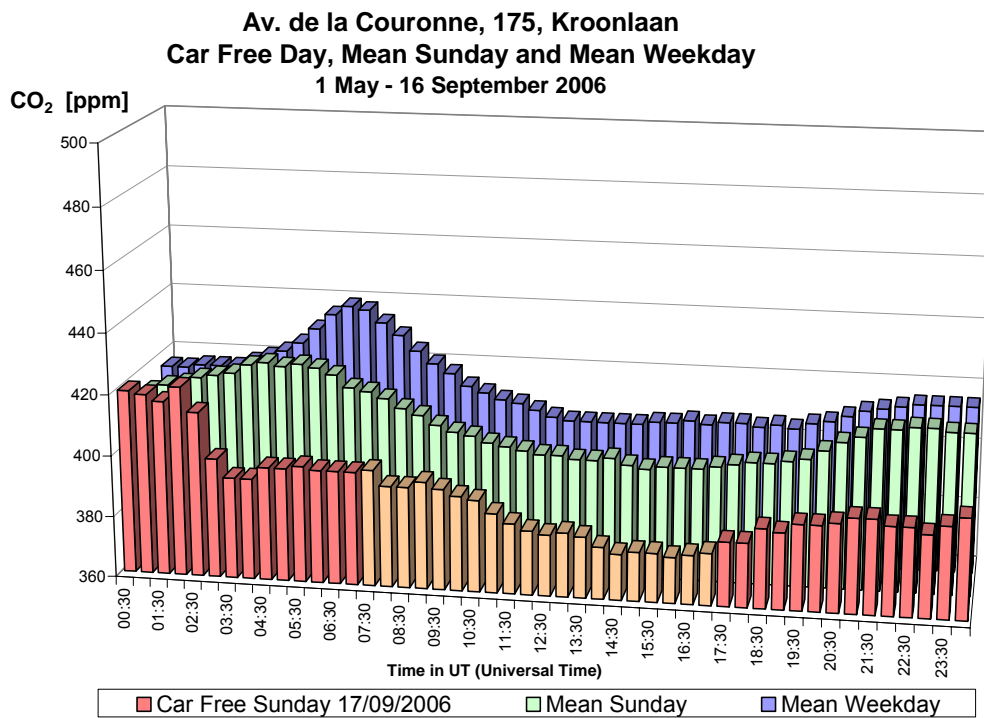


Fig. 6.16.a: Elsene-Kroonlaan – CO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2006 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’

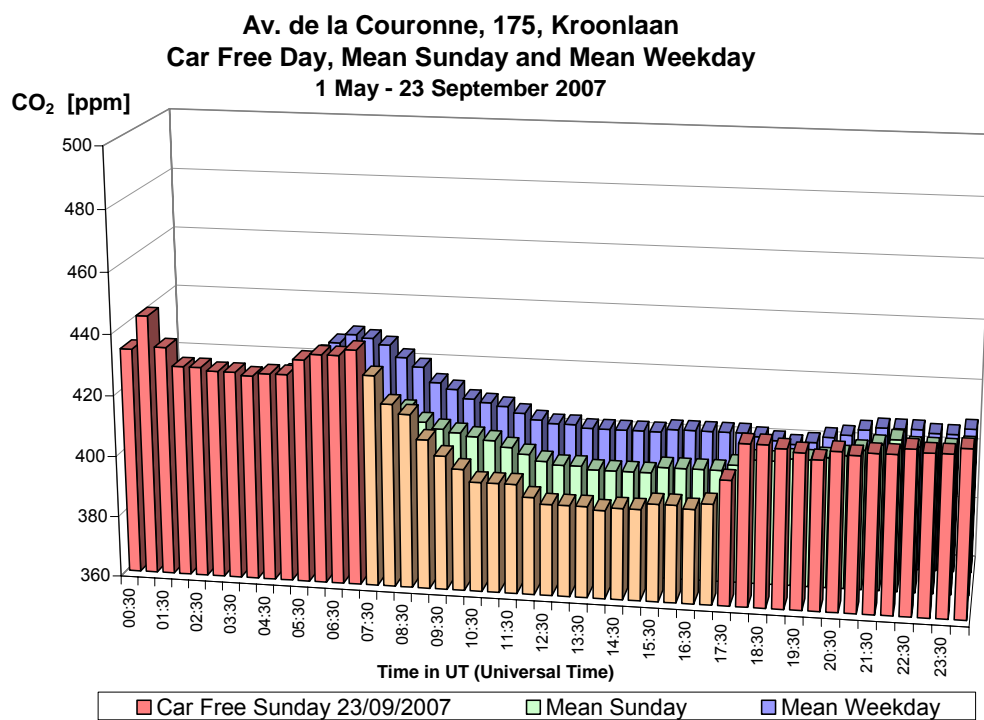


Fig. 6.16.b: Elsene-Kroonlaan – CO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2007 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2007’

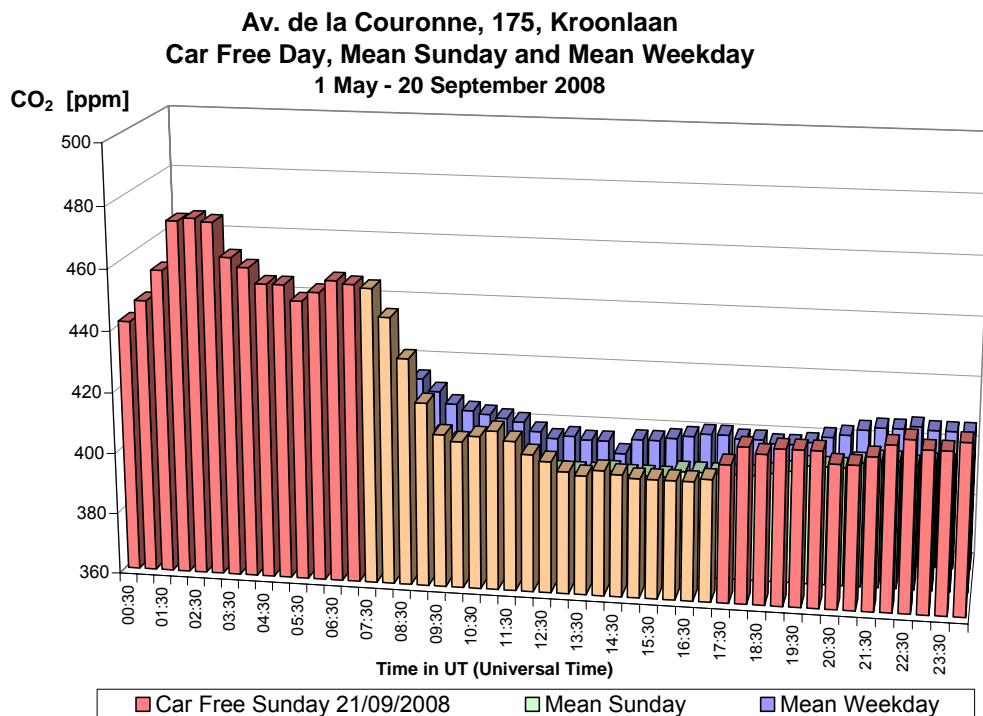


Fig. 6.16.c: Elsene-Kroonlaan – CO<sub>2</sub> – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2008 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2008’

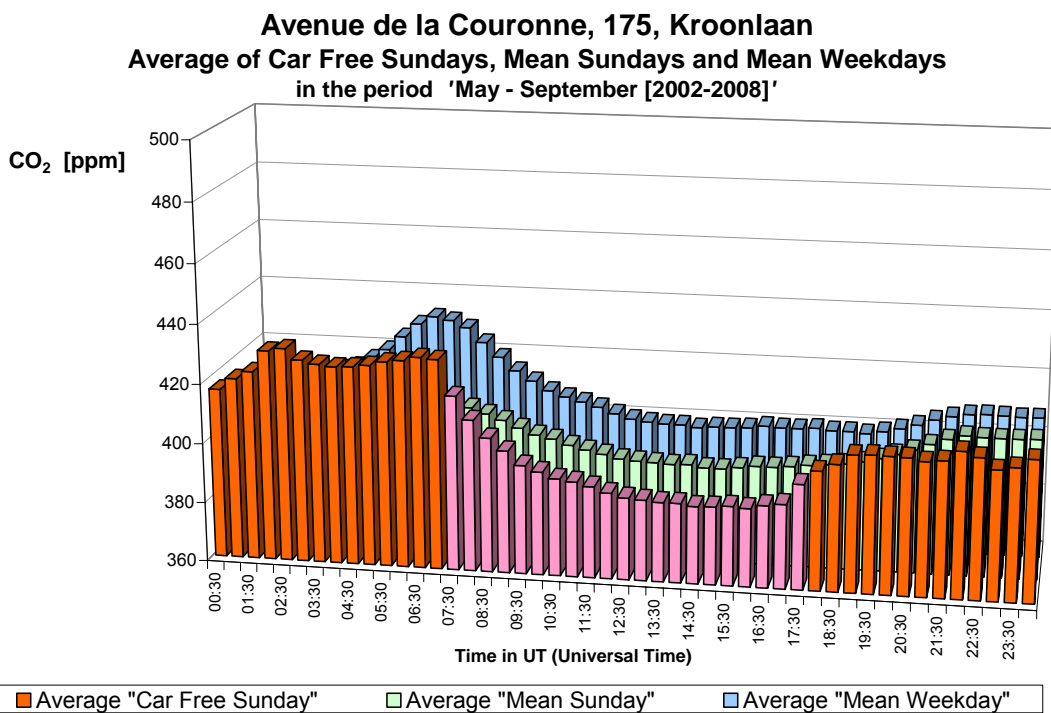


Fig. 6.16.d: Elsene-Kroonlaan – CO<sub>2</sub> – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2008] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2008]’

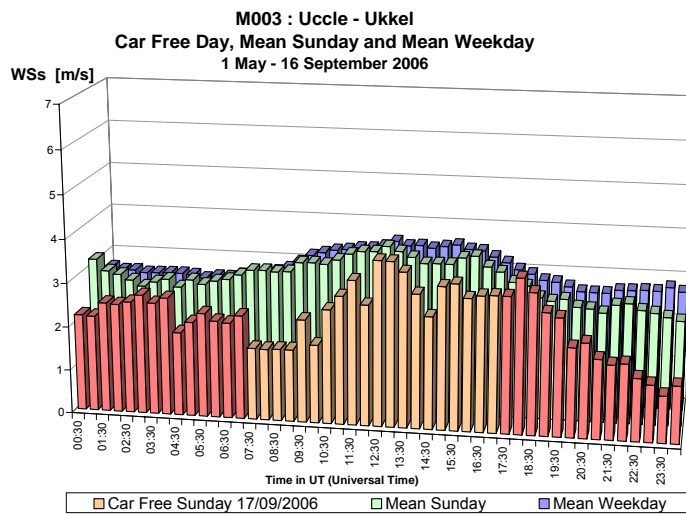
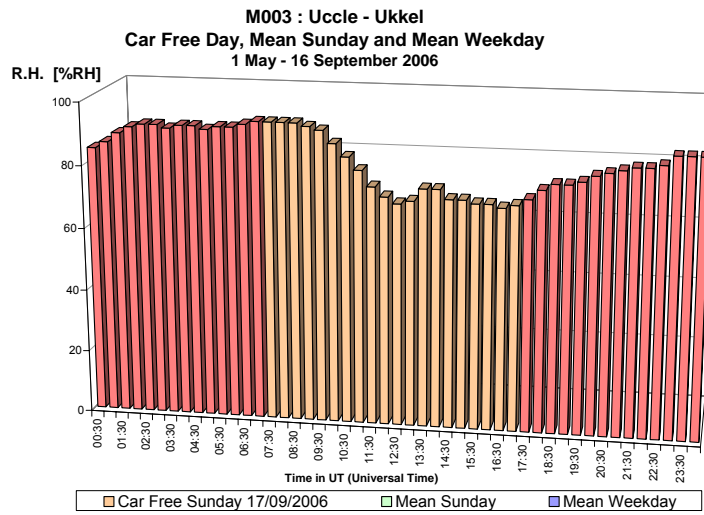
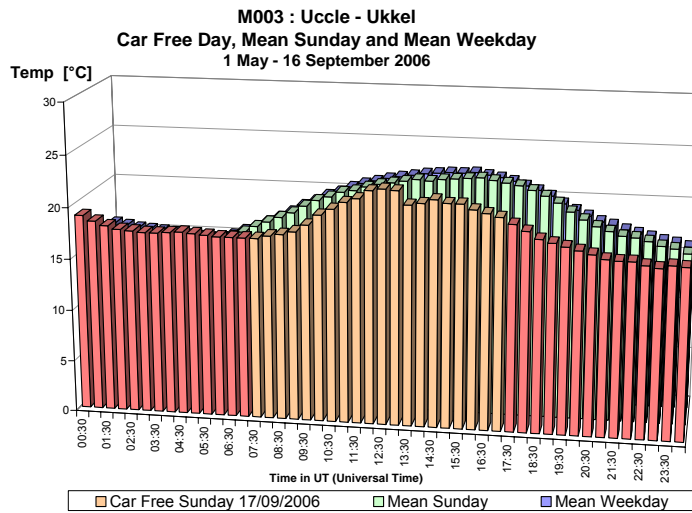


Fig. 6.17: Autoluwe zondag 17 september 2006 – verloop temperatuur, vochtigheid en windsnelheid

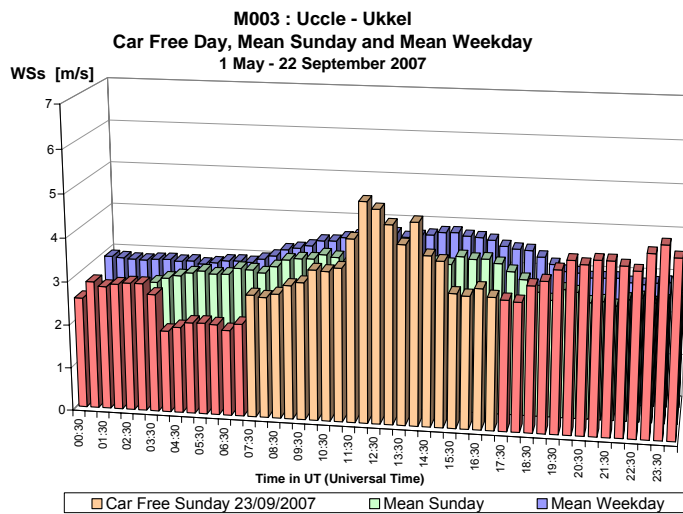
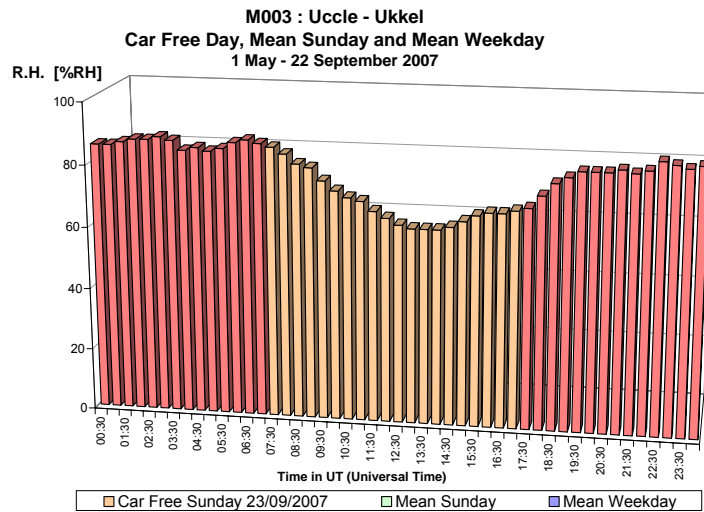
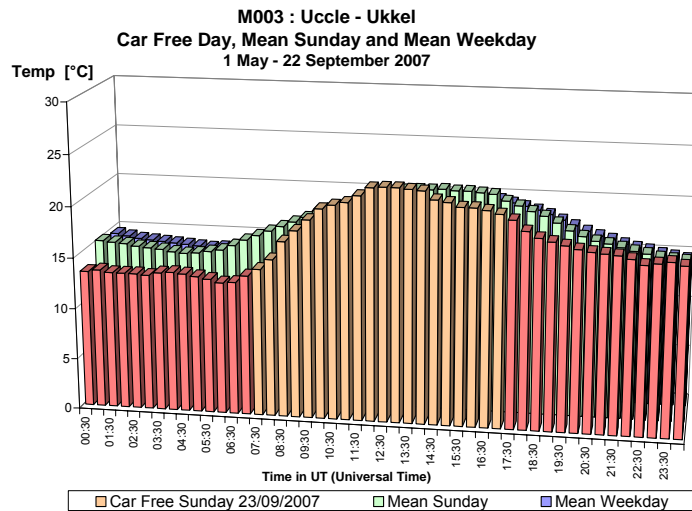


Fig. 6.18: Autoluwe zondag 23 september 2007 – verloop temperatuur, vochtigheid en windsnelheid



