

LUCHTKWALITEIT IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Immissiemetingen 2009-2011

Versie juni 2012



LUCHT



LEEFMILIEU BRUSSEL
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER



Inhoudstafel

1. Voornaamste Polluenten en Meetprogramma	1.1
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	1.7
1.2 Meetprogramma in het telemetrisch meetnet	1.8
1.3 Meteorologische parameters.....	1.11
1.4 Meetprogramma in de niet-telemetrische meetnetten.....	1.13
1.5 Benzeenmeetnet.....	1.17
2. Invloed Meteo op de concentratie	2.1
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.....	2.9
2.2.4 Studie van de Luchtverontreiniging.....	2.14
3. Normen – EG-richtlijnen	3.1
3.1 SO ₂ , NO ₂ , PM10 en Pb volgens richtlijn 2008/50/EG (en 1999/30/EG)	3.4
3.2 CO en Benzeen volgens richtlijn 2008/50/EG (en 2000/69/EG)	3.8
3.3 Ozon volgens richtlijn 2008/50/EG (en 2002/3/EG)	3.9
3.4 As, Cd, Hg, Ni en PAK volgens richtlijn 2004/107/EG	3.12
3.5 Strengere regelgeving.....	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 – richtlijn ingetrokken)	3.16
3.6.2 Ozon (1992/72/EG – richtlijn ingetrokken).....	3.16
3.6.3 Zwaveldioxide (1980/779/EG – richtlijn ingetrokken).....	3.17
3.6.4 Zwevende Deeltjes (1980/779/EG – richtlijn ingetrokken).....	3.18
3.6.5 Lood (1982/884/EG – richtlijn ingetrokken)	3.18

4. Evaluatie meetresultaten	4.1
4.1 Stikstofoxiden (NO _x)	4.1
4.1.1 Stikstofdioxide (NO ₂).....	4.3
4.1.1.1 Reglementering NO ₂	4.3
4.1.1.2 Grenswaarden NO ₂ vroegere richtlijn	4.3
4.1.1.3 Grenswaarde NO ₂ -uurwaarde – richtlijn 2008/50/EG	4.4
4.1.1.4 Grenswaarde NO ₂ -jaargemiddelde – richtlijn 2008/50/EG.....	4.8
4.1.1.5 Evolutie NO ₂ -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.....	4.25
4.1.3 Stikstofoxiden (NO _x)	4.34
4.1.4 Rendement NO _x -metingen	4.36
4.2 Ozon (O ₃).....	4.38
4.2.1 Reglementering O ₃	4.41
4.2.2 Gemeten O ₃ -waarden	4.43
4.2.3 Overschrijdingen drempelwaarden voor ozon – richtlijn 2008/50/EG.....	4.47
4.2.4 Overschrijdingen volgens vroegere richtlijn 1992/72/EG.....	4.59
4.2.5 Evolutie O ₃ -waarden over langere termijn	4.61
4.2.6 Rendement en nauwkeurigheid van de ozonmetingen.....	4.74
4.3 Zwevende deeltjes : PM10 en PM2,5, Aantal Deeltjes en Black Carbon	4.75
4.3.1 Aanwezigheid van zwevende deeltjes	4.75
4.3.2 Meetmethodes PM10.....	4.79
4.3.3 Reglementering PM10 volgens oudere richtlijn 1999/30/EG.....	4.83
4.3.4 Reglementering PM10 en PM2,5 volgens richtlijn 2008/50/EG.....	4.84
4.3.5 Gemeten waarden PM10.....	4.85
4.3.6 Overschrijdingen grenswaarden PM10-deeltjes.....	4.86
4.3.7 Evolutie PM10-waarden over langere termijn.....	4.94
4.3.8 Invloed windrichting en luchtvochtigheid op overschrijdingen PM10.....	4.101
4.3.9 Hoge PM10 waarden – Aard van de overschrijdingen	4.109
4.3.10 Historiek – Schatting evolutie PM10 over langere termijn (1981-2011)	4.121
4.3.11 Resultaten en evolutie PM2,5-waarden.....	4.126
4.3.12 N043 – aandeel overschrijdingen door grovere deeltjes	4.133
4.3.13 Rendement resultaten PM10 en PM2,5.....	4.135
4.3.14 Aantal Deeltjes.....	4.137
4.3.15 Uitbarsting Eyjafjallajökull vulkaan	4.154
4.3.16 Black Carbon.....	4.156
4.4 Vluchtige organische stoffen (V.O.S.)	4.169
4.4.1 Reglementering benzeen.....	4.169
4.4.2 Resultaten en Evolutie	4.169
4.4.3 Rendement en nauwkeurigheid V.O.S.-resultaten	4.176
4.4.4 Meetnet Benzeen	4.177

4.5	Polyaromatische koolwaterstoffen (P.A.K.)	4.179
4.5.1.	<i>Reglementering PAK</i>	4.179
4.5.2	<i>Resultaten en Evolutie</i>	4.180
4.5.3	<i>Rendement en nauwkeurigheid P.A.K.-resultaten</i>	4.183
4.5.4	<i>Evaluatie oorsprong PAK-deeltjes</i>	4.184
4.6	Koolmonoxide (CO).....	4.186
4.6.1.	<i>Reglementering CO</i>	4.186
4.6.2	<i>Gemeten waarden voor CO</i>	4.186
4.6.3	<i>Overschrijdingen CO-grenswaarde</i>	4.188
4.6.4	<i>Evolutie CO-waarden over langere termijn</i>	4.189
4.6.5	<i>Evolutie CO in de Kroonlaan te Elsene</i>	4.195
4.6.6	<i>Rendement en nauwkeurigheid van de CO-resultaten</i>	4.197
4.7	Zwaveldioxide (SO ₂)	4.198
4.7.1.	<i>Reglementering SO₂</i>	4.198
4.7.2	<i>Gemeten SO₂-waarden</i>	4.198
4.7.3	<i>Overschrijdingen SO₂-grenswaarden (1999/30/EG)</i>	4.201
4.7.4	<i>Evolutie SO₂-waarden over langere termijn</i>	4.201
4.7.5	<i>Rendement en nauwkeurigheid van de SO₂-metingen</i>	4.202
4.8	Lood (Pb)	4.205
4.8.1.	<i>Reglementering lood</i>	4.205
4.8.2	<i>Gemeten waarden voor lood en overschrijdingen</i>	4.205
4.8.3	<i>Evolutie meetwaarden voor Pb over langere termijn</i>	4.205
4.8.4	<i>Rendement en nauwkeurigheid van de Pb-metingen</i>	4.208
4.9	Zwarte Rook (BSM).....	4.209
4.9.1.	<i>Reglementering Zwarte Rook</i>	4.209
4.9.2	<i>Gemeten waarden Zwarte Rook en overschrijdingen</i>	4.209
4.9.3	<i>Evolutie over langere termijn</i>	4.211
4.9.4	<i>Rendement metingen Zwarte Rook</i>	4.213
4.10	Ammoniak (NH ₃)	4.214
4.11	Chloriden als HCl	4.217
4.12	Kwikdamp (Hg)	4.219
4.13	Zware metalen (As, Ni, Cd)	4.223
4.14	Kooldioxide (CO ₂)	4.225

5. Berekening index van de luchtkwaliteit.....	5.1
6. Resultaten Autoluwe zondagen	6.1
Meteorologische parameters.....	6.1
NO en NO ₂	6.4
CO	6.11
O ₃	6.11
PM10	6.20
PM2,5	6.21
CO ₂	6.30
Meerdere autoluwe zondagen.....	6.30
Black Carbon	6.33
7. Samenvatting.....	7.1
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>	7.8
<i>Zwevende deeltjes PM10 – PM2.5 – Aantal – Black Carbon</i>	7.11
<i>Zwavedioxide</i>	7.22
<i>Lood</i>	7.22
<i>Koolmonoxide</i>	7.22
<i>Benzeen</i>	7.23
<i>Polyaromatische koolwaterstoffen</i>	7.23
7.5 Gemiddeld dag- en weekprofiel.....	7.24
7.6 Evolutie over langere termijn.....	7.25
7.7 Synthese.....	7.32

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 NO_x , vindt men vooral onder de vorm van stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO_2). Deze beide gasvormige pollutanten zijn tegelijkertijd aanwezig in de omgevingslucht. Er bestaat een dynamisch evenwicht tussen hun aanwezigheid (NO en NO_2) en die van ozon (O_3): NO wordt geoxideerd tot 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 NO_2 .

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt de jaarlijkse NO_x -uitstoot ca. 5.399 ton (2009, inventaris voorgelegd in 2011), waarvan 3.421 ton afkomstig is van het wegverkeer en 964 ton van de huisverwarming (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 NO₂-concentraties van de orde van 0,1 tot 0,5 ppm (190 à 950 µg/m³).

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/m³ voorgesteld als maximale blootstelling gedurende 1 uur en 150 µg/m³ gedurende 1 dag. Vanaf 1999 wordt door de WGO een uurwaarde van 200 µg/m³ en een jaargemiddelde van 40 µg/m³ 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 (CH₄) 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: gechloreerde 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 2009 geraamd op ca. 4.050 ton, waarvan 979 ton afkomstig van het wegverkeer en 3.052 ton van het gebruik van solventen in de huishoudens en de industriële sector (2009, inventaris voorgelegd in 2011).

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. Dit werd bevestigd door de richtlijn 2008/50/EG betreffende de luchtkwaliteit en een schonere lucht voor Europa.

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 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 pollutant* 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 7.701 ton (2009) uitgestoten, waarvan 4.072 ton afkomstig is van het wegverkeer (2009, *inventaris voorgelegd in 2011*).

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 ³	15 minuten
60 mg/m ³	30 minuten
30 mg/m ³	1 uur
10 mg/m ³	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.

Respectievelijk in 2008 en 2009 werd telkens één apparaat in gebruik genomen voor de bepaling van de aantallen deeltjes aanwezig in de lucht. Het betreft 'laser light scattering spectrometers', model 365 van het merk Grimm. Met deze 'Optical Particle Counters (OPC)' worden de aantallen deeltjes bepaald voor 31 verschillende klassen deeltjes, met diameter gaande van 0.25 tot 32 µm. Aanvullend op de massaconcentratie wordt zeer interessante informatie bekomen betreffende de verdeling van de deeltjesgrootte van het aërosol.

In 2009, 2010 en 2011 werd telkens een toestel in gebruik genomen voor de bepaling van "Black Carbon". De resultaten van deze meting zijn nauw verbonden met de aanwezigheid van zwarte roetdeeltjes.

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 SO₂ in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedraagt 597 ton (2009), waarvan 567 ton afkomstig van gebouwenverwarming in de residentiële en tertiaire sectoren en 4 ton van het wegverkeer (2009, inventaris voorgelegd in 2011). Sinds het einde van de jaren '60 wordt een stelselmatige vermindering van de SO₂-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 verschraving 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 SO₂, 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.

Er is een zeer goede correlatie tussen de resultaten "Zwarte-Rook" en "Black Carbon". Gezien de bepalingmethode zijn de resultaten van Black Carbon echter veel specifieker voor de aanwezigheid van zwarte roetdeeltjes. Uitgedrukt als massaconcentratie bedragen de resultaten "Black Carbon" gemiddeld ongeveer 20% van de resultaten "Zwarte Rook" en ongeveer 10% van de resultaten van PM10.

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, 0.40 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 CO₂ 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 CO₂ in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (met uitzondering van de biomassa) bedraagt 3.705.450 ton (2009), waarvan 864.340 ton afkomstig is van het wegverkeer, 805.850 ton van gebouwenverwarming in de tertiaire sector en 1.668.120 ton van de gebouwenverwarming in de residentiële sector (2009, inventaris voorgelegd in 2011).

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 in de Voorhaven te Haren (N043) zijn operationeel sedert 1980 en de meetpost te Elsene (R002) sedert 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 SO₂, NO, NO₂ en de optische vervuiling van de lucht door deeltjes (Dust). Halfweg de jaren '80 werd te Ukkel een eerste ozontoeistel 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 O₃, CO, CO₂, 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 NO₂ in de tunnel. Ze behoren toe aan het Brussel-Mobiliteit (voorheen 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. Tabel I.2 geeft de configuratie weer van het telemetrisch meetnet (toestand eind 2011). Sedert juli 2008 en juli 2009 worden, respectievelijk op de meetpost te Woluwe en te Molenbeek, metingen uitgevoerd naar de aantallen deeltjes in het bereik van 0,25 µm tot 32 µm. De aantallen worden bepaald voor 31 klassen en bewaard voor 26 ervan.

In 2009, 2010 en 2011 werd telkens één “Black Carbon” apparaat in gebruik genomen, respectievelijk op de meetpost te Woluwe, Molenbeek en Elsene. Het type toestel in gebruik levert meetgegevens voor twee verschillende parameters: “Black Carbon” en “UV-absorberende deeltjes”.

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 (Counts)	2.055.456 + 456.768
2009	60	119 + 2*26	2.084.880 + 911.040
2010	61	121 + 2*26	2.119.920 + 911.040
2011	62	123 + 2*26	2.154.960 + 911.040

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 2011 waren er, verspreid over de verschillende meetpunten, in totaal “123 + 2 * 26 meetreeksen”. Inzake gegevens voor luchtvervuiling worden er nu per jaarperiode in totaal 2.154.960 (+ 911.040) halfuurswaarden bewaard.

In vergelijking met de situatie van einde 1994 is de omvang van het meetinstallaties meer dan verviervoudigd en het aantal gegevens vervijfvoudigd. 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.2: **CONFIGURATIE van het TELEMETRISCH MEETNET**
Toestand einde 2011

	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}	P _{cnt}	BC	CO ₂	BTX	Hg
R001	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
R002	X	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	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_{cnt} : aantal deeltjes : resultaten voor 26 klassen van deeltjes

(**) BTX: 5 parameters

PM₁₀ en PM_{2,5} : telkens drie meetwaarden

BC :Black Carbon : telkens twee meetwaarden

O# : de verouderde SO₂-apparaten in de meetposten B011 en E013 werden in de loop van het jaar 2004 buiten gebruik gesteld.

Ligging en type van de bestaande meetplaatsen:

Meetpost	Ligging	Type Activiteit
R001	Molenbeek - Sluis	verkeer – bewoning – industrie
R002	Elsene – Kroonlaan	verkeer (canyon street)
B003	Brussel – Kunst - Wet	verkeer
B004	Brussel – metrostation St.-Katelijne	commerciële activiteit - bewoning
B005	Eastman Belliard	Europese wijk – park
B006	Europees Parlement Spinelli	Europese wijk – voetgangerzone
B011	Berchem – Maricollendreef	stedelijke achtergrond - residentieel
R012	Ukkel – site KMI	stedelijke achtergrond - residentieel
N043	Brussel Voorhaven (Haren)	industrie en verkeer
MEU1	Brussel (N.O.H) – Meudonpark	residentieel nabij industrie
WOL1	St.-Lambr.-Woluwe – Gulledele (BIM)	verkeer – open omgeving
E013*	Vorst (tennisclub)	residentieel

(*) 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

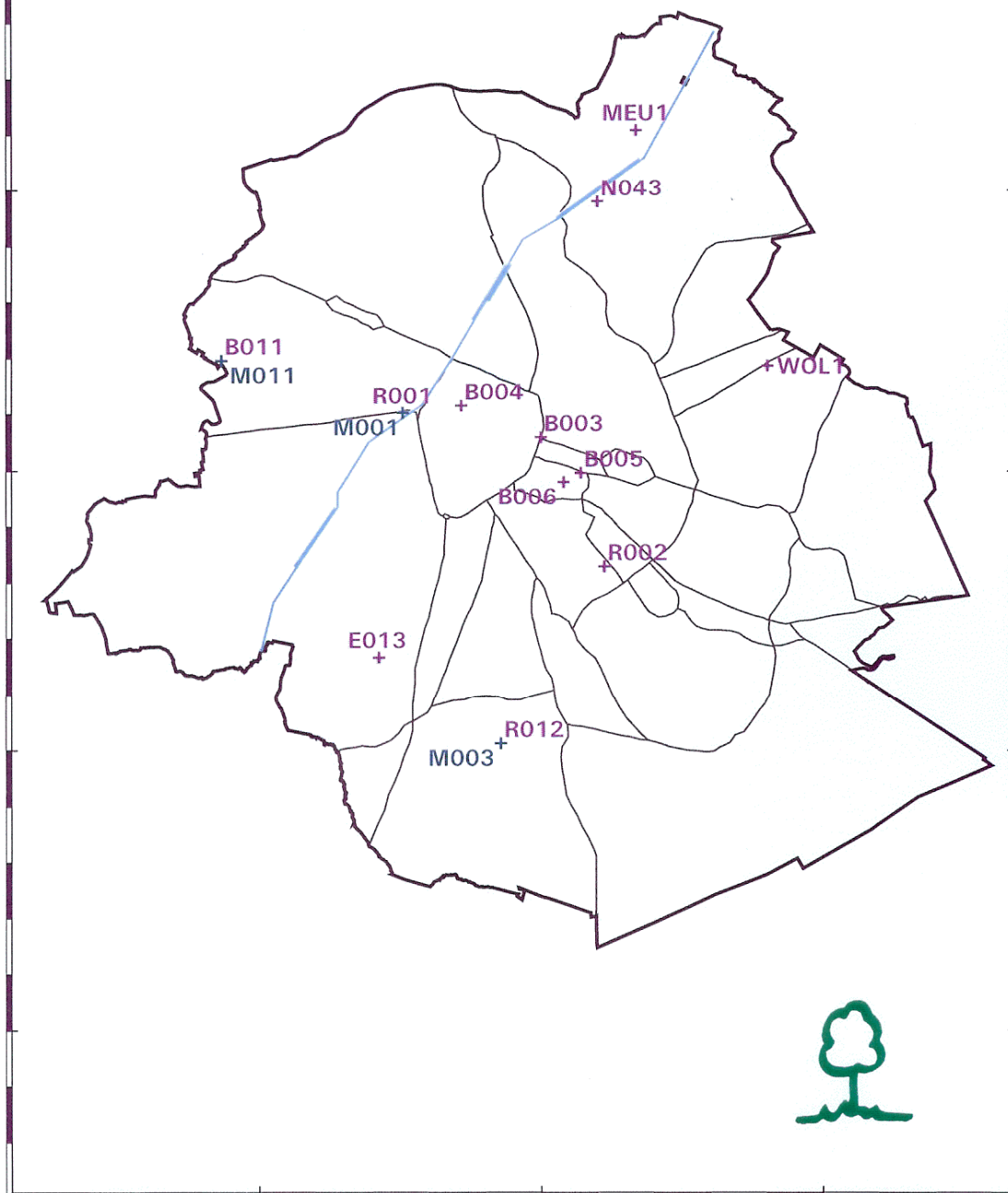


Fig. 1.1 : Ligging meetpunten van het telemetrisch meetnet

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 SO₂, NH₃, HCl en HF (SNH-meetnet)
- zware metalen (HMT-meetnet) zoals Cu, Ni, Cd, Mn, As, Sb, Tl, Cr en sulfaten (SO₄²⁻) 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 (NH₃) 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.3. In tabel I.4 volgt de configuratie in de verschillende meetnetten (situatie einde 2011).

Tabel I.3: **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
2009	58.765
2010	58.765
2011	58.765

Tabel I.4: **CONFIGURATIE** in de **NIET-TELEMETRISCHE meetnetten**
Toestand einde 2011

	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 (SO₂ en NH₃) – 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

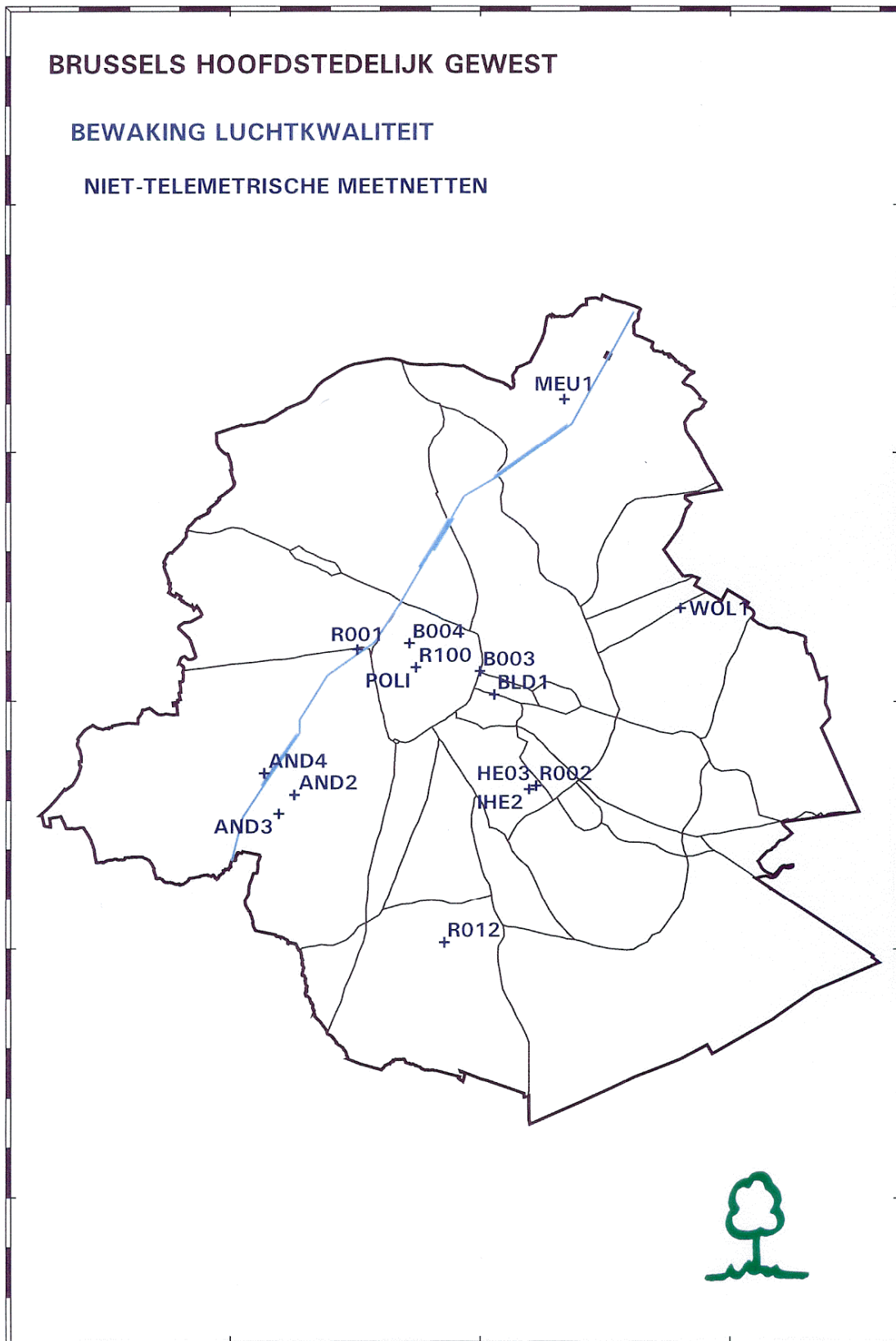


Fig. 1.2 : Ligging van de meetpunten van de niet-telemetrische meetnetten

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 en op plaatsen waar de verontreiniging van lokale oorsprong is, kunnen de waargenomen concentraties vrij snel en in belangrijke mate variëren. De niveaus fluctueren over een veel ruimer concentratiegebied dan kan verwacht worden op basis van de variaties in de uitstoot. In dergelijke gevallen zijn concentratiewijzigingen met een factor 2 tot 3, in de loop van éénzelfde dag, mogelijk. Wijzigingen met een factor 10 zijn niet uitzonderlijk en eventuele 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 we aan de luchtvervuiling worden blootgesteld.

Voor bepaalde polluenten (PM10, PM2.5, NO₂, ...) worden soms relatief hoge achtergrondconcentraties vastgesteld. Hun aanwezigheid is niet overwegend of niet altijd in belangrijke mate te linken met lokale bronnen. De concentraties van deze polluenten fluctueren minder intens en de variatie is ook niet proportioneel met de wijzigingen in de lokale uitstoot.

Atmosferische processen: niet alle polluenten worden via bronnen in de atmosfeer gebracht. Sommige worden, uitgaande van de primair uitgestoten polluenten, 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 polluenten, 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 NO₂. Ook aerosolen (sulfaten, nitraten, ...) worden deels in de atmosfeer gevormd. NO₂ en de fijne deeltjesfractie zijn dan ook ten dele secundaire polluenten.

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 polluenten. 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 aanwezigheid van temperatuursinversies en zwakke wind leidde op alle meetplaatsen tot hogere concentraties tussen 7 en 10 en tussen 26 en 30 Januari 2009. De hogere windsnelheid en de afwezigheid van inversie leidde tot lagere concentraties in de periode ertussen, van 11 tot 25 Januari 2009 (Fig. 2.3).

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°C per 100 m, maar deze kan variëren van ca. 0°C tot ruim meer dan 1°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°C per 100 meter. Bij een met vocht verzadigde luchtbel bedraagt de adiabatische temperatuurverandering minder dan 1°C per 100 meter (0.2 à 0.9°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 luchtsnelheid 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, blijft geconcentreerd aanwezig in de onderste luchtlagen en zal, onder deze omstandigheden, aanleiding geven tot hoge concentraties op grondniveau met hoge concentraties in de steden tot gevolg.

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 kan er lokaal en tijdelijk 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 7 en 10 en tussen 26 en 30 januari 2009 wordt herhaalde malen een temperatuursinversie aan de grond opgetekend. Deze periodes worden gekenmerkt door een geringe windsnelheid en hogere concentraties dan tijdens de periode ertussen, van 11 tot 25 januari 2009. 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 in deze lagen, 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.

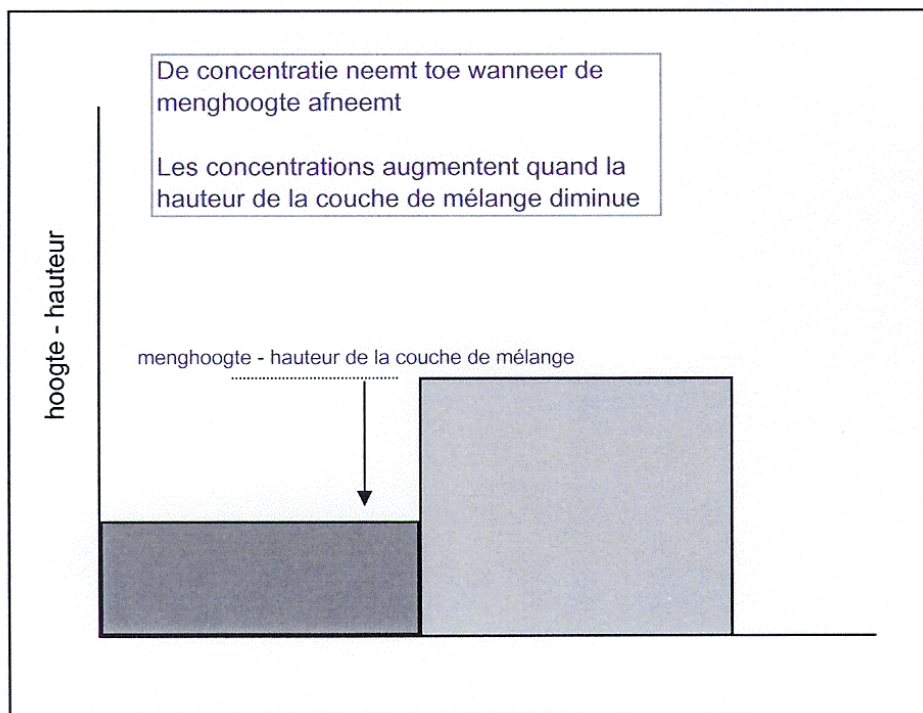
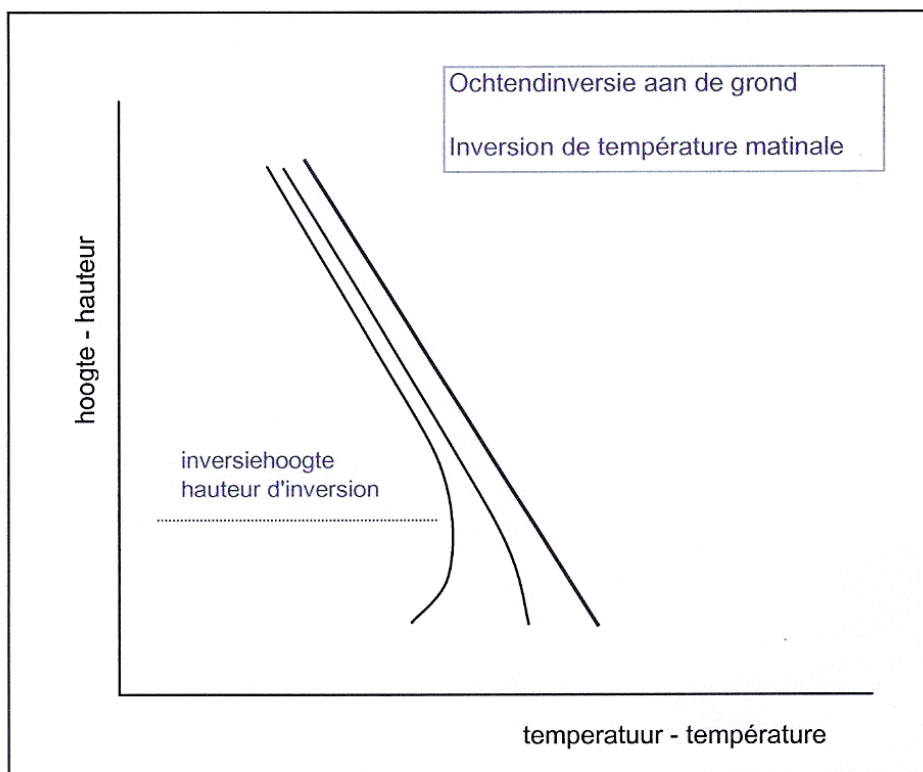


Fig. 2.1 : ochtendinversie en effect van de menglaag op de verticale verspreiding

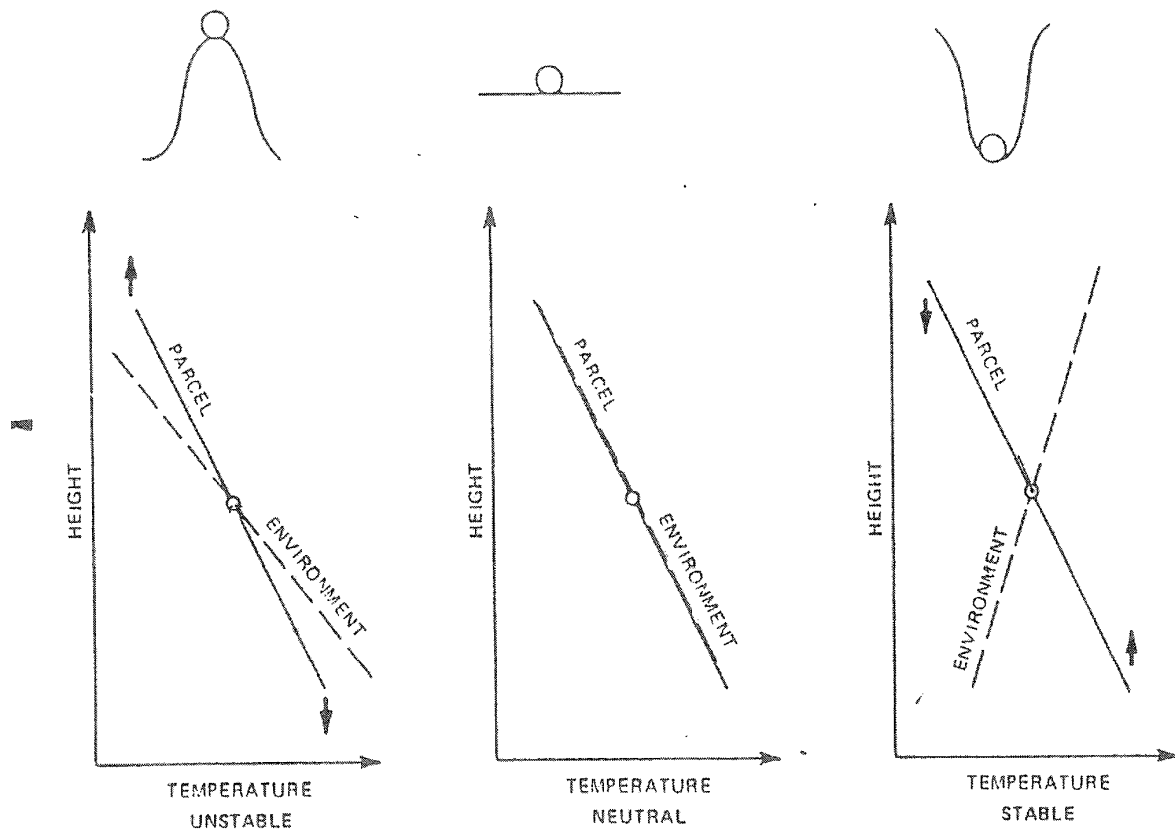


Fig. 2.2 : Onstabiel, neutraal en stabiel temperatuurprofiel

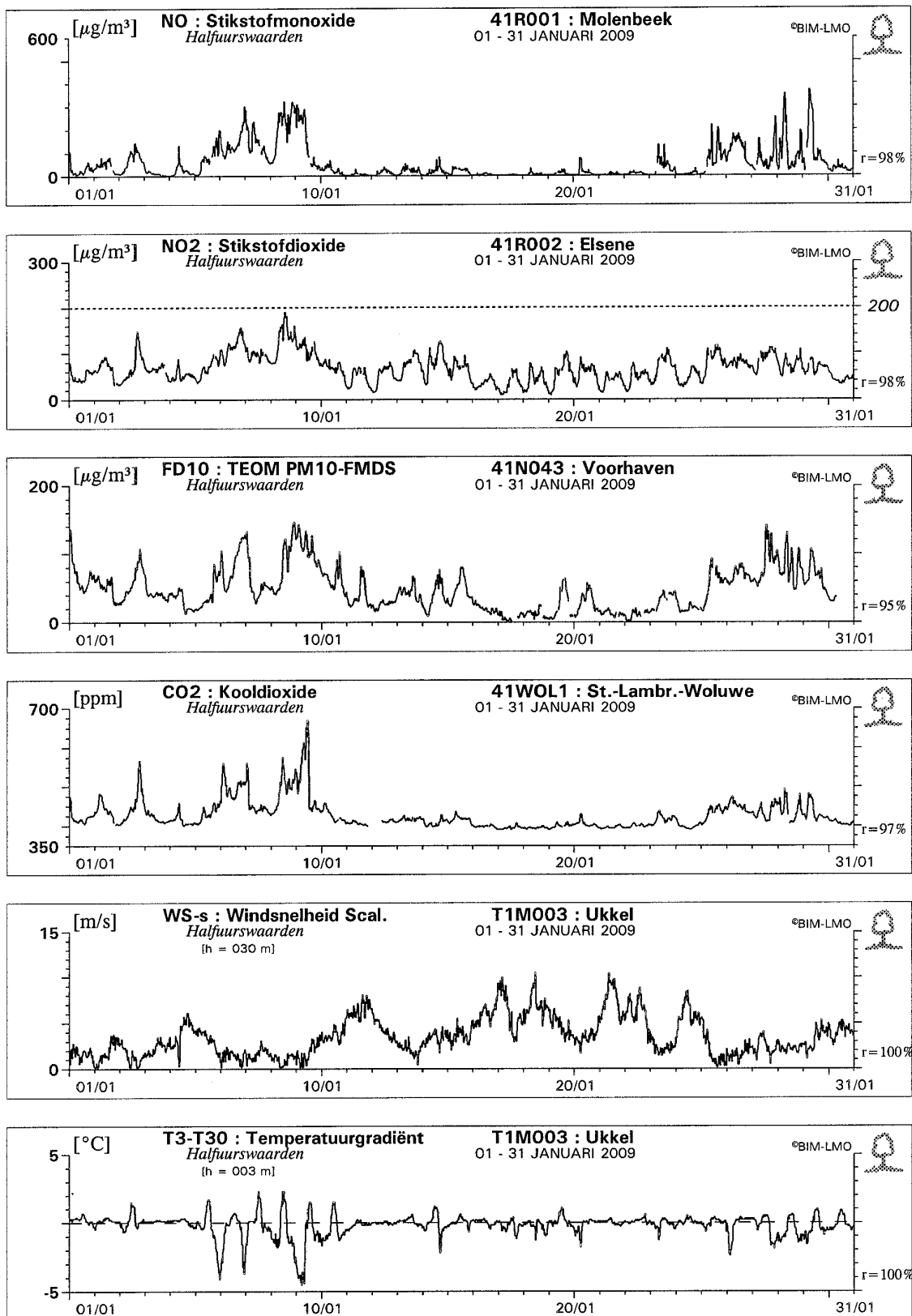


Fig. 2.3 : Concentratieverloop tijdens de maand Januari 2009.
 Temperatuursinversie, zwakke wind en hogere concentraties tussen 7 en 10 en tussen 26 en 30 Januari
 Hogere windsnelheid en lagere concentraties tussen 11 en 25 Januari

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 (avond- en ochtendpiek) bovenop de reeds aanwezige vervuiling.

In figuur 2.4 wordt de voorspelling weergegeven van de horizontale transportlengte, opgemaakt op donderdag 08 januari 2009, om 00 h UT, voor de komende 60-urenperiode. Deze situatie wijst een periode aan, vanaf donderdag 8 januari in de namiddag t/m zaterdag 10 januari 2009, die zeer ongunstig zou zijn voor een goede verspreiding van de vervuiling. Tijdens deze periode werden er inderdaad, op verschillende meetplaatsen en voor meerdere pollutanten, aanhoudend verhoogde concentraties waargenomen (Fig. 2.3).

De voorspelling opgemaakt op zondag 20 november 2011 (Fig. 2.5) geeft eveneens een geblokkeerde situatie van langere duur aan. De voorspelling van zondag 27 november 2011 (Fig. 2.6) wijst een kortstondige periode aan, op maandag 28 november 2011, die ongunstig is voor een goede verspreiding van de luchtvervuiling. De waargenomen resultaten voor de maand november 2011 (Fig. 2.7) illustreren op passende wijze de waarde van deze voorspellingen.

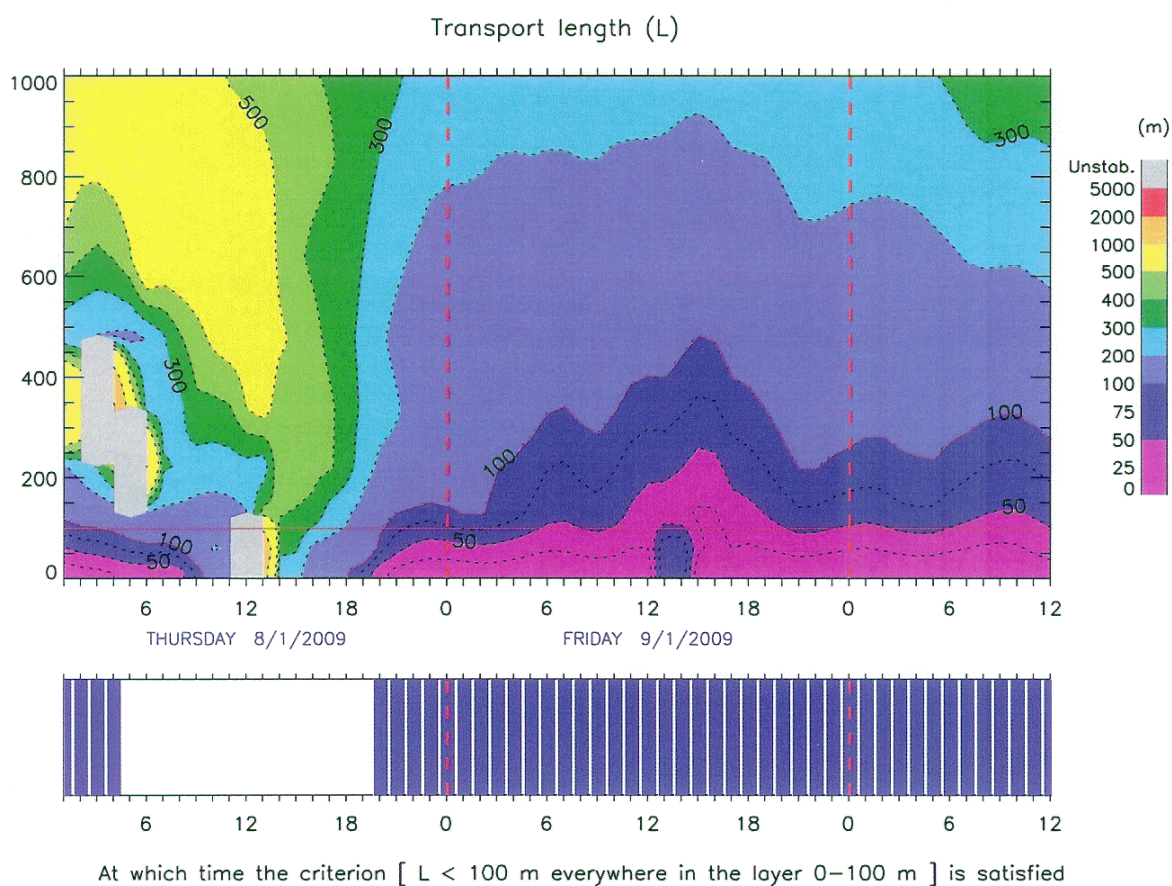
De voorspellingen met het model ALADIN laten toe om, met een vrij grote zekerheid, periodes te voorzien waarbij de meteorologische omstandigheden ongunstig zijn voor een goede verspreiding. Een voorspelling van de concentratieniveaus zelf behoort niet tot de mogelijkheden van dit model.

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.

BRUSSELS



ALADIN forecast initialized on THURSDAY 8/1/2009 at 0 UT



Longest period unfavourable to the dispersion of pollutants:

From THURSDAY 8/1/2009 at 19:30 UT

To SATURDAY 10/1/2009 at 12:30 UT

Event duration: 41 hours

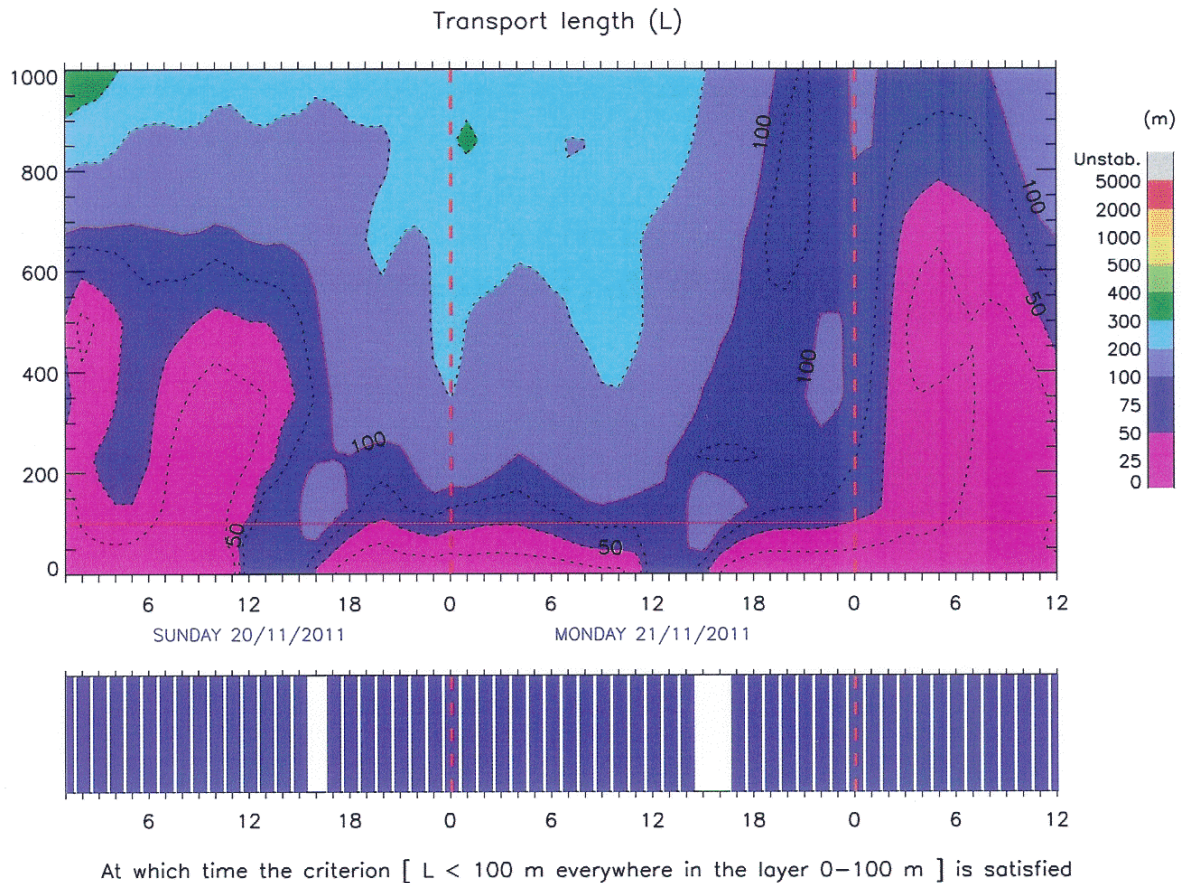
POLLUTION ALERT

Fig. 2.4 : Model Aladin (bron KMI) - Voorspelling van donderdag 8 januari 2009, om 00 h UT, van de horizontale transportlengte voor de komende 60-urenperiode.

BRUSSELS



ALADIN forecast initialized on SUNDAY 20/11/2011 at 0 UT



Longest period unfavourable to the dispersion of pollutants:

From SUNDAY 20/11/2011 at 16:30 UT

To MONDAY 21/11/2011 at 14:30 UT

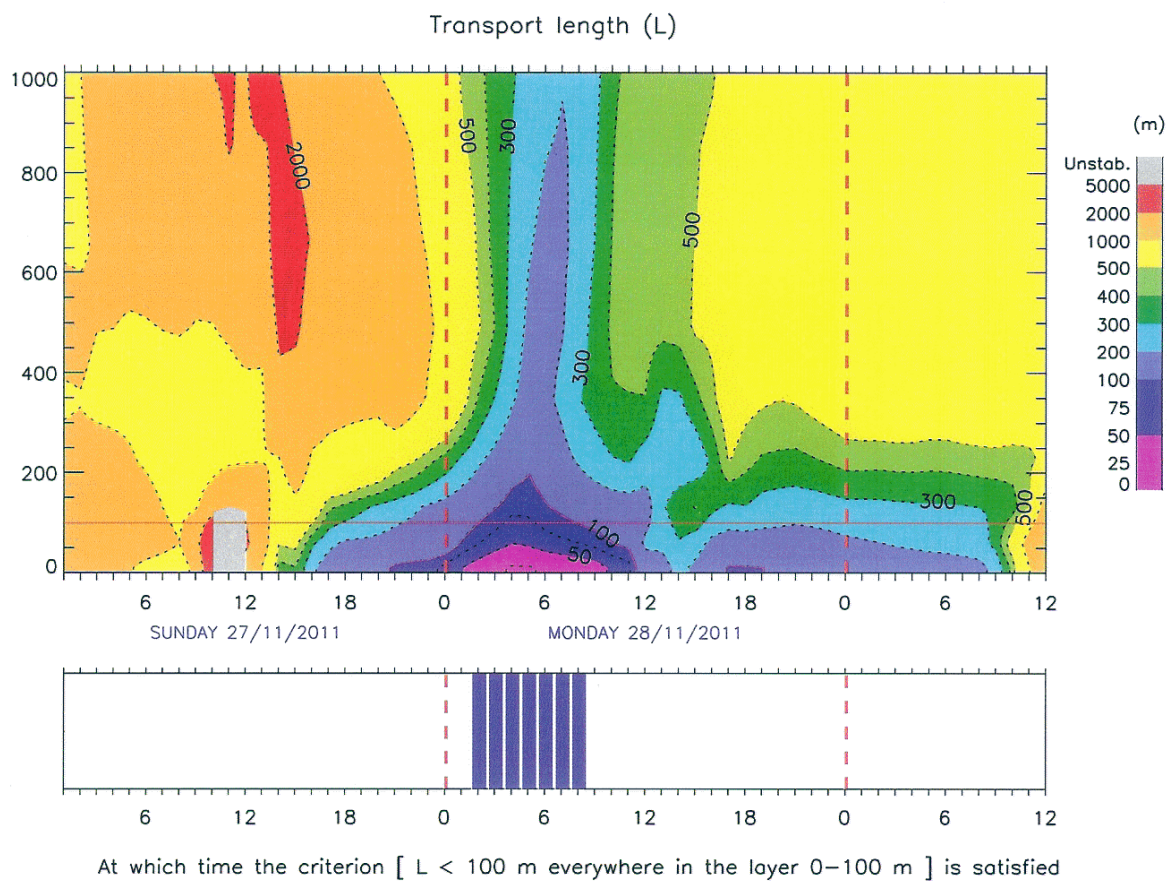
Event duration: 22 hours

POLLUTION ALERT

Fig. 2.5 : Model Aladin (*bron KMI*) - Voorspelling van zondag 20 november 2011, om 00 h UT, van de horizontale transportlengte voor de komende 60-urenperiode

BRUSSELS

ALADIN forecast initialized on SUNDAY 27/11/2011 at 0 UT



Longest period unfavourable to the dispersion of pollutants:

From MONDAY 28/11/2011 at 1:30 UT

To MONDAY 28/11/2011 at 8:30 UT

Event duration: 7 hours

NO POLLUTION ALERT

Fig. 2.6 : Model Aladin (bron KM) - Voorspelling van zondag 27 november 2011, om 00 h UT, van de horizontale transportlengte voor de komende 60-urenperiode

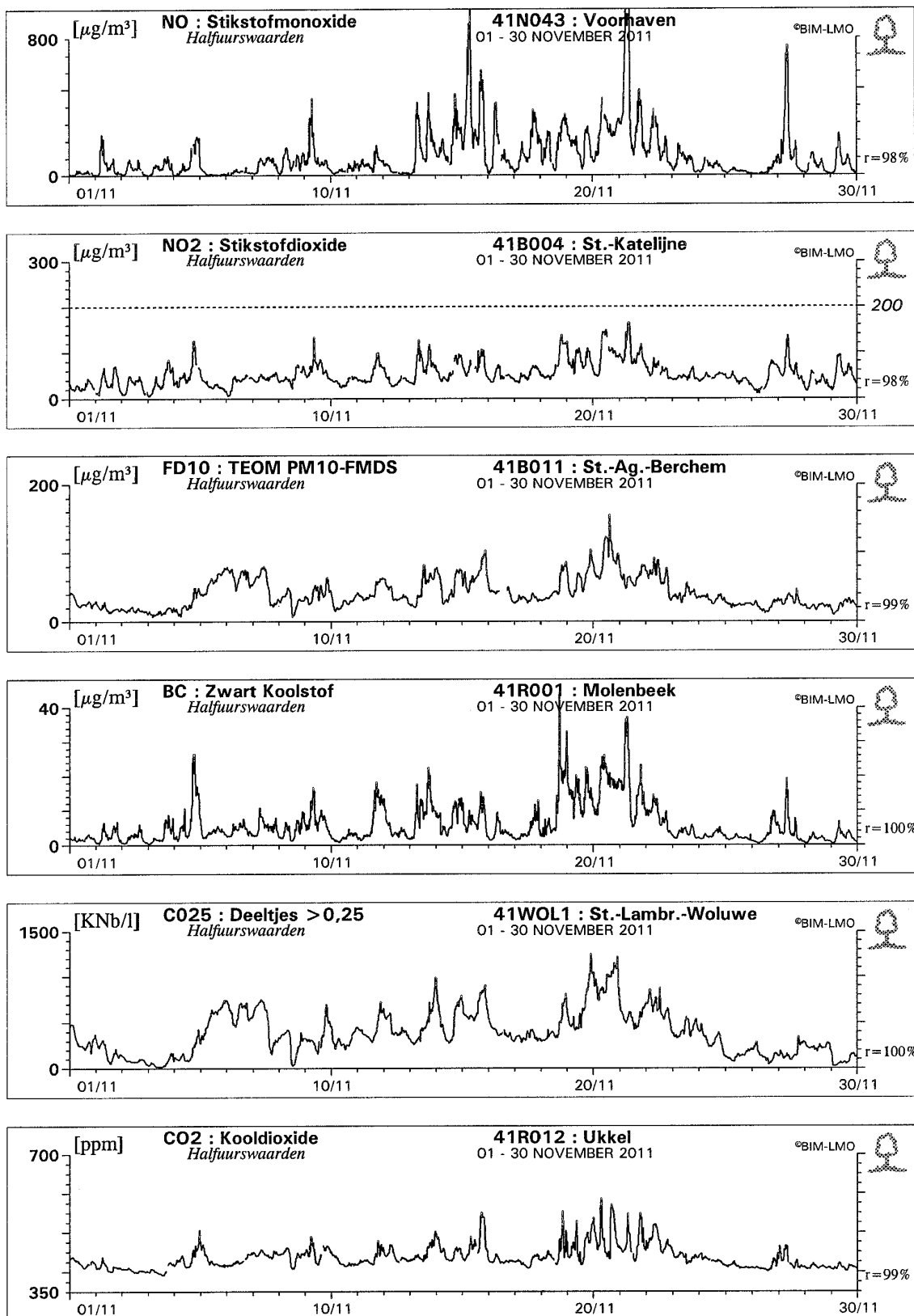


Fig. 2.7 : Hoge concentraties van 20 tot 23 november 2011, met hoogste waarden op maandag 21 en dinsdag 22 november 2011 (voorspelling 20 november). Kortstondige piekperiode op maandag 28 november 2011 (voorspelling 27 november).

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 pollutenten
- 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 een ver gevolg van een episode van luchtvervuiling (smog), die tussen 5 en 9 december 1952 aanleiding gaf tot een oversterfte van ongeveer 4.000 personen in Londen. In 1973 werd een meetnet “zware metalen” opgestart, vooral gericht op de aanwezigheid van lood en enkele andere non-ferro metalen (koper, cadmium, nikkel, chroom, ...). Vanaf 1978 tenslotte werd, als gevolg van een impulsprogramma van wetenschapsbeleid begin jaren '70, een ambitieus telemetrisch meetnet opgericht voor de controle, in real time, van de concentraties van zwaveldioxide, zwevende deeltjes, stikstofdioxide, 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 specifieke EG-richtlijnen 80/779/EG (SO₂ en zwevende deeltjes), 85/580/EG (NO₂), 82/884/EG (Pb) werden **grenswaarden** en **richtwaarden** aangegeven. De richtlijn 92/72/EG voor ozon gaf **drempelwaarden** op.

Deze richtlijnen zijn inmiddels ingetrokken en niet meer van kracht. De normwaarden van deze richtlijnen worden voor het vervolledigen van het historisch overzicht op het einde van dit hoofdstuk vermeld (zie punt 3.6).

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 (*SO₂*, *NO₂* en *NO_x*, *PM₁₀* en *lood*), 2000/69/EG (*CO* en *benzeen*) en 2002/3/EG (*ozon*), die allen met ingang van 11 juni 2010 werden ingetrokken. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is deze richtlijn omgezet door een ordonnantie van 10 februari 2011, ter wijziging van de ordonnantie van 25 maart 1999 en door een besluit van 10 februari 2011 ter wijziging van diverse besluiten betreffende de luchtkwaliteit.

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 worden er ook kwaliteitsdoelstellingen opgenomen voor de aanwezigheid van de PM_{2,5}-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.

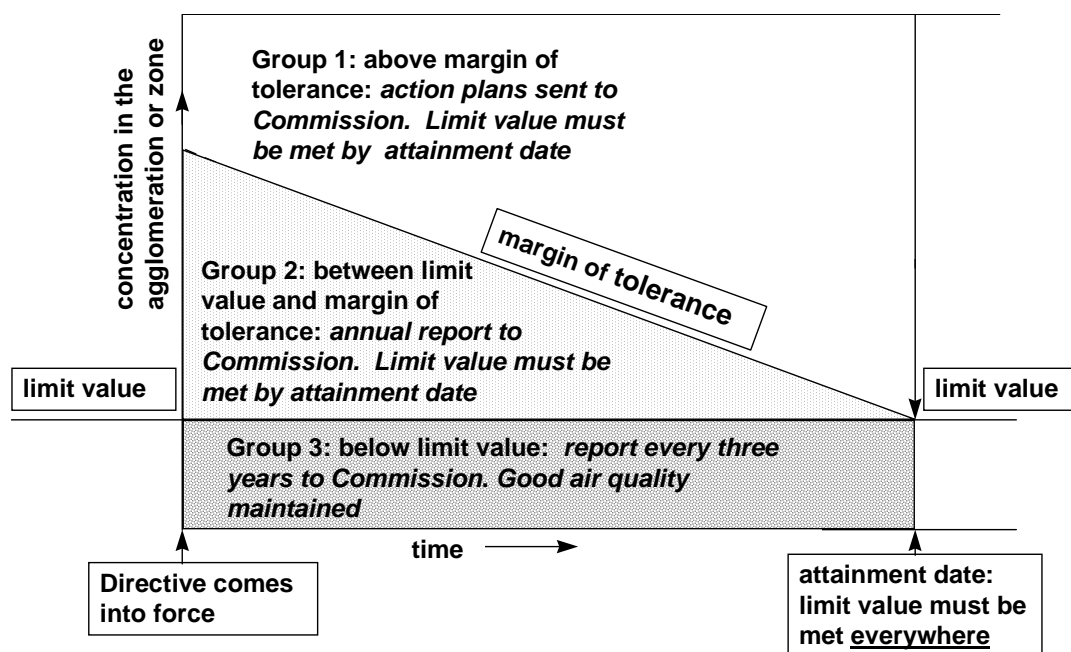


Fig. 3.1: Schematische voorstelling rapportering overschrijdingen van de voorgestelde grenswaarde vermeerderd met de overschrijdingsmarge. (Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives)

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 SO₂, NO₂, PM10 en Pb volgens RICHTLIJN 2008/50/EG (en 1999/30/EG)

De richtlijn 1999/30/EG was de eerste dochterrichtlijn volgend op de kaderrichtlijn 96/62/EG. Voor de betrokken pollutanten *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide* en *stikstofdioxiden*, *zwevende deeltjes (PM10)* en *lood* in lucht, worden **grenswaarden** opgegeven die, naargelang de pollutant, hetzij tegen 1 januari 2005, hetzij tegen 1 januari 2010 gerespecteerd dienden te worden. Voor zwaveldioxide en stikstofdioxide werd ook een **alarmdrempel** opgegeven. Deze bepalingen zijn integraal overgenomen in de richtlijn 2008/50/EG

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 (*SO₂*, *Pb*, *PM10*) of tussen 2001 en 2010 (*NO₂*), verplichtte het overschrijden van de grenswaarde met een waarde hoger dan de toegelaten “*overschrijdingsmarge*” (*percentage van de grenswaarde*) tot het uitwerken van gedetailleerde actieplannen. Deze plannen dienden aan de Commissie en aan de bevolking medegedeeld te worden. Overschrijdingen van de grenswaarde met een waarde lager dan de toegelaten overschrijdingsmarge dienden aan de Commissie medegedeeld te worden, maar er was geen vereiste tot het uitwerken van gedetailleerde plannen. De grenswaarden voor zwaveldioxide en de bijhorende overschrijdingsmarges worden opgenomen in tabel III.1.

Tabel III.1: **GRENSWAARDEN voor ZWAVELDIOXIDE (SO₂)**

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 ³	24 per jaar	1 januari 2005	150 µg/m ³ (43%)
Gezondheid mens	24 uur	125 µg/m ³	3 per jaar	1 januari 2005	geen

Voor SO₂ wordt een uurgrenswaarde ingevoerd en de daggrenswaarde is duidelijk strenger dan voorheen. Per jaar mogen er nog slechts 3 *dagwaarden* hoger dan 125 µg/m³ voorkomen. Als alarmdrempel voor SO₂ wordt 500 µg/m³ gedurende drie opeenvolgende uurperiodes opgegeven, gemeten op plaatsen die representatief zijn voor gebieden van minimaal 100 km² of voor een volledige agglomeratie, indien deze een kleinere oppervlakte beslaat.

Voor SO₂ wordt het kritieke niveau vastgelegd op 20 µg/m³ als gemiddelde over het kalenderjaar en over de winterperiode (oktober – maart). Het “*kritiek 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. Bemonstering met het oog op de bescherming van ecosystemen dient representatief te zijn voor gebieden van minimaal 1.000 km².

Tabel III.2: **GRENSWAARDEN voor STIKSTOFDIOXIDE (NO₂)**

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 ³ NO ₂	18 per jaar	1 januari 2010	50%
Gezondheid mens	Kalenderjaar	40 µg/m ³ NO ₂		1 januari 2010	50%

De grenswaarden voor NO₂ worden opgenomen in tabel III.2. De daggrenswaarde voor NO₂ is gevoelig strenger geworden. Volgens de huidige richtlijn mogen er per jaar slechts *18 uurwaarden* hoger zijn dan 200 µg/m³.

De *jaargrenswaarde* van 40 µg/m³ is een strenge bijkomende voorwaarde. De formulering ervan legt een veel zwaardere vereiste op dan de *richtwaarde* van 50 µg/m³ als 50^{ste} percentiel van de uurwaarden uit een inmiddels ingetrokken richtlijn (85/580/EG).

Er is ten eerste de voorwaarde van een 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^{ste} 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/m³ en dus impliciet een nog hoger jaargemiddelde.

Als *alarmdrempel* voor NO₂ geldt 400 µg/m³ gedurende drie opeenvolgende uurperioden, gemeten op plaatsen die representatief zijn voor gebieden groter dan 100 km² of voor een agglomeratie, indien deze een kleinere oppervlakte beslaat.

Voor NO_x wordt het “*kritiek niveau*” ter bescherming van de vegetatie vastgelegd op 30 µg/m³ NO_x als jaargemiddelde concentratie. Bemonstering met het oog op de bescherming van ecosystemen dient representatief te zijn voor gebieden van minimaal 1.000 km².

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 ³ PM ₁₀	35 per jaar	1 januari 2005	50%
Gezondheid mens	kalenderjaar	40 µg/m ³ PM ₁₀		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/m³ als jaargemiddelde vanaf 1 januari 2010
 - grenswaarde van 25 µg/m³ als jaargemiddelde vanaf 1 januari 2015
 - een indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ 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/m³ 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 (richtlijn 82/884/EG).

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	Middelings­tijd	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 2008/50/EG (en 2000/69/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 ³	1 januari 2005	6 mg/m ³

Vanaf 1 januari 2003 is de marge om de 12 maanden te verminderen met 2 mg/m³

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 ³	1 januari 2010	5 µg/m ³

Vanaf 1 januari 2006 is de marge om de 12 maanden te verminderen met 1 µg/m³

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 2008/50/EG (en 2002/3/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 (O₃)

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 ³	25 per jaar (gemiddeld over 3 jaar)	2010
Vegetatie	AOT40, (berekend op de 1h-waarden voor de periode mei – juli)	18.000 µg/m ³ .h (gemiddeld over 5 jaar)		2010

Tabel III.8: DOELSTELLING voor de LANGE TERMIJN voor OZON (O₃)

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 ³	niet bepaald
Vegetatie	AOT40, (berekend op de 1h-waarden voor de periode mei – juli)	6.000 µg/m ³ .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/m³ O₃ bij 293 K en 1013 hPa). De AOT40 ter bescherming van de vegetatie wordt berekend op basis van de uurgemiddelde O₃-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 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 O_3 -uurwaarde van $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor een 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.

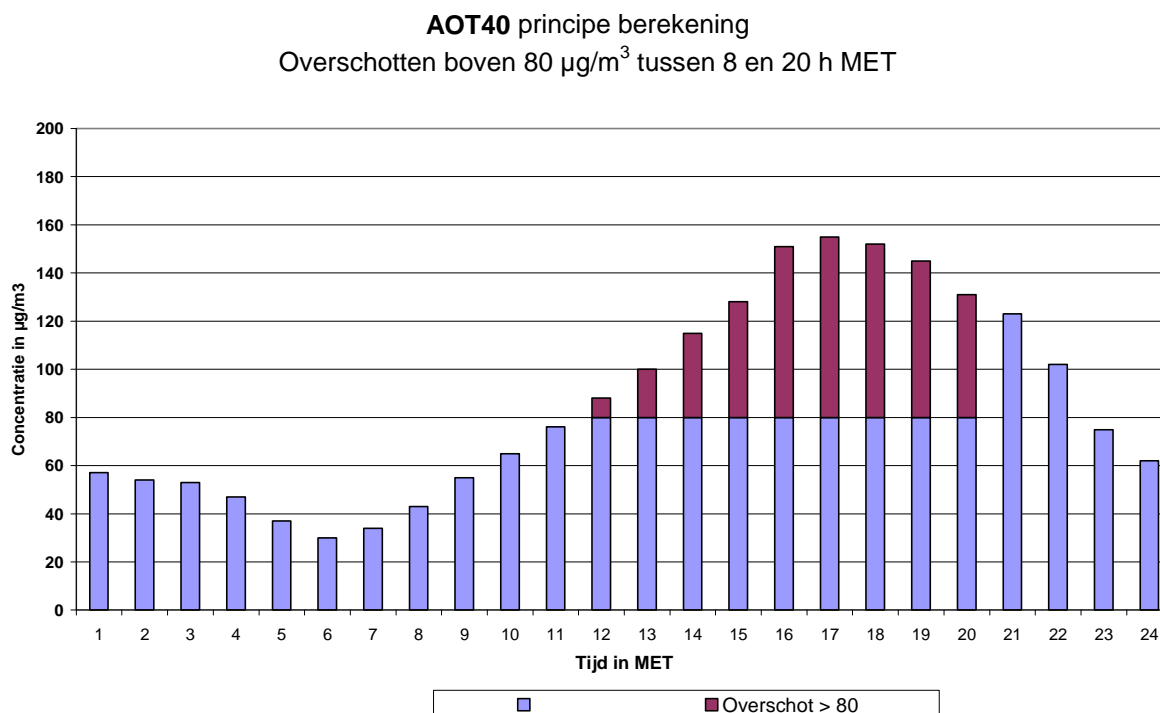


Fig. 3.2: AOT40 : Voorstelling overschotten boven $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd

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 te worden ondernomen.

Tabel III.9: **INFORMATIEDREMPEL en ALARMDREMPEL voor OZON (O₃)**

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

(*) 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/m³** 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 O₃-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. Deze site geeft ook toegang tot de actuele meetwaarden van de polluenten SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PM10, PM2.5 en Black Carbon, 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, die eveneens 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 ³
Cadmium	5 ng/m ³
Nikkel	20 ng/m ³
Benzo(a)pyreen	1 ng/m ³

3.5 STRENGERE REGELGEVING

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 NO₂ gold vroeger 200 µg/m³ als 98^{ste} percentiel (P98) van de uurwaarden. In de nieuwe richtlijn mag de waarde van 200 µg/m³ NO₂ als uurwaarde niet meer dan 18 maal per jaar overschreden worden. Dit is equivalent aan een formulering als 99.8^{ste} percentiel (P99.8), terwijl dit niveau in de oudere richtlijn was vastgelegd voor de 98^{ste} percentiel (P98). Het toegelaten aantal overschrijdingen van het niveau van 200 µg/m³ is dus duidelijk verminderd (van 176 naar 18). Ook de bijkomende grenswaarde van 40 µg/m³ als jaargemiddelde is een duidelijk strengere voorwaarde tegenover een mediaan (P50) van 50 µg/m³ vroeger. Voor SO₂ 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 NO₂ dient nagegaan te worden of er per jaar niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan 200 µg/m³. 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 NO₂, 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 huidige 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 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 – Franse meetnetten 2010 – Ispra 2011).

Voor het toezicht op de luchtkwaliteit, meer bepaald de beoordeling ervan volgens de bepalingen van de 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 vervijfvoudigd. 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. Tot 1 januari 2010 was nog enkel de limietwaarde voor NO₂ van toepassing, gepubliceerd in de richtlijn 1985/580/EG.

3.6.1 STIKSTOFDIOXIDE (1985/580/EG – RICHTLIJN INGETROKKEN)

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 NO₂:

- de limietwaarde voor de **98^{ste} percentiel** van de **uurgemiddelde waarden** over het **kalenderjaar** bedraagt **200 µg/m³**

De grenswaarde is, met een zekere veiligheidsmarge, gebaseerd op de WGO-richtwaarden van 400 µg/m³ als uurgemiddelde waarde. Beneden deze drempel zijn er geen irreversibele gezondheidseffecten gerapporteerd. Het formuleren van de grenswaarde als 98^{ste} percentiel laat impliciet toe dat 2% van het totaal aantal uurwaarden op jaarbasis hoger mag zijn dan 200 µg/m³. 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/m³.

- drempelwaarde ter bescherming van de volksgezondheid:

110 µg/m³ 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 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^{ste} (P50) en voor de 98^{ste} percentiel (P98).

P50: 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als **50^{ste} percentiel** (of mediaan) van de 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^{ste} percentiel** van de 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^{ste} percentiel** van de SO₂-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^{ste} percentiel** van de SO₂-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^{ste} percentiel** van de SO₂-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^{ste} percentiel** van de SO₂-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^{ste} percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als **98^{ste} percentiel** van de dagwaarden over het jaar

- grenswaarde voor een winterperiode:

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

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

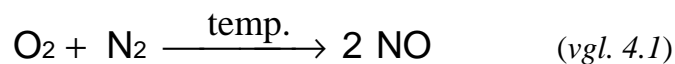
De EG-richtlijn 82/884/EG van 3 december 1982, opgenomen in de Belgische wetgeving bij K.B. van 3 augustus 1984, bepaalde als grenswaarde voor het loodgehalte in de omgevingslucht: **$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde concentratie.**

4. EVALUATIE MEETRESULTATEN

4.1 STIKSTOFOXIDEN [NO_x]

Voor de luchtkwaliteit in stedelijke omgeving vormen stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO₂) de belangrijkste componenten uit de groep van de stikstofoxiden. De term NO_x staat voor de som van deze beide hoofdcomponenten: [NO_x] = [NO] + [NO₂]. 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).

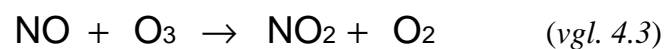


Bij lagere temperatuur (ook bij omgevingstemperatuur) is NO₂ thermodynamisch de meest stabiele component. In het gebied buiten het vlamfront of bij de afvoer van de rookgassen (200 à 400 °C) wordt een gedeelte van het pas gevormde NO met de overmaat zuurstof verder geoxideerd tot NO₂. In dit temperatuurgebied is de reactiesnelheid voldoende groot zodat er, ondanks de relatief korte verblijftijd, toch een zekere hoeveelheid NO₂ gevormd wordt.



Bij verbrandingsprocessen worden stikstofoxiden grotendeels als NO uitgestoten en in mindere mate als NO₂. Bij voertuigen uitgerust met een dieselmotor is thans 20 tot 30 % van de NO_x-fractie in de uitstoot als NO₂ aanwezig, de rest als NO. In de uitstoot van benzine-wagens, vóór de katalysator, is 6 tot 10% van de NO_x-fractie als NO₂ aanwezig. Slechts enkele zeer specifieke chemische processen leiden tot een meer massale uitstoot onder de vorm van NO₂ of hogere stikstofoxiden.

In de omgevingslucht wordt NO verder geoxideerd tot NO₂ volgens bovenstaande reactie (vgl. 4.2). Bij omgevingstemperatuur is deze reactie echter zeer traag. De omzetting van NO tot NO₂ in de omgevingslucht gebeurt wel snel (ca. 1 minuut) in aanwezigheid van ozon (O₃).



Het stikstofmonoxide wordt in de omgevingslucht spontaan tot NO₂ omgezet (vgl. 4.2 en 4.3) waardoor het NO geleidelijk aan verdwijnt, terwijl er altijd en overal NO₂ aanwezig blijft. Vermits NO₂ niet goed oplosbaar is in water wordt het ook slechts in zeer geringe mate door neerslag uit de atmosfeer verwijderd.

NO₂ is één der belangrijkste ‘precursoren’ of ‘voorlopers’ van de ozonvorming. Doordat er altijd en overal NO₂ 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 NO₂-concentraties. De NO_x-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 NO₂-concentratie. De ruimtelijke verdeling van de NO₂-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 NO₂-concentratie van ca. 20 à 25 µg/m³. In agglomeraties wordt in een residentiële omgeving ca. 30 à 35 µg/m³ genoteerd en 40 tot 60 µg/m³ 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 NO₂-concentratie samengesteld uit meerdere bijdragen:

- een overal aanwezige achtergrondconcentratie door de trage omzetting van NO tot NO₂ met luchtzuurstof,
- een rechtstreekse uitstoot van NO₂,
- een oxidatie van NO tot NO₂ in aanwezigheid van ozon.

Het surplus van NO₂ 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
- Voorhaven te 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 (NO₂)

4.1.1.1 Reglementering NO₂

De EG-richtlijn 2008/50/EG van 21 mei 2008 geeft voor NO₂ twee **grenswaarden** op. Beide waarden dienen vanaf 1 januari 2010 bereikt te worden:

- **200 µg/m³** als **uurwaarde**; mag hoogstens **18 maal** per jaar overschreden worden
- **40 µg/m³** als **jaargemiddelde**

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

- **200 µg/m³** als **98^{ste} percentiel** van de uurwaarden over het jaar (deze limietwaarde bleef van kracht tot 1 januari 2010).

4.1.1.2 Grenswaarde NO₂ volgens vroegere richtlijn – P98 < 200 µg/m³

In tabel IV.1 volgt een overzicht van de 98^{ste} percentiel (P98) van de NO₂-uurwaarden. Tot 1 januari 2010 mag deze waarde niet hoger zijn dan 200 µg/m³.

Tabel IV.1: **98^{ste} PERCENTIEL van de NO₂-UURWAARDEN [µg/m³]**
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	--
2009	98	111	--	95	95	92	85	81	112	90	99	--
2010	92	107	--	89	86	80	77	73	103	85	90	76
2011	104	110	--	95	87	82	85	74	109	--	84	78

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

De limietwaarde uit de vroegere richtlijn 85/580/EG werd overal gerespecteerd. Geen enkele meetpost heeft een 98^{ste} percentiel van de uurwaarden hoger dan 200 µg/m³.

4.1.1.3 Grenswaarde NO₂-uurwaarde volgens richtlijn 2008/50/EG

Tabel IV.2 geeft het aantal *uurperiodes* weer met een concentratie *hoger dan 200 µg/m³*. Volgens de richtlijn 2008/50/EG zijn er tegen 2010 nog hoogstens **18** overschrijdingen toegelaten. Met uitzondering van de meetpost Kunst-Wet (B003) worden er op geen enkele meetpost meer dan 18 uurwaarden vastgesteld hoger dan 200 µg/m³.

Tabel IV.2: **AANTAL NO₂-UURWAARDEN hoger dan 200 µg/m³**
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	--
2009	0	0	--	0	0	0	0	0	1	0	0	--
2010	0	1	--	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2011	1	0	--	0	0	0	0	0	3	--	0	0

() : 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 NO₂-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 NO₂.

Wegens werkzaamheden aan het complex “Kunst –Wet ” diende de meetpost B003 sedert 2009 buiten gebruik te worden gesteld. Het is de bedoeling de meetpost opnieuw op te starten na het beëindigen van de werken.

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 NO₂-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 NO₂-uurwaarde : Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mocht een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge verminderde van jaar tot jaar en diende 0% te bedragen tegen 1 januari 2010. Voor het jaar 2000 mochten er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan 300 µg/m³ (200 µg/m³ + 50%), voor 2001 lag het niveau op 290 µg/m³ en voor 2002 op 280 µg/m³. Voor de jaargangen 2008, 2009 en 2010 mochten er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan respectievelijk 220, 210 en 200 µg/m³.

In het jaar 2009 waren geen overschrijdingen. In het jaar 2010 en 2011 waren er enkele overschrijdingen op de meetposten te Molenbeek, Elsene en de Voorhaven.

**Tabel IV.3: AANTAL NO₂-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	--
2009	210	0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	0	--
2010	200	0	1	--	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2011	200	1	0	--	0	0	0	0	0	3	--	0	0

() : 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 NO₂-uurwaarde hoger dan 200 µg/m³. 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 NO₂-uurwaarde hoger dan 200 µg/m³
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
2009	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	--	1
2010	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2011	1	0	0	0	0	0	0	2	--	0	0	2

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

4.1.1.4 Grenswaarde NO₂-jaargemiddelde volgens richtlijn 2008/50/EG

In tabel IV.5 wordt de evolutie weergegeven van de jaargemiddelde NO₂-concentratie in de verschillende meetpunten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De jaargemiddelde concentratie wordt berekend op basis van de beschikbare halfuurswaarden. De grenswaarde, 40 µg/m³ te respecteren tegen 1 januari 2010, wordt op meerdere meetpunten overschreden. Enkel in de meer residentiële meetpunten, met een minder directe blootstelling aan het verkeer, wordt aan deze voorwaarde voldaan: het Europees Parlement (B006), St.-Ag.-Berchem (B011), Ukkel (R012), het Meudonpark (MEU1) en Vorst (E013).

Tabel IV.5: **JAARGEMIDDELTE NO₂-Concentratie [µg/m³]**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Waarde te toetsen aan 40 µg/m³ – te respecteren vanaf 1 januari 2010

Berekening jaargemiddelde op basis van de beschikbare halfuurswaarden

	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	61							(49)				
1982	64							(40)				
1983	64							42				
1984	60							56				
1985	60							49				
1986	52	(57)						45				
1987	60	59						44				
1988	55	57						37				
1989	64	60						44				
1990	54	59						40				
1991	49	61						50				
1992	41	54						38				
1993	35	45	76				41	34				
1994	43	50	68				38	35			44	
1995	49	58	73				35	37			48	
1996	48	56	69				38	37			47	38
1997	47	51	70				37	35			47	41
1998	39	50	73				29	28	43		45	34
1999	43	49	74				28	30	48	(43)	46	35
2000	38	53	69	(50)			30	27	47	36	43	33
2001	40	(60)	73	45	(51)	(47)	33	30	50	38	(50)	(27)
2002	43	(54)	(72)	46	41	36	30	26	48	35	44	35
2003	48	61	85	47	42	40	36	28	47	40	49	38
2004	44	56	87	42	41	37	31	28	45	37	42	31
2005	47	58	93	42	40	38	32	27	46	32	44	33
2006	47	54	98	--	39	37	29	30	45	31	46	31
2007	46	54	97	--	42	40	30	29	45	31	46	29
2008	44	53	101	41	36	38	28	26	46	35	41	--
2009	43	51	--	42	38	38	28	28	47	34	39	--
2010	43	54	--	43	41	37	30	28	44	(35)	39	32
2011	41	50	--	40	39	33	27	26	44	--	37	31

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

Gezien de stagnatie van de NO₂-concentraties over de jaren heen, gezien de spontane omzetting van NO tot NO₂ en gezien de eerder moeizame verwijdering van NO₂ uit de atmosfeer wordt een significante daling van de NO₂-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*, is niet haalbaar gebleken.