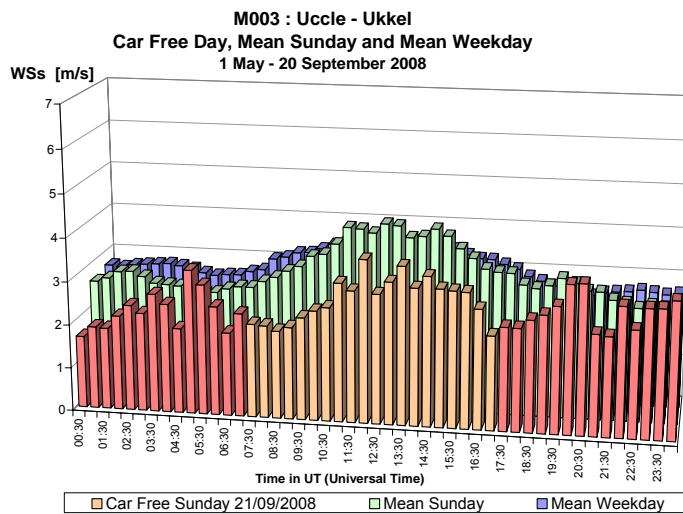
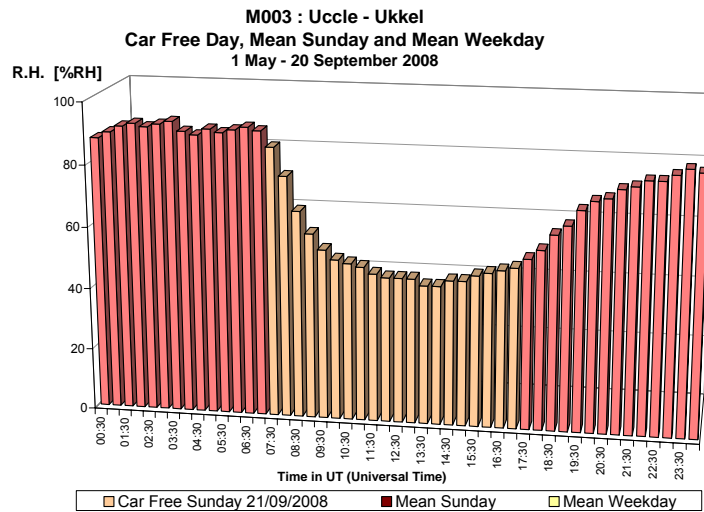
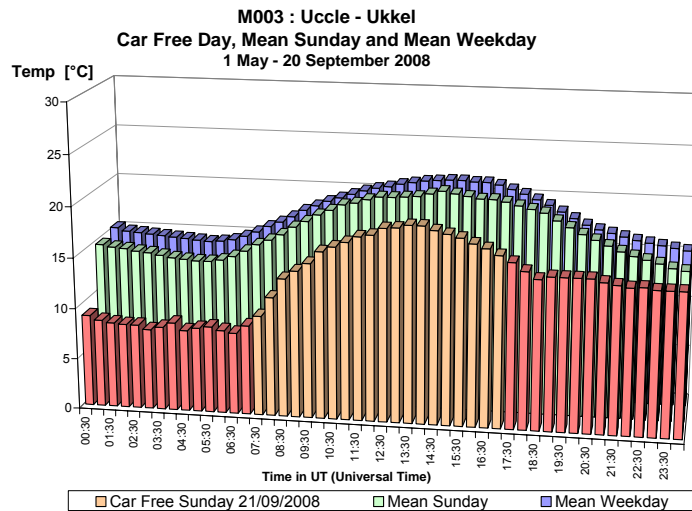


Fig. 6.19: Autoluwe zondag 21 september 2008 – verloop temperatuur, vochtigheid en windsnelheid

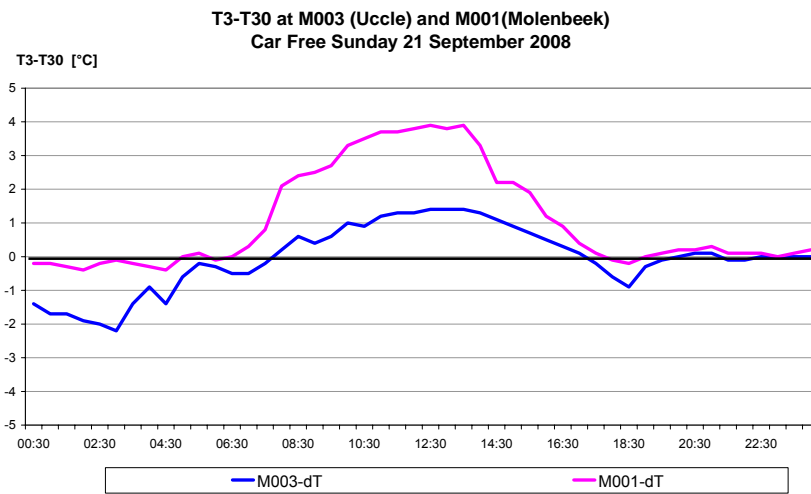
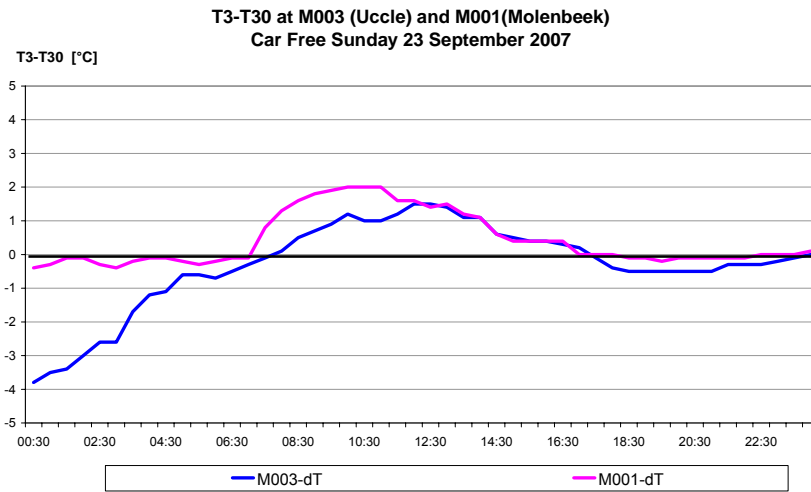
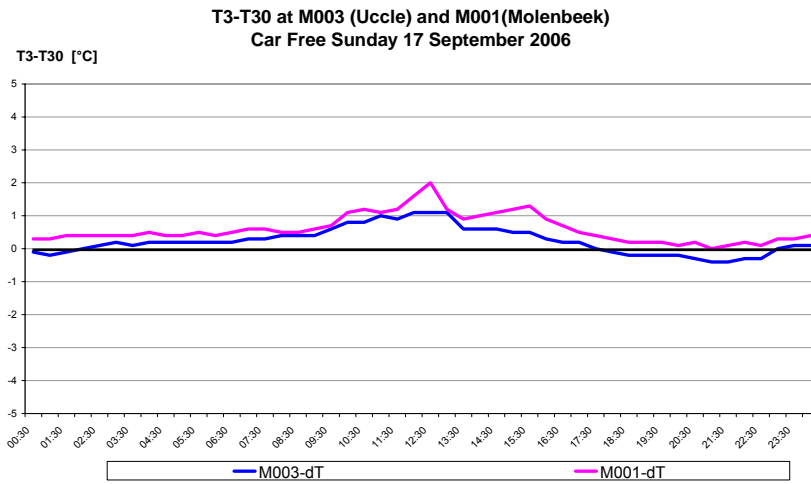


Fig. 6.20: Ukkel en Molenbeek - Temperatuurverschil tussen 3 en 30 m hoogte (T3-T30)  
Autoluwe zondagen van 2006, 2007 en 2008 – [negatieve waarde ≡ grondinversie]



# A. MEETSYSTEMEN LUCHTVERONTREINIGING

## A.1 Meetsystemen

### A.1.1 Systemen in reële tijd

Metingen in reële tijd zijn mogelijk met behulp van continu werkende analyseapparaten, die specifiek de aanwezigheid van één of meerdere welbepaalde pollutanten kunnen vaststellen. Dergelijke apparatuur bestaat o.a. voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> [NO en NO<sub>2</sub>], O<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, zwevende deeltjes [PM10 en PM2,5], etc... .

De detectie in de apparaten is gebaseerd op een fysico-chemische eigenschap van de pollutant. De analyseapparaten zuigen continu lucht aan door de detectiekamer en geven permanent een meetsignaal af voor de ogenblikkelijke concentratie. Weliswaar zijn er bepaalde toestellen (analyse Hg) die een gemiddelde waarde geven over een tijdsperiode van enkele minuten. Binnen het concentratiebereik van de apparaten verandert het meetsignaal lineair met de aangelegde concentratie. Dit soort apparatuur wordt gebruikt in “*telemetrische meetnetten*” waarmee de luchtkwaliteit permanent van op afstand gevolgd wordt.

Voor Btex (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen) bestaan er inmiddels specifieke geautomatiseerde gaschromatografen. Deze apparaten hebben een cyclustijd van 15 à 30 minuten en geven dus “quasi” continue resultaten.

In de praktijk bestaat het “meetnet Lucht” van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest uit 11 meetposten. Elke meetpost wordt beheerd met behulp van een lokale computer die instaat voor de werving en de technische validatie van de gegevens en de sturing van de regelmatig uit te voeren controletesten (ZERO en SPAN).

De ogenblikkelijke meetwaarden (om de 10 seconden) worden ter plaatse verwerkt tot halfuursgemiddelde waarden. Op regelmatige tijdstippen (om het uur) worden deze waarden tezamen met de bijhorende validatie-statussen en de resultaten van de meest recent uitgevoerde controletesten overgebracht naar de centrale beheerscomputer van het meetnet voor luchtpollutie. Na statistische verwerking worden de halfuurswaarden definitief gevalideerd en opgenomen in de gegevensbestanden voor de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Meetnetten, gebaseerd op metingen in reële tijd, laten toe om het dynamisch gedrag van het fenomeen luchtverontreiniging in beeld te brengen. De bevolking kan relatief snel geïnformeerd worden aangaande de evolutie van de luchtkwaliteit (b.v. ozonmetingen in de zomer) en het effect van eventueel genomen maatregelen kan onmiddellijk gevolgd worden.

### A.1.2 Systemen met uitgestelde analyse

Meetsystemen in reële tijd bestaan niet voor elk type pollutant en de installatie, op relatief korte termijn van de nieuwste technologie, is niet steeds aangewezen of haalbaar. In een aantal gevallen wordt dan ook beroep gedaan op beproefde technieken waarbij de bemonstering te velde geautomatiseerd is en waarbij de analyse achteraf in het laboratorium wordt uitgevoerd.

Tijdens de monsterneming wordt lucht met een constant debiet aangezogen doorheen een “val” waarin de pollutant achterblijft. Aan de hand van het debiet en de duur van de monsterneming is het *totale volume bemonsterde lucht* gekend. De analyse levert de totale *massahoeveelheid* pollutant op. Uit beide grootheden wordt de gemiddelde concentratie over de bemonsteringsperiode berekend.

Een analyse van het dynamisch gedrag van de luchtvervuiling is met deze discontinue methoden niet mogelijk. De resultaten van de metingen zijn in het beste geval pas met een vertraging van één tot twee weken gekend, waardoor de waarschuwingfunctie vervalt. De resultaten zijn echter even waardevol als deze van de “on-line” systemen voor wat betreft de *statistische interpretatie* en de *studie van de luchtverontreiniging*.

Deze methoden vergen gewoonlijk lagere investeringen. De technische ontwikkelingen en de verhoogde belangstelling voor bepaalde vormen van luchtverontreiniging kunnen mettertijd de overschakeling naar meetsystemen in reële tijd tot gevolg hebben. Een omschakeling in de andere richting is echter ook mogelijk wanneer de concentraties dermate gedaald zijn, b.v. als gevolg van een sanering, dat duurdere detectiemethodes niet langer onontbeerlijk zijn.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden metingen uitgevoerd naar het gehalte “*zware metalen (Pb)*”, “*vluchtige organische stoffen (V.O.S.)*”, “*verzurende componenten (SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>)*”, “*zwarte rook*” en “*polyaromatische koolwaterstoffen (P.A.K.)*”.

Voor zware metalen geschiedt de monsterneming op een membraanfilter en de analyse via atomaire absorptiespectrometrie (AAS). De vluchtige organische stoffen worden geabsorbeerd op vaste drager (Carbotrap tubes), gevolgd door thermische desorptie en analyse via gaschromatografie gekoppeld met massaspectrometrie (GC-MS).

De verzurende componenten worden geabsorbeerd in een licht aangezuurde en sterk verdunde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-oplossing en vervolgens geanalyseerd met behulp van ionenchromatografie. De P.A.K.’s worden geabsorbeerd op een filtermembraan van glasvezel of teflon en de aangewende analytische methode is gaschromatografie na thermische desorptie.

## A.2 IJKPROCEDURE

### A.2.1 Ijkprocedure telemetrisch meetnet

Het meetnet wordt regelmatig onderworpen aan een strikte controle. Alle toestellen voor een welbepaalde component refereren aan een gemeenschappelijke standaard. Op de interregionale ijkbank (IRCEL), geïnstalleerd in de lokalen van het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM, worden op reproduceerbare wijze exact gekende concentraties ( $\pm 2\%$ ) van de pollutanten in lucht aangemaakt. Dit zijn de zogenaamde primaire standaarden. De nauwkeurigheid ervan wordt, waar mogelijk, bepaald op basis van fysische metingen. In andere gevallen wordt een beroep gedaan op het ijkcertificaat van de leverancier.

Voor de verdunningen wordt pollutenvrije “ZERO-lucht” aangemaakt. Daartoe wordt omgevingslucht gecompriëerd, gedroogd en ontdaan van al de aanwezige pollutanten zoals SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, vluchtige koolwaterstoffen en zwevende deeltjes. Verdunning van de basisconcentratie tot courant gangbare ijkgasconcentraties, die gelegen zijn binnen het bereik van de meettoestellen, gebeurt met behulp van de gezuiverde lucht. Het luchtdebiet wordt geregeld met behulp van massadebietregelaars met een nauwkeurigheid van 1% en een reproduceerbaarheid van 0.1%.

De meetapparaten van de ijkbank worden nauwkeurig afgesteld t.o.v. de primaire standaarden en de lineariteit wordt getest. Deze meetapparaten verblijven permanent op de ijkbank en worden om de twee weken gecontroleerd met behulp van de primaire standaarden. Deze regelmatig gecontroleerde meettoestellen vormen de referentiemeetapparaten van de ijkbank.

Het laboratorium beschikt daarnaast over een aantal transporteerbare systemen, zogenaamde transferstandaarden, waarmee op reproduceerbare wijze concentraties van de pollutanten worden aangemaakt. De concentratie, afgegeven door deze systemen, wordt niet bepaald op basis van fysische metingen of ijkcertificaten zoals dit het geval is bij primaire standaarden. De concentratie wordt in dit geval gemeten met behulp van de exact geregelde referentiemeetapparaten.

Met behulp van deze transferstandaarden worden de meetapparaten in de diverse meetposten gecontroleerd en zonodig bijgesteld. Minstens éénmaal om de drie maanden, en frequenter indien nodig, worden de meetposten van het telemetrisch meetnet met dit doel bezocht. Aan de meettoestellen wordt ijkgas van de transferstandaard aangeboden en indien nodig worden de apparaten bijgesteld. Vermits alle toestellen afgeregeld worden t.o.v. dezelfde transferstandaarden voorkomt men divergentie van de meetresultaten tussen de verschillende meetposten. Vermits ook het Vlaamse en Waalse Gewest participeren in de ijkprocedures van de interregionale ijkbank en er hun transferstandaarden uitmeten t.o.v. de referentietoestellen, blijft de harmonisatie van de resultaten in de meetnetten van de drie Gewesten verzekerd.

Elke meetpost beschikt ook over een intern testsysteem waarmee, op bevel van de computer van de meetpost een reproduceerbare concentratie van het testgas wordt aangemaakt, dat aan de toestellen wordt aangeboden. Onmiddellijk na het afstellen van de apparatuur van de meetpost t.o.v. de transferstandaard wordt de referentiewaarde van het interne testsysteem uitgemeten. Deze interne referentiewaarde wordt tezamen met een tolerantiegrens in het lokale computersysteem ingevoerd. Afhankelijk van de stabiliteit van de meetsystemen en de reproduceerbaarheid van de concentraties van het lokale testgas wordt een tolerantiegrens ingesteld tussen 6 tot 10%.

Elke dag, of regelmatig om de twee of drie dagen, wordt door de meetpostcomputer een testcyclus bevolen. Hierbij wordt door de meetapparaten achtereenvolgens gedurende 30 minuten “ZERO-lucht” en “SPAN-gas” aangezogen. Indien de resultaten, bekomen voor pollutievrije lucht en testgas, binnen de opgelegde toleranties vallen, worden de meetwaarden “*technisch gevalideerd*”. Indien dit niet het geval is, worden de meetwaarden reeds op dit niveau definitief verworpen. Er dient dan tussenbeide gekomen te worden om uit te maken of er zich een probleem stelt op het niveau van de meetapparatuur of van de interne testgasgenerator.

Niet gevalideerde waarden worden a posteriori nooit gevalideerd, ook niet indien achteraf zou blijken dat de oorzaak van het technisch falen niet bij het detectieapparaat ligt, maar b.v. bij het interne testsysteem. Het strikt toepassen van de ingestelde toleranties bij de regelmatige routinecontroles en een regelmatige controle op de juiste afregeling van de meetapparatuur staan borg voor de kwaliteit van de meetresultaten. Op de “technisch” gevalideerde meetresultaten wordt dan ook geen correctiefactor toegepast.

De definitieve validatie van de halfuurgegevens gebeurt op basis van een reeks statistische testen, die worden uitgevoerd na een voorafgaandelijke overdracht van de technisch gevalideerde gegevens van de meetpostcomputers naar de centrale beheerscomputer van het meetnet. Daarna volgt de definitieve opname in de gegevensbestanden voor de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

#### A.2.2 IJkprocedure bij discontinue systemen

Het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM heeft met succes [1998-2004] een kwaliteitscontrolesysteem, gebaseerd op de norm EN 45000, ingevoerd voor een groot gedeelte van de uitgevoerde analyses.

De kwaliteitsgarantie is gebaseerd op de technisch-wetenschappelijke competentie van het personeel en een standaardisatie van alle stappen van het analytisch gebeuren (vanaf de bemonstering tot en met de databank met de eindresultaten).

Het basisprincipe voorziet dat alle resultaten moeten kunnen nagetrokken worden en dat zij gerefereerd zijn t.o.v. nationale en internationale standaarden.

Alle belangrijke stappen van de analytische keten zijn zodanig opgevat dat de bekomen resultaten herberekend kunnen worden om zo hun nauwkeurigheid te verifiëren.

Een kwaliteitscontrole wordt uitgeoefend op verschillende stappen in de procedure (bemonstering, analyse, verwerking van de resultaten): getuige, blinde stalen, duplo stalen, etc... De performanties van de verschillende apparaten en van de gebruikte software worden eveneens op geregelde tijdstippen aan specifieke testen onderworpen.

Ten slotte worden de resultaten onderworpen aan een reeks statistische testen (evolutie van de gegevens, vergelijking tussen meetposten of tussen parameters onderling, vergelijking tussen verschillende methoden) vóór de definitieve validatie en de opname in de immissiedatabank voor luchtpollutie.

### A.3 MEETMETHODEN TELEMETRISCH MEETNET

Voor de bemonstering bevindt zich in elke meetpost een centrale aanzuigleiding met aanzuigpomp. De aanzuigleiding bestaat deels uit glas en deels uit teflon. Het aanzuigdebiet bedraagt ca. 100 l/min, zodat de ogenblikkelijke concentraties dezelfde zijn als in de buitenlucht. Elk analyseapparaat is via een teflonfilterhouder, voorzien van een teflonmembraanfilter, en een teflonleiding van 1/4 of 1/8 duim diameter met de centrale aanzuigleiding verbonden. Elk apparaat beschikt over een pomp om de nodige lucht aan te zuigen. De membraanfilter beschermt de aanzuigleiding en het analyseapparaat tegen interne vervuiling. De verblijftijd van de lucht in het bemonsteringsysteem bedraagt hoogstens een tiental seconden.

#### A.3.1 Stikstofoxiden

Het gehalte stikstofoxiden in de omgevingslucht van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt gemeten te Molenbeek (41R001), in de Kroonlaan te Elsene (41R002), in Kunst-Wet (41B003), St.-Katelijne (41B004), Eastman-Belliard (41B005), het Europees Parlement (41B006), St.-Agatha-Berchem (41B011), Ukkel (41R012), Haren (41N043), St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1) en in het Meudonpark (41MEU1).

Met stikstofoxiden wordt zowel stikstofmonoxide (NO) als stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) bedoeld. De som van beide wordt als NO<sub>x</sub> aangeduid: [NO<sub>x</sub>] = [NO] + [NO<sub>2</sub>]. De detectie van stikstofoxiden is gebaseerd op de chemieluminescente reactie tussen stikstofmonoxide (NO) en ozon (O<sub>3</sub>).

De aangezogen lucht wordt binnen het meettoestel in twee gelijke stromen verdeeld. De eerste stroom wordt direct naar de reactiekamer geleid, waar een gedoseerde hoeveelheid ozon wordt toegevoegd; hierbij wordt het in de lucht aanwezige NO gedetecteerd. De tweede stroom gaat eerst over een katalytische convertor waarbij het aanwezige NO<sub>2</sub> tot NO gereduceerd wordt en het aanwezige NO onveranderd blijft. Na toevoeging van ozon wordt in deze stroom NO<sub>x</sub> gedetecteerd, n.l. de som van NO dat in de buitenlucht als NO aanwezig was en van NO dat in de buitenlucht als NO<sub>2</sub> aanwezig was. Uit het verschil van beide meetsignalen (NO<sub>x</sub> minus NO) wordt het NO<sub>2</sub>-gehalte bekomen. NO<sub>x</sub>-analyzers beschikken over een interne O<sub>3</sub>-generator voor de aanmaak van ozon, noodzakelijk voor de chemieluminescente reactie.

De referentiemethode voor het ijken van NO<sub>x</sub>-analyzers is gebaseerd op primaire ijkstandaarden voor NO en NO<sub>2</sub>. De primaire ijkstandaard voor NO bestaat uit een gecertificeerde ijkgascilinder met een concentratie van 100 ppm NO onder stikstofatmosfeer. Met behulp van "Zero-lucht", d.i. gedroogde en gezuiverde lucht (eliminatie van SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, koolwaterstoffen en zwevende stofdeeltjes) worden in het ijklabo verdunningen uitgevoerd tot concentraties binnen het bereik van 200 à 1000 ppb NO. De debieten van het primaire NO-ijkgas en van de zuivere verdunningslucht worden geregeld met behulp van massadebietregelaars met een nauwkeurigheid van 1% en een reproduceerbaarheid van 0.1%.

Met behulp van deze NO-ijkgasconcentraties worden beide kanalen (NO en NO<sub>x</sub>) van de NO<sub>x</sub>-referentieanalyzer in het ijklaboratorium afgeregeld. Tevens worden de lineariteit en de stabiliteit van het referentieapparaat gecontroleerd.



De primaire NO<sub>2</sub>-standaard bestaat uit een permeatiebuisje, gevuld met vloeibaar NO<sub>2</sub>. Een permeatiebuisje is een gesloten buisje vervaardigd uit een kunststof (b.v. teflon) of uit roestvrij staal, voorzien van een permeabele wand. Dit buisje wordt in een oventje geplaatst waarvan de temperatuur op 0.1 °C nauwkeurig geregeld wordt. Bij verhoogde temperatuur diffundeert het NO<sub>2</sub> doorheen de permeabele wand. Eens de vorm en het materiaal van het buisje vastliggen, wordt het permeatiedebiet volledig bepaald door de temperatuur. Bij constante temperatuur (b.v. 40°C) is de afgifte van het buisje constant in functie van de tijd. Doorheen het oventje wordt een constant debiet zuivere lucht geleid waardoor men beschikt over NO<sub>2</sub>-ijkgas met constante concentratie. De afgifte van het permeatiebuisje wordt maandelijks gravimetrisch bepaald met behulp van een analytische balans (0.01 mg resolutie). Uit het luchtdebiet en het permeatieverlies wordt de concentratie berekend.

Het NO<sub>2</sub>-ijkgas wordt vervolgens met een NO<sub>x</sub>-referentie-analyzer gemeten die voorafgaandelijk met behulp van het NO-ijkgas was afgeregeld. De afwijking van de gemeten NO<sub>2</sub>-concentratie t.o.v. de berekende mag niet meer dan 2% bedragen, zoniet dient de oorzaak van dit verschil opgespoord en verholpen te worden.

Na een goed verloop van de ijktesten wordt met behulp van de nauwkeurig afgeregelde NO<sub>x</sub>-referentie-analyzer de NO- en NO<sub>2</sub>-concentratie in de transferstandaarden bepaald. De transferstandaard voor NO is een niet gecertificeerde ijkgascilinder met een concentratie van ca. 400 ppb NO in stikstofatmosfeer. De exacte concentratie ervan (± 3%) wordt in het ijklaboratorium bepaald met behulp van de exact afgeregeld NO<sub>x</sub>-referentie-analyzer.

De transferstandaard voor NO<sub>2</sub> bestaat uit een NO<sub>2</sub>-permeatiebuisje in een draagbaar permeatiesysteem. De NO<sub>2</sub>-concentratie van dit systeem wordt eveneens bepaald in het ijklaboratorium met behulp van de NO<sub>x</sub>-referentie-analyzer. De testen met behulp van NO<sub>2</sub> laten tevens toe het rendement van de NO<sub>2</sub>-conversie (reductie van NO<sub>2</sub> tot NO) te controleren.

De NO<sub>x</sub>-meetapparaten van het meetnet worden regelmatig om de twee à drie maanden, getest en desgevallend opnieuw juist ingesteld t.o.v. de transferstandaarden. Tegelijkertijd wordt het rendement van de NO<sub>2</sub>-converter bepaald. Vermits dezelfde transferstandaard in alle meetcabines wordt aangewend, refereert elk NO<sub>x</sub>-apparaat uit het meetnet aan de gemeenschappelijke primaire standaard.

In de meetcabines bevindt zich eveneens een ijksysteem waarmee om de twee dagen een routinecontrole wordt uitgevoerd. De concentratie afgegeven door de interne calibrator wordt bepaald, onmiddellijk nadat de NO<sub>x</sub>-analyzer juist afgeregeld werd t.o.v. de transferstandaard. De interne calibratiewaarde met de bijhorende tolerantie wordt in het beheerssysteem van het meetnet ingevoerd. De ingestelde tolerantie bedraagt momenteel 6%.

Bij de vernieuwing van de NO<sub>x</sub>-apparatuur werd geopteerd voor toestellen waarbij de vervuiling van de meetkamers ten gevolge van de chemieluminescente reactie minimaal is. Hierdoor wordt gepoogd de stabiliteit over langere termijn van de meetresultaten te bevorderen. De stabiliteit van de interne controlesystemen (dynamische verdunning) werd eveneens verbeterd tot ca. 1,5 à 2%.

### A.3.2 Ozon

Ozontoeestellen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest staan opgesteld in de meetposten te Molenbeek (41R001), St.-Katelijne (41B004), het Europees Parlement (41B006), St.-Ag.-Berchem (41B011), Ukkel (41R012), Haren (41N043) en St.-Lambr.-Woluwe (41WOL1).

De O<sub>3</sub>-toestellen, aanwezig in de meetposten, zijn UV-absorptietoestellen. In een meettoestel met UV-absorptie bevindt zich een cilindrische buis van ongeveer 1/2 inch diameter die, hetzij inwendig perfect gepolijst (spiegelend oppervlak) is, hetzij uit kwartsglas bestaat. Aan de ingang van de buis bevindt zich een UV-bron waarvan de intensiteit constant gehouden wordt. De UV-bron wordt afgeschermd zodat enkel de golflengtes, gevoelig voor absorptie door O<sub>3</sub>, in de meetkamer binnendringen. De storende golflengtes, waarbij o.a. O<sub>3</sub> geproduceerd wordt uit de aanwezige zuurstof, worden dus vooraf uitgefilterd. Op het einde van de buisvormige reactiekamer bevindt zich een UV-detector. Bij toenemende O<sub>3</sub>-concentratie is er meer absorptie van UV-straling in de meetkamer. Op de detector wordt dan een lagere UV-intensiteit gemeten.

De absorptie van UV-straling door ozon volgt de absorptiewet van Lambert-Beer:

$$\frac{I_1}{I_0} = \exp (- \alpha \cdot l \cdot C)$$

waarbij :

I <sub>0</sub>	:	UV-intensiteit bij ozonvrije lucht
I <sub>1</sub>	:	UV-detectie bij ozonhoudende lucht
α	:	absorptiecoëfficiënt
l	:	optische weglengte tussen UV-bron en UV-detector
C	:	ozonconcentratie

In de praktijk werkt het analyseapparaat in twee snel op elkaar volgende cycli. Gedurende een aantal seconden wordt de omgevingslucht direct aangezogen doorheen de meetkamer. Hierbij is er UV-absorptie door de aanwezige ozon (bepaling I<sub>1</sub>). Vervolgens wordt gedurende een even lange periode lucht aangezogen waarbij het aanwezige ozon totaal afgebroken wordt (bepaling I<sub>0</sub>) op een O<sub>3</sub>-scrubber.

De absorptiecoëfficiënt voor O<sub>3</sub> is gekend, de optische weglengte ligt per meettoestel vast en de meting van I<sub>0</sub> en I<sub>1</sub> kan met voldoende nauwkeurigheid uitgevoerd worden. Het verband tussen de concentratie enerzijds en de verhouding van de UV-intensiteiten anderzijds, ligt éénduidig vast. Indien zij technisch in orde zijn, blijven meettoestellen werkend volgens dit principe gedurende zeer lange tijd stabiel; dit wordt experimenteel bevestigd bij de opeenvolgende ijkingen. Op voorwaarde dat het binnendringen van stofdeeltjes in de meetkamer vermeden wordt, dient het toestel niet bijgeregeld te worden, ook niet na meerdere maanden gebruik.

Het binnendringen van stofdeeltjes wordt vermeden door aan de ingang van de leiding voor monsterneming een teflonfilterhouder met teflonmembraanfilter te voorzien. Dit membraan dient regelmatig vervangen te worden om absorptie van ozon op het gecollecteerde stof te vermijden. De leiding voor monsterneming en alle verbindingen dienen bovendien lekdicht te zijn en bij voorkeur enkel uit teflon en/of borosilicaatglas te bestaan.

Vóór en na elke zomerperiode worden de O<sub>3</sub>-meettoestellen vanuit het meetnet naar het ijklaboratorium van het BIM overgebracht (b.v. in april en oktober 2008). Bij de aankomst in het ijklabo worden de prestaties van de meettoestellen grondig gecontroleerd (gevoeligheid, nauwkeurigheid, stabiliteit, lineariteit, ...) met behulp van de O<sub>3</sub>-referentie-ijkbron. Vervolgens wordt een degelijk preventief onderhoud van de meettoestellen uitgevoerd. Dit omvat o.m. de reiniging van de meetkamer, de vervanging van de specifieke O<sub>3</sub>-scrubber, de reiniging van de elektromagnetische klep en het testen van de lekdichtheid van het meetsysteem. Ten slotte, alvorens de meettoestellen terug in het meetnet te plaatsen, worden de prestaties opnieuw getest t.o.v. de O<sub>3</sub>-referentie-ijkbron van het laboratorium.

De juiste waarde van de O<sub>3</sub>-referentie-ijkbron wordt met een gasfase-titratiesysteem gesteld t.o.v. de referentie-ijkbron voor NO<sub>x</sub> en is tot op 2% nauwkeurig. In het IRCEL-ijklabo is er sedert de zomerperiode '99 tevens een referentie-UV-fotometer geïnstalleerd. De verschillen van de ijkningen op basis van beide referentiesystemen bedragen ongeveer 2 à 3% over het concentratiegebied van enkele tientallen tot enkele honderden microgram/m<sup>3</sup>. De afregeling van de meettoestellen van het meetnet diende niet noemenswaardig (< 2%) gewijzigd te worden t.o.v. de vorige controles (april/november 1994, 1995, 1996, ..., 2000, ..., 2006, 2007 en 2008).

Belangrijk voor de goede werking van een O<sub>3</sub>-meettoestel is een perfect afsluitende elektromagnetische klep. Bij elke cyclus schakelt deze klep om en er mag geen lucht worden aangezogen via lekken in het meetapparaat. Verder mag er geen menging optreden tussen de lucht van beide meetfasen (monster en ozonvrije lucht) en dient de O<sub>3</sub>-scrubber voldoende efficiënt en zuiver te zijn.

Problemen doen zich eerder zelden voor, maar kunnen desgevallend tot relatief grote meetfouten leiden. Een gemis aan duurzaamheid (kwaliteit, specificiteit) van origineel geleverde O<sub>3</sub>-scrubbers en UV-bronnen heeft vroeger meerdere malen geleid tot een verlies aan meetgegevens.

De meettoestellen beschikken ook over een inwendige O<sub>3</sub>-generator waarmee om de drie dagen een routinetest wordt uitgevoerd. Eens het apparaat correct afgeregeld is t.o.v. de referentie-ijkbron in het labo, wordt voor elk apparaat de interne controlewaarde genoteerd. In het meetnet wordt om de drie dagen een controletest uitgevoerd. Gedurende een half uur wordt ozonvrije lucht aangezogen (ZERO-meting) en vervolgens wordt gedurende een half uur de routinetest uitgevoerd (SPAN-meting).