Overschrijdingsmarge voor NO₂-jaargemiddelde : In de periode 2000-2010 werd een tolerantie gehanteerd op de grenswaarde. Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mocht een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge verminderde van jaar tot jaar en diende 0% te bedragen tegen 1 januari 2010. Het NO₂-jaargemiddelde van het jaar 2000 mocht derhalve niet hoger zijn dan 60 µg/m³ (40 µg/m³ + 50%), dit van 2001 niet hoger dan 58 µg/m³ en dat van 2002 niet hoger dan 56 µg/m³. De jaargemiddelde NO₂-concentratie van 2008, 2009 en 2010 mocht niet hoger zijn dan respectievelijk 44, 42 en 40 µg/m³. Voor alle volgende jaren is 40 µg/m³ de grenswaarde voor het jaargemiddelde.

De grenswaarde van 40 µg/m³ als jaargemiddelde concentratie wordt nog niet gerespecteerd in de meetposten te Elsene (canyon street), Molenbeek (R001) en de Voorhaven (N043). Het naleven van de grenswaarde kan ook nog niet gegarandeerd worden in andere meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, zoals b.v. St.-Katelijne (B004), Eastman Belliard (B005), Woluwe (WOL1) en het Europees Parlement (B006). De grenswaarde wordt zonder probleem gerespecteerd in meetposten die afgeschermd zijn van de directe invloed van het verkeer: Ukkel (R012), Berchem (B011), Meudonpark (MEU1) en Vorst (E013).

Tabel IV.6: **JAARGEMIDDELTE NO₂-Concentratie en OVERSCHRIJDINGSMARGE**
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER – waarden in µg/m³

	Grenswaarde + Overschrijdings marge	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	60	38	53	(50)			30	27	47	36	43	33
2001	58	40	(60)	45	(51)	(47)	33	30	50	38	(50)	(27)
2002	56	43	(54)	46	41	36	30	26	48	35	44	35
2003	54	48	61	47	42	40	36	28	47	40	49	38
2004	52	44	56	42	41	37	31	28	45	37	42	31
2005	50	47	58	42	40	38	32	27	46	32	44	33
2006	48	47	54	--	39	37	29	30	45	31	46	31
2007	46	46	54	--	42	40	30	29	45	31	46	29
2008	44	44	53	41	36	38	28	26	46	35	41	--
2009	42	43	51	42	38	38	28	28	47	34	39	--
2010	40	43	54	43	41	37	30	28	44	(35)	39	32
2011	40	41	50	40	39	33	27	26	44	--	37	31

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

In tabel IV.7 wordt, per kalenderjaar, de gemiddelde NO₂-concentratie weergegeven voor respectievelijk *zaterdagen* en *zondagen*. De gemiddelden werden berekend op basis van de beschikbare halfuurswaarden.

In figuur 4.1 wordt de evolutie van de jaargemiddelde NO₂-concentratie (*alle dagen*) in enkele meetposten grafisch weergegeven. De evolutie van de gemiddelde NO₂-concentratie op zaterdagen en zondagen wordt weergegeven in figuur 4.2 en 4.3. De doelstelling voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie, 40 µg/m³ te respecteren vanaf 2010, wordt aangegeven door een horizontale lijn over de gehele breedte van de grafieken.

Tabel IV.7: **GEMIDDELTE NO₂-Concentratie [µg/m³]**
op ZATERDAGEN en ZONDAGEN
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
 Berekening op basis van HALFUURSWAARDEN

Zaterdag	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	37	51	(64)			28	24	40	33	41	32
2001	37	(55)	42	(48)	(45)	29	28	42	34	(46)	(24)
2002	39	50	42	36	32	27	24	39	30	40	34
2003	39	53	41	33	32	29	23	36	30	41	32
2004	39	52	39	37	33	28	25	37	31	37	29
2005	42	53	39	35	32	27	23	36	26	37	30
2006	44	48	--	35	33	26	28	36	26	41	29
2007	43	50	--	38	34	27	26	37	27	40	26
2008	38	48	37	29	30	22	21	35	27	33	--
2009	39	47	40	34	33	25	25	39	29	35	--
2010	38	48	39	33	30	24	22	34	(28)	33	27
2011	39	46	37	34	29	25	23	37	--	33	29

Zondagen	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	30	45	(50)			23	22	33	28	36	26
2001	29	(52)	34	(45)	(40)	24	25	35	29	(42)	(21)
2002	31	42	34	29	25	22	19	33	25	33	27
2003	36	50	36	30	30	26	21	33	29	36	29
2004	30	43	32	31	28	23	22	30	26	32	24
2005	36	47	33	31	28	24	20	31	22	33	26
2006	36	42	--	29	27	21	24	29	22	33	24
2007	36	43	--	32	28	23	22	30	24	34	23
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29	--
2009	32	37	32	28	28	19	20	30	23	28	--
2010	33	42	34	31	28	21	21	28	(24)	31	26
2011	32	39	31	30	24	20	20	30	--	28	24

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

NO₂ - JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE ALLE DAGEN (1990-2011)

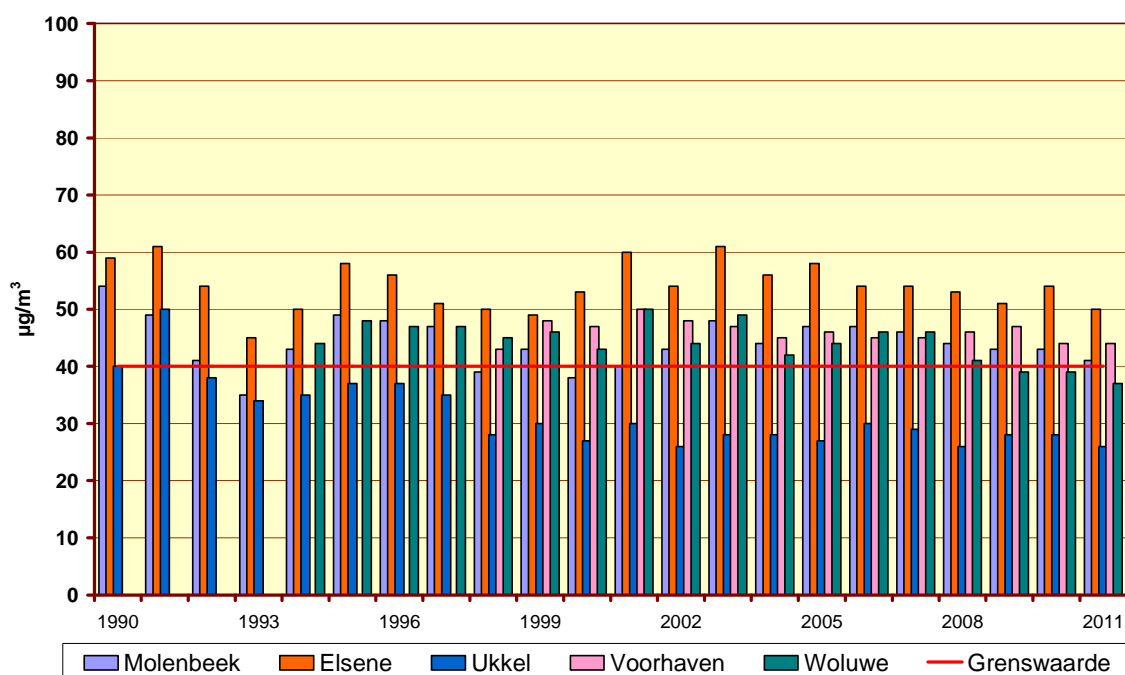


Fig. 4.1 : Evolutie jaargemiddelde NO₂-concentratie (*alle dagen*) – Periode 1990-2011

NO₂ - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZATERDAGEN (1990-2011)

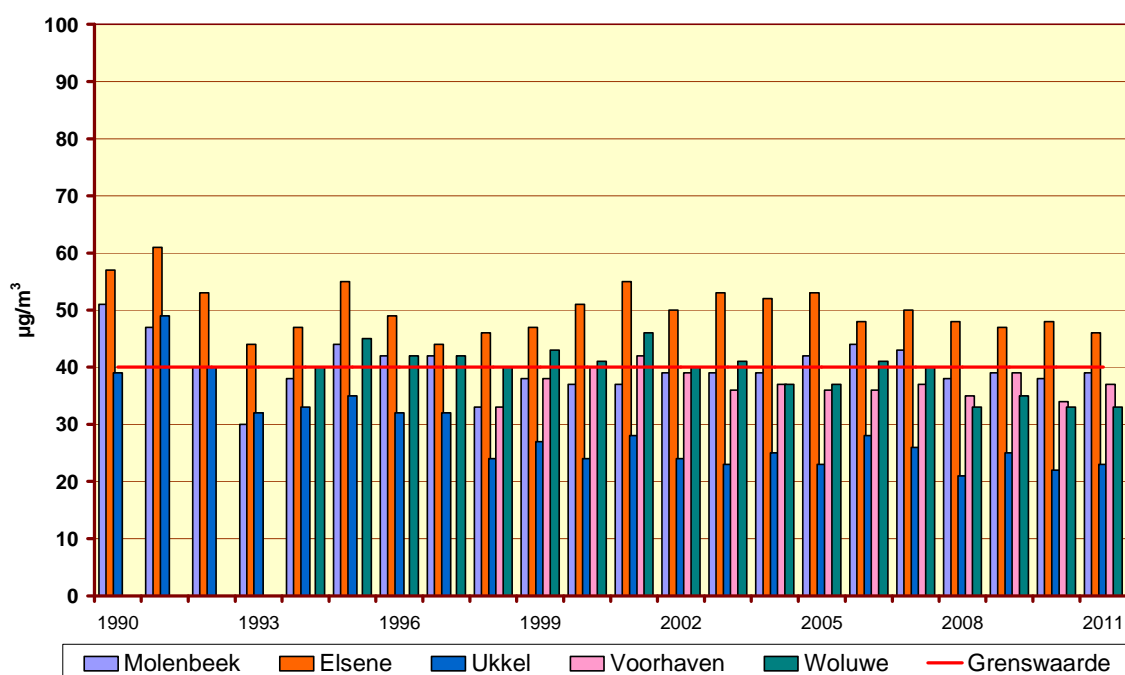


Fig. 4.2 : Evolutie gemiddelde NO₂-concentratie op 'Zaterdag' – Periode 1990-2011

NO₂ - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZONDAGEN (1990-2011)

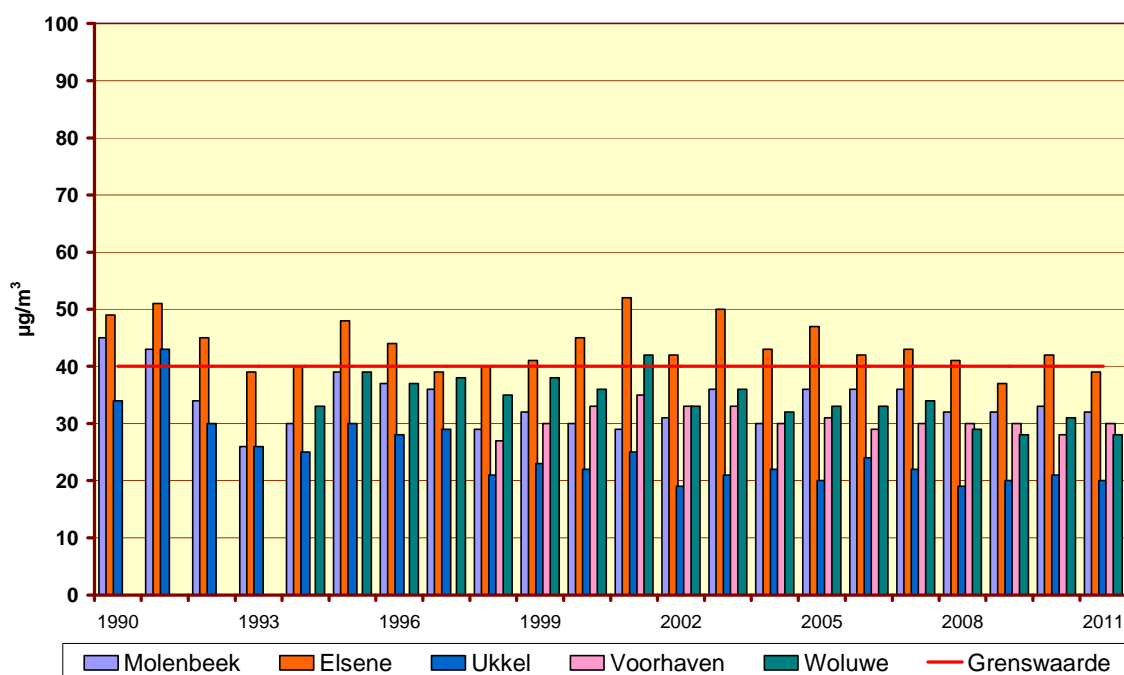


Fig. 4.3 : Evolutie gemiddelde NO₂-concentratie op 'Zondagen' – Periode 1990-2011

Ondanks de sterk verminderde emissieactiviteit (minder verkeer) situeert de gemiddelde NO₂-concentratie op zaterdag zich in een aantal meetpunten nog steeds in de buurt van 40 µg/m³. 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/m³ dan nog overschreden.

Een belangrijke vermindering in de NO_x-uitstoot dient nog gerealiseerd te worden vooraleer de grenswaarde voor het jaargemiddelde op alle meetposten kan gerespecteerd worden.

4.1.1.5 Evolutie NO₂-waarden over langere termijn

In figuur 4.4 wordt de evolutie van de NO₂-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 in de Voorhaven (N043), respectievelijk voor de periode 1987-2011 en 1998-2011.

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 NO₂-concentraties over de jaren heen. De resultaten voor NO₂ te Elsene wijzen op een status-quo. 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 NO₂-jaargemiddelde op de meetpost te Elsene. De resultaten van de meetpost in de Voorhaven wijzen eveneens op een status-quo van de gemiddelde NO₂-concentratie.

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 NO₂-concentratie. Nadien lijkt de gemiddelde NO₂-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 2010 – maart 2011” en de grafiek onderaan naar de zomerperiode “april – september 2011”. De rangorde van de concentratieniveaus, opgetekend in de verschillende meetpunten (R002, R001, N043, B004, B005, WOL1, 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 voor *werkdagen, niet-werkdagen, zaterdagen* en *zondagen* is eveneens beschikbaar.

Figuur 4.7 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de NO₂-concentratie. Hiervoor worden de pollutierozen getekend, met op de achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie voor de zomerperiode ‘april – september 2011’ en de kaart onderaan verwijst naar de winterperiode ‘oktober 2010 – maart 2011’. 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.

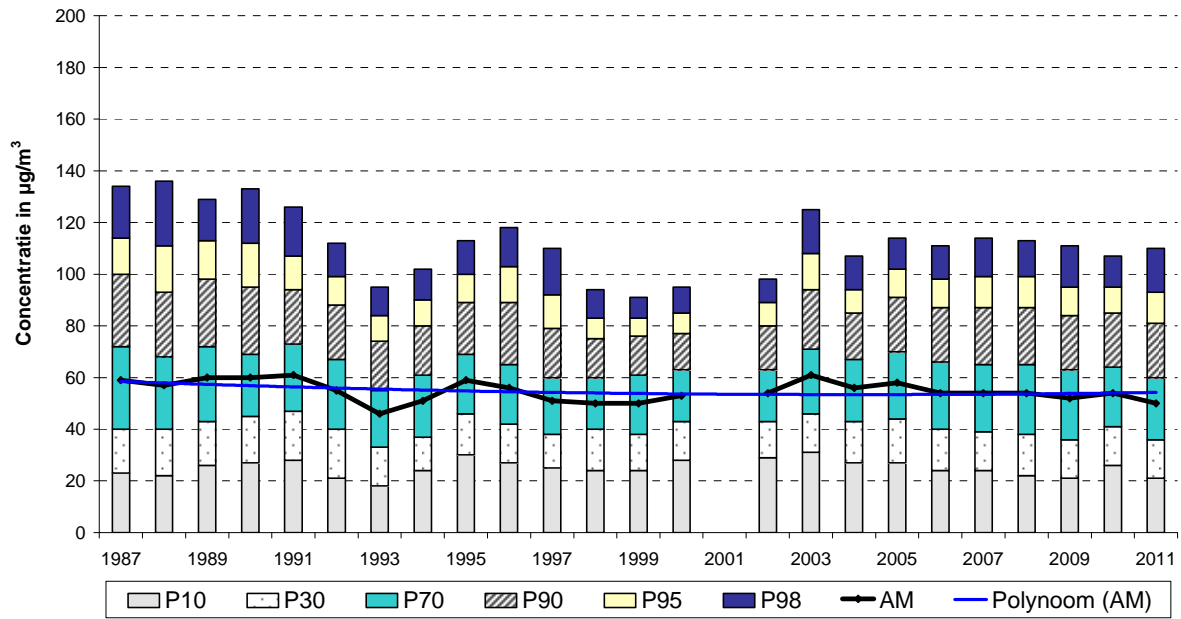
Op de meeste meetposten is de NO₂-concentratie gemiddeld lichtjes hoger tijdens de winter dan tijdens de zomer. In de meer op het verkeer gerichte meetposten, zoals R002, is de NO₂-concentratie soms even hoog tijdens de zomer. De nabijheid van het verkeer zorgt voor een belangrijke uitstoot van NO, dat in aanwezigheid van ozon vrij snel tot NO₂ oxideert. In de zomerperiode leidt dit lokaal tot hogere NO₂-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 NO₂-dagverloop* gegeven voor de meetpost R002. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer van de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode 'april – september 2011'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen werkdagen, zaterdagen en zondagen. Gemiddeld gezien is de NO₂-concentratie hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen.

In figuur 4.10 worden de niveaus gemeten in 1989 en 2011 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 2010 – maart 2011' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2011 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. In tegenstelling tot andere pollutanten (NO en CO) wordt er voor NO₂ geen opmerkelijk verschil vastgesteld in het concentratieniveau tussen 1989 en 2011.

NO₂ te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



NO₂ in de VOORHAVEN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

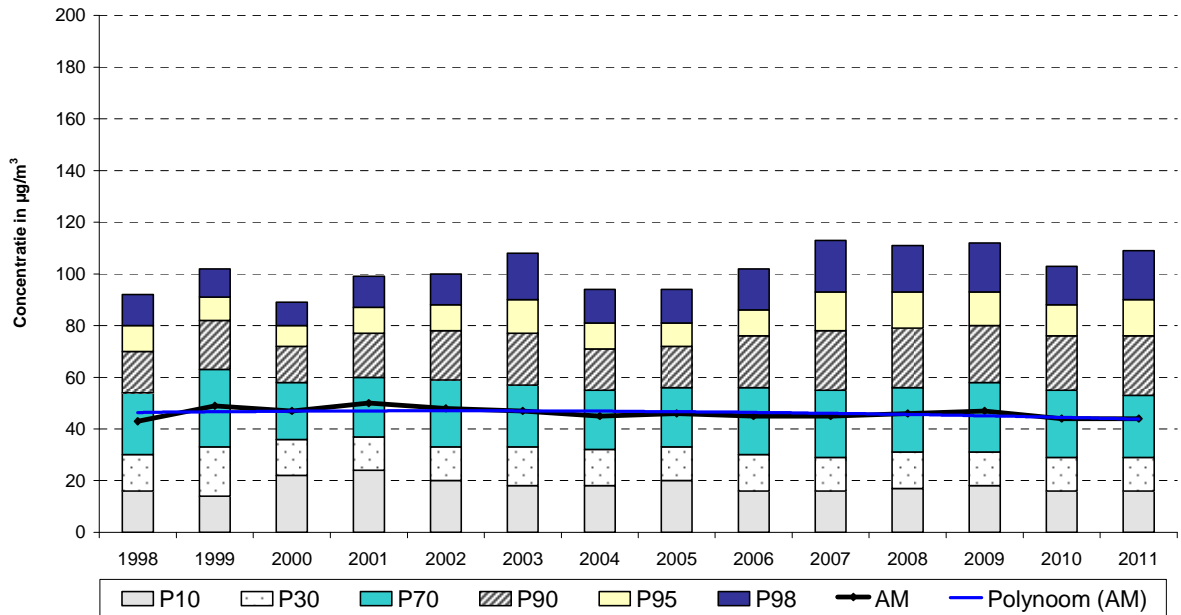
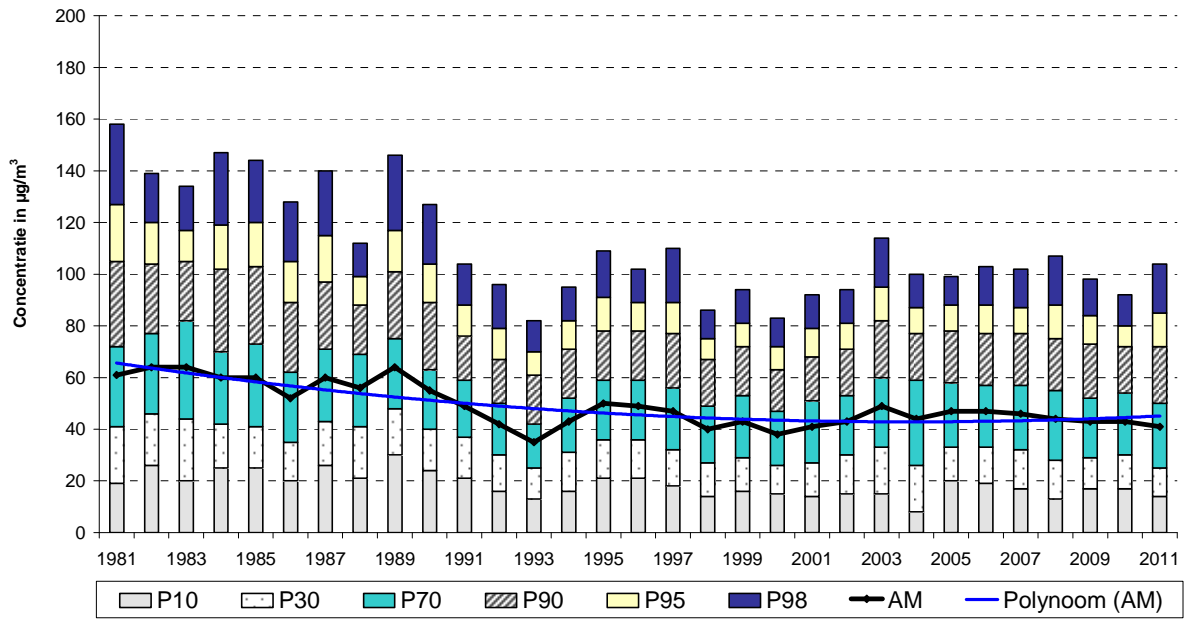


Fig. 4.4: Evolutie NO₂-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002), periode 1987-2011 en in de Voorhaven (N043) Periode 1998 - 2011

NO₂ te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



NO₂ te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

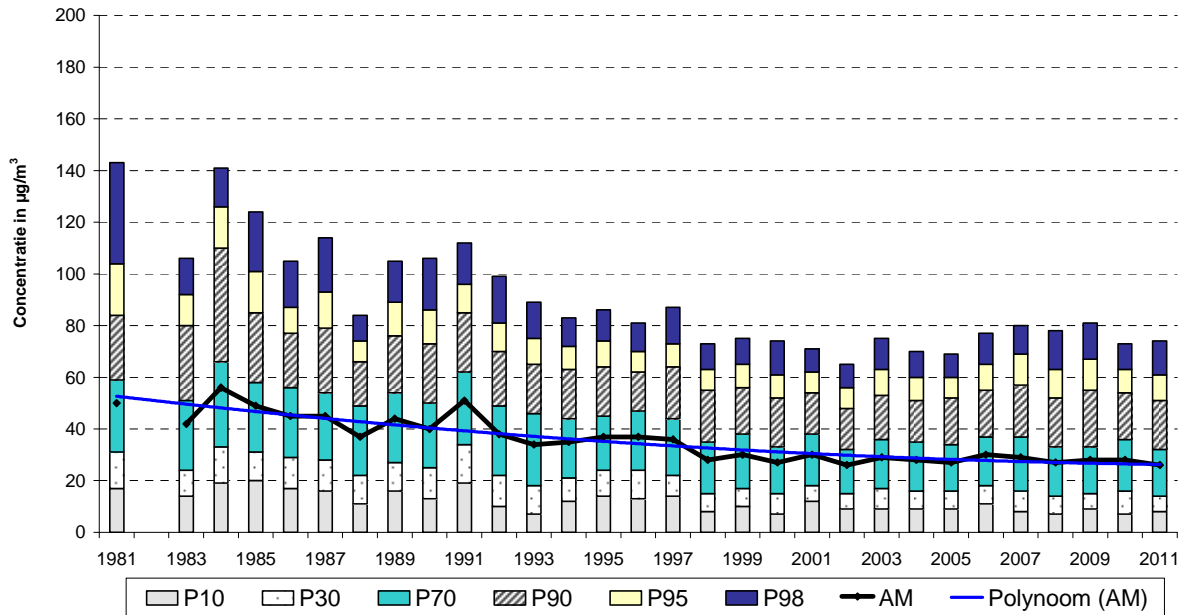
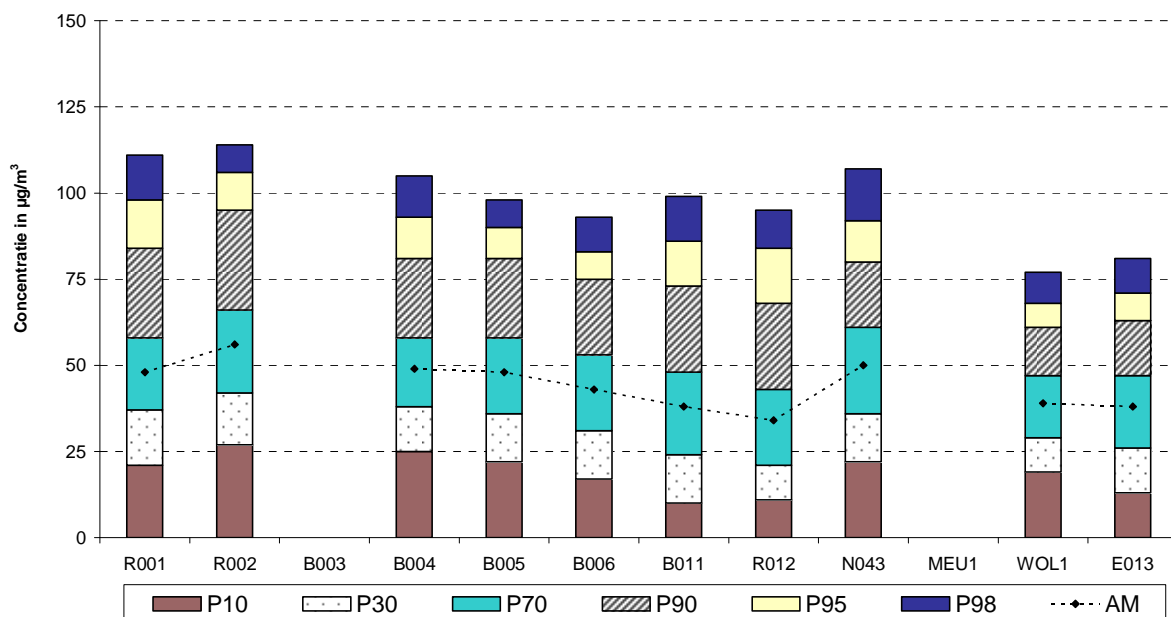


Fig. 4.5: Evolutie van de NO₂-concentratie te Molenbeek (R001) en te Ukkel (R012).
 Periode 1981 - 2011

NO₂ - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
WINTERPERIODE "OKTOBER 2010 - MAART 2011"



NO₂ - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2011"

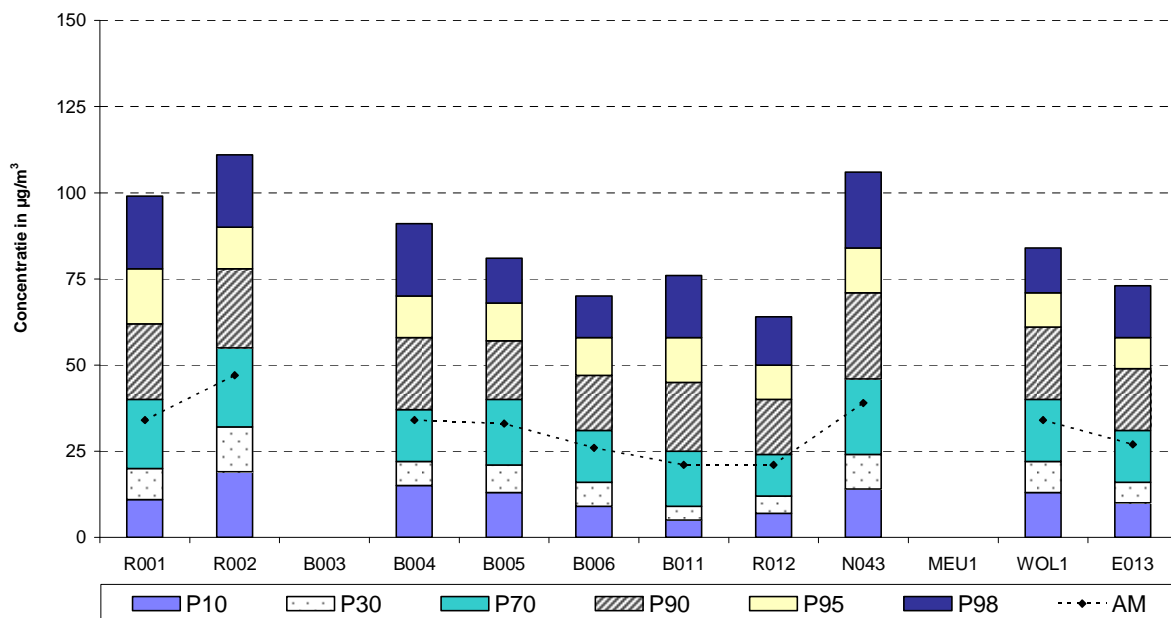


Fig. 4.6: Vergelijking van de NO₂-concentraties in de verschillende meetposten. Winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en Zomerperiode 'april – september 2011'

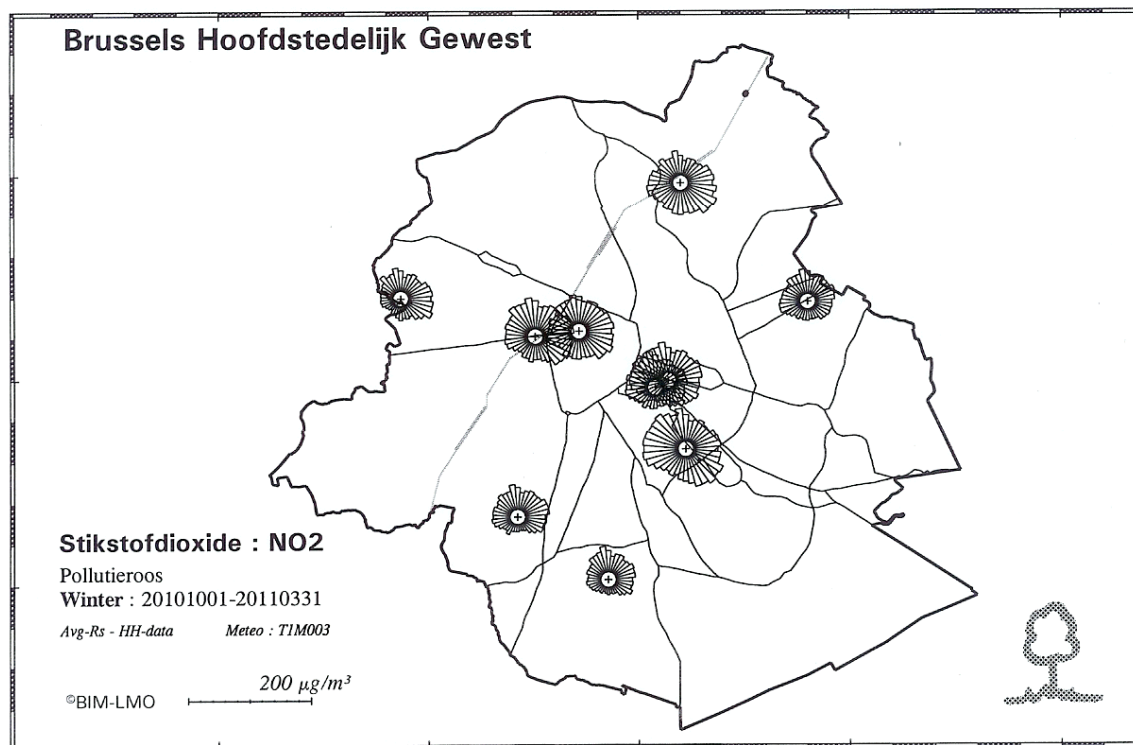
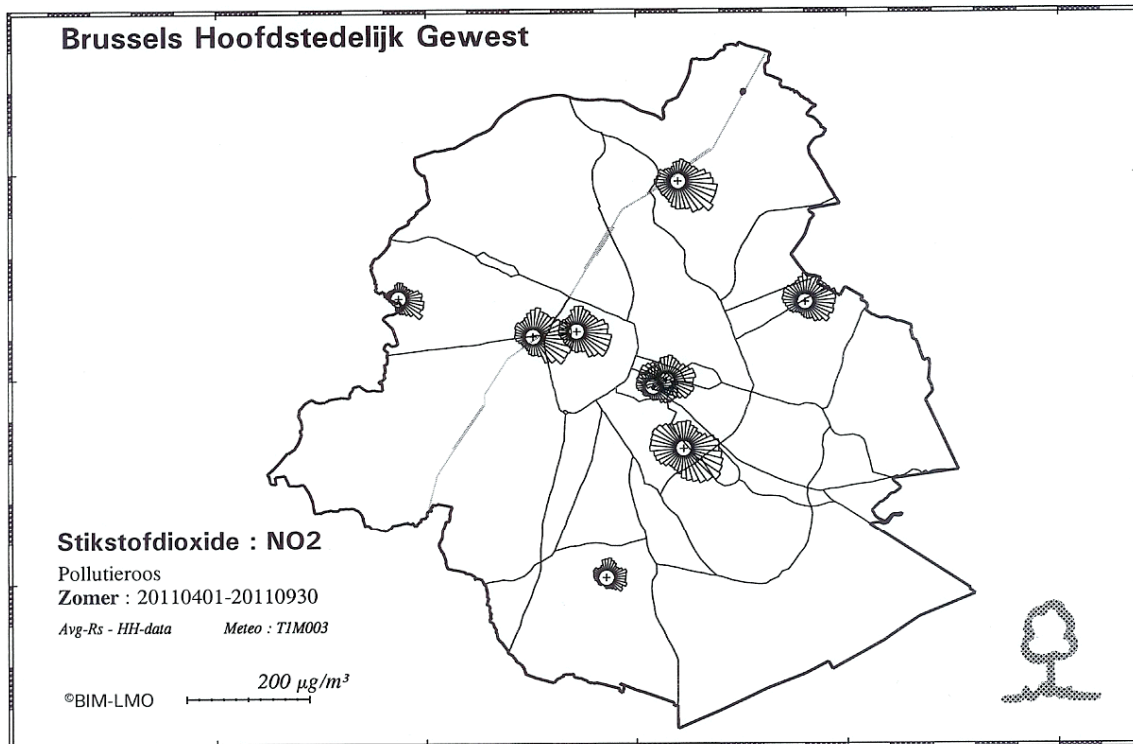
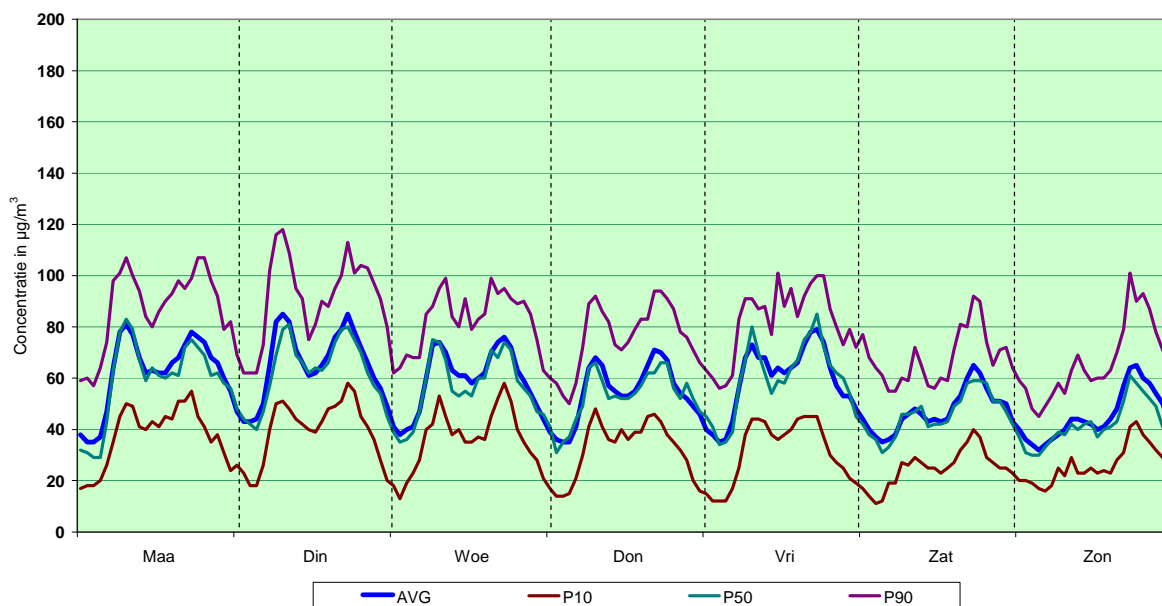


Fig. 4.7: NO₂-pollutierozen - ruimtelijke spreiding NO₂-concentratie tijdens zomer en winter

NO₂ te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



NO₂ te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

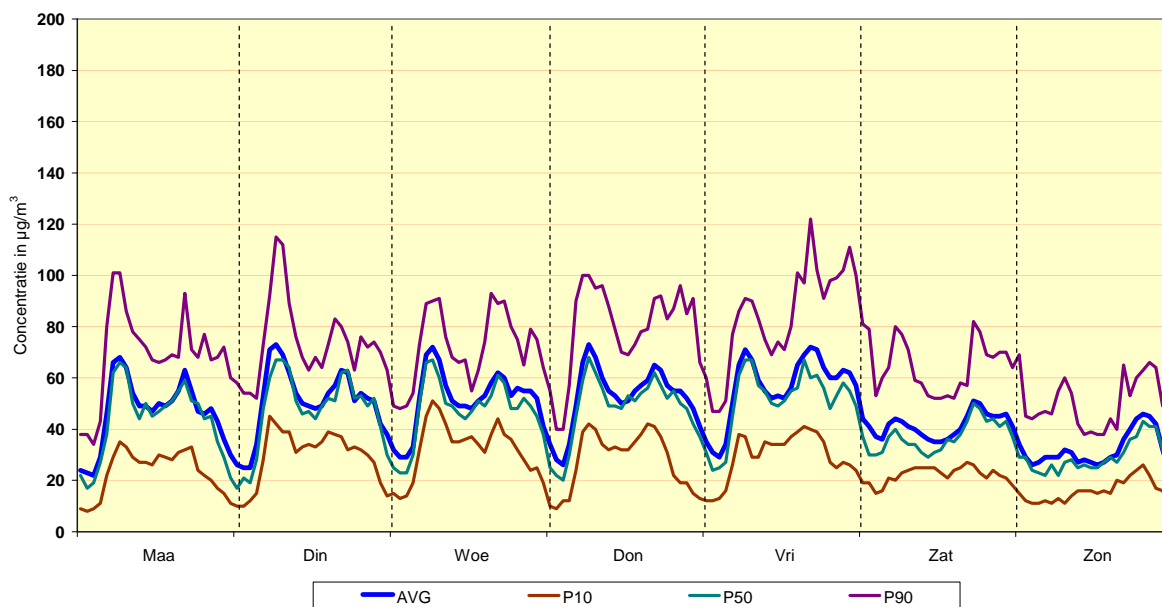


Fig. 4.8: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO₂-concentratie tijdens winter en zomer
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

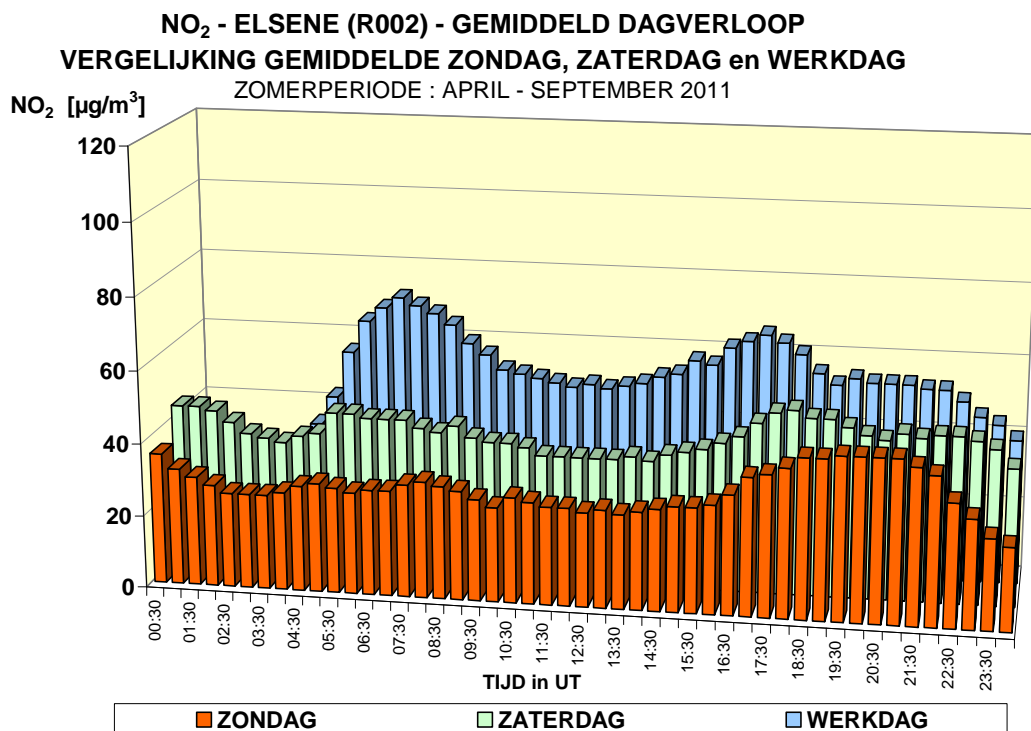
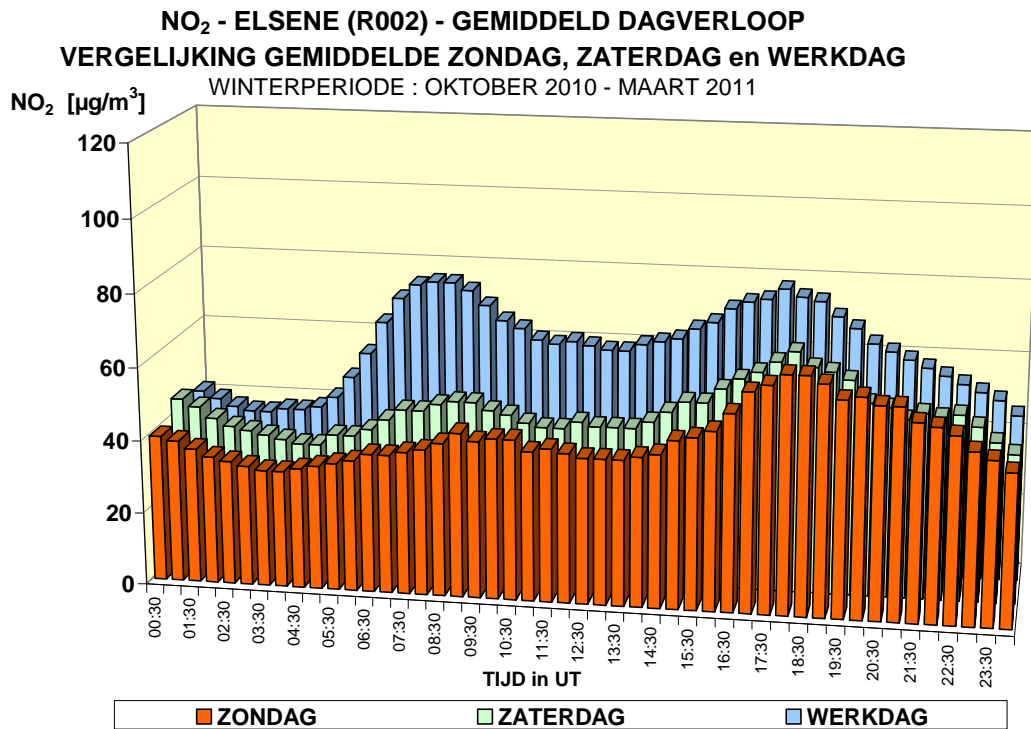


Fig. 4.9: Gemiddeld NO₂-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

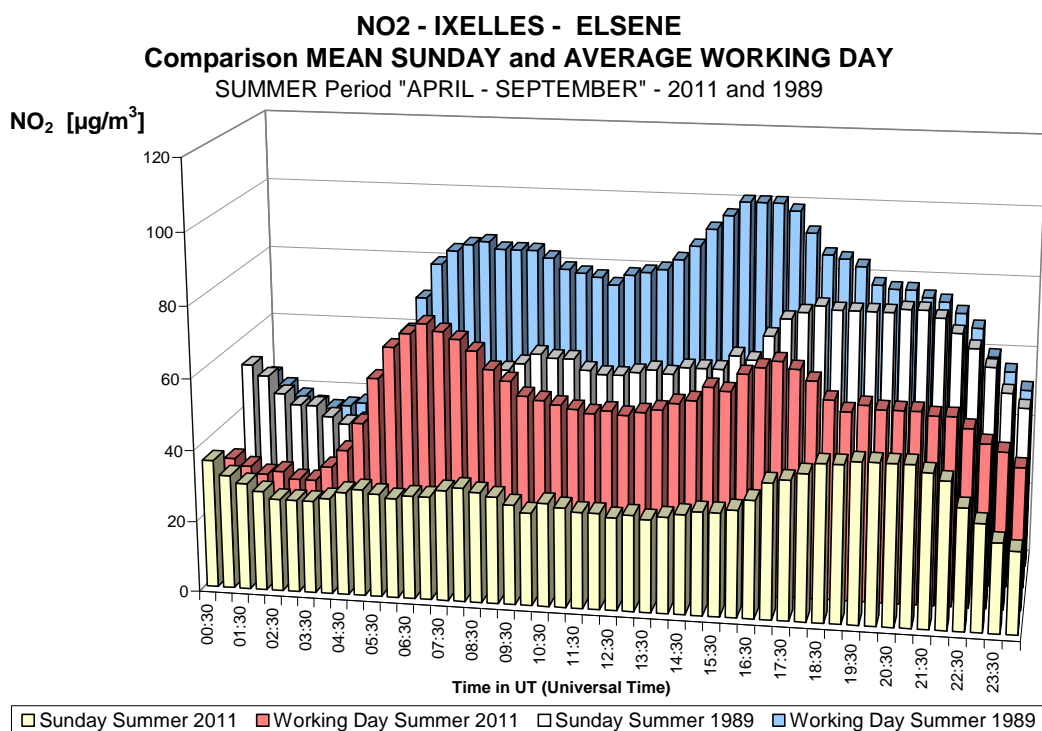
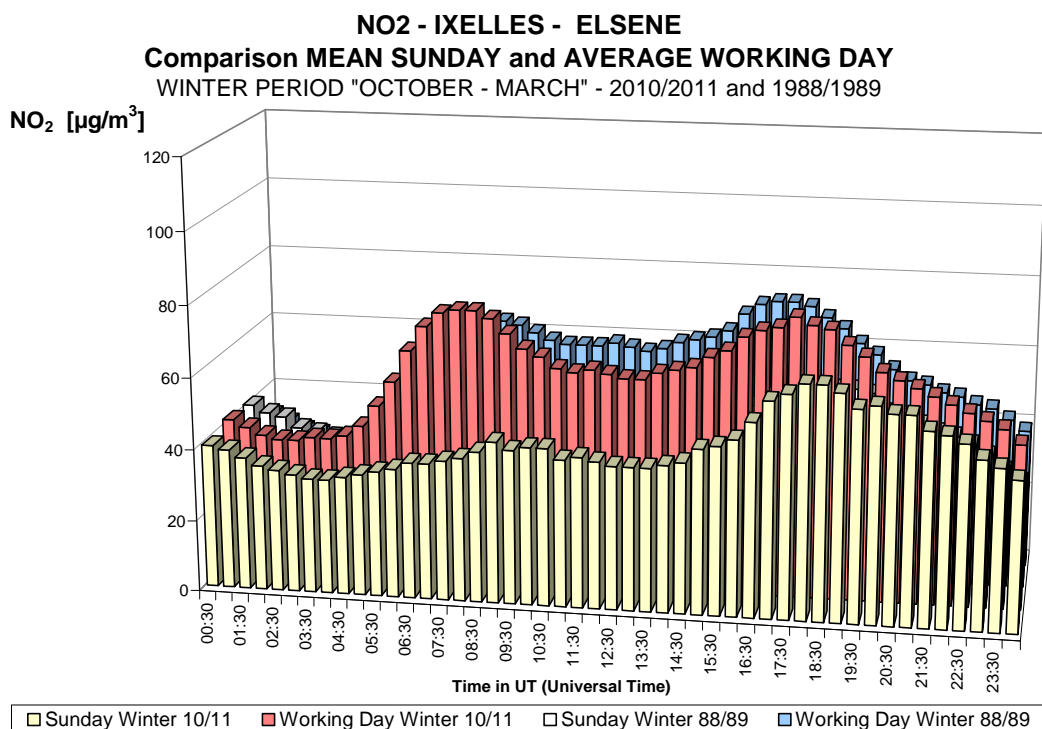


Fig. 4.10: Evolutie NO₂-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) - Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2010-2011 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2011 (grafiek onderaan).

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 NO₂. 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 NO₂.

Er is ook een louter praktische reden: de metingen van NO₂ in de omgevingslucht zijn gebaseerd op de detectie van NO, na voorafgaande reductie van NO₂ tot NO. De continue meetapparaten meten dan ook simultaan NO en NO₂ (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/m³]

P98	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
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	--
2009	129	161	--	125	84	79	89	64	225	109	112	--
2010	118	143	--	102	73	65	70	56	196	77	86	68
2011	151	149	--	125	76	66	77	48	238	--	86	68

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	--
2009	8	21	--	7	6	4	3	2	16	3	5	--
2010	10	21	--	8	6	4	3	2	16	3	7	3
2011	8	21	--	8	6	3	3	2	20	--	5	3

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	--
2009	20	34	--	18	13	11	10	8	37	13	15	--
2010	21	33	--	17	13	11	9	7	35	11	16	9
2011	22	33	--	19	13	9	9	6	41	--	13	9

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

De hoogste gemiddelde NO-waarden worden bereikt in de verkeersspecifieke meetposten, Elsene-Kroonlaan (R002), gevolgd door de Voorhaven (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) voor de kalenderjaren 1987 t/m 2011. De grafiek onderaan geeft de evolutie weer voor de meetpost in de Voorhaven (N043) voor de periode 1998-2011.

De resultaten te Elsene-Kroonlaan vertonen een geleidelijke daling van alle niveaus vanaf 1990/91. Vanaf het jaar 2002 treedt er min of meer een stabilisatie op. Een analoog verloop wordt vastgesteld op meetposten die een directe invloed ondergaan van het verkeer en voor de hogere percentielen op alle meetposten.

De daling van de NO-concentraties 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 benzine-motor. 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. Vanaf de periode 2002-2003 is er een neiging tot stabilisatie. 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 NO₂. 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 2011. 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 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. 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 NO₂.

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 zomerperiode 'april – september 2011' en de kaart onderaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011'. 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 NO₂. 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 NO₂.

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 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. 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 NO₂ met behulp van ozon.

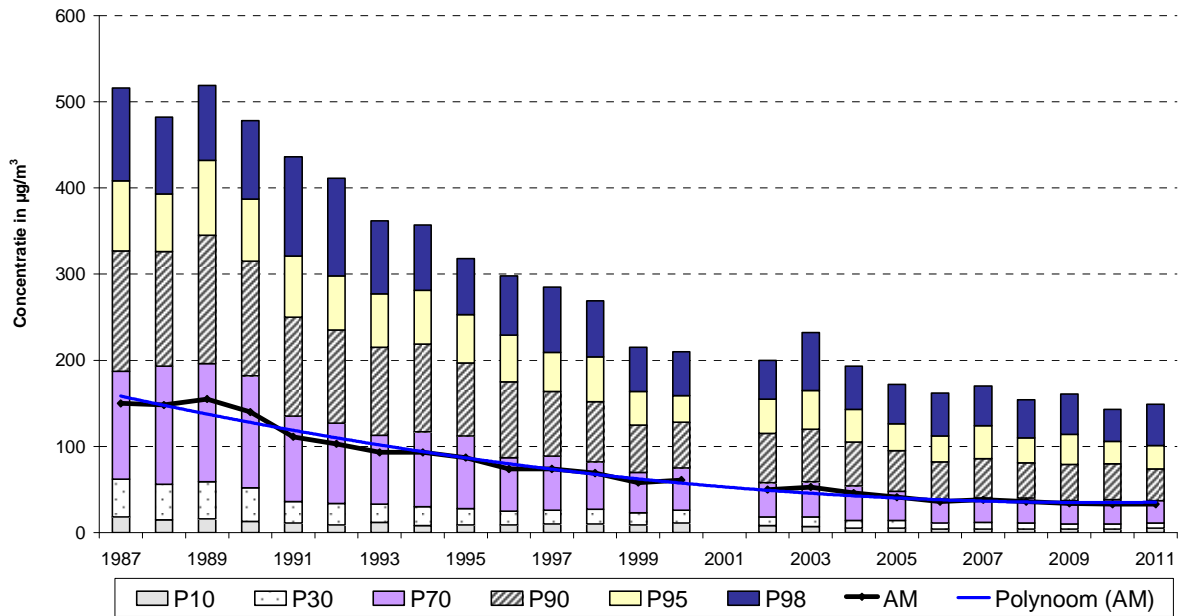
In de figuren 4.16 wordt het gemiddeld NO-dagverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *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 2011 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 2010 – maart 2011' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2011 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. De concentraties gemeten in de periode 2010/11 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 in de VOORHAVEN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

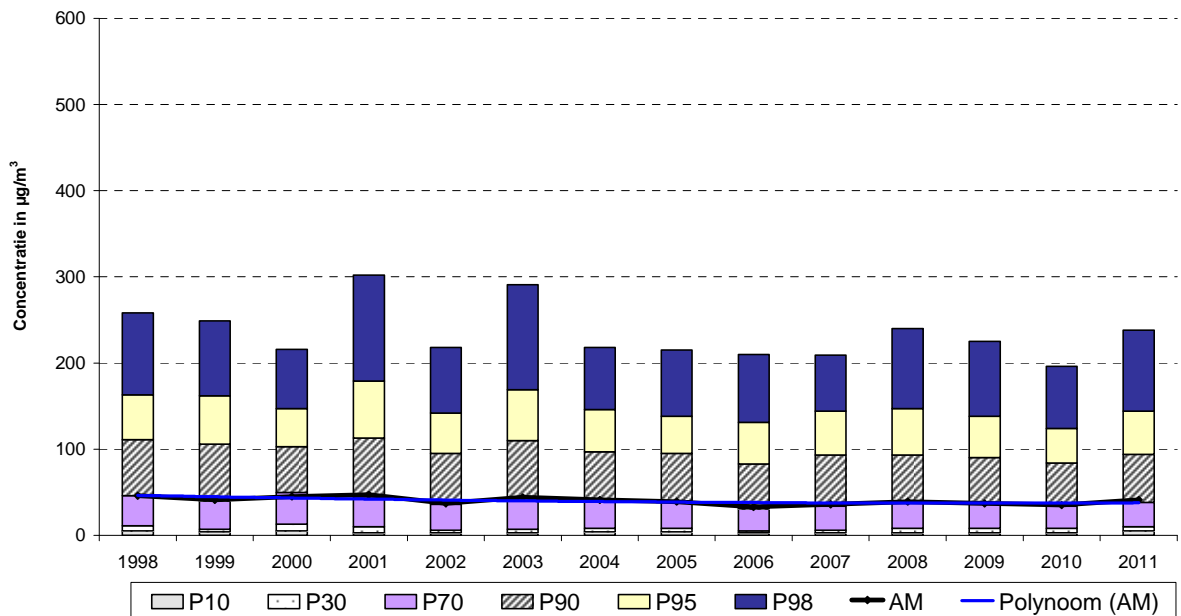
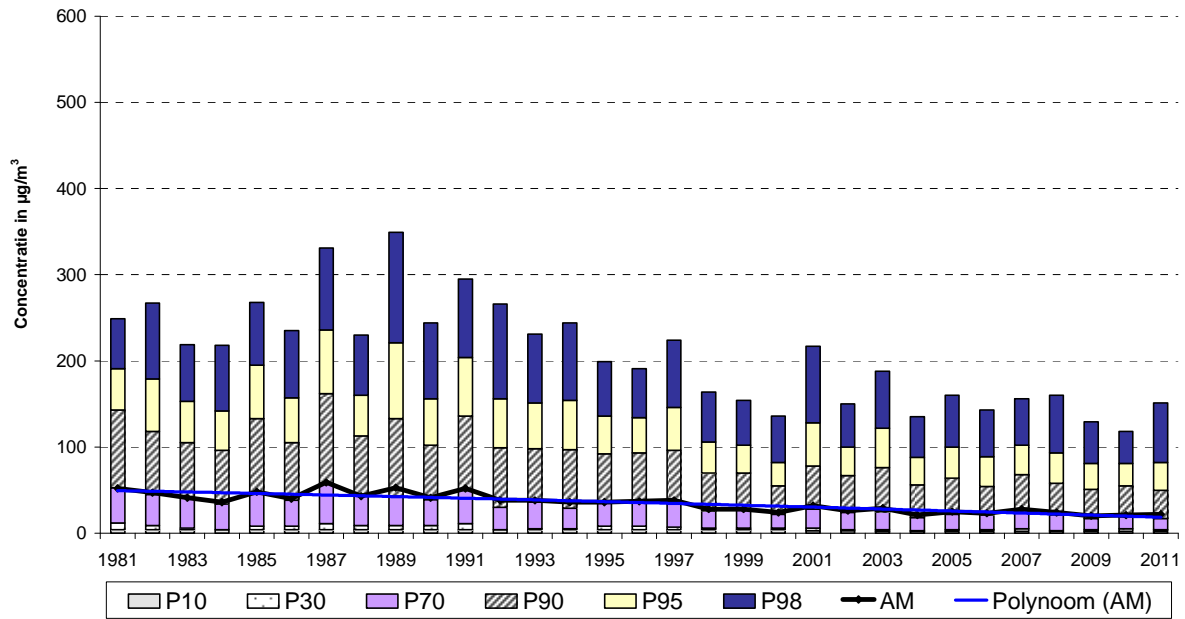


Fig. 4.11: Evolutie NO-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002), periode 1987-2011 en in de Voorhaven (N043), periode 1998-2011

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"

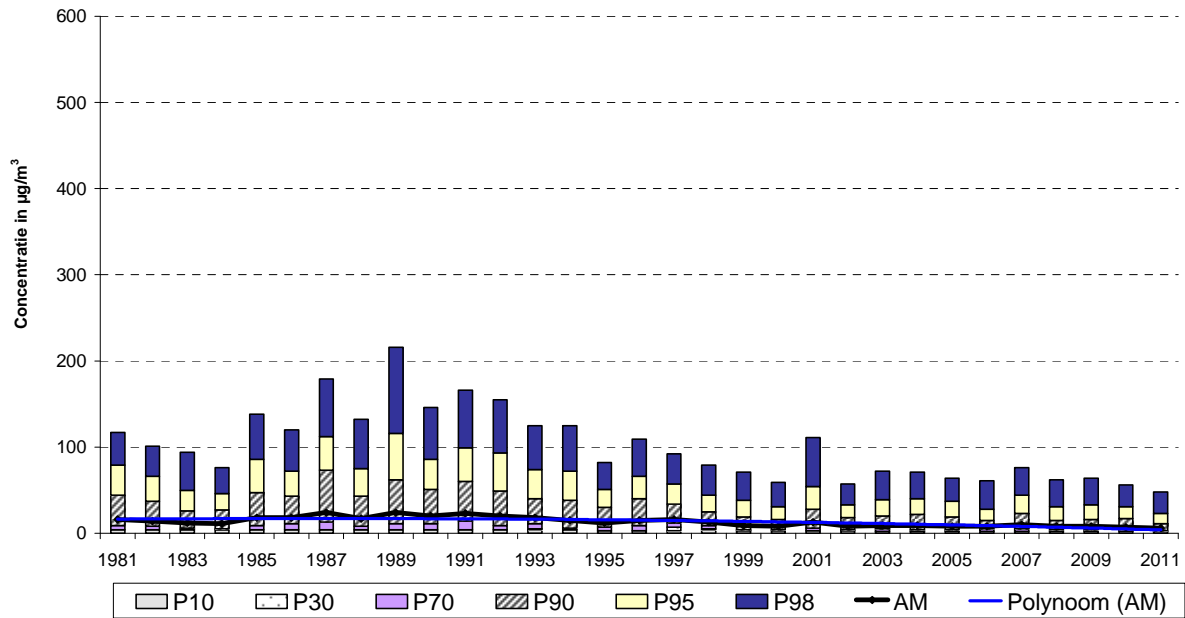
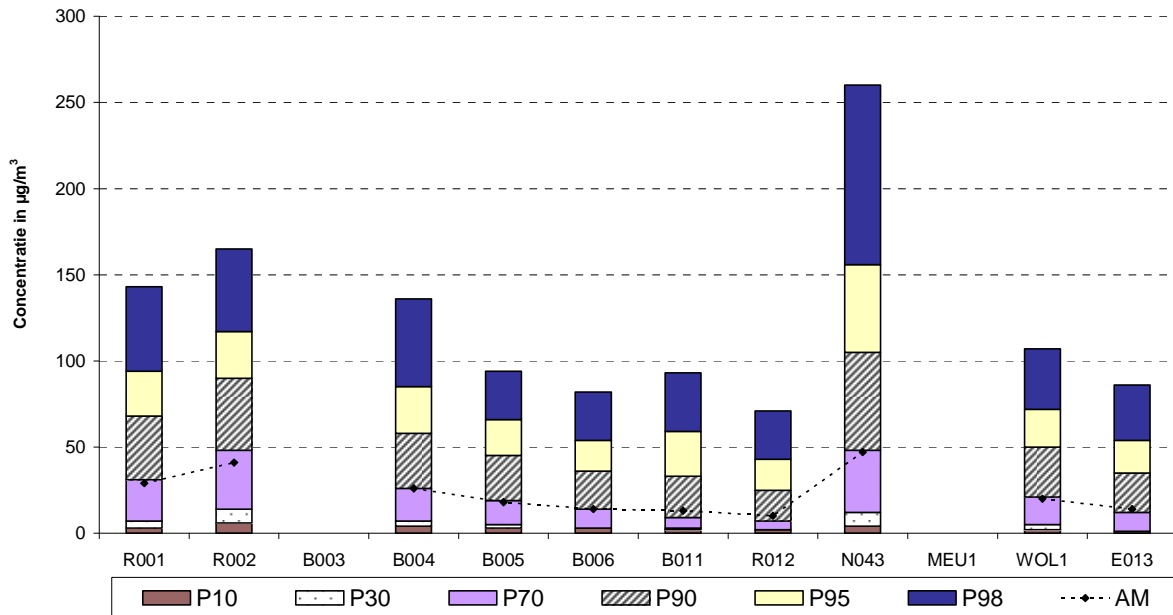


Fig. 4.12: Evolutie van de NO-concentratie te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012)
 Periode 1981 - 2011

NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 WINTERPERIODE "OKTOBER 2010 - MAART 2011"



NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2011"

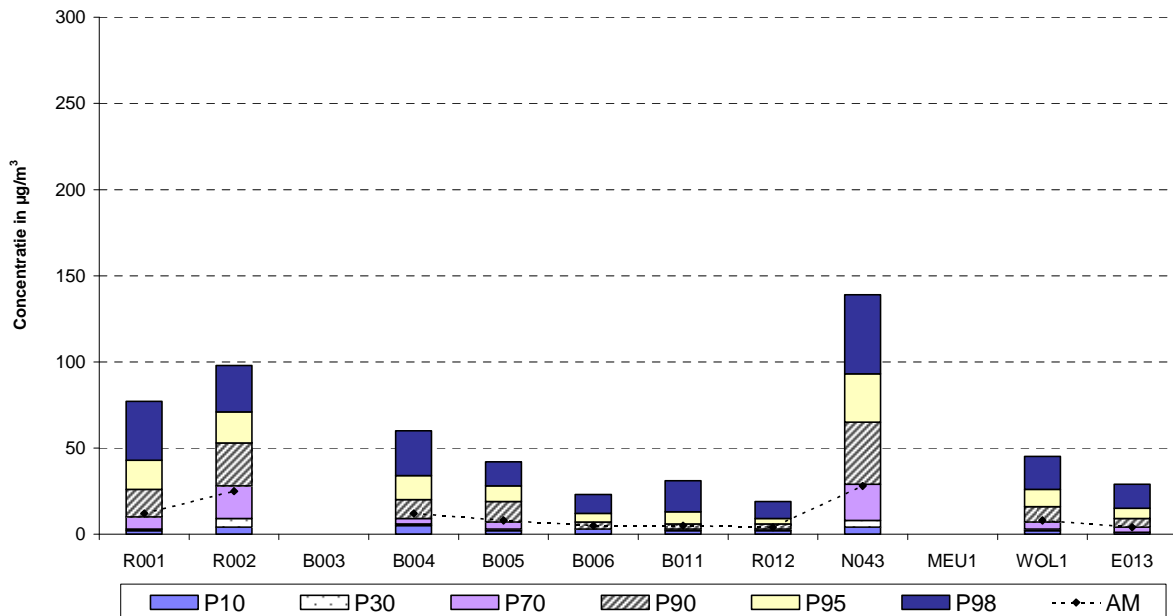


Fig. 4.13: Vergelijking van de NO-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en Zomerperiode 'april – september 2011'

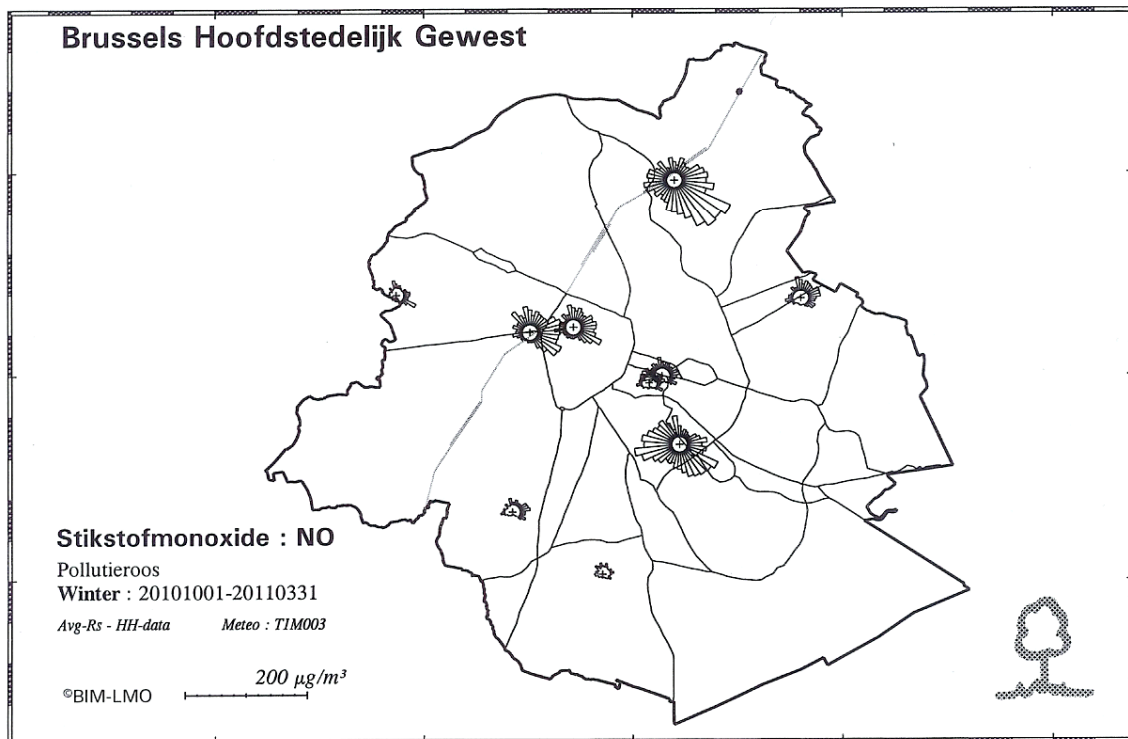
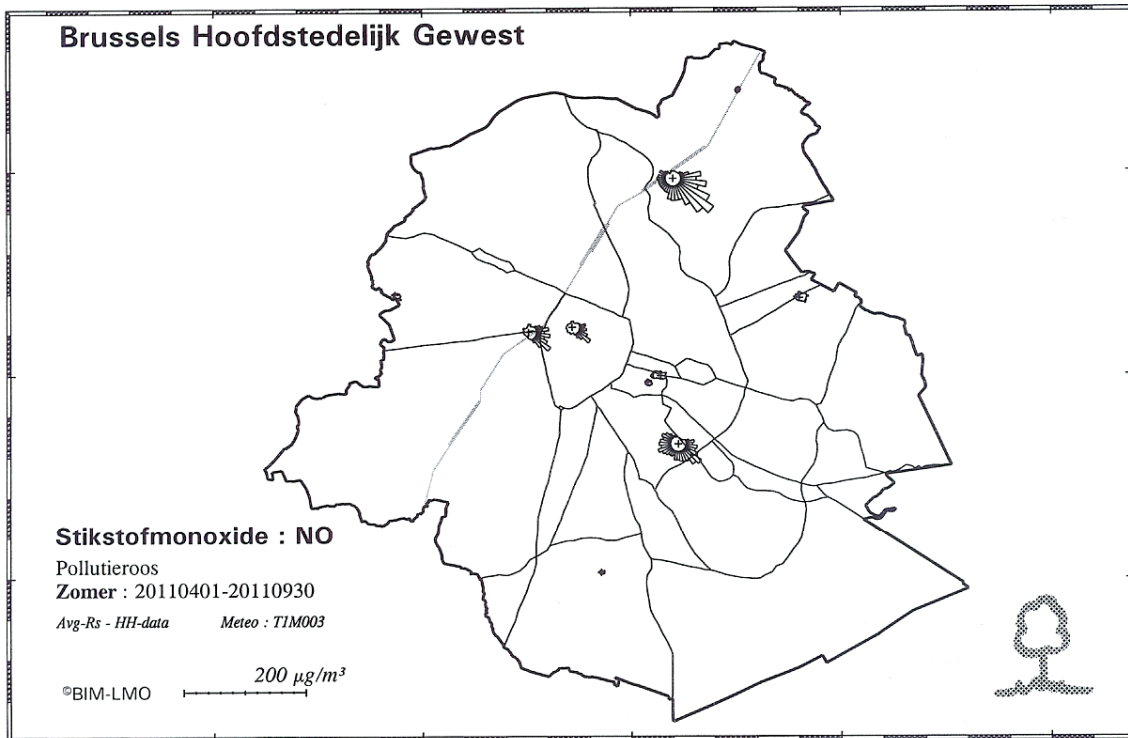
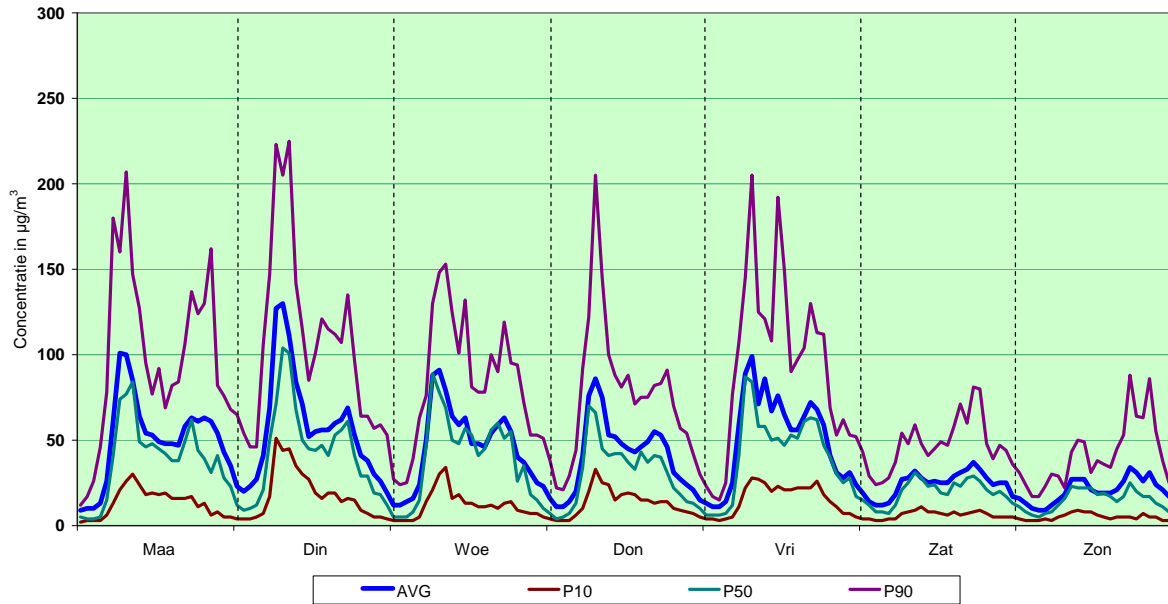


Fig. 4. 14: NO-pollutierozen: ruimtelijke spreiding NO-concentratie tijdens zomer en winter

NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

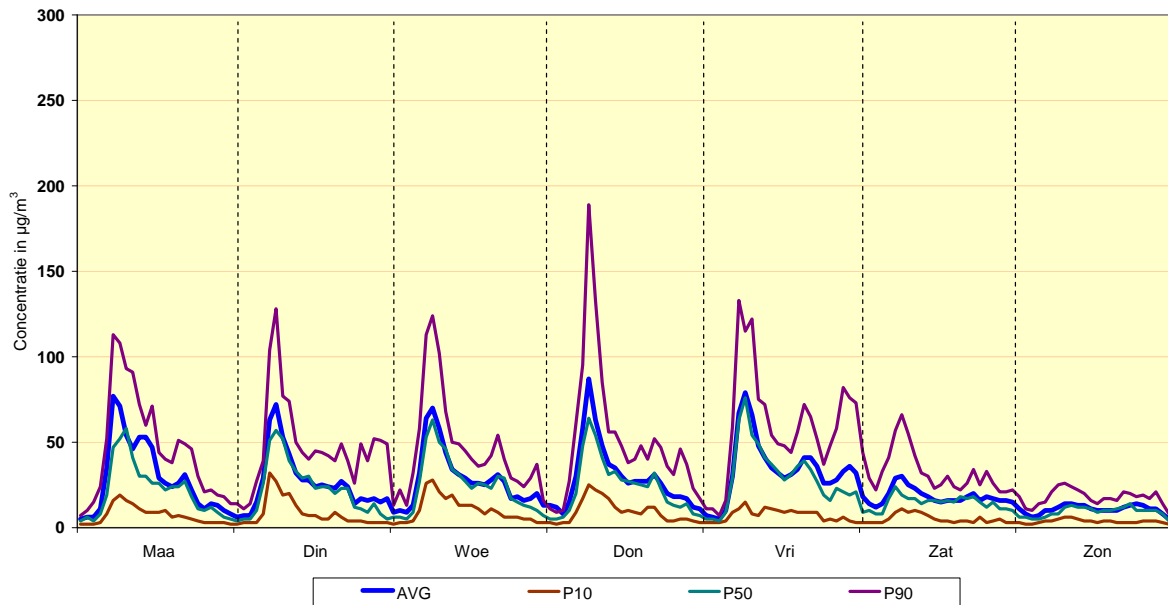
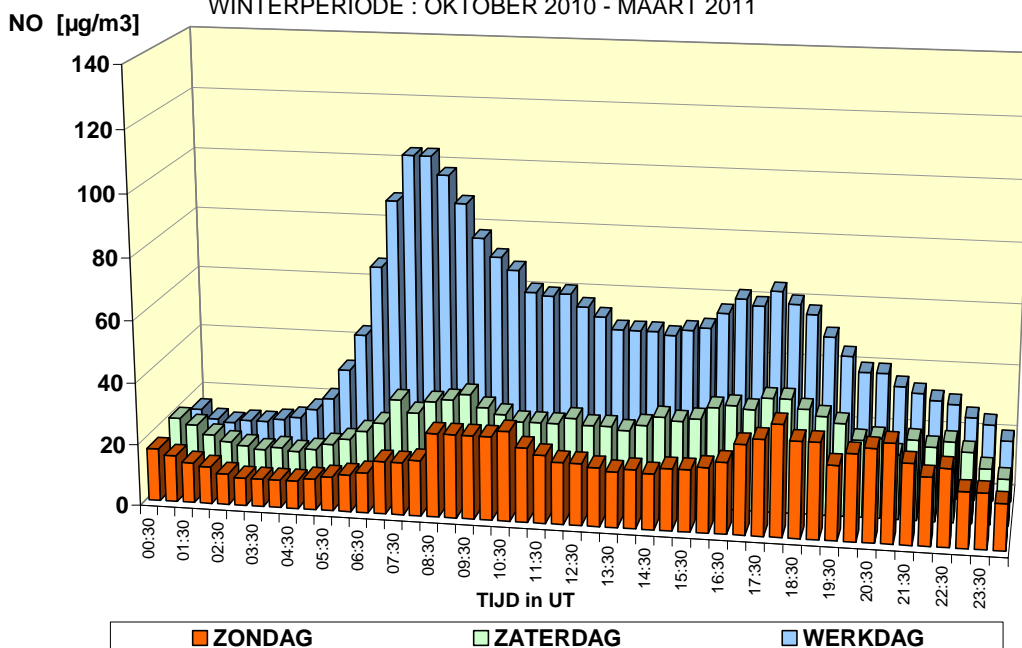


Fig. 4.15: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO-concentratie tijdens winter en zomer
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

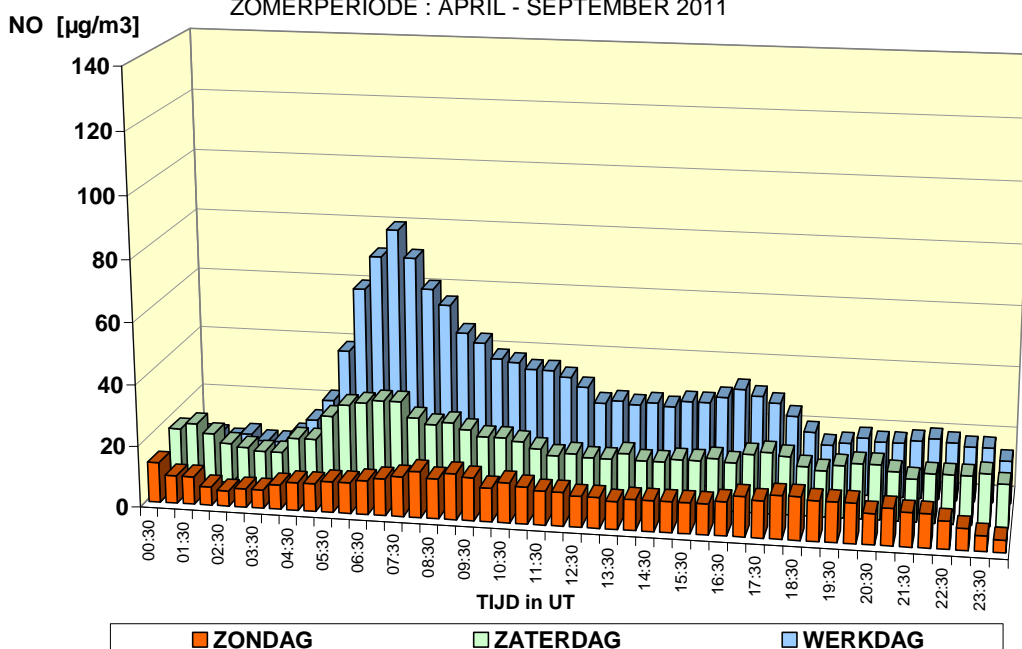


Fig. 4.16: Gemiddeld NO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

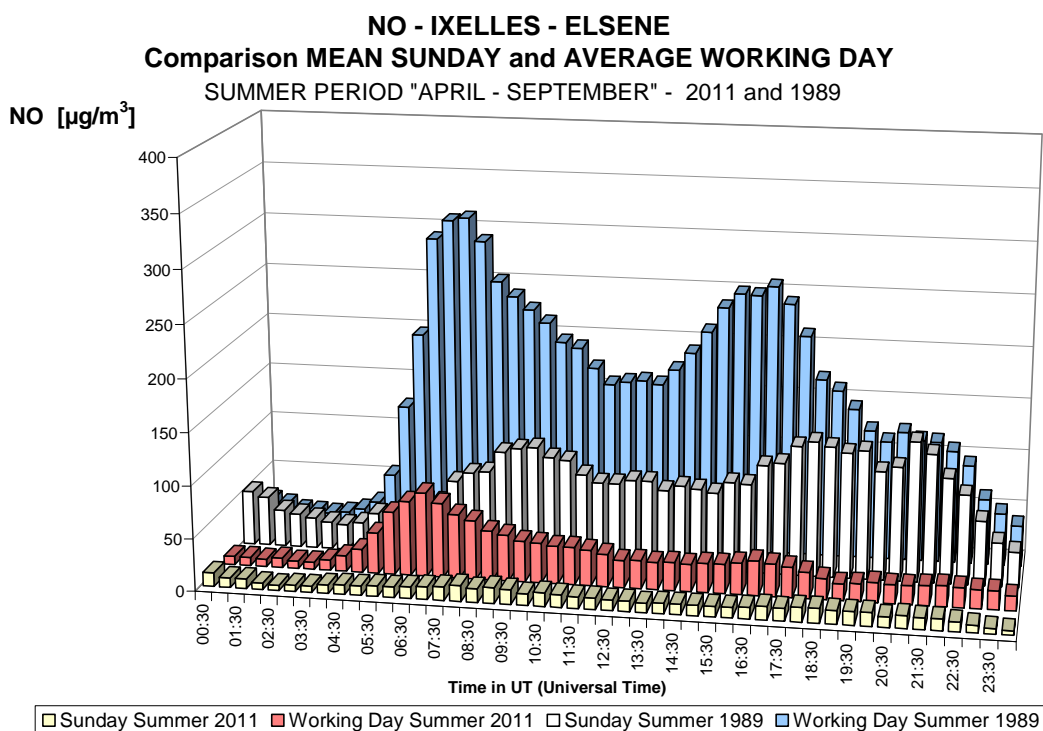
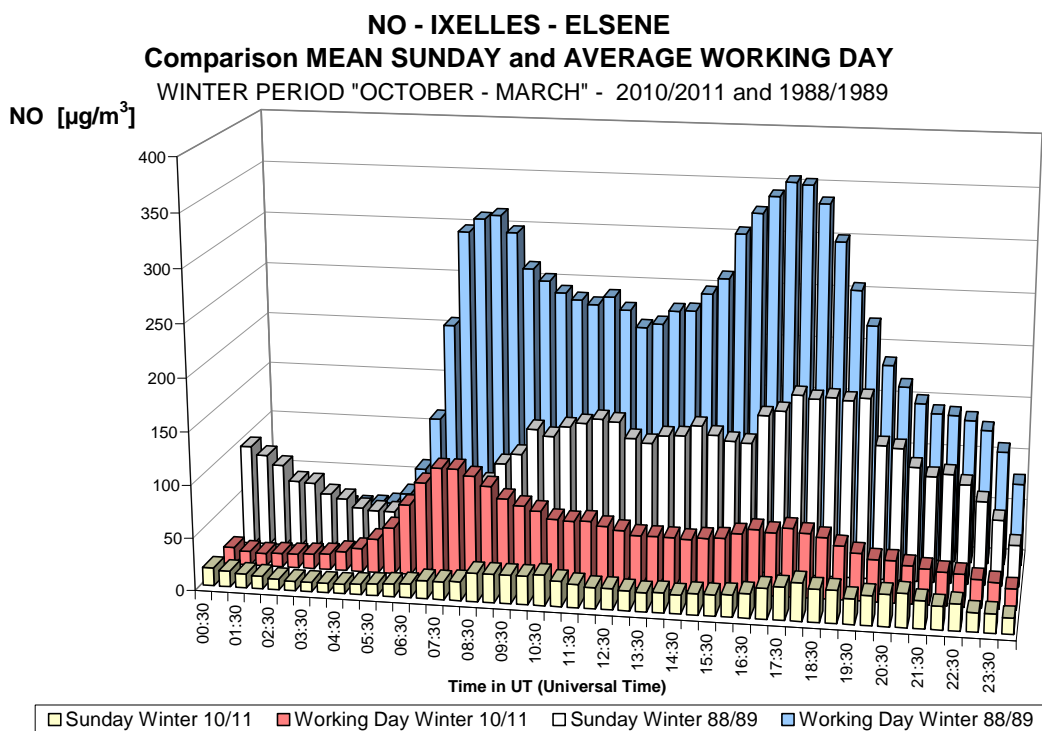


Fig. 4.17: Evolutie NO-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) – Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2010-2011 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2011 (grafiek onderaan)

4.1.3 STIKSTOFOXIDEN (NO_x)

De NO_x-concentratie is de som van de concentraties van NO en NO₂, beide uitgedrukt in equivalente massaconcentratie NO₂: $[NO_x] = 1.53 [NO] + [NO_2]$; eenheden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De eerste systematische NO_x-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_x-dagprofiel, berekend voor het gehele kalenderjaar 1973 en voor de autoloze zondagen, bewaard gebleven.