De tolerantie op de ZERO-waarde bedraagt ca. 4 µg/m<sup>3</sup>. Op de SPAN-waarde bedraagt de tolerantie 10% van de ingestelde waarde. Het opleggen van een relatief ruime marge van 10% komt door de beduidend minder goede reproduceerbaarheid van de interne ozongeneratoren. De O<sub>3</sub>-vorming is afhankelijk van het UV-spectrum van de interne bron en van de luchtvochtigheid. De reproduceerbaarheid van de ozondetectie is veel beter en is van de orde van 2%. Bij de zesmaandelijks controletesten in het labo blijkt dat finaal een nauwkeurigheid van 2 à 3% bereikt werd t.o.v. de O<sub>3</sub>-referentie-ijkbron.

### A.3.3 Koolmonoxide – Kooldioxide

Koolmonoxide en kooldioxide worden gemeten met apparaten werkend op basis van IR-absorptie (absorptie in het infrarode gebied) en Gasfiltercorrelatie (GFC-IR). Koolmonoxide wordt gemeten te Molenbeek (41R001), Elsene (41R002), Kunst-Wet (41B003), St.-Katelijne (41B004), Eastman-Belliard (41B005), het Europees Parlement (41B006), Haren (41N043) en St.-Lambr.-Woluwe (41WOL1). Kooldioxide wordt gemeten te Elsene (41R002), Ukkel (41R012), St.-Lambr.-Woluwe (41WOL1) en Kunst-Wet (B003).

In de apparaten bevindt zich een IR-bron, een meetkamer en een IR-detector. Tussen de IR-bron en de meetkamer bevindt zich een ronddraaiend rad dat voorzien is van twee transparante cellen. Eén cel is gevuld met stikstof en de andere met het gas dat men wenst te meten (CO of CO<sub>2</sub>). De IR-straling die de meetkamer binnenkomt, wordt met behulp van spiegels enkele malen heen en weer gereflecteerd. Bij een voldoende grote weglengte wordt een meetbare absorptie bekomen. Aan de uitgang van de meetkamer bevindt zich een IR-filter met nauwe bandbreedte, gevolgd door een op constante temperatuur gekoelde IR-detector.

CO-apparaat : van de uitgestuurde IR-straling worden de CO-gevoelige golflengtes totaal geabsorbeerd door de CO-gevulde cel. In de meetkamer is er dan nog enkel absorptie van eventueel aanwezige interferenten op andere golflengtes. Wanneer de IR-straling doorheen de N<sub>2</sub>-gevulde cel gaat, is er geen absorptie van de CO-gevoelige golflengte in de cel. In de meetkamer is er absorptie vanwege het aanwezige CO en vanwege eventuele interferenten.

De IR-detector ontvangt alternerend twee, in de tijd gescheiden, signalen. Een synchronisatiesysteem zorgt voor de juiste interpretatie ervan. Het verschil in intensiteit tussen beide signalen is het hoogst wanneer de CO-concentratie in de meetcel nul bedraagt en het neemt af naarmate de CO-concentratie toeneemt. Het systeem wordt geijkt met gekende CO-ijkgasconcentraties. De interferentie van H<sub>2</sub>O-damp en CO<sub>2</sub> (IR-absorptie) en de invloed van de temperatuur op het detectiesignaal zijn tot een minimum beperkt. Dit principe laat toe om nauwkeurig te meten bij lage concentraties. Zero-drift wordt vermeden door een regelmatig uitgevoerde automatische “zero-reset” t.o.v. CO-vrije omgevingslucht, die bekomen wordt via een katalytische oxidatie van CO tot CO<sub>2</sub>.

CO<sub>2</sub>-apparaat : de beschrijving voor CO<sub>2</sub>-apparaten is volkomen analoog als hierboven, waarbij een CO<sub>2</sub>-gevulde cel de CO-gevulde cel vervangt. Gezien de relatief hogere CO<sub>2</sub>-concentraties (360 à 420 ppm CO<sub>2</sub> t.o.v. 0.2 à 5 ppm CO) kan de weglengte in de absorptiekamer korter gehouden worden en zijn de interferenties minder storend dan bij de CO-detectie.

Als primaire standaard worden gecertificeerde ijkgascilinders aangewend met een concentratie van respectievelijk 500 ppm CO onder stikstofatmosfeer en 6000 ppm CO<sub>2</sub> in synthetische lucht. Met behulp van “Zero-lucht” worden in het laboratorium verdunningen aangemaakt. De debietregeling geschiedt met massadebietregelaars.

Voor CO worden mengsels gemaakt in het concentratiegebied van 2 tot 20 ppm. Voor CO<sub>2</sub> wordt vooral aandacht besteed aan het gebied van 300 tot 600 ppm. Gebruik makend van verschillende verdunningen worden de referentiemeetapparaten afgeregeld en op hun lineariteit getest.

Als transferstandaarden worden niet gecertificeerde ijkgascilinders aangewend met een concentratie van 10 tot 20 ppm CO in stikstofatmosfeer en van 400 of 500 ppm CO<sub>2</sub> in synthetische lucht. De waarde ervan wordt uitgemeten met behulp van de referentietoestellen.

### A.3.4 Zwaveldioxide

Zwaveldioxide wordt bepaald via de UV-fluorescentie-techniek. De toestellen staan opgesteld in de meetposten te Molenbeek (41R001), Elsene (41R002), Kunst-Wet (41B003), Eastman-Belliard (41B005), Ukkel (41R012), Haren (41WOL1), Woluwe (41WOL1) en in het Meudonpark (41MEU1).

In een UV-fluorescentie-apparaat wordt de inkomende straling van een UV-lamp uitgefilterd. Hierdoor kunnen nagenoeg uitsluitend de golflengtes die SO<sub>2</sub>-fluorescentie initiëren in de detectiekamer binnendringen. De aanwezige SO<sub>2</sub>-moleculen worden geëxciteerd. Bij het terugvallen van de elektronen naar hun basisenergieniveau wordt UV-straling uit een ander UV-golflengtegebied (minder energierijk) uitgezonden. Aan de uitgang van de detectiekamer bevindt zich een UV-filter met nauwe bandbreedte, die selectief de SO<sub>2</sub>-UV-fluorescente straling doorlaat. De UV-straling wordt gedetecteerd door een PMT (Photo Multiplier Tube). De intensiteit ervan is proportioneel met de SO<sub>2</sub>-concentratie.

Koolwaterstofmoleculen met een dubbele binding kunnen een interferentie op het meetsignaal veroorzaken. Zij worden geëlimineerd door de installatie van een dubbelwandige siliconetubing vóór de ingang van de detector. De inkomende lucht stroomt binnenin de centrale leiding, de uitstromende lucht in tegenstroom er omheen. Als gevolg van een drukverschil over de scheidingswand ontstaat er een verschil in partieel KWS-druk. Dit heeft een diffusie van de koolwaterstoffen doorheen de scheidingswand tot gevolg. De koolwaterstoffen worden afgevoerd vooraleer ze de ingang van de meetkamer bereiken, terwijl het aanwezige SO<sub>2</sub> ongehinderd naar de detectiekamer stroomt.

Een interferentie treedt op bij aanwezigheid van NO in de omgevingslucht. Door de installatie van selectieve UV-filters aan de uitgang van de meetkamer wordt de interferentie beperkt tot ca. 0,3% van de aanwezige NO-concentratie: b.v. een concentratie van 600 ppb NO leidt tot een meetsignaal van 2 ppb (ca. 5 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>) op een SO<sub>2</sub>-fluorescente analyzer.

Omstreeks het einde van de jaren '80 heeft de Europese Commissie de SO<sub>2</sub>-UV-fluorescentie als referentiemethode aanvaard. De toepassing van deze instrumentale methode is wijdverspreid in de meetnetten voor luchtpollutie.

De primaire standaard voor SO<sub>2</sub> is een permeatiebuisje, gevuld met vloeibaar SO<sub>2</sub>. Het gebruik ervan, de bepaling van de afgifte van het busje en de berekening van de ijkgasconcentratie is volledig analoog als voor NO<sub>2</sub> (zie A.3.1).

Op basis van de gekende ijkgasconcentratie en een aantal verdunningen met "zero-lucht" worden de referentieapparaten van de ijkbank afgeregeld en op lineariteit getest. Controles van de referentieapparatuur gebeuren om de twee weken.

De transferstandaard voor SO<sub>2</sub> bestaat eveneens uit een permeatiebuisje dat opgeborgen zit in een draagbare ijkoffer.

### A.3.5 Zwevende deeltjes (PM10 en PM2,5)

De bepaling van het gehalte aan PM10- en PM2,5-deeltjes in het meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebeurt met behulp van een “*oscillerende microbalans*”.

Bij de toestellen werkend volgens dit principe, n.l. het type toestel TEOM 1400Ab met dynamische debietcontrole, is er een duidelijk en rechtlijnig verband tussen het detectiesignaal en de massa van de opgevangen zwevende deeltjes. Het gebruik van dit meetsysteem laat toe de concentratie van de zwevende deeltjes met een behoorlijke tijdsresolutie te volgen.

De aanzuigtuit kan uitgerust worden met verschillende types aanzuigkoppen die tot een bepaalde deeltjesgrootte bemonsteren:

- TSP : totaal zwevende deeltjes (total suspended particulates)
- PM10 : deeltjesfractie tot 10  $\mu\text{m}$  equivalente diameter
- PM2,5 : deeltjesfractie tot 2,5  $\mu\text{m}$
- PM1 : deeltjesgrootte tot 1  $\mu\text{m}$

De aangezogen lucht komt het apparaat binnen via de geselecteerde aanzuigkop. De EG-richtlijn voor zwevende deeltjes voorziet in de verplichting tot monitoring van de deeltjesfractie PM10 en PM2,5.

Bemonstering : de aanzuigkop voor PM10-meting is van het type “impactor”. Om de specifieke condities voor de gewenste selectiviteit te respecteren (PM10-gehalte) dient de lucht aan de aanzuigtuit met een zekere snelheid aangezogen te worden. De gangbare PM10-aanzuigkop (R&P of Anderson) vereist een aanzuigdebiet van 1 m<sup>3</sup>/h of 16.67 l/min voor een correcte afscheiding van de PM10-fractie in de impactor. Bij de bemonstering van de PM2,5-fractie wordt de PM10-impactor gevolgd door een PM2,5-cycloon die in serie is geplaatst. De selectiviteit voor PM10 en PM2,5 is zodanig dat minstens 50% van de bewuste deeltjesfractie (diameter 10  $\mu\text{m}$  of 2,5  $\mu\text{m}$ ) wordt bemonsterd, met een zeer scherpe scheiding tussen de bemonsterde en de niet bemonsterde deeltjesgrootte.

Vermits het detectiesysteem zeer gevoelig is, volstaat een kleine fractie van het aanzuigdebiet voor de bepaling. Na de aanzuigkop volgt een isokinetische splitsing in twee deeldebieten. Het debiet bestemd voor meting kan naar keuze ingesteld worden op 1, 2 of 3 l/min. De keuze van het effectieve meetdebiet wordt mede bepaald door de gewenste detectielimiet, de gemiddelde deeltjesconcentratie en de gewenste autonomie van het apparaat. De keuze van het meetdebiet noodzaakt tot de installatie van een aangepaste isokinetische “flow-splitter”. Bij een gering debiet dient de filter voor bemonstering minder frequent vervangen te worden waardoor de autonomie van het meetsysteem toeneemt. De grotere fractie van het debiet is louter een “*by-pass*”.

Debietregeling : om de juiste aanzuigcondities te blijven verzekeren heeft de wijziging van het meetdebiet van 3 tot 2 of tot 1 l/min ook gevolgen voor het “*by-pass*” debiet. Dit laatste dient gelijk te zijn aan het complement van het meetdebiet t.o.v. het aanzuigdebiet van 16.67 l/min en bedraagt dus 13.67, 14.67 of 15.67 l/min. In het meetapparaat worden deze beide debieten geregeld met behulp van massadebietregelaars.

Apparaten met een actieve controle van het debiet zijn ter hoogte van de aanzuigkop voorzien van sensoren voor druk en temperatuur. Via de microprocessor worden de massadebietregelaars zodanig gestuurd dat er via de aanzuigkop steeds 1 m<sup>3</sup>/h (volgens de omgevingscondities) wordt aangezogen en, naargelang de ingestelde keuze, steeds 1, 2 of 3 l/min over de bemonsteringsfilter van de microbalans. De weergegeven concentraties worden omgezet naar de gewenste standaardcondities van druk en temperatuur.

Detectie : het detectiesysteem bestaat uit een spits toelopend element (tapered element) waarboven een met teflon beklede glasvezelfilter wordt geplaatst. Het “tapered element” wordt aan de onderzijde bevestigd, terwijl het aan de bovenzijde volledig vrij kan bewegen. Door het toevoegen van een gecontroleerde hoeveelheid energie wordt dit element aan het trillen gebracht. Bij een nulbelasting blijft de frequentie constant, bij een toename van de depositie op de filter gaat het belaaide element met een andere frequentie trillen. Er is een direct verband tussen de wijziging van de frequentie en de massatoename op de filter.

De wijziging van de frequentie, en dus de massatoename, kan met grote nauwkeurigheid worden gevolgd. De regeling van het meetdebiet met een massadebietregelaar laat toe om de massaconcentratie zeer precies te berekenen.

De temperatuur van de filter werd aanvankelijk [1996-2004] op 50 °C geregeld. De keuze van de filtertemperatuur is essentieel om reproduceerbare resultaten te bekomen. Afhankelijk van de temperatuur adsorberen of desorberen bepaalde deeltjes eventueel vocht of vluchtige organische stoffen, of worden de deeltjes eventueel zelf ontbonden (b.v. ammoniumzouten). Adsorptie/desorptie van vocht en vluchtige stoffen komt zowel in de atmosfeer voor, als op het gecollecteerde stof. Dit vormt een belangrijk probleem bij de exacte bepaling van het gehalte aan deeltjes. Het fenomeen is zeer verschillend voor de meer noordelijke en de meer zuidelijk gelegen lidstaten van de Europese Gemeenschap. Binnen de lidstaten zijn er bovendien verschillende situaties naargelang het een stedelijk, een landelijk of b.v. een kustgebied betreft.

Volgens de EG-richtlijn dienen de PM10-resultaten omgerekend te worden tot waarden die equivalent zijn aan de resultaten van de referentiemethode (gravimetrie na bemonstering op filter gedurende 24 uur). Volgens de richtlijn dienen de meetwaarden minstens met de factor 1.3 vermenigvuldigd te worden. Uit verschillende studies blijkt nochtans dat deze factor afhankelijk is van plaats, tijd en samenstelling van het aërosol.

Studies van de VMM, waarbij beide methodes vergeleken worden op meerdere meetplaatsen gedurende verschillende periodes, hebben geleid tot een factor 1,47 voor de omrekening van de brute resultaten bekomen met apparaten van het type TEOM 1400Ab.

Voor de periode 1996-2004 gebeurt de beoordeling van de luchtkwaliteit (EG-normering, jaargemiddelde, aantal overschrijdingen) op basis van deze gecorrigeerde waarden.

$$\text{PM10\_EqRef} = 1,47 * \text{PM10\_ruwe data}$$

## FDMS-systeem

In de EG-richtlijn wordt het gebruik van een vaste omrekeningsfactor opgelegd. De fysische fenomenen die aanleiding geven tot afwijkende resultaten zijn echter afhankelijk van de samenstelling van het aërosol, de temperatuur en de vochtigheid. Dit betekent dat de omrekeningsfactor wellicht niet stabiel is, maar dat deze varieert in functie van tijd en plaats.

In de zoektocht naar een methode die *equivalente resultaten* oplevert *via meting*, werd door het Laboratorium van het BIM in 2003 geopteerd om een bestaand TEOM-apparaat uit te rusten met een FDMS-systeem (*Filter Dynamics Measurement System*). Uit een aantal voorlopige resultaten, vermeld in de literatuur, blijkt er een behoorlijke overeenkomst te bestaan tussen de resultaten bekomen met de referentiemethode en met een TEOM-FDMS. Het meetdebiet in de apparaten uitgerust een FDMS-systeem bedraagt 3 l/min en het debiet via de “by-pass” 13.67 l/min.

Een TEOM-apparaat uitgerust met een FDMS-systeem werkt in twee fasen van 6 minuten. Eerst passeert de aangezogen lucht doorheen een droger op basis van membraantechnologie. Gedurende de eerste periode wordt de lucht over de uitwisselbare filter geleid, waarop de deeltjesfractie geïncubated wordt. Daardoor wordt lucht met een vrijwel constante en geringe relatieve vochtigheid over de filter geleid. De operationele temperatuur is ingesteld bij 30°C. Deze omstandigheden benaderen de omstandigheden bij de referentiemethode en sluiten nauwer aan bij de fysische realiteit.

Gedurende een tweede periode van 6 minuten wordt de lucht, na de droger, afgeleid over een “absolute” filter op  $\pm 4$  °C en ontdaan van alle deeltjes en vluchtige componenten. Deze “zuivere” en stofvrije lucht wordt vervolgens ook over de uitwisselbare filter van de monsterneming geleid. Het massaverlies, veroorzaakt door het verlies van vluchtige fractie, wordt in deze fase opgetekend en dient ter correctie van het gelijkaardige massaverlies dat optreedt tijdens de fase van de effectieve bemonstering (collecteren van deeltjes op de uitwisselbare filter).

De resultaten worden uitgemiddeld over een periode van één uur, in de veronderstelling dat de samenstelling van het aërosol niet al te snel wijzigt. Het eindresultaat wordt bekomen door het PM10-meetsignaal te compenseren voor het gemeten massaverlies. Dit eindresultaat wordt verder aangeduid als **PM10-FDMS**. Vanaf het jaar 2005 gebeurt de beoordeling van de luchtkwaliteit op basis van de resultaten van PM10-FDMS.

In de meetposten te Molenbeek en Haren werden, respectievelijk van september 2003 tot december 2005 en van september 2004 tot december 2005, parallelle metingen uitgevoerd tussen TEOM-PM10 en TEOM-PM10-FDMS. In de loop van het jaar 2005 werden de PM10-toestellen van de meetposten te Ukkel, Berchem en Woluwe omgebouwd tot PM10-FDMS.

Als verhouding tussen **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data** worden volgende factoren bekomen (zie verder):

Molenbeek	een factor ~1,30	(24 maanden)
Haren	een factor ~1,20	(16 maanden)
Ukkel	een factor ~1,42	(12 maanden)
Woluwe	een factor ~1,46	(12 maanden)
Berchem	een factor ~1,51	(9 maanden)



De verhouding tussen PM10-FDMS en PM10-ruwe data in de meetposten Molenbeek (~1,30) en Haren (~1,20) is duidelijk lager dan de vaste factor 1,47 toegepast bij de omrekening van brute gegevens naar waarden equivalent met de referentiemethode (PM10\_EqRef). Op de andere meetposten is er een betere overeenstemming tussen PM10-FDMS (factor 1,42 à 1,51 t.o.v. ruwe data) en de gecorrigeerde resultaten PM10\_EqRef (=1,47 \*ruwe data).

De grotere aanwezigheid van een minerale fractie op bepaalde plaatsen of tijdstippen maakt dat het gebruik van de vaste correctiefactor wellicht tot een overschatting leidt van de werkelijke concentraties, zoals o.m. het geval is in de meetposten Molenbeek en Haren.

Bij een analyse, dag na dag, van de verhouding van de resultaten tussen beide methoden (PM10-FDMS en brute gegevens) blijkt dat deze te Molenbeek varieert tussen ~0,8 en ~2,7 en te Haren tussen ~0,6 en ~2,0. Indien uit verdere testen zou blijken dat er dag na dag een goede overeenstemming is tussen de referentiemethode en de FDMS-methode dan komt het gebruik van een vaste correctiefactor minstens ter discussie.

Een studie van de VMM, waarbij gedurende meerdere maanden PM10-FDMS en de referentiemethode met elkaar vergeleken worden in een stadsomgeving met verkeer, levert een factor op in de buurt van ~1,00. In een gemeenschappelijk programma van het Vlaamse, het Waalse en het Brusselse Gewest ter vergelijking van verschillende PM10-metmethoden op een plaats buiten de stadsomgeving werd tussen het PM10-Fdms apparaat van het BIM en de referentiemethode een factor in de buurt van ~1,00 gevonden.

IJkcontrole: de controle op de ijking komt neer op de bepaling van een fysisch-mechanische grootheid. Het verband tussen de totale massa en de frequentie wordt gegeven door een vergelijking van de volgende vorm:  $M = K_0/f^2$ . De grootheid  $K_0$  (de waarde is eigen aan elk apparaat) kan bepaald worden door de frequentieverandering te meten van het detectiesysteem zonder filter en met een filter, waarvan de massa exact gekend is.

### PM2,5-metingen:

Vanaf het opstarten van de meetpost in het Meudonpark (MEU1), op 01/10/1999, werden er simultaan met de PM10-metingen ook PM2,5-metingen uitgevoerd. Het PM2,5-meetapparaat is van hetzelfde type als dat voor PM10, met een oscillerende microbalans als detector. Een selectieve bemonstering van de PM2,5-fractie wordt bekomen door de PM10-aanzuigkop in het aanzuigstelsel te laten volgen door een PM2,5-cycloon. Voor de periode 1999-2005 worden de brute meetgegevens gerapporteerd.

In de loop van het jaar 2000 werd het meetnet uitgebreid met twee bijkomende PM2,5-toestellen. Eén toestel bevindt zich in de meetpost te Molenbeek (R001 – april 2000) en het andere in de meetpost te Haren (N043 – mei 2000). Deze beide systemen werden tijdelijk gebruikt voor vergelijkende metingen tussen PM10 en PM10-FDMS (periode 2003/2004-2005).

Vanaf de maand januari 2006 worden opnieuw PM2,5-metingen uitgevoerd in de drie meetposten: Molenbeek, Haren en Meudon. De drie apparaten zijn inmiddels uitgerust met een FDMS-systeem. In de loop van de maand maart 2006 werd een vierde PM2,5-FDMS-toestel in gebruik genomen op de meetpost te Ukkel en in de maand oktober 2007 een vijfde apparaat op de meetpost te Berchem. Door de installatie van een FDMS-systeem gebeurt de bepaling van de PM2,5-fractie onder beter gecontroleerde omstandigheden van temperatuur en relatieve vochtigheid.

In de meetpost te Meudon werden de PM10-metingen tijdelijk opgeschort. Tussen juli 2005 en maart 2007 werden in de meetpost Meudon simultaan metingen uitgevoerd voor TEOM-PM2,5-FDMS en TEOM-PM2,5. Hiertoe werd het PM10-apparaat tijdelijk aangepast voor PM2,5-metingen (aanzuigkop). Voor periodes van 12 maanden wordt tussen beide reeksen resultaten een verhouding van ~1,57 genoteerd.

Ook op *indirecte* wijze kan voor een bepaalde meetpost de verhouding tussen de resultaten voor **PM2,5-FDMS** en **PM2,5\_ruwe data** worden bepaald. De resultaten van twee verschillende jaarperiodes worden beschouwd en vergeleken met de resultaten van een meetpost (41MEU1) waarvoor de verhouding **PM2,5\_FDMS** en **PM2,5\_ruwe data** op *directe* wijze werd bepaald. Voor het eerste jaar worden de resultaten **PM2,5\_ruwe data** van beide meetposten vergeleken en voor de tweede jaarperiode de gegevens **PM2,5\_FDMS**.

Voor de meetposten te Molenbeek en Haren wordt op deze wijze respectievelijk een factor 1,60 en 1,47 afgeleid tussen PM2,5-FDMS en PM2,5\_ruwe data (zie *bijlage A*).

Als verhouding tussen **PM2,5-FDMS** en **PM2,5-ruwe data** worden volgende factoren bekomen (zie verder):

Meudonpark	een factor ~1,57	(17 maanden)
Molenbeek	een factor ~1,60	(12 maanden)
Haren	een factor ~1,47	(12 maanden)

## A.4 ANALYSEMETHODEN na bemonstering

### A.4.1 Bepaling van het gehalte aan vluchtige organische stoffen

Op een aantal plaatsen wordt het gehalte aan VOS bepaald. De bepalingen te Ukkel, Molenbeek, Elsene en Kunst-Wet gebeuren op weekbasis. Op het meetpunt te St.-Lambrechts-Woluwe worden 24-uursstalen genomen. Tussen 1998 en 2004 beschikte het BIM-LMO over een accreditatie NBN-EN 45001 (Beltest N° 122-T) voor dit soort bepalingen.

Omgevingslucht wordt met een constant geregeld debiet (massadebietregelaar) van ca. 2 Nml/min aangezogen over een Carbograph-1TD absorptietube. De aanwezige vluchtige organische componenten worden erin geabsorbeerd. De kwantitatieve analyse gebeurt achteraf in het laboratorium.

Na een voorafgaande thermische desorptie (Markes Unity) bij 250 °C van de geabsorbeerde componenten volgt een cryogene trap bij -10 °C. Na verhitting worden de componenten getransfereerd naar de ingang van een gaschromatograaf (Trace GC Ultra), uitgerust met een 60 m lange capillaire kolom met een inwendige diameter van 0.32 mm. De filmlaag met een dikte van 3.0 µm bestaat uit dimethylpolysiloxaan. De programmering laat de temperatuur van de kolom toenemen van 35 tot 180 °C met een gradiënt van 4 °C/min. Het debiet van het draaggas helium bedraagt 1.9 ml/min.

Als detector wordt een massaspectrometer (Trace MS250 van Fisons) gebruikt, zodat de identificatie van de verschillende VOS gebeurt aan de hand van hun retentietijd en de massa van een aantal karakteristieke ionen. Kwantificering van deze componenten gebeurt door de intensiteit van de ionen te vergelijken met deze van zuivere standaarden via een ijklijn. Dit verloopt automatisch met het bijgeleverde programma "Xcalibur".

Routinematig worden tot dusver de gehalten van volgende componenten bepaald:

#### *alifaten:*

- ✓ n.pentaaan
- ✓ n.hexaaan
- ✓ 2-methylhexaaan
- ✓ n.heptaaan
- ✓ n.octaaan

#### *aromaten:*

- ✓ benzeen
- ✓ toluen
- ✓ m+p-xyleen
- ✓ o-xyleen
- ✓ ethylbenzeen

#### *gechloreerde koolwaterstoffen:*

- ✓ 1,2-dichloorethaan
- ✓ tetrachloroethyleen

#### A.4.2 Zwarte Rook

De eerste gestandaardiseerde methode ter bepaling van de concentratie van zwevende deeltjes in de lucht was de reflectometrische methode, in 1939 ontwikkeld in Groot-Brittannië. Deeltjes werden op een filter geïncubated waarbij een verband gezocht werd tussen de zwarteheid van de filtervlek en de deeltjesconcentratie in de lucht.

De aldus geïncubatede deeltjes werden “smoke” of “rook” genoemd. Vóór 1960 werd er vooral gestookt op basis van kolen en in grotere steden was er een direct verband tussen de zwarteheid van de vlek en de massaconcentratie van de deeltjes. Hieruit is de benaming “black smoke – zwarte rook” ontstaan.

Vrij snel bleek dat niet alle deeltjes even zwart zijn. De geldigheid van de methode is dan ook niet universeel. Het verband tussen de zwarteheidsindex en de massaconcentratie hangt o.m. af van de kleur en de samenstelling van de deeltjes en van de situering van de meetplaats. Wijzigingen van dit verband in de tijd, b.v. tussen de verschillende seizoenen, zijn niet uit te sluiten.

Sedert het begin van de jaren '60 is het aandeel van het zwart gekleurde stof in het totaal gehalte zwevende deeltjes geëvolueerd. Het grotere aandeel van aardgas als brandstof, bij zowel de huisverwarming als de energieproductie, heeft geleid tot een belangrijke daling van de uitstoot van zwarte deeltjes. Het toenemend wegverkeer, met een proportioneel belangrijker toename van het diesilverkeer, heeft geleid tot een toename van de uitstoot van zwarte-rook in gebieden met een grote verkeersdichtheid.

De OESO heeft in die periode een standaard procedure voorgesteld om te komen tot een internationaal aanvaarde ijkcurve en bemonsteringstechniek. De ijkcurve, die het verband geeft tussen de zwarteheidsindex en de oppervlakteconcentratie van de filtervlek, werd opgesteld na het vormen van een compromis tussen de gangbare ijkcurves uit Frankrijk en Groot-Brittannië. De schaal van deze ijkcurve is gestandaardiseerd voor een reflectiewaarde 75 (zwarteheidsindex 25) overeenstemmend met een oppervlakteconcentratie van  $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , bij gebruik van Whatman filterpapier N° 1 en een EEL-smoke stain-reflector, model 43.

Op basis van deze ijkcurve bepaalt men de concentratie van een component die als “standaard-rook” kan omschreven worden. De concentratie “rook” wordt berekend op basis van de oppervlakteconcentratie, het oppervlak van de filtervlek en het totale bemonsterde luchtdebiet. De meetwaarden kunnen vergeleken worden met de normwaarden voor “zwarte-rook” vermeld in de EG-richtlijn 80/779/EG.

Verder geeft de procedure strikte aanbevelingen i.v.m. het bemonsteringsdebiet, de lengte en het materiaal van de aanzuigleiding, de diameter van de filterbehuizing, de grootte van het filteroppervlak en de stroomsnelheid van de lucht boven het filteroppervlak. De methode is eenvoudig, goed reproduceerbaar en eist geen belangrijke investeringen.

Metingen van het gehalte “zwarte-rook” worden uitgevoerd te Elsene (Kroonlaan), Ukkel en in Brussel-stad.

#### A.4.3 Lood

Het doel van deze metingen is de bepaling van het loodgehalte van de inadembare deeltjesfractie in de omgevingslucht, met name van de deeltjes kleiner dan 10 µm.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest was het verkeer lange tijd de voornaamste bron van loodvervuiling. Het meetnet bestaat uit 4 meetposten waarvan er twee opgestart werden in de loop van het jaar 1999. De meetpost 0IHE03 staat opgesteld in de Kroonlaan, een straat van het canyon type, met veel verkeer. De meetpost 01R012 bevindt zich op het domein van het KMI te Ukkel, in een residentiële zone en afgeschermd van het verkeer. De twee andere meetposten werden opgericht ter bewaking van een verbrandingsoven (01MEU1) en van een specifiek loodverwerkend bedrijf (01AND3).

Tussen 1998 en 2004 beschikte het BIM-LMO over een accreditatie NBN-EN 45001 (Beltest N° 122-T) voor de bepaling van het loodgehalte in de omgevingslucht.

De bemonstering gebeurt op een hoogte van 1.6 m boven de grond, wat overeenstemt met de gemiddelde hoogte van de bovenste luchtwegen. Lucht wordt met een constant debiet gedurende 24 uur (00 tot 24 h UT) over een filter van cellulosenitraat geleid. De filter heeft een porositeit van 0.45 µm en een cirkelvormig oppervlak (diameter 40 mm). Het debiet bedraagt ongeveer 15 l/min (± 2 l/min).

Het bemonsteringssysteem heeft een autonomie van 7 dagen en eens per week worden de bemonsterde stalen opgehaald voor analyse in het laboratorium.

De analyse wordt uitgevoerd met atomaire absorptiespectrometrie (AAS) met behulp van een spectrofotometer Perkin-Elmer type 4100 met grafietoven en voorzien van een Zeeman-effect achtergrond correctiesysteem. De emissiebron is een holle kathodelamp.

In een ultrasoonbad (15 minuten) wordt het op filter bemonsterde materiaal in oplossing gebracht in 20 ml van een 0.1 molaire HNO<sub>3</sub>-oplossing. Het filtraat wordt rechtstreeks geanalyseerd.

De ijking gebeurt met behulp van een blanco-oplossing (0.1 molair HNO<sub>3</sub>) en drie standaardoplossingen (25, 50 en 75 ppb). Vóór de analyse van de stalen wordt een controleoplossing van 50 ppb geanalyseerd die bereid wordt op basis van een gecertificeerde oplossing. Het eindresultaat is het gemiddelde van drie opeenvolgende analyses.

Aan de identificatie van elk staal is het bemonsterde volume lucht geassocieerd en de concentratie wordt dan onmiddellijk berekend en uitgedrukt in µg Pb of ng Pb per kubieke meter lucht.

De analyse van de filters bemonsterd op de meetposten in het Meudonpark (01MEU1) en te Anderlecht (01AND3) wordt uitbesteed aan het Issep te Luik. Deze filters worden onderzocht op de aanwezigheid van meerdere componenten (Ni, Cd, As, Cu, Mn, Sb, Th, Pb en Cr).

#### A.4.4 Nat-chemische bepaling van SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en HCl

De bemonsteringsposten hebben een autonomie van één week. De bemonstering gebeurt per periode van 24 uur (00 tot 24 h UT). In het bemonsteringssysteem bevinden zich achtereenvolgens een teflonfilter, een borrelfles gevuld met 50 ml van een licht oxiderende absorptievloeistof (0.02% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), een membraanpomp en een debietregelaar. De teflonfilter collecteert de fijne deeltjes aanwezig in de lucht (tot 0.01 µm), o.m. de vaste atmosferische sulfaten, chloriden en ammoniumverbindingen. Enkel de gasvormige componenten bereiken de absorptievloeistof. Het luchtdebiet wordt op een constante waarde geregeld (ongeveer 1000 ml/min ± 200 ml/min). Het geabsorbeerde SO<sub>2</sub> wordt door het peroxide omgezet tot SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Voor de analyse wordt het volume van de absorptievloeistof terug op 50 ml gebracht. Het sulfaatgehalte in de oplossing wordt bepaald met behulp van ionenchromatografie.

Gezien de grote wateroplosbaarheid van gasvormig ammonia en HCl kan hetzelfde staal aangewend worden voor de bepaling van de gehalten aan NH<sub>3</sub> en HCl in de omgevingslucht. Het geabsorbeerd ammonia wordt omgezet tot ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dat, net zoals Cl<sup>-</sup>, op specifieke wijze bepaald wordt via ionenchromatografie.