In figuur 4.18 wordt het gemiddeld NO_x-dagprofiel van 1973 vergeleken met het NO_x-dagprofiel berekend voor de kalenderjaren 1989, 1999, 2005 en 2011. 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*).

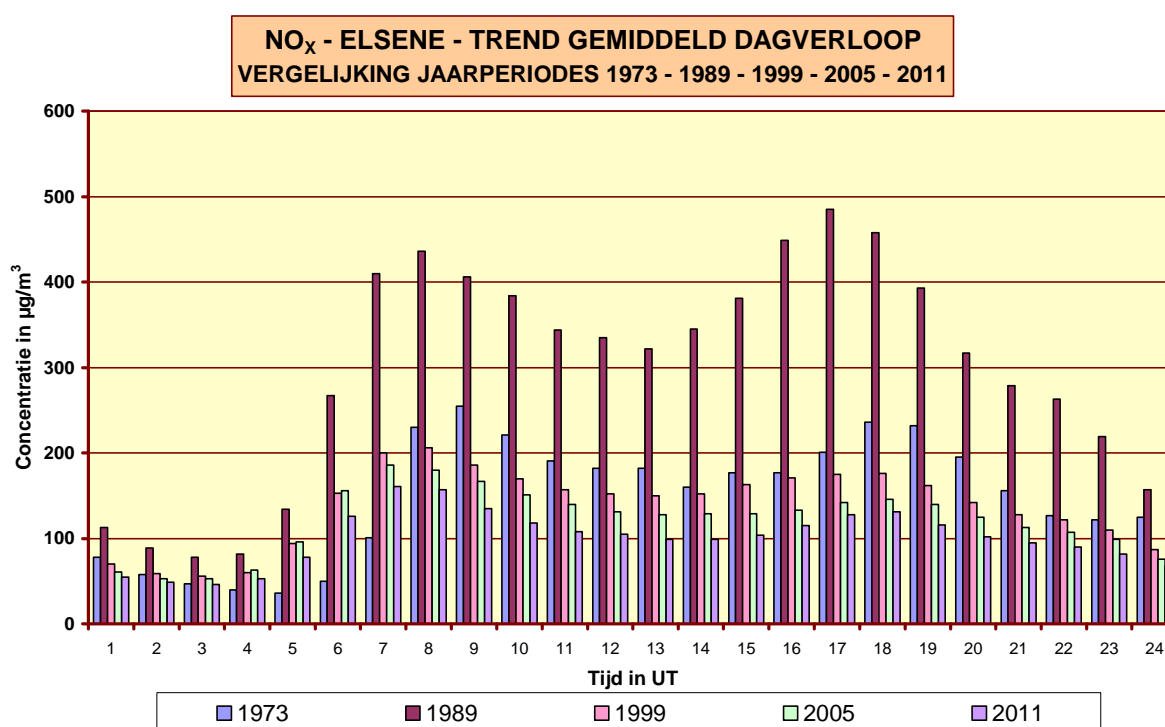


Fig. 4.18: NO_x te Elsene - Evolutie gemiddeld dagverloop in 1973, 1989, 1999, 2005 en 2011

Tussen 1973 en 1986 werden er in deze omgeving geen systematische NO_x-metingen uitgevoerd. In die periode evenwel zijn de NO_x-concentraties gevoelig toegenomen als gevolg van het steeds toenemende verkeer. De NO_x-concentraties bereikten 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_x-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_x te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

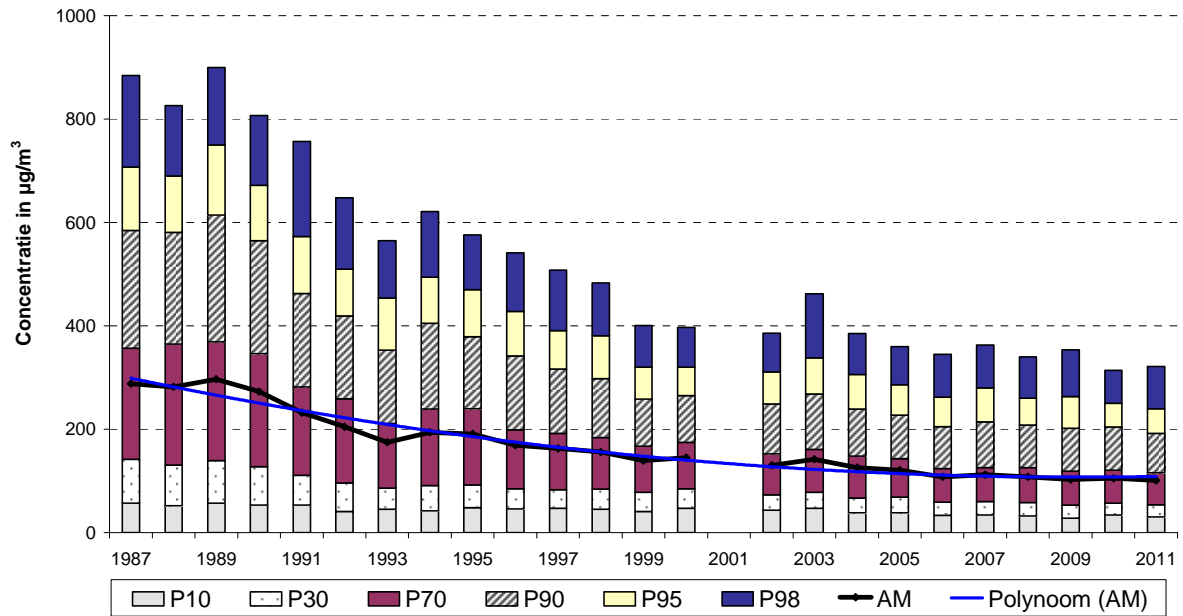


Fig. 4.19: Evolutie NO_x-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002). Periode 1987 - 2011

4.1.4 Rendement NO_x-metingen en betrouwbaarheid

In 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 NO₂).

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_x, SO₂, CO en BTeX, en in 1999 door de VMM aan de EG-testen (Essen) over NO_x, O₃, CO en SO₂, en in 2011 aan de EU-testen (Ispra).

In 1999, 2000 en 2004 werd door de VMM, met ondersteuning van de intergewestelijke ijkbank en het BIM, deelgenomen aan campagnes te Essen (1999 - SO₂, NO_x, O₃ en CO), te Londen (2000 - O₃) en bij AirParif in Parijs (2004 - NO_x en O₃). 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_x-toestellen die slechts een beperkte drift van het meetsignaal vertonen.

Tabel IV.9: **NO_x-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
2009	96.2	96.8	--	97.0	84.1	97.2	96.5	96.2	94.0	96.0	95.2	--
2010	96.5	94.4	--	97.1	88.1	95.3	96.0	95.4	96.5	52.6	93.3	91.0
2011	97.3	97.7	--	95.6	97.4	94.2	96.4	97.0	97.4	26.5	94.0	82.9

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens

4.2 OZON (O₃)

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/m³ 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 *windrichting*, 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 luchtslaag 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.

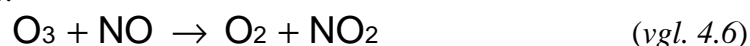
De ozonconcentratie op een bepaalde plaats gemeten, is steeds de resultante van twee simultaan verlopende processen: een eerder langzaam verlopende ‘*ozonvorming*’ (meerdere uren) en een vrij snel verlopende ‘*ozonafbraak*’ (één tot enkele minuten). Aan de basis van de ozonvorming ligt de fotolyse (splitsing onder invloed van fotonen) van een NO₂-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 NO₂ in een reactie met radicalen, afkomstig van vluchtige organische stoffen. Hierdoor is het NO niet beschikbaar voor de vernietiging van ozon en het gevormde NO₂ kan opnieuw gesplitst worden onder invloed van de UV-straling en ozon vormen.

Eénzelfde molecule NO₂ kan a.h.w. aanleiding geven tot de vorming van meerdere O₃-moleculen. Dit kettingproces kan zelfs bij lage concentraties van de *precursoren* leiden tot een overmatige ozonvorming.

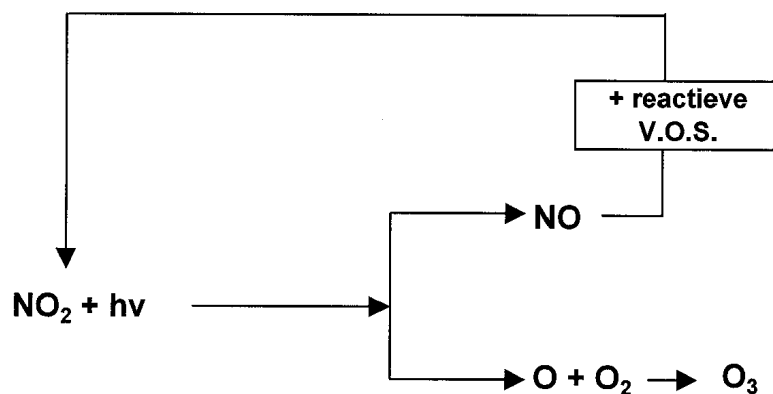


Fig. 4.20: vereenvoudigd reactieschema voor excessieve ozonvorming

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* (~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 2008) waren de ozonconcentraties ook tijdens de zomerperiodes van 2009, 2010 en 2011 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 verkeersemissies in het Gewest lager, waardoor er minder NO beschikbaar is voor de ozonafbraak.

In de ozonrapporten van het Europees Milieuagentschap wordt ook aan deze problematiek aandacht besteed. 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 onderzoek, waarbij alle historisch 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 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 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.

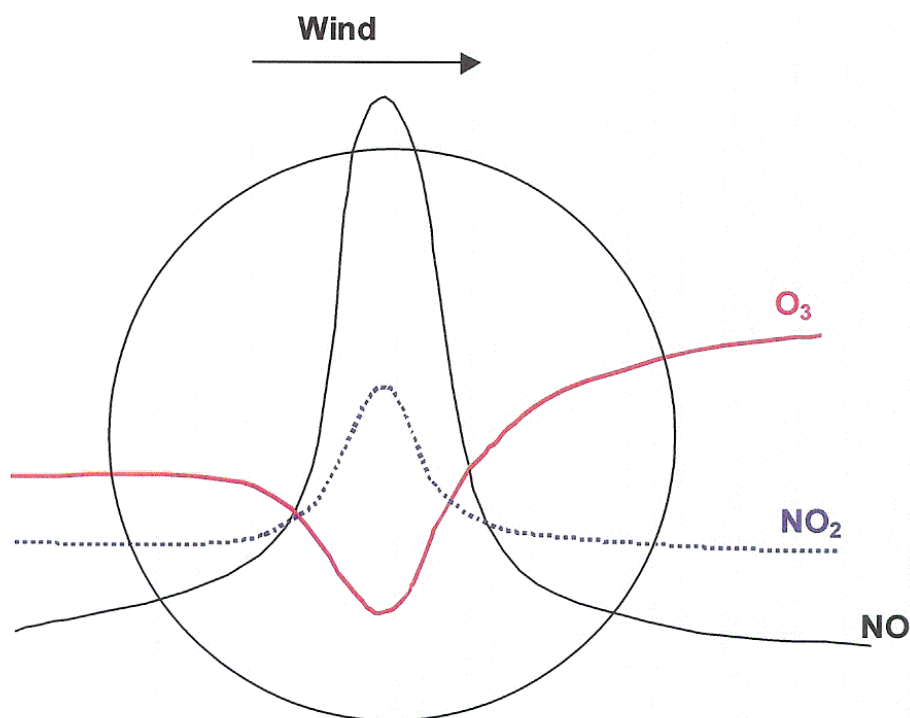


Fig. 4.21: Overmaat NO in het centrum zorgt voor een belangrijke ozonafbraak. In de rand en windafwaarts van het brongebied haalt de ozonvorming de bovenhand op de ozonafbraak.

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
- Voorhaven te Haren (41N043) sedert juli 1998

- St.-Katelijne (41B004) sedert december 2000
- Europees Parlement (41B006) sedert september 2001

4.2.1 Reglementering O₃

De richtlijn 2008/50/EG geeft **twee streefwaarden** op:

- **120 µg/m³** als **hoogste 8-uurwaarde van de dag**, niet te overschrijden op meer dan **25** dagen per kalenderjaar, gemiddeld over drie jaar
- **18.000 µg/m³.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 richtlijn 2008/50/EG geeft verder twee langetermijndoelstellingen op:

- **120 µg/m³** als **hoogste 8-uurwaarde van de dag**, gedurende een kalenderjaar
- **6.000 µg/m³.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 opgegeven voor het bereiken van deze langetermijndoelstelling.

De richtlijn 2008/50/EG geeft 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 O₃-waarden

De O₃-niveaus P98, P50 en het rekenkundig gemiddelde (GEM), van de uurwaarden gemeten tijdens opeenvolgende zomerperiodes ‘*april – september*’, in de verschillende meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden weergegeven in tabel IV.10.

In de tabellen is te zien dat de O₃-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 O₃-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/m³.

In de periode 2009-2011 waren er slechts bij uitzondering hoge ozonwaarden tijdens de zomermaanden. De zomerperiodes 2009, 2010 en 2011 behoren tot de minst ozonrijke periodes sedert het begin van de metingen. Het geringste aantal overschrijdingen werd vastgesteld tijdens de zomerperiode 2011. Tijdens de maand april 2011 echter werden er voor die periode van het jaar opvallend hoge, bijna zomerse ozonwaarden 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), Voorhaven (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, Voorhaven en Woluwe, zorgt er voor lagere O₃-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.

De evolutie van de jaargemiddelde O₃-concentratie, berekend op basis van de halfuurswaarden, wordt weergegeven in tabel IV.11.

Tabel IV.10: **O₃-UURWAARDEN : Centielen P98 en P50**
ZOMERPERIODE : 1 APRIL – 30 SEPTEMBER
 [Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

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
2009	108	112	121	124	129	110	102
2010	122	122	128	135	137	108	118
2011	106	113	116	124	126	106	111

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
2009	46	45	53	51	57	37	40
2010	44	43	52	48	54	37	41
2011	44	44	52	49	53	34	42

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

Vervolg tabel IV.10: O₃-UURWAARDEN

GEMIDDELDE O₃-CONCENTRATIE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
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
2009	48	47	56	54	60	41	43
2010	46	45	53	50	55	39	43
2011	46	47	54	52	56	37	45

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

Tabel IV.11: **JAARGEMIDDELDE O₃-Concentratie [µg/m³]**
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

BEREKENING op basis van HALFUURSWAARDEN

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				41	42		34
1996				31	34		27
1997	--			38	40		27
1998	34			38	41		29
1999	33			41	47	30	32
2000	33			39	43	25	27
2001	31	28	--	39	41	29	--
2002	33	32	38	38	41	30	27
2003	35	35	41	42	45	32	34
2004	30	32	38	38	43	28	33
2005	32	33	37	39	41	28	32
2006	35	--	40	43	46	31	35
2007	31	--	35	38	42	30	30
2008	35	37	40	41	47	29	34
2009	35	34	41	41	47	30	31
2010	33	33	39	38	43	28	32
2011	34	33	41	40	44	28	33

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

4.2.3 Overschrijdingen van de drempelwaarden voor ozon – richtlijn 2008/50/EG

Streefwaarde voor de volksgezondheid:

Volgens de richtlijn 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, gemiddeld over 3 jaar, per meetpost en voor het Brussels Gewest.

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

8-UURWAARDEN berekend op basis van HALFUURSWAARDEN
Tijdbasis Midden-Europese Tijd (MET)

Periode	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986 - 1988					(5)			
1987 - 1989					14			
1988 - 1990					19			
1989 - 1991					22			25
1990 - 1992					17			21
1991 - 1993					16			18
1992 - 1994					22			25
1993 - 1995				28	31			31
1994 - 1996				29	29		17	31
1995 - 1997				30	28		14	31
1996 - 1998				21	18		8	22
1997 - 1999				22	23		6	25
1998 - 2000	7			15	18		4	19
1999 - 2001	10			19	23	10	(4)	23
2000 - 2002	10			17	18	9	3	19
2001 - 2003	15	15		27	26	17	11	29
2002 - 2004	12	14	17	24	24	14	11	27
2003 - 2005	12	16	17	25	26	14	12	29
2004 - 2006	12	11	16	22	25	12	11	26
2005 - 2007	11	--	15	20	24	11	8	24
2006 - 2008	9	--	16	22	26	11	8	25
2007 - 2009	3	15	10	15	19	7	4	18
2008 - 2010	6	13	12	17	19	7	7	18
2009 - 2011	7	9	10	13	16	5	6	15

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 8-uurwaarden worden berekend indien minstens 75% van de halfuurswaarden beschikbaar zijn; de tijdbasis is MET (Midden-Europese Tijd).

Tijdens de jaren 2009, 2010 en 2011 waren er in het Gewest respectievelijk 15, 17 en 14 overschrijdingsdagen. Dit behoort tot de laagste aantallen sedert het begin van de metingen. Enkel tijdens de periode 1991-1993 was het aantal ongeveer even laag. Voor individuele jaargangen met een warme zomerperiode, vooral de maanden juli en augustus, worden er normaal 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 (1989-2011) bedraagt ongeveer 23. Gezien de licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie kan nog geen garantie gegeven worden inzake de haalbaarheid van deze doelstelling.

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.

OZON te UKKEL - AANTAL OVERSCHRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

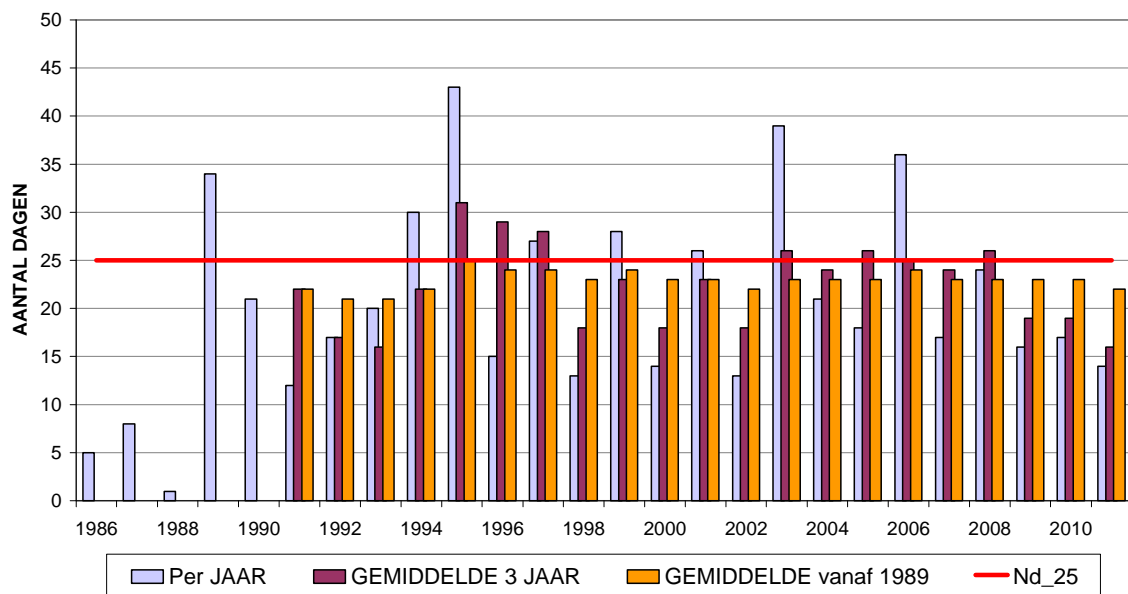


Fig. 4.22: Ozon te Ukkel: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

OZON te BERCHEM - AANTAL OverschRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m³

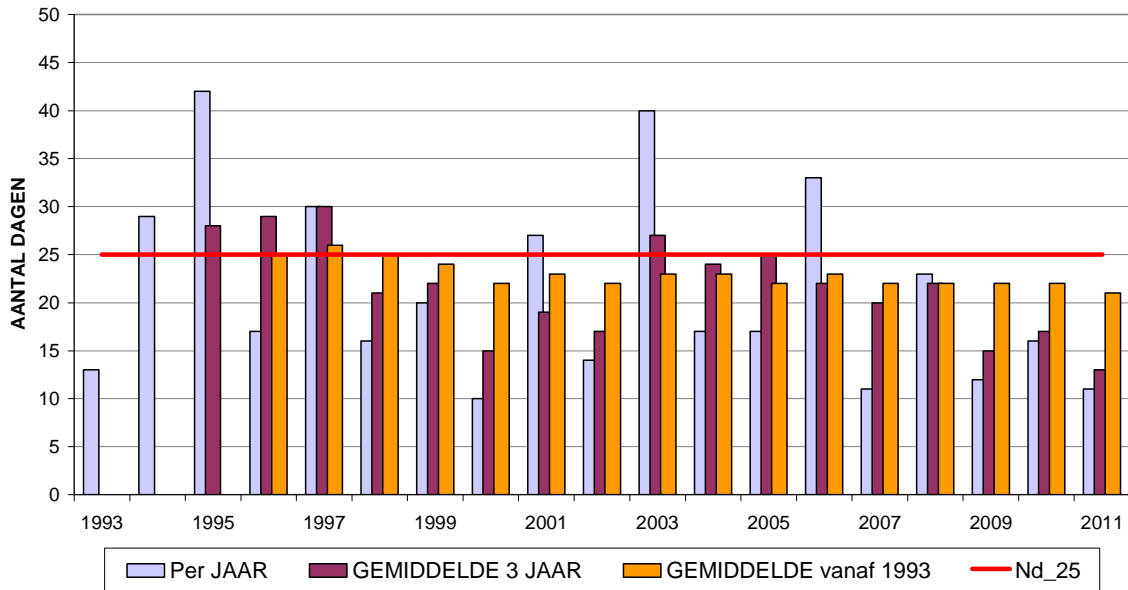


Fig. 4.23: Ozon te Berchem: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

OZON - AANTAL OverschRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m³
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

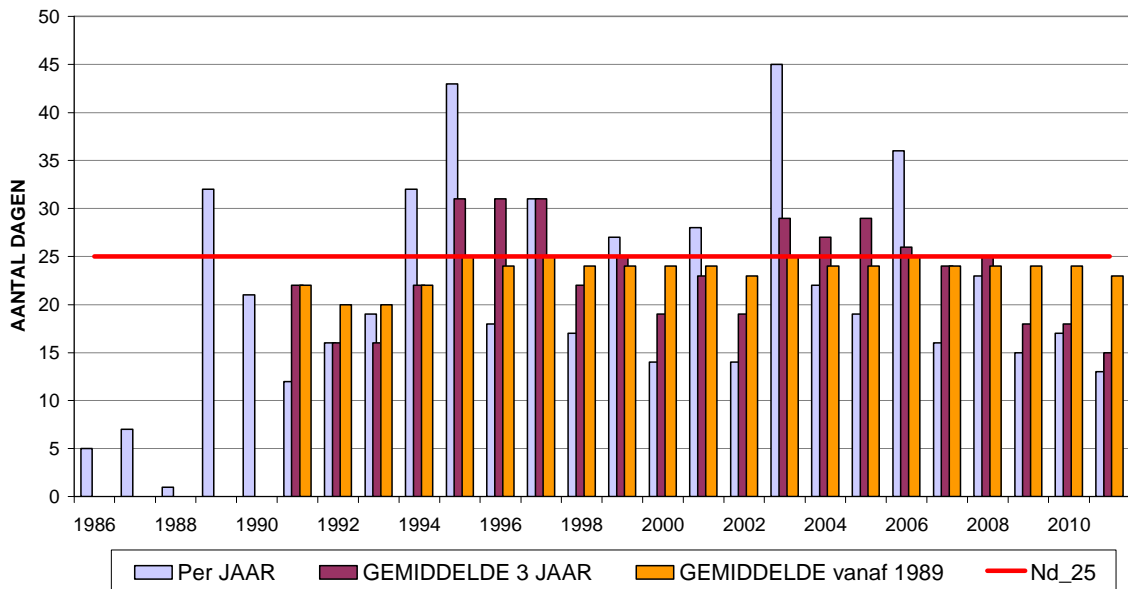


Fig. 4.24: Ozon : Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen, globaal voor het Gewest

Streefwaarde voor de vegetatie:

De O₃-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/m³.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/m³.h**.

Bij de bepaling van de gemeten AOT40 wordt de blootstelling boven de 40 ppb (= 80 µg/m³) gecumuleerd: voor de gegeven periode '1 mei – 31 juli' wordt voor elke uurperiode nagegaan of de waarde hoger is dan 80 µg/m³ en de som van alle positieve overschotten (gedeelte boven de 80 µg/m³) 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, n.l. van april tot september. De streefwaarde van de **AOT40-AS**, berekend voor deze periode, bedraagt 20.000 µg/m³.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/m³.h), te bereiken vanaf 2010, en de doelstelling over langere termijn (6.000 µg/m³.h) worden beiden aangeduid door een horizontale lijn over de gehele breedte van de grafiek.

De waarde van 18.000 µg/m³.h, streefwaarde voor een **AOT40-MJ** (*mei-juli*), gemiddeld over 5 jaar, wordt tot heden gerespecteerd. Waarden beneden de streefwaarde op lange termijn (6.000 µg/m³) zijn nog niet direct te verwachten in de meetposten te Ukkel en 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/m³.h) wordt eveneens in de grafiek aangeduid. Voor jaargangen met een warme zomerperiode kan de waarde van 20.000 µg/m³ voor de **AOT40-AS** (april – september) van het jaar nog benaderd of overschreden worden op de meetposten te Ukkel en Berchem.

De matige kwaliteit van de zomerperiodes 2009, 2010 en 2011 heeft geleid tot een duidelijke daling van de AOT-waarden als gemiddelde over de jongste 5 jaar, zoals kan opgemaakt worden uit de resultaten voor de periode 2007 – 2011 (zie tabel IV.13 en IV.14).

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
2005 – 2009	7.748	(9.363)	10.152	13.114	15.048	7.609	6.587
2006 – 2010	7.551	(8.578)	10.176	12.902	14.742	7.188	6.658
2007 – 2011	5.037	7.507	7.610	9.456	11.221	4.853	4.675

() : gemiddelde over 3 jaar binnen een periode van 5 jaar

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]

	AOT40 – APRIL - SEPTEMBER						
Periode	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
2005 - 2009	9.847	(7.235)	13.756	17.735	20.815	9.318	8.020
2006 - 2010	9.527	(10.749)	13.541	17.171	20.144	8.783	7.900
2007 - 2011	7.612	10.383	11.727	14.613	17.476	6.991	6.591

() : gemiddelde over 3 jaar binnen een periode van 5 jaar

OZON - AOT40-MJ - GEMIDDELD over 5 JAAR

Periode : MEI - JULI - 8-20 h MET

AOT berekend voor 100% beschikbaarheid van de gegevens

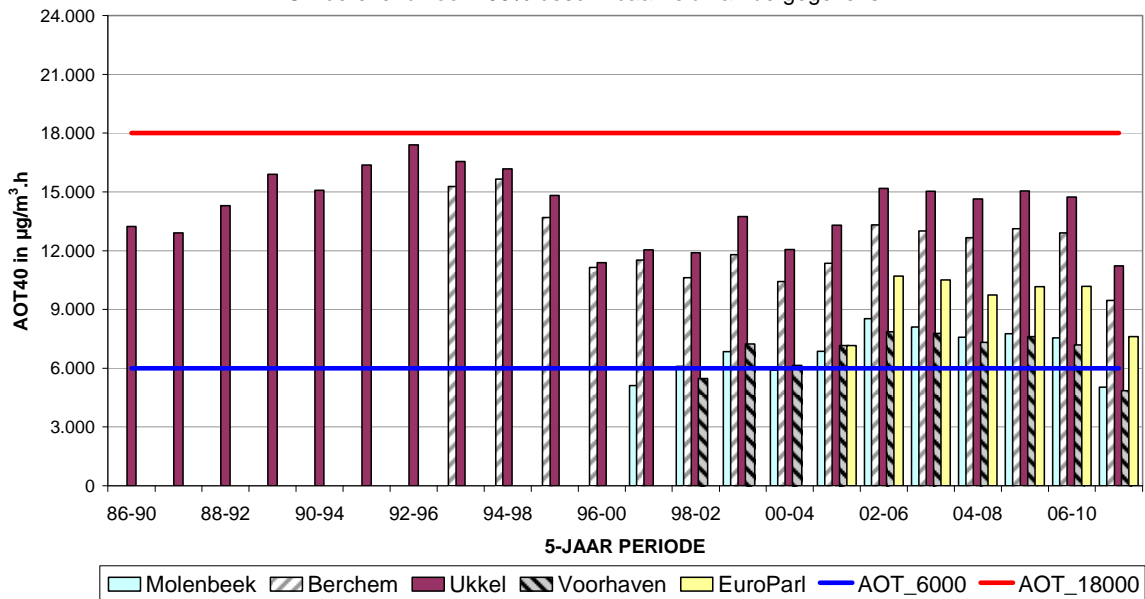


Fig. 4.25: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-MJ - Resultaten gemiddeld over 5 jaar AOT40 over de periode Mei-Juli, 8-20 h MET – Midden Europese tijd Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]

OZON - AOT40-AS - GEMIDDELD over 5 JAAR

Periode : APRIL - SEPTEMBER - 8-20 h MET

AOT berekend voor 100% beschikbaarheid van de gegevens

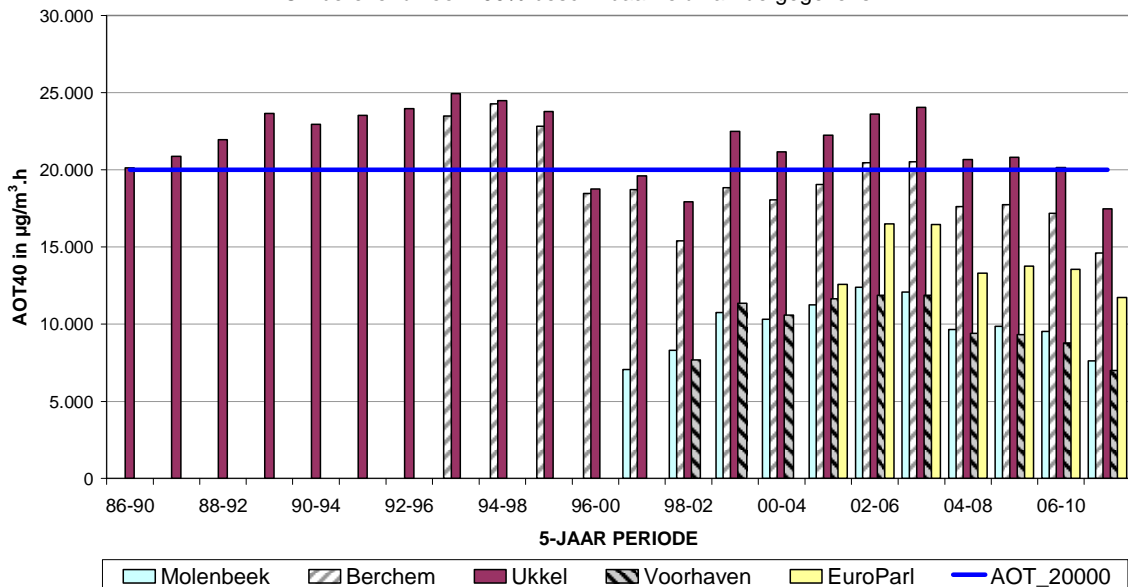


Fig. 4.26: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-AS - Resultaten gemiddeld over 5 jaar AOT40 over de periode April-September, 8-20 h MET – Midden Europese tijd Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]

Informatiedrempel – 180 µg/m³ 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/m³**

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
2009	1	1	2	2	3	1	0	4
2010	0	1	1	1	3	1	0	3
2011	0	0	0	0	0	0	0	0

() : 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 cumulatieve frequentieverdeling (zie verder), namelijk hogere of meer frequent voorkomende O₃-piekwaarden tijdens de warmere zomerperiodes. Tijdens de zomerperiodes 2009, 2010 en 2011 waren er zeer weinig of geen overschrijdingen van de informatiedrempel.

Alarmdrempel – 240 µg/m³ 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/m³

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
2009	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0

() : minder dan 90% van de gegevens beschikbaar

Piekconcentraties van ozon hoger dan 240 µg/m³ 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. Tijdens de zomerperiodes van 2009, 2010 en 2011 waren er geen overschrijdingen van de alarmdrempel.

Overzicht Overschrijdingdagen volgens richtlijn 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	10	
1988	0	0	1	
1989	12	3	35	
1990	10	0	28	
1991	3	0	13	22
1992	6	0	23	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
2009	4	0	15	18
2010	3	0	17	18
2011	0	0	13	15

Het hoogste aantal dagen met overschrijding voor de drempelwaarden van korte duur (uurwaarden) wordt opgetekend tijdens de warme en ozonrijke zomerperioden 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 O₃-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/m³, 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, kan er nog garantie gegeven worden inzake het respecteren van de doelstellingen die van kracht zijn vanaf het jaar 2010.

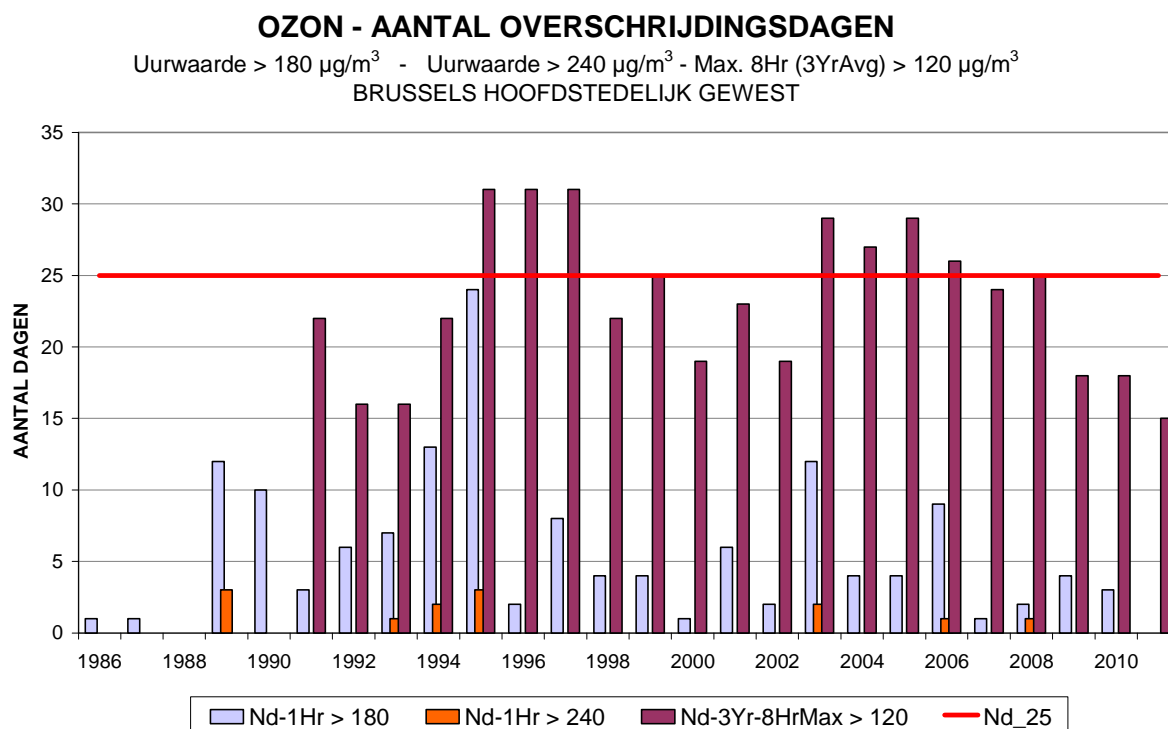


Fig. 4.27: Ozon - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen
 Globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december
 Uurwaarde > 180 µg/m³ - Uurwaarde > 240 µg/m³
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m³ (gemiddelde over 3 jaar)

OZON te UKKEL - AANTAL Overschrijdingsdagen

Uurwaarde > 180 µg/m³ - Uurwaarde > 240 µg/m³ - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 µg/m³

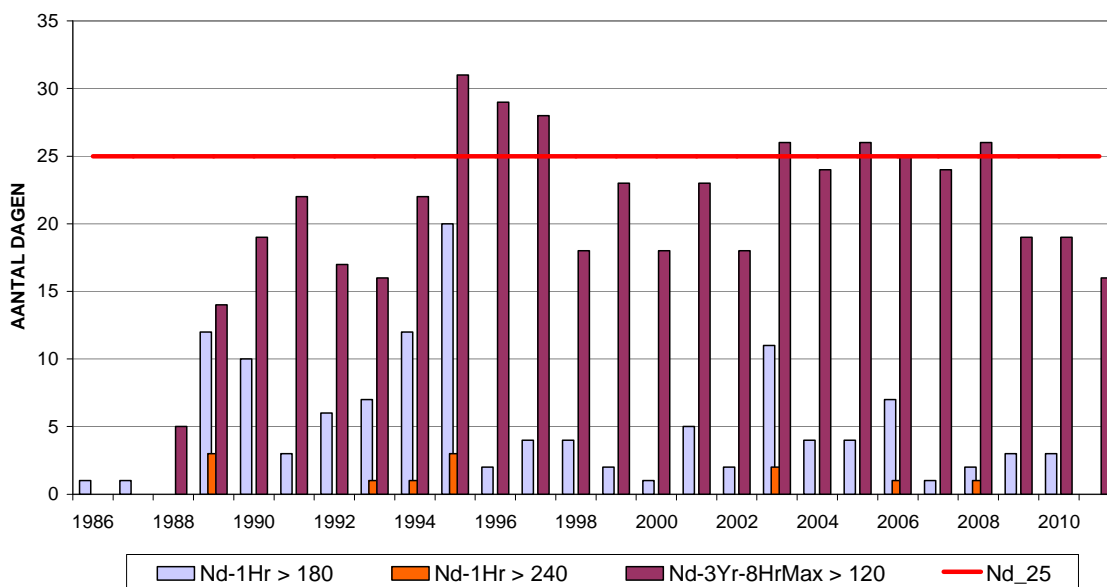


Fig. 4.28: Ozon te Ukkel - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december
 Uurwaarde > 180 µg/m³ - Uurwaarde > 240 µg/m³
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m³ (gemiddelde over 3 jaar)

OZON te BERCHEM - AANTAL Overschrijdingsdagen

Uurwaarde > 180 µg/m³ - Uurwaarde > 240 µg/m³ - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 µg/m³

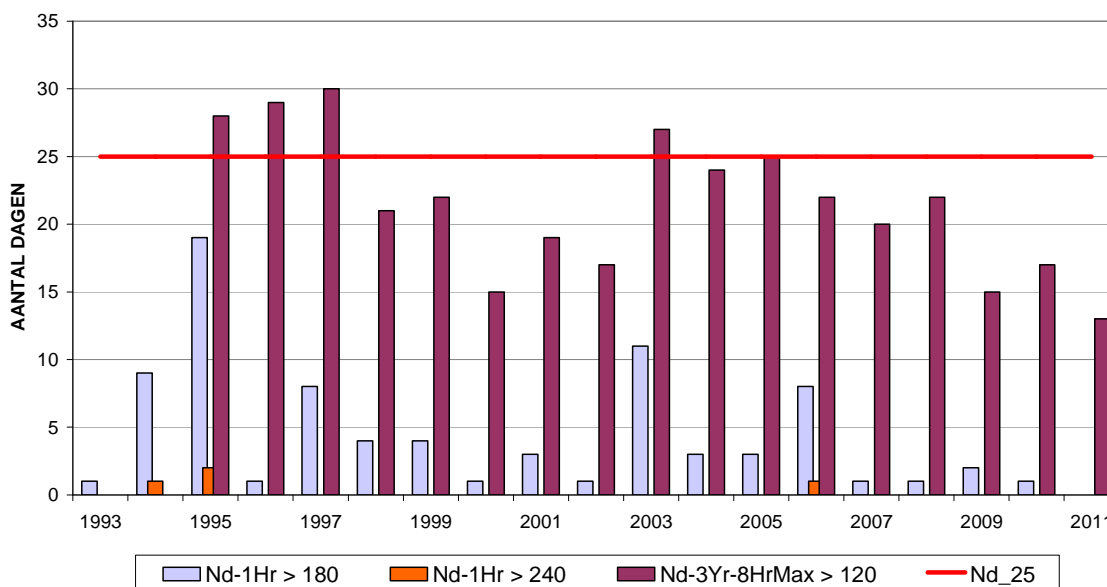


Fig. 4.29: Ozon te Berchem - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december
 Uurwaarde > 180 µg/m³ - Uurwaarde > 240 µg/m³
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m³ (gemiddelde over 3 jaar)

4.2.4 Overschrijdingen van de O₃-drempelwaarden volgens een oudere richtlijn 1992/72/EG

Deze voormalige richtlijn is opgeheven met ingang van 9 september 2003. Om een eventuele vergelijking met vorige rapporten mogelijk te maken wordt in tabel IV.18 nog een beknopt overzicht gegeven van het aantal overschrijdingen volgens deze oudere richtlijn.

Aantal dagen met :

- uurwaarden hoger dan 180 µg/m³ [Nd_1Hr > 180]
- uurwaarden hoger dan 200 µg/m³ [Nd_1Hr > 200]
- dagwaarde hoger dan 65 µg/m³ [Nd_24Hr > 65]
- 8-uurwaarden hoger dan 110 µg/m³ [Nd_8Hr > 110]

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

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 200	Nd_24Hr > 65	Nd_8Hr > 110
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
2009	4	0	74	26
2010	3	0	49	20
2011	0	0	52	21

Overschrijdingen van de uurwaarde van $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden tot heden nog nooit vastgesteld. Het hoogste aantal overschrijdingen, wijzend op een meer permanente blootstelling aan ozon, n.l. dagwaarden $> 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

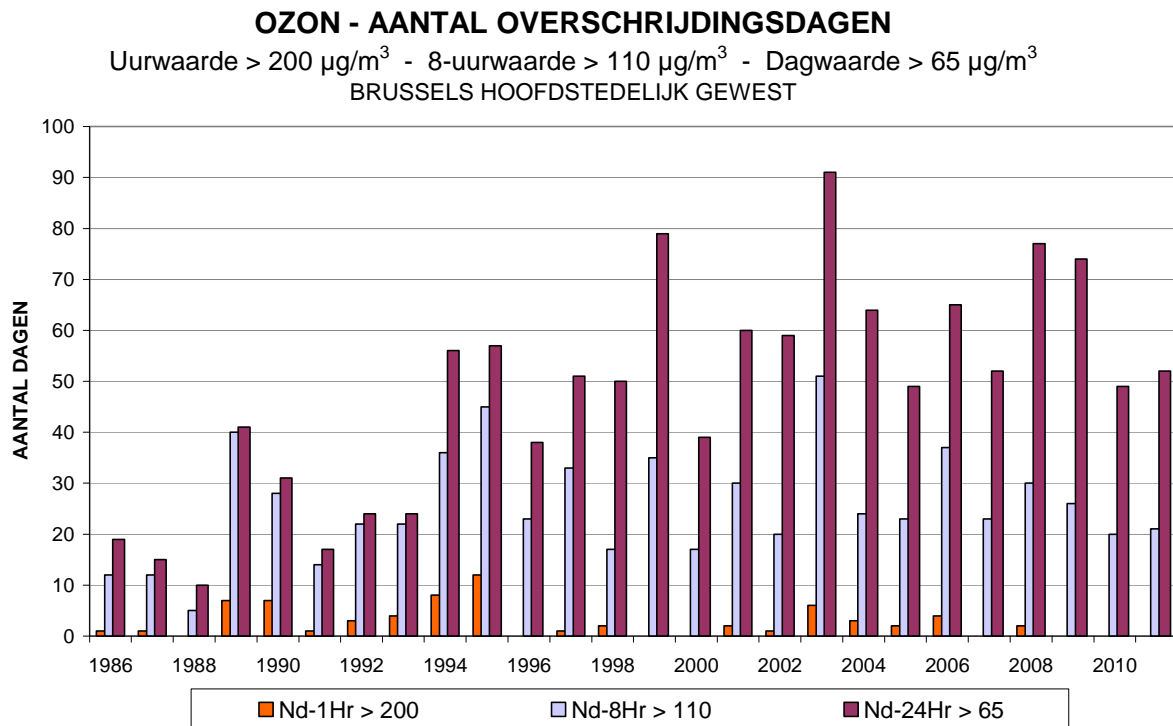


Fig. 4.30: Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen – Richtlijn 1992/72/EG
 Globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
 Jaarperiodes : 1 januari – 31 december
 Uurwaarde $> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 8-Uurwaarde $> 110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Dagwaarde $> 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4.2.5 Evolutie O₃-waarden over langere termijn

In figuur 4.31 wordt de evolutie van de O₃-vervuiling in de tijd weergegeven voor de periodes 1986 t/m 2011. 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 O₃-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 2010 – maart 2011” en de grafiek onderaan naar de zomerperiode “april – september 2011”. 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 zomerperiode ‘april – september 2011’ en de kaart onderaan verwijst naar de winterperiode ‘oktober 2010 – maart 2011’. 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 NO₂-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 2010 – maart 2011’ en de grafiek onderaan naar de zomerperiode ‘april – september 2011’. 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, NO₂, O₃ en de som van [O₃ + NO₂], uitgemiddeld over drie opeenvolgende zomerperiodes “april – september” 2009, 2010 en 2011. 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, NO₂) of toename (O₃) van de concentratie tijdens het weekeinde kan eenvoudig afgelezen worden. Voor de meetposten te Ukkel en Molenbeek nemen de gemiddelde O₃-concentraties toe met respectievelijk 10 en 15% op zaterdag en met 20 en 30% op zondag.

In figuur 4.37 wordt het gemiddeld O₃-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 in de Voorhaven is er heel wat verkeer en het aanwezige NO zorgt voor de afbraak van een gedeelte van het ozon. Het ozondagprofiel in de Voorhaven 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 2009. Tijdens de ozonrijke zomerperiode van 2003 wordt een hoger dagprofiel vastgesteld dan tijdens de zomerperiode van 2009.

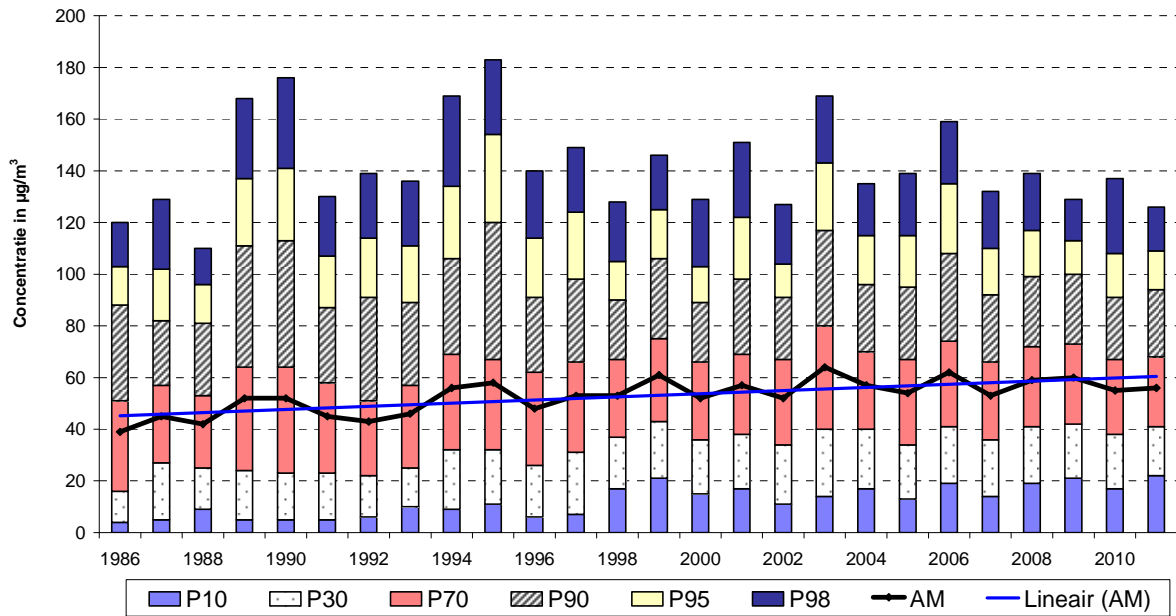
In figuur 4.38 wordt het gemiddeld dagverloop weergegeven voor NO₂ en voor de som van [O₃ + NO₂], uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. De resultaten hebben betrekking op dezelfde drie meetposten en op de selectie ‘alle dagen’ van de periode ‘mei-augustus’ 2009. Het NO₂-dagverloop vertoont een complementair beeld aan het O₃-dagverloop. Het hoogste NO₂-dagprofiel wordt opgetekend in de meetpost in de Voorhaven: een gedeelte van het surplus aan NO (verkeer) wordt geoxideerd tot NO₂. Het complementaire karakter van beide dagprofielen blijkt overduidelijk uit de grafiek onderaan met het gemiddeld dagverloop voor [O₃ + NO₂].

De grafieken in figuur 4.39 geven, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en in de Voorhaven, het O₃-dagverloop weer tijdens de zomerperiode ‘*april – september 2009*’. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de situatie op *werkdagen* en op *niet-werkdagen*.

De O₃-concentraties zijn gemiddeld **hogere** op *niet-werkdagen* (zaterdag, zon- en feestdagen) en gemiddeld **lager** op *werkdagen*. De verschillen van de O₃-niveaus tussen beide types dagen zijn groter op meetplaatsen in de nabijheid van het verkeer (Voorhaven). 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 2011). 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 [O₃ + NO₂], uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. Het complementair gedrag van de dagprofielen voor O₃ en NO₂ blijkt opnieuw zeer duidelijk, tussen meetposten onderling, maar ook tussen *werkdagen* en *niet-werkdagen*. Deze complementariteit tussen ozon en NO₂ blijkt elk jaar opnieuw, met **lagere NO₂-waarden** op de *niet-werkdagen* en **hogere NO₂-waarden** op *werkdagen*. De som van de O₃- en NO₂-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"

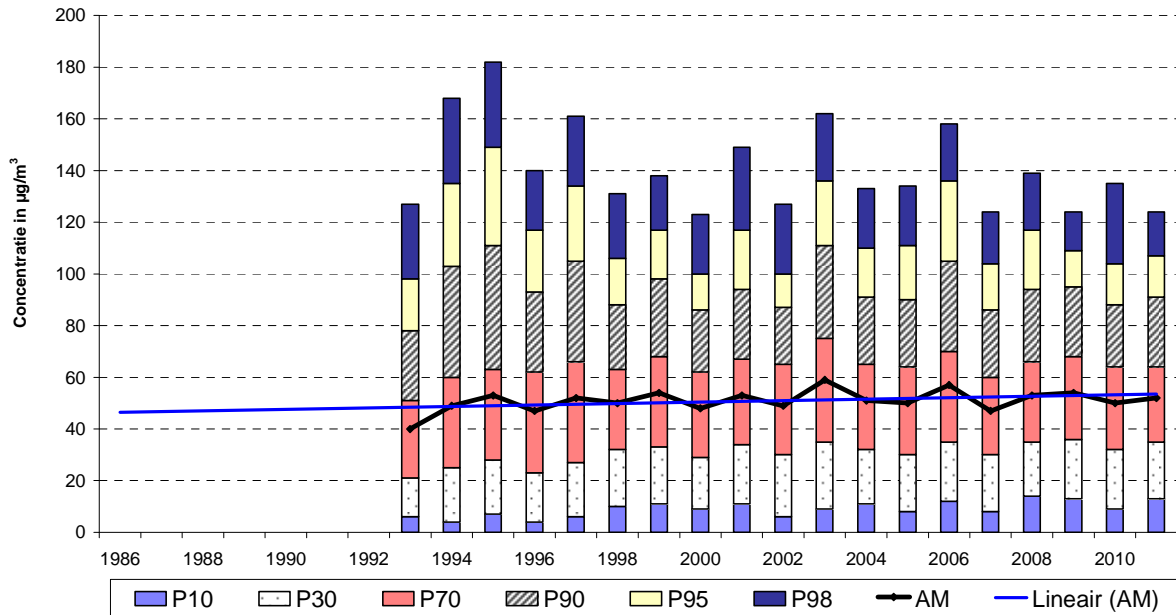
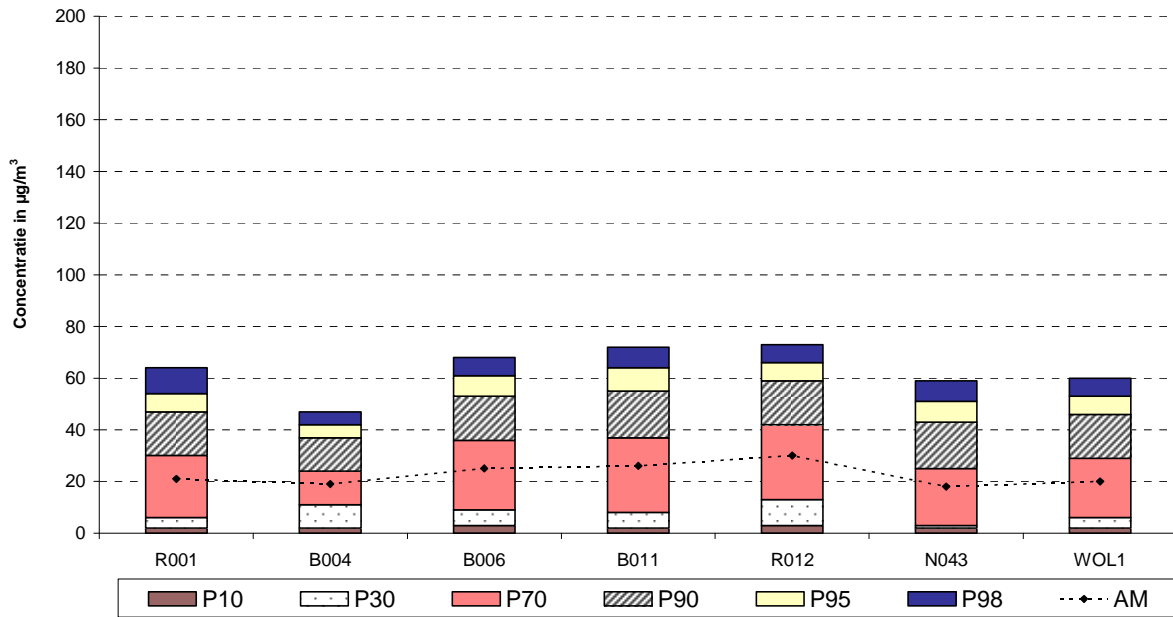


Fig. 4.31 : Evolutive O₃-concentratie te Ukkel (R012) en Berchem (B011)
 Zomerperiodes 1986 – 2011

O₃ - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
WINTERPERIODE "OKTOBER 2010 - MAART 2011"



O₃ - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2011"

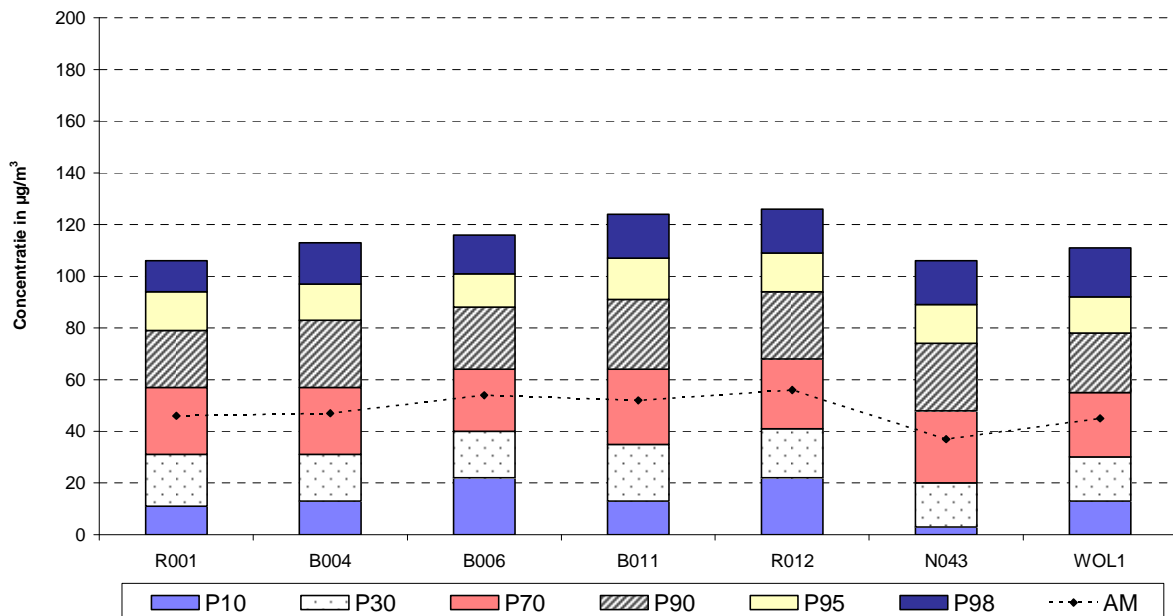


Fig. 4.32: Vergelijking van de O₃-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en Zomerperiode 'april – september 2011'

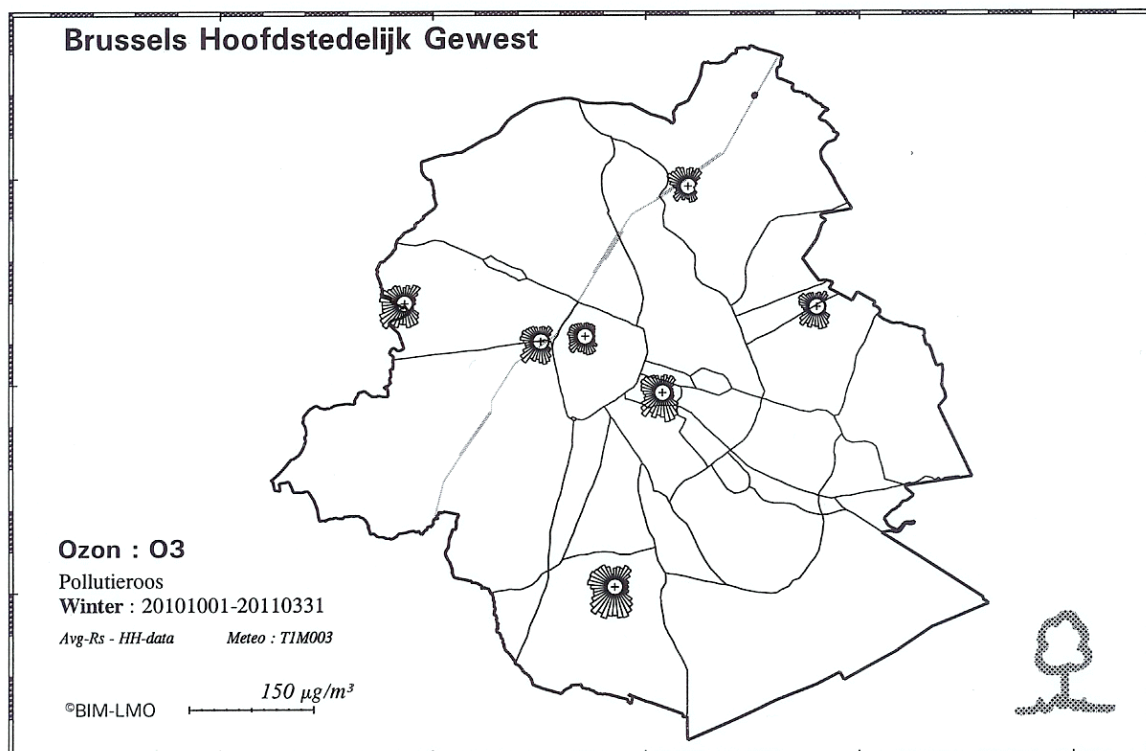
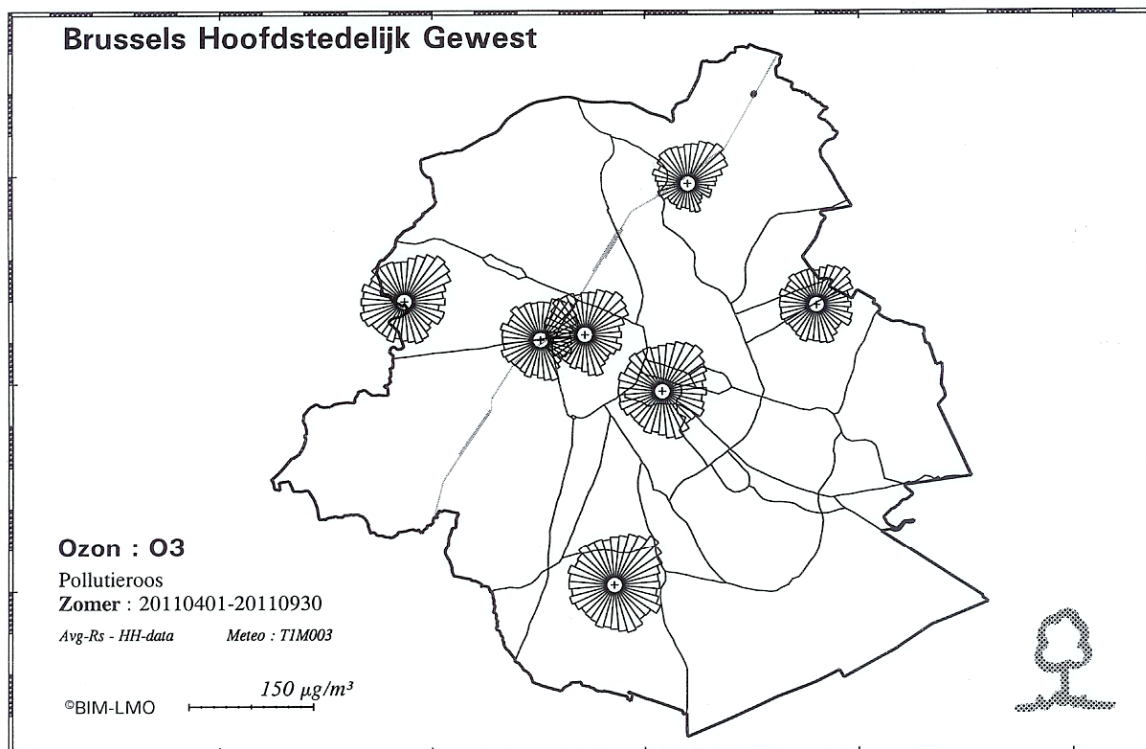
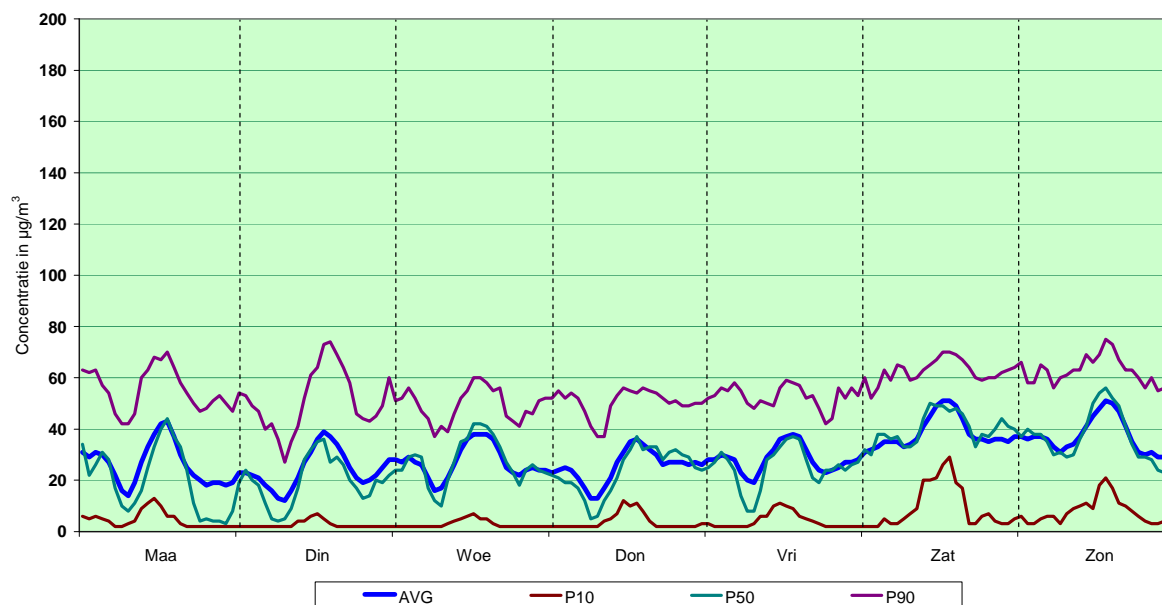


Fig. 4.33: Pollutierozen - Ruimtelijke spreiding O₃-concentraties tijdens zomer en winter

O₃ te UKKEL (R012)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



O₃ te UKKEL (R012)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

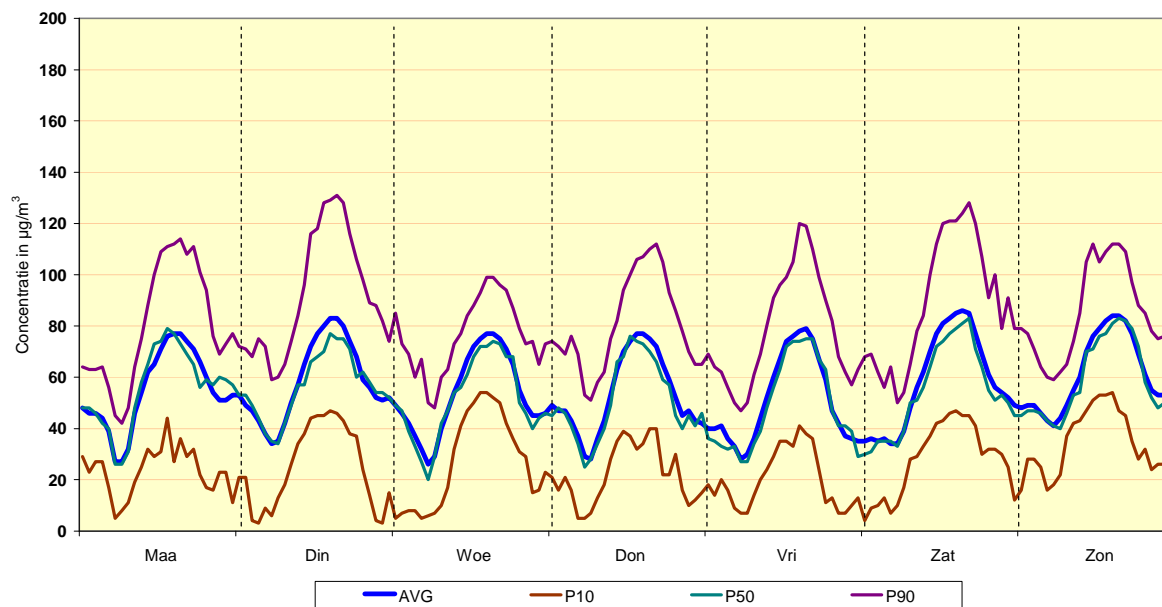


Fig. 4.34: Meetpost te Ukkel – Gemiddeld weekverloop O₃-concentratie tijdens winter en zomer
 Gemiddelde concentratie (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

B011 - Week Pattern for NO, NO₂, O₃ and [NO₂+O₃]
 Period : Average Summer "April-September" (2009 - 2010 - 2011)

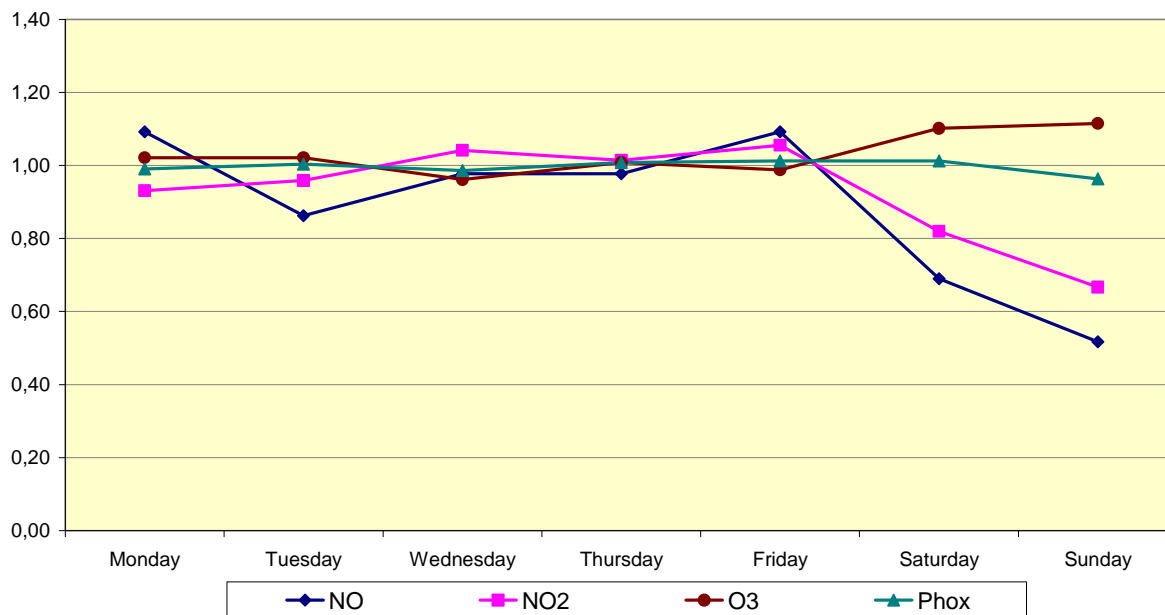


Fig. 4.35: Meetpost te Berchem – Genormeerd weekpatroon voor NO, NO₂, O₃ en [O₃ + NO₂], over drie opeenvolgende zomerperiodes 'april – september' 2009, 2010 en 2011

R001 - Week Pattern for NO, NO₂, O₃ and [NO₂+O₃]
 Period : Average Summer "April-September" (2009 - 2010 - 2011)

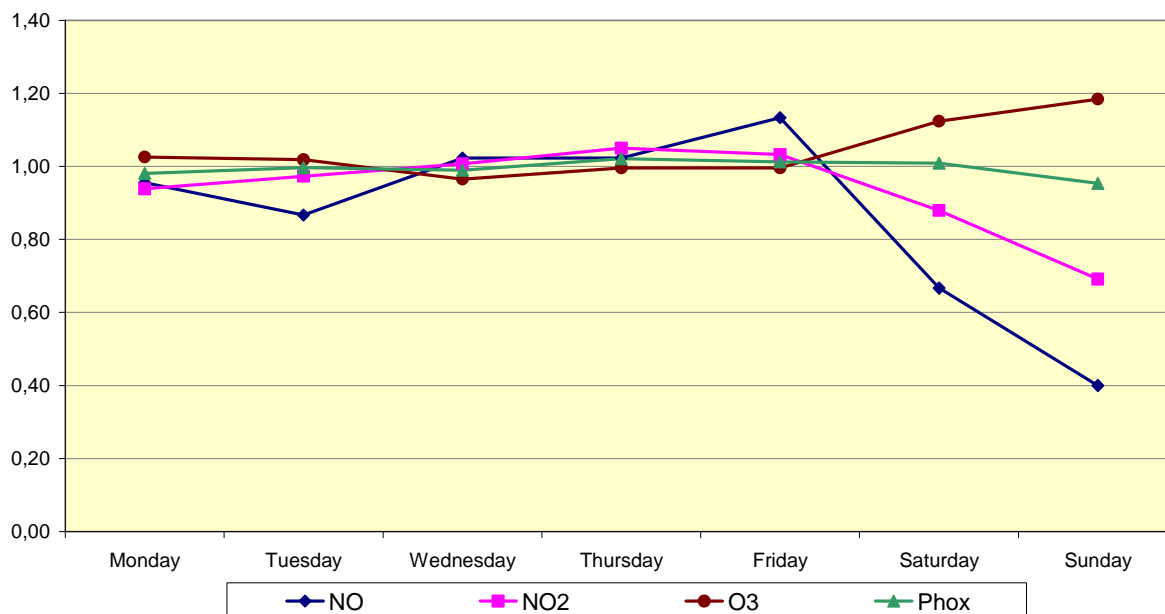


Fig. 4.36: Meetpost te Molenbeek – Genormeerd weekpatroon voor NO, NO₂, O₃ en [O₃ + NO₂], over drie opeenvolgende zomerperiodes 'april – september' 2009, 2010 en 2011