Tussen 1998 en 2004 beschikte het BIM-LMO over een accreditatie NBN-EN 45001 (Beltest N° 122-T) voor de bepalingen van SO<sub>2</sub> en gasvormig ammonia (NH<sub>3</sub>) via deze methode.

De analyses worden uitgevoerd met een dubbelkanaals-ionenchromatograaf (anionen en kationen) van het type Dionex DX120, voorzien van zelfregenererende elektrochemische ruisonderdrukkers (ASRS-300 en CSRS-300) en één detector voor de bepaling van de geleidbaarheid van de oplossing. De identificatie van de componenten gebeurt op basis van retentietijden. De kwantitatieve bepaling geschiedt door oppervlaktebepaling van de pieken (integratiesysteem CHROMELEON Versie 6.70 van de firma Dionex). De ijking wordt uitgevoerd met behulp van externe standaarden (drie verschillende concentraties) die bereid worden op basis van gecertificeerde oplossingen. De operationele condities voor de analyse zijn de volgende:

##### Anionen:

- kolom: AG14 + AS14
- eluent: 3.5 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / 0.1 mM NaHCO<sub>3</sub>
- debiet eluent: 1.0 ml/min
- injectielus: 100 µL
- ijkoplossing: 0.45, 0.75 en 1.05 ppm SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- ijkoplossing: 0.3, 0.5 en 0.7 ppm Cl<sup>-</sup>

##### Kationen:

- kolom: CG12A + CS12A
- eluent: 25 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- debiet eluent: 1.0 ml/min
- injectielus: 100 µL
- ijkoplossing: 0.1, 0.2 en 0.3 ppm NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

De eindresultaten worden uitgedrukt in µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, µg NH<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> en µg HCl/m<sup>3</sup>.

#### A.4.5 Bepaling van het gehalte polyaromatische koolwaterstoffen (PAK)

De bemonstering van de deeltjesfractie PAK gebeurt op weekbasis en is van het type “low flow sampling”. Omgevingslucht wordt met een debiet van enkele l/min aangezogen over een teflonmembraanfilter.

De PAKs, aanwezig in het op filter gecollecteerde stof, worden met dichloormethaan geëxtraheerd in een extractieapparaat ASE-200 van Dionex (ASE: Accelerated Solvent Extractor). Na verdamping van het solvent wordt het extract opnieuw in oplossing gebracht in n.hexaan. De interne standaard (50 ng peryleen d12) wordt aan de filter toegevoegd vóór de extractie.

De analyse wordt uitgevoerd met GC-MS (gaschromatografie-massaspectrometrie) in selectieve ion mode (single ion). De Trace GC Ultra van het merk Thermo is gekoppeld aan een massaspectrometer DSQ II. De analytische kolom is een 30 m DB XLB, met 0.25 mm interne diameter en 0.25 µm filmdikte. Bij de injectie wordt 40 µl oplossing koud op de kolom ingebracht.

Oorspronkelijk werden volgende componenten geanalyseerd: *benzo e pyreen*, *benzo a pyreen*, *benzo b fluorantheen*, *benzo k fluorantheen*, *indeno(123cd)pyreen*, *benzo ghi peryleen*, *coroneen* en *benzo(a)anthraceen*. De interne standaard is peryleen d12. Sedert medio 2001 werd de lijst met 3 componenten uitgebreid: *fluorantheen*, *pyreen* en *dibenzo(a,h)anthraceen*.

Het GC-MS systeem wordt geijkt met het PAK-referentiemengsel M-610 (Accustandaard) dat de 16 EPA componenten bevat waaraan een oplossing van B(e)P en coroneen is toegevoegd.

## A.5 VERHOUDING “PM10-FDMS” en “PM10-ruwe data”

De verhouding tussen de resultaten voor “PM10-FDMS” en “PM10-ruwe data” wordt op drie verschillende manieren bepaald:

- helling van de rechte door de oorsprong, berekend volgens een gewogen orthogonale regressie
- de verhouding van de gemiddelde waarden uit beide meetreeksen
- de gemiddelde waarde van de dag per dag berekende verhouding tussen beide meetwaarden

### A.5.1 Gewogen Orthogonale Regressie – Rechte door de Oorsprong

De verhouding van de resultaten van beide meetmethoden kan berekend worden via een lineaire regressie. Vermits er meetfouten optreden voor beide methoden wordt er geopteerd voor de orthogonale regressie. Om de invloed van toevallige sterk afwijkende meetpunten te onderdrukken worden wegingsfactoren ingevoerd. Er wordt ook geopteerd voor een rechte door de oorsprong. Dit laatste is vanuit statistisch oogpunt niet zo evident, maar deze eerder pragmatische keuze werd gemaakt omwille van enkele praktische redenen:

- er wordt één vaste factor gezocht voor de verhouding tussen beide methoden
- de onzekerheid op de metingen neemt toe in het gebied rond de detectielimiet
- logischer wijze zou het resultaat “nul” moeten zijn voor beide methoden indien het resultaat “nul” is voor één der methoden

De keuze van het type regressie (*klassiek lineaire* of *orthogonale* regressie) en de berekening van de wegingsfactoren wordt uiteengezet in “*Application of linear regressions to the comparison of analytical procedures for the determination of SO<sub>2</sub> in ambient air*”, P. Vanderstraeten et alii, *The Science of the Total Environment*, 71 (1988) 201-208.

De keuze van het type regressie, de berekeningswijze van de wegingsfactoren en het schema van de iteratieve regressieberekening worden weergegeven in figuur 1. De formules voor de berekening van de parameters van de rechte (en hun variantie) worden weergegeven in de figuren 2 en 3. In figuur 2 worden de formules weergegeven voor de berekening van een rechte door de oorsprong ( $Y = b.X$ ) en in figuur 3 deze van toepassing voor een rechte die niet door de oorsprong gaat ( $Y = a + b.X$ ). De resultaten vermeld in deze bijlage betreffen een rechte door de oorsprong, berekend volgens de gewogen orthogonale regressie (formules rechts in figuur 2).

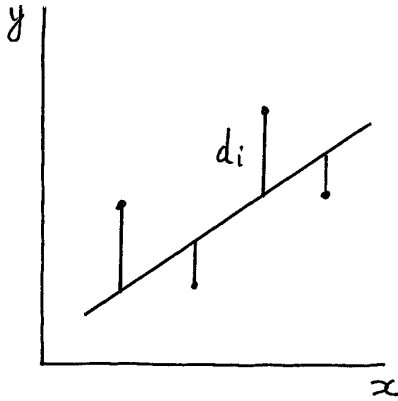
In een eerste stap worden, op basis van de gekozen regressietechniek (klassieke lineaire regressie of orthogonale regressie), de parameters en hun varianties berekend volgens een niet gewogen regressie (alle  $w_i = 1$ ). Vervolgens worden de afstanden van de meetpunten ( $d_i$ ) tot deze rechte berekend. Op basis van een gemiddelde afstand ( $D^2$ ) worden de wegingsfactoren berekend en genormaliseerd zodat de som van de wegingsfactoren =  $n$  (aantal meetpunten).

In een derde stap wordt een nieuwe set parameters (a, b) berekend volgens de gewogen regressie. Op basis van deze nieuwe parameters worden de afstanden van de meetpunten tot de nieuwe rechte berekend, alsook een nieuwe set wegingsfactoren en een nieuwe regressierechte, etc. ... totdat er voldoende convergentie is bereikt.

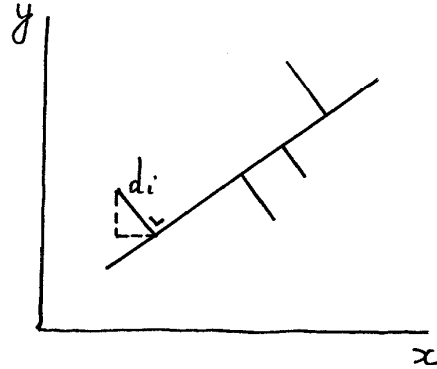


$$\sigma_{y_i}^2 \gg b^2 \sigma_{x_i}^2$$

$$\sigma_{y_i}^2 \cong b^2 \sigma_{x_i}^2$$



Least Squares



Orthogonal Regression

weighting factors

①  $SS = \sum d_i^2 = \text{Minimum} \rightarrow (a, b)$

②  $w_i ?$

$$D^2 = \frac{\sum d_i^2}{n} \rightarrow w_i' = \frac{D^2}{D^2 + d_i^2}$$

$$k = \frac{n}{\sum w_i'} \rightarrow w_i = k w_i'$$

③  $WSS = \sum w_i \cdot d_i^2 = \text{Minimum} \rightarrow (a, b)$

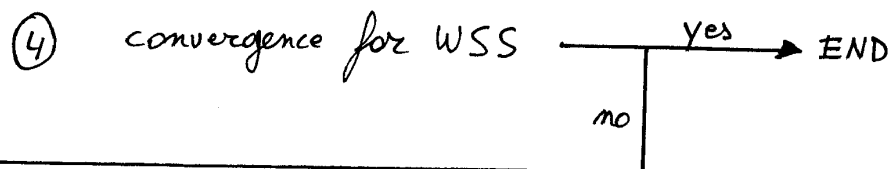


Fig. 1 : Berekeningswijze van de wegingsfactoren ( $w_i$ ) en schema voor de iteratieve berekening van de regressierechte

$$y = b X$$

Least Squares

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$\sigma_b^2 = \sum \sigma_{y_i}^2 \left( \frac{\partial b}{\partial y_i} \right)^2$$

Orthogonal Regression

$$b = \frac{-(S_{xx} - S_{yy}) + \sqrt{(S_{xx} - S_{yy})^2 + 4 \cdot S_{xy}^2}}{2 \cdot S_{xy}}$$

$$\sigma_b^2 = \sum \left\{ \sigma_{y_i}^2 \left( \frac{\partial b}{\partial y_i} \right)^2 + \sigma_{x_i}^2 \left( \frac{\partial b}{\partial x_i} \right)^2 + 2 \sigma_{x_i y_i} \left( \frac{\partial b}{\partial x_i} \right) \left( \frac{\partial b}{\partial y_i} \right) \right\}$$

---


$$S_{xx} = \sum w_i \cdot x_i^2$$

$$S_{yy} = \sum w_i \cdot y_i^2$$

$$S_{xy} = \sum w_i \cdot x_i \cdot y_i$$


---

Fig. 2 : Formules ter berekening van de regressierechte door de oorsprong [  $Y = b \cdot X$  ]

$$Y = a + b \cdot X$$

Least Squares

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\sigma_b^2 = \sum \sigma_{y_i}^2 \left( \frac{\partial b}{\partial y_i} \right)^2$$

$$\sigma_a^2 = \sum \sigma_{y_i}^2 \left( \frac{\partial a}{\partial y_i} \right)^2$$

Orthogonal Regression

$$b = \frac{-(S_{xx} - S_{yy}) + \sqrt{(S_{xx} - S_{yy})^2 + 4 \cdot S_{xy}^2}}{2 \cdot S_{xy}}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\sigma_b^2 = \sum \left\{ \sigma_{y_i}^2 \left( \frac{\partial b}{\partial y_i} \right)^2 + \sigma_{x_i}^2 \left( \frac{\partial b}{\partial x_i} \right)^2 + 2 \sigma_{x_i y_i} \left( \frac{\partial b}{\partial y_i} \right) \left( \frac{\partial b}{\partial x_i} \right) \right\}$$

$$\sigma_a^2 = \sum \left\{ \sigma_{y_i}^2 \left( \frac{\partial a}{\partial y_i} \right)^2 + \sigma_{x_i}^2 \left( \frac{\partial a}{\partial x_i} \right)^2 + 2 \sigma_{x_i y_i} \left( \frac{\partial a}{\partial y_i} \right) \left( \frac{\partial a}{\partial x_i} \right) \right\}$$

$$S_{xx} = \sum w_i \cdot (x_i - \bar{x})^2$$

$$S_{yy} = \sum w_i \cdot (y_i - \bar{y})^2$$

$$S_{xy} = \sum w_i \cdot (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

$$\bar{y} = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i}$$

Fig. 3 : Formules ter berekening van de regressierechte die niet door de oorsprong gaat [  $Y = a + b \cdot X$  ]

#### A.5.2 Verhouding van de gemiddelde waarden

De verhouding van de gemiddelde waarde van beide meetreeksen, **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data**, wordt als tweede schatting gebruikt voor de factor die de verhouding tussen beide meetreeksen weergeeft:

$$\text{Factor} = \text{AM}_{\text{PM10-FDMS}} / \text{AM}_{\text{PM10-ruwe data}}$$

#### A.5.3 Gemiddelde waarde van de dag aan dag berekende verhouding

Dag aan dag wordt de verhouding berekend tussen de resultaten van beide meetreeksen, **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data**. De gemiddelde waarde van deze dag aan dag berekende getallen geeft een derde schatting voor de verhouding tussen beide reeksen.

#### A.5.4 Resultaten te Molenbeek (PM10-FDMS versus PM10-Raw)

Op de meetpost te Molenbeek werden vanaf september 2003 tot januari 2006 directe vergelijkende metingen uitgevoerd tussen **TEOM-PM10-FDMS** en **TEOM-PM10-Ruwe data**.

De verhouding tussen de resultaten wordt op drie verschillende manieren weergegeven:

- de helling van de gewogen orthogonale regressie door de oorsprong
- de verhouding van de gemiddelde waarden (AM) van beide reeksen
- de gemiddelde waarde van de dag aan dag berekende verhouding (AM-dagratio)

In tabel I wordt de verhouding tussen beide reeksen gegevens, “**PM10-FDMS**” en “**PM10-ruwe data**”, weergegeven voor periodes van maximum 12 maanden. De berekening werd uitgevoerd voor de periode van *september – december 2003 (4 maanden)*, *september 2003 – januari 2004 (5 maanden)*, ..., *september 2003-augustus 2004 (12 maanden)* en dan telkens voor een volledige jaarperiode t/m de periode *februari 2005 – januari 2006*.

Tabel II geeft analoge resultaten weer als tabel I, zij het voor periodes van 12 maanden of meer (elke periode start vanaf het begin van de metingen in september 2003).

De eerste kolom in de tabellen verwijst naar de periode, de tweede, derde en vierde kolom geven respectievelijk de helling weer van de berekende regressierechte [**“b”**], de standaardafwijking [**“s(b)”**] hierop en het aantal koppels gegevens [**“Ndata”**]. In de vijfde kolom wordt de “*verhouding weergegeven van het rekenkundig gemiddelde (AM) van beide meetreeksen*” en in de zesde kolom “*het gemiddelde van de dag aan dag berekende verhouding PM10-FDMS/PM10-ruwe data*”.

De resultaten van de laatste kolom uit tabel II worden meer gedetailleerd weergegeven in de figuur 4, waar de verschillende percentielen worden genoteerd voor de reeks van de dag aan dag berekende verhouding.

Voor de meetpost te Molenbeek bedraagt de verhouding **PM10-FDMS** over **PM10-ruwe data** ongeveer **1,30** [1,26 tot 1,32].

Uit de resultaten van figuur 4 kan echter opgemaakt worden dat deze factor van dag tot dag over een vrij ruim gebied varieert, van ongeveer 0,7 tot 2,7, en dus geenszins constant is. Indien de resultaten PM10-FDMS inderdaad vrij goed zouden overeenstemmen met de referentiemethode betekent dit dat de optie voor een constante factor niet kan weerhouden worden voor de omzetting van PM10-ruwe data naar PM10-EqRef, waarden equivalent met de referentiemethode.