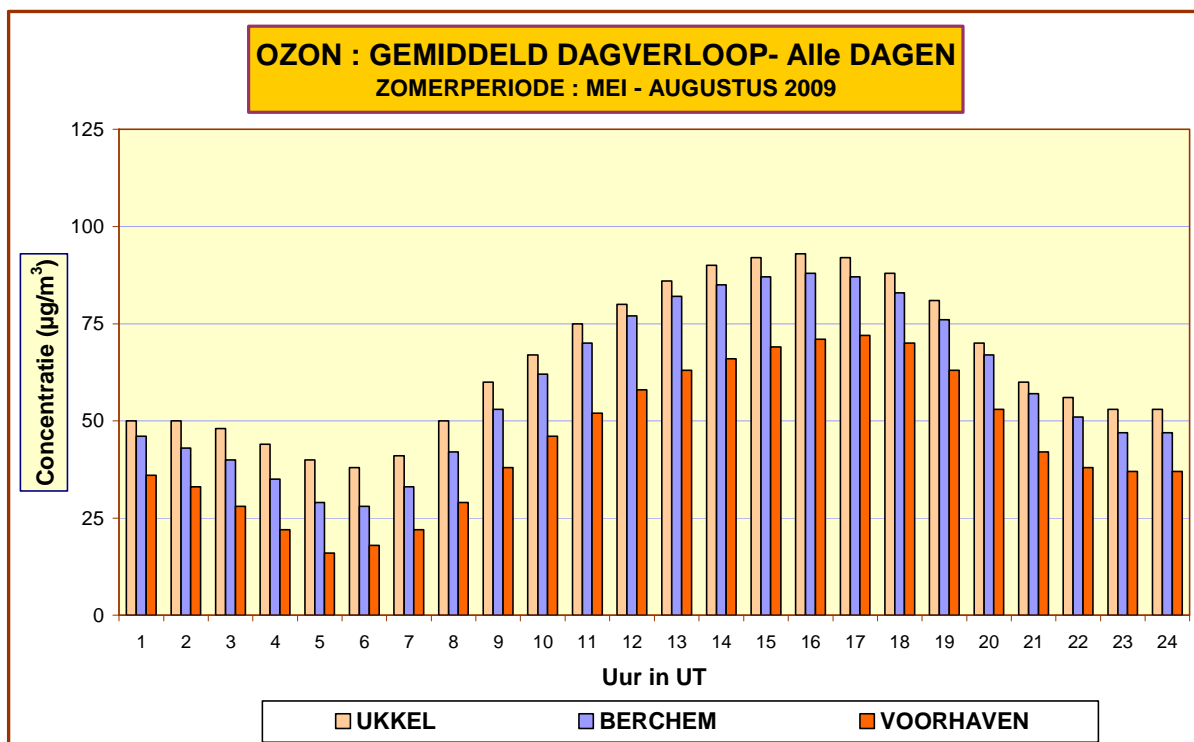
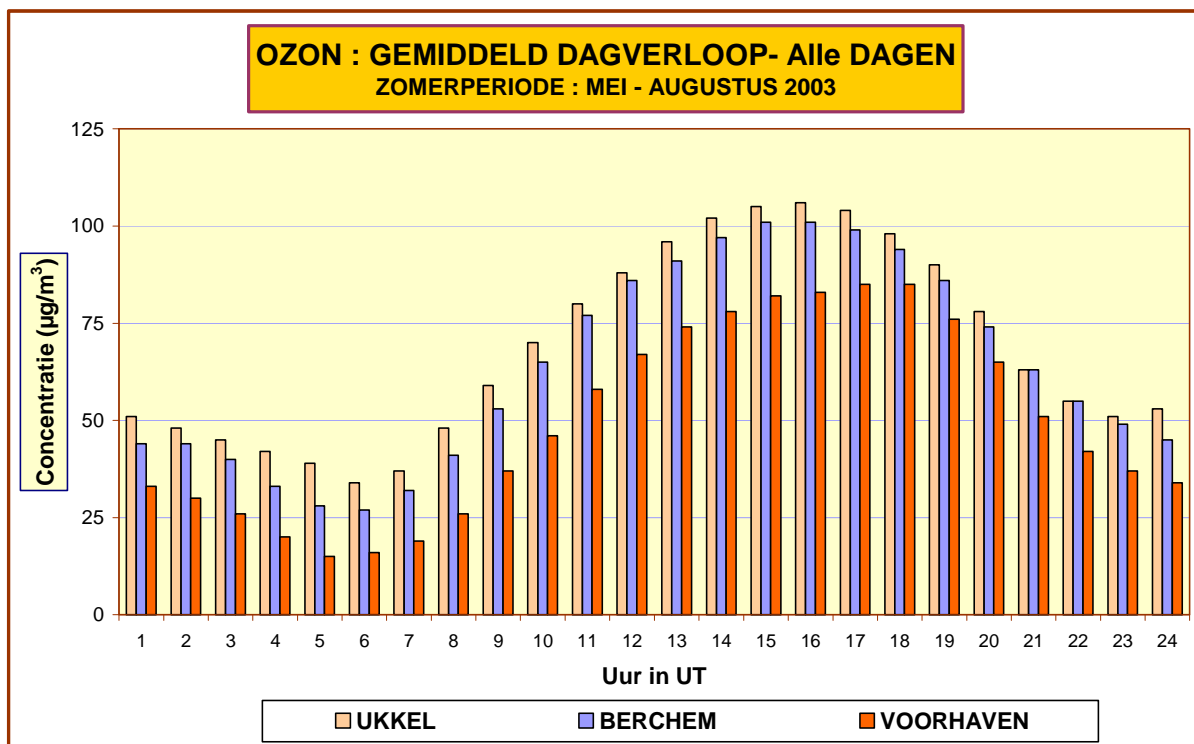


Fig. 4.37: Ozon – Vergelijking van het gemiddeld dagverloop (*alle dagen*) tussen 3 meetposten Periode 'mei – augustus' 2003 en 2009

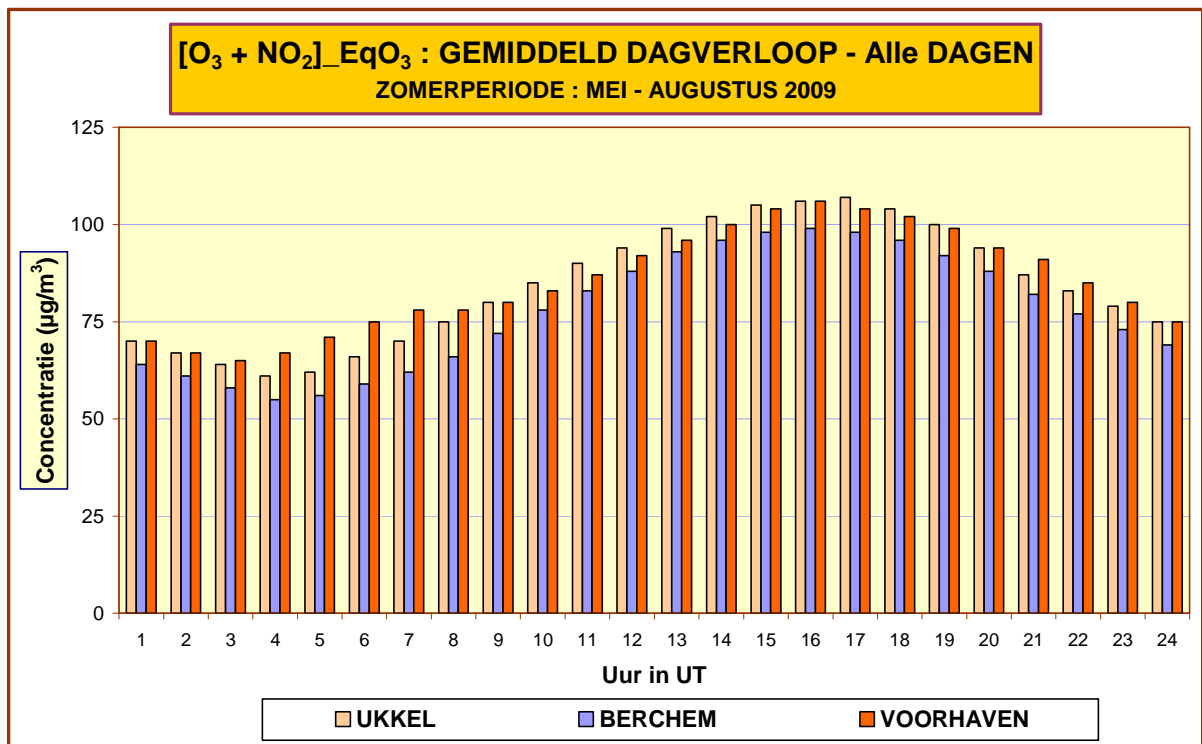
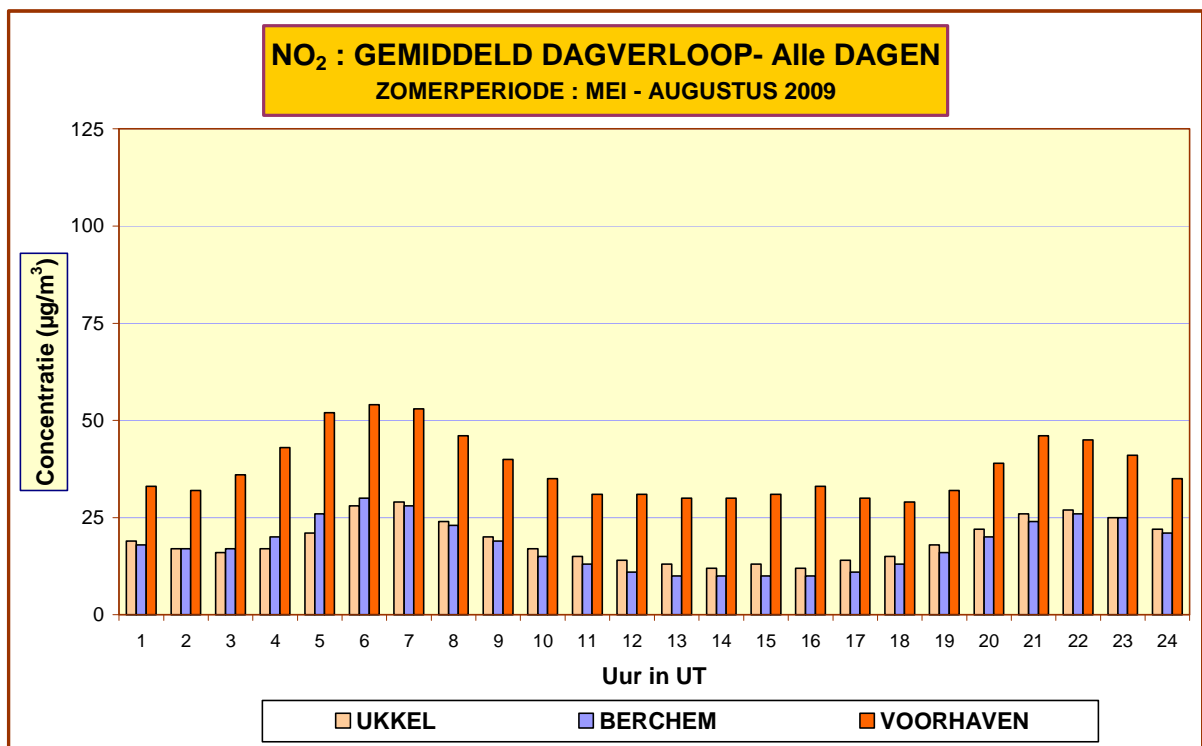
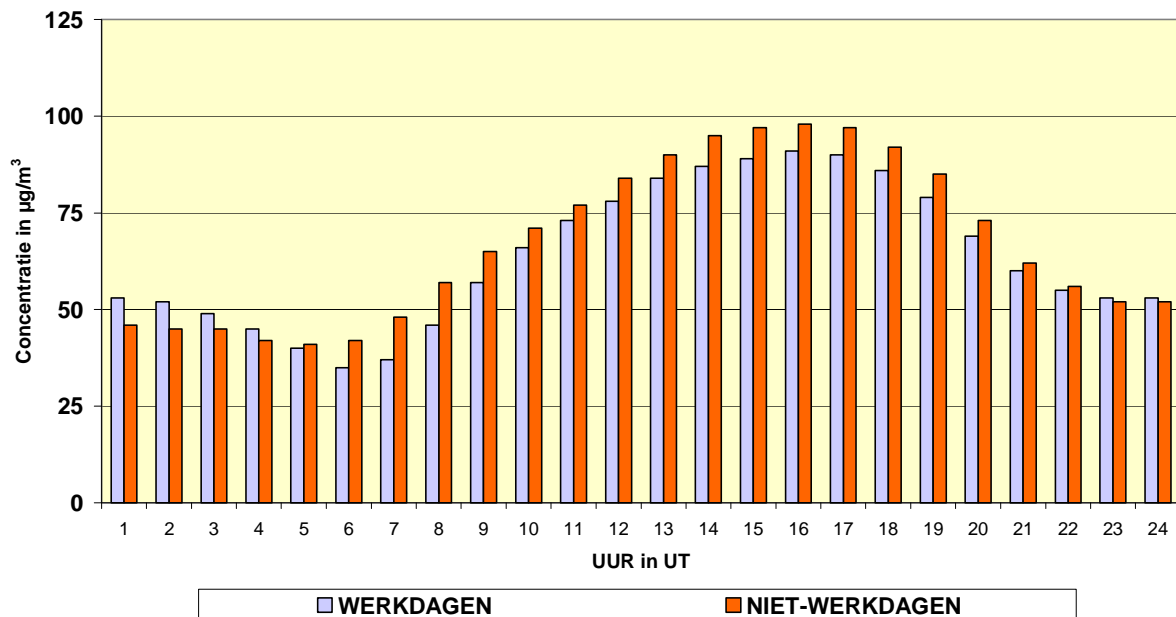


Fig. 4.38: Gemiddeld dagverloop NO₂ en van de som van [O₃ + NO₂] Vergelijking tussen 3 meetposten – Periode 'mei – augustus 2009'

OZON - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP
WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN
 ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2009



OZON - VOORHAVEN - GEMIDDELD DAGVERLOOP
WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN
 ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2009

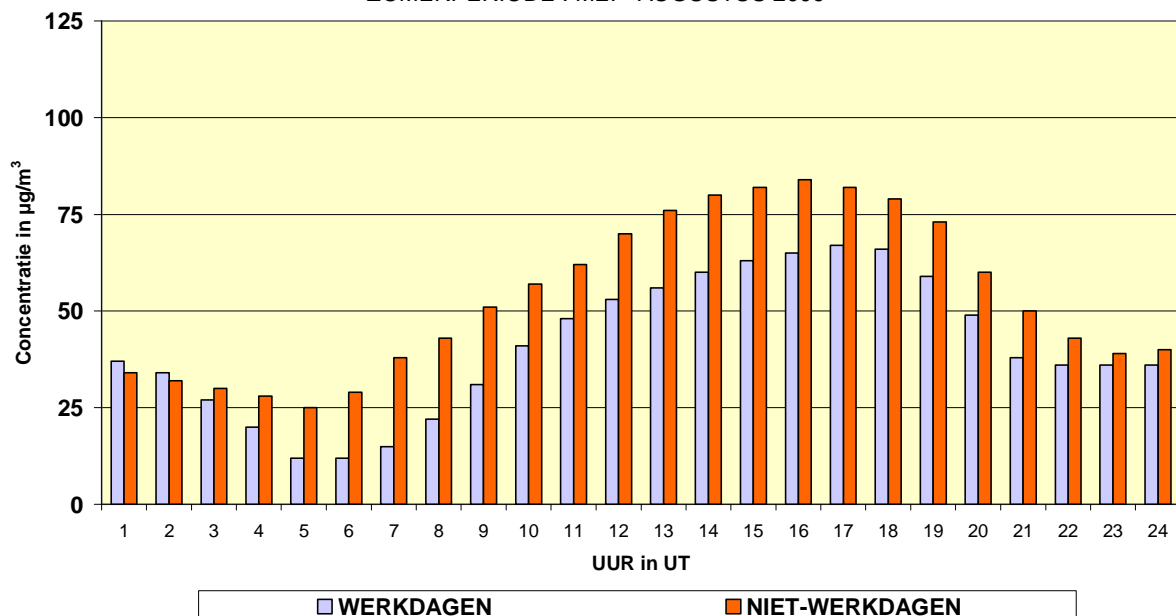
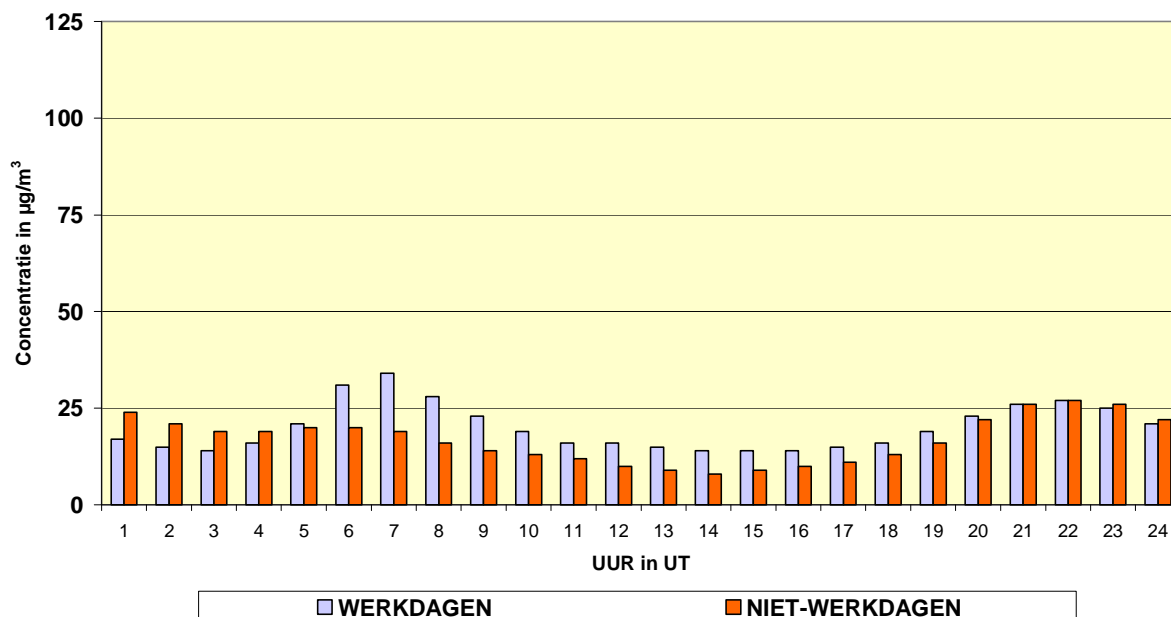


Fig. 4.39.a: Ozon – Vergelijking gemiddeld dagverloop op werkdagen en niet-werkdagen
 Meetposten te Ukkel en Voorhaven (verkeer) – Periode ‘mei – augustus 2009’

NO₂ - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP

WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2009



NO₂ - VOORHAVEN - GEMIDDELD DAGVERLOOP

WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2009

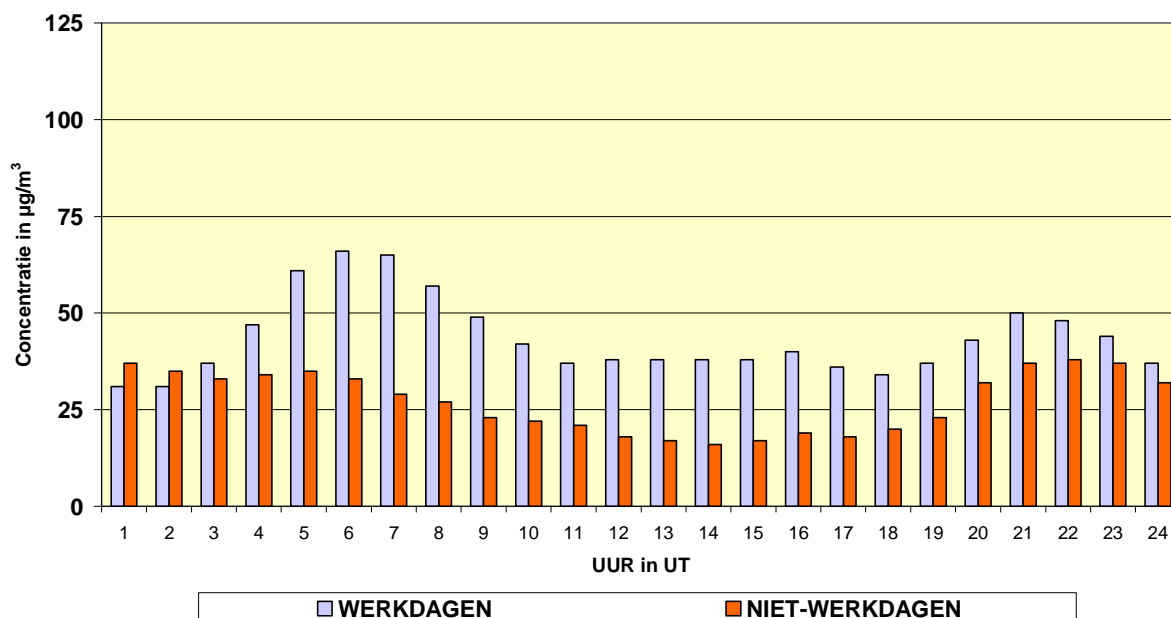
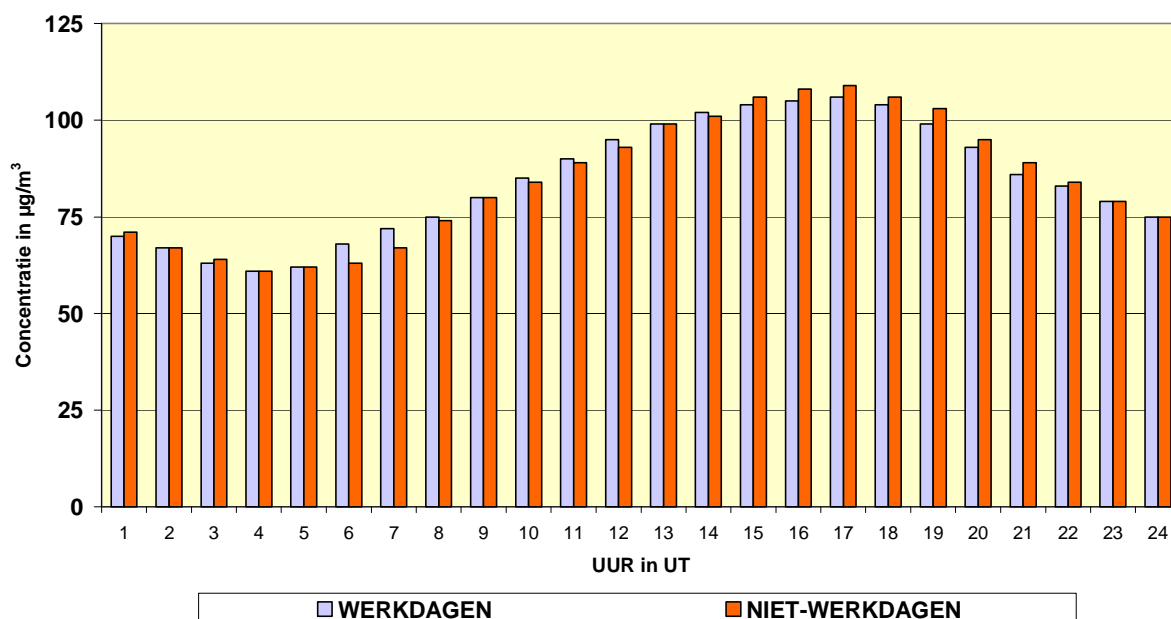


Fig. 4.39.b: NO₂ – Vergelijking gemiddeld dagverloop op *werkdagen* en *niet-werkdagen* Meetposten te Ukkel en Voorhaven (verkeer) – Periode ‘mei – augustus 2009’

[O₃ + NO₂] - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP

WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2009



[O₃ + NO₂] - VOORHAVEN - GEMIDDELD DAGVERLOOP

WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2009

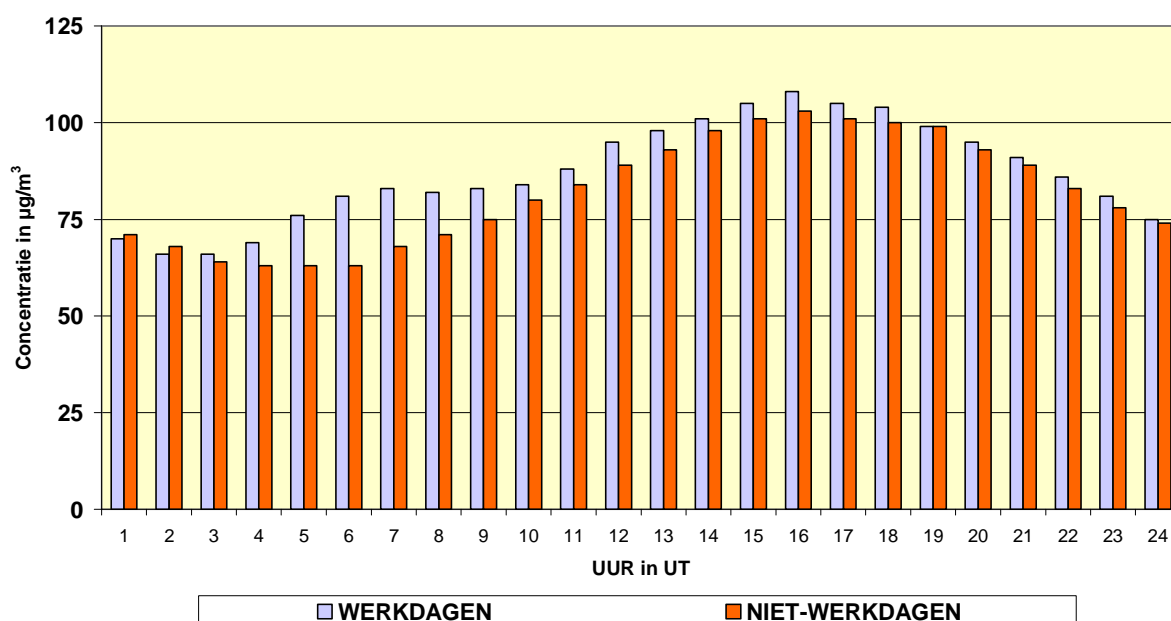


Fig. 4.40 [O₃ + NO₂] – Vergelijking gemiddeld dagverloop op *werkdagen* en *niet-werkdagen* Meetposten te Ukkel en Voorhaven – Periode ‘mei – augustus 2009’

4.2.6 Rendement en nauwkeurigheid van de ozonmetingen

In tabel IV.19 hierna wordt een overzicht gegeven van de rendementen (%-opbrengst) van de O₃-meetgegevens. De nauwkeurigheid van de O₃-resultaten wordt vastgesteld bij de 6-maandelijke 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: O₃-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
2009	97.1	96.5	97.4	96.4	96.4	95.8	91.9
2010	97.2	97.8	98.2	98.0	97.6	97.9	95.2
2011	97.8	97.4	97.6	97.7	96.9	97.6	97.5

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

4.3 ZWEVENDE DEELTJES : MASSACONCENTRATIE PM10 en PM2.5, AANTAL DEELTJES en BLACK CARBON

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 ademhalingssysteem 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.

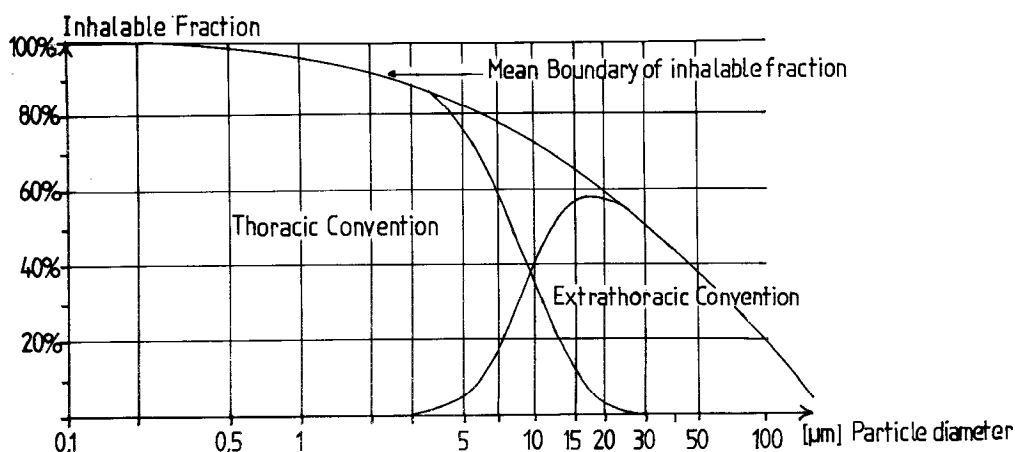


Fig. 4.41: Inadembare fractie volgens deeltjesgrootte
Field Measurements of Suspended Particulates – report to CEC, J.Müller, Frankfurt 1984

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 μm en een tweede maximum bij 2,5 à 5 μm . De tri-modale verdelingen geven nog een maximum aan voor ultrafijne deeltjes met een diameter van 0,01 tot 0,03 μm .

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 μm). Een gedeelte van de nitraatdeeltjes is ook groter dan 1 μm . De deeltjes van natuurlijke oorsprong zoals zand en kleideeltjes, zeezout, etc... behoren voornamelijk tot de wat grovere fractie (2,5 à 10 μm).

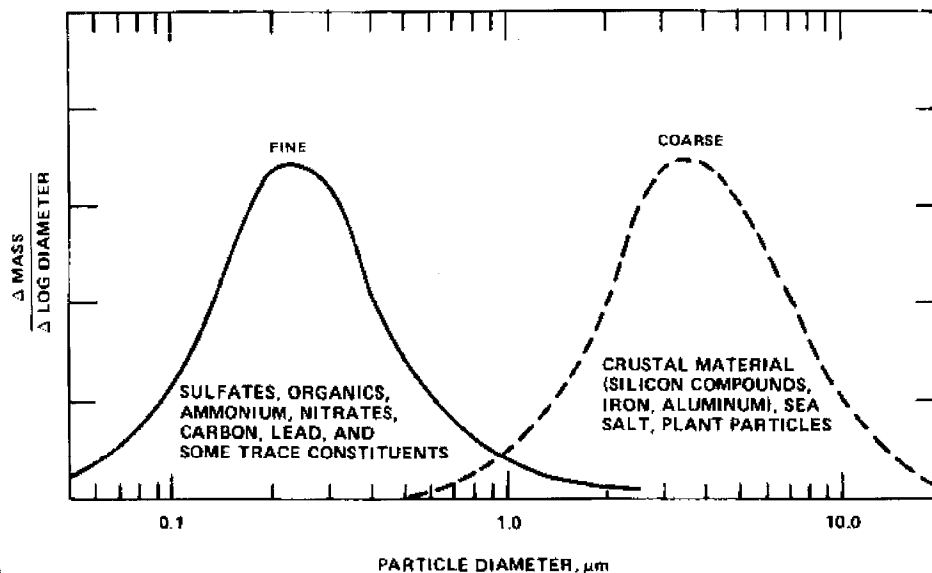


Fig. 4.42 : Bi-modale verdeling van de deeltjesgrootte met aanduiding van het soort deeltjes
Aerosol Measurement, Willeke and Baron, 1993 - R&P Seminar – Antwerp 2002

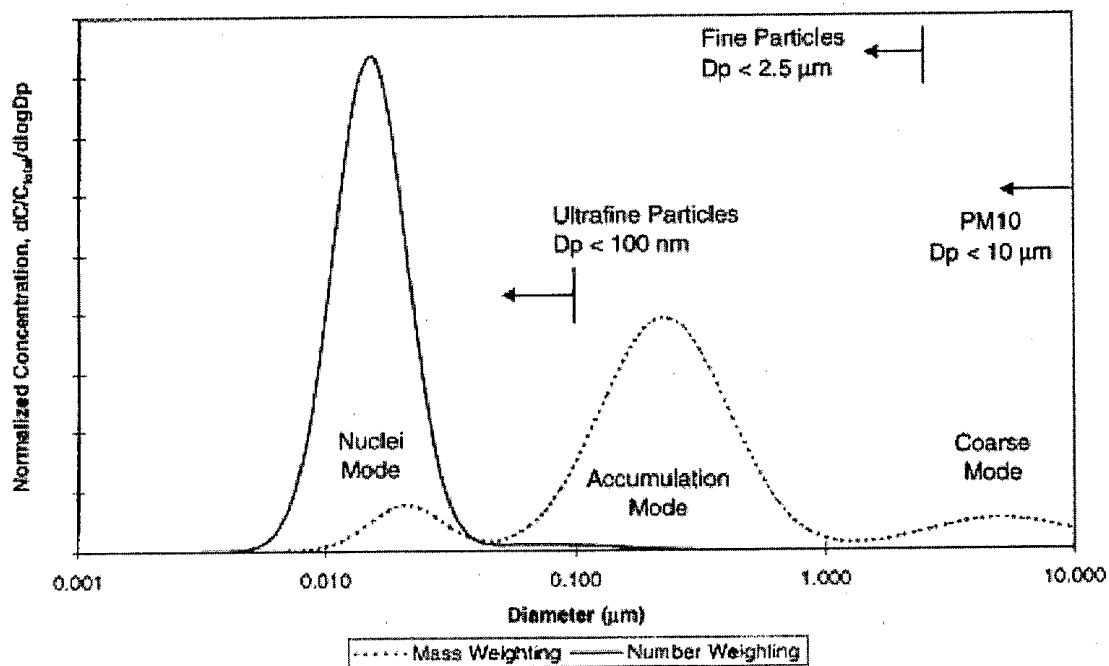


Fig. 4.43 : Indeling van de deeltjesgrootte volgens de verdeling naar aantallen en massa
Journal of Air & Waste Management Association, Volume 59, January 2009

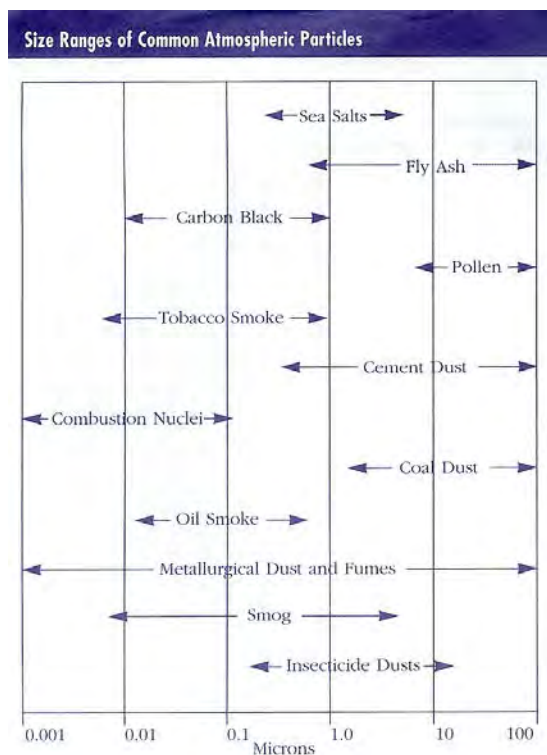


Fig. 4.44: Deeltjesgrootte van veel voorkomende deeltjes
Environmental Tables & Information, 1999-2000

4.3.2 Meetmethodes PM10 en historiek

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 ± 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 “β-absorptie” en de meetposten van het Waalse Gewest zijn uitgerust met toestellen van het type “laser-nefelometrie” en “β-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 “β-absorptie”. Een herhaling van deze studie (in 2004) kwam tot een vrijwel identiek resultaat: 1,49 voor de oscillerende microbalans en 1,39 voor β-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 gebeurde 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 ± 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 Voorhaven 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)
Voorhaven	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 Voorhaven (~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 Voorhaven.

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 in de Voorhaven 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, 2006) 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.

Een recente VMM-studie (2011, *Comparative PM Measurements in Flanders-Belgium, 2010 campaign*) wijst opnieuw op een bijzonder goede overeenstemming (nagenoeg een verhouding 1/1) tussen enerzijds de resultaten van PM10-Fdms en de referentiemethode voor PM10 en anderzijds de resultaten van PM2.5-Fdms en de referentiemethode voor PM2.5.

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 Voorhaven (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, Voorhaven 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 Voorhaven 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 oudere richtlijn 1999/30/EG (niet meer van kracht)

De Europese richtlijn 1999/30/EG voor SO₂, NO₂, 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/m³** als **24-uurwaarde**, niet meer dan **35 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **40 µg/m³** als **jaargemiddelde**,

Fase 2 (te respecteren tegen 1 januari 2010)

- **50 µg/m³** als **24-uurwaarde**, niet meer dan **7 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **20 µg/m³** 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 van kracht 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 1996-2011, een overzicht van de PM10-concentraties in de verschillende meetposten. Ze bevat resultaten voor de jaargemiddelde concentratie (GEM) en de 98^{ste} centiel (P98), berekend op basis van 24-uurswaarden.

Tabel IV.20: **PM10-DAGWAARDEN : JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE**
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
 [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
2009	29	31	27	36	31	27
2010	29	27	25	33	30	25
2011	29	28	25	39	--	24

-- : 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

De hoogste waarden worden vastgesteld op het meetpunt in de Voorhaven (N043), gevolgd door het meetpunt te Molenbeek (R001) en het Meudonpark (MEU1). De meetwaarden te Ukkel (R012), St.-Agatha-Berchem (B011) en Woluwe (WOL1) zijn lager.

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.

Vervolg Tabel IV.20: **PM10 : P98 van de DAGWAARDEN**
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
 [Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

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
2009	70	71	68	88	74	66
2010	70	62	58	75	67	54
2011	76	73	66	105	--	63

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 van fase 2 voor het jaar 2010.

Voor de jaarperiode 2000 mocht er op de doelstelling voor de jaargemiddelde concentratie een overschrijdingsmarge toegepast worden van 20%. De toegelaten tolerantie daalde nadien lineair en moest tot nul herleid zijn tegen 1 januari 2005. Het jaargemiddelde van het jaar 2000 diende 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 dienden vergeleken te worden met respectievelijk 46, 45, 43 en $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vanaf het jaar 2005 is de doelstelling onveranderd $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De hoogste waarden worden opgetekend in de meetpost in de Voorhaven (N043), 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 JAARGEMIDDELDE 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
2009	40	29	31	27	36	31	27
2010	40	29	27	25	33	30	25
2011	40	29	28	25	39	--	24

-- : 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 Voorhaven (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. Met een jaargemiddelde van $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2011 werd de limietwaarde net niet overschreden op de meetpost in de Voorhaven. 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) 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 2000-2011 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 in de Voorhaven (N043), Molenbeek (R001) en het 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 van fase 2 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
2009	<u>41</u>	<u>40</u>	23	<u>66</u>	<u>51</u>	28	70
2010	26	16	14	<u>45</u>	(15)	14	53
2011	<u>42</u>	32	24	<u>87</u>		23	88

() : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

Voor het kalenderjaar 2009 worden, met uitzondering van de meetpost te Berchem (B011) en te Woluwe (WOL1), op alle meetposten meer dan 35 dagen genoteerd met overschrijding van de dagwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor de jaargang 2010 waren er opvallend minder overschrijdingen. Tijdens de eerste zes maanden van dat jaar was er frequent aanvoer van lucht vanuit de noordelijke sector. Het aantal overschrijdingen tijdens het jaar 2011 sluit beter aan bij dat van de jaargangen daarvoor.

Voor de periode 2000-2011 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/m³) genoteerd worden.

Voor de periode tussen 2000 en 2005 was een overschrijdingsmarge toegelaten: voor het jaar 2000 mocht er op de doelstelling voor de dagwaarden een overschrijdingsmarge van 50% worden toegepast. Deze marge viel terug tot 0% tegen het jaar 2005. Voor het jaar 2000 was 75 µg/m³ de drempel voor het beoordelen van het aantal overschrijdingen. Voor de jaren 2001, 2002, 2003 en 2004 bedroeg de drempel respectievelijk 70 µg/m³, 65 µg/m³, 60 en 55 µg/m³. 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 in de Voorhaven (N043) wijzen op een hogere verontreiniging langsheen de industriële en commerciële as van het Gewest. Op het meetpunt in de Voorhaven 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/m³, wellicht niet onmiddellijk haalbaar.

Weekenddagen: In tabel IV.24 wordt, voor de periode 2002-2011, 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, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zonder probleem in alle meetposten haalbaar worden. Een jaargemiddelde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de inmiddels afgevoerde doelstelling van fase 2 voor 2010, blijkt nog niet haalbaar.

Op de meetpost in de Voorhaven is de gemiddelde concentratie op weekenddagen ongeveer 20 à 30% lager dan de jaargemiddelde concentratie. Voor de andere meetposten is er voor de jaargangen 2009, 2010 en 2011 een beperkter verschil te merken (10 à 15%) tussen de jaargemiddelde concentratie en de gemiddelde concentratie op weekenddagen.

Tabel IV.24: **PM10 – JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE** [in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

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
2002 – wknd	32	25	30	40	28	28
2003 – alld	44	29	33	53	36	33
2003 – wknd	36	27	30	37	30	28
2004 – alld	38	23	28	48	30	(29)
2004 – wknd	32	21	26	34	25	(27)
2005 – alld	31	26	27	36	(31)	28
2005 – wknd	28	24	26	28	(26)	25
2006 – alld	31	23	29	34		27
2006 – wknd	30	24	30	30		27
2007 – alld	34	25	29	34	34	27
2007 – wknd	31	24	28	29	33	25
2008 – alld	32	28	24	34	29	26
2008 – wknd	26	25	21	24	25	22
2009 – alld	29	31	27	36	31	27
2009 – wknd	27	30	26	29	29	26
2010 – alld	29	27	25	33	30	25
2010 – wknd	24	24	22	24	25	22
2011 – alld	29	28	25	39	--	24
2011 – wknd	25	26	22	30	--	21

() : 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

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
2002 - wknd	46	7	25	67	28	18	70
2003 - alld	105	29	42	159	64	40	174
2003 - wknd	49	18	32	49	21	14	67
2004 - alld	69	5	18	125	25	(9)	133
2004 - wknd	32	0	11	35	4	(4)	46
2005 - alld	42	17	23	66	(21)	24	74
2005 - wknd	45	17	28	24	3	28	45
2006 - alld	40	17	25	56		29	58
2006 - wknd	45	28	42	52		45	52
2007 - alld	65	30	42	68	46	37	82
2007 - wknd	56	28	39	39	42	21	60
2008 - alld	44	25	15	66	33	23	80
2008 - wknd	28	4	7	14	14	1	32
2009 - alld	41	40	23	66	51	28	70
2009 - wknd	32	42	25	42	46	32	46
2010 - alld	26	16	14	45	15	14	53
2010 - wknd	11	7	4	7	7	7	11
2011 - alld	42	32	24	87	--	23	88
2011 - wknd	31	28	21	52	--	17	52

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

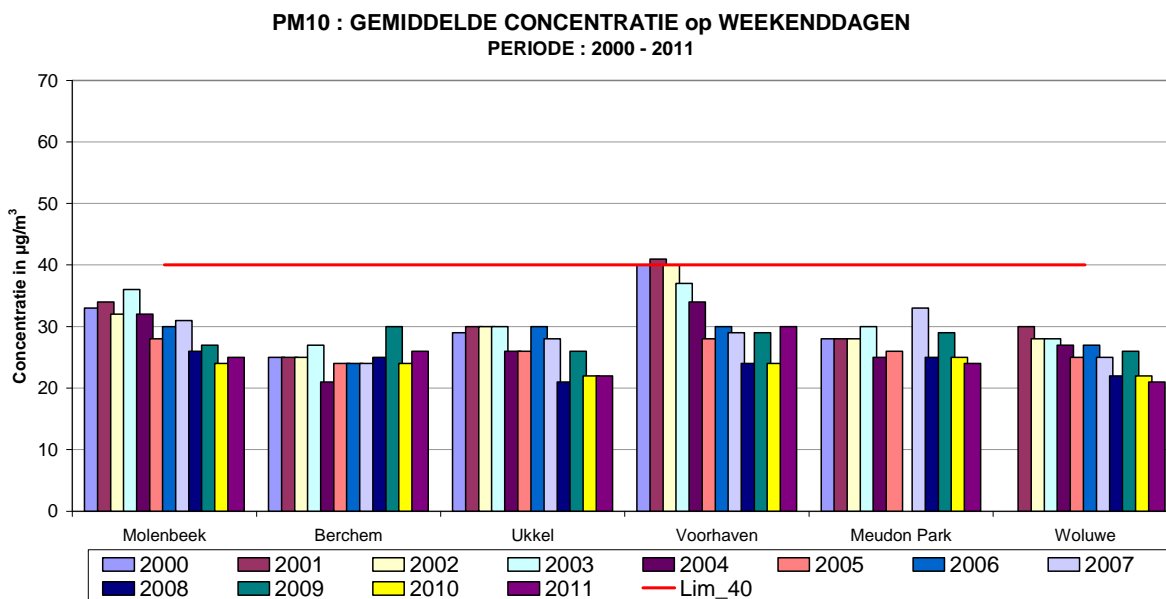
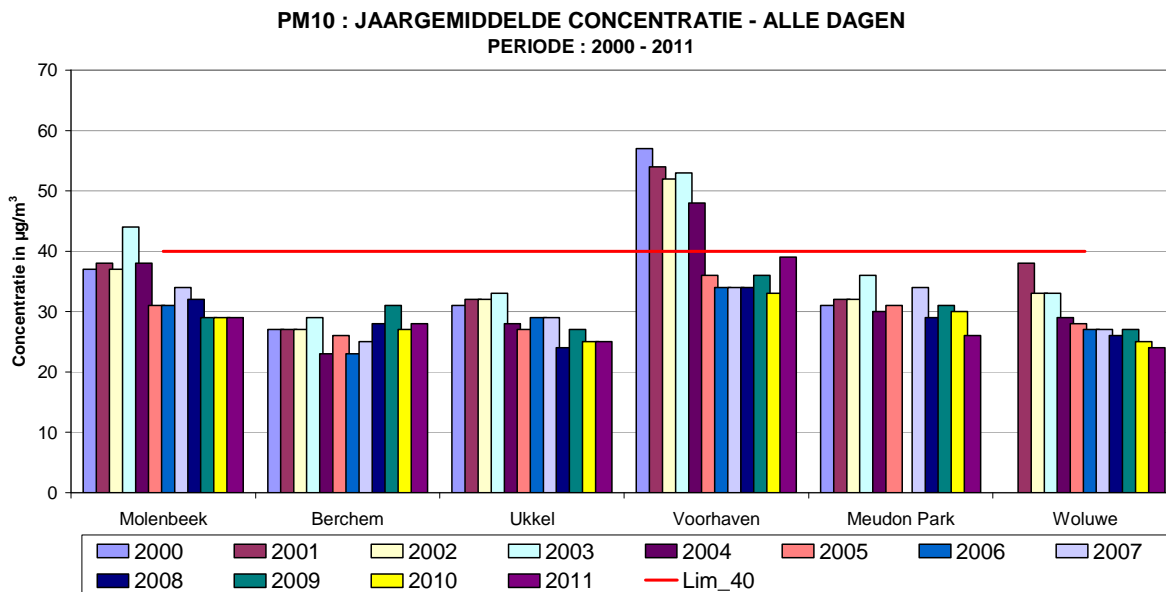


Fig. 4.45: PM10 – Evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 2000-2011
Jaargemiddelde concentratie op basis van alle dagen (grafiek bovenaan) en
gemiddelde concentratie op basis van weekenddagen (grafiek onderaan)

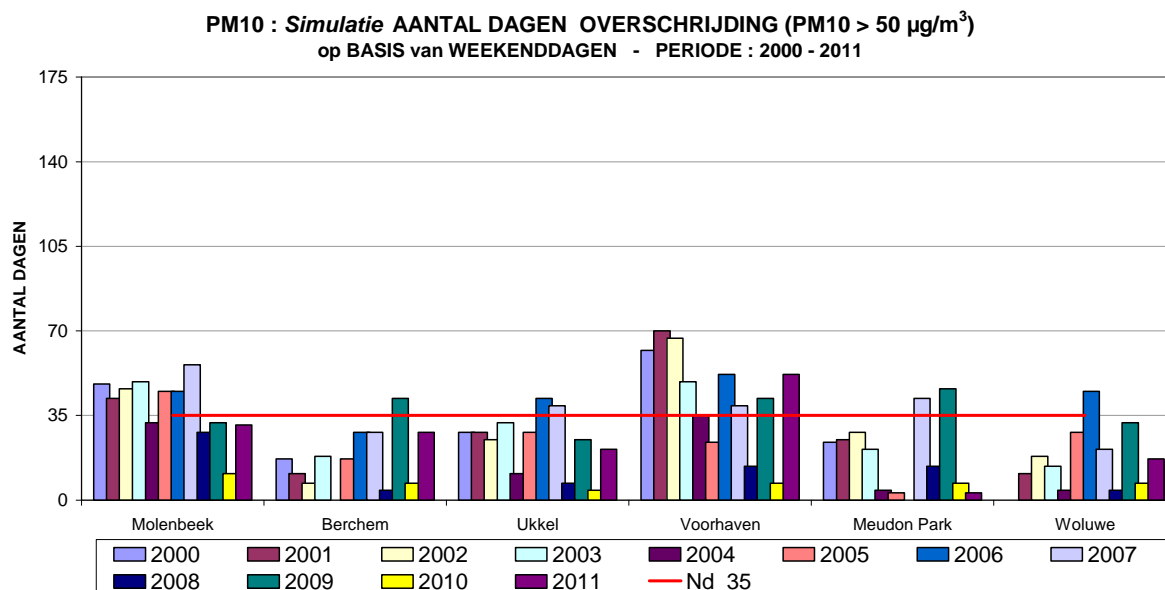
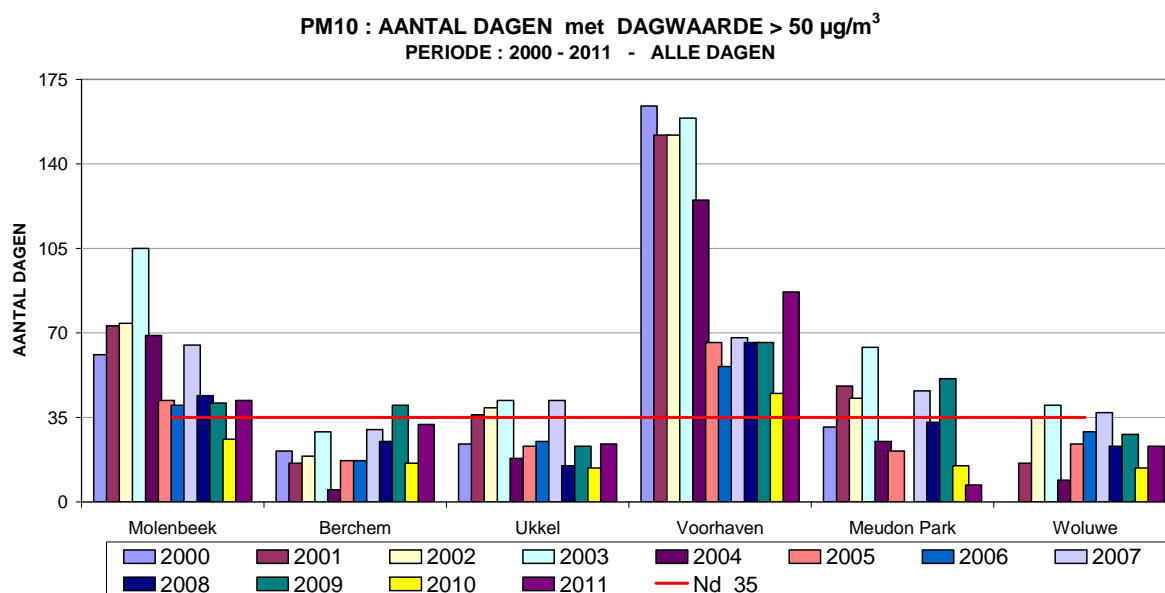


Fig. 4.46: PM10 – Dagwaarde > 50 µg/m³ - Evolutie jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen Periode 2000 – 2011

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 in de Voorhaven (41N043). De periode betreft de kalenderjaren 1997 t/m 2011. De resultaten te Molenbeek wijzen op een licht dalende tendens voor het jaargemiddelde en voor de hogere percentielen. In de meetpost van de Voorhaven 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 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 (1981-2011) in te schatten.

In figuur 4.48 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 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'.

De grafiek bovenaan in de figuur 4.49 geeft het gemiddelde weekverloop weer voor PM10 in de verschillende meetposten en de grafiek onderaan het weekverloop PM2.5. Op werkdagen is de PM10 concentratie van de meetpost in de Voorhaven merkkelijk hoger dan op de andere meetposten. Tijdens het weekeinde zijn de PM10 concentratieniveaus beter vergelijkbaar. Voor PM2.5 zijn de concentratieverschillen tussen de meetposten onderling over de gehele week eerder gering. Dit wijst op een hogere aanwezigheid, tijdens de week, van grovere deeltjes (2,5 à 10 µm) in de meetpost van de Voorhaven.

In de figuur 4.50 wordt het genormeerd weekverloop voorgesteld voor de parameters PM10-Fdms, PM2.5-Fdms, NO en NO₂. Dit genormeerd weekverloop wordt bekomen door, voor elke pollutant, 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, 2009, 2010 en 2011. De grafiek onderaan geeft analoge resultaten, maar uitsluitend voor de meetpost in de Voorhaven (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 NO₂-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt respectievelijk ongeveer 20% op zaterdag en ongeveer 30 à 35% op zondag. NO₂ 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 NO₂ thermodynamisch de meer stabielere component onder de stikstofdioxideën zodat er vrijwel altijd en overal een minimale NO₂-concentratie aanwezig is.

De achtergrondconcentratie voor NO is zeer gering. NO is enkel aanwezig in de nabijheid van het verkeer en het NO is dan ook quasi volledig van lokale oorsprong. Voor NO₂ daarentegen is ongeveer de helft van de concentratie gemeten in de stad reeds aanwezig in de aangevoerde lucht.

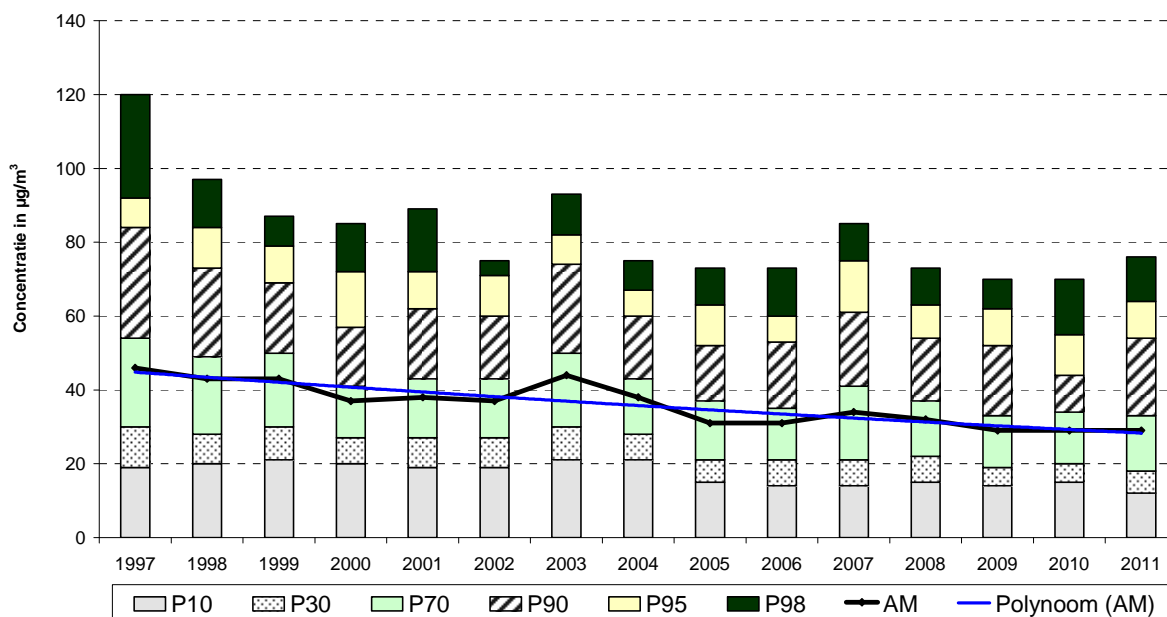
Het verval van de PM₁₀-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt ongeveer 15% en voor de PM_{2.5}-concentratie ongeveer 5%. Het concentratieverval voor PM₁₀ tijdens het weekeinde is ongeveer identiek als tijdens de vorige periode (2006-2008). De relatief belangrijke vermindering van het verkeer tijdens het weekeinde (opmerkelijk minder NO) wordt niet gevolgd door een evenredige vermindering van de concentraties van NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5}. 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.

In de grafiek onderaan de figuur 4.50 is te zien dat de situatie op de meetpost in de Voorhaven sterk afwijkt van het gemiddelde van de andere meetposten. Op de meetpost in de Voorhaven vermindert de PM₁₀ concentratie met ongeveer 30% op zaterdag en 35% op zondag en de PM_{2.5}-concentratie respectievelijk met 10 en 15%.

In figuur 4.51 wordt het gemiddeld PM₁₀-dagverloop weergegeven voor de meetpost in de Voorhaven (N043) tijdens de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2011'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdag* en *zondag*. Gemiddeld gezien is de PM₁₀-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 van de Voorhaven 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 in de VOORHAVEN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN
 1998-2004: PM10_raw * 1,47 - 2005-... : PM10_FDMS

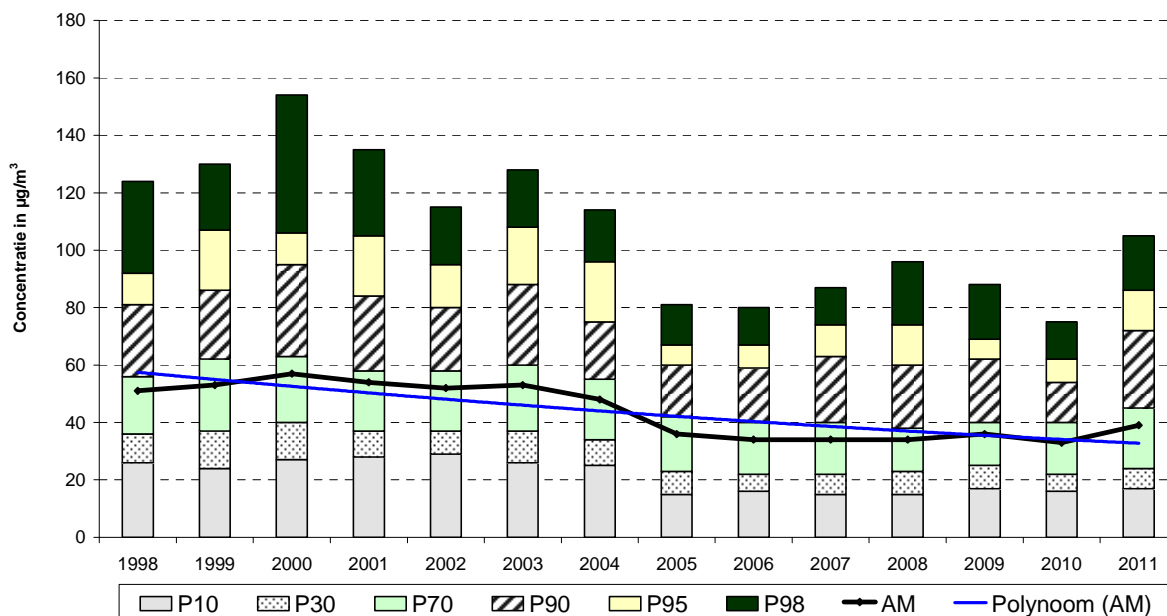
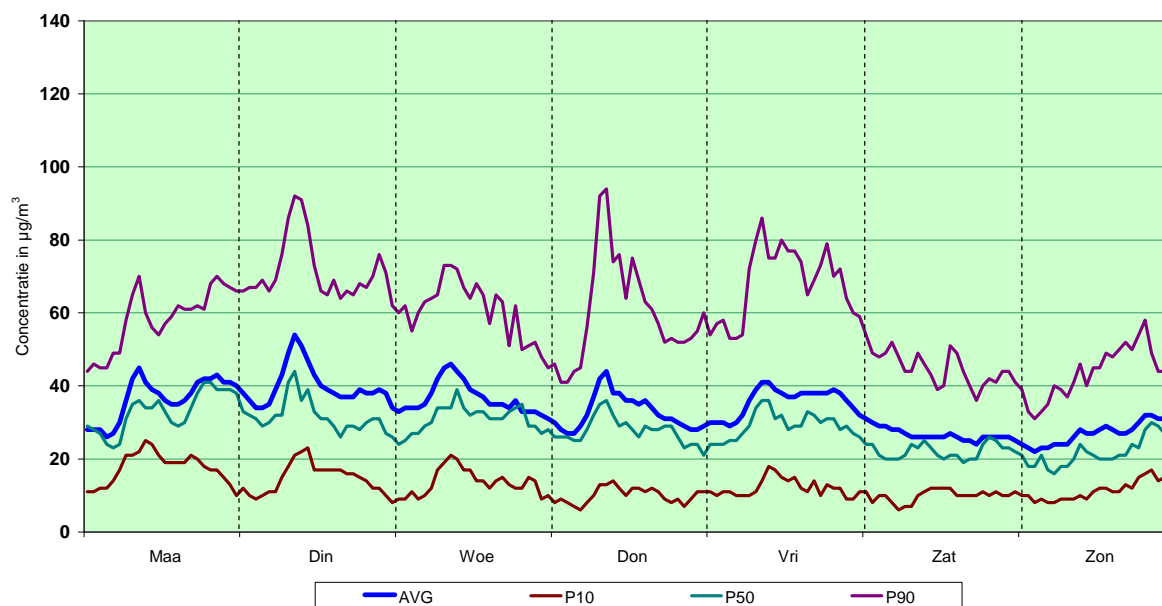


Fig. 4.47: PM10 – Evolutie PM10-concentratie te Molenbeek (R001) en in de Voorhaven (N043)
 PM10_EqRef: 1997-2004 --- PM10_FDMS: 2005-2011

PM10_FDMS te MOLENBEEK (R001)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



PM10_FDMS te MOLENBEEK (R001)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

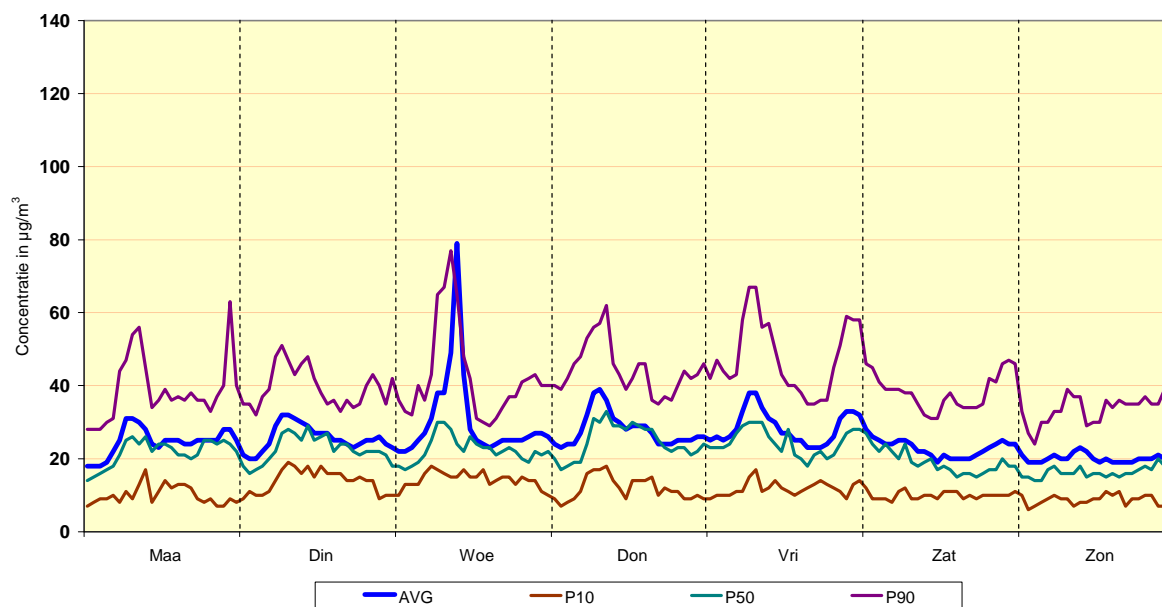
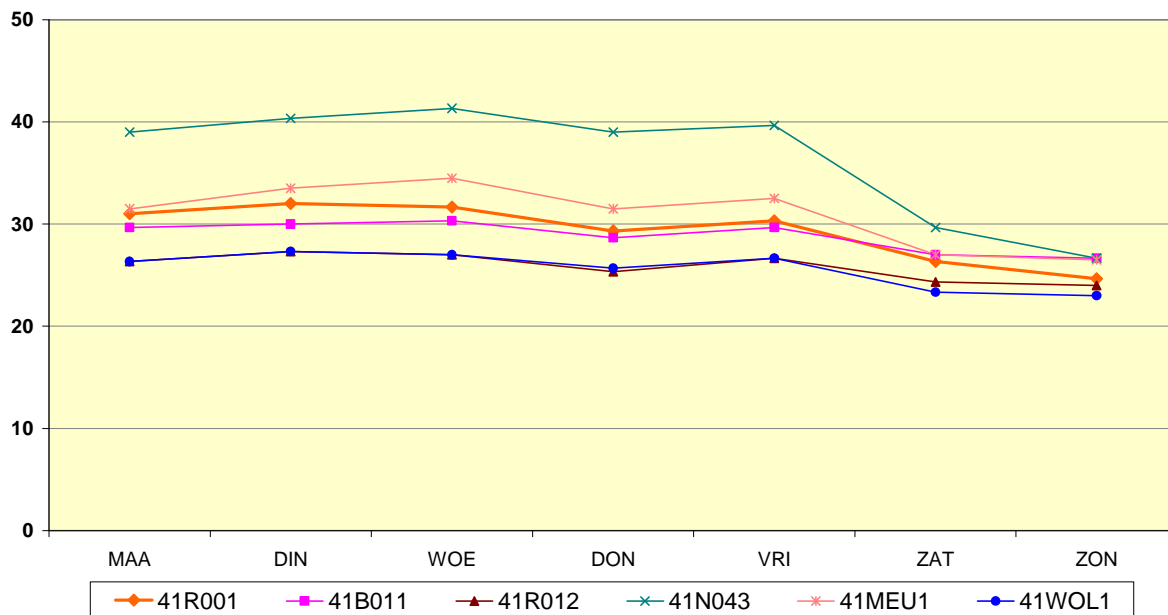


Fig. 4.48: PM10 te Molenbeek - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Gemiddelde concentratie (AVG), mediaan (P50), Percentielen P10 en P90

PM10 - AVERAGE WEEK PROFILE
PERIOD 2009-2011 - Concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



PM2,5 - AVERAGE WEEK PROFILE
PERIOD 2009-2011 - Concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

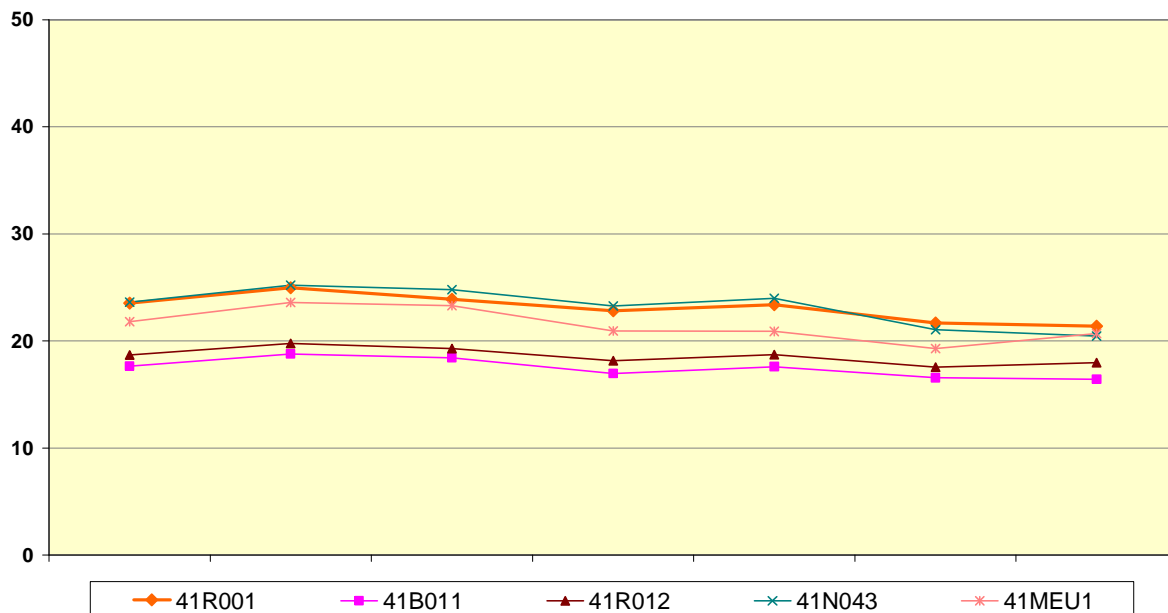
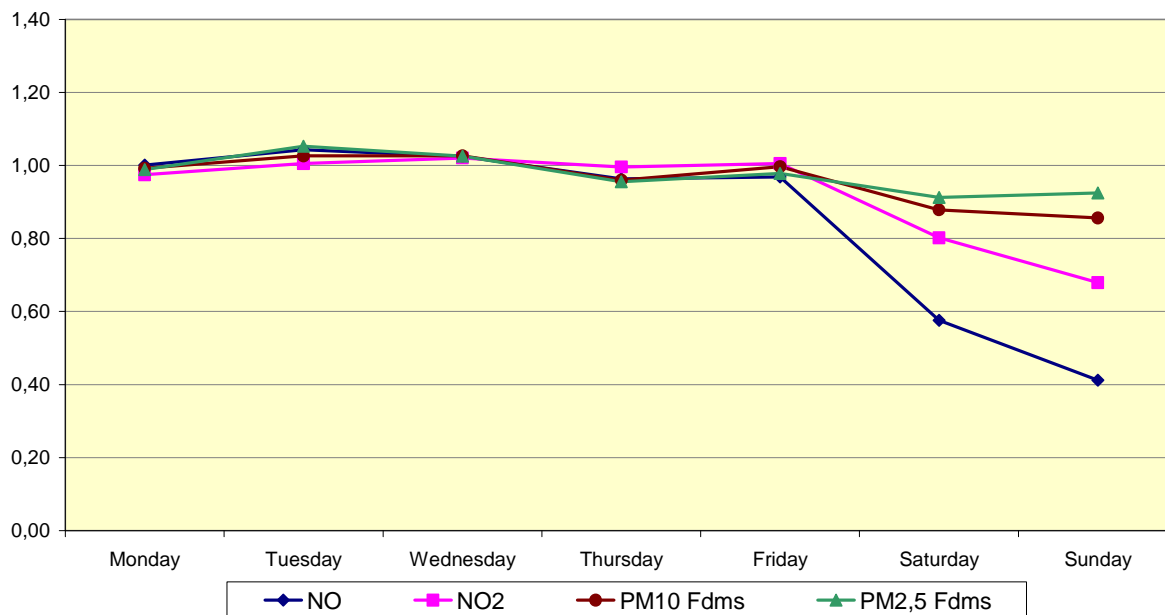


Fig. 4.49: Gemiddeld weekverloop PM10 en PM2.5 in de verschillende meetposten
 Periode: drie opeenvolgende jaarperiodes 2009, 2010 en 2011

Week Pattern for NO, NO₂, PM10 and PM2,5
 Period : 3_YEARS : 2009 - 2010 - 2011 ::: 5 Sites



N043 - Week Pattern for NO, NO₂, PM10 and PM2,5
 Period : 3_YEARS : 2009 - 2010 - 2011

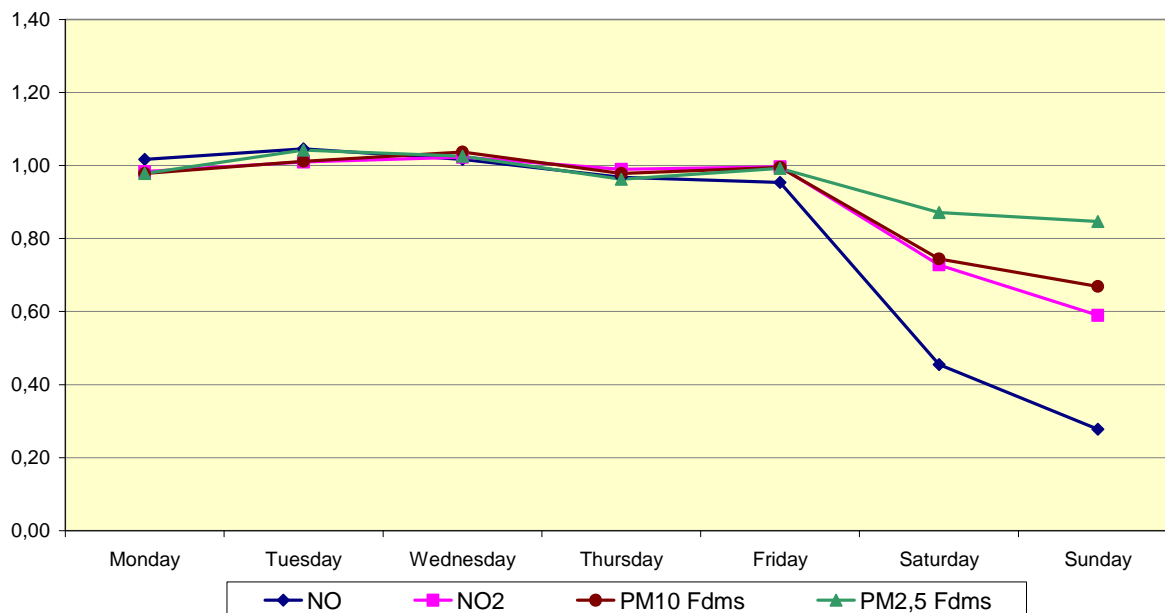
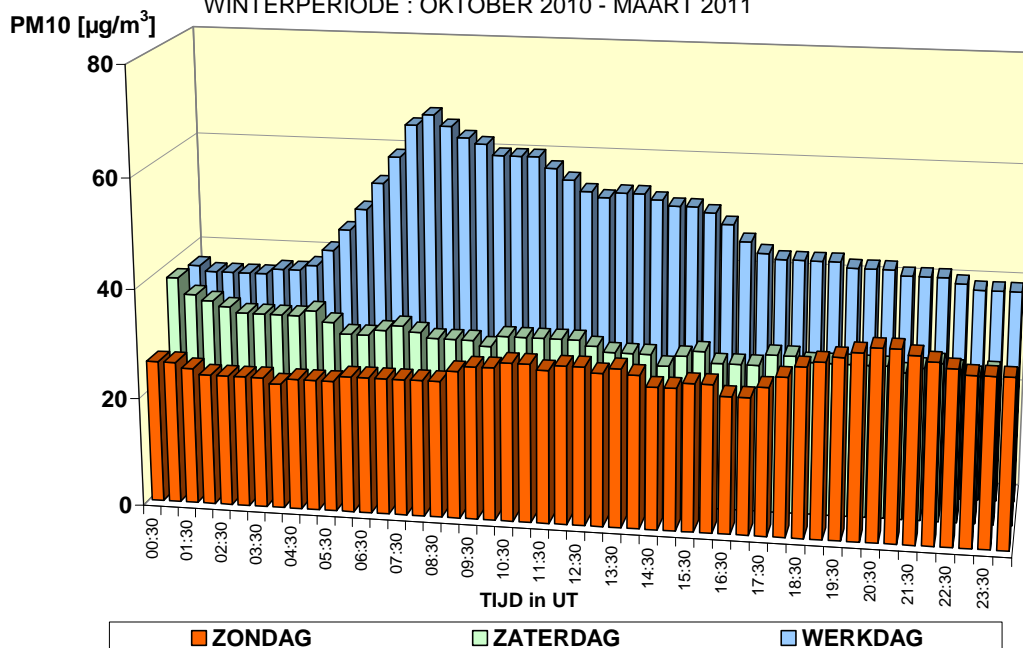


Fig. 4.50: Genormeerd gemiddeld weekverloop PM10, PM2.5, NO₂ en NO
 Periode: drie opeenvolgende jaarperioden 2009, 2010 en 2011
 Grafiek bovenaan : gemiddelde over 5 meetposten – meetpost Voorhaven uitgezonderd
 Grafiek onderaan : meetpost in de Voorhaven

**PM10-FDMS - VOORHAVEN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**

WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



**PM10-FDMS - VOORHAVEN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

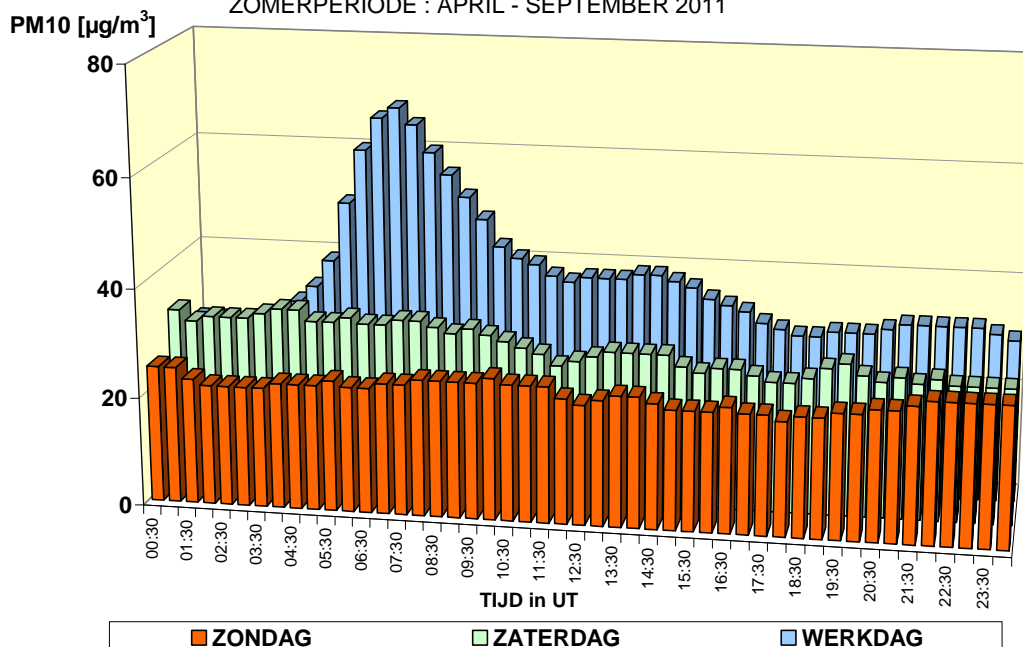


Fig. 4.51: PM10 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
Meetpost in de Voorhaven (N043) – PM10_FDMS

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 belangrijk aantal 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 (b.v. 'autoluwe zondag 2009'). Om deze vaststellingen te objectiveren werd voor alle dagen van de periode 2005-2011 (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 20 en de 30% (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 19% (Z) en 28% (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 2005-2011, waarvoor er meetgegevens beschikbaar zijn. In de grafiek is duidelijk te zien dat de meetpost in de Voorhaven 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 in de Voorhaven en/of de meetpost te Molenbeek een overschrijding werd vastgesteld. Met deze beperking sluiten de resultaten van de meetposten in de Voorhaven 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 2005-2011 waarvoor er gegevens beschikbaar zijn. Ook hier kan worden vastgesteld dat de resultaten van de meetposten in de Voorhaven 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 in de Voorhaven 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 de Voorhaven en Molenbeek.