**Periodes van maximum (12 maanden) - Evolutie sinds September 2003**

Tabel I: MOLENBEEK – Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data  
Enkele maanden tot **MAXIMAAL 12 MAANDEN**

Periode	b	s{b}	Ndata	Ratio for AM PM10_FDMS/PM10_stand	AM-DagRatio
2003.09 – 2003.12	1.3183	0.0189	110		
2003.09 – 2004.01	1.3576	0.0189	141	1.37	
2003.09 – 2004.02	1.3858	0.0188	165	1.39	1.43
2003.09 – 2004.03	1.4004	0.0180	196	1.43	1.43
2003.09 – 2004.04	1.3936	0.0159	226	1.39	1.41
2003.09 – 2004.05	1.3862	0.0153	257	1.39	1.41
2003.09 – 2004.06	1.3595	0.0146	287	1.37	1.38
2003.09 – 2004.07	1.3514	0.0139	315	1.33	1.36
<b>2003.09 – 2004.08</b>	1.3346	0.0137	342	1.33	1.34
<b>2003.10 – 2004.09</b>	1.3260	0.0137	352	1.35	1.33
<b>2003.11 – 2004.10</b>	1.2888	0.0132	352	1.27	1.29
<b>2003.12 – 2004.11</b>	1.2899	0.0134	352	1.27	1.29
<b>2004.01 – 2004.12</b>	1.3155	0.0140	352	1.31	1.29
<b>2004.02 – 2005.01</b>	1.2909	0.0139	352	1.27	1.26
<b>2004.03 – 2005.02</b>	1.2811	0.0135	356	1.27	1.25
<b>2004.04 – 2005.03</b>	1.2752	0.0127	356	1.28	1.24
<b>2004.05 – 2005.04</b>	1.2722	0.0121	356	1.23	1.24
<b>2004.06 – 2005.05</b>	1.2586	0.0120	354	1.24	1.22
<b>2004.07 – 2005.06</b>	1.2637	0.0117	354	1.28	1.23
<b>2004.08 – 2005.07</b>	1.2618	0.0118	357	1.28	1.22
<b>2004.09 – 2005.08</b>	1.2643	0.0114	359	1.28	1.23
<b>2004.10 – 2005.09</b>	1.2726	0.0115	361	1.28	1.23
<b>2004.11 – 2005.10</b>	1.2861	0.0110	361	1.27	1.24
<b>2004.12 – 2005.11</b>	1.2705	0.0113	361	1.23	1.22
<b>2005.01 – 2005.12</b>	1.2557	0.0107	361	1.24	1.21
<b>2005.02 – 2006.01</b>	1.2603	0.0110	341	1.27	1.22

Bij de berekening geldt:

Y-ordinaat : R001\_PM10\_FDMS  
X-abcis : R001\_PM10\_ruwe data

**Doorlopende periodes: 12, 13, ..., 28, 29 maanden - Evolutie sinds September 2003**

**Tabel II: MOLENBEEK – Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data  
Periodes van 12 tot 29 maanden**

Periode	b	s{b}	Ndata	Ratio for AM PM10_FDMS/PM10_stand	AM-DagRatio
2003.09 – 2004.08	<b>1.3346</b>	0.0137	342	<b>1.33</b>	<b>1.34</b>
2003.09 – 2004.09	<b>1.3177</b>	0.0130	370	<b>1.30</b>	<b>1.33</b>
2003.09 – 2004.10	<b>1.2978</b>	0.0125	401	<b>1.31</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2004.11	<b>1.3022</b>	0.0119	431	<b>1.31</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2004.12	<b>1.3165</b>	0.0113	462	<b>1.30</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2005.01	<b>1.3150</b>	0.0110	493	<b>1.31</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2005.02	<b>1.3195</b>	0.0106	521	<b>1.35</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2005.03	<b>1.3258</b>	0.0101	552	<b>1.35</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2005.04	<b>1.3239</b>	0.0095	582	<b>1.30</b>	<b>1.31</b>
2003.09 – 2005.05	<b>1.3173</b>	0.0093	611	<b>1.31</b>	<b>1.30</b>
2003.09 – 2005.06	<b>1.3091</b>	0.0091	641	<b>1.31</b>	<b>1.29</b>
2003.09 – 2005.07	<b>1.3060</b>	0.0090	672	<b>1.31</b>	<b>1.29</b>
2003.09 – 2005.08	<b>1.2987</b>	0.0088	701	<b>1.31</b>	<b>1.28</b>
2003.09 – 2005.09	<b>1.2952</b>	0.0086	731	<b>1.31</b>	<b>1.28</b>
2003.09 – 2005.10	<b>1.2915</b>	0.0084	762	<b>1.31</b>	<b>1.27</b>
2003.09 – 2005.11	<b>1.2873</b>	0.0082	792	<b>1.27</b>	<b>1.27</b>
2003.09 – 2005.12	<b>1.2866</b>	0.0078	823	<b>1.27</b>	<b>1.27</b>
2003.09 – 2006.01	<b>1.2902</b>	0.0078	834	<b>1.31</b>	<b>1.27</b>

Bij de berekening geldt:

Y-ordinaat : R001\_PM10\_FDMS  
X-abcis : R001\_PM10\_ruwe data

		Long Term Evolution of Daily Ratio "R001_PM10_FDMS / E001_PM10_Raw"																			
		Cumulative Frequency Distribution of the Daily Ratios "R001_PM10_FDMS / R001_PM10_raw"																			
Period	200309-200601	200309-200512	200309-200511	200309-200510	200309-200509	200309-200508	200309-200507	200309-200506	200309-200505	200309-200504	200309-200503	200309-200502	200309-200501	200309-200412	200309-200411	200309-200410					
Min	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,78	0,79	0,79	0,81					
P2	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83	0,84	0,83	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86					
P5	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89	0,88	0,90	0,91	0,91	0,90					
P10	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96					
P20	1,04	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,05	1,05	1,05	1,04					
P30	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,12	1,11	1,11	1,12	1,12	1,11					
P40	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,19	1,19					
P50	1,24	1,24	1,23	1,23	1,24	1,24	1,25	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,26	1,25					
P60	1,30	1,30	1,30	1,31	1,31	1,32	1,33	1,33	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,34	1,33					
P70	1,38	1,38	1,38	1,39	1,40	1,41	1,42	1,42	1,43	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,43	1,43					
P80	1,48	1,48	1,48	1,49	1,50	1,50	1,51	1,52	1,53	1,54	1,55	1,56	1,56	1,56	1,55	1,57					
P90	1,63	1,63	1,63	1,64	1,64	1,65	1,67	1,67	1,67	1,68	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,70					
P95	1,77	1,75	1,76	1,77	1,78	1,79	1,79	1,80	1,82	1,83	1,84	1,83	1,85	1,88	1,89	1,89					
P98	2,00	1,95	1,96	1,97	1,98	2,00	2,00	2,00	2,00	2,02	2,05	2,07	2,08	2,10	2,11	2,12					
P99	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,13	2,14	2,15	2,16	2,17	2,18	2,19					
Max	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68					
AM	1,27	1,27	1,27	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29	1,30	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31					
ASD	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31					
GM	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,26	1,26	1,27	1,28	1,28	1,27	1,28	1,28	1,28	1,27					
GSD	1,24	1,23	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25					

Fig. 4 : Molenbeek - Cumulatieve frequentieverdeling van de dagratio – reeks van de dag per dag berekende verhouding **PM10-FDMS / PM10-ruwe data**. Perodes van meer dan 12 maanden



### A.5.5 Resultaten te Haren (PM10-FDMS versus PM10-Raw)

In de meetpost te Haren werden vanaf september 2004 directe vergelijkende metingen uitgevoerd tussen **TEOM-PM10-FDMS** en **TEOM-PM10-Ruwe data**.

De verhouding “**PM10-FDMS**” over “**PM10-ruwe data**” wordt op drie verschillende manieren weergegeven:

- de helling van de gewogen orthogonale regressie door de oorsprong
- de verhouding van de gemiddelde waarden (AM) van beide reeksen
- de gemiddelde waarde van de dag aan dag berekende verhouding (AM-dagratio)

In tabel III worden de resultaten weergegeven voor periodes van maximum 12 maanden. De berekening werd uitgevoerd voor de periodes van *september – november 2004 (3 maanden)*, *september – december 2004 (4 maanden)*, ..., *februari 2005 – januari 2006 (12 maanden)*. Tabel IV geeft analoge resultaten voor periodes van meer dan 12 maanden (elke periode start vanaf het begin van de metingen in september 2004).

#### Periodes van maximum 12 maanden - Evolutie sinds September 2004

Tabel III: HAREN - Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data  
Periodes van 3 tot 12 maanden

Periode	b	s{b}	Ndata	Ratio for AM PM10_FDMS/PM10_stand	AM-DagRatio
2004.09 – 2004.11	<b>0.9901</b>	0.0136	73	<b>0.94</b>	<b>0.97</b>
2004.09 – 2004.12	<b>1.0458</b>	0.0160	103	<b>1.00</b>	<b>1.01</b>
2004.09 – 2005.01	<b>1.0517</b>	0.0145	134	<b>1.00</b>	<b>1.03</b>
2004.09 – 2005.02	<b>1.0805</b>	0.0140	162	<b>1.03</b>	<b>1.06</b>
2004.09 – 2005.03	<b>1.1003</b>	0.0135	193	<b>1.09</b>	<b>1.09</b>
2004.09 – 2005.04	<b>1.1092</b>	0.0123	223	<b>1.09</b>	<b>1.10</b>
2004.09 – 2005.05	<b>1.1119</b>	0.0117	250	<b>1.09</b>	<b>1.10</b>
2004.09 – 2005.06	<b>1.1310</b>	0.0113	280	<b>1.12</b>	<b>1.12</b>
2004.09 – 2005.07	<b>1.1411</b>	0.0110	311	<b>1.12</b>	<b>1.14</b>
2004.09 – 2005.08	<b>1.1483</b>	0.0105	342	<b>1.13</b>	<b>1.14</b>
2004.10 – 2005.09	<b>1.1677</b>	0.0102	349	<b>1.16</b>	<b>1.16</b>
2004.11 – 2005.10	<b>1.1859</b>	0.0100	350	<b>1.19</b>	<b>1.18</b>
2004.12 – 2005.11	<b>1.1850</b>	0.0101	357	<b>1.19</b>	<b>1.18</b>
2005.01 – 2005.12	<b>1.1925</b>	0.0100	358	<b>1.20</b>	<b>1.19</b>
2005.02 – 2006.01	<b>1.2098</b>	0.0098	345	<b>1.23</b>	<b>1.21</b>

Bij de berekening geldt:

Y-ordinaat : N043\_PM10\_FDMS  
X-abcis : N043\_PM10\_ruwe data

Doorlopende periode: 12, 13, ..., 16, 17 maanden - Evolutie sinds September 2003

Tabel IV: HAREN – Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data  
Periodes van 12 tot 17 maanden

Periode	b	s{b}	Ndata	Ratio for AM PM10_FDMS/PM10_stand	AM-DagRatio
2004.09 – 2005.08	<b>1.1483</b>	0.0105	342	<b>1.13</b>	<b>1.14</b>
2004.09 – 2005.09	<b>1.1522</b>	0.0103	369	<b>1.13</b>	<b>1.15</b>
2004.09 – 2005.10	<b>1.1500</b>	0.0100	400	<b>1.16</b>	<b>1.15</b>
2004.09 – 2005.11	<b>1.1435</b>	0.0096	430	<b>1.13</b>	<b>1.14</b>
2004.09 – 2005.12	<b>1.1547</b>	0.0092	461	<b>1.13</b>	<b>1.15</b>
2004.09 – 2006.01	<b>1.1658</b>	0.0090	479	<b>1.16</b>	<b>1.16</b>

Bij de berekening geldt:

Y-ordinaat : N043\_PM10\_FDMS  
X-abcis : N043\_PM10\_ruwe data

Voor de meetpost te Haren, in een industriële omgeving met beïnvloeding van opslagplaatsen van afbraakmateriaal en basismateriaal (zand, etc...) voor de bouw, bedraagt de verhouding **PM10-FDMS** over **PM10-ruwe data** ongeveer **1,20** [1,16 tot 1,23].

Uit de resultaten van figuur 5 blijkt dat deze factor dag aan dag varieert over een vrij ruim gebied (0,5 à 2) en dus geenszins constant is.

Cumulative Frequency Distribution of the Daily Ratios "N043_PM10_FDMS / N043_PM10_raw"																														
Period	200502- 200601		200501- 200512		200412- 200511		200411- 200510		200410- 200509		200409- 200508		200409- 200507		200409- 200506		200409- 200505		200409- 200504		200409- 200503		200409- 200502		200409- 200501		200409- 200412		200409- 200411	
	Min	0,67	0,67	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
P2	0,79	0,77	0,76	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
P5	0,86	0,85	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,78	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
P10	0,92	0,91	0,90	0,91	0,90	0,91	0,91	0,91	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,85	0,85	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,78	0,78	0,77	0,78	0,77	0,78	0,77	0,78
P20	1,02	1,00	0,97	1,00	0,97	1,00	1,00	0,96	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,91	0,91	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,85
P30	1,09	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,03	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,89
P40	1,14	1,11	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09	1,07	1,07	1,07	1,07	1,05	1,05	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,97	0,96	0,96	0,96	0,94	0,94
P50	1,18	1,17	1,16	1,17	1,16	1,16	1,17	1,15	1,15	1,15	1,12	1,12	1,12	1,12	1,10	1,10	1,08	1,07	1,06	1,06	1,06	1,03	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97
P60	1,24	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,20	1,20	1,20	1,18	1,18	1,18	1,18	1,17	1,17	1,14	1,13	1,10	1,10	1,10	1,09	1,09	1,06	1,06	1,04	1,04	1,04	1,00	1,00
P70	1,30	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,26	1,26	1,26	1,25	1,25	1,24	1,24	1,22	1,22	1,21	1,20	1,18	1,18	1,18	1,15	1,15	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09	1,03	1,03
P80	1,38	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,33	1,33	1,33	1,31	1,31	1,31	1,31	1,30	1,30	1,30	1,30	1,29	1,29	1,29	1,24	1,24	1,20	1,20	1,18	1,18	1,18	1,08	1,08
P90	1,47	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,44	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43	1,43	1,41	1,41	1,39	1,40	1,41	1,41	1,41	1,36	1,36	1,33	1,33	1,29	1,29	1,29	1,18	1,18
P95	1,62	1,57	1,58	1,58	1,58	1,58	1,56	1,56	1,56	1,51	1,51	1,52	1,52	1,50	1,50	1,48	1,48	1,49	1,49	1,49	1,43	1,36	1,36	1,33	1,33	1,29	1,29	1,29	1,18	1,18
P98	1,88	1,87	1,87	1,88	1,87	1,87	1,88	1,88	1,88	1,76	1,76	1,81	1,81	1,75	1,75	1,63	1,65	1,64	1,64	1,64	1,57	1,49	1,49	1,49	1,49	1,36	1,36	1,36	1,27	1,27
P99	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,78	1,82	1,71	1,71	1,71	1,64	1,56	1,56	1,56	1,56	1,42	1,42	1,42	1,31	1,31
Max	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,86	1,67	1,67	1,67	1,58	1,58	1,58	1,36	1,36
AM	1,21	1,19	1,18	1,18	1,18	1,18	1,16	1,16	1,16	1,14	1,14	1,14	1,14	1,12	1,12	1,10	1,10	1,10	1,09	1,09	1,06	1,03	1,03	1,03	1,01	1,01	1,01	0,97	0,97	0,97
ASD	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15
GM	1,18	1,16	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,14	1,14	1,12	1,12	1,11	1,11	1,10	1,10	1,08	1,07	1,06	1,06	1,06	1,04	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	0,96	0,96	0,96
GSD	1,21	1,21	1,22	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,24	1,23	1,23	1,23	1,22	1,22	1,22	1,18	1,18	1,18

Fig. 5 : Haren - Cumulatieve frequentieverdeling van de dagratio – reeks van de dag per dag berekende verhouding **PM10-FDMS / PM10-ruwe data**. Periode van 12 maanden

#### A.5.6 Resultaten te Ukkel (PM10-FDMS versus PM10-Raw)

In de meetpost te Ukkel werden geen simultane metingen verricht tussen **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data**. De verhouding tussen beide reeksen wordt indirect bekomen door de meetwaarden te Ukkel (R012) te vergelijken met PM10-ruwe data van de meetpost te St.-Agatha-Berchem (B011).

Eenzijds wordt de verhouding tussen **R012\_PM10\_ruwe data** en **B011\_PM10\_ruwe data** vastgelegd voor de één jaar durende periode “1 mei 2003 – 30 april 2004”. Deze verhouding bedraagt ongeveer 1.20 (de waarde 1.1958 bovenaan tabel V).

Anderzijds wordt de verhouding tussen **R012\_PM10\_FDMS** en **B011\_PM10\_ruwe data** vastgelegd voor de één jaar durende periode “1 mei 2004 – 30 april 2005”, “1 juni 2004 – 31 mei 2005” en “1 juli 2004 – 30 juni 2005”. Deze verhouding bedraagt ongeveer 1.70. Voor de respectievelijke periodes bedraagt deze verhouding 1.7265, 1.6996 en 1.6944.

De verhouding tussen de ratio van beide periodes laat toe de verhouding te kennen tussen **R012\_PM10\_FDMS** en **R012\_PM10\_ruwe data** (resultaten in het vet in tabel V):

Tabel V: **UKKEL - Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data**  
Jaarperiode

	Periode	Orthogonale Regressie $Y = b.X$	Verhouding AM van de meetreeksen	AM – Dagratio
1	R012_raw / B011_raw 2003.05 – 2004.04	1.1958	1.24	1.26
9	R012_Fdms / B011_raw 2004.05 – 2005.04	1.7265	1.75	1.69
<b>9/1</b>	<b>R012_Fdms/R012_raw</b>	<b>1.444</b>	<b>1.41</b>	<b>1.34</b>
10	R012_Fdms / B011_raw 2004.06 – 2005.05	1.6996	1.69	1.66
<b>10/1</b>	<b>R012_Fdms/R012_raw</b>	<b>1.421</b>	<b>1.36</b>	<b>1.32</b>
11	R012_Fdms / B011_raw 2004.07 – 2005.06	1.6944	1.65	1.66
<b>11/1</b>	<b>R012_Fdms/R012_raw</b>	<b>1.417</b>	<b>1.33</b>	<b>1.32</b>

De verhouding **PM10-FDMS** over **PM10-ruwe data** te Ukkel bedraagt ongeveer **1,42**.

### A.5.7 Resultaten te Woluwe (PM10-FDMS versus PM10-Raw)

De verhouding tussen **WOL1-PM10-FDMS** en **WOL1-PM10-Ruwe data** wordt op indirecte wijze bekomen, door deze resultaten te vergelijken met de resultaten van drie andere meetposten waarvoor de verhouding PM10-FDMS/PM10-Ruwe data op directe wijze werd bepaald.

Eenzijds wordt de verhouding tussen **WOL1\_PM10\_ruwe data** en **XXXX\_PM10\_ruwe data** (**XXXX** = code andere meetpost) vastgelegd voor de één jaar durende periode “1 januari – 31 december 2003”. Anderzijds wordt de verhouding tussen **WOL1\_PM10\_FDMS** en **XXXX\_PM10\_FDMS** vastgelegd voor de periode van:

- 7 maanden 1 maart 2005 – 30 september 2005
- 8 maanden 1 maart 2005 – 31 oktober 2005
- 9 maanden 1 maart 2005 – 30 november 2005
- 10 maanden 1 maart 2005 – 31 december 2005
- 11 maanden 1 maart 2005 – 31 januari 2006
- 12 maanden 1 maart 2005 – 28 februari 2006

Weze  $K_{2w,x} = \text{WOL1\_PM10\_FDMS} / \text{XXXX\_PM10\_FDMS}$

en  $K_{1w,x} = \text{WOL1\_PM10\_ruwe data} / \text{XXXX\_PM10\_ruwe data}$

en weze  $K_{3x,x} = \text{XXXX\_PM10\_FDMS} / \text{XXXX\_PM10\_ruwe data}$   
gekend uit directe vergelijkende metingen of via indirecte weg

In de veronderstelling dat de periodes van één jaar ( meerdere maanden) voldoende lang zijn om de respectievelijke ratio's te bepalen, dan kan de verhouding WOL1-PM10-FDMS over WOL1-PM10-Ruwe data voor de meetpost WOL1 als volgt bepaald worden:

$$\begin{aligned} R_{\text{FDMS,RAW}} &= \text{WOL1\_PM10\_FDMS} / \text{WOL1\_PM10\_ruwe data} \\ &= K_{2w,x} * K_{3x,x} / K_{1w,x} \end{aligned}$$

In tabel VI worden de resultaten (de helling van de gewogen orthogonale regressie door de oorsprong) weergegeven, berekend op basis van de vergelijkende resultaten van drie verschillende meetposten (R001, R012 en N043).

Tabel VI: **WOLUWE - Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data**  
 Berekening op basis van vergelijkende resultaten  
 in de meetposten te Molenbeek, Ukkel en Woluwe

W_Ort_Regr (b)		Ratio	WOL1/R001 K3 ≈ 1,30	WOL1/R012 K3 ≈ 1,42	WOL1/N043 K3 ≈ 1,16
1	K1	WOL1_raw / XXXX_raw 2003.01 – 2003.12	0.7533	1.0269	0.6395
2	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.03 – 2005.09	0.8872	1.0411	0.7602
	K3		1.30	1.42	1.16
2/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.53	1.44	1.38
3	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.03 – 2005.10	0.8883	1.0363	0.7681
	K3		1.29	1.42	1.18
3/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.52	1.43	1.42
4	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.03 – 2005.11	0.8895	1.0319	0.7666
	K3		1.27	1.42	1.19
4/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.50	1.43	1.43
5	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.03 – 2005.12	0.8832	1.0256	0.7767
	K3		1.26	1.42	1.19
5/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.48	1.42	1.45
6	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.03 – 2006.01	0.8940	1.0104	0.7920
	K3		1.26	1.42	1.20
6/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.50	1.40	1.49
7	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.03 – 2006.02	0.9003	1.0077	0.8046
	K3		1.26	1.42	1.20
7/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.51	1.39	1.51
8	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.04 – 2006.03	0.8958	1.0017	0.7977
	K3		1.26	1.42	1.20
8/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.50	1.39	1.50
9	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.05 – 2006.04	0.8975	0.9933	0.8029
	K3		1.26	1.42	1.20
9/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.50	1.37	1.51
10	K2	WOL1_fdms/XXXX_fdms 2005.06 – 2006.05	0.8975	0.9875	0.8066
	K3		1.26	1.42	1.20
10/1	K2*K3/K1	WOL1_Fdms/WOL1_raw	1.50	1.37	1.51

### A.5.8 Resultaten te St.-Ag.-Berchem (PM10-FDMS versus PM10-Raw)

De verhouding tussen **B011-PM10-FDMS** en **B011-PM10-Ruwe data** wordt op indirecte wijze bekomen, door deze resultaten te vergelijken met de resultaten van drie andere meetposten waarvoor de verhouding PM10-FDMS/PM10-Ruwe data op directe wijze werd bepaald. De werkwijze is volledig analoog zoals beschreven onder A.5.7. De resultaten voor de meetpost te St.Ag.-Berchem worden weergegeven in tabel VII.

Tabel VII: **St.-Ag.-BERCHEM - Verhouding PM10-FDMS over PM10-ruwe data**  
Berekening op basis van vergelijkende resultaten  
in de meetposten te Molenbeek, Ukkel en Woluwe

W_Ort_Regr (b)		Ratio	B011/R001 K3 ≈ 1,30	B011/R012 K3 ≈ 1,42	B011/N043 K3 ≈ 1,19
1	K1	B011_raw / XXXX_raw 2003.01 – 2003.12	0.6788	0.9201	0.5570
2	K2	B011_fdms/XXXX_fdms 2005.07 – 2006.01	0.8247	0.9236	0.7381
	K3		1.26	1.42	1.20
2/1	K2*K3/K1	B011_Fdms/B011_raw	1.53	1.43	1.59
3	K2	B011_fdms/XXXX_fdms 2005.07 – 2006.02	0.8244	0.9091	0.7445
	K3		1.26	1.42	1.20
3/1	K2*K3/K1	B011_Fdms/B011_raw	1.53	1.40	1.60
4	K2	B011_fdms/XXXX_fdms 2005.07 – 2006.03	0.8218	0.9032	0.7383
	K3		1.26	1.42	1.20
4/1	K2*K3/K1	B011_Fdms/B011_raw	1.53	1.39	1.59
5	K2	B011_fdms/XXXX_fdms 2005.07 – 2006.04	0.8182	0.8960	0.7306
	K3		1.26	1.42	1.20
5/1	K2*K3/K1	B011_Fdms/B011_raw	1.52	1.38	1.57
6	K2	B011_fdms/XXXX_fdms 2005.07 – 2006.05	0.8192	0.8908	0.7319
	K3		1.26	1.42	1.20
6/1	K2*K3/K1	B011_Fdms/B011_raw	1.52	1.37	1.58
7	K2	B011_fdms/XXXX_fdms 2005.07 – 2006.06			
	K3				
7/1	K2*K3/K1	B011_Fdms/B011_raw			

### A.5.9 Resultaten in het Meudonpark (PM2,5-FDMS versus PM2,5-Raw)

In de meetpost van het Meudonpark werden tussen juli 2005 en maart 2007 directe vergelijkende metingen uitgevoerd tussen **TEOM-PM2,5-FDMS** en **TEOM-PM2,5-Ruwe data**.

De verhouding tussen de resultaten voor “**PM2,5-FDMS**” en “**PM2,5-ruwe data**” wordt op drie verschillende manieren bepaald:

- de helling van de gewogen orthogonale regressie door de oorsprong
- de ratio van de gemiddelde waarden uit de distributie van de meetwaarden
- de gemiddelde waarde van de dagratio's tussen beide grootheden

### Periodes van maximum (12 maanden - Evolutie sinds Juli 2005)

Tabel VIII: MEUDONPARK – Verhouding PM2,5-FDMS over PM2,5-ruwe data  
Enkele maanden tot **MAXIMAAL 12 MAANDEN**

Periode	b	s{b}	Ndata	Ratio for AM PM10_FDMS/PM10_stand	AM-DagRatio
2005.07 – 2005.10	<b>1.2316</b>	0.0378	94	<b>1.19</b>	<b>1.08</b>
2005.07 – 2005.11	<b>1.2572</b>	0.0299	124	<b>1.18</b>	<b>1.09</b>
2005.07 – 2005.12	<b>1.3136</b>	0.0234	155	<b>1.21</b>	<b>1.14</b>
2005.07 – 2006.01	<b>1.4109</b>	0.0213	186	<b>1.31</b>	<b>1.21</b>
2005.07 – 2006.02	<b>1.4348</b>	0.0202	213	<b>1.33</b>	<b>1.25</b>
2005.07 – 2006.03	<b>1.4525</b>	0.0191	242	<b>1.33</b>	<b>1.25</b>
2005.07 – 2006.04	<b>1.4679</b>	0.0187	271	<b>1.41</b>	<b>1.28</b>
2005.07 – 2006.05	<b>1.4871</b>	0.0186	302	<b>1.41</b>	<b>1.29</b>
<b>2005.07 – 2006.06</b>	<b>1.5005</b>	0.0181	329	<b>1.41</b>	<b>1.32</b>
<b>2005.08 – 2006.07</b>	<b>1.5134</b>	0.0170	355	<b>1.41</b>	<b>1.35</b>
<b>2005.09 – 2006.08</b>	<b>1.5198</b>	0.0165	355	<b>1.41</b>	<b>1.37</b>
<b>2005.10 – 2006.09</b>	<b>1.5201</b>	0.0157	358	<b>1.44</b>	<b>1.40</b>
<b>2005.11 – 2006.10</b>	<b>1.5331</b>	0.0156	358	<b>1.52</b>	<b>1.42</b>
<b>2005.12 – 2006.11</b>	<b>1.5567</b>	0.0153	358	<b>1.51</b>	<b>1.44</b>
<b>2006.01 – 2006.12</b>	<b>1.5662</b>	0.0151	358	<b>1.52</b>	<b>1.46</b>
<b>2006.02 – 2007.01</b>	<b>1.5557</b>	0.0163	359	<b>1.50</b>	<b>1.45</b>
<b>2006.03 – 2007.02</b>	<b>1.5691</b>	0.0174	360	<b>1.49</b>	<b>1.46</b>
<b>2006.04 – 2007.03</b>	<b>1.5785</b>	0.0191	362	<b>1.53</b>	<b>1.49</b>

Bij de berekening geldt:

Y-ordinaat : MEU1\_PM2,5\_FDMS  
X-abcis : MEU1\_PM2,5\_ruwe data



Doorlopende periodes: 12, 13, ..., 20, 21 maanden - Evolutie sinds Juli 2005

Tabel IX: MEUDONPARK – Verhouding PM2,5-FDMS over PM2,5-ruwe data  
Periodes van 12 tot 21 maanden

Periode	b	s{b}	Ndata	Ratio for AM PM10_FDMS/PM10_stand	AM-DagRatio
2005.07 – 2006.06	<b>1.5005</b>	0.0181	329	<b>1.41</b>	<b>1.32</b>
2005.07 – 2006.07	<b>1.5097</b>	0.0170	360	<b>1.41</b>	<b>1.35</b>
2005.07 – 2006.08	<b>1.4947</b>	0.0165	391	<b>1.47</b>	<b>1.34</b>
2005.07 – 2006.09	<b>1.4832</b>	0.0159	421	<b>1.38</b>	<b>1.34</b>
2005.07 – 2006.10	<b>1.4913</b>	0.0151	452	<b>1.47</b>	<b>1.35</b>
2005.07 – 2006.11	<b>1.4941</b>	0.0148	482	<b>1.45</b>	<b>1.35</b>
2005.07 – 2006.12	<b>1.4968</b>	0.0139	513	<b>1.45</b>	<b>1.36</b>
2005.07 – 2007.01	<b>1.5019</b>	0.0136	544	<b>1.42</b>	<b>1.37</b>
2005.07 – 2007.02	<b>1.5137</b>	0.0135	572	<b>1.43</b>	<b>1.38</b>
2005.07 – 2007.03	<b>1.5200</b>	0.0134	603	<b>1.45</b>	<b>1.39</b>

#### A.5.10 Resultaten in Molenbeek (PM2,5-FDMS versus PM2,5-Raw)

De verhouding tussen **R001\_PM2,5\_FDMS** en **R001\_PM2,5\_ruwe data** wordt op indirecte wijze vastgesteld, door resultaten van twee verschillende jaarperiodes te beschouwen en daarbij de resultaten te vergelijken met deze van een andere meetpost (41MEU1) waarvoor de verhouding **PM2,5\_FDMS/PM2,5\_ruwe data** op directe wijze werd bepaald.

Eenzijds wordt de verhouding tussen **R001\_PM2,5\_ruwe data** en **MEU1\_PM2,5\_ruwe data** vastgelegd voor de *één jaar* durende periode “1 juli 2002 – 30 juni 2003”. Anderzijds wordt de verhouding tussen **R001\_PM2,5\_FDMS** en **MEU1\_PM2,5\_FDMS** vastgelegd voor de periode van:

- 6 maanden *1 januari 2006 – 30 juni 2006*
- 7 maanden *1 januari 2006 – 31 juli 2006*
- 8 maanden *1 januari 2006 – 31 augustus 2006*
- 9 maanden *1 januari 2006 – 30 september 2006*
- 10 maanden *1 januari 2006 – 31 oktober 2006*
- 11 maanden *1 januari 2006 – 30 november 2006*
- 12 maanden *1 januari 2006 – 31 december 2006*
- 12 maanden *1 februari 2006 – 31 januari 2007*
- 12 maanden *1 maart 2006 – 28 februari 2007*

Weze  $K_{2,R,M} = R001\_PM2,5\_FDMS / MEU1\_PM2,5\_FDMS$

en  $K_{1,R,M} = R001\_PM2,5\_ruwe\ data / MEU1\_PM2,5\_ruwe\ data$

en weze  $K_{3,M,M} = MEU1\_PM2,5\_FDMS / MEU1\_PM2,5\_ruwe\ data$   
gekend uit directe vergelijkende metingen

In de veronderstelling dat de periodes van *één jaar* of van *meerdere maanden* voldoende lang zijn om de respectievelijke (gemiddelde) ratio's te bepalen, dan kan de verhouding **R001\_PM2,5\_FDMS** over **R001\_PM2,5\_ruwe data** voor de meetpost R001 als volgt bepaald worden:

$$\begin{aligned} R_{FDMS/RAW} &= R001\_PM2,5\_FDMS / R001\_PM2,5\_ruwe\ data \\ &= K_{2,R,M} * K_{3,M,M} / K_{1,R,M} \end{aligned}$$

Tabel X: **MOLENBEEK - Verhouding PM2,5-FDMS over PM2,5-ruwe data**  
 Berekening op basis van vergelijkende resultaten  
 in de meetpost van het Meudonpark

W_Ort_Regr (b)		Ratio – PM2,5	R001/MEU1 K3 ≈ 1,50		
1	K1	R001_raw / MEU1_raw 2002.07 – 2003.06	1.1839		
2	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.06	1.1970		
	K3		1.50		
2/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.52		
3	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.07	1.1970		
	K3		1.51		
3/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.53		
4	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.08	1.1997		
	K3		1.52		
4/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.54		
5	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.09	1.1997		
	K3		1.52		
5/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.54		
6	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.10	1.2025		
	K3		1.53		
6/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.55		
7	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.11	1.2052		
	K3		1.55		
7/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.58		
8	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.12	1.2047		
	K3		1.56		
8/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.59		
9	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.02 – 2007.01	1.2125		
	K3		1.56		
9/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.60		
10	K2	R001_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2007.02	1.2073		
			1.57		
10/1	K2*K3/K1	R001_Fdms/R001_raw	1.60		

A.5.11 Resultaten te Haren (PM2,5-FDMS versus PM2,5-Raw)

De verhouding tussen **N043\_PM2,5\_FDMS** en **N043\_PM2,5\_ruwe data** eveneens op indirecte wijze bepaald. De werkwijze is volledig analoog aan deze beschreven onder A.5.10.

**Tabel XI: HAREN - Verhouding PM2,5-FDMS over PM2,5-ruwe data**  
Berekening op basis van vergelijkende resultaten (met meetpost Meudonpark)

W_Ort_Regr (b)		Ratio – PM2,5	N043/MEU1 K3 ≈ 1,50		
1	K1	<b>N043_raw / MEU1_raw 2002.07 – 2003.06</b>	<b>1.3413</b>		
2	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.06	1.2066		
	K3		1.50		
<b>2/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.35</b>		
3	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.07	1.2067		
	K3		1.51		
<b>3/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.36</b>		
4	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.08	1.2125		
	K3		1.52		
<b>4/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.37</b>		
5	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.09	1.2194		
	K3		1.52		
<b>5/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.38</b>		
6	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.10	1.2324		
	K3		1.53		
<b>6/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.41</b>		
7	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.11	1.2410		
	K3		1.55		
<b>7/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.43</b>		
8	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.01 – 2006.12	1.2401		
	K3		1.56		
<b>8/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.44</b>		
9	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.02 – 2007.01	1.2493		
	K3		1.56		
<b>9/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.45</b>		
10	K2	N043_fdms/MEU1_fdms 2006.03 – 2007.02	1.2584		
			1.57		
<b>10/1</b>	<b>K2*K3/K1</b>	<b>N043_Fdms/N043_raw</b>	<b>1.47</b>		