De grafiek in figuur 4.58 geeft een voorbeeld van een periode waarbij er op de meetpost in de Voorhaven hoge 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 zondag 20 t/m zondag 27 maart 2011. De horizontale lijn dwars doorheen de grafiek geeft de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ limietwaarde weer voor PM10. Er wordt gedurende 5 opeenvolgende dagen een overschrijding vastgesteld: van maandag 21 t/m vrijdag 25 maart 2011 worden dagwaarden voor PM10 gemeten van respectievelijk 104, 122, 82, 91 en $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 enkele lagere overschrijdingen vastgesteld, op dinsdag, woensdag en vrijdag, met respectievelijk 56, 72 en $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De grafieken in figuur 4.60 geven het gemiddeld weekverloop weer voor PM10 en PM2.5 in de meetpost in de Voorhaven, respectievelijk voor de *winterperiode* 'oktober 2010 – maart 2011' (grafiek bovenaan) en de *zomerperiode* 'april - september 2011' (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 in de Voorhaven het gemiddelde dagverloop voor PM10 weergeven, respectievelijk op zondagen, zaterdag en werkdagen, zowel voor de winterperiode (grafiek bovenaan) als voor de zomerperiode (grafiek onderaan).

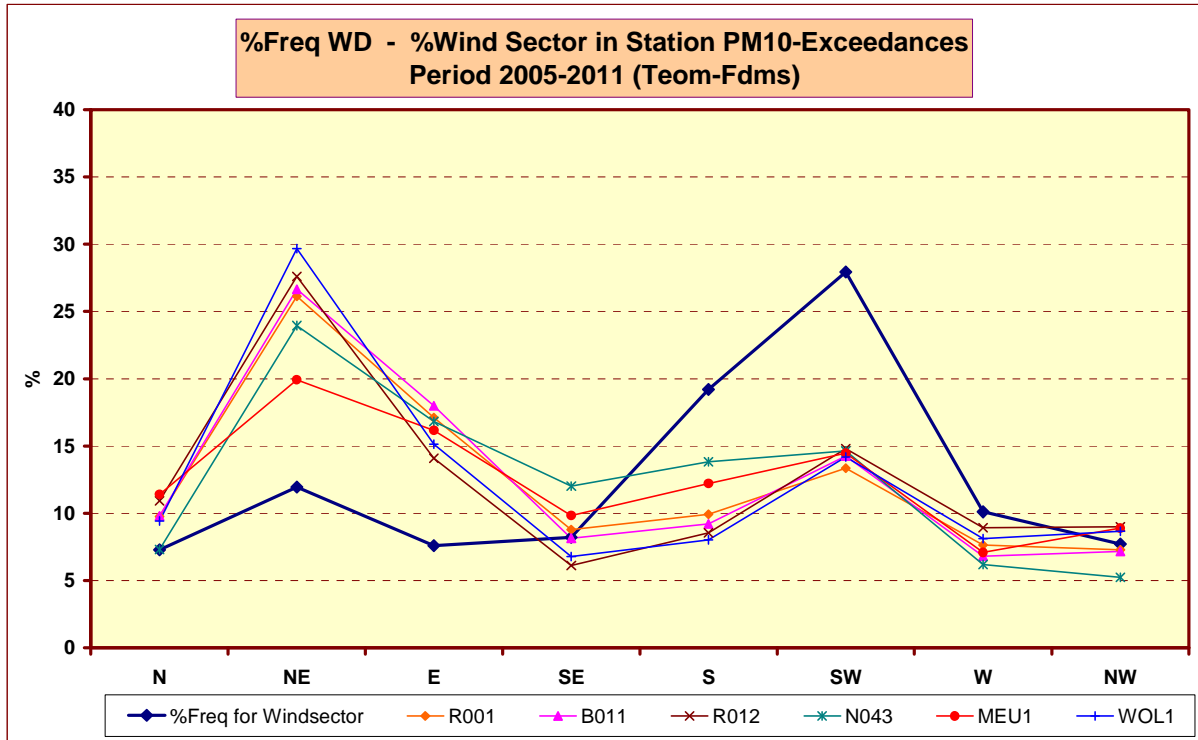


Fig. 4.52: Frequentieverdeling Windrichting - Alle Dagen (%Freq_Windsector)
Per Meetpost : Frequentieverdeling Windrichting voor de dagen met overschrijding voor PM10

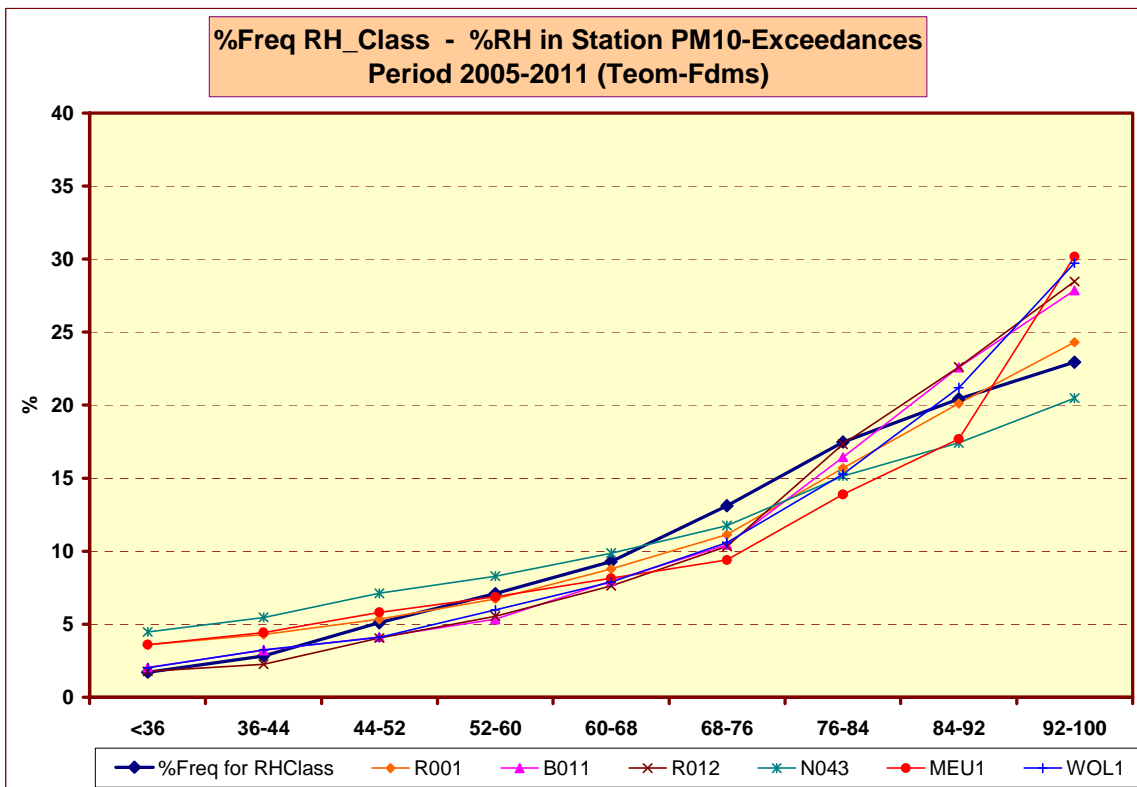


Fig. 4.53: Frequentieverdeling Rel. Vochtigheid - Alle Dagen (%Freq_RHClass)
Per Meetpost : Frequentieverdeling Rel. Vochtigheid voor de dagen met overschrijding voor PM10

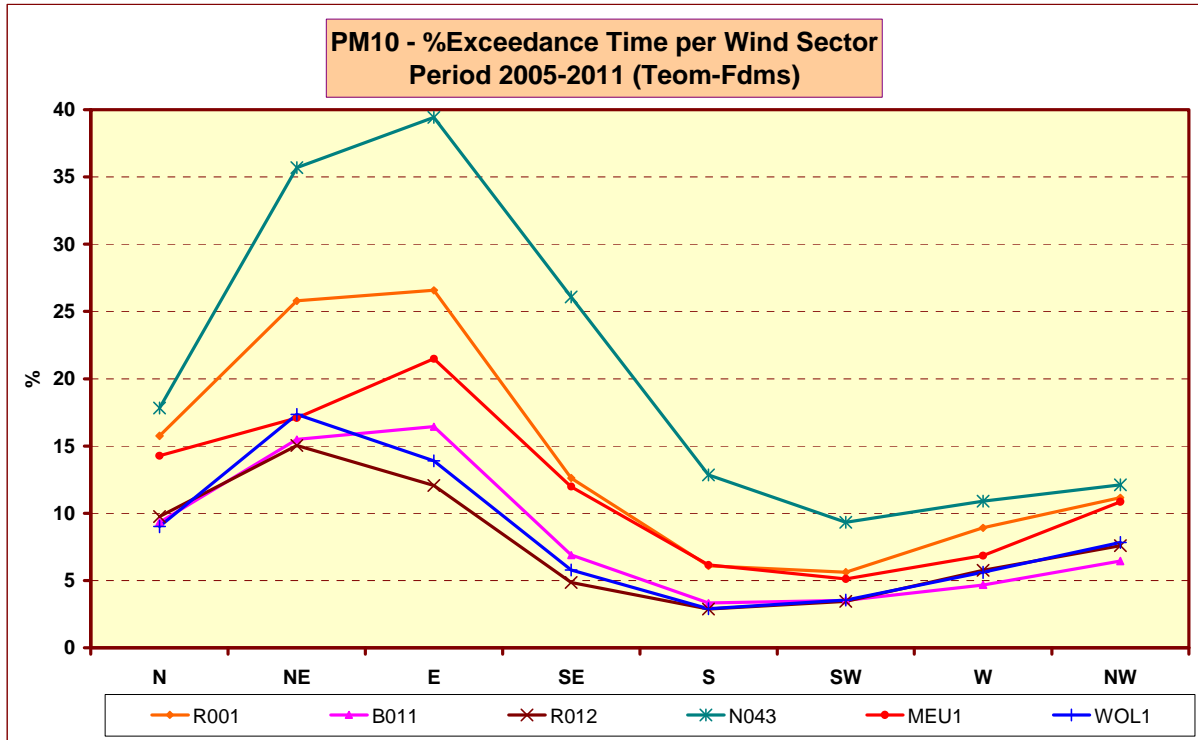


Fig. 4.54: Per Windsector het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens : Alle Dagen

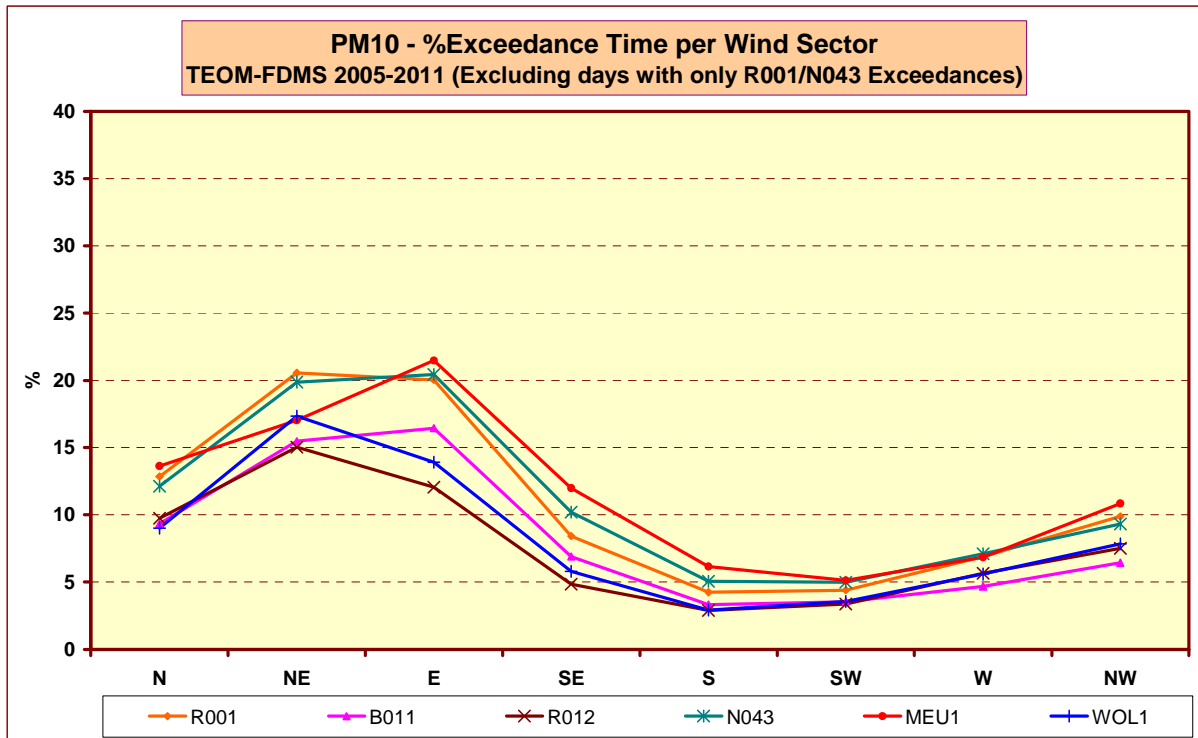


Fig. 4.55: Per Windsector het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens: Alle Dagen met uitzondering voor de dagen waarbij er enkel overschrijding
wordt vastgesteld op de meetposten in de Voorhaven en/of te Molenbeek

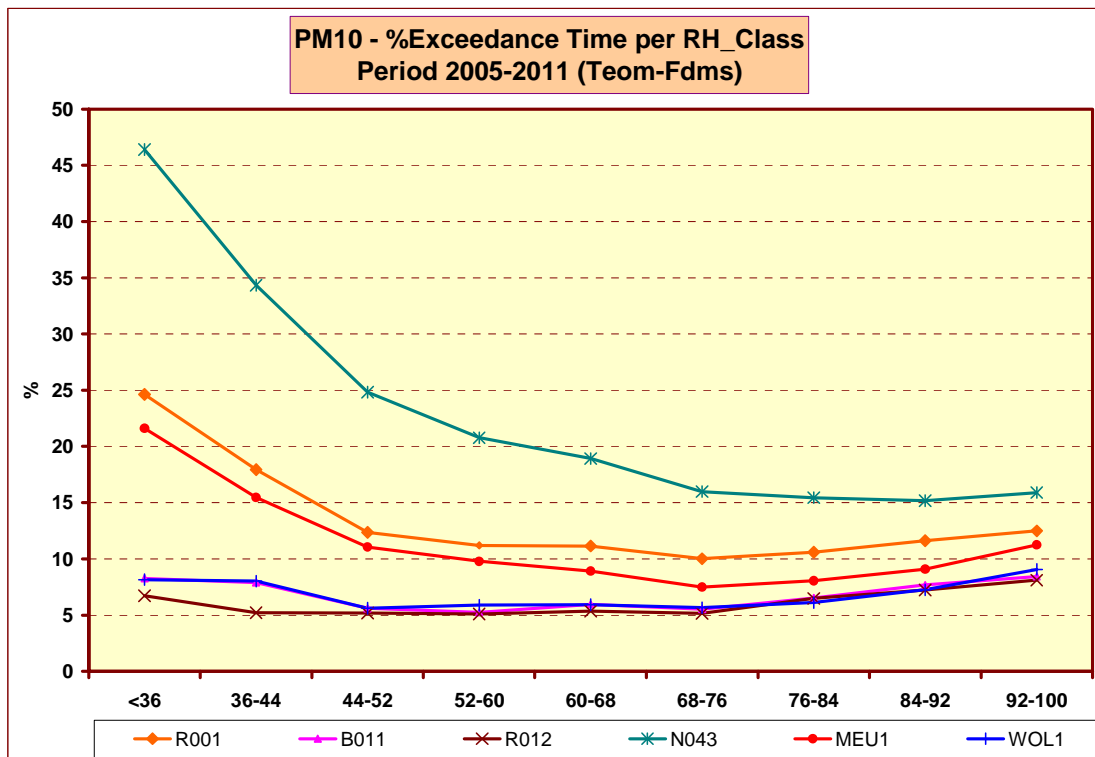


Fig. 4.56: Per RH-klasse het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens : Alle Dagen

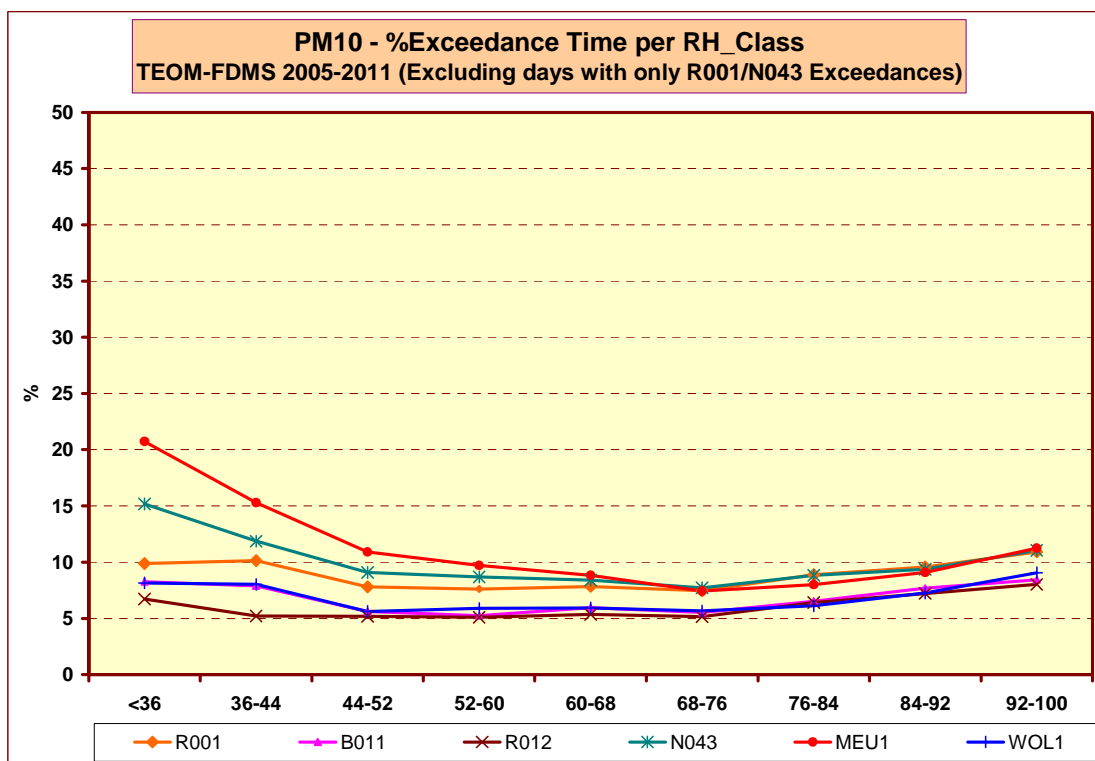


Fig. 4.57: Per RH-klasse het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens: Alle Dagen van het jaar met uitzondering voor de dagen waarbij er enkel overschrijding is op de meetposten in de Voorhaven en/of te Molenbeek

N043 - Evolution "PM10-FDMS" and "PM2,5-FDMS"

Period : Sunday 20 - Sunday 27 March 2011

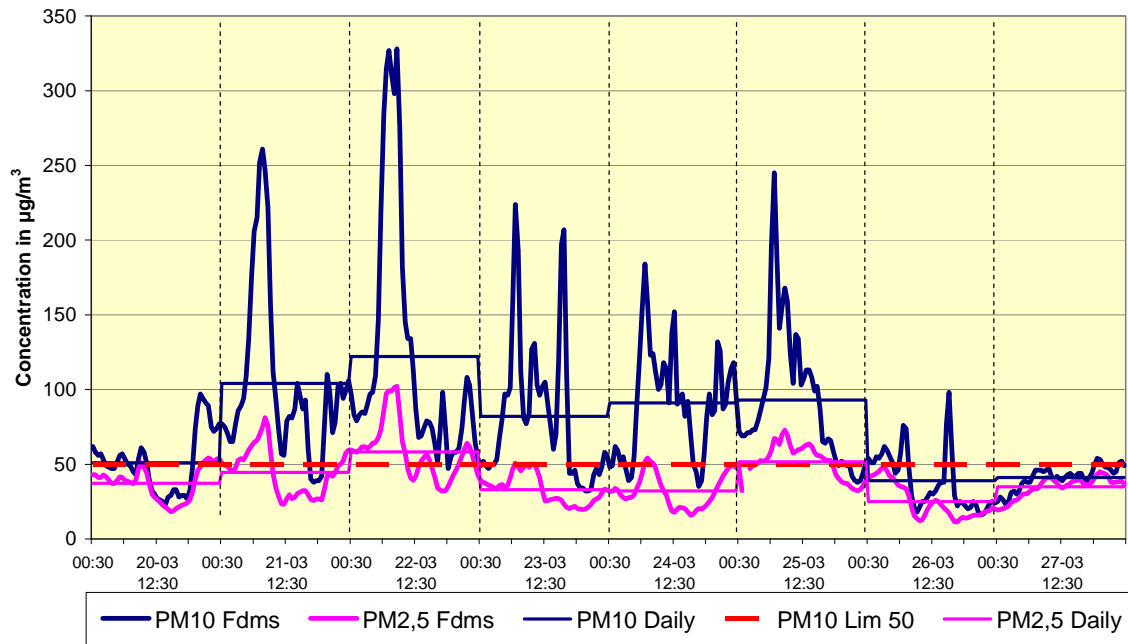


Fig. 4.58: Meetpost in de Voorhaven – Evolutie concentratie PM10 en PM2.5
Periode : Zondag 20 – Zondag 27 Maart 2011

R001 - Evolution "PM10-FDMS" and "PM2,5-FDMS"

Period : Sunday 20 - Sunday 27 March 2011

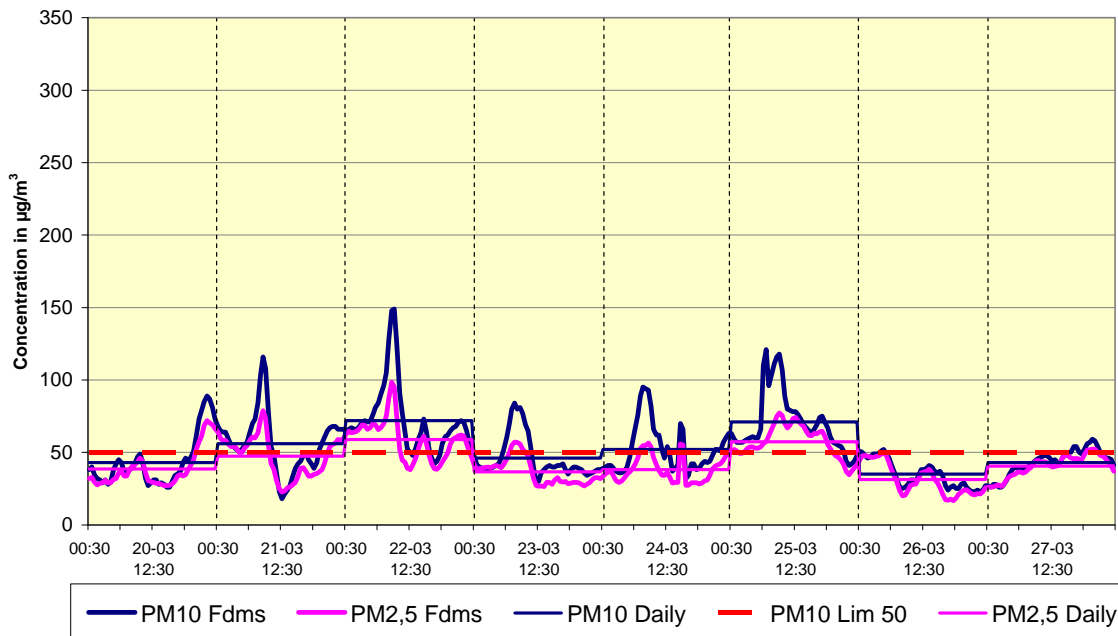
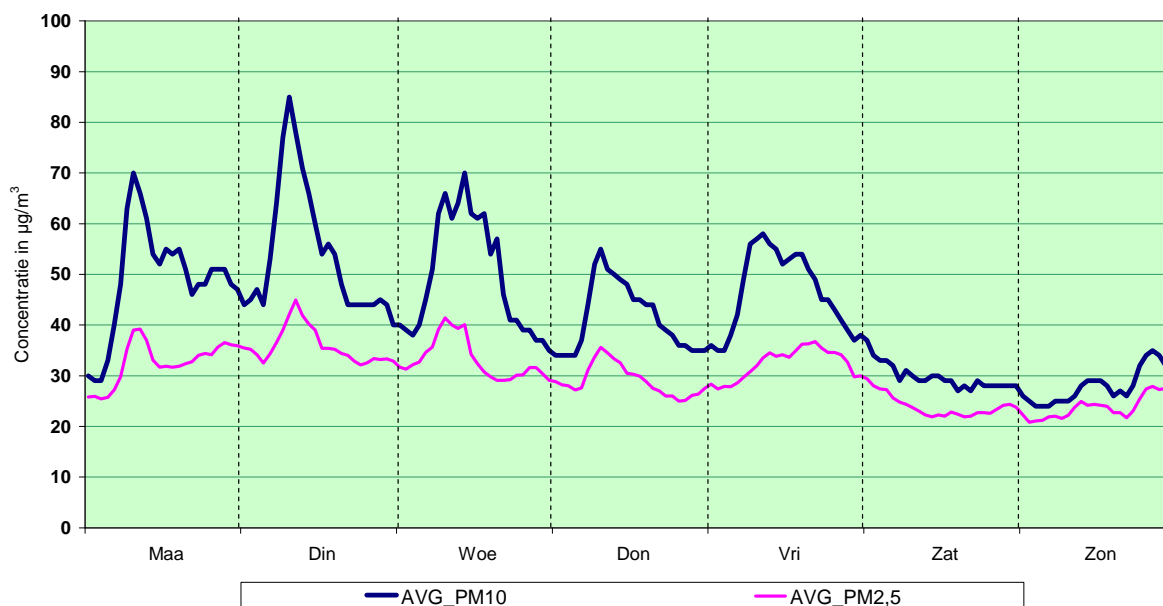


Fig. 4.59: Meetpost te Molenbeek – Evolutie concentratie PM10 en PM2.5
Periode : Zondag 20 – Zondag 27 Maart 2011

PM10_FDMS en PM2,5 in de VOORHAVEN (N043)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



PM10_FDMS en PM2,5_FDMS in de VOORHAVEN (N043)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

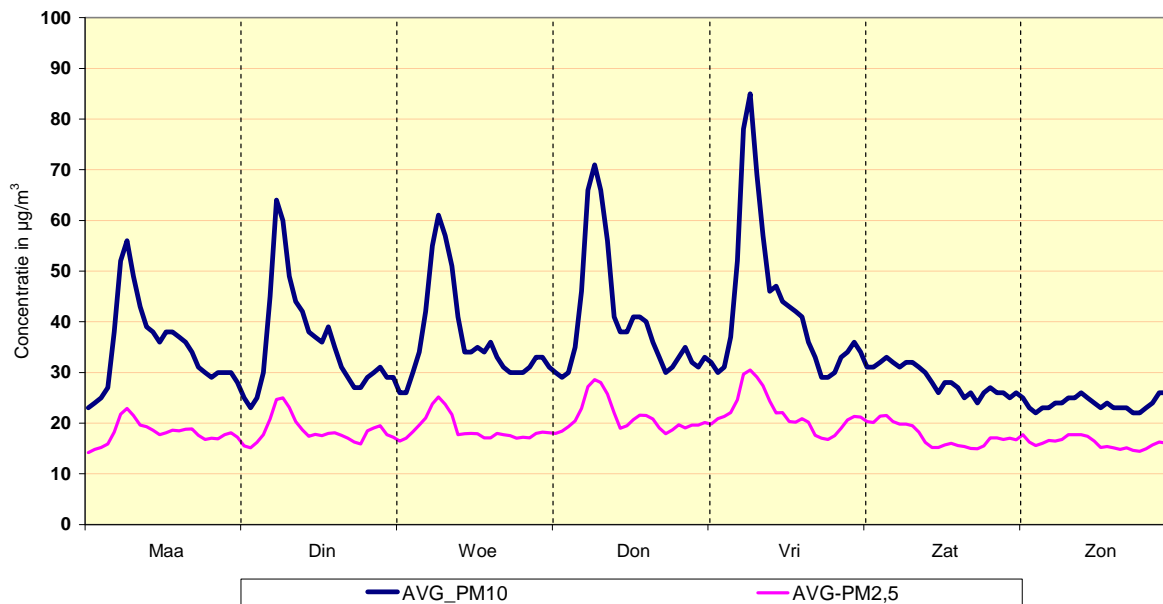


Fig. 4.60: PM10 en PM2.5 in de Voorhaven - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
Gemiddelde concentratie PM10 (AVG_PM10) en PM2.5 (AVG_PM2.5)

De grafiek van figuur 4.61 geeft, voor de meetposten in de Voorhaven en Molenbeek, de samenstelling weer van de PM10-fractie op dagen met overschrijding, vastgesteld tussen 2007 en 2011. 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 in de Voorhaven (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 in de Voorhaven en Molenbeek ongeveer 70 à 85% van de PM10-massaconcentratie, tegen 50 à 65 % op overschrijdingsdagen met aanvoer van drogere lucht uit de oostelijke sector.

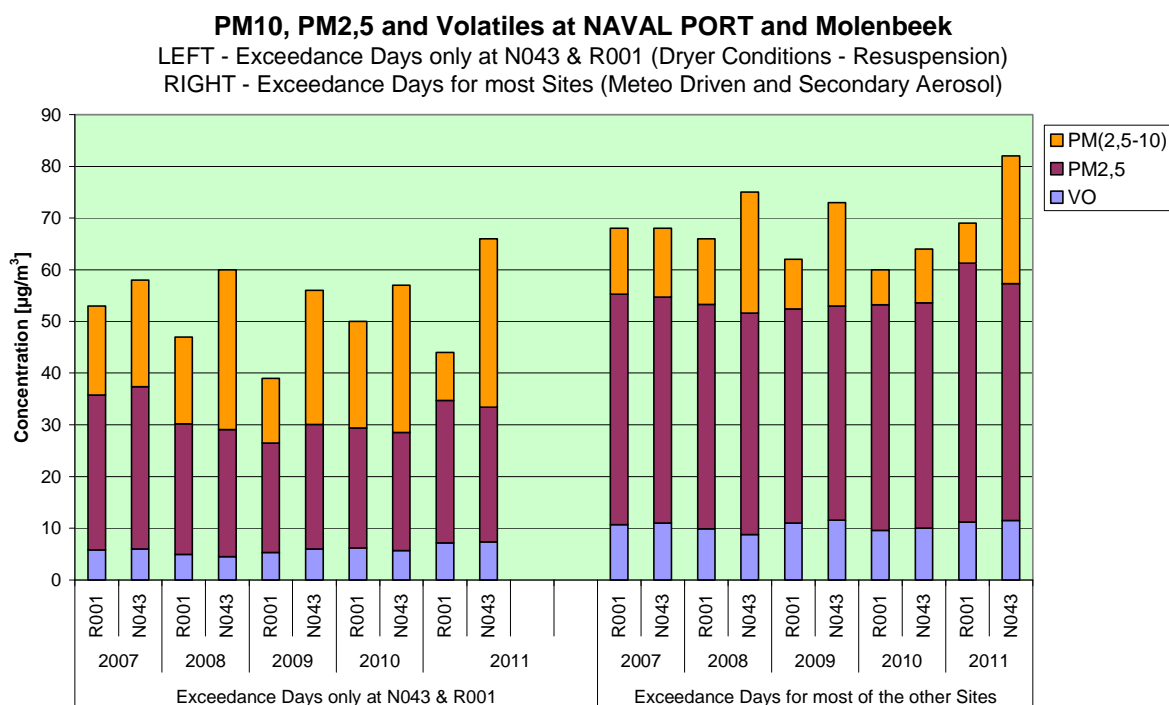


Fig. 4.61: PM10, PM2.5 en volatiele fractie op overschrijdingsdagen – Voorhaven en Molenbeek
 Onderscheid tussen dagen met enkel een dagoverschrijding in Voorhaven/Molenbeek (aanvoer drogere lucht uit oostelijke sector) en dagen met overschrijding op meerdere meetposten tegelijkertijd (vorming secundair aërosol en/of algemeen ongunstige meteorologische condities)

4.3.9 Hoge PM10 waarden – Aard van de overschrijdingen

In vorige driejaarlijkse rapporten over de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (*Immissiemetingen 2003-2005 en 2006-2008*) 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. Een bijzonder voorbeeld daarvan is de autoluwe zondag van 17 september 2006. Er werden op alle meetposten zeer hoge concentraties gemeten voor PM10 en PM2.5. De dagwaarden voor PM10 varieerden tussen 80 en 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en deze voor PM2.5 tussen 70 en 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In het jaar 2006 was er slechts één dag met nog hogere concentraties.

In de aanloop naar deze autoluwe zondag vertoonde het dynamisch verloop van de PM massaconcentratie een totaal ander beeld dan dit van NO en NO₂, beide gasvormige pollutanten die nauw verbonden zijn met de nabijheid van het verkeer. De hoge PM concentratie was bovendien aanwezig over een gebied dat veel ruimer was dan het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De hoge PM massaconcentratie was dus niet tot stand gekomen ten gevolge van de uitstoot van deeltjes door het lokale verkeer. De vorming van secundair aërosol was verantwoordelijk voor de hoge PM massaconcentraties.

Uit de resultaten van de voorbije jaren (2003-2011) kan opgemaakt worden dat er over het algemeen geen goed verband te vinden is tussen hoge PM massaconcentratie en de nabijheid van het verkeer. Daarentegen zijn er meerdere indicaties dat de deeltjes afkomstig van het verkeer maar een beperkte bijdrage leveren aan de totale massaconcentratie PM10 of PM2.5:

- de ruimtelijke concentratiegradiënt voor PM10 en PM2.5 is eerder gering
- het genormaliseerd weekprofiel wijst op een gering verval van de PM concentratie tijdens het weekeinde, zeker in vergelijking met het verval van de concentratie voor NO en NO₂
- er worden frequent hoge concentraties vastgesteld voor zowel PM massa als voor aantallen deeltjes op momenten met weinig verkeer (weekeinde, tijdens de nacht)
- een markant verloop van de concentraties tijdens autoluwe zondagen (2006, 2009)
- er is een duidelijk verschil in het dynamisch verloop van de PM massaconcentratie en dit van gasvormige pollutanten afkomstig van het verkeer (NO en NO₂)

Ruimtelijke concentratiegradiënt PM10 en PM2.5

De jaargemiddelde concentraties voor PM10 en PM2.5 in de verschillende meetposten wordt respectievelijk weergegeven in de tabellen IV.20 en IV.27. De resultaten wijzen op een eerder beperkte ruimtelijke concentratiegradiënt. Met uitzondering voor PM10 in de Voorhaven (N043) bedraagt het verschil tussen de meetposten maximaal 25 à 30%. Dit kan ook afgeleid worden uit de figuren 4.62 en 4.63 die voor de verschillende meetposten het gemiddeld weekverloop weergeven voor PM10 en PM2.5. De concentratieverschillen tussen de verschillende meetposten, met uitzondering voor PM10 in de Voorhaven (N043), is veel geringer dan voor NO₂ en NO, waarvoor de verschillen tussen de meetposten oplopen tot respectievelijk 50% (tabel IV.5) en 70% (tabel IV.8).

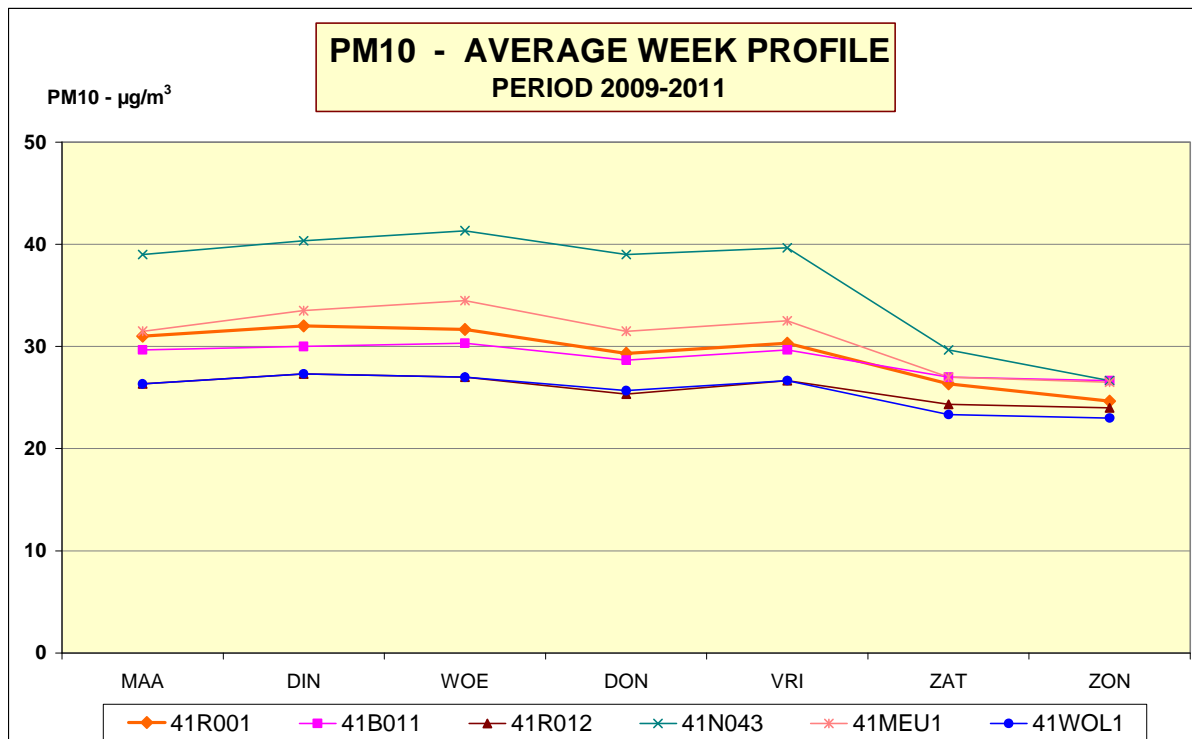


Fig. 4.62: PM10 – Gemiddeld Weekprofiel over de periode 2009-2011
Gemiddelde concentratie per dag van de week in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

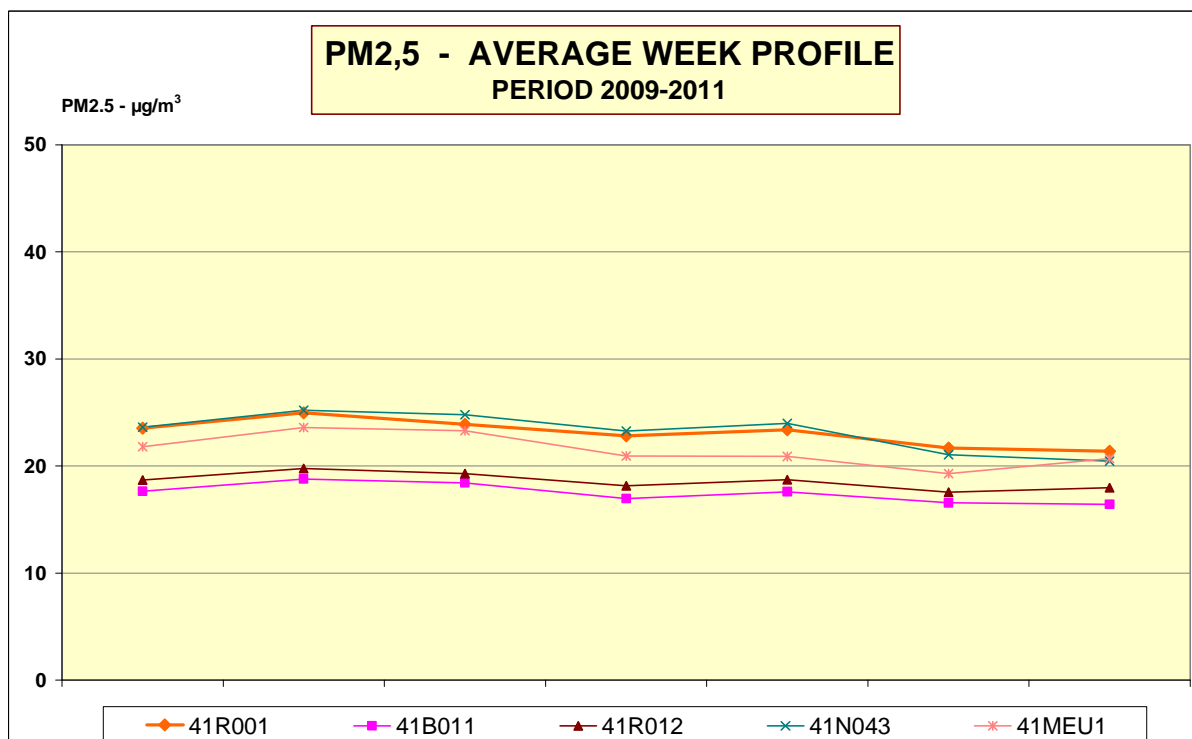


Fig. 4.63: PM2.5 – Gemiddeld Weekprofiel over de periode 2009-2011
Gemiddelde concentratie per dag van de week in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Genormaliseerd weekprofiel

Voor het genormaliseerd weekprofiel wordt verwezen naar de figuur 4.50 (blz. 4.99) en de bijhorende commentaar op blz. 4.94 en 4.95 (hoofdstuk 4.3.7, “*Evolutie PM10 waarden over langere termijn*”). Het verval van de PM10 en PM2.5 concentratie tijdens het weekeinde is beperkt tot 10 à 15% en is veel geringer dan het verval van de NO en NO₂ concentratie. Voor PM10 en PM2.5 is er een veel hogere achtergrondconcentratie. Bijna twee derden van de concentratie gemeten in het centrum van de stad is reeds aanwezig in de aangevoerde lucht. Met drastische emissiebeperkende maatregelen op lokaal vlak kan de concentratie dan ook maar in beperkte mate teruggedrongen worden.

Autoluwe zondag 20 september 2009

Op zondag 20 september 2009 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor de achtste 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 condities van zondag 20 september 2009 waren vrij mild. De temperatuur tijdens de ochtend bedroeg ongeveer 16 °C, nam toe tot 21 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 15 °C tijdens de daaropvolgende nacht . Tijdens de nacht en tot 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 8:00 h UT. Dit betekent dat de temperatuursinversie nog even aanhield nadat de sperperiode was ingegaan. Tussen 20:00 en 24:00 h UT, na het einde van de sperperiode, werd een temperatuurverschil opgemeten tussen -0.1 en -0.3°C.

De wind was matig tijdens de ochtend (0,5-2 m/sec), nam toe rond het middaguur (2 à 3 m/s) en dat bleef zo tijdens de namiddag en de avond. Tijdens de ochtend was het zonnig en helder weer in Brussel, de wind kwam uit het zuiden tot het zuidwesten. Tegen de middag kwam de wind uit het noordwesten tot het noorden en verdween de helderheid. De troebele atmosfeer die reeds tijdens de ochtend boven het westelijke deel van het land aanwezig was, bereikte Brussel. Er werd geen neerslag opgetekend. De luchtvochtigheid nam af van ca. 90% in de ochtend tot ongeveer 70% in de loop van de namiddag om terug op te lopen tot 85 à 90% tijdens de volgende nacht.

In de figuur 4.64 wordt voor de meetpost te Molenbeek het PM10-dagverloop van de autoluwe zondag (20 september 2009) weergegeven. Dit dagverloop wordt vergeleken met het PM10-dagverloop van een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode “*mei – september 2009*”. Wegens de hoge waarden opgetekend tijdens de autoluwe periode wordt de evolutie van de PM10 concentratie van de autoluwe zondag achteraan in de grafiek weergegeven, met in volgorde: gemiddelde zondag (vooraan), gemiddelde werkdag (midden) en autoluwe zondag.

Bij het begin of bij het einde van de autoluwe periode wordt er geen opvallende concentratieverandering vastgesteld: geen plotse daling van de concentratie bij het begin van de periode en ook geen plotse toename bij het einde ervan. Er wordt tijdens de sperperiode voor het verkeer wel een belangrijke toename van de concentratie vastgesteld, gevolgd door een daling.

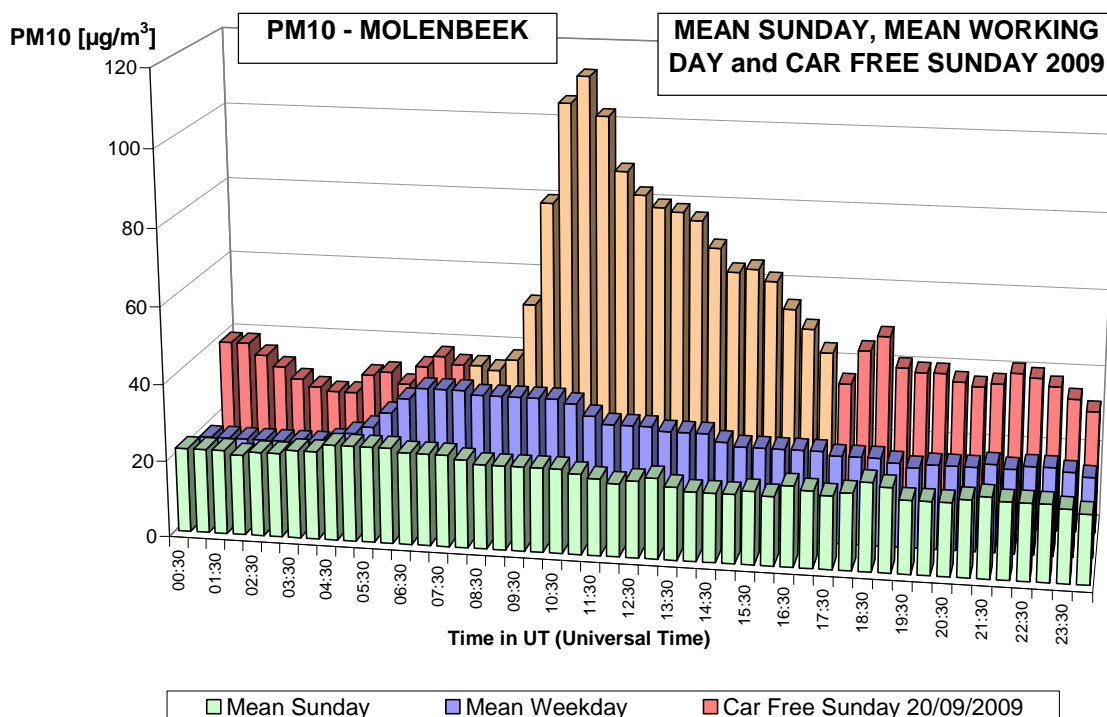


Fig. 4.64: PM10 te Molenbeek – Evolutie halfuurswaarden tijdens een gemiddelde zondag, een gemiddelde werkdag en de autoluwe zondag 20 september 2009

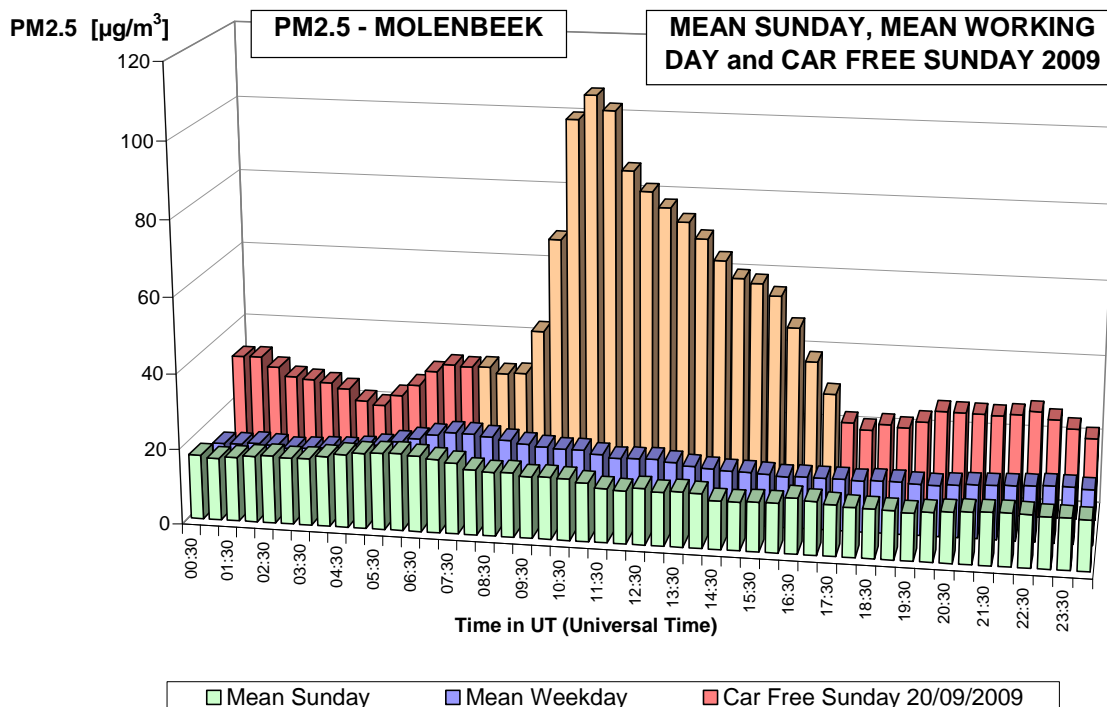


Fig. 4.65: PM2.5 te Molenbeek – Evolutie halfuurswaarden tijdens een gemiddelde zondag, een gemiddelde werkdag en de autoluwe zondag 20 september 2009

Het betreft hier waarschijnlijk, net als tijdens de autoluwe zondag van 2006, een fenomeen dat gepaard gaat met de aanvoer en/of vorming van secundair aërosol. Net als op 17 september 2006 wordt ook op 20 september 2009 de dagwaarde voor PM10 van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overschreden.

De grafiek in de figuur 4.65 geeft het dagverloop van PM2.5 weer van de meetpost te Molenbeek. De resultaten van de autoluwe zondag 20 september 2009 worden er vergeleken met het PM2.5-dagverloop van een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode “*mei – september 2009*”. Wegens de hoge concentraties worden de resultaten van de autoluwe zondag achteraan in de grafieken weergegeven, met in volgorde: gemiddelde zondag (vooraan), gemiddelde werkdag (midden) en autoluwe zondag. Het beeld bekomen voor PM2.5 is analoog aan dit voor PM10. Er is geen opvallende verandering van de concentratie aan deeltjes noch aan het begin, noch aan het einde van de sperperiode voor het verkeer. Ook voor PM2.5 is er tijdens de autoluwe periode een opvallende stijging van de concentraties, gevolgd door een gestage daling tot aan het einde van de autoluwe periode.

De toename van PM10 en PM2.5 concentraties, te midden van de sperperiode van het verkeer, werd op alle meetplaatsen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vastgesteld. De dynamische evolutie van de PM10 waarden op alle meetposten tijdens de periode 18-22 september 2009 wordt weergegeven in figuur 4.66 en deze voor PM2.5 in figuur 4.67. Deze simultane en uniforme toename van de concentraties wijst op een gemeenschappelijke bron buiten het Gewest of op een gemeenschappelijk fenomeen dat zich uitstrekt over een gebied dat veel ruimer is dan het Gewest. Deze piekwaarden kunnen niet toegeschreven worden aan de eventuele uitstoot van deeltjes door het (afwezige) lokale verkeer. Er zijn duidelijk andere fenomenen die verantwoordelijk zijn voor deze hoge concentraties aan PM10 en PM2.5.

In de figuur 4.68 wordt voor dezelfde periode het dynamisch verloop weergegeven van de vluchtige fractie in de PM2.5 massaconcentratie. Er wordt een duidelijke verhoging van de vluchtige fractie waargenomen tijdens de sperperiode voor het verkeer. Hoewel dit geen absolute bepaling is van de vluchtige fractie, wijst een dergelijke verhoging op een belangrijke aanwezigheid van secundair aërosol, waarbij een aantal componenten aanwezig zijn die dissocieerbaar zijn. Aanvullende metingen op afzonderlijke filters, uitgevoerd op de meetpost te Ukkel tonen een verhoogde aanwezigheid aan van nitraten, sulfaten en ammonium in de deeltjesfractie.

Ook vroeger reeds, onder meer tijdens de carnavalperiode van februari 2005, op paasmaandag van het jaar 2005 en tijdens de autoluwe zondag van 2006 werden er, onder vrijwel gelijkaardige omstandigheden, n.l. een fel verminderde bijdrage van het wegverkeer (verlof of geen verkeer), 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, NO₂, CO en CO₂) gering en vertegenwoordigde de massaconcentratie voor PM2.5 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.

Evolution "PM10-FDMS" at different Measuring Sites

Period : Friday 18 - Tuesday 22 September 2009

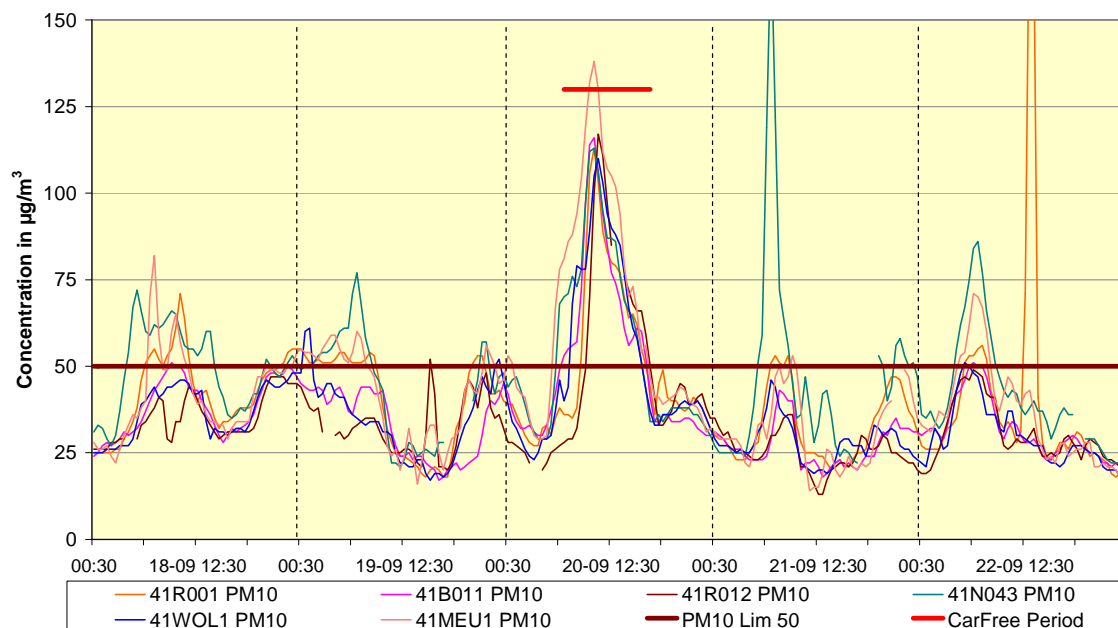


Fig. 4.66: Evolutie halfuurswaarden PM10 tijdens de periode 18-22 september 2009
Piekconcentratie PM10 op alle meetposten tijdens de sperperiode voor het verkeer

Evolution "PM2,5-FDMS" at different Measuring Sites

Period : Friday 18 - Tuesday 22 September 2009

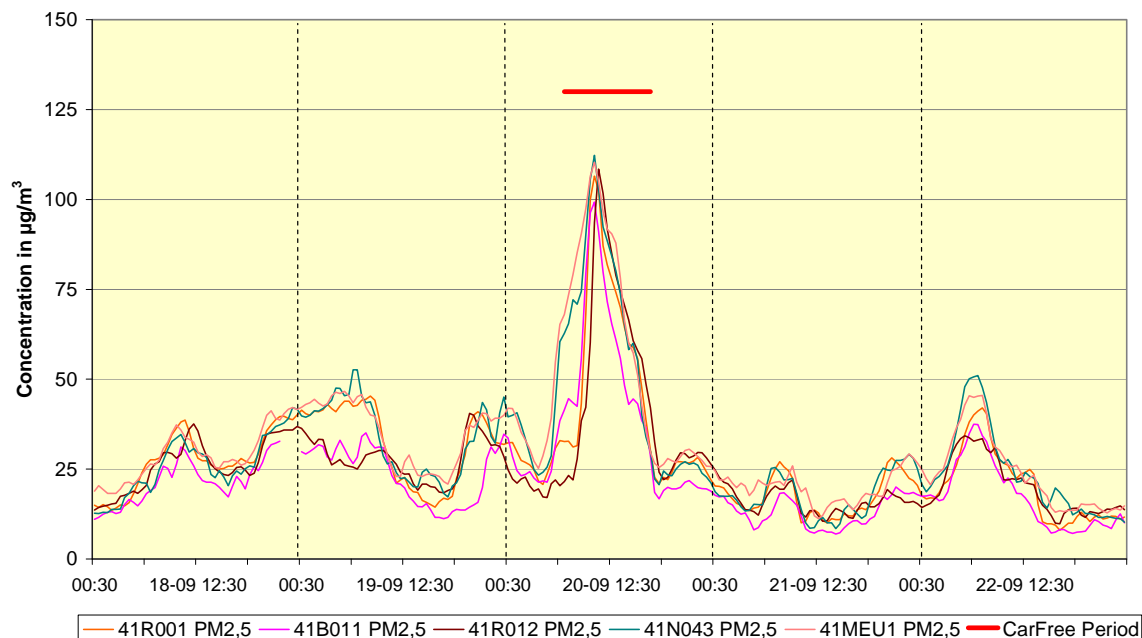


Fig. 4.67: Evolutie halfuurswaarden PM2.5 tijdens de periode 18-22 september 2009
Piekconcentratie PM2.5 op alle meetposten tijdens de sperperiode voor het verkeer

Dit fenomeen werd ook herhaaldelijk vastgesteld tijdens de maand april 2007, april 2009 en maart 2011. Einde maart tot begin april is er massaal landbouwactiviteit (o.m. bemesting) op de velden. Het weer tijdens de maanden april 2007 en 2009 was uitzonderlijk, bijna zomers, met milde temperaturen en een hoge vochtigheid tijdens de ochtend en de avonduren, en met hoge temperatuur (> 20°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, april 2009 en maart 2011, afhankelijk van de meetpost, tussen 12 en 16 dagen met een PM10-dagwaarde hoger dan 50 µg/m³. 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 voor de verspreiding van de vervuiling, maar kan zo ook bepalend zijn voor de vorming en de stabiliteit van het secundair aërosol.

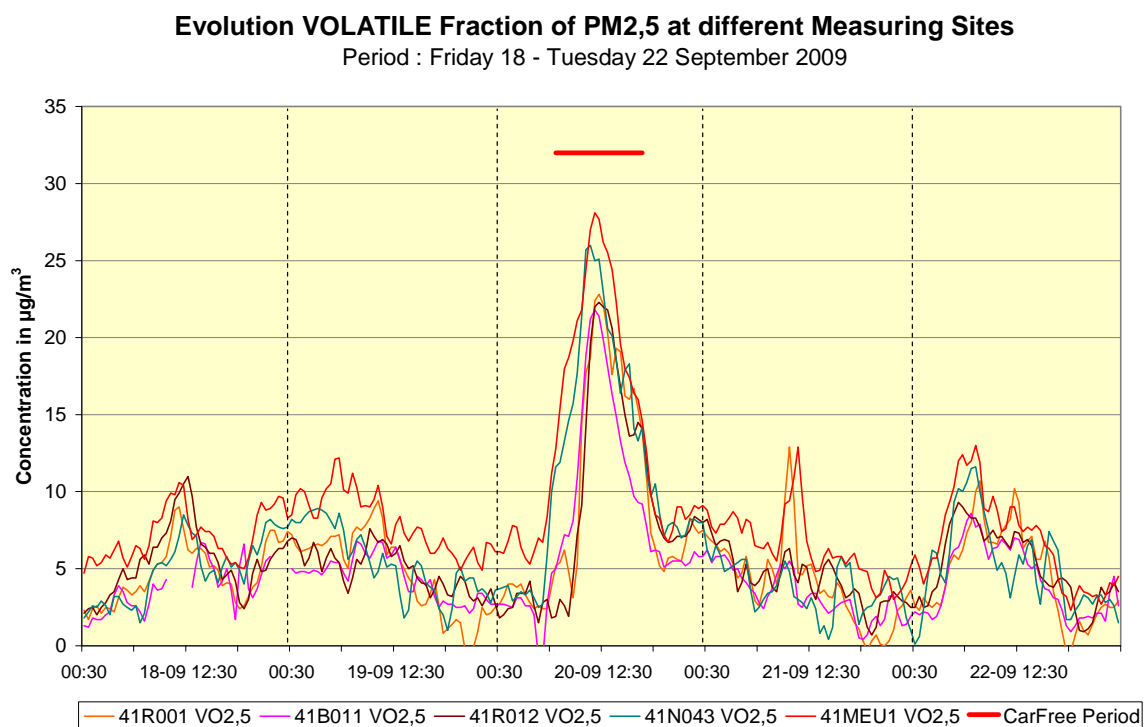


Fig. 4.68: Evolutie vluchtige massa in de PM2.5-fractie tijdens de periode 18-22 september 2009
 Toename vluchtige massa op alle meetposten tijdens de sperperiode voor het verkeer

In figuur 4.69 wordt het gemiddeld aantal PM10-overschrijdingen per maand weergegeven voor een aantal meetposten. Voor de periode ‘januari 2005 – maart 2012’ wordt per maand en per meetpost het gemiddeld aantal overschrijdingsdagen (dagwaarde PM10 > 50 µg/m³) weergegeven. Het hoogste aantal wordt bereikt voor de maanden maart en april, gevolgd door de wintermaanden februari en januari, vervolgens oktober, november en december.

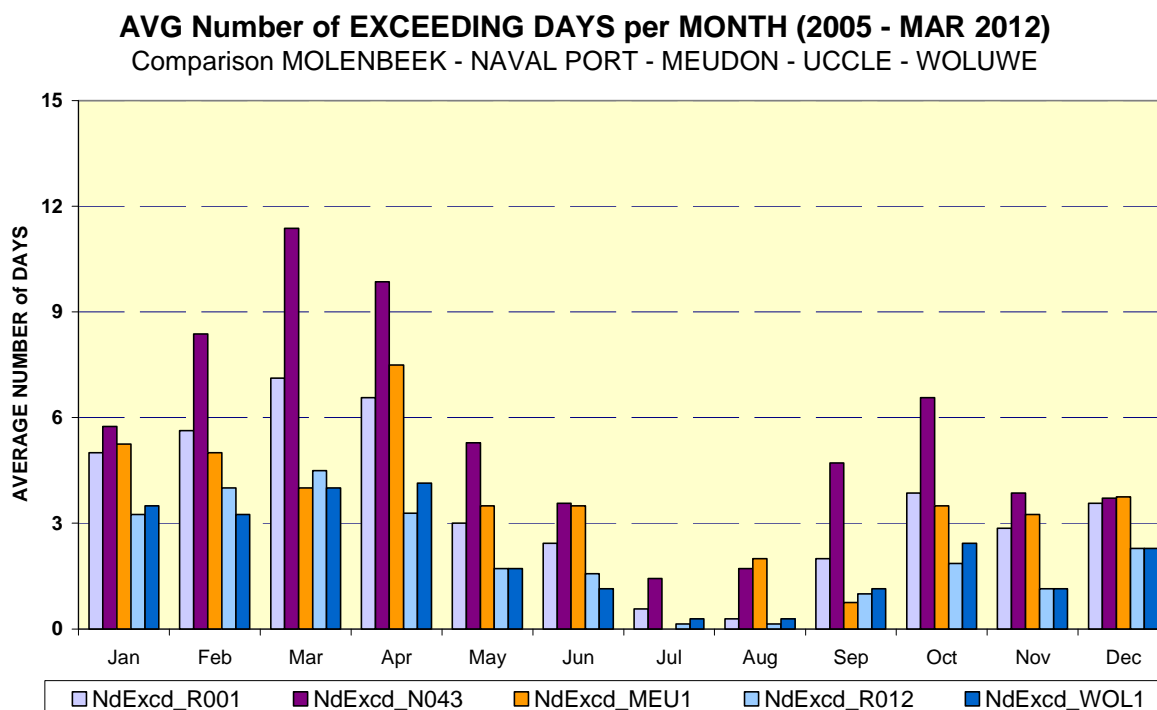


Fig. 4.69: PM10 overschrijdingen – Dagwaarde PM10 > 50 µg/m³.
Gemiddeld aantal overschrijdingsdagen per maand. Periode : Januari 2005 – Maart 2012

In figuur 4.70 en 4.71 wordt voor de meetpost te Molenbeek het dagverloop weergegeven voor de aantallen deeltjes (aantal deeltjes per liter lucht), respectievelijk voor de fracties tussen 0.25 tot 0.28 µm en 0.50 tot 0.65 µm diameter, zoals vastgesteld tijdens de autoluwe zondag van 20 september 2009. Dit dagverloop wordt vergeleken met het dagverloop voor een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’. Het dagverloop voor de fractie tussen 1.00 en 1.60 µm wordt weergegeven in figuur 4.72 en dit voor de grovere deeltjes (2.50 tot 10 µm) in figuur 4.73.

Voor alle deeltjesfracties kleiner dan 2.5 µm wordt, analoog aan de massaconcentratie voor PM2.5, een piekconcentratie vastgesteld tijdens de sperperiode voor het verkeer. De deeltjes gevormd door het secundair aërosol maken vrijwel integraal deel uit van deze fijnere deeltjesfractie. Voor de deeltjes groter dan 2.5 µm wordt er geen piekconcentratie vastgesteld tijdens de sperperiode voor het verkeer. De deeltjes van het secundair aërosol behoren niet tot deze grovere fractie en wegens het ontbreken van het verkeer en de matige wind was er ook onvoldoende turbulentie om de grovere deeltjes (terug) in suspensie te brengen.

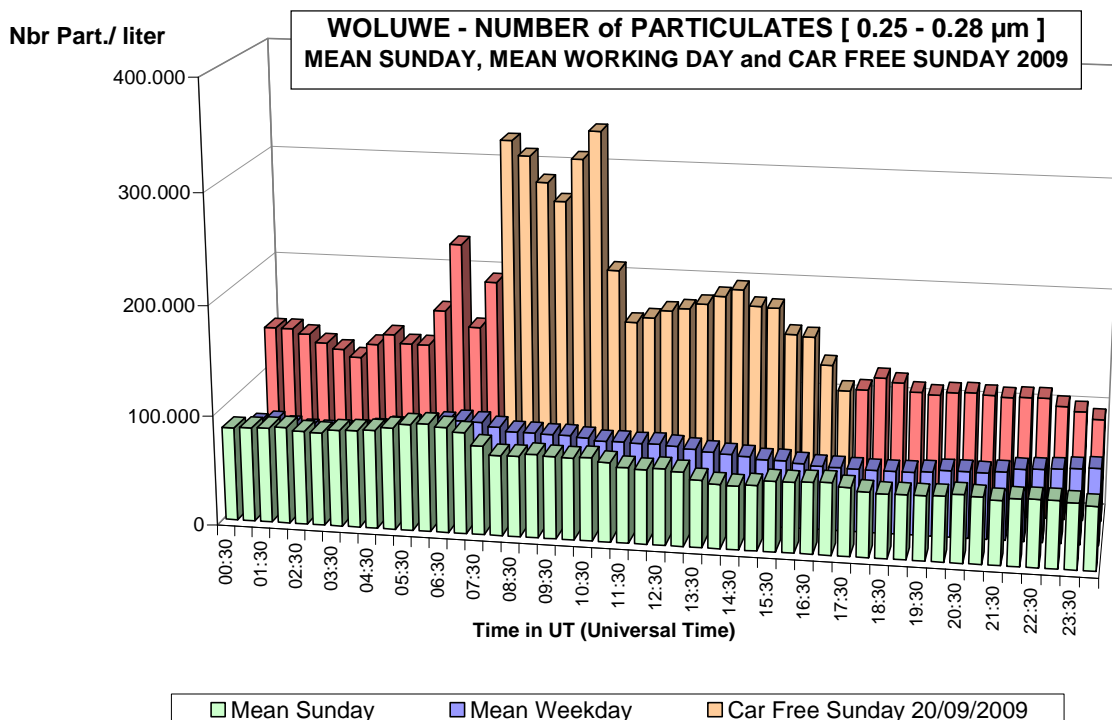


Fig. 4.70: Deeltjes tussen 0.25 en 0.28 µm (aantal per liter lucht) – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2009’ – Dagprofiel autoluwe zondag 20/09/2009

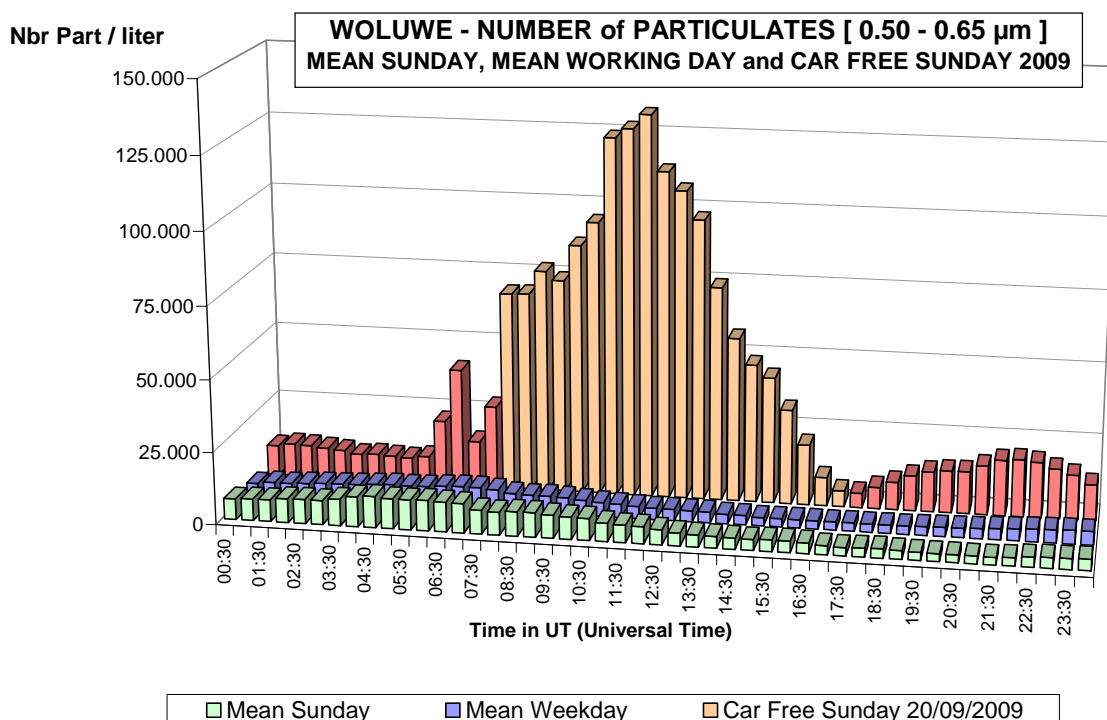


Fig. 4.71: Deeltjes tussen 0.50 en 0.65 µm (aantal per liter lucht) – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2009’ – Dagprofiel autoluwe zondag 20/09/2009

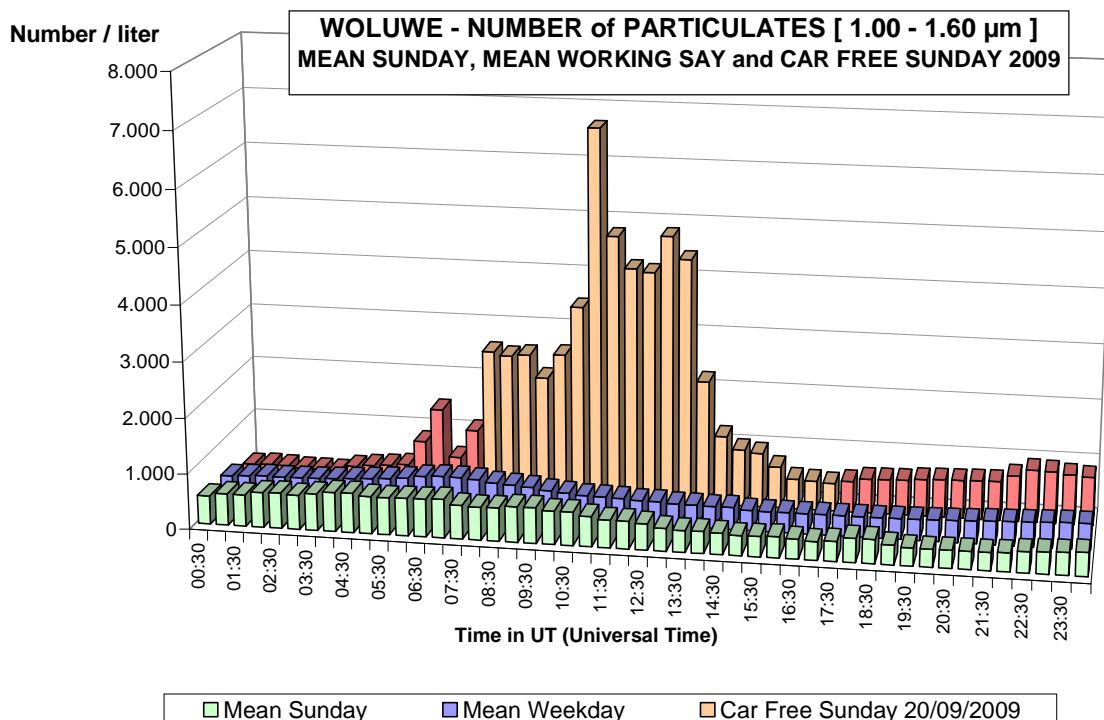


Fig. 4.72: Deeltjes tussen 1.00 en 1.60 µm (aantal per liter lucht) – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2009’ – Dagprofiel autoluwe zondag 20/09/2009

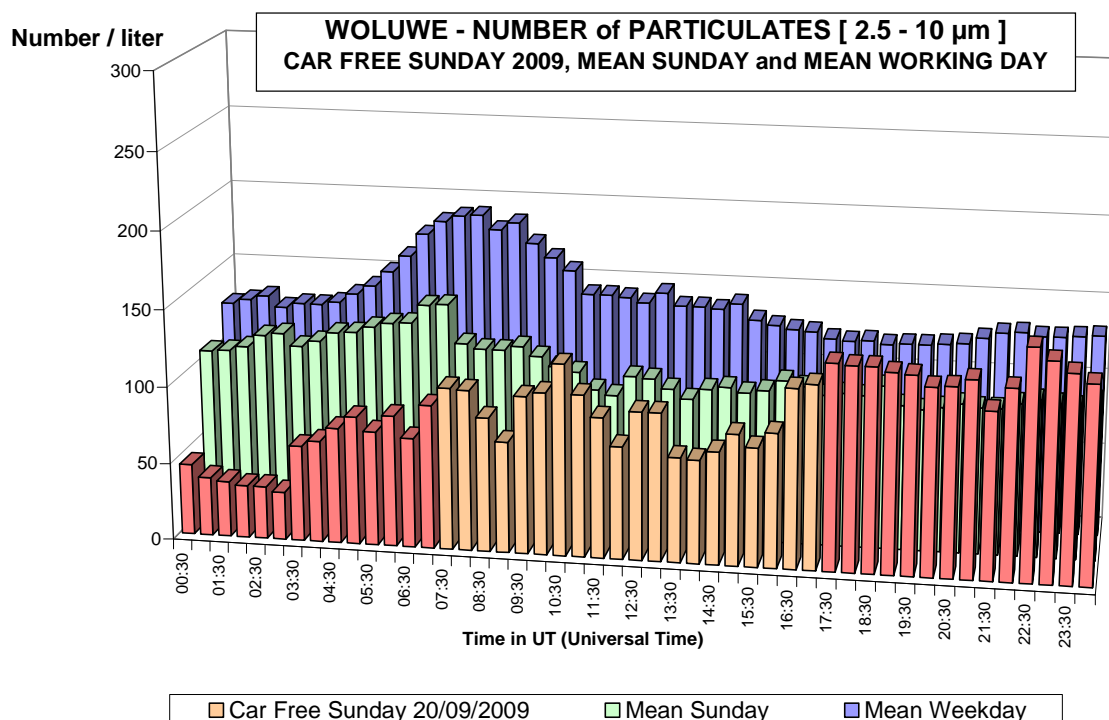


Fig. 4.73: Deeltjes tussen 1.00 en 1.60 µm (aantal per liter lucht) – Dagprofiel autoluwe zondag en dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2009’

Verloop concentratie van PM10 en NO – Hoge concentraties PM10 op zondag en tijdens de nacht

In figuur 4.74 wordt voor de meetpost te Molenbeek het dynamisch verloop weergegeven van de concentraties voor PM10, PM2.5, NO en NO₂ tijdens de periode van zaterdag 6 t/m woensdag 10 februari 2010. Het verloop van de massaconcentratie voor PM10 en PM2.5 is nagenoeg identiek. Het verschil met het verloop voor NO en NO₂ is het duidelijkst waar te nemen voor zondag 7 en maandag 8 februari 2010.

Er is een hoge PM10 en PM2.5 concentratie op zondag 7 februari, terwijl de NO en NO₂ concentratie dan eerder laag zijn. Op maandag 8 februari daalt de concentratie voor PM10 en PM2.5 bij het begin van de ochtendspits, wanneer de concentraties voor NO en NO₂ juist toenemen. Er is duidelijk te zien dat er hoge PM concentraties worden opgetekend tijdens de nacht van zondag 7 op maandag 8 februari, ook tussen 2 uur en 6 uur 's ochtends wanneer er zeer weinig verkeer is.

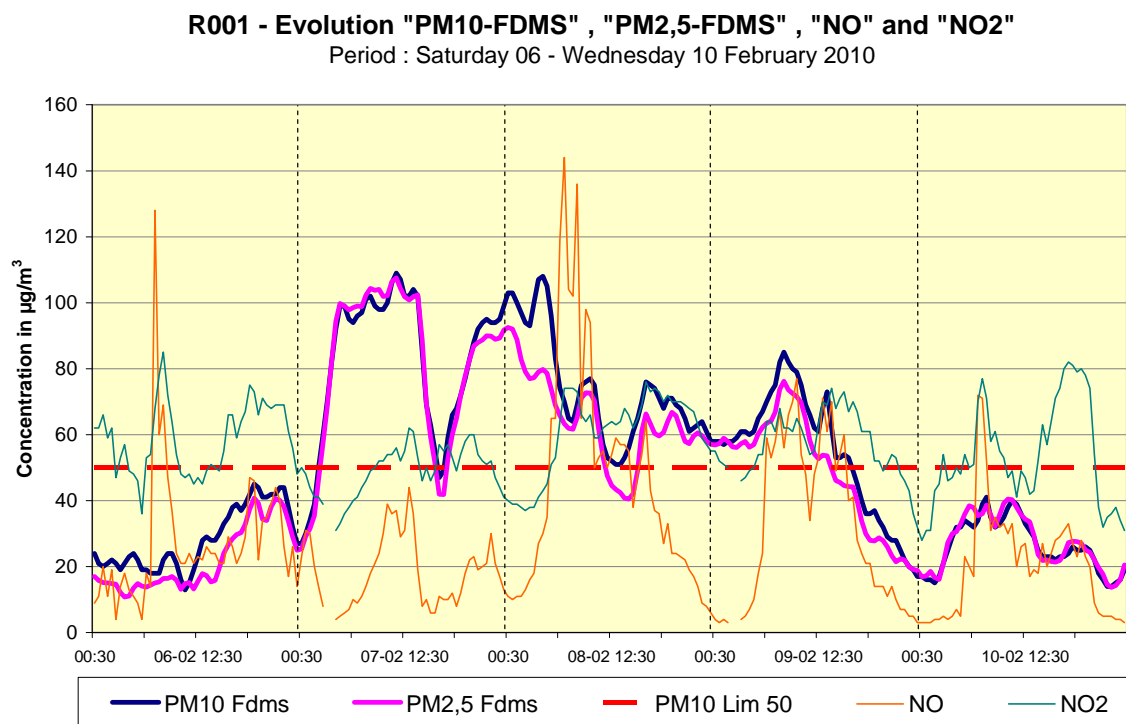


Fig. 4.74: Meetpost Molenbeek – Zaterdag 6 tot woensdag 10 februari 2010
Verschillend dynamisch verloop van de concentraties voor PM10 en PM2.5 enerzijds
en NO en NO₂ anderzijds

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 NO₂
- de ervaring met de autoluwe zondagen van 21/09/2003, 17/09/2006 en 20/09/2009 en tal van andere vrije dagen en weekenddagen met weinig verkeer en hoge PM-concentraties
- het verschil in dynamisch verloop tussen de concentraties voor PM10, NO en NO₂
- de gemiddelde PM 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 µg/m³ als dagwaarde (limietwaarde) hoger uitvallen dan het toegestane maximum van 35 dagen per jaar

De analyse van de overschrijdingen voor PM10 (dagwaarde > 50 µg/m³) leert dat er minstens 3 verschillende fenomenen verantwoordelijk zijn voor het hoge aantal overschrijdingen:

- meteorologische condities die ongunstig zijn voor een goede verspreiding, namelijk een combinatie van lage windsnelheid en temperatuursinversie. Dit fenomeen speelt voornamelijk tijdens de wintermaanden (november t/m februari). Het leidt tot een toename van de concentraties op alle meetplaatsen en tot simultane overschrijdingen voor PM10 in verschillende meetposten.
- de vorming van secundair aërosol wordt voornamelijk vastgesteld net voor en net na het agrarisch seizoen. Ten gevolge van de massale bemesting wordt er een grote hoeveelheid ammoniak (NH₃) vrijgesteld. Onder gepaste omstandigheden, een milde temperatuur (8 à 20°C) en een hoge relatieve luchtvochtigheid (80 à 90 %RH), kan een stabiel secundair aërosol gevormd worden met ammoniumnitraat als een van de voornaamste componenten. Dit fenomeen wordt voornamelijk waargenomen tijdens de maanden maart en april en in mindere mate tijdens de maanden september en oktober. Ook in dit geval worden er simultaan overschrijdingen vastgesteld op verschillende meetposten en over een gebied dat veel ruimer is dan het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.
- het (terug) in suspensie brengen van de grovere fractie, minerale deeltjes met een diameter gelegen tussen 2.5 en 10 µm. Dit soort overschrijdingen wordt voornamelijk vastgesteld bij droog weer, en in een beperkt aantal meetposten waar deze deeltjesfractie in de omgeving aanwezig is. Ten gevolge van de wind of van de turbulenties van het verkeer komen deze deeltjes opnieuw in suspensie en er kunnen zeer hoge concentraties gemeten worden (meerdere honderden µg/m³ PM10 gedurende enkele uren). Dergelijke overschrijdingen worden voornamelijk vastgesteld op de meetpost in de Voorhaven (N043), waar ze op jaarbasis een derde tot de helft (zie hoofdstuk 4.3.12) van het aantal overschrijdingen vertegenwoordigen, en in mindere mate op de meetpost te Molenbeek (R001).

4.3.10 Historiek – Schatting evolutie PM10 over langere termijn (1981-2011)

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 historiek van deze 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 de Voorhaven, 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 . PM10_ruwe data
Voorhaven	DUST = 1,5143 . 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 in de Voorhaven 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 . PM10_ruwe data
Voorhaven	PM10_FDMS = 1,20 . 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 4.75 wordt, aan de hand van de cumulatieve frequentieverdeling, de evolutie weergegeven van de geschatte PM10-concentraties tijdens de periode 1981-2011. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer voor de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan deze voor de meetpost in de Voorhaven. 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 4.76 geeft het verloop weer van de geschatte jaargemiddelde PM10-concentratie. De evolutie van het geschatte aantal overschrijdingsdagen per jaar (PM10-dagwaarde > 50 µg/m³) wordt grafisch weergegeven in figuur 4.77. In beide gevallen verwijst de grafiek bovenaan naar de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan naar de meetpost in de Voorhaven. De corresponderende numerieke gegevens worden weergegeven in tabel IV.26.

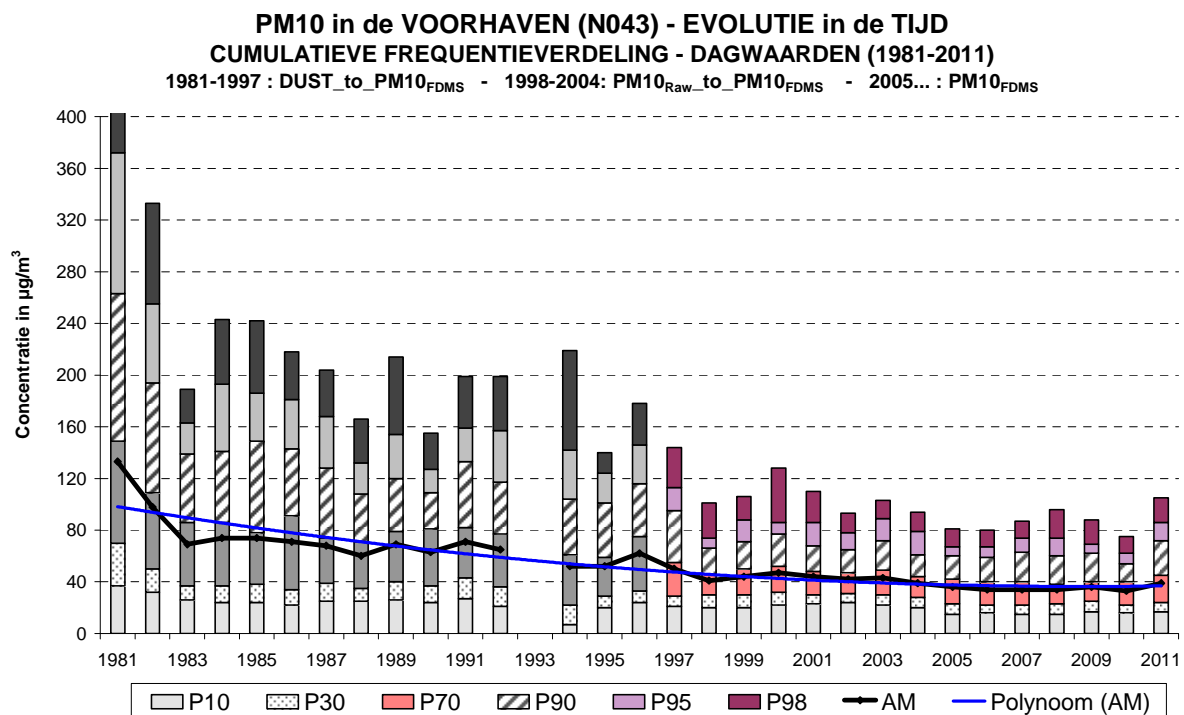
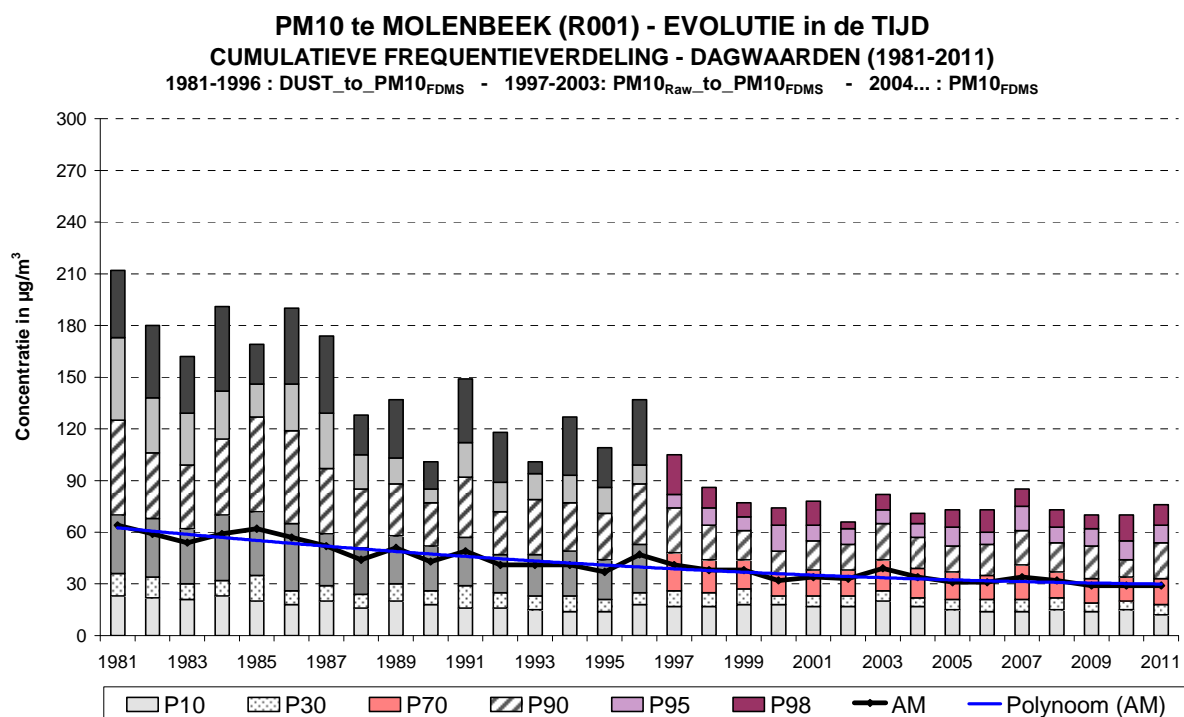


Fig. 4.75: PM10 – Meetposten Molenbeek en Voorhaven
 Schatting van de Evolutie van de concentraties over langere termijn (1981-2011)

1981-1997: conversie DUST tot PM10_{FDMS}
 1998 – 2004: conversie PM10_{ruwe data} tot PM10_{FDMS}
 2004-2011: meetresultaten PM10_{FDMS}

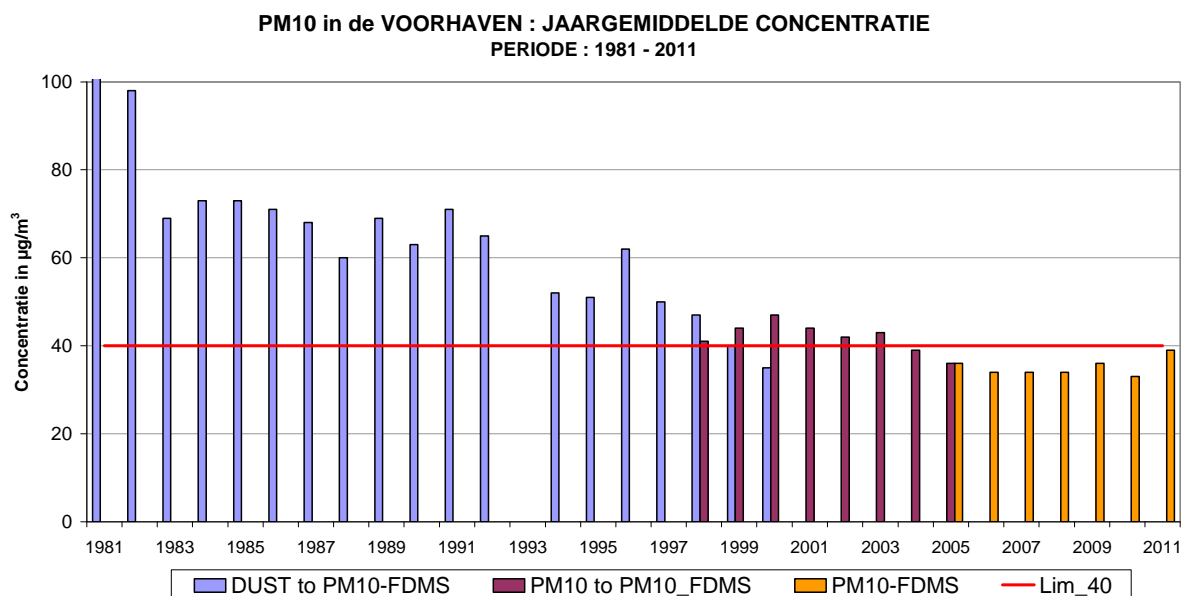
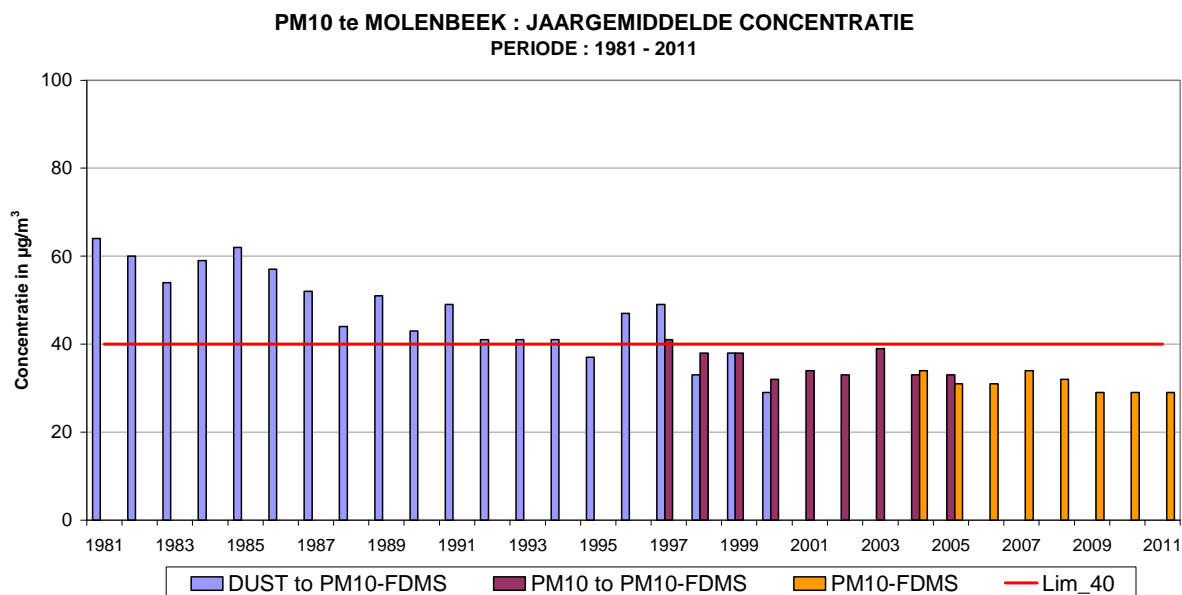


Fig. 4.76: PM10 – Meetposten te Molenbeek en in de Voorhaven
Schatting van de Evolutie van de Jaargemiddelde concentratie (1981-2011)

1981-1997: conversie DUST tot PM10_FDMS
 1998 – 2004: conversie PM10_ruwe data tot PM10_FDMS
 2004-2011: meetresultaten PM10_FDMS

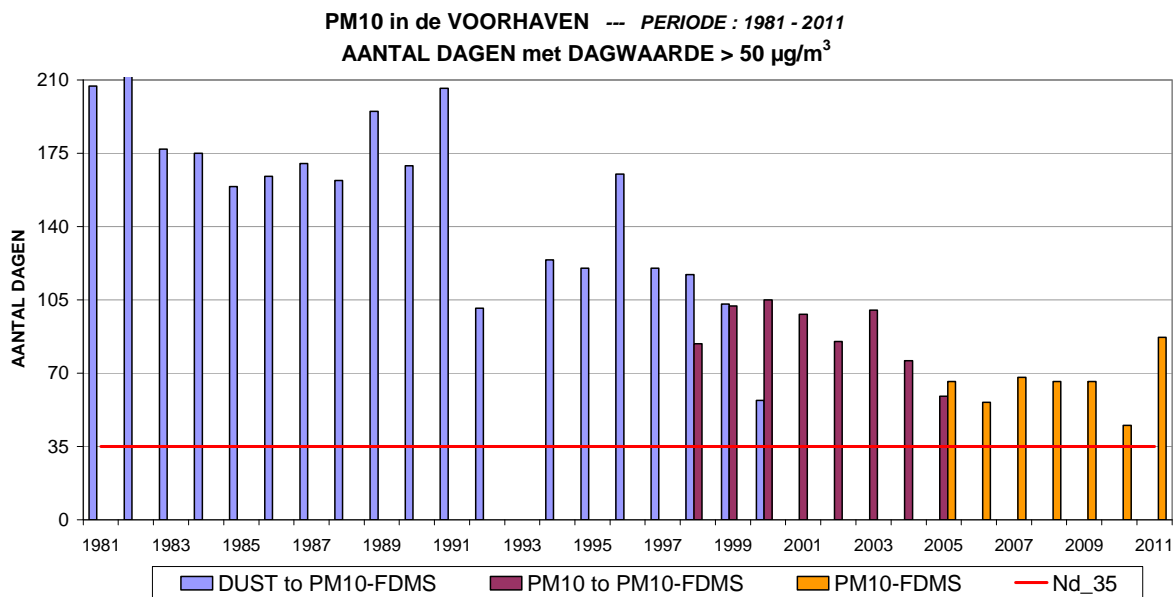
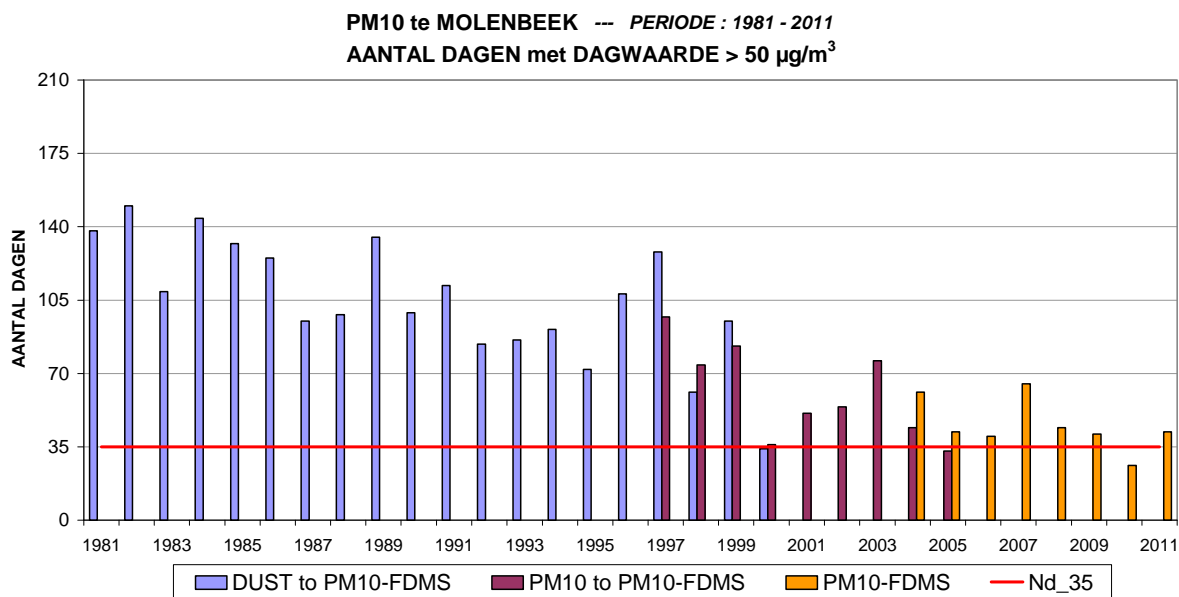


Fig. 4.77: PM10 – Meetposten te Molenbeek en in de Voorhaven
 Schatting van het Aantal dagen met overschrijding - Dagwaarde > 50 µg/m³
 Periode 1981 – 2011

1981-1997: conversie DUST tot PM10_FDMS
 1998 – 2004: conversie PM10_ruwe data tot PM10_FDMS
 2004 – 2011: meetresultaten PM10_FDMS

Tabel IV.26: PM10-EVOLUTIE over LANGERE TERMIJN - PERIODE 1981-2011

SCHATTING evolutie JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE
en AANTAL OVERSCHRIJDINGEN - DAGWAARDE > 50 µg/m³

JAAR	JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [µg/m ³]		OVERSCHRIJDINGEN DAGWAARDE [AANTAL DAGEN]	
	Molenbeek	Voorhaven	Molenbeek	Voorhaven
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
2009	29	36	41	66
2010	29	33	26	45
2011	29	39	42	87

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 in de Voorhaven (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 in de Voorhaven 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 4.78 wordt, voor de meetpost in de Voorhaven, de evolutie weergegeven van de PM2.5-jaarstatistieken (cumulatieve frequentieverdeling) voor de periode 2000-2011. 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.

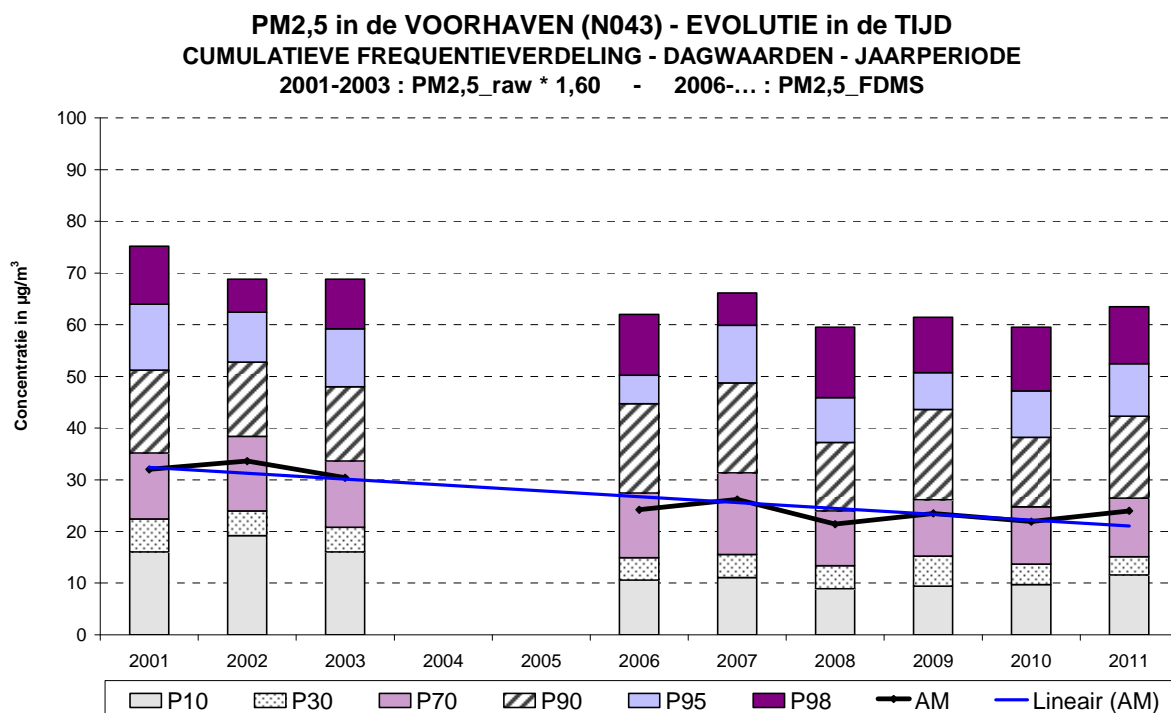


Fig. 4.78: PM2.5 – Evolutie PM2.5-concentratie in de Voorhaven (N043)
 “PM2.5 *1,60”: 2000-2003 --- PM2.5_FDMS: 2006-2011

De resultaten voor PM2.5 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 PM2.5-FDMS weergegeven. Het betreft de jaargemiddelde concentratie en de 98^{ste} centiel, berekend op basis van de daggemiddelden voor PM2.5.

De streefwaarde voor PM2.5 van 25 µg/m³ 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/m³ als jaargemiddelde vanaf 2020 kan nog geen uitspraak worden gedaan.

In figuur 4.79 wordt voor PM2.5 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 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. Voor PM2.5 lijkt er een kleine ochtendpiek op te treden op werkdagen. De concentraties op zaterdag en zondag zijn iets lager dan op een werkdag.

In figuur 4.80 wordt voor PM2.5 het gemiddeld dagverloop weergegeven voor de meetpost in de Voorhaven tijdens de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2011'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*. Voor PM2.5 is er geen opvallend onderscheid tussen werkdagen en niet-werkdagen. Op werkdagen worden tijdens de ochtendspits licht hogere PM2.5-waarden genoteerd.

Tabel IV.27: **PM2.5-DAGWAARDEN - JAARGEMIDDELDE**
 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
2009	21,6	18,1	18,6	23,5	22,4
2010	22,4	17,0	18,5	21,9	--
2011	25,0	17,4	18,8	24,0	--

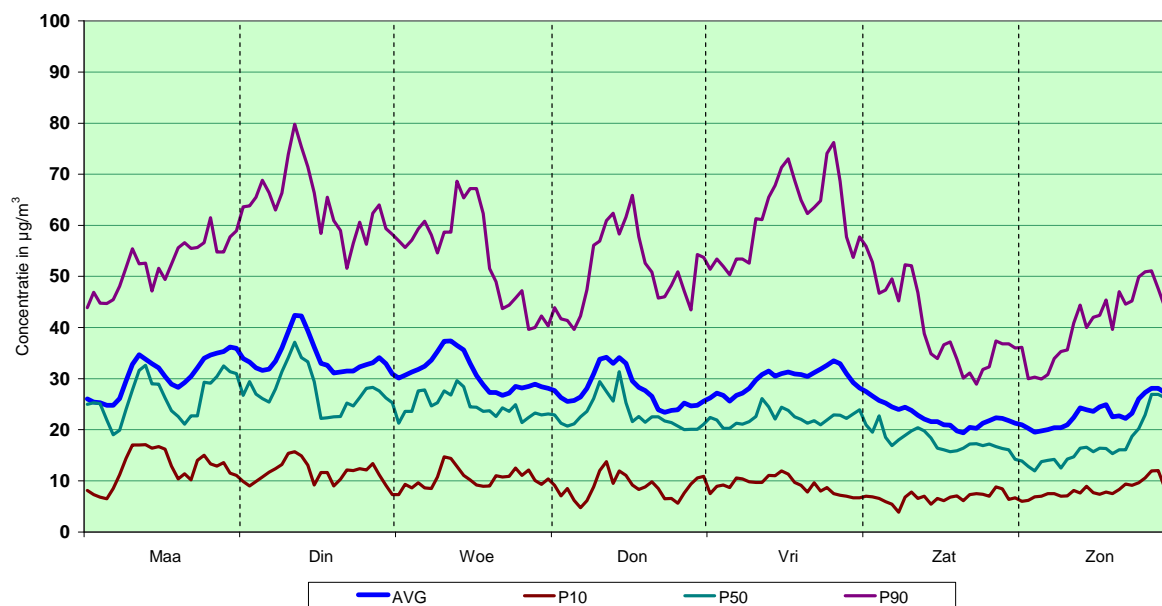
-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis – (her)opstarten van de metingen
 () : reeks gegevens onvolledig

Vervolg Tabel IV.27: **PM2.5-DAGWAARDEN - P98**
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
 [Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

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
2208	60,9	50,6	49,6	59,5	54,5
2009	63,9	58,8	56,8	61,4	59,4
2010	56,7	51,1	51,8	59,5	--
2011	70,9	60,5	59,4	63,5	--

PM2.5_brute gegevens
PM2.5 * 1,60
PM2.5_FDMS

PM2,5_FDMS te MOLENBEEK (R001)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



PM2,5_FDMS te MOLENBEEK (R001)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

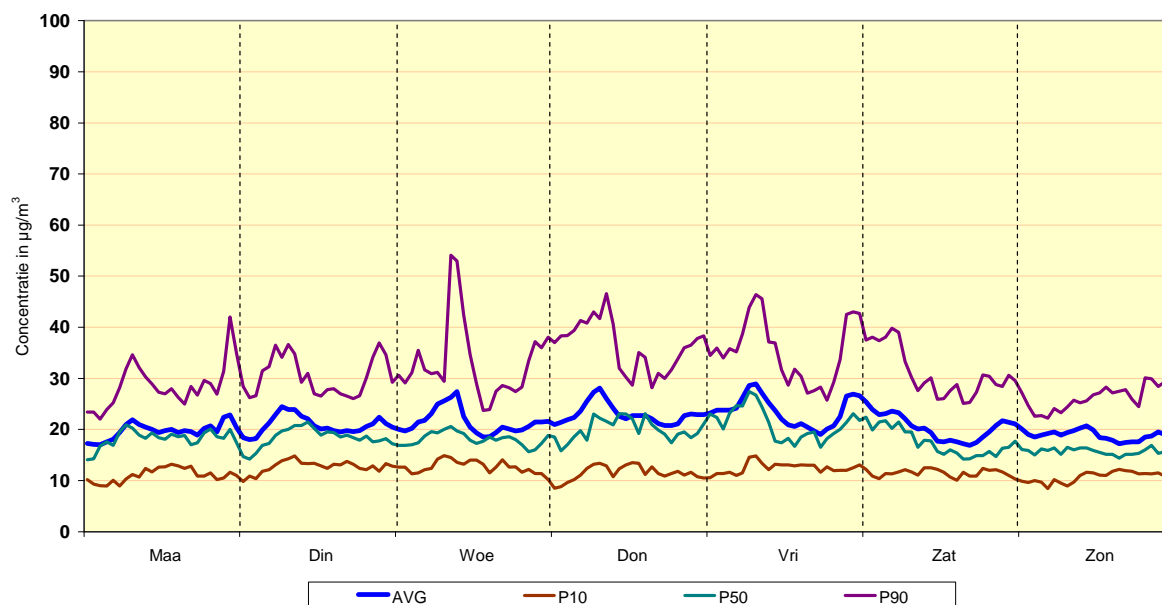
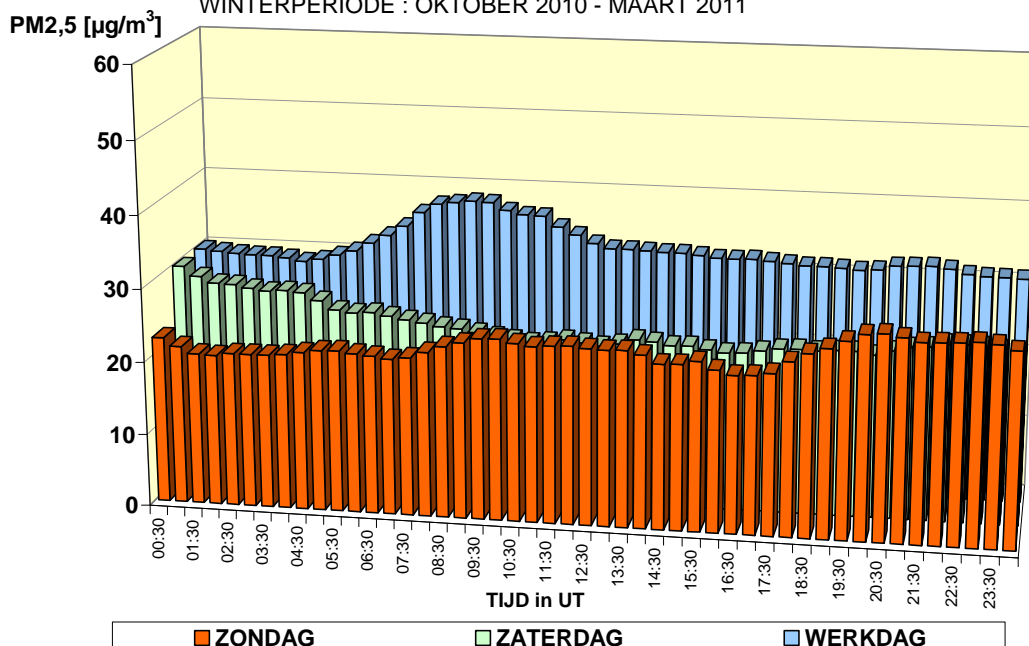


Fig. 4.79: PM2.5 - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Meetpost Molenbeek – Winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en
 Zomerperiode 'april – september 2011'

**PM2,5-FDMS - VOORHAVEN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**

WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



**PM2,5_FDMS data - VOORHAVEN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

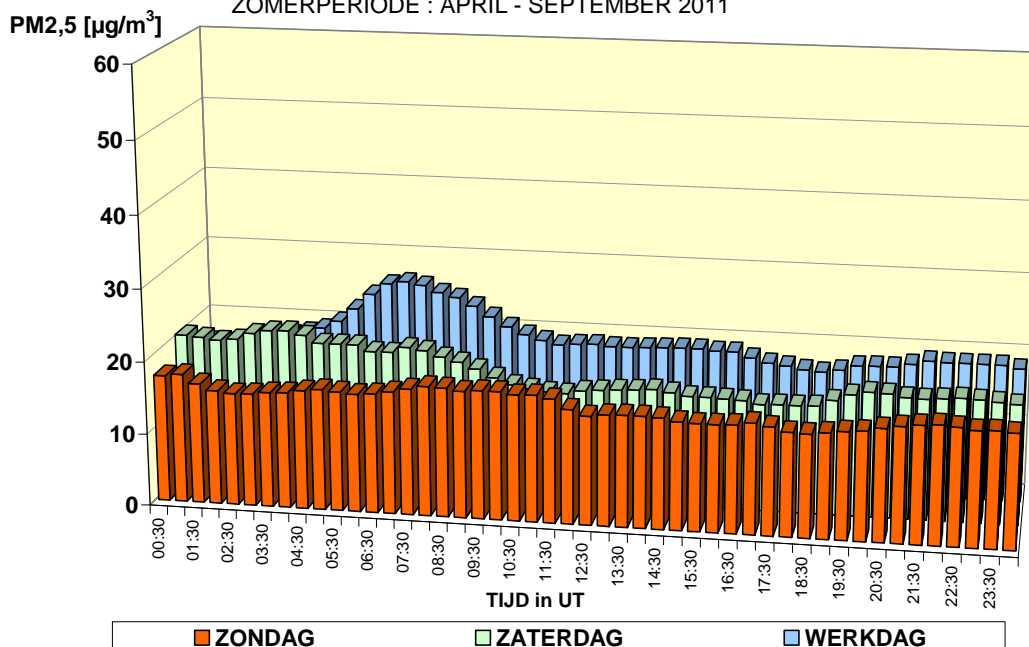


Fig. 4.80: PM2.5 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
Meetpost in de Voorhaven – Winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en
Zomerperiode 'april – september 2011'

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, Voorhaven en Ukkel) en voor de jaargangen 2006 t/m 2011, 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/m³* en *alle niet-werkdagen met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m³*.

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 in de Voorhaven 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 in de Voorhaven 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 - Voorhaven			
	%mass/mass	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
All Days		76,5	72,4	70,6	58,6	71,4	75,4	71,2	77,1	62,9
All Excd Days		86,0	78,1	72,9	74,0	78,7	80,8	77,0	76,6	58,2
Nwrk Excd Days		90,2	82,6	78,9	80,2	79,1	87,5	88,5	83,4	76,9

PM2.5/PM10	R001 - Molenbeek			R012 - Ukkel			N043 - Voorhaven			
	%mass/mass	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
All Days		74,5	77,2	85,4	68,9	74,0	75,3	65,3	66,4	60,9
All Excd Days		80,0	74,1	84,0	76,8	79,1	82,4	66,7	66,3	58,5
Nwrk Excd Days		92,3	81,5	91,9	82,0	78,8	86,4	87,0	77,0	79,8

4.3.12 N043 – Raming van de overschrijdingen PM10 te wijten aan de grovere deeltjes:

Op de meetpost in de Voorhaven (N043) worden er jaarlijks te veel overschrijdingen genoteerd van de dagwaarden van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10. Uit de analyse van de gegevens blijkt dat een belangrijk aantal van deze overschrijdingen te wijten is aan de aanwezigheid van grovere deeltjes, deeltjes tussen 2.5 en $10 \mu\text{m}$ diameter. Hierna wordt gepoogd het aandeel van dit soort overschrijdingen op een objectieve wijze te ramen, eerst op basis van een aantal experimentele criteria toegepast op de gemeten waarden en vervolgens op basis van een schatting van PM10 waarden die zouden worden bereikt zonder het fenomeen van de suspensie van de grovere deeltjes. Een meer volledige benadering is te vinden in het BIM-rapport: “*Evaluation of PM10 Exceedances at the Navel Port. September 2011*”.

Experimentele criteria:

De identificatie van PM10 overschrijdingen in de Voorhaven, te wijten aan de grovere deeltjes, is gebaseerd op de volgend principes:

- o de dagwaarde voor PM10 in de Voorhaven moet duidelijk hoger zijn dan de dagwaarde voor PM2.5 in deze meetpost
- o de dagwaarde voor PM10 in de Voorhaven moet duidelijk hoger zijn dan de PM10 dagwaarde in de andere meetposten van het Gewest
- o de gemiddelde dagwaarden voor PM10 en PM2.5 berekend over de andere meetposten moet aanzienlijk lager zijn dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

De criteria zijn gebaseerd op de berekende dagwaarden voor PM10 en PM2.5:

- **PM10_N043** = dagwaarde PM10 in de meetpost van de Voorhaven
- **PM10_AVG** = berekend gemiddelde van de PM10-dagwaarden over de andere meetposten van het Gewest (R001, B011, R012, MEU1 en WOL1)
- **PM2.5_AVG** = berekend gemiddelde van de PM2.5-dagwaarden over de andere meetposten van het Gewest (R001, B011, R012 en MEU1)

De PM10-overschrijdingen in de Voorhaven worden beoordeeld als zijnde veroorzaakt door een belangrijke aanwezigheid van grovere deeltjes indien aan ten minste 3 van de 4 volgende criteria wordt voldaan:

Criterion 1	$\text{PM10_AVG} < 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Criterion 2	$\text{PM2.5_AVG} < 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Criterion 3	$\text{PM10_N043} > (1,5 * \text{PM10_AVG})$ OF $(\text{PM10_N043} - \text{PM10_AVG}) > 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Criterion 4	$\text{PM10_N043} > (2 * \text{PM2.5_AVG})$ OF $(\text{PM10_N043} - \text{PM2.5_AVG}) > 23 \mu\text{g}/\text{m}^3$

De toepassing van de experimentele criteria leidt tot volgende resultaten:

JAAR	N043 – Totaal Aantal Overschrijdingen	N043 – Overschrijding geen suspensie	Aantal te wijten aan grovere deeltjes
2008	66	34	32
2009	66	48	18
2010	47	23	24
2011	87	46	41

Schatting PM10-waarden in de Voorhaven zonder suspensie van de grovere deeltjes:

De verschillen in de PM2.5 concentratie tussen de onderscheiden meetposten van het Gewest is eerder beperkt, ook op momenten met een belangrijke bijdrage van de grovere deeltjes. Op basis van de verhouding PM10/PM2.5 (= Ratio) in de andere meetposten van het Gewest wordt dan, op basis van de PM2.5-dagwaarden in de Voorhaven een nieuwe tijdreeks geschat van PM10-dagwaarden voor deze meetpost (PM10_N043_estimated) zonder het fenomeen van suspensie van de grovere fractie:

$$\text{PM10_N043_estimated} = \text{PM2.5_N043} * \text{Ratio_avg}$$

met Ratio_avg = AVERAGE (Ratio_R001, Ratio_B011, Ratio_R012)

De figuur 4.81 geeft de evolutie weer van de gemeten dagwaarden voor PM10 (blauw) en van het aandeel van de dagwaarden (geel) te wijten aan de suspensie van de grovere deeltjes, dit is de gemeten PM10-dagwaarde verminderd met de geschatte waarde PM10_N043_estimated.

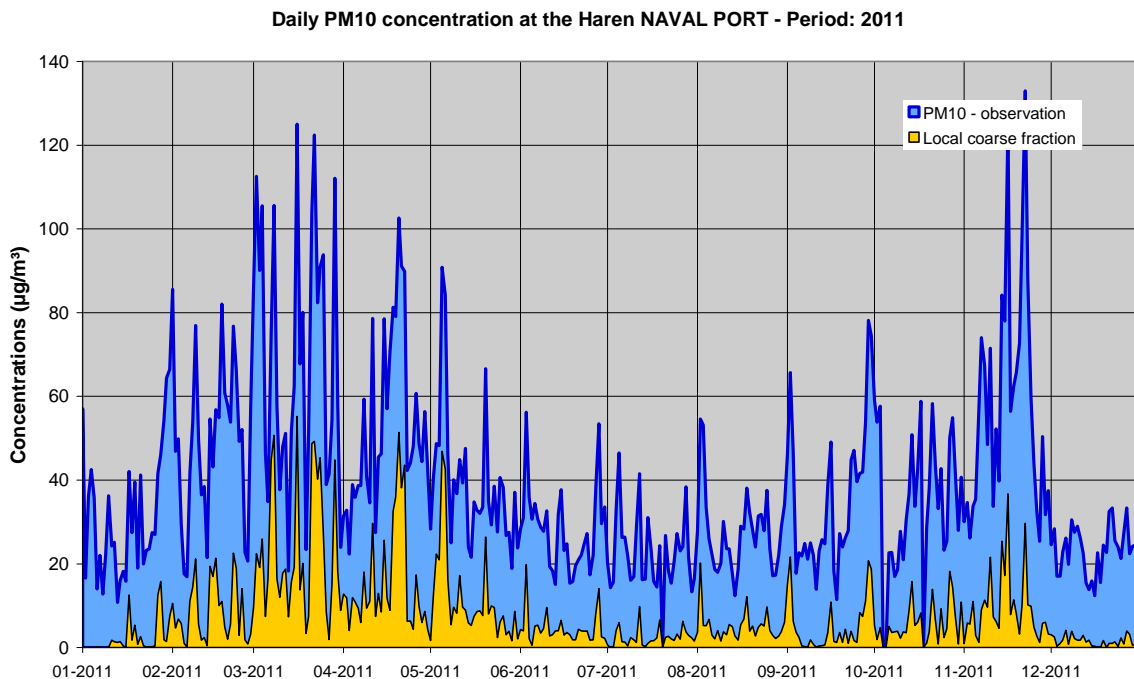


Fig. 4.81: PM10 in de Voorhaven – Verloop Dagwaarden PM10 over het Kalenderjaar 2011 en aandeel van de PM10 dagwaarde te wijten aan de grovere fractie

In de tabel hierna wordt het aantal overschrijdingen weergegeven dat bekomen wordt op basis van de geschatte waarden PM10_N043_estimated:

JAAR	N043 – Totaal Aantal Overschrijdingen	N043_estimated overschrijdingen	Aantal te wijten aan grovere fractie
2008	66	33	33
2009	66	42	24
2010	47	21	26
2011	87	45	42

Op basis van beide benaderingen kan vastgesteld worden dat een niet onbelangrijk gedeelte van de PM10 overschrijdingen in de meetpost van de Voorhaven te wijten is aan de suspensie van grovere deeltjes (deeltjes met een diameter tussen 2.5 en 10 µm). Op jaarbasis vertegenwoordigen deze tussen een derde en de helft van het totaal aantal vastgestelde overschrijdingen. Ondanks deze eventuele correctie worden er niettemin voor sommige jaargangen (2009, 2011) nog steeds meer dan 35 overschrijdingen genoteerd.

4.3.13 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
2009	99,1	97,2	98,0	94,7	96,9	98,0
2010	97,5	98,0	99,1	95,8	(48,7)	95,8
2011	99,9	97,8	97,2	98,9	(28,7)	97,2

-- : 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

* wegens een grondverzakking was de meetpost MEU1 buiten gebruik tussen 22 juli 2010 en 30 september 2011

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
2009	99,1	97,8	93,1	93,4	97,5
2010	98,6	99,1	98,9	99,1	(40,8)
2011	99,1	99,8	97,5	99,8	(26,5)

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

PM2.5_brute gegevens
PM2.5_FDMS

* *wegens een grondverzakking was de meetpost MEU1 buiten gebruik tussen 22 juli 2010 en 30 september 2011*

4.3.14 Aantal Deeltjes

In de meetposten te Woluwe en Molenbeek worden er respectievelijk sedert begin juli 2008 en juli 2010 metingen uitgevoerd naar het aantal deeltjes. De apparaten zijn *Laser Light Scattering Spectrometers* van het type Grimm, model 365. 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 en IV.31 wordt, voor beide meetposten, de resultaten weergegeven van de cumulatieve frequentieverdeling voor een selectie van bepaalde klassen van deeltjesgrootte. Het betreft halfuurswaarden voor de zomerperiode 'april – september 2011' en de winterperiode 'oktober 2011 – maart 2012'. 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 op de meetpost te WOLUWE**
Frequentieverdeling – Aantal deeltjes per liter lucht

ZOMERPERIODE : APRIL – SEPTEMBER 2011

Klasse	P10	P30	P50	P70	P90	P95	P98	MAX	AVG
> 0,25 µm	26.600	51.100	91.700	154.300	289.500	369.900	497.600	994.300	130.800
> 0,30 µm	9.810	17.340	31.400	58.870	129.530	168.880	258.550	624.170	54.640
> 0,40 µm	2.980	5.130	8.240	13.330	31.710	44.770	78.370	239.060	14.540
> 0,50 µm	1.410	2.380	3.460	5.360	9.880	13.840	23.260	83.260	5.280
> 0,65 µm	470	810	1.170	1.680	2.900	3.750	4.790	20.090	1.520
> 1,0 µm	191	247	495	693	1.237	1.569	1.907	4.066	620
> 1,6 µm	90	159	232	319	516	608	734	1.574	271
> 2,5 µm	26	49	73	101	148	172	211	960	82
> 10,0 µm	0	0	1	1	2	3	6	76	1
2,5<X<10,0	26	48	72	99	146	170	207	934	81

WINTERPERIODE : OKTOBER 2011 – MAART 2012

Klasse	P10	P30	P50	P70	P90	P95	P98	MAX	AVG
> 0,25 µm	35.900	98.500	203.200	339.100	582.200	720.900	899.200	1.337.800	262.400
> 0,30 µm	15.290	33.710	79.640	165.410	299.440	376.780	463.060	728.940	125.050
> 0,40 µm	5.750	10.950	19.170	45.080	101.670	139.650	174.230	298.840	39.690
> 0,50 µm	2.770	5.350	8.070	13.680	34.850	52.200	70.610	134.580	14.480
> 0,65 µm	800	1.460	2.170	3.160	5.240	7.260	10.580	24.010	2.800
> 1,0 µm	251	460	647	937	1.414	1.696	2.169	5.313	774
> 1,6 µm	104	177	248	345	508	591	694	1.548	283
> 2,5 µm	25	49	72	102	153	189	230	1.071	84
> 10,0 µm	0	0	0	1	2	3	6	51	1
2,5<X<10,0	25	49	71	101	151	186	226	1.020	83

Tabel IV.31: **AANTAL DEELTJES op de meetpost te MOLENBEEK**
 Frequentieverdeling – Aantal deeltjes per liter lucht

ZOMERPERIODE : APRIL – SEPTEMBER 2011

Klasse	P10	P30	P50	P70	P90	P95	P98	MAX	AVG
> 0,25 µm	38.500	72.800	123.900	199.500	344.200	441.300	570.300	1.083.600	165.100
> 0,30 µm	14.150	26.770	48.980	87.630	169.210	226.340	308.390	868.870	75.650
> 0,40 µm	4.720	7.940	12.860	23.030	50.770	71.010	105.820	625.860	22.490
> 0,50 µm	2.120	3.320	4.730	7.270	14.140	19.870	28.860	477.920	7.240
> 0,65 µm	780	1.240	1.690	2.380	3.850	4.740	6.940	403.450	2.270
> 1,0 µm	324	518	690	943	1.558	1.940	2.729	249.240	899
> 1,6 µm	157	251	343	462	715	889	1.133	192.710	448
> 2,5 µm	43	74	107	149	231	293	410	120.500	164
> 10,0 µm	0	1	1	3	5	7	10	10.023	5
2,5<X<10,0	42	73	105	146	226	288	404	110.470	160

WINTERPERIODE : OKTOBER 2011 – MAART 2012

Klasse	P10	P30	P50	P70	P90	P95	P98	MAX	AVG
> 0,25 µm	44.400	113.500	221.900	340.600	555.500	697.300	866.100	1.161.300	266.200
> 0,30 µm	18.310	44.700	99.980	180.640	315.390	388.810	470.620	750.640	137.820
> 0,40 µm	6.860	13.850	27.010	57.900	115.570	150.710	190.220	325.370	47.170
> 0,50 µm	2.980	5.860	9.090	15.670	36.130	51.430	70.650	122.440	15.390
> 0,65 µm	950	1.770	2.640	3.620	6.330	8.960	13.550	26.770	3.370
> 1,0 µm	286	513	753	1.055	1.558	1.926	2.549	7.887	876
> 1,6 µm	116	211	304	424	611	730	916	2.503	345
> 2,5 µm	25	54	83	119	193	241	327	1.207	102
> 10,0 µm	0	0	1	1	3	5	7	41	1
2,5<X<10,0	25	53	83	117	191	237	322	1.195	100

De toestellen geven de resultaten steeds weer als ‘aantal deeltjes groter dan een bepaalde diameter’ (b.v. >0.30 µm, >0.40 µm, ...). Het aantal deeltjes begrepen tussen twee diameters, b.v. het aantal deeltjes tussen 0.30 en 0.40 µm [0.30-0.40] dient hieruit afgeleid te worden.

Uit de gegevens in de tabellen blijkt dat het aantal deeltjes voor de klassen tot ± 1,0 µm diameter, gemiddeld hoger is tijdens de winterperiode dan tijdens de zomerperiode. Het aantal deeltjes groter dan 2.5 µm daarentegen kan hoger zijn tijdens de zomerperiode. Tijdens de winterperiode is er frequenter vorming van kleinere deeltjes en secundair aërosol. Deze deeltjes bevinden zich in grote getale in de klassen t/m 1,0 µm diameter. Tijdens de zomerperiode komen deze periodes minder frequent voor. Door de hogere temperatuur en de geringere luchtvochtigheid kunnen er dan vaker periodes zijn waarbij de grovere deeltjes, met een diameter tussen 2.5 en 10 µm, terug in suspensie worden gebracht.

Het verloop van de aantallen deeltjes van de subgroep met een diameter tussen 0.25 μm en ca. 1.6 μm diameter vertoont een zeer gelijklopend patroon. Deeltjes met een diameter groter dan 2.5 μm vertonen een ander beeld. Het aërosol blijkt uit twee verschillende populaties te bestaan. Deeltjes met diameter tussen 1.6 en 2.5 μm blijken hetzij tot de ene groep, hetzij tot de andere groep te behoren. [Black Carbon, PM10 Mass Concentration, Nitrogen Monoxide, Nitrogen Oxides and Particulate Number Concentration at the Woluwe Traffic Site. Preliminary study, period July 2009-June 2010. BIM-Rapport. September [2010]

Er is geen eenduidige correlatie tussen aantallen deeltjes en massaconcentratie. Zeer grote aantallen deeltjes gaan meestal wel gepaard met een hoge massaconcentratie en een geringer aantal met een lagere massaconcentratie. De aanwezigheid van een beperkt aantal grovere deeltjes [2.5 tot 10 μm] kan de massaconcentratie nochtans fel doen toenemen.

In hetgeen volgt worden een zestal voorbeelden nader bekeken van een situatie waarbij hoge aantallen deeltjes in de meetpost te Woluwe (in de fijnere deeltjesklassen) gepaard gaan met een hoge massaconcentratie op deze meetpost:

- woensdag 07 – maandag 12 januari 2009
- zaterdag 11 – donderdag 16 april 2009
- vrijdag 18 – dinsdag 22 september 2009
- zondag 24 – vrijdag 29 januari 2010
- zaterdag 06 – woensdag 10 februari 2010
- vrijdag 18 – woensdag 23 november 2011

De voorbeelden worden telkens geïllustreerd met 3 grafieken. Een eerste grafiek geeft het verloop weer, gedurende een volledige kalendermaand, van het totaal aantal deeltjes (meetpost WOL1) dat groter is dan welbepaalde diameters: totaal aantal deeltjes $>0.25 \mu\text{m}$, $>0.30 \mu\text{m}$, $> 0.40 \mu\text{m}$, ..., $> 5 \mu\text{m}$, $>7.5 \mu\text{m}$ en $> 10 \mu\text{m}$. Wegens de enorme verschillen in aantallen deeltjes per klasse (honderden, duizenden tot meerdere honderdduizenden) wordt de logaritme van de aantallen deeltjes in grafiek gebracht. Dit verloop wordt vergeleken met de massaconcentratie PM10 op dezelfde meetpost (WOL1). Twee verticale lijnen in de maandgrafiek bakenen de periode af die nader bekeken wordt.

Een tweede en derde grafiek zoomen in op de hoger opgegeven periodes. In de tweede grafiek wordt het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan 0.25 μm weergegeven, alsook de massaconcentratie PM10 (WOL1) en PM2.5 (gemiddelde over de Brusselse meetposten). In de grafiek is er tussen het bereik van de parameters, aantal deeltjes per liter lucht en massaconcentratie per kubieke meter lucht, een schaalfactor van 1/10.000. Wanneer beide lijnen samenvallen in de grafiek betekent dit dat 10.000 deeltjes per liter lucht (diameter $> 0.25 \mu\text{m}$) overeenstemmen met een massaconcentratie van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM of dat 100.000 deeltjes per liter lucht ($>0.25 \mu\text{m}$) overeenstemmen met een massaconcentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM.

De derde grafiek geeft het verloop weer van de aantallen deeltjes voor de subklassen met een diameter lager dan 0.50 μm : aantal deeltjes met diameter tussen 0.25 en 0.28 μm [0.25-0.28], tussen 0.28 en 0.30 μm [0.28-0.30], tussen 0.30 en 0.35 μm [0.30-0.35], tussen 0.35 en 0.40 μm [0.35-0.40], tussen 0.40 en 0.45 μm [0.40-0.45] en tussen 0.45 en 0.50 μm [0.45-0.50]. Deze subklassen vertonen een zeer gelijklopend beeld in functie van de tijd. Daarnaast wordt ook het aantal deeltjes weergegeven met een diameter groter dan 2.5 μm , vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid ervan in de grafiek). Wanneer de aantallen voor deze laatste deeltjesgroep oplopen, is er een toenemend verschil in massaconcentratie tussen PM10 en PM2.5.

Woensdag 07 – Maandag 12 Januari 2009

De figuur 4.82 geeft, voor een aantal klassen, de resultaten weer van de aantallen deeltjes op de meetpost te Woluwe voor de maand januari 2009. Wegens de enorme verschillen in de aantallen deeltjes per klasse wordt in de grafiek de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 (links grafiek) komt overeen met één miljoen deeltjes per liter lucht. Naast de aantallen deeltjes wordt ook het verloop van de PM10-massaconcentratie weergegeven. Hiervoor wordt het schaalbereik rechts van de grafiek gegeven.

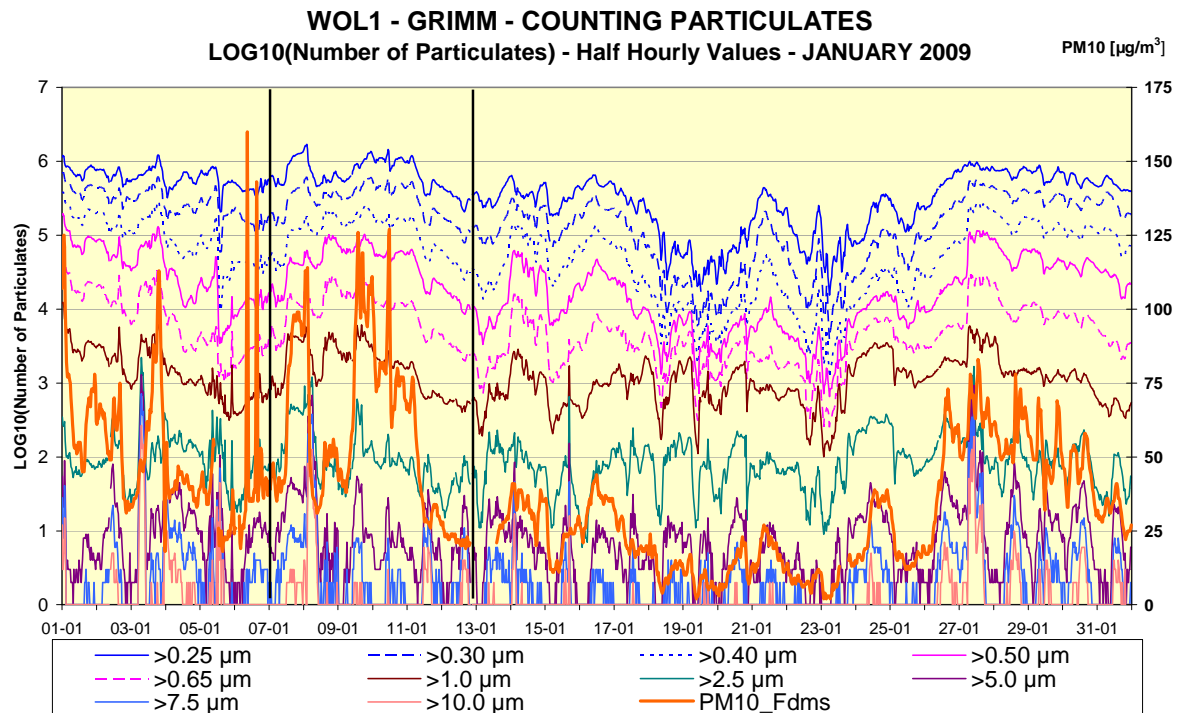


Fig. 4.82: Woluwe – Januari 2009. Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte. Massaconcentratie PM10

De periode van woensdag 7 t/m maandag 12 januari 2009 is afgebakend door twee verticale lijnen binnen deze grafiek. De figuur 4.83 geeft het verloop weer van het totaal aantal deeltjes groter dan $0.25 \mu\text{m}$ (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 1.750.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft ook de massaconcentratie weer voor PM10 (WOL1) en de gemiddelde concentratie voor PM2.5 (oranjerode lijnen). Het bereik voor de massaconcentratie, $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. De schaalfactor tussen beide bereiken is 10.000. Vermits beide lijnen elkaar vrij goed volgen betekent dit dat er ongeveer 100.000 deeltjes per liter lucht zijn voor een massaconcentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De figuur 4.84 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de $0.50 \mu\text{m}$ diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan $2.5 \mu\text{m}$, vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek). Wanneer de aantallen deeltjes horend bij deze klasse oplopen, is er een toenemend verschil in massaconcentratie tussen PM10 en PM2.5. De hoogste concentraties (aantallen en massaconcentratie PM10, PM2.5) worden gemeten tijdens de nacht van woensdag 7 op donderdag 8 januari en tijdens de nacht van vrijdag 9 op zaterdag 10 januari en vervolgens tot zondagochtend 11 januari, vaak op momenten met minder verkeer,.

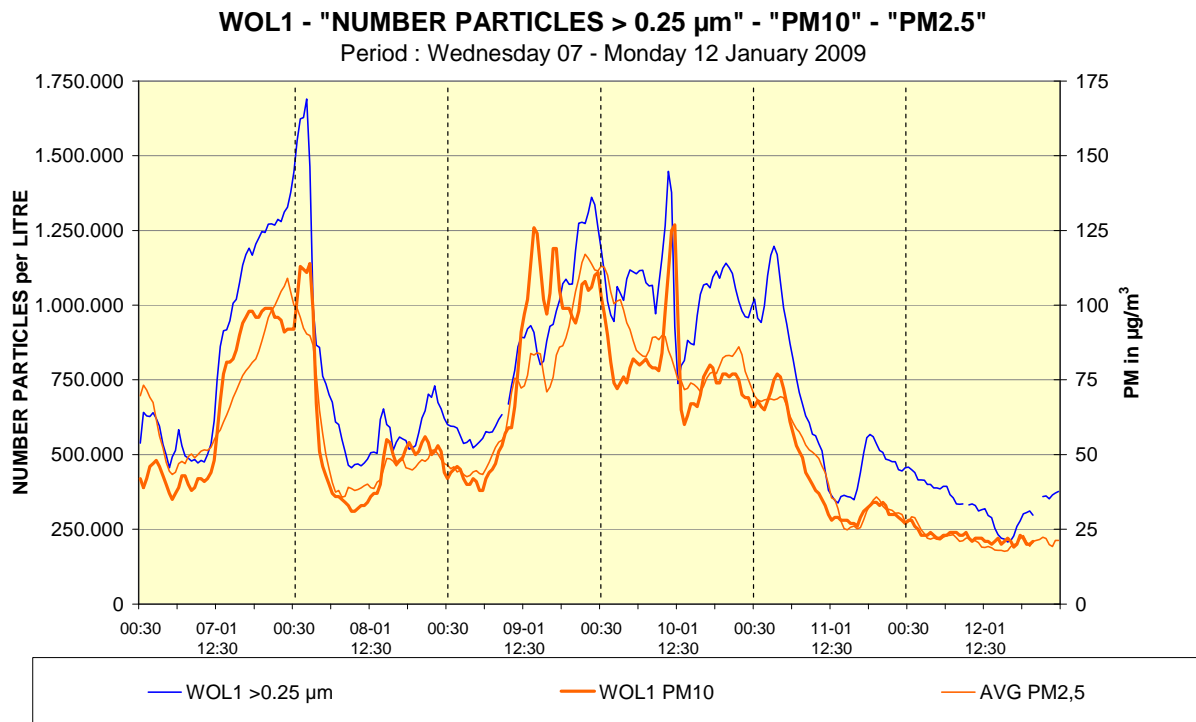


Fig. 4.83: Woluwe – Woensdag 07 – Maandag 12 Januari 2009
 Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm – Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

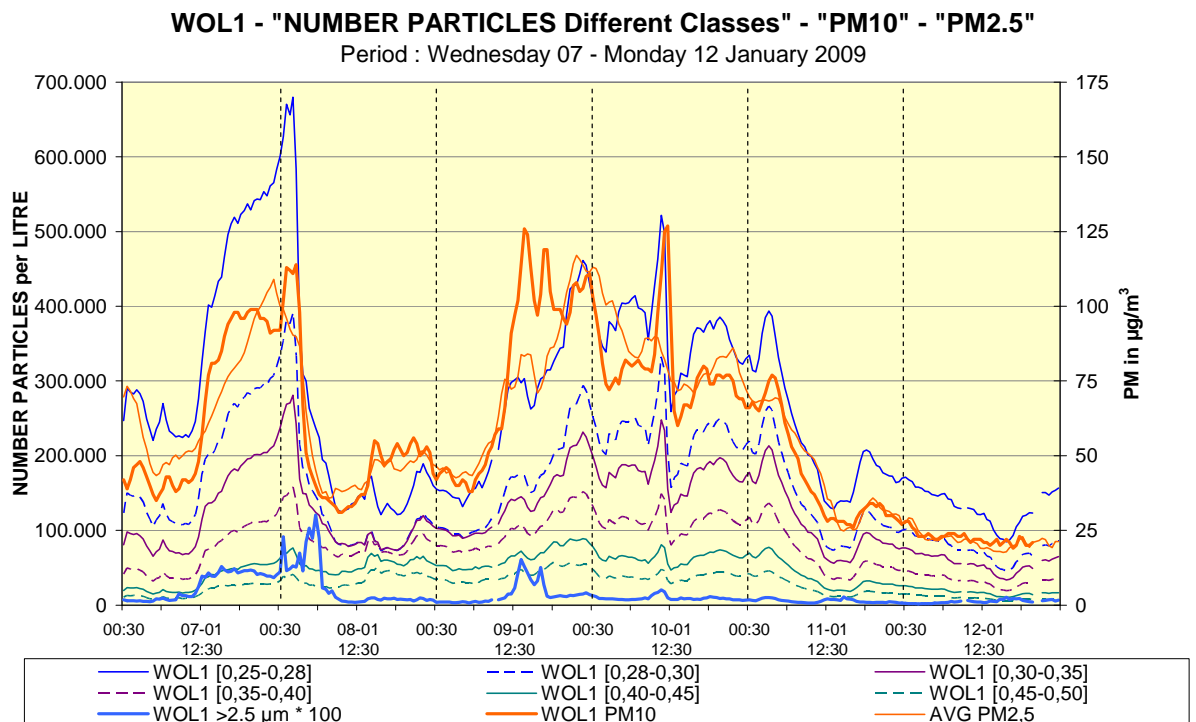


Fig. 4.84: Woluwe – Woensdag 07 – Maandag 12 Januari 2009
 Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
 [0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
 Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

Zaterdag 11 – Donderdag 16 April 2009

De figuur 4.85 geeft, voor een aantal klassen, de resultaten weer van de aantallen deeltjes op de meetpost te Woluwe voor de maand april 2009. Wegens de enorme verschillen in de aantallen deeltjes per klasse (honderden, duizenden tot meerdere honderdduizenden) wordt in de grafiek de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes per liter lucht (schaalbereik links in de grafiek). Naast de aantallen deeltjes wordt ook het verloop van de PM10-massaconcentratie weergegeven. Hiervoor wordt het schaalbereik rechts van de grafiek gegeven.

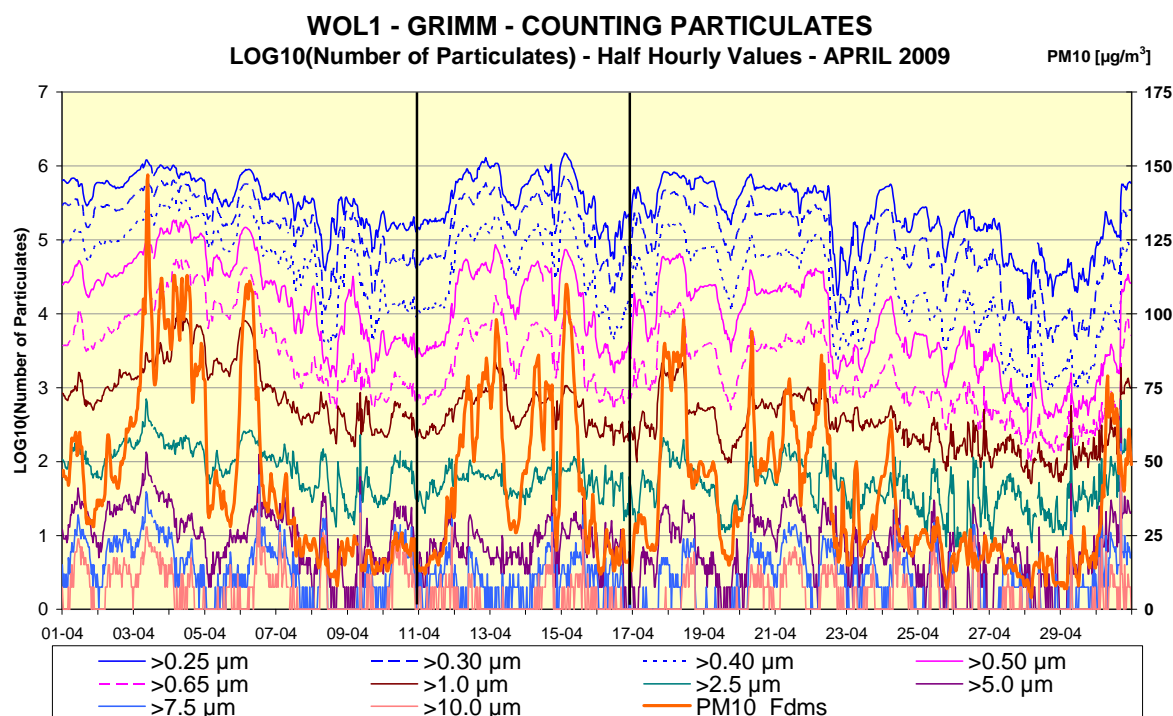


Fig. 4.85: Woluwe – April 2009. Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte
Massaconcentratie PM10

De periode van zaterdag 11 t/m donderdag 16 april 2009 is afgebakend door twee verticale lijnen binnen deze grafiek. De figuur 4.86 geeft voor deze periode het verloop weer van het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan $0.25 \mu\text{m}$ (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 1.500.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft ook de massaconcentratie weer voor PM10 (WOL1) en de gemiddelde concentratie voor PM2.5 (oranjerode lijnen). Het schaalbereik voor de massaconcentratie, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. Hoge concentraties worden gemeten op Paasdag 12 april 2009 en in de nacht van 12 op 13 april 2009 (Paasmaandag) en ook nog op woensdag 15 april 2009 zeer vroeg in de ochtend, telkens bij verminderde aanwezigheid van het wegverkeer.

De figuur 4.87 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de $0.50 \mu\text{m}$ diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan $2.5 \mu\text{m}$, vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek). Er is geen periode zichtbaar met een oplopend aantal grovere deeltjes. Er is ook geen duidelijk verschil in massaconcentratie voor PM10 en PM2.5.

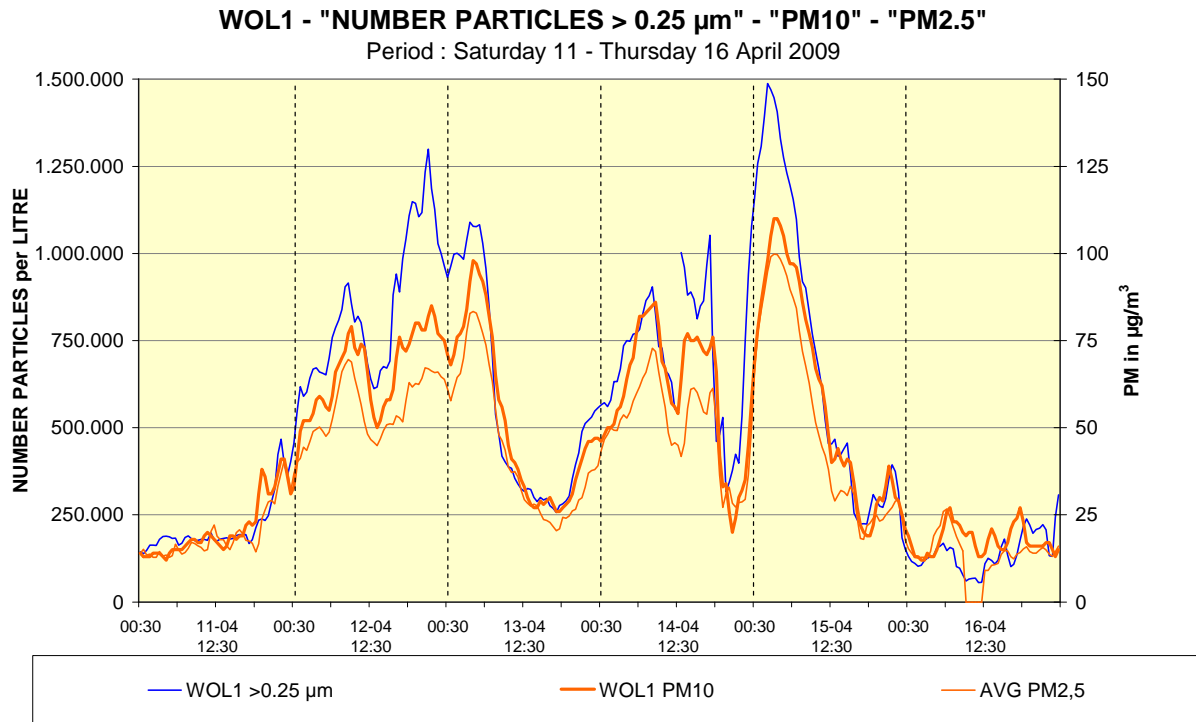


Fig. 4.86: Woluwe – Zaterdag 11 – Donderdag 16 April 2009
 Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm – Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

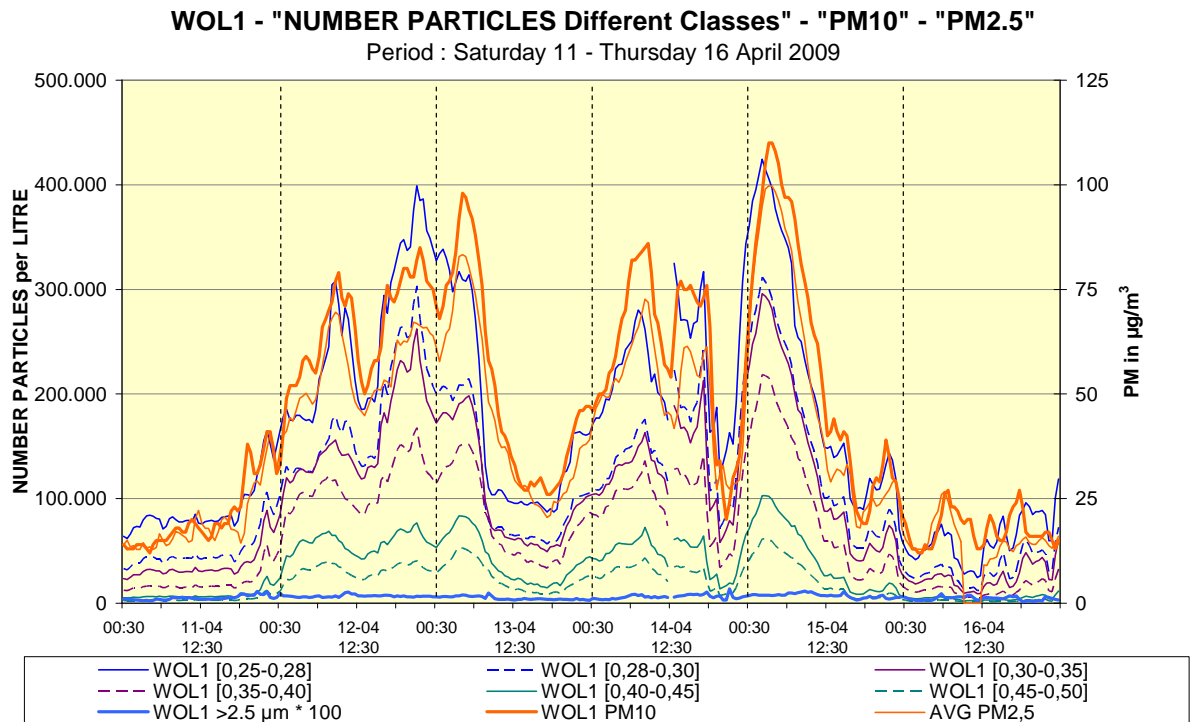


Fig. 4.87: Woluwe – Zaterdag 11 – Donderdag 16 April 2009
 Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
 [0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
 Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

Vrijdag 18 – Dinsdag 22 September 2009

De figuur 4.88 geeft, voor een aantal klassen, de resultaten weer van de aantallen deeltjes op de meetpost te Woluwe voor de maand september 2009. Wegens de enorme verschillen in de aantallen deeltjes per klasse wordt de logaritme van het aantal deeltjes in grafiek weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes per liter lucht (schaalbereik links in de grafiek). Naast de aantallen deeltjes wordt ook het verloop van de PM10-massaconcentratie weergegeven. Hiervoor wordt het schaalbereik rechts van de grafiek gegeven.

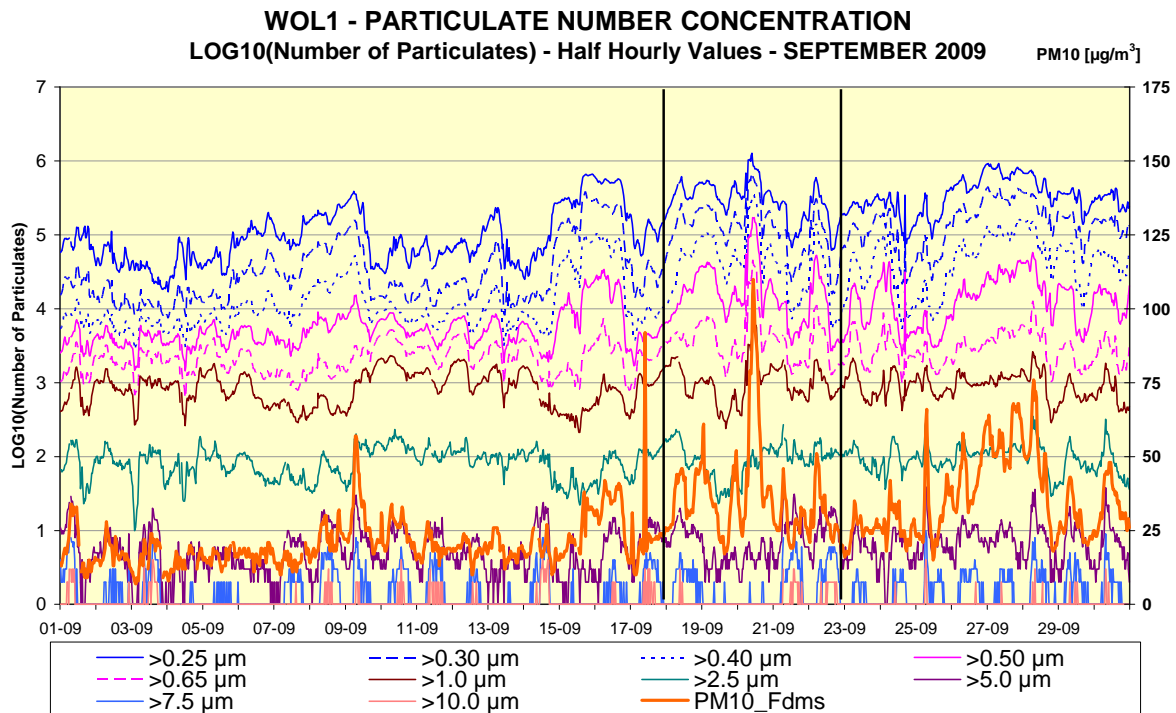


Fig. 4.88: Woluwe – September 2009. Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte
Massaconcentratie PM10

De periode van vrijdag 18 t/m dinsdag 22 september 2009 is afgebakend door twee verticale lijnen binnen deze grafiek. De figuur 4.89 geeft voor deze periode het verloop weer van het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan 0.25 μm (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 1.250.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft ook de massaconcentratie weer voor PM10 (WOL1) en de gemiddelde concentratie voor PM2.5 (oranjerode lijnen). Het schaalbereik voor de massaconcentratie, 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. De blauwe lijn (aantallen deeltjes > 0.25 μm) en de oranjerode lijn (PM massa concentratie) vallen vrijwel samen. Dit betekent dat er ongeveer 100.000 deeltjes per liter lucht zijn voor een massaconcentratie van 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hoge concentraties worden gemeten tijdens de autoluwe periode (rode horizontale lijn) van de autoluwe zondag van 20 september 2009, bij afwezigheid van heel wat verkeer binnen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De figuur 4.90 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de 0.50 μm diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan 2.5 μm , vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek). Er is geen opvallende periode zichtbaar met een oplopend aantal grovere deeltjes.

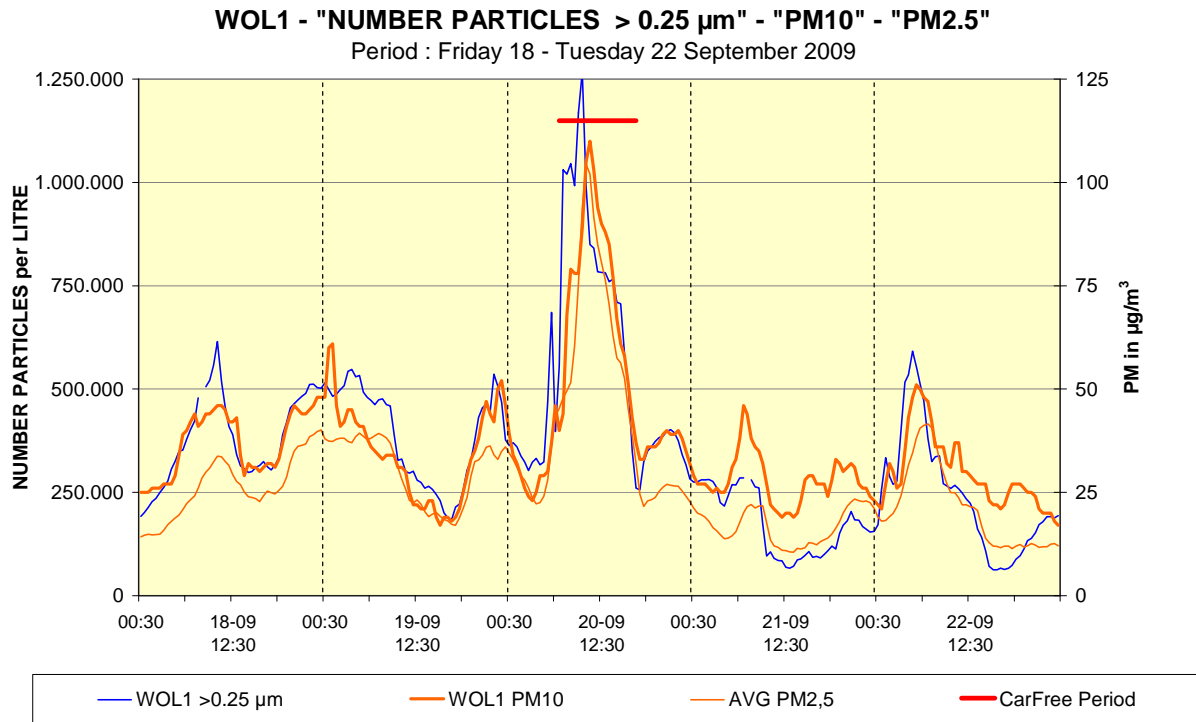


Fig. 4.89: Woluwe – Vrijdag 18 – Dinsdag 22 September 2009
 Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm – Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

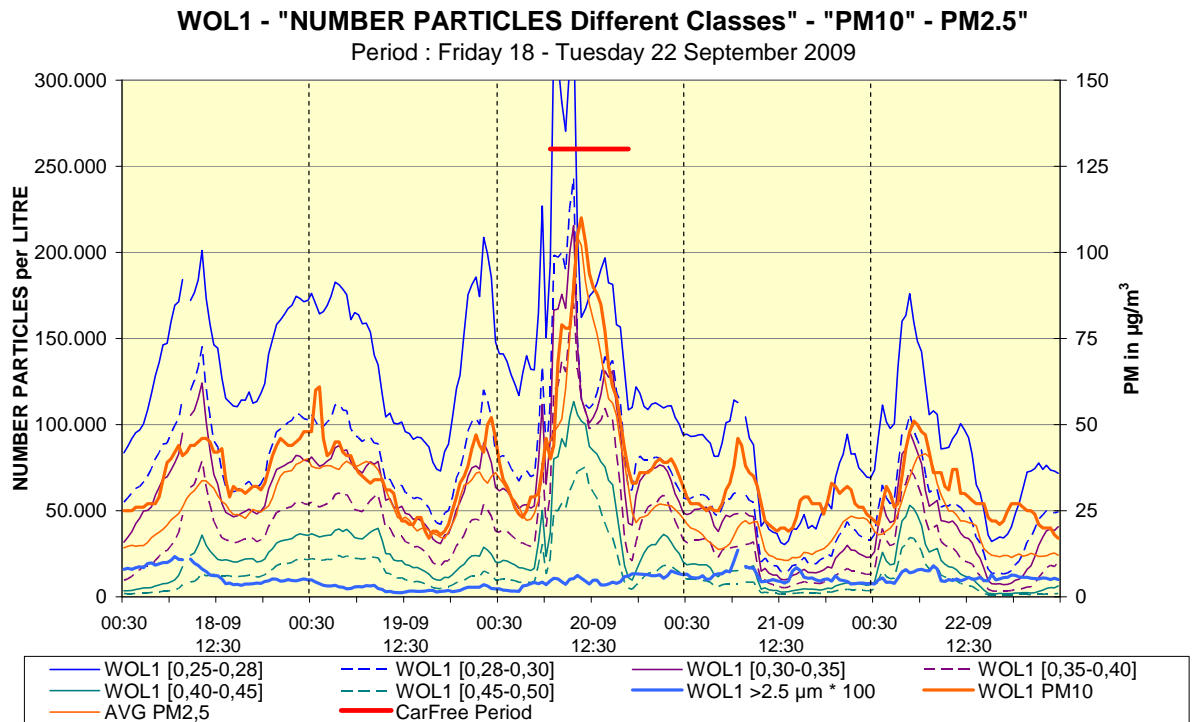


Fig. 4.90: Woluwe – Vrijdag 18 – Dinsdag 22 September 2009
 Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
 [0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
 Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

Zondag 24 – Vrijdag 29 Januari 2010

De figuur 4.91 geeft, voor een aantal klassen, de resultaten weer van de aantallen deeltjes op de meetpost te Woluwe voor de maand januari 2010. Wegens de enorme verschillen in de aantallen deeltjes per klasse wordt de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes per liter lucht (schaalbereik links in de grafiek). Naast de aantallen deeltjes wordt ook het verloop van de PM10-massaconcentratie weergegeven. Hiervoor wordt het schaalbereik rechts van de grafiek gegeven.

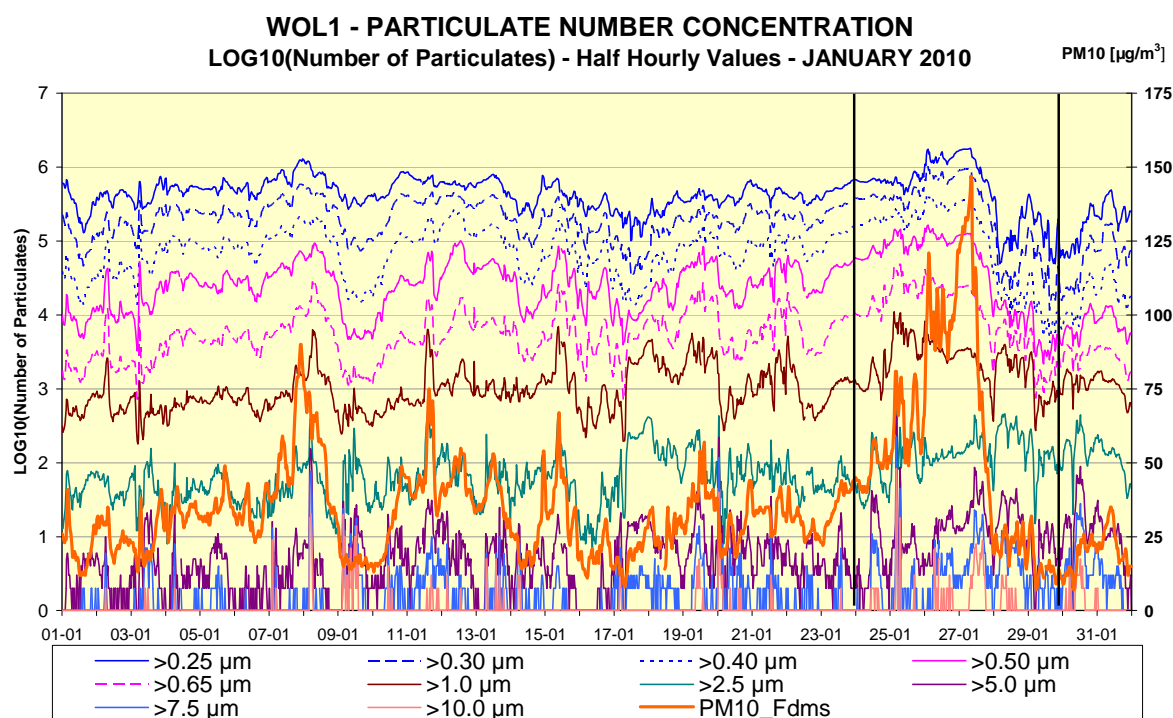


Fig. 4.91: Woluwe – Januari 2010. Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte
Massaconcentratie PM10

De periode van zondag 24 t/m vrijdag 29 januari 2010 is afgebakend door twee verticale lijnen binnen deze grafiek. De figuur 4.92 geeft voor deze periode het verloop weer van het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan $0.25 \mu\text{m}$ (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 2.000.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft ook de massaconcentratie weer voor PM10 (WOL1) en de gemiddelde concentratie voor PM2.5 (oranjerode lijnen). Het schaalbereik voor de massaconcentratie, $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. Wanneer de blauwe lijn en de oranjerode lijn (PM massaconcentratie) samenvallen, betekent dit dat er ongeveer 100.000 deeltjes per liter lucht zijn voor een massaconcentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties worden gemeten tijdens de vroege uren van dinsdag 26 en woensdag 27 januari 2010, op momenten met minder verkeer.

De figuur 4.93 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de $0.50 \mu\text{m}$ diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan $2.5 \mu\text{m}$, vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek). Er wordt geen opvallende toename vastgesteld van de deeltjes behorend tot de grovere fractie.

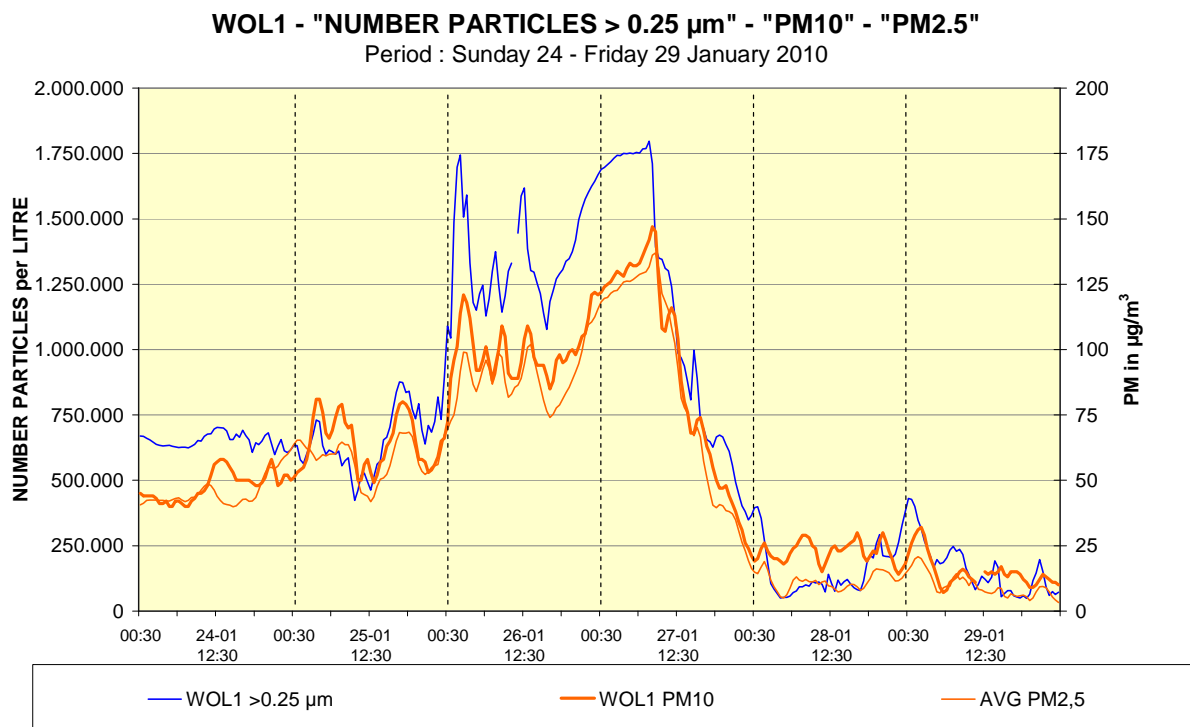


Fig. 4.92: Woluwe – Zondag 24 – Vrijdag 29 Januari 2010
 Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm – Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

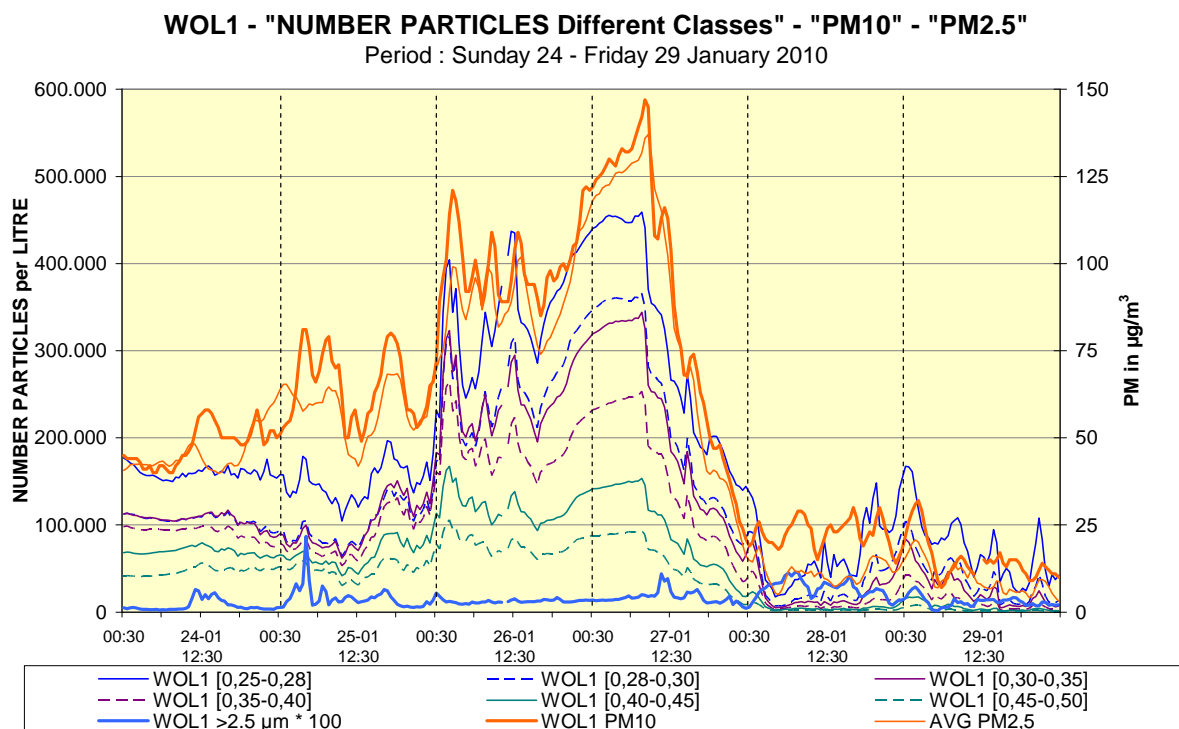


Fig. 4.93: Woluwe – Zondag 24 – Vrijdag 29 Januari 2010
 Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
 [0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
 Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

Zaterdag 06 – Woensdag 10 Februari 2010

De figuur 4.94 geeft, voor een aantal klassen, de resultaten weer van de aantallen deeltjes op de meetpost te Woluwe voor de maand februari 2010. Wegens de enorme verschillen in de aantallen deeltjes per klasse wordt de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes per liter lucht (schaalbereik links in de grafiek). Naast de aantallen deeltjes wordt ook het verloop van de PM10-massaconcentratie weergegeven. Hiervoor wordt het schaalbereik rechts van de grafiek gegeven.

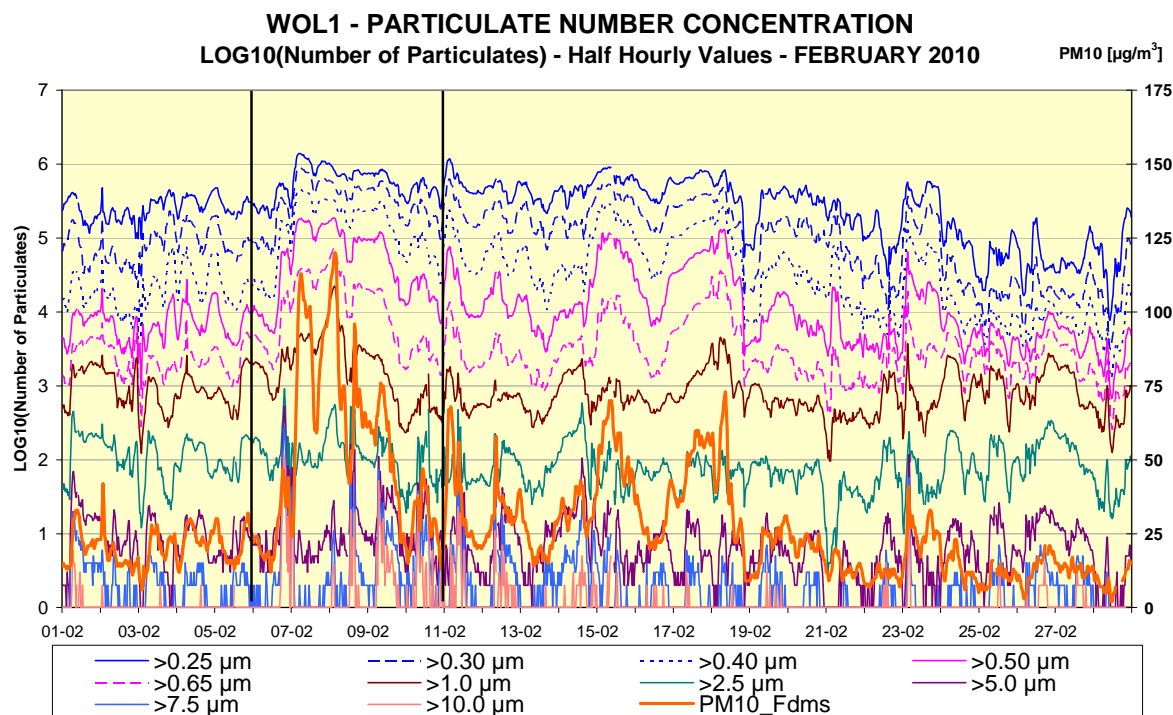


Fig. 4.94: Woluwe – Februari 2010. Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte
Massaconcentratie PM10

De periode van zaterdag 6 t/m woensdag 10 februari 2010 is afgebakend door twee verticale lijnen binnen deze grafiek. De figuur 4.95 geeft voor deze periode het verloop weer van het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan $0.25 \mu\text{m}$ (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 1.500.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft ook de massaconcentratie weer voor PM10 (WOL1) en de gemiddelde concentratie voor PM2.5 (oranjerode lijnen). Het schaalbereik voor de massaconcentratie, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. Er zijn opnieuw ongeveer 100.000 deeltjes per liter lucht voor een massaconcentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties worden gemeten op zondag 7 en tijdens de vroegste uren van maandag 8 februari 2010, op momenten met minder verkeer.

De figuur 4.96 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de $0.50 \mu\text{m}$ diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan $2.5 \mu\text{m}$, vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek). Bij een oplopend aantal van deze grovere deeltjes neemt het verschil toe in de massaconcentratie van PM10 en PM2.5.

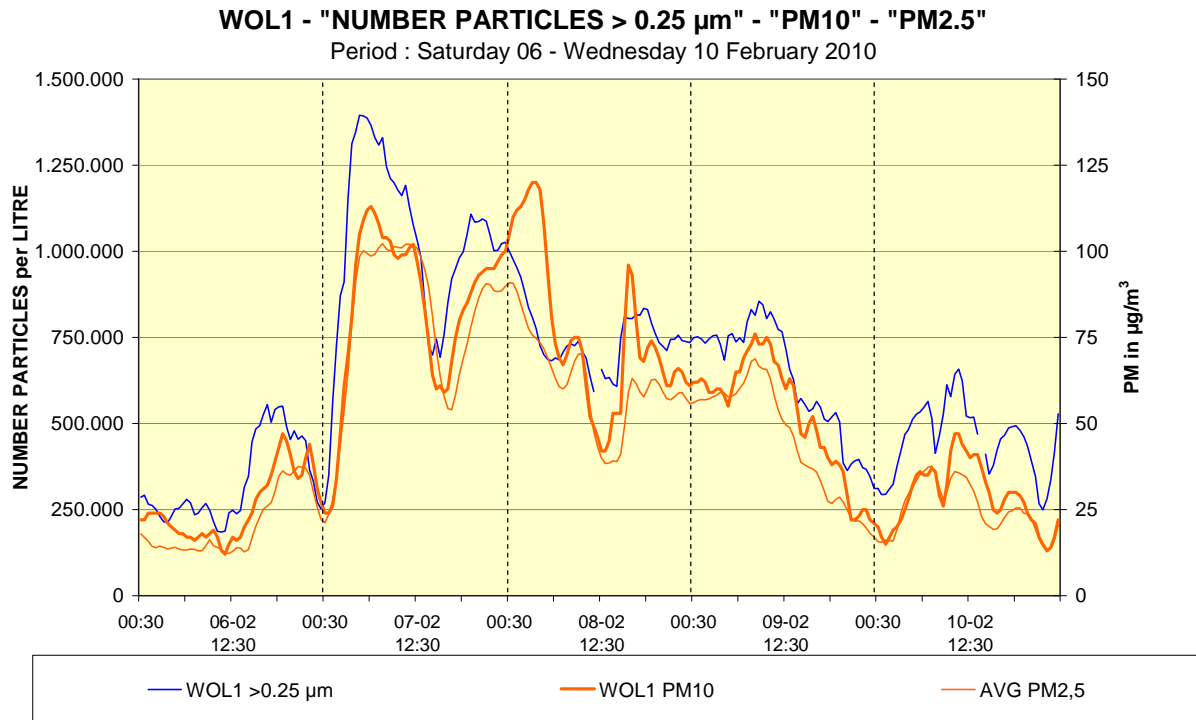


Fig. 4.95: Woluwe – Zaterdag 06 – Woensdag 10 Februari 2010
 Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm – Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

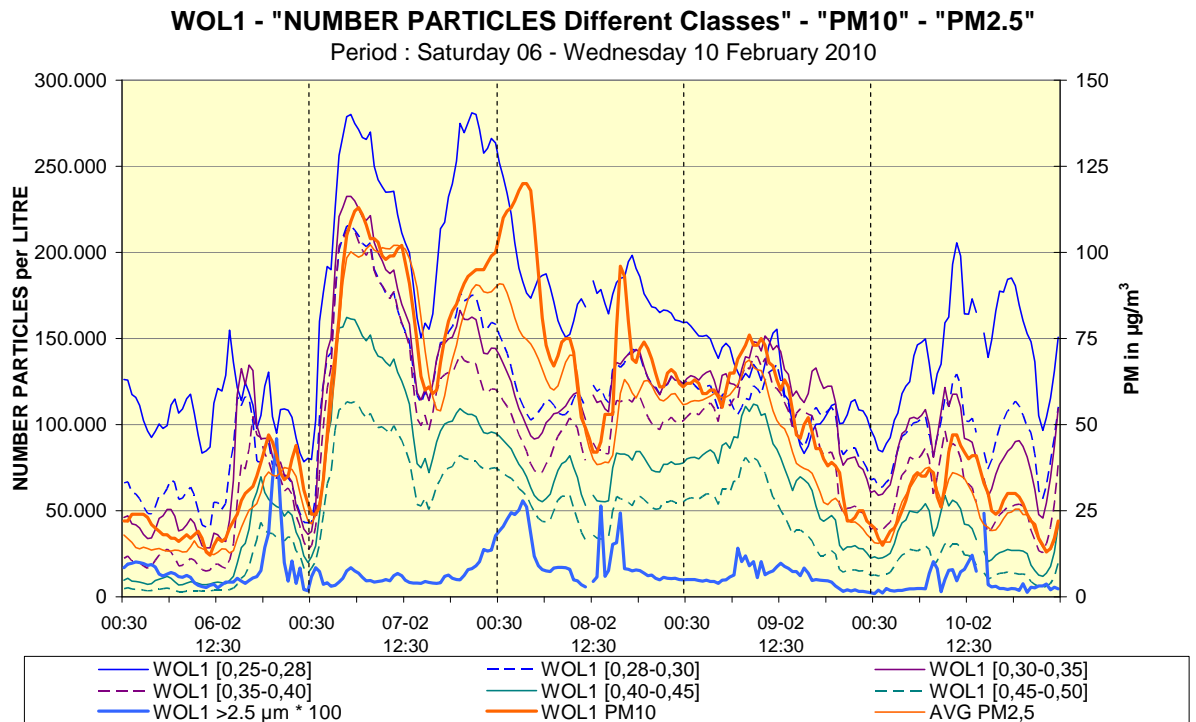


Fig. 4.96: Woluwe – Zaterdag 06 – Woensdag 10 Februari 2010
 Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
 [0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
 Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

Vrijdag 18 – Woensdag 23 November 2011

De figuur 4.97 geeft, voor een aantal klassen, de resultaten weer van de aantallen deeltjes op de meetpost te Woluwe voor de maand november 2011. Wegens de enorme verschillen in de aantallen deeltjes per klasse (honderden, duizenden tot meerdere honderdduizenden) wordt in de grafiek de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes per liter lucht (schaalbereik links in de grafiek). Naast de aantallen deeltjes wordt ook het verloop van de PM10-massaconcentratie weergegeven. Hiervoor wordt het schaalbereik rechts van de grafiek gegeven.

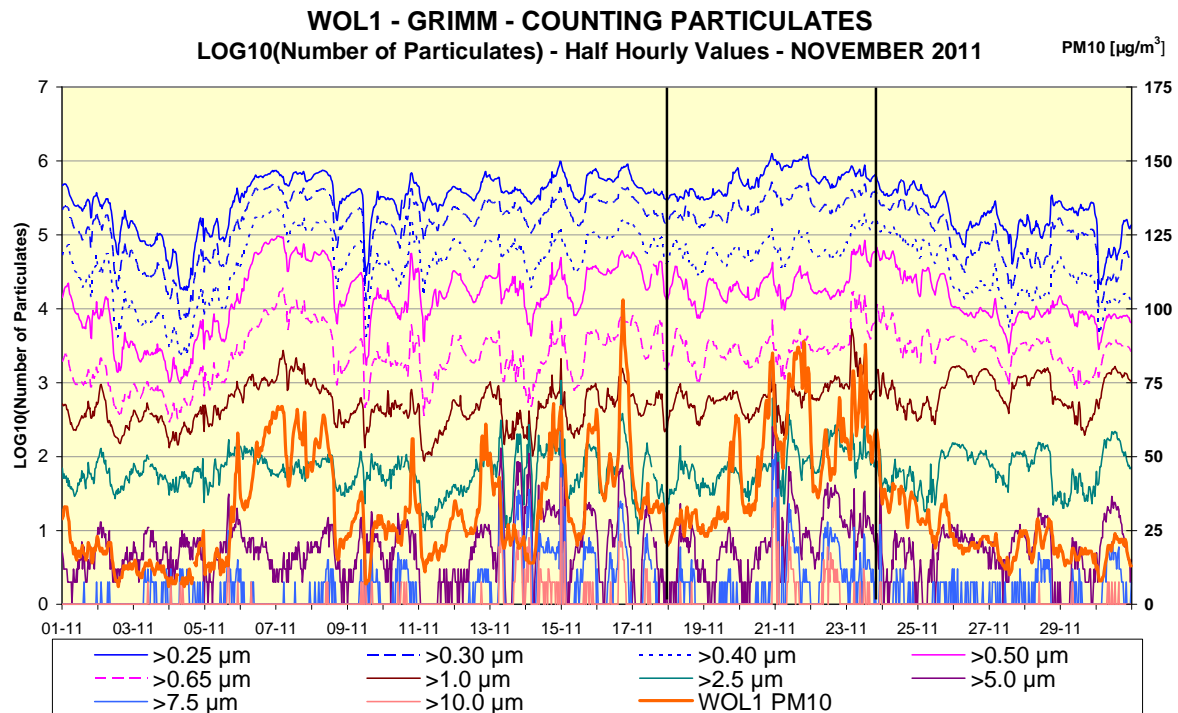


Fig. 4.97: Woluwe – November 2011. Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte
Massaconcentratie PM10

De periode van vrijdag 18 t/m woensdag 23 november 2011 is afgebakend door twee verticale lijnen binnen deze grafiek. De figuur 4.98 geeft voor deze periode het verloop weer van het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan $0.25 \mu\text{m}$ (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 1.500.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft ook de massaconcentratie weer voor PM10 (WOL1) en de gemiddelde concentratie voor PM2.5 (oranjerode lijnen). Het schaalbereik voor de massaconcentratie, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. Er zijn opnieuw ongeveer 100.000 deeltjes per liter lucht voor een massaconcentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties worden gemeten in de nacht van zaterdag 19 op zondag 20 november, de nacht van zondag 20 op maandag 21 november en de nacht van maandag 21 op dinsdag 22 november 2011, o.a. op momenten met minder verkeer.

De figuur 4.99 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de $0.50 \mu\text{m}$ diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan $2.5 \mu\text{m}$, vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek).

WOL1 - "NUMBER PARTICLES > 0.25 µm" - "PM10" - "PM2.5"

Period : Friday 18 - Wednesday 23 November 2011

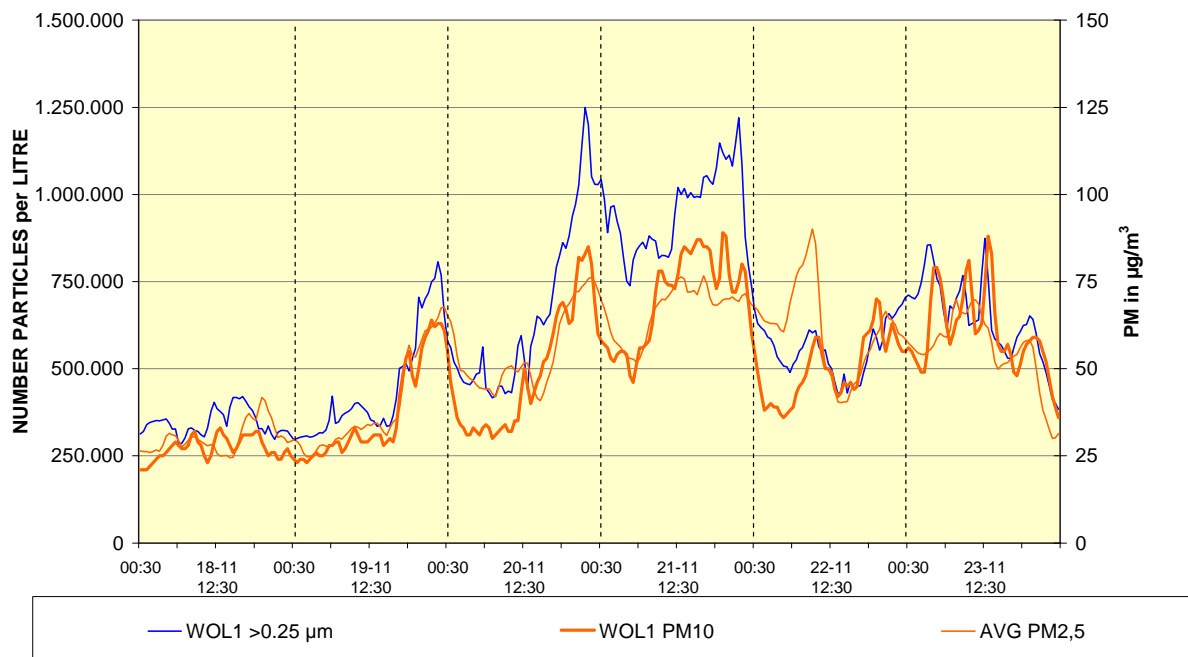


Fig. 4.98: Woluwe – Vrijdag 18 – Woensdag 23 November 2011
Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm – Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

WOL1 - "NUMBER PARTICLES Different Classes" - "PM10" - "PM2.5"

Period : Friday 18 - Wednesday 23 November 2011

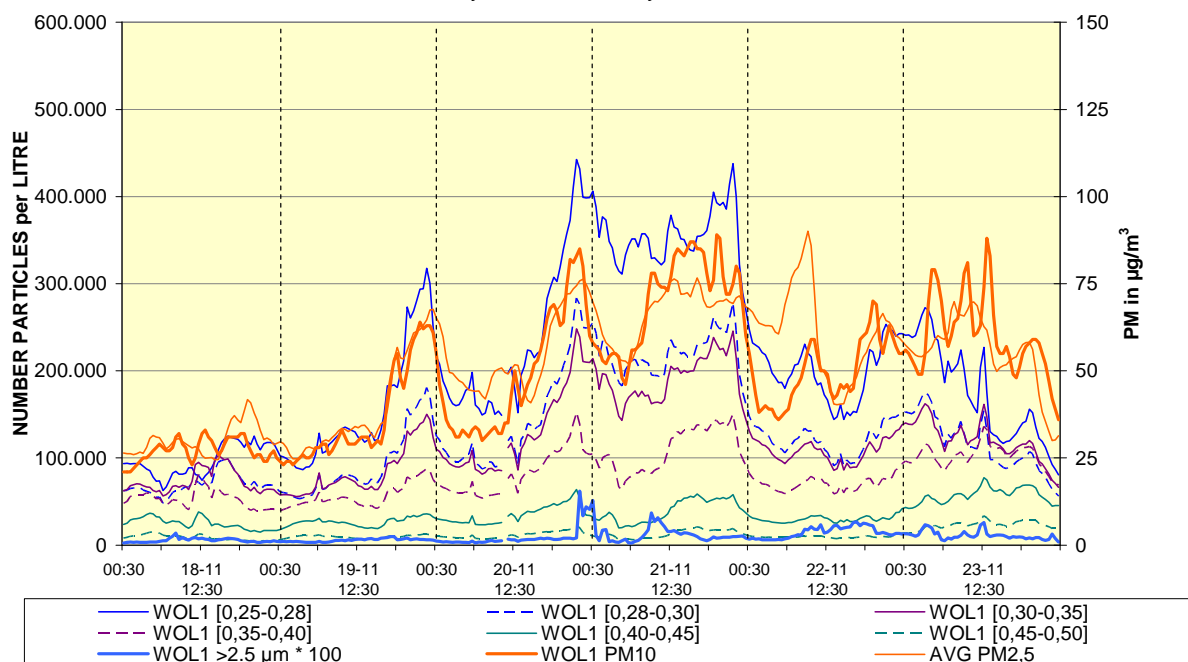


Fig. 4.99: Woluwe – Vrijdag 18 – Woensdag 23 November 2011
Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
[0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
Concentratie PM10 (WOL1) – Gemiddelde Concentratie PM2.5

De figuur 4.100 geeft voor de periode ‘vrijdag 18 – woensdag 23 november 2011’ en voor de meetpost te Molenbeek (R001) het verloop weer van het totaal aantal deeltjes met diameter groter dan $0.25 \mu\text{m}$ (blauwe lijn). Het schaalbereik, tot 1.500.000 deeltjes per liter lucht, wordt links van de grafiek gegeven. De grafiek geeft voor dezelfde meetpost (R001) ook de massaconcentratie weer voor PM10 en PM2.5 (oranjerode lijnen). Het schaalbereik voor de massaconcentratie, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt rechts van de grafiek gegeven. Er zijn met uitzondering van enkele piekperiodes op maandag 21 en dinsdag 22 november, opnieuw ongeveer 100.000 deeltjes per liter lucht voor een massaconcentratie van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste concentraties worden ook hier gemeten in de nacht van zaterdag 19 op zondag 20 november, de nacht van zondag 20 op maandag 21 november en de nacht van maandag 21 op dinsdag 22 november 2011, o.a. op momenten met minder verkeer.

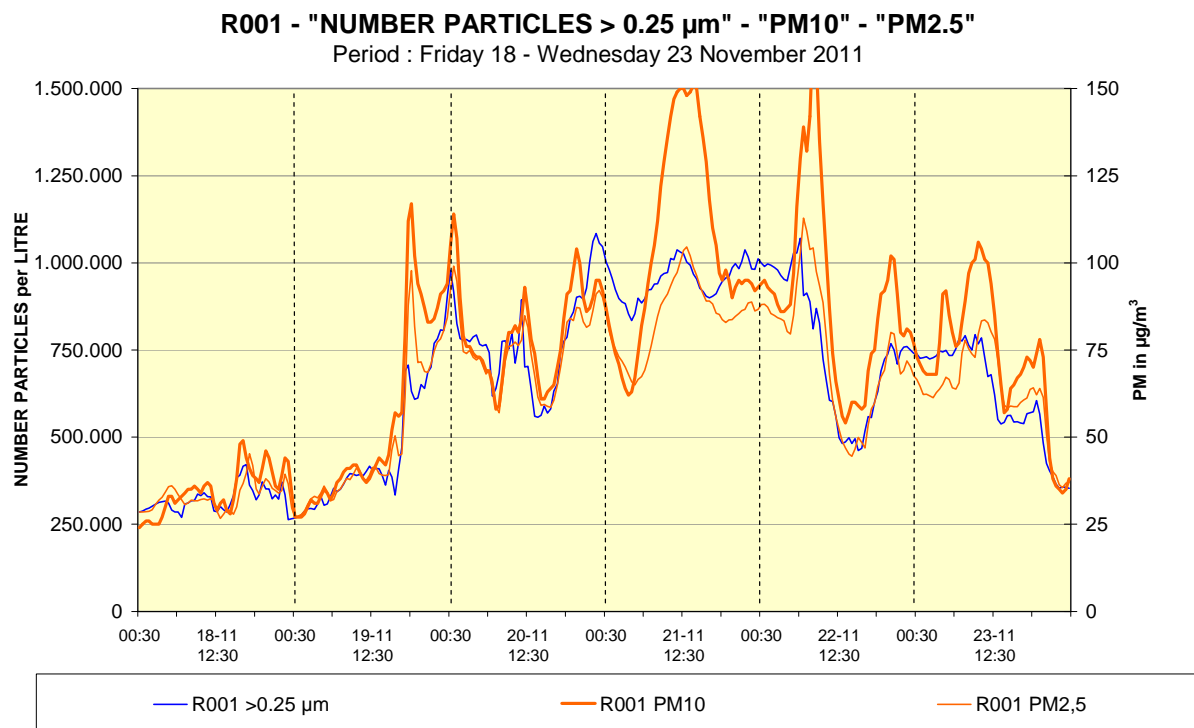


Fig. 4.100: Molenbeek – Vrijdag 18 – Woensdag 23 November 2011
 Totaal Aantal Deeltjes $>0.25 \mu\text{m}$ – Concentratie PM10 (R001) – Concentratie PM2.5 (R001)

De figuur 4.101 geeft het verloop van de aantallen weer voor de subklassen met een diameter beneden de $0.50 \mu\text{m}$ diameter. De aantallen behorend tot deze fijnere subklassen hebben een zeer uniform verloop. De grafiek geeft ook de aantallen deeltjes weer met een diameter groter dan $2.5 \mu\text{m}$, vermenigvuldigd met een factor 100 (voor de zichtbaarheid in de grafiek). Een oplopend aantal van deze grovere deeltjes leidt tot een toenemend verschil in de massaconcentratie voor PM10 en PM2.5. Dit is vooral waar te nemen op maandag 21 november rond de middag en in de vroege uren van dinsdag 22 november 2011.

R001 - "NUMBER PARTICLES Different Classes" - "PM10" - "PM2.5"

Period : Friday 18 - Wednesday 23 November 2011

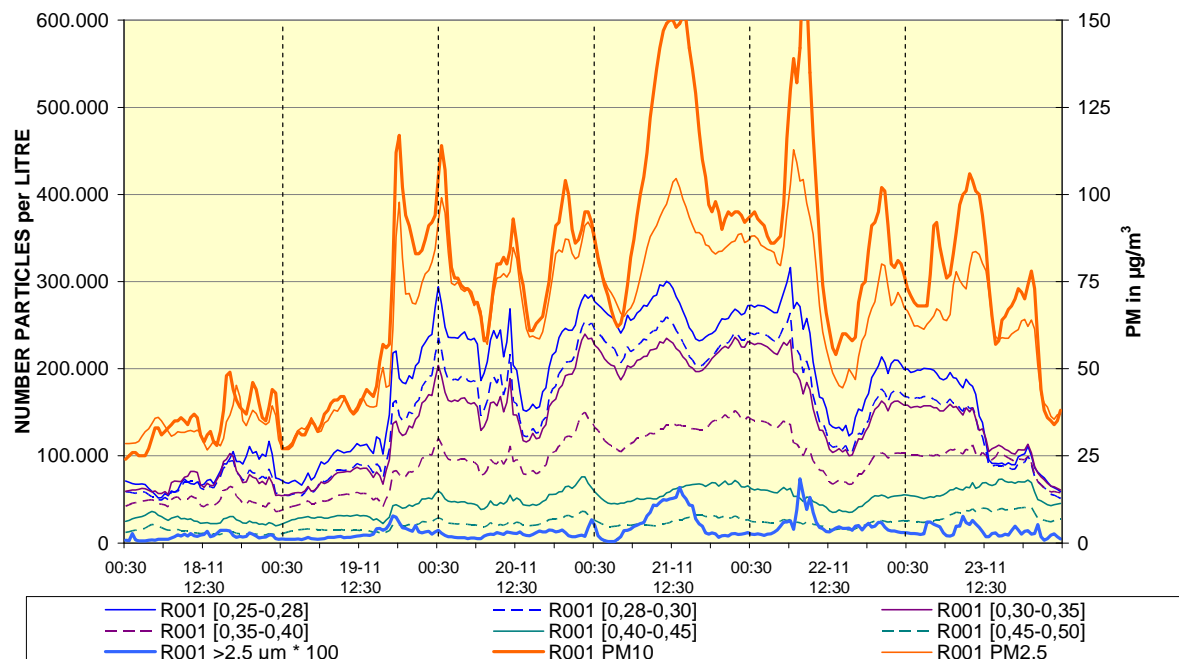


Fig. 4.101: Molenbeek – Vrijdag 18 – Woensdag 23 November 2011
 Aantal Deeltjes voor verschillende klassen [0.25-0.28 µm], [0.28-0.30 µm], [0.30-0.35 µm]
 [0.35-0.40 µm], [0.40-0.45 µm], [0.45-0.50 µm] en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal honderd)
 Concentratie PM10 (R001) – Concentratie PM2.5 (R001)

4.3.15 Uitbarsting Eyjafjallajökull vulkaan

Op woensdag 14 april 2010 was er een uitbarsting van de vulkaan Eyjafjallajökull, gelegen in IJsland. Wegens de aanvoer van lucht vanuit noordwestelijke richting bestond het gevaar dat stofdeeltjes, uitgestoten bij deze uitbarsting, tot bij ons werden aangevoerd. Op donderdag 15 april 2010 werd, in navolging van andere Noord-Europese luchthavens, een belangrijk gedeelte van het luchtverkeer op de luchthaven van Zaventem stilgelegd.

De figuur 4.102 geeft, voor de periode van woensdag 14 t/m dinsdag 20 april 2010, het verloop weer van de massaconcentratie voor PM10 en PM2.5 in alle meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Respectievelijk op vrijdag 16 april tijdens de namiddag en op zondag 18 april in de namiddag en de vooravond zijn er periodes van enkele uren waar te nemen waarbij de PM10-concentraties op alle meetposten van Brussel ongeveer gelijk zijn en waarbij ze duidelijk hoger zijn dan de concentraties voor PM2.5. Deze periodes worden in de grafiek aangeduid met een korte horizontale lijn.

Deze waarneming wijst op een gemeenschappelijke bron van grovere deeltjes, met een diameter groter dan 2.5 μm , gelegen buiten het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en wellicht op grote afstand. Opwaaiende grovere deeltjes van binnen het Brussels Gewest worden normalerwijze slechts waargenomen op nabijgelegen meetposten. Ook op dinsdag 20 april, net voor de middag is er een periode waarbij een gelijkaardige situatie waar te nemen is.

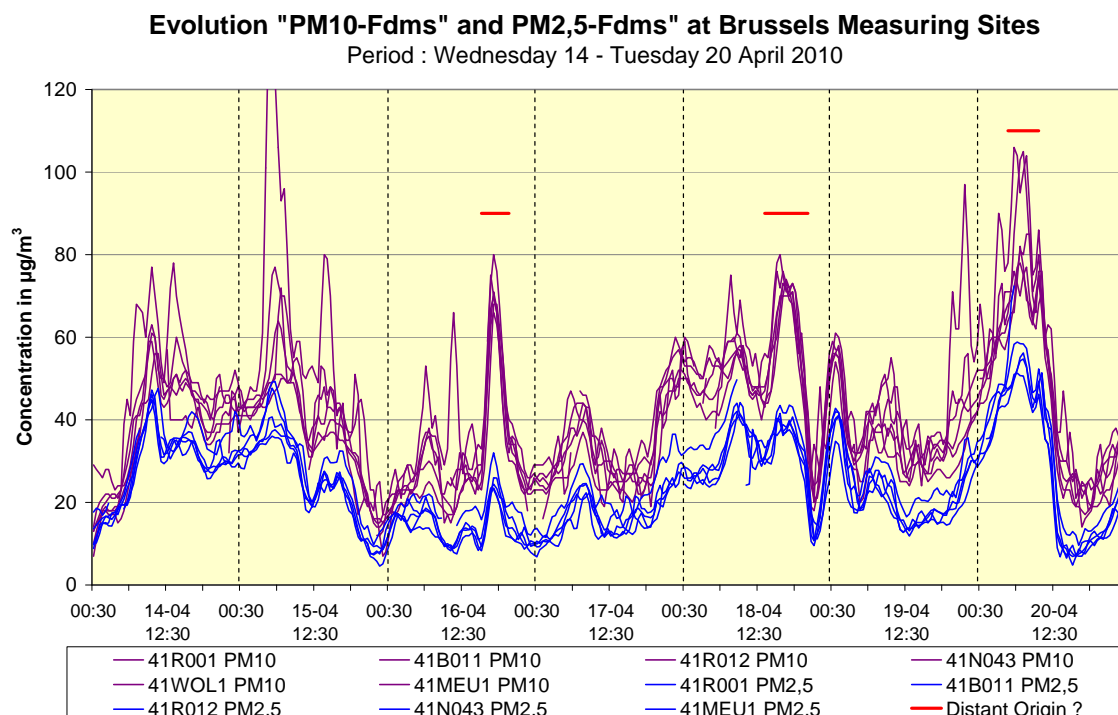


Fig. 4.102: PM10 en PM2.5 – Verloop concentratie op de verschillende meetposten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Woensdag 14 – Dinsdag 20 April 2010

De grafiek in figuur 4.103 geeft voor dezelfde periode, woensdag 14 t/m dinsdag 20 april 2010, het verloop waar van de aantallen deeltjes gemeten op de meetpost te Woluwe. Het betreft de deeltjesklassen met een diameter groter dan respectievelijk 2.5, 3.0, 3.5 en 4.0 μm .

De hoger aangehaalde periodes van enkele uren van vrijdag 16, zondag 18 en dinsdag 20 april 2010 worden gekenmerkt door de aanwezigheid van hogere aantallen deeltjes behorende tot de klassen met diameters groter dan 2.5 μm .

Het betreft hier de aanvoer van grovere deeltjes van op grote afstand van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, wellicht toe te schrijven aan de uitbarsting van de bewuste vulkaan op IJsland: Eyjafjallajökull. De aanwezigheid van deze deeltjes in de lucht boven Brussel heeft geleid tot een lichte verhoging van de dagwaarde voor PM10. Op vrijdag 16 april werd de limietwaarde van 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ niet overschreden. Op zondag 18 april werd de limietwaarde lichtjes overschreden in 4 meetposten (51 tot 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en op dinsdag 20 april enkel op de meetpost in de Voorhaven (54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Geen enkele van deze overschrijdingen kan uitsluitend aan de uitbarsting worden toegewezen.

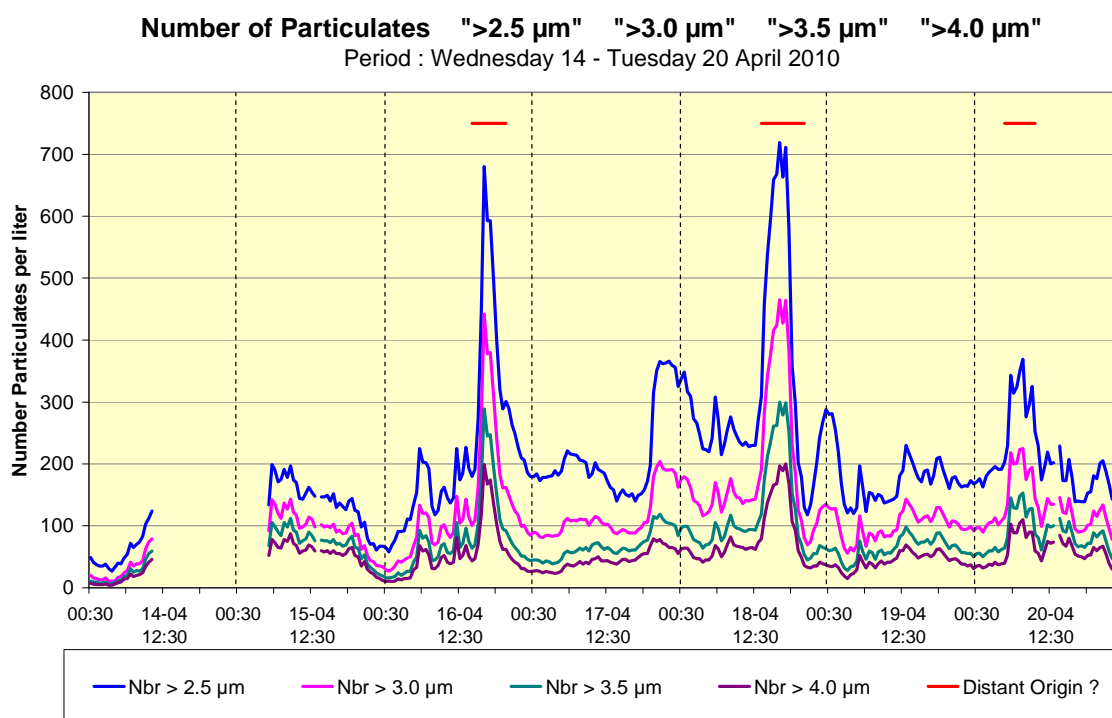


Fig. 4.103: Aantal Deeltjes uit de grovere fracties [>2.5 μm ; >3.0 μm ; > 3.5 μm ; >4 μm]
 Verloop concentratie tijdens de periode 'Woensdag 14 – Dinsdag 20 April 2010'

4.3.16 Black Carbon

In de meetposten te Woluwe (WOL1) en Molenbeek (R001) werden er, respectievelijk in juli 2009 en juli 2010, metingen aangevat met een aethalometer, model AE22-ER van Magee Scientific, ter bepaling van het gehalte “Black Carbon” in de omgevingslucht. Het woord ‘*Aethalos*’ komt uit het Grieks en betekent ‘*zwart gemaakt met roet*’. Het resultaat van de aethalometer is specifiek voor zwarte roetdeeltjes. Deze worden op filterband gecollecteerd en de transmissie wordt bepaald doorheen de filterband en de zwarte spot, van een straling uit het nabije infrarood (golflengte 880 nm). Bij deze golflengte is het meetsignaal specifiek voor het “zwarte stof” en binnen zekere grenzen varieert dit signaal proportioneel met de massa-hoeveelheid zwart stof, zodat een quasi continue meting mogelijk is.

De Black Carbon deeltjes behoren tot de submicron fractie (deeltjes $<1 \mu\text{m}$) en de deeltjes hebben meestal een diameter tussen 20 en 150 nm (nanometer). Deze deeltjes kunnen in een verkeersomgeving in grote aantallen aanwezig zijn. Gezien hun geringe afmetingen kunnen zij echter niet bepaald worden met de optische deeltjestellers (*Grimm, Laser Light Scattering Spectrometer*) geïnstalleerd in het meetnet, waarvoor een minimale afmeting van $\sim 250 \text{ nm}$ noodzakelijk is. Gezien hun geringe afmetingen is hun massabijdrage aan de totale massaconcentratie van PM10 of PM2.5 ook eerder beperkt.

Op de beide meetposten (Woluwe en Molenbeek) is er ook apparatuur aanwezig voor PM10 en voor de optische bepaling van het aantal deeltjes met een diameter binnen het bereik van 0.25 tot $32 \mu\text{m}$. Op de meetpost te Molenbeek is er bovendien een apparaat aanwezig voor PM2.5 en een voor “Black Smoke” (“Zwarte Rook” of BSM), een bepaling van de fractie fijn stof volgens de OESO-methode van 1964.

In juni 2011 werd een derde aethalometer geïnstalleerd op de meetpost in de Kroonlaan te Elsene (R002). Gezien de apparatuur van deze meetpost in de kelderverdieping van een gebouw geïnstalleerd is, kan er geen apparatuur opgesteld worden voor PM10 en PM2.5.

Autoluwe zondag 20 September 2009

Op zondag 20 september 2009 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor de achtste maal in evenveel jaar een autoluwe zondag georganiseerd. Tussen 9:00 en 19:00 h lokale tijd (07:00 tot 17:00 h UT) was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest. Te midden van de sperperiode voor het verkeer waren er op alle meetposten van het Gewest piekwaarden waar te nemen voor de massaconcentratie van PM10 en PM2.5 en voor de vluchtige fractie daarin. Op de meetpost te Woluwe waren er simultaan ook piekwaarden voor de aantallen deeltjes uit de klassen met een diameter tussen 0.25 en $2.5 \mu\text{m}$.

Een omstandige beschrijving en een overzicht van de opmerkelijke resultaten tijdens de sperperiode voor het verkeer van deze autoluwe zondag wordt gegeven op de blz. 4.111 t/m 4.118 (figuren 4.64 tot 4.73) en op de blz. 4.144 en 4.145 (figuren 4.88 tot 4.90).

Het betrof hier, net als tijdens de autoluwe zondag van 17 september 2006, een opmerkelijke verhoging van de PM massaconcentraties ten gevolge van de vorming van een secundair aërosol. Op beide autoluwe zondagen (17 september 2006 en 20 september 2009) werd de limietwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als dagwaarde voor PM10 op meerdere meetposten overschreden.

In figuur 4.104 wordt, voor de periode van vrijdag 18 tot dinsdag 22 september 2009, het verloop weergegeven van de concentraties voor Black Carbon, PM10 en stikstofmonoxide (NO), nog steeds de meest specifieke gasvormige pollutant voor de nabijheid van het wegverkeer. De sperperiode voor het verkeer tijdens de autoluwe zondag wordt weergegeven door een korte horizontale lijn in het midden van de grafiek. De gegevens voor Black Carbon refereren naar het schaalbereik [0–21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$] links van de grafiek en de gegevens voor PM10 en NO naar het schaalbereik [0–140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$] rechts van de grafiek.

In het midden van de sperperiode is er een duidelijke piekwaarde voor de massaconcentratie van PM10. Op alle meetposten van het Brusselse meetnet werden piekwaarden genoteerd tussen 100 en 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, waarvan meer dan 90% aanwezig als PM2.5. Deze waarden behoren tot de hoogste centielen (P99.5 tot P99.9) van alle halfuurswaarden van het jaar 2009. In dezelfde tijdsspanne nam het aantal deeltjes toe voor alle subklassen met een diameter tussen 0.25 en 2.5 μm . Voor het totaal aantal deeltjes met een diameter groter dan 0.25 μm werd een maximum halfuurswaarde van ca. 1.200.000 deeltjes per liter lucht bereikt. Deze waarde stemt overeen met de 99.8^{ste} centiel van alle halfuurswaarden van het jaar 2009.

Tijdens de sperperiode voor het verkeer, met piekwaarden voor PM10, PM2.5, vluchtige fractie en aantallen deeltjes, blijft de concentratie voor Black Carbon echter dalen, dit in tegenstelling tot PM10. Het is duidelijk dat er in dit specifieke geval geen goede correlatie is tussen de waarden van Black Carbon en PM10. Het verloop van de Black Carbon concentratie blijkt beter te correleren met deze voor NO, een pollutant specifiek voor de nabijheid van het verkeer. Dit kan opgemaakt worden uit het samenvallen van de piekconcentraties op vrijdag 18, zaterdag 19 en maandag 21 september 2009.

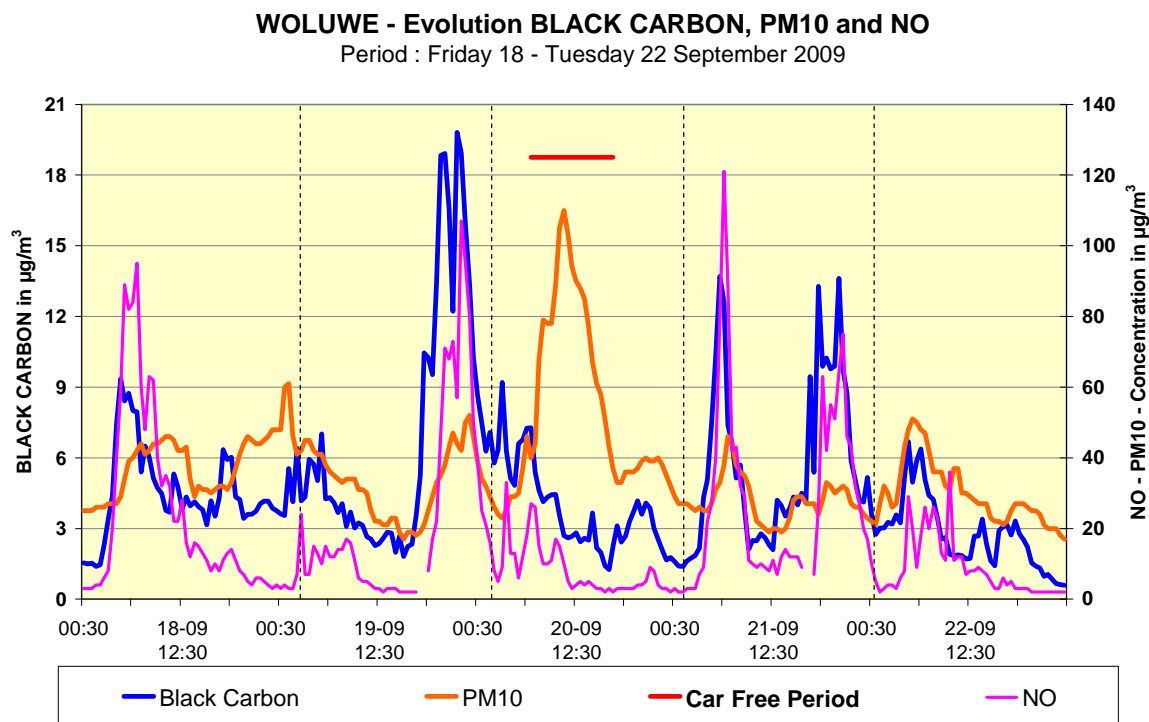


Fig. 4.104: Meetpost te Woluwe. Verloop concentratie Black Carbon, PM10 en NO Periode 'Vrijdag 18 – Dinsdag 22 September 2009' – Autoluwe Zondag 20/09/2009

Resultaten Black Carbon, PM10 en NO tijdens Februari 2010

De goede en minder goede correlaties tussen Black Carbon en NO enerzijds en tussen Black Carbon en PM10 anderzijds beperken zich niet tot de waarnemingen gedaan tijdens de autoluwe zondag van 2009. Voor de meetpost te Woluwe wordt dit geïllustreerd aan de hand van de resultaten van de maand Februari 2010. De grafiek 4.105 geeft het verloop weer van de halfuurswaarden voor Black Carbon en PM10 en de grafiek 4.106 deze van Black Carbon en NO. De resultaten voor Black Carbon refereren telkens naar het schaalbereik links van de grafiek [0–14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$] en deze voor PM10 of NO naar het schaalbereik rechts van de grafiek [0–140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]. In beide gevallen is er een schaalfactor 10 tussen de bereiken.

In de grafiek 4.105 is te zien dat de concentratielijnen voor Black Carbon en PM10 elkaar voor een groot gedeelte van de tijd volgen, wat betekent dat er ruwweg een factor 10 is tussen de gemiddelde resultaten van beide parameters. Hoewel dit zo is voor een groot gedeelte van de tijd, zijn er toch opvallende periodes waarbij dit niet het geval is, b.v. hoge piekwaarden voor PM10 en niet voor Black Carbon of omgekeerd. Een duidelijk voorbeeld ter illustratie hiervan is de situatie tussen 7 en 9 Februari 2010, in de grafiek afgeleid tussen twee verticale lijnen. Er worden hoge concentraties bereikt voor PM10, met overschrijding van de drempel van 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 als dagwaarde. Er worden ook hoge waarden bereikt voor PM2.5 en voor de aantallen deeltjes met een diameter tot 2.5 μm (zie hoger blz. 4.148 en 4.149), maar niet voor Black Carbon. Dit wijst opnieuw op een belangrijke aanwezigheid van secundair aërosol, lokaal gevormd of aangevoerd van op grotere afstand. De eerder geringe waarden voor Black Carbon geven aan, dat het niet de uitstoot van deeltjes door het lokale verkeer is, die verantwoordelijk kan gesteld worden voor deze hoge PM massaconcentraties. De Black Carbon concentratie (2 à 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de meetpost te Woluwe maakt in deze periode maar ongeveer 2 tot 4% uit van de totale massaconcentratie PM10 (60 tot 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

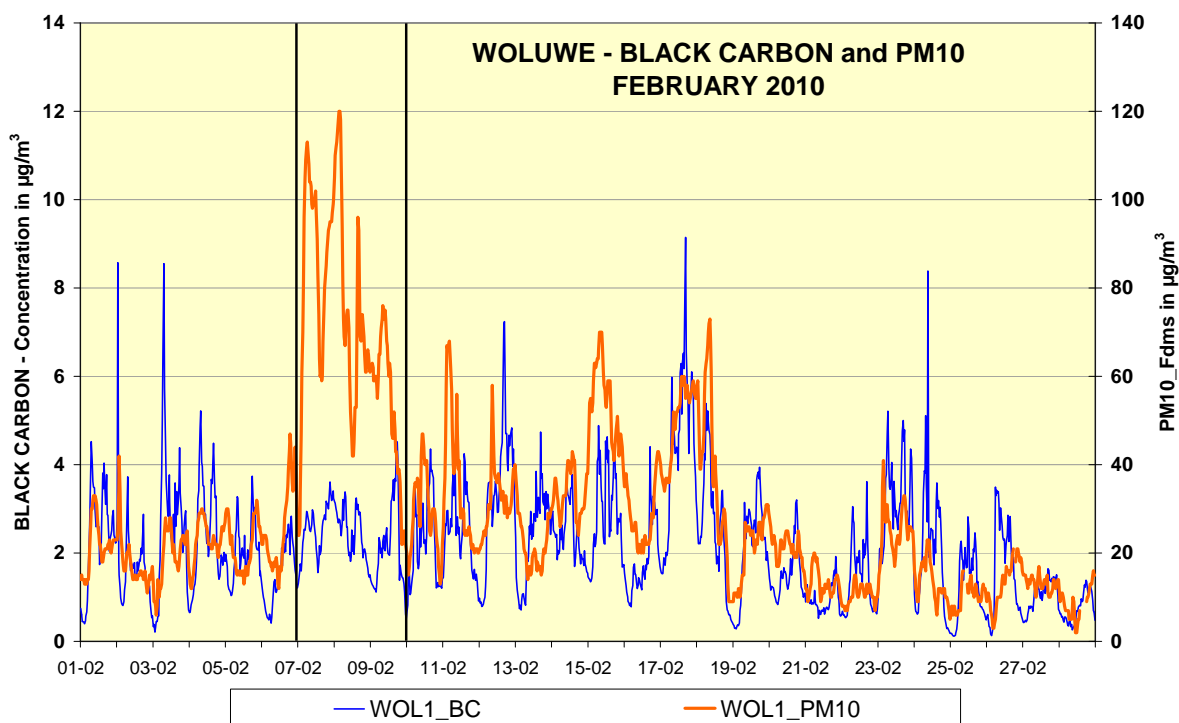


Fig. 4.105: Meetpost te Woluwe. Verloop concentratie Black Carbon en PM10 Kalendermaand Februari 2010

Voor deze typische situatie met hoge piekwaarden voor PM10 en PM2.5, maar niet voor Black Carbon, zullen maatregelen ter vermindering van de lokale uitstoot door het verkeer niet toelaten om de massaconcentratie voor PM10 of PM2.5 op significante wijze te verminderen. Onder deze omstandigheden hebben de maatregelen eerder een sensibiliserend karakter alhoewel ze natuurlijk steeds de uitstoot beperken van de koolstofhoudende deeltjes, die wellicht een hoger risico inhouden voor de gezondheid.

Uit de figuur 4.106 blijkt dat de pieken voor Black Carbon en stikstofmonoxide (NO) veel vaker samenvallen. Beiden vertonen een regelmatig dagverloop. Bij nader toezicht blijkt dat de basisconcentratie voor NO, in vergelijking tot de piekwaarden, veel lager is dan de basisconcentratie voor Black Carbon. Tijdens de nacht en op momenten met weinig verkeer valt de concentratie voor NO terug tot de detectielimiet. Dit betekent dat de verhouding tussen de concentraties van beide pollutanten significant kan afwijken van de schaalfactor (~10) tussen beide bereiken en dat er voor Black Carbon een permanente achtergrondconcentratie is van ongeveer $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (of eventueel nog een andere bron).

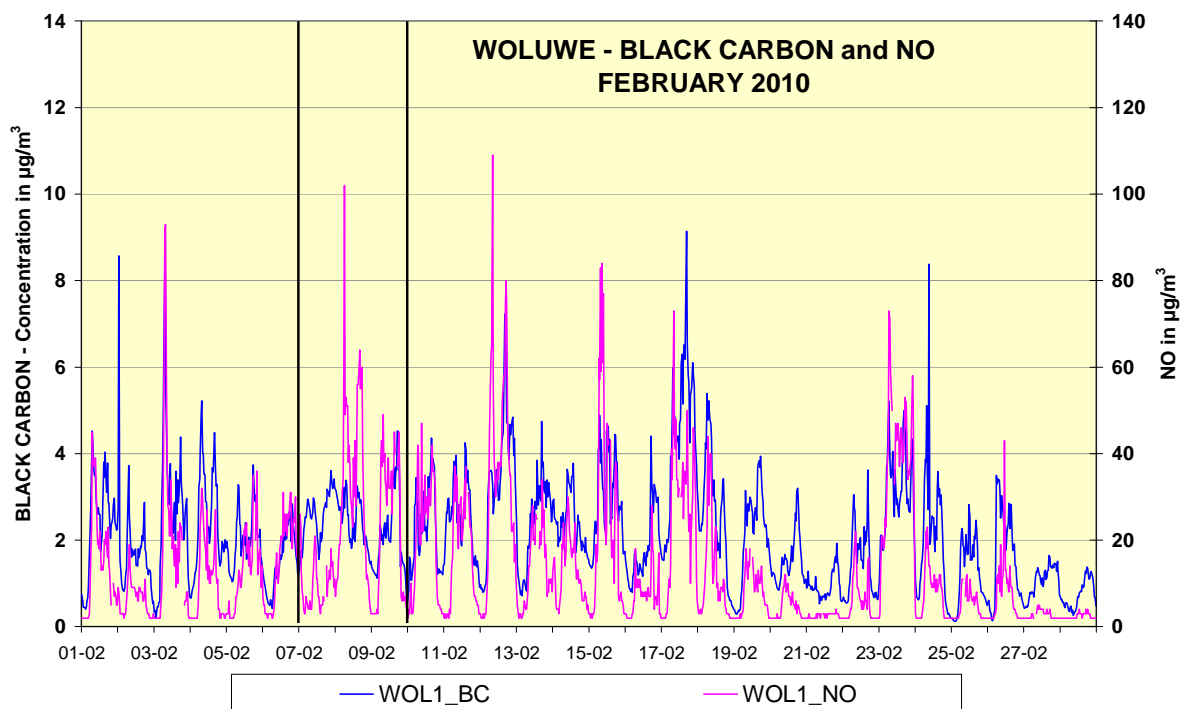


Fig. 4.106: Meetpost te Woluwe. Verloop concentratie Black Carbon en NO Kalendermaand Februari 2010

Resultaten Black Carbon, PM10 en NO te Molenbeek

Voor de meetpost te Molenbeek wordt de goede of minder goede samenhang tussen de concentraties voor Black Carbon, NO en PM10 geïllustreerd aan de hand van de resultaten voor de maand November 2011, een maanperiode met heel hoge concentraties.

De grafiek 4.107 geeft het verloop weer van de halfuurswaarden voor Black Carbon en PM10 en de grafiek 4.108 deze van Black Carbon en NO. De resultaten voor Black Carbon refereren telkens naar het schaalbereik links van de grafiek [$0-30 \mu\text{g}/\text{m}^3$] en deze voor PM10 of NO naar het schaalbereik rechts van de grafiek [$0-300 \mu\text{g}/\text{m}^3$]. In beide gevallen is er een schaalfactor 10 tussen de bereiken.

**R001 - Black Carbon and PM10
NOVEMBER 2011**

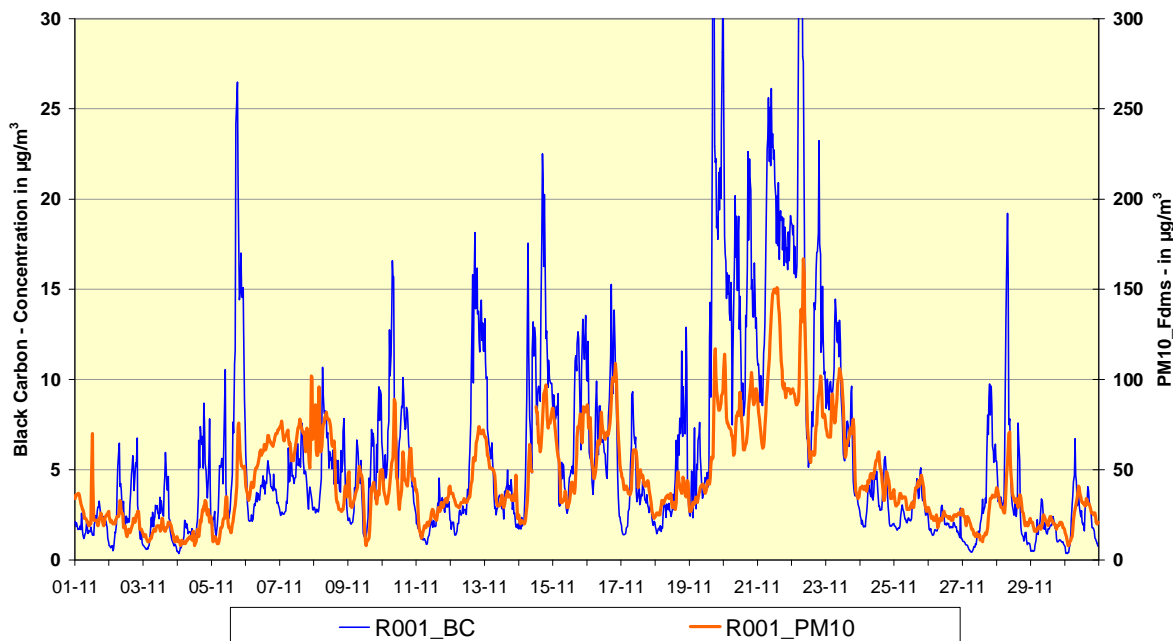


Fig. 4.107: Meetpost te Molenbeek. Verloop concentratie Black Carbon en PM10 Kalendermaand November 2011

**R001 - Black Carbon and NO
NOVEMBER 2011**

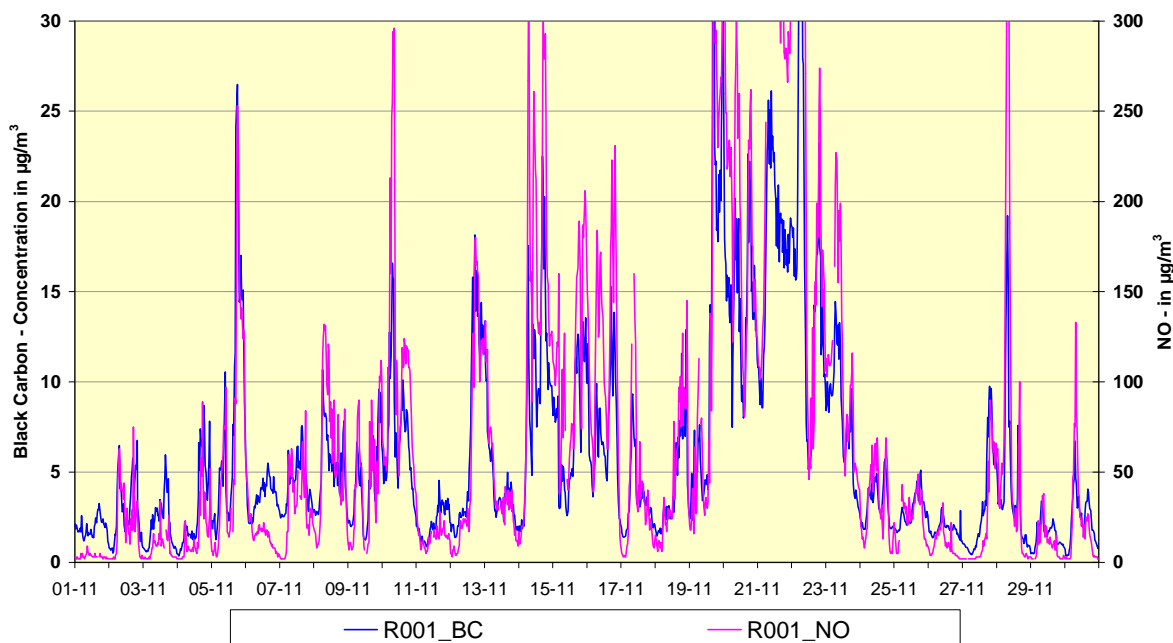


Fig. 4.108: Meetpost te Molenbeek. Verloop concentratie Black Carbon en NO Kalendermaand November 2011

Opnieuw is intuïtief te zien dat er een veel betere correlatie is tussen de piekwaarden voor Black Carbon en NO dan tussen Black Carbon en PM10. De grafiek 4.107 geeft aan dat er ook in de meetpost te Molenbeek ruwweg een factor 10 is tussen de gemiddelde concentraties van PM10 en Black Carbon. Tijdens de piekperioden van de maand november 2011, die terug te brengen zijn tot meteorologische condities die ongunstig zijn voor een goede verspreiding, blijkt toch een toename van de invloed van de lokale emissies. Tijdens sommige pieken kan Black Carbon ongeveer 20 à 25% uitmaken van de concentratie PM10. In deze situaties hebben maatregelen ter vermindering van de lokale uitstoot duidelijk meer zin.

Resultaten Black Carbon en NO in de Kroonlaan te Elsene

De grafiek 4.109 geeft het verloop weer van de halfuurswaarden voor Black Carbon en NO in de meetpost te Elsene tijdens de maand december 2011. De resultaten voor Black Carbon refereren naar het schaalbereik links van de grafiek [0–21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$] en deze voor NO naar het schaalbereik rechts van de grafiek [0–210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]. De evolutie van de concentraties van beide polluenten volgen elkaar zeer goed. De concentraties van beide polluenten variëren steeds nagenoeg op hetzelfde moment in dezelfde richting. Er is blijkbaar een zeer goede correlatie tussen de concentraties van Black Carbon en NO op deze meetpost.

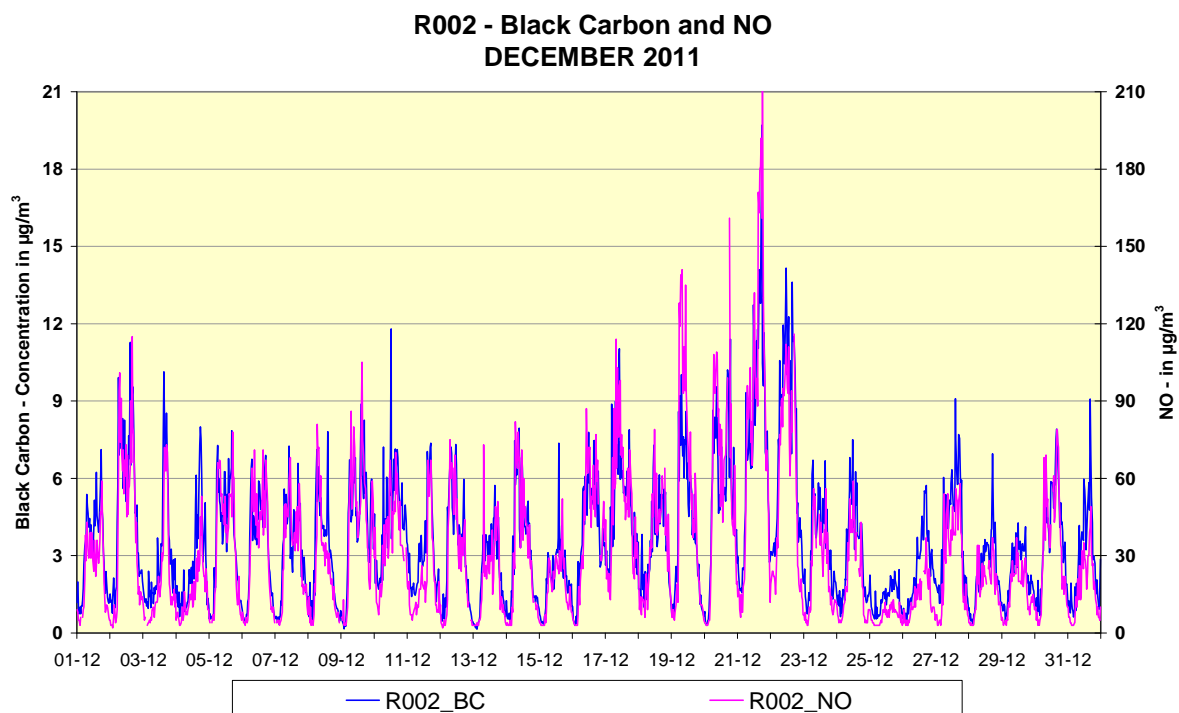


Fig. 4.109: Meetpost te Elsene. Verloop concentratie Black Carbon en NO
Kalendermaand December 2011

De weergegeven grafieken zijn representatief. Analoge resultaten worden gevonden voor de meeste kalendermaanden. Enkel tijdens de warme periodes is er een iets minder goede overeenstemming tussen de resultaten voor NO en Black Carbon. Een gedeelte van het NO oxideert met ozon tot vorming van NO_2 . Uit de tabellen IV.32 tot IV.34 kan echter opgemaakt worden dat de correlatiefactor tussen Black Carbon en NO_x (som stikstofoxides) iets hoger is dan deze tussen Black Carbon en NO. De correlatiefactor met NO_x blijkt bovendien maand na maand stabielere te zijn dan deze met NO.

Correlaties tussen Black Carbon en andere polluenten

Voor de drie meetposten Woluwe, Molenbeek en Elsene, werden correlatiefactoren berekend tussen de gegevens van Black Carbon en deze van de andere polluenten die op dezelfde plaats worden gemeten. Het betreft o.a. de polluenten NO, NO₂, NO_x, CO, PM10, PM2.5, Black Smoke en de aantallen deeltjes (*PNC, Particle Number Concentration*) van de klassen met diameter groter dan 0.25 µm, met diameter groter dan 0.65 µm en met diameter begrepen tussen 0.25 en 0.65 µm. Voor de meetpost te Woluwe worden de correlaties berekend voor de kalenderjaren 2010 en 2011. De correlatiefactoren berekend op basis van de dagwaarden worden grafisch weergegeven in figuur 4.110. De factoren berekend voor zowel halfuurswaarden als dagwaarden van deze meetpost worden opgenomen in tabel IV.32.

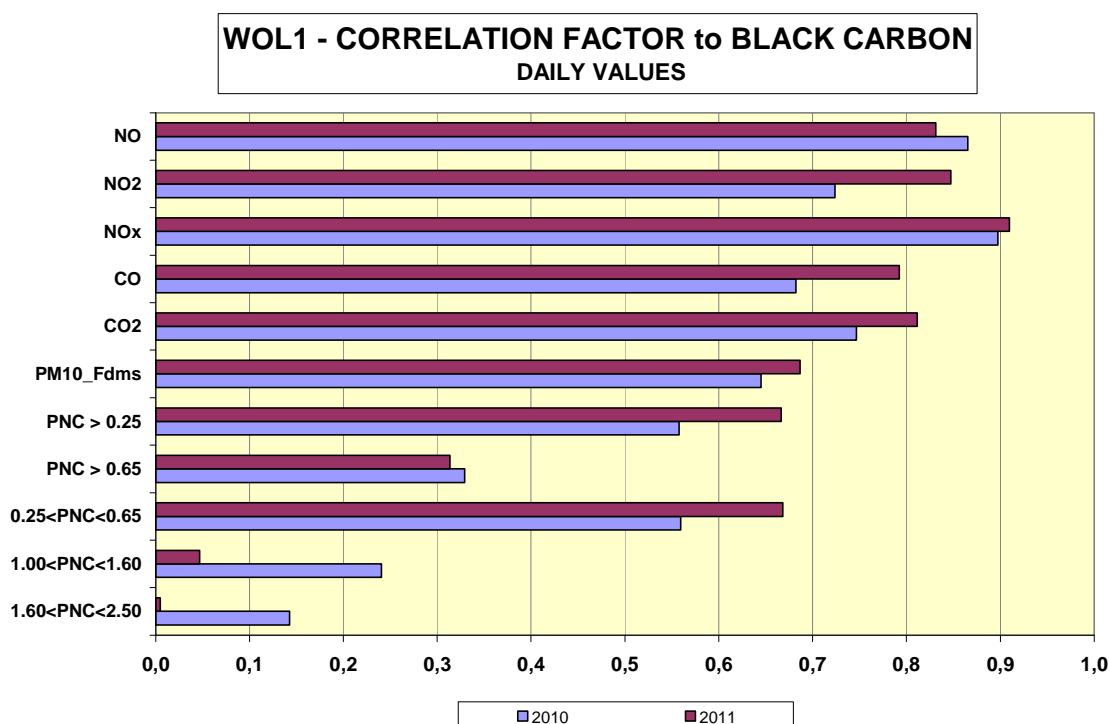


Fig. 4.110: Meetpost te Woluwe. Correlatiefactoren tussen de dagwaarden voor Black Carbon en de dagwaarden van andere polluenten. Kalenderjaren 2010 en 2011

Tabel IV.32: **WOLUWE – CORRELATIEFACTOREN**
tussen **BLACK CARBON** en **ANDERE POLLUENTEN**

WOLUWE CORRELATIE BLACK CARBON met	HALFUURSWAARDEN		DAGWAARDEN	
	2010	2011	2010	2011
NO	0.8030	0.7350	0.8653	0.8314
NO ₂	0.7014	0.7766	0.7238	0.8473
NO _x	0.8551	0.8390	0.8974	0.9098
CO	0.5935	0.7149	0.6821	0.7926
CO ₂	0.6859	0.7016	0.7466	0.8115
PM10	0.5048	0.5687	0.6453	0.6869
PNC > 0.25 µm	0.4137	0.5353	0.5577	0.6664
PNC > 0.65 µm	0.2287	0.2724	0.3294	0.3136
0.25 µm < PNC < 0.65 µm	0.4146	0.5362	0.5593	0.6681

Op de meetplaats te Woluwe worden hoge correlatiefactoren bereikt (0.80 à 0.90) tussen Black Carbon en NO of NO_x. De correlatie met NO₂ is iets lager (0.70 à 0.85). Deze factoren zijn duidelijk hoger dan de correlatiefactor met PM10 (0.50 à 0.70). Zeer matige correlaties worden bekomen (0.40 à 0.66) met de aantallen deeltjes, zelfs met deze behorend tot de fijnere klassen, deeltjes met diameter tussen 0.25 en 0.65 µm. Over het algemeen worden hogere correlatiefactoren bekomen voor de dagwaarden dan voor de halfuurswaarden. Bij de dagwaarden zijn de korte termijn fluctuaties uitgevlakt en wellicht heeft het verschil in responstijd van de verschillende meettoestellen ook een iets ongunstiger effect op de correlatiefactoren berekend voor kortere periodes (halfuurswaarden) dan op deze berekend voor langere periodes (dagwaarden).

De correlaties op de meetpost te Molenbeek worden berekend voor de periode 'juli – december 2010' en voor het kalenderjaar 2011. De correlaties berekend op basis van de dagwaarden worden grafisch weergegeven in figuur 4.112. De resultaten berekend voor halfuurswaarden en dagwaarden worden weergegeven in tabel IV.33. Ook op deze meetpost worden vrij hoge correlatiefactoren bekomen tussen de gegevens voor Black Carbon en deze van NO en NO_x (0.80 à 0.90). De correlatiefactoren berekend voor dagwaarden zijn eveneens hoger dan deze voor halfuurswaarden. De correlaties met respectievelijk PM10 en PM2.5 zijn lager (0.50 à 0.70) en deze berekend tussen Black Carbon en de aantallen deeltjes zijn nog lager, ook deze berekend voor de fijnere deeltjes, met diameter tussen 0.25 en 0.65 µm.

Uitzonderlijk hoge correlatiefactoren (0.95 à 0.96) worden bekomen tussen de dagwaarden van Black Carbon en "Black Smoke", bepaald volgens de OESO methode van 1964. De massaconcentratie van Black Carbon bedraagt ongeveer 20% van het massaresultaat van Black Smoke (figuur 4.111).

BLACK CARBON versus BLACK SMOKE MOLENBEEK : CALENDAR YEAR 2011

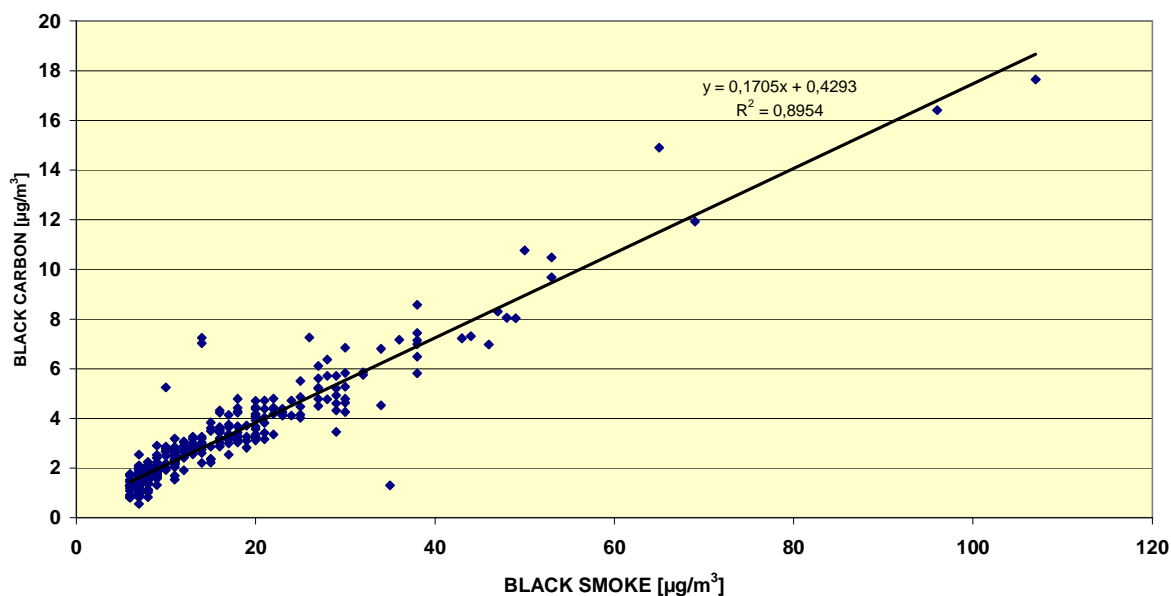


Fig. 4.111: Meetpost te Molenbeek. Kalenderjaar 2011.
Correlatie en Lineair Verband tussen de dagwaarden Black Carbon en Black Smoke.

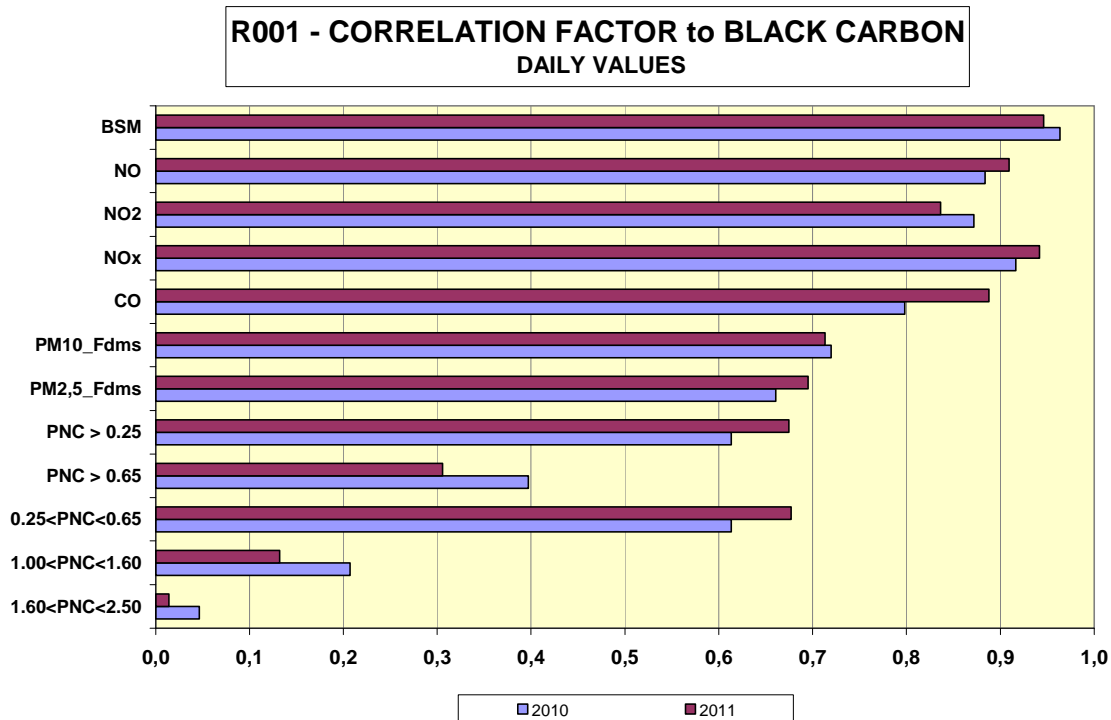


Fig. 4.112: Meetpost te Molenbeek. Correlatiefactoren tussen de dagwaarden voor Black Carbon en de dagwaarden van andere polluenten. Periode juli - december 2010 en kalenderjaar 2011

**Tabel IV.33: MOLENBEEK – CORRELATIEFACTOREN
tussen BLACK CARBON en ANDERE POLLUENTEN**

MOLENBEEK CORRELATIE BLACK CARBON met	HALFUURSWAARDEN		DAGWAARDEN	
	Jul-Dec '10	2011	Jul-Dec '10	2011
Black Smoke	--	--	0.9637	0.9463
NO	0.7962	0.8156	0.8840	0.9094
NO ₂	0.7813	0.7840	0.8719	0.8364
NO _x	0.8485	0.8682	0.9166	0.9419
CO	0.7587	0.8289	0.7981	0.8880
PM10	0.5991	0.5120	0.7196	0.7130
PM2.5	0.5281	0.5723	0.6609	0.6952
PNC > 0.25 µm	0.4781	0.5444	0.6133	0.6748
PNC > 0.65 µm	0.2935	0.1599	0.3972	0.3058
0.25 µm < PNC < 0.65 µm	0.4779	0.5463	0.6135	0.6770

De correlaties op de meetpost te Elsene worden berekend voor de periode 'juni – december 2011'. De resultaten van de dagwaarden worden grafisch weergegeven in figuur 4.113. De correlatiefactoren berekend voor halfuurswaarden en dagwaarden van de meetpost te Elsene worden weergegeven in tabel IV.34. Er worden vrij hoge correlatiefactoren bekomen met alle gemeten pollutanten, de hoogste met NO_x (0.9402), Black Smoke (0.9337) en NO (0.8949). Ook op deze meetpost vertegenwoordigt de massaconcentratie Black Carbon ongeveer 20% van het massaresultaat voor Black Smoke (figuur 4.114).

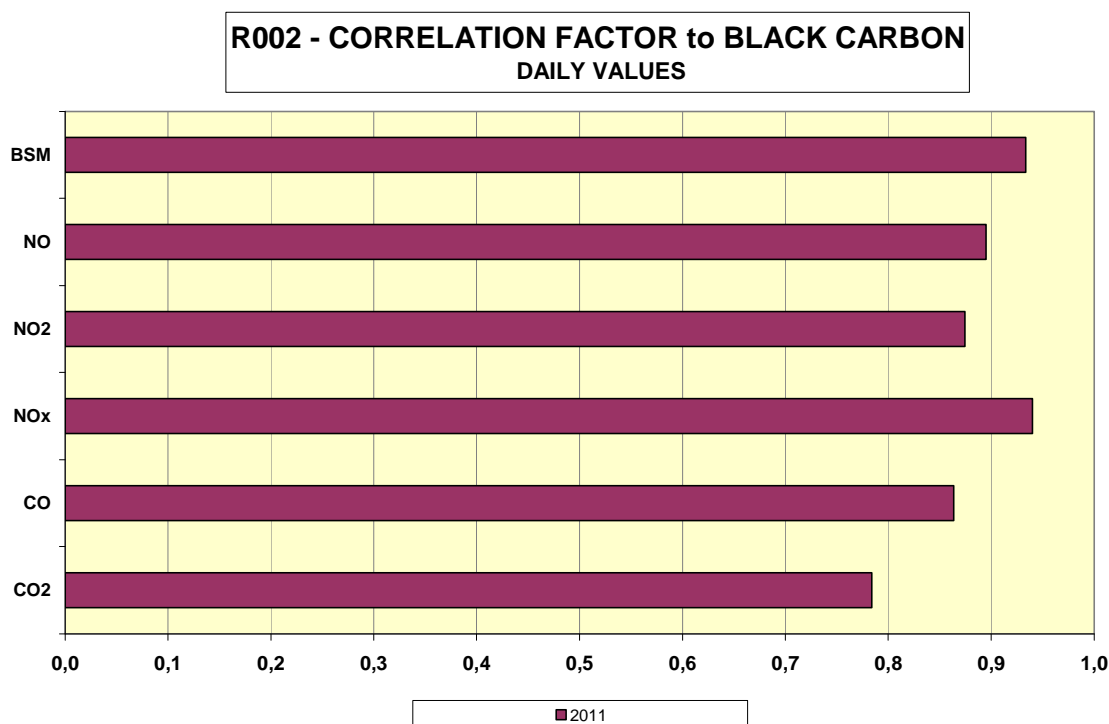


Fig. 4.113: Meetpost te Elsene. Correlatiefactoren tussen de dagwaarden voor Black Carbon en de dagwaarden van andere pollutanten. Periode 'Juni - December 2011'

Tabel IV.34: ELSENE – CORRELATIEFACTOREN
tussen BLACK CARBON en ANDERE POLLUENTEN

ELSENE CORRELATIE BLACK CARBON met	HALFUURSWAARDEN	DAGWAARDEN
	Juni – December 2011	Juni – December 2011
Black Smoke	--	0.9337
NO	0.7986	0.8949
NO ₂	0.8052	0.8747
NO _x	0.8523	0.9402
CO	0.7645	0.8637
CO ₂	0.6937	0.7838

BLACK CARBON versus BLACK SMOKE IXELLES-ELSENE : CALENDAR YEAR 2011

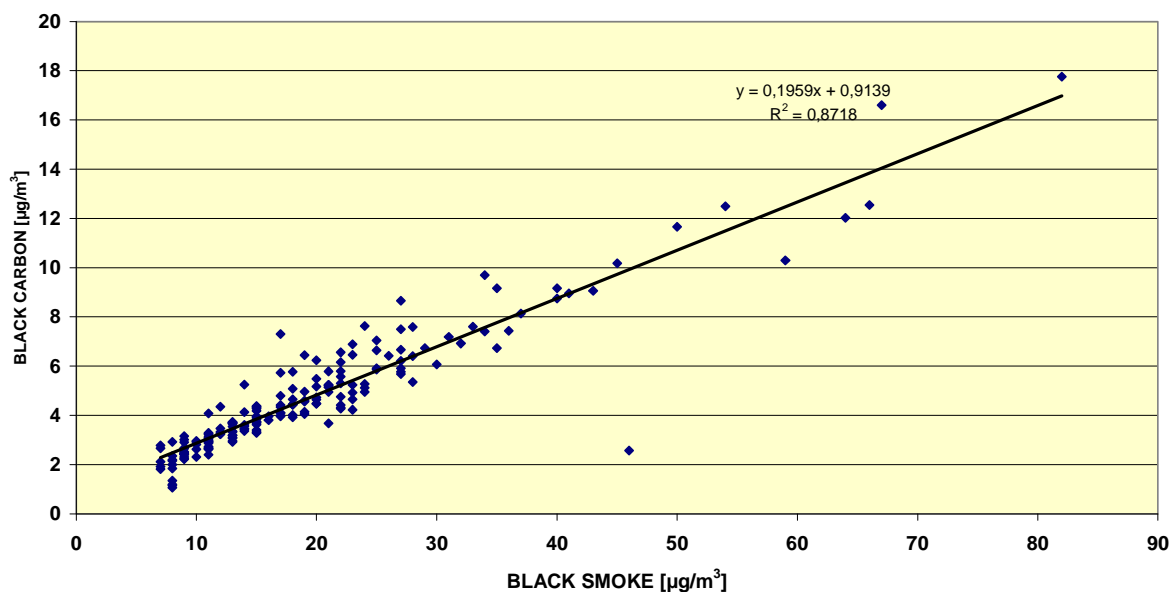


Fig. 4.114: Meetpost te Elsene. Periode Juni – December 2011.
Correlatie en Lineair Verband tussen de dagwaarden Black Carbon en Black Smoke.

De goede correlatie tussen Black Carbon en NO en NO_x op drie meetplaatsen met relatief veel verkeer, in het bijzonder deze voor de halfuurswaarden, te samen met het feit dat NO nog steeds een van de beste indicatoren is voor de nabijheid van het wegverkeer, geeft aan dat de aanwezigheid van Black Carbon in de omgevingslucht nauw verband houdt met de nabijheid van verkeersemmissies. Dit verband is hechter dan voor de massaconcentratie van PM₁₀, PM_{2.5} of de aantallen optisch detecteerbare deeltjes.

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.
Vol. No. 6, Issue Number 3/4, 2010, pp. 264-279

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 6th 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

Particulates and Nitrogen Dioxide in the Brussels Ambient Air need Drastic Emission Reduction

P. Vanderstraeten, O. Brasseur, M. Forton, A. Cheymol and M. Squilbin
Proceedings of the 5th Int. Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development, 95-100. ISSN:1790-5095. ISBN:978-960-474-125-0
WSEAS Conference EEESD '09, Athens (Greece), 28-30 September 2009

Particulate Matter and Nitrogen Dioxide in the Brussels Ambient Air. To what extent local emission reductions need to be drastic to enable compliance with the EU limit values

P. Vanderstraeten, O. Brasseur, M. Forton, A. Cheymol and M. Squilbin
Geographical Forum and Environmental Protection Journal (2010), No. 9, 75-86

Observation of Unusual High Particulate Mass and Number Concentration during Traffic Ban Hours of the 2009 Car Free Sunday in the Brussels Urban Area

P. Vanderstraeten, M. Forton, O. Brasseur, Y. Lénelle, A. Meurrens and Z. Y. Offer
Geographical Forum and Environmental Protection Journal (2011) – No. 10, Issue 1, pp.167-176.
Doi:10.5775/fg.2067-4635.2011.035.i

Black Carbon instead Particle Mass Concentration as an indicator for the traffic related particles in the Brussels Capital Region

P. Vanderstraeten, M. Forton, O. Brasseur and Z. Y. Offer

EFCA International Symposium Ultrafine Particles – Sources, Effects, Risks and Mitigation Strategies, Brussels, Belgium, May 26-27, 2011

Black Carbon instead of Particle Mass Concentration as an indicator for the traffic related particles in the Brussels Capital Region

P. Vanderstraeten, M. Forton, O. Brasseur and Z. Y. Offer

Journal of Environmental Protection, 2011, 2, pp. 525-532, doi:4236/jep.2011.25060

Atmospheric pollution by Iceland volcano lava dispersion – the Brussels case

Z.Y. Offer, P. Vanderstraeten, L. Brenig, D. Carati, Y. Lénelle, A. Meurrens and E. Zaady

Submitted to Environmental Monitoring and Assessment

Black Carbon, PM10 Mass Concentration, Nitrogen Monoxide, Nitrogen Oxides and Particulate Number Concentration at the Woluwe Traffic Site. Preliminary Study. Period July 2009-June2010.

Report IBGE-BIM. September 2010

Evaluation of PM10 Exceedances at the Haren Naval Port

P. Vanderstraeten, O. Brasseur and A. Meurrens

Report IBGE-BIM. September 2011

4.4 VLUCHTIGE ORGANISCHE STOFFEN (V.O.S.)

Het gehalte vluchtige organische stoffen in de omgevingslucht wordt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op 5 verschillende plaatsen gemeten, n.l. te Molenbeek (R001), Elsene-Kroonlaan (R002), Ukkel (R012), St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1-WOL2) en ter hoogte van het Europees Parlement (B006). Wegens werkzaamheden aan het complex “Kunst-Wet” zijn er tijdelijk geen metingen op deze plaats.

Op de eerste vier meetplaatsen wordt de lucht het gehele jaar door bemonsterd op Carbotrap-adsorptietubes. In de eerste drie 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 lange tijd 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 werd tussen december 2000 en 1 januari 2006 nog een overschrijdingsmarge van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aanvaard. Deze marge diende om de 12 maanden af te nemen met $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ af en werd 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. De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor benzeen over langere termijn wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.115. 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. Aan deze doelstelling zal wellicht ook de volgende jaren zonder enig probleem voldaan worden.

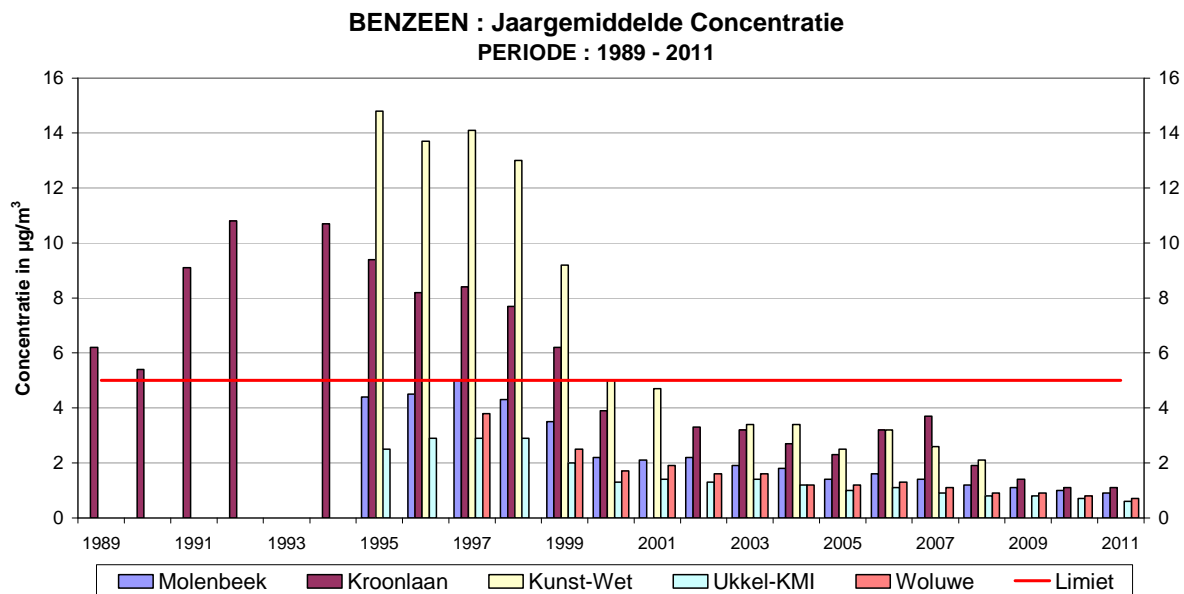


Fig. 4.115: Benzeen - evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 1989-2011

De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor toluen, alsook voor de somconcentratie van de verschillende xylenen, wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.116 en figuur 4.117. 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.

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.

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*.

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 in de Kroonlaan te Elsene (R002). De laagste waarden worden vastgesteld op het meetpunt te Ukkel (R012).

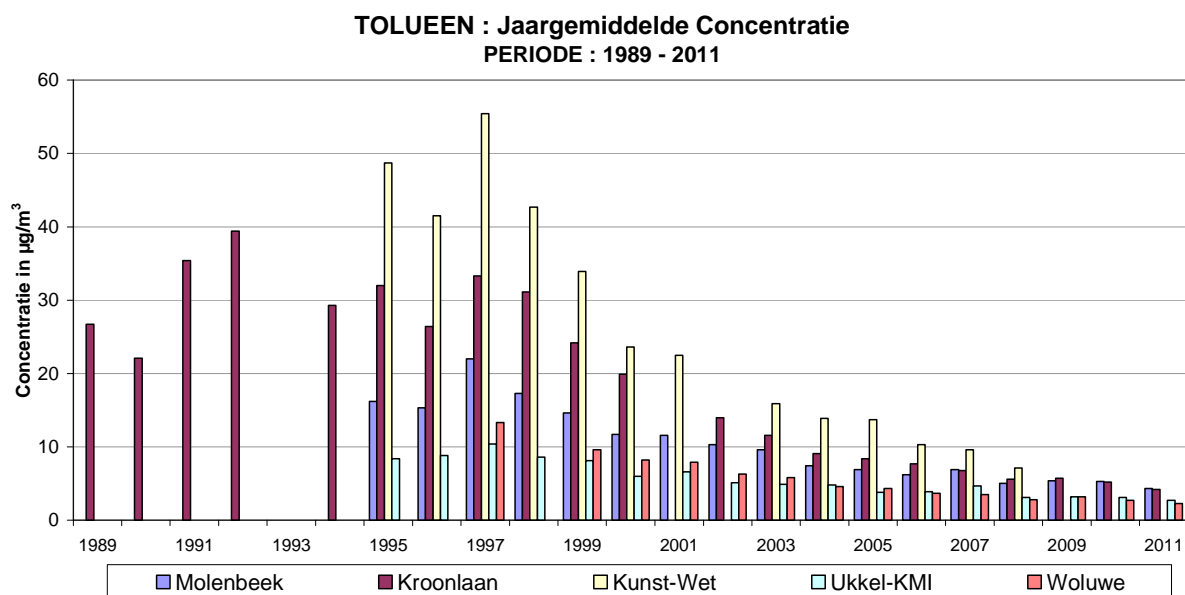


Fig. 4.116: Toluene - evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 1989-2011

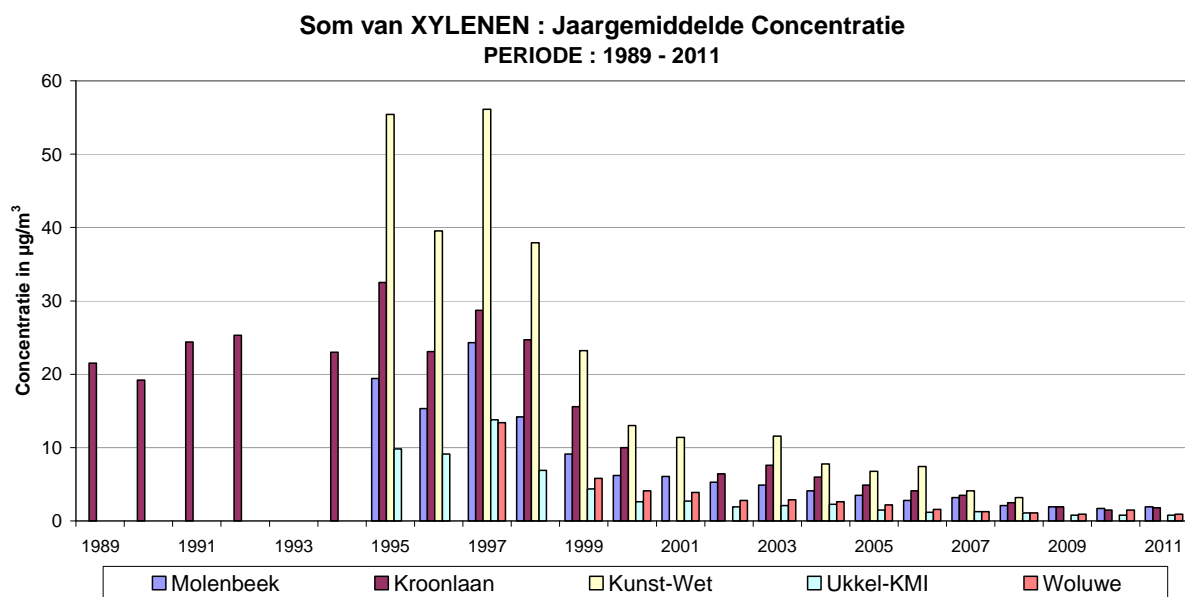


Fig. 4.117: Som Xylenen (meta+para+ortho) - evolutie jaargemiddelde concentratie Periode 1989-2011

Tabel IV.31: **AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN**
BENZEEN – JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

BENZEEN	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
2009	1.1	1.4		0.8	0.9	0.7	0.8
2010	1.0	1.1		0.7	0.8	0.7	0.7
2011	0.9	1.1		0.6	0.7	0.7	0.5

-- : minder dan 50% van de gegevens

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

Vervolg Tabel IV.31: **AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN**

TOLUEEN – JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

TOLUEEN	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
2009	5.4	5.7		3.2	3.1	2.5	3.0
2010	5.3	5.2		3.1	2.7	2.1	2.3
2011	4.3	4.2		2.7	2.3	2.3	2.3

-- : minder dan 50% van de gegevens

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

Vervolg Tabel IV.31: **AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN**

m+p-XYLEEN – JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

m+p-XYLEEN	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
2009	1.4	1.4		0.6	0.7	0.7	1.1
2010	1.3	1.1		0.6	1.1	1.1	0.8
2011	1.4	1.3		0.6	0.7	0.7	0.9

-- : minder dan 50% van de gegevens

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

Vervolg Tabel IV.31: **AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN**

o-XYLEEN – JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

o-XYLEEN	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
2009	0.5	0.5		0.2	0.2	0.2	0.2
2010	0.4	0.4		0.2	0.4	0.4	0.2
2011	0.5	0.5		0.2	0.2	0.3	0.2

-- : minder dan 50% van de gegevens

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

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 metingen en analyses worden verder uitgevoerd volgens de procedures vastgelegd tijdens de accreditatie. 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
2009	98.0	80.0		98.0	98.0	77.5	98.9
2010	96.1	99.9		99.9	97.5	95.6	99.7
2011	99.9	99.9		98.0	99.1	82.1	94.5

(): 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 ongeveer 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 4.118 geeft de evolutie weer van de jaargemiddelde concentraties voor benzeen in een aantal meetpunten.

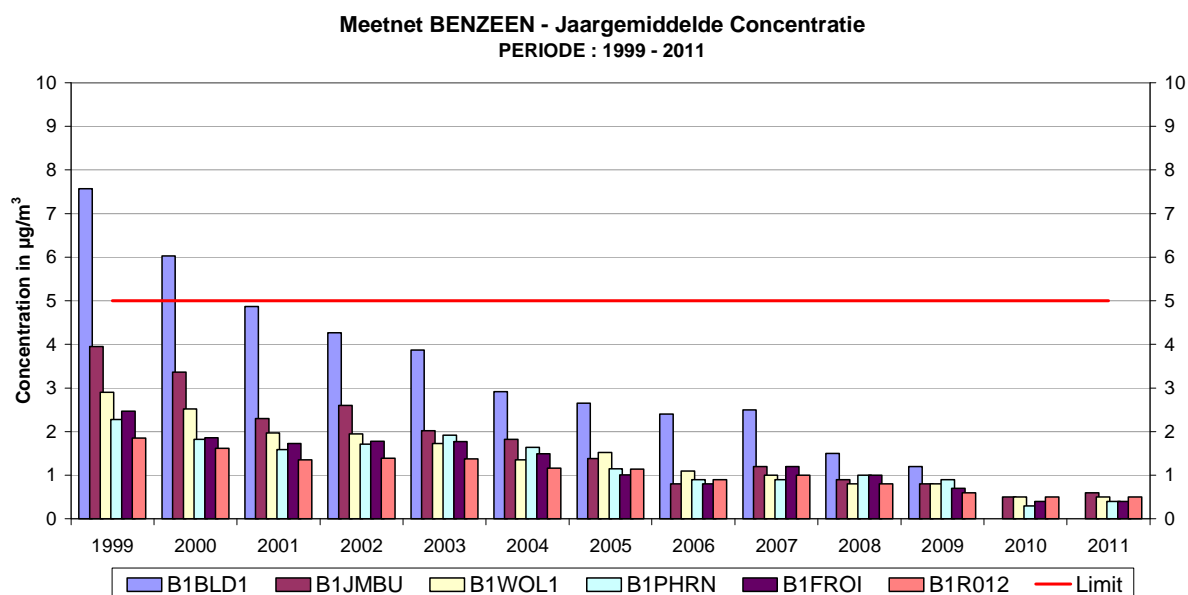


Fig. 4.118: Benzeen - evolutie van de jaargemiddelde concentratie in een aantal meetpunten
Periode 1999-2011

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 4.119 wordt de ruimtelijke spreiding weergegeven van de gemiddelde concentratie voor de jaarperiodes 2009, 2010 en 2011, 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.

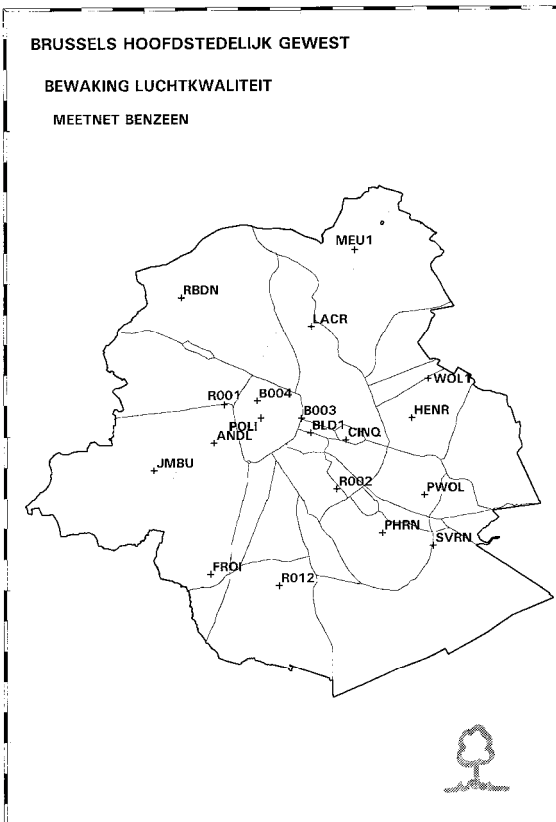
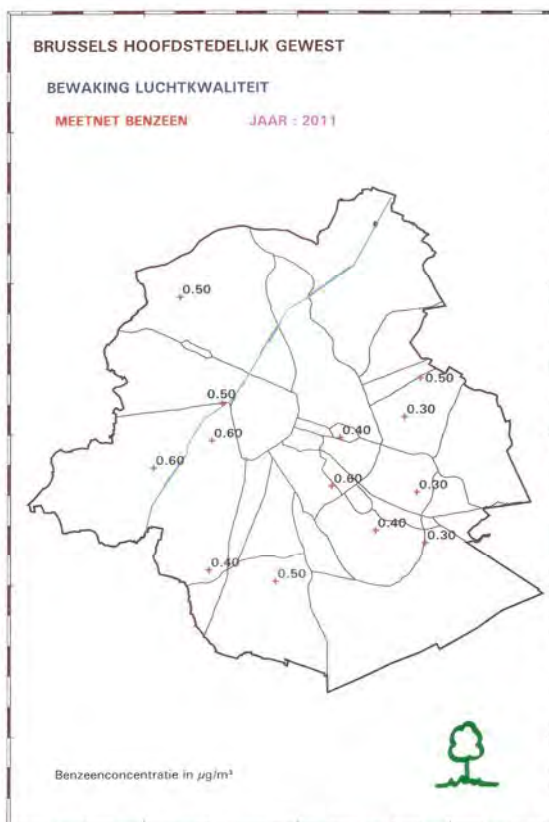
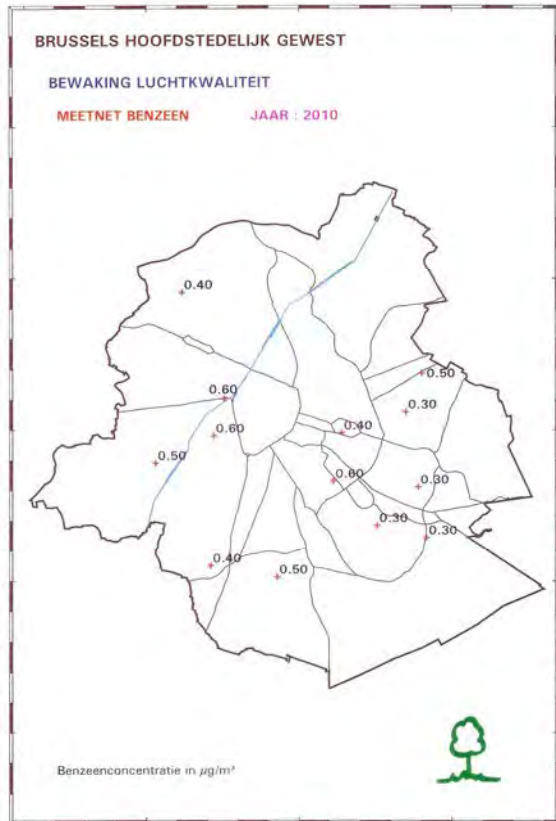
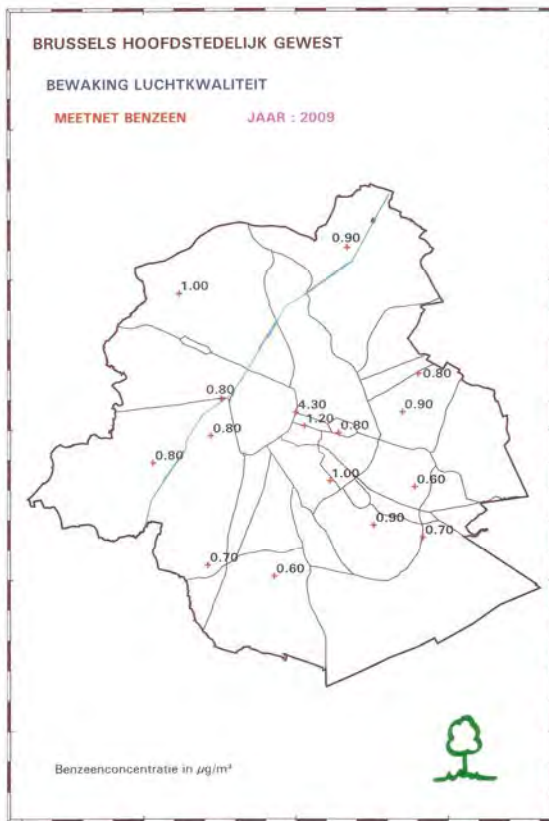


Fig. 4.119: Gemiddelde benzeenconcentratie voor de jaren 2009, 2010 en 2011
Ligging en identificatie van de meetpunten van het meetnet voor benzeen

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 m³ 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/m³, 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 evolutie van de jaargemiddelde concentraties van **benzo a pyreen** wordt grafisch weergegeven in de figuur 4.120. In alle meetpunten van het Gewest wordt de streefwaarde van 1 ng/m^3 moeiteloos gerespecteerd. De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor de somconcentratie van 8 verschillende PAK's wordt weergegeven in figuur 4.121.

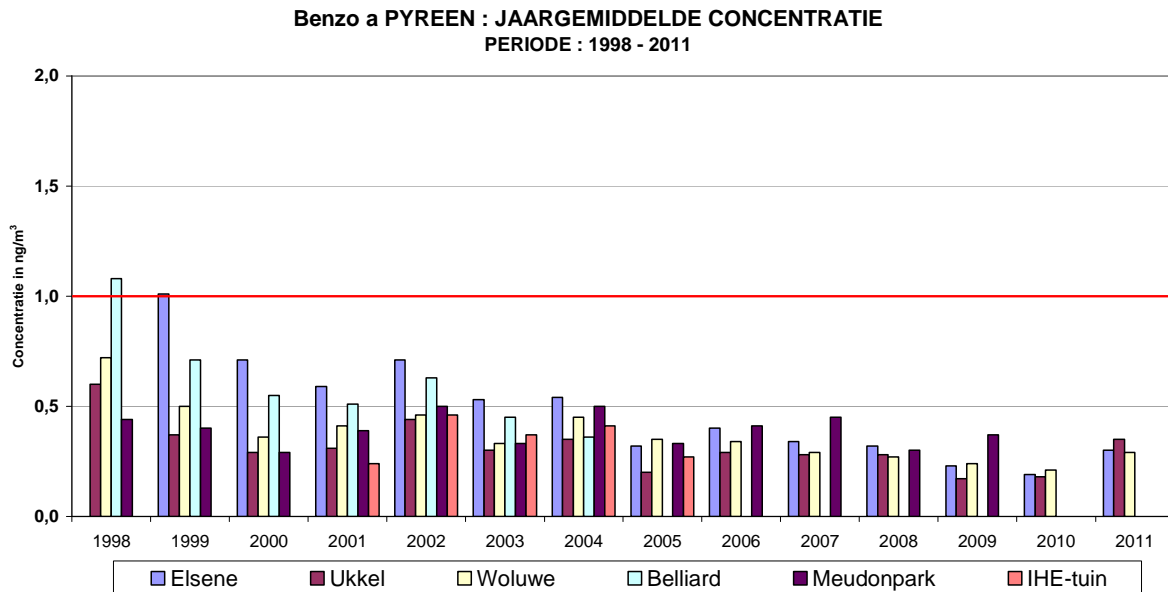


Fig. 4.120: Evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor **benzo a pyreen** (1998 – 2011)

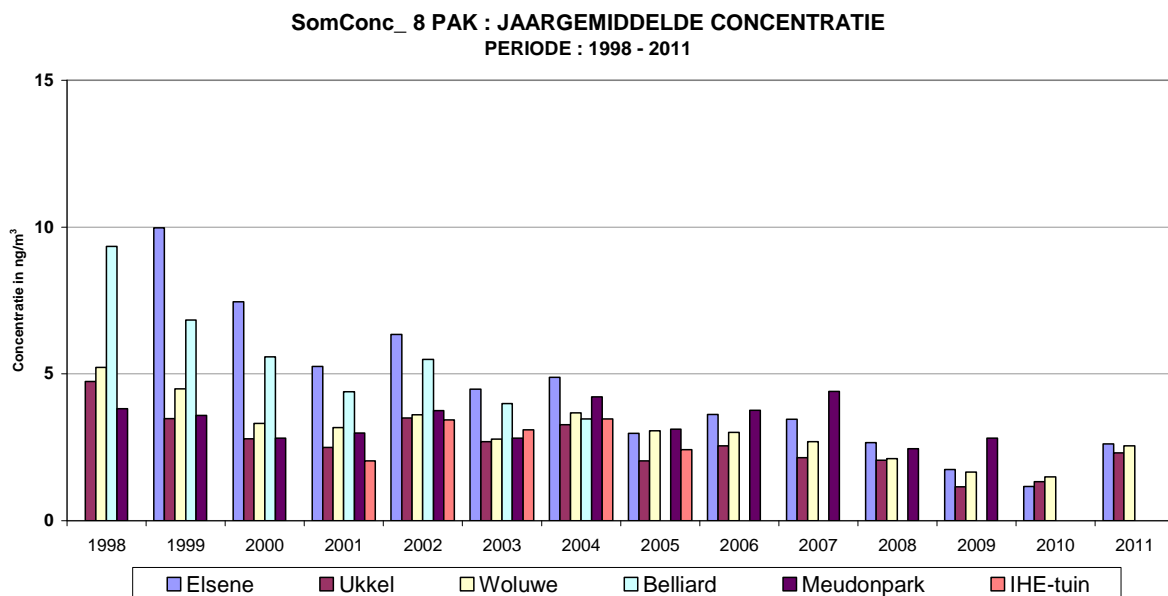


Fig. 4.121: Evolutie jaargemiddelde concentratie voor de somconcentratie van 8 PAK's (1998 – 2011)

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 4.122 en 4.123. 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.

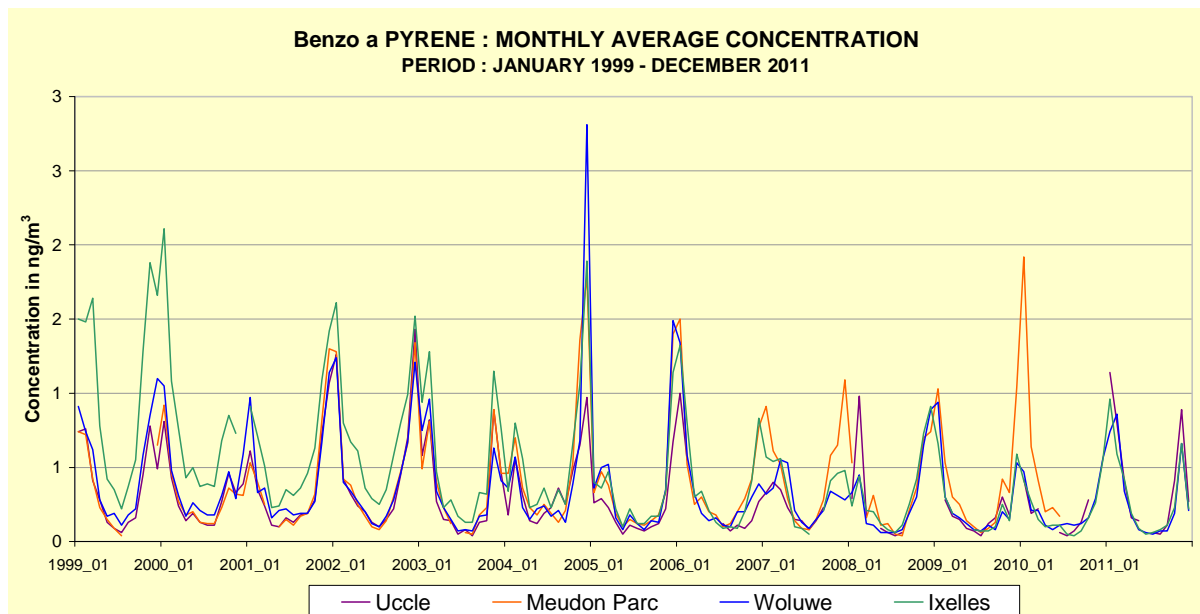


Fig. 4.122: Evolutie van de maandgemiddelde concentratie voor **benzo a pyreen** in vier meetposten. Periode : januari 1999 - december 2011

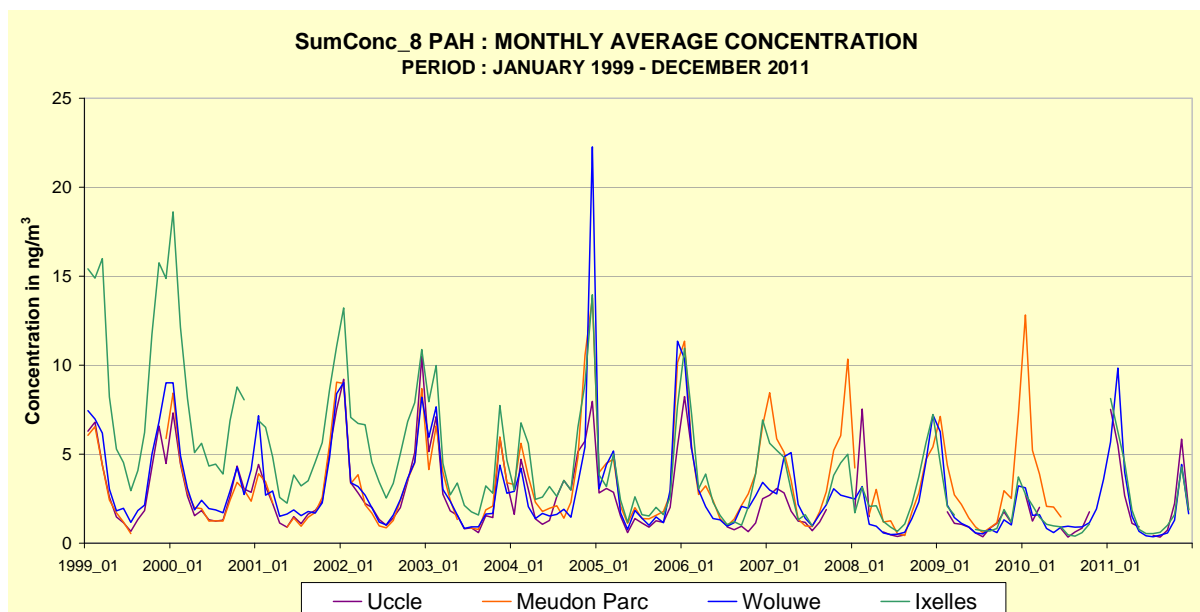


Fig. 4.123: Evolutie van de maandgemiddelde concentratie voor de somconcentratie van 8 verschillende PAK's in vier meetposten. Periode : januari 1999 - december 2011

De jaargemiddelde concentraties van de component *benzo a pyreen* worden in tabel IV.33 weergegeven. Het betreft de resultaten voor de kalenderjaren 1998-2011. De eenheid van concentratie is nanogram per kubieke meter lucht [ng/m³]. De jaargemiddelde waarden van alle componenten zijn terug te vinden in *bijlage I* en de maandresultaten in *bijlage J*.

Tabel IV.33: **BENZO a PYREEN**

JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [ng/m³]

Benzo a pyreen	R001	R002	R012	R112	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	
2009	(0.38)	0.23	0.17	0.08	0.24	0.20		0.37	
2010	--	0.19	0.18	0.14	0.21	0.29		(0.61)	
2011	0.36	0.30	0.35	0.24	0.29	0.36		--	

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 R112) 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.

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	R112	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			96.1	
2009	(27.6)	82.7	77.5	70.1	98.0	87.6		98.0	
2010		98.9	68.4	92.3	98.6	98.0		(48.4)	
2011	82.1	99.4	78.9	97.5	95.3	90.4			

() : begin van de metingen

: einde van de metingen

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.

Wegens werkzaamheden in de nabijheid van de meetpost te Molenbeek (R001) zijn er geen gegevens beschikbaar voor deze meetpost tussen mei 2009 en december 2010. Voor de meetpost in het Meudonpark (MEU1) zijn er wegens een aardverschuiving ter hoogte van de meetpost geen gegevens beschikbaar tussen juli 2010 en december 2011.

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 4.124 wordt, voor de periode 2000-2011, 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.

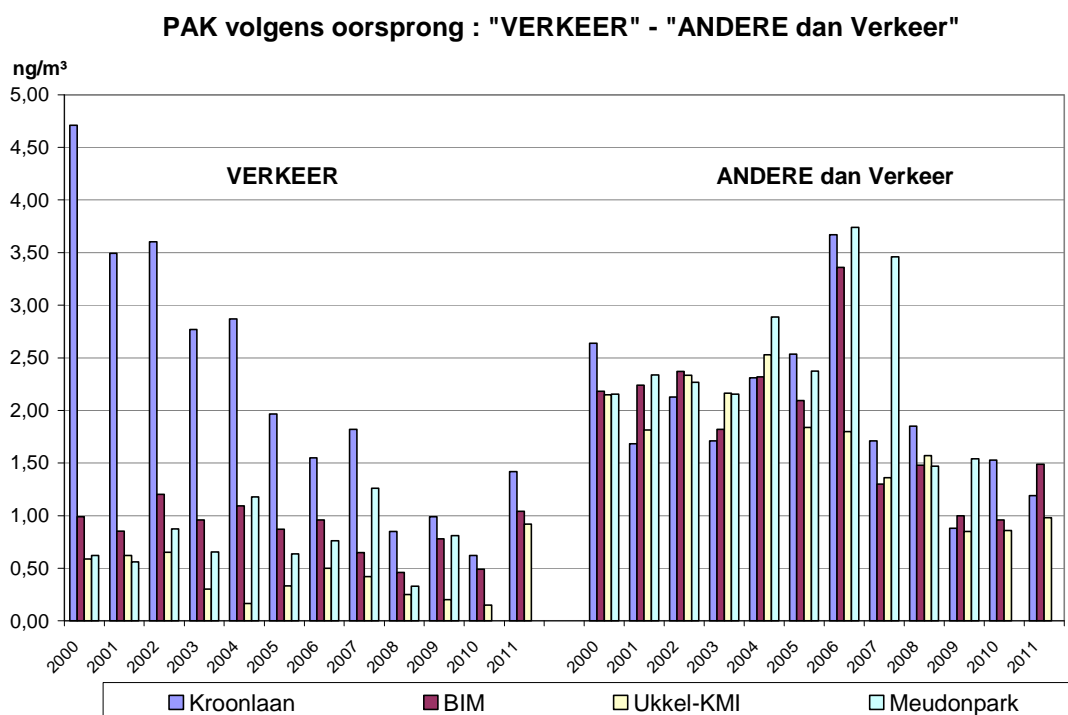


Fig. 4.124: Evolutie van de concentratie van vaste PAK-deeltjes in 4 verschillende meetposten
Onderscheid volgens oorsprong "Verkeer" en "niet-Verkeer"
Periode : 2000 - 2011

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, b.v. verwarming (vloeibare brandstof) en import, vrij stabiel gebleven is in de periode 2000 tot 2008, daarna is er een lichte daling.

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 4.125. Men bemerkt dat in de Kroonlaan het aandeel van de vaste PAK-deeltjes, afkomstig van het verkeer, daalt vanaf het jaar 2000, maar de laatste paar jaar terug toeneemt. Op de andere meetposten, met een minder directe invloed van het verkeer, is de verandering zeer gering of onbestaand.

PAK - Percentage afkomstig van het VERKEER

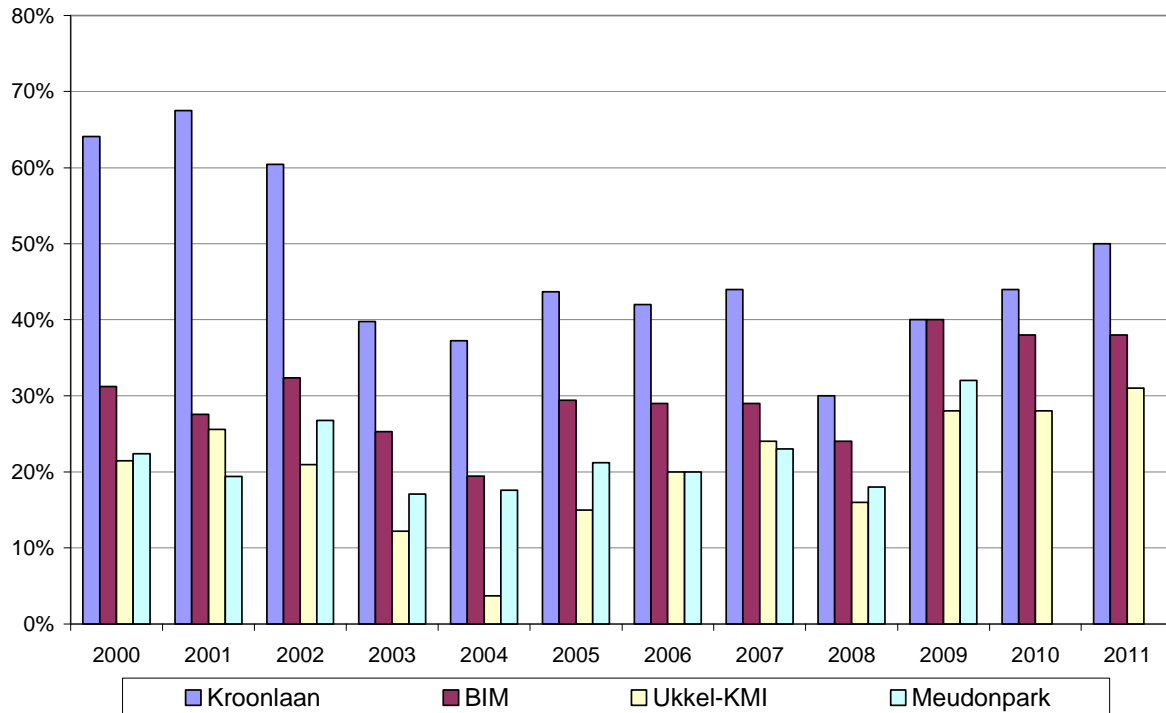


Fig. 4.125: Evolutie percentage vaste PAK-deeltjes afkomstig van het verkeer
Periode : 2000 - 2011

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 in de Voorhaven (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

De EG-richtlijn 2008/50/EG van 21 mei 2008 geeft als grenswaarde :

- **10 mg/m³** als **maximale 8-uurwaarde van de dag**, deze waarde was reeds te respecteren vanaf 1 januari 2005

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 1997-2011 worden de gemiddelde concentratie (GEM) en de 98^{ste} centiel (P98) opgegeven. De concentraties zijn het hoogst op het meetpunt Kunst-Wet (B003), gevolgd door de Kroonlaan (R002) te Elsene.

In de meetposten Molenbeek (R001), Voorhaven (N043) en St.-Lambrechts-Woluwe (WOL1) worden minder hoge concentraties gemeten (zie ook fig. 4.128). Nog lagere waarden worden vastgesteld in de meetpunten St.-Katelijne (B004), Eastman-Belliard (B005) en nabij het Europees Parlement (B006).

Traag aanschuivend 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.

De resultaten wijzen op een dalende trend (zie ook fig. 4.127). Dit blijkt zowel uit de evolutie van de hogere percentielwaarde (P98) als van het jaarlijks gemiddelde. De laatste jaren blijkt de jaargemiddelde concentratie zich stilaan op een laag niveau te stabiliseren.

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.

De grenswaarde wordt al gedurende meerdere jaren probleemloos gerespecteerd, ook in de meetpunten gelegen in een drukke verkeersomgeving (zie figuur 4.126 en tabel IV.36).

Tabel IV.35: **CO-UURWAARDEN : JAARGEMIDDELDE en P98**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
 [Concentratie in mg/m³]

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
2009	0.33	0.33		0.30	0.28	0.24	0.29	0.29
2010	0.37	0.37		0.30	0.29	0.27	0.27	0.28
2011	0.31	0.32		0.27	0.26	0.25	0.26	0.28

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
2009	0.84	0.88		0.74	0.64	0.58	0.82	0.70
2010	0.84	0.80		0.72	0.65	0.60	0.65	0.66
2011	0.82	0.78		0.72	0.62	0.62	0.68	0.67

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

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/m³ (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 mg/m³]

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
2009	1.73	1.53		1.64	1.27	0.98	1.51	1.50
2010	1.25	1.23		1.09	0.96	0.95	1.04	1.08
2011	1.95	1.57		1.44	1.46	1.43	1.70	1.35

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

CO - MAXIMALE 8-UURWAARDE van het JAAR
 PERIODE : 1987 - 2011

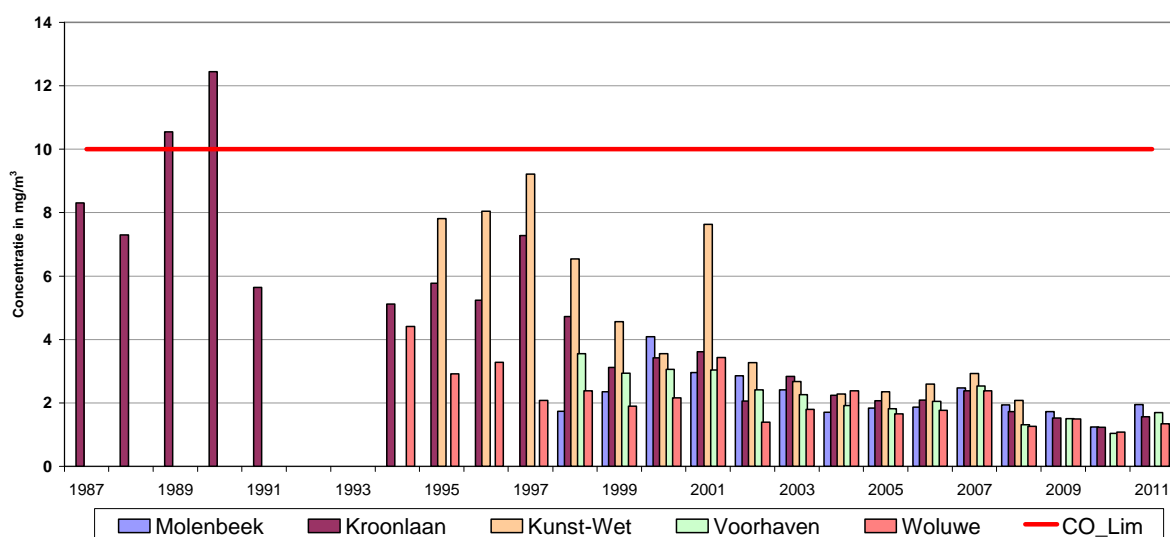


Fig. 4.126 : CO - Maximale 8-uurwaarde over het jaar. Periode 1987-2011

4.6.4 Evolutie CO-concentraties over langere termijn

In figuur 4.127 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 te Woluwe (WOL1). De periode betreft de kalenderjaren 1987 t/m 2011 voor meetpost R002 en 1994 t/m 2011 voor de meetpost WOL1.

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 jaarperiode 2001 zijn de gegevens onvolledig wegens een gedwongen verplaatsing van de meetpost R002 en de tijdelijke onbeschikbaarheid van de meetpost te Woluwe. Ongeveer vanaf het jaar 2002 is er een afzwakking van de opvallende daling uit de jaren '90. Tijdens de laatste jaren lijkt de gemiddelde concentratie zich stilaan te stabiliseren op een laag niveau.

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 benzine-motor. De limietwaarde van 10 mg/m^3 als maximale 8-uurwaarde over het jaar zal in de toekomst zonder enig probleem gerespecteerd worden.

In figuur 4.128 worden de CO-resultaten van de verschillende meetposten met elkaar vergeleken. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. 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.

In figuur 4.129 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 centielen 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 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. Het weekpatroon volgt de verkeersintensiteit. De gemiddelde concentratie is 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.

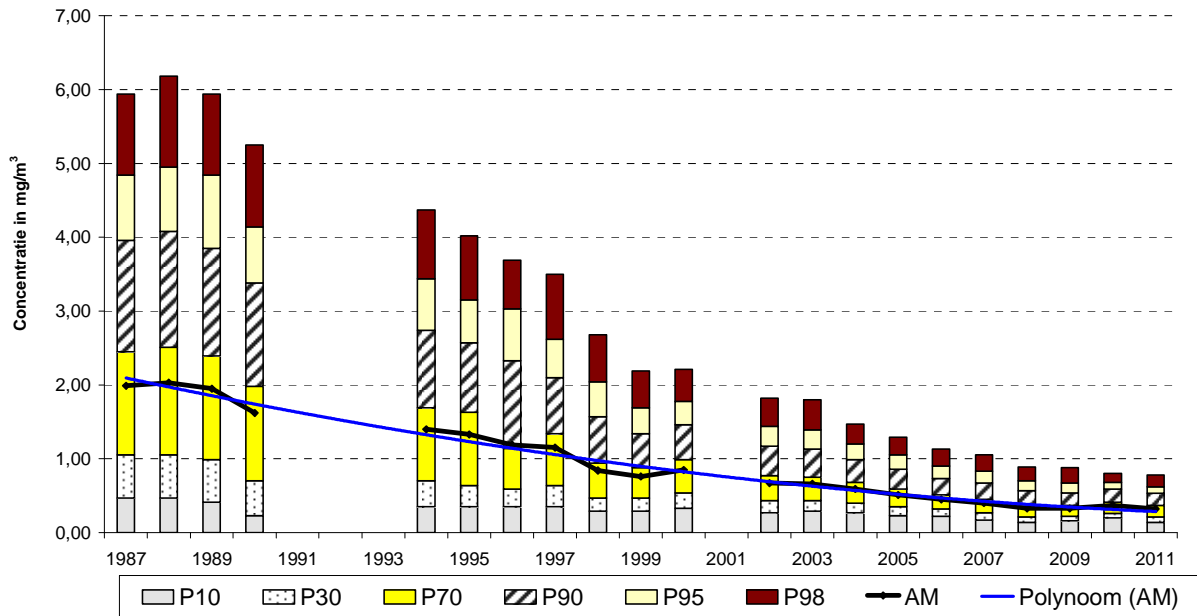
In de figuur 4.130 wordt het gemiddeld CO-dagprofiel grafisch weergegeven voor de meetpost in de Kroonlaan te Elsene (R002). De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. In de grafieken wordt onderscheid gemaakt tussen werkdagen, zaterdagen en zondagen.

In 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. 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.

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 4.132 worden voor de meetpost te Elsene de niveaus gemeten in 1989 en 2011 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 2010 – maart 2011' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2011 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. De concentraties gemeten in 2010/11 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 St.-Lambrechts-WOLUWE (WOL1) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

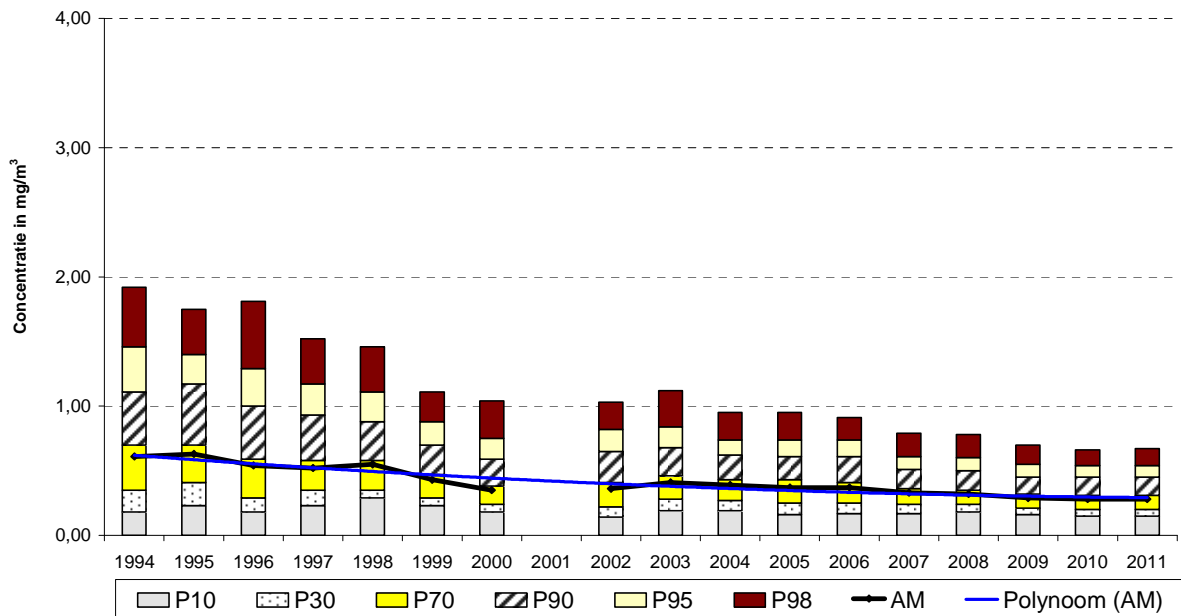
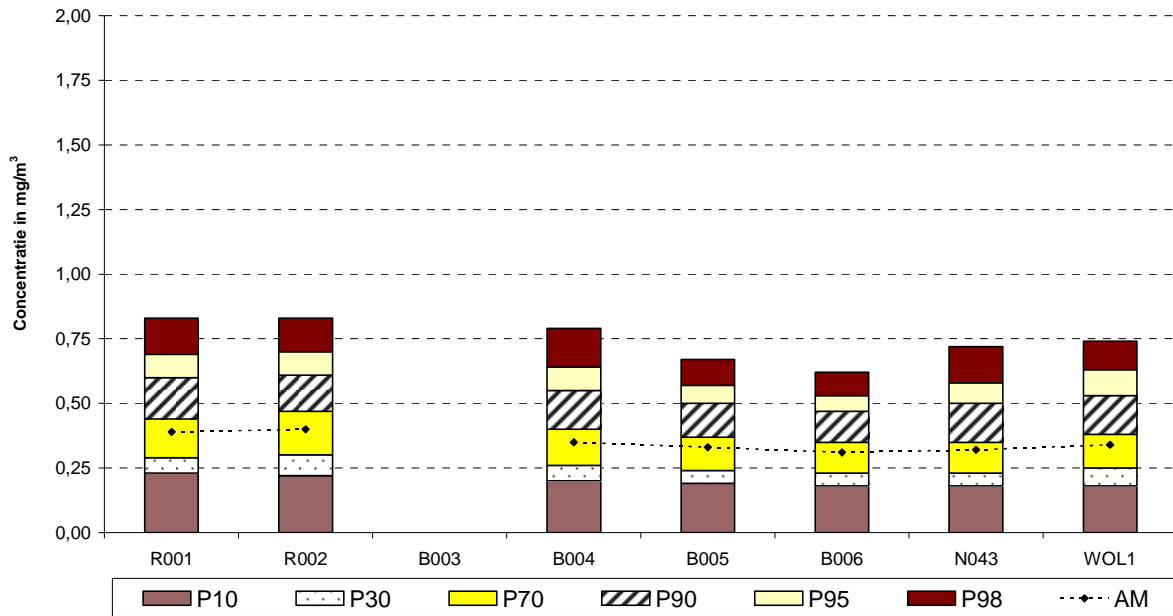


Fig. 4.127: Evolutie CO-concentratie te Elsene (1987 – 2011) en te Woluwe (1994 – 2011)

CO - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 WINTERPERIODE "OKTOBER 2010 - MAART 2011"



CO - VERGELIJKING MEETPOSTEN
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2011"

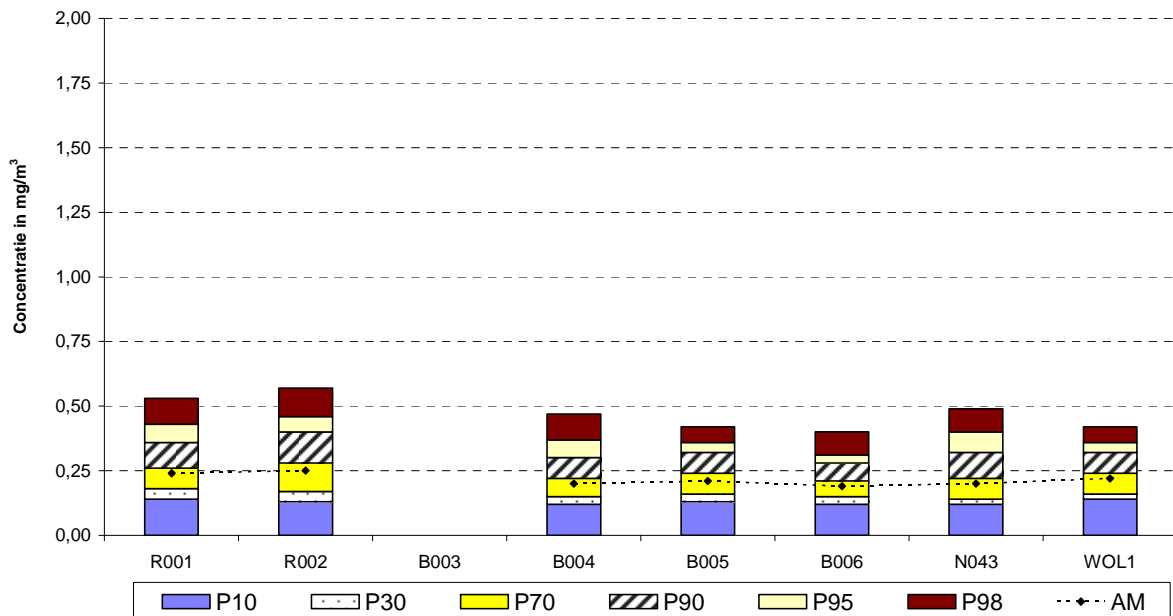
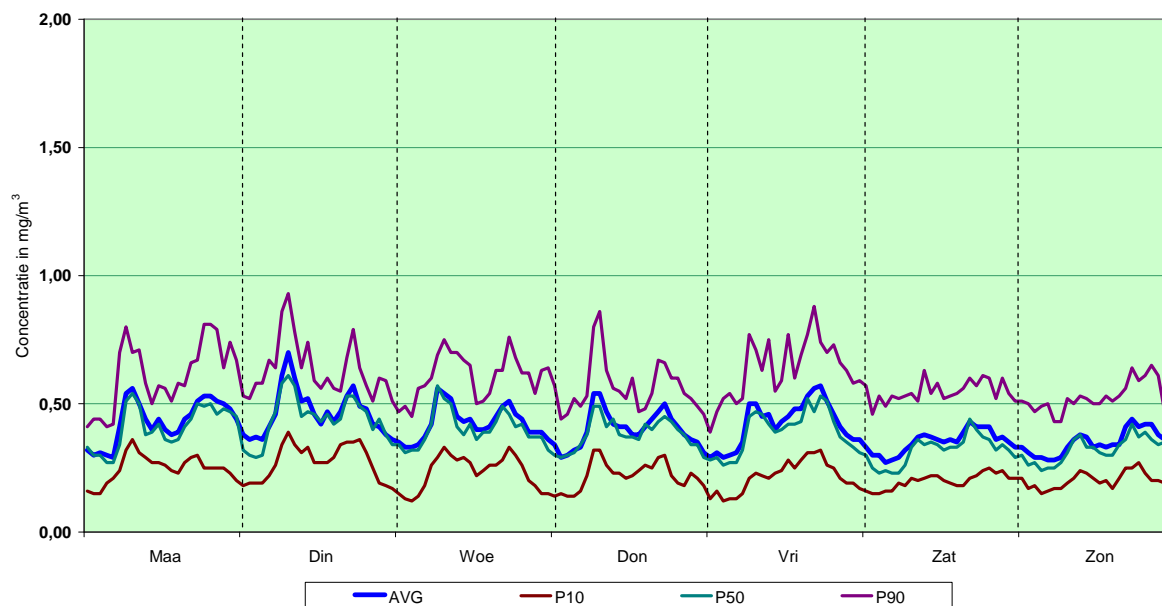


Fig. 4.128: Vergelijking van de CO-concentraties in verschillende meetpunten Winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en Zomerperiode 'april – september 2011'

CO te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



CO te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

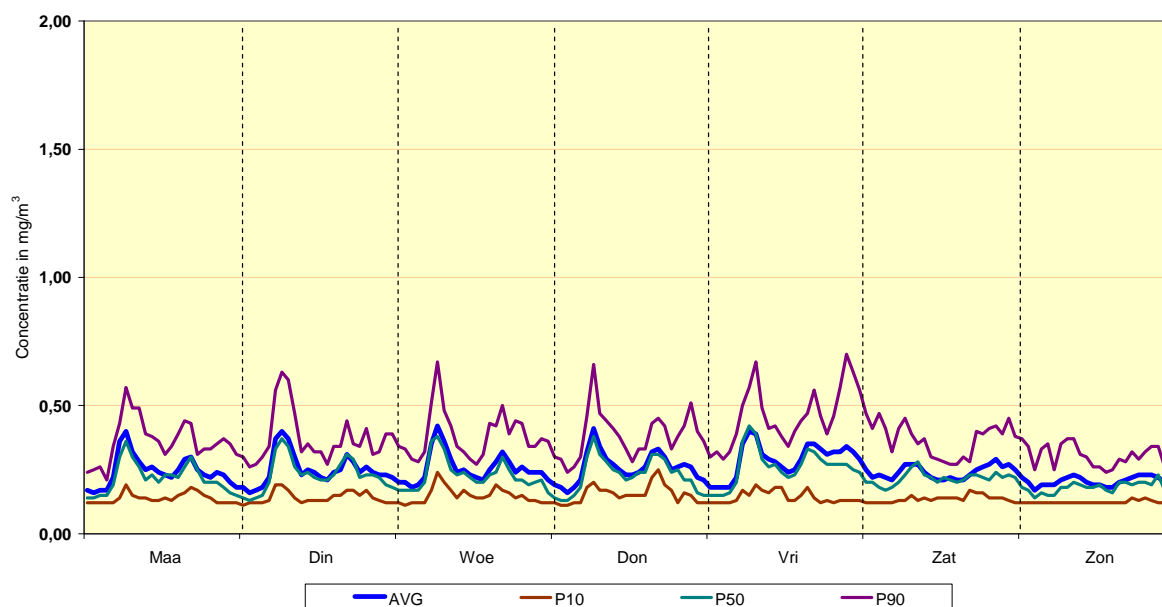


Fig. 4.129: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop CO-concentratie tijdens winter en zomer
 Gemiddelde concentratie (AM), P10, mediaan (P50) en P90

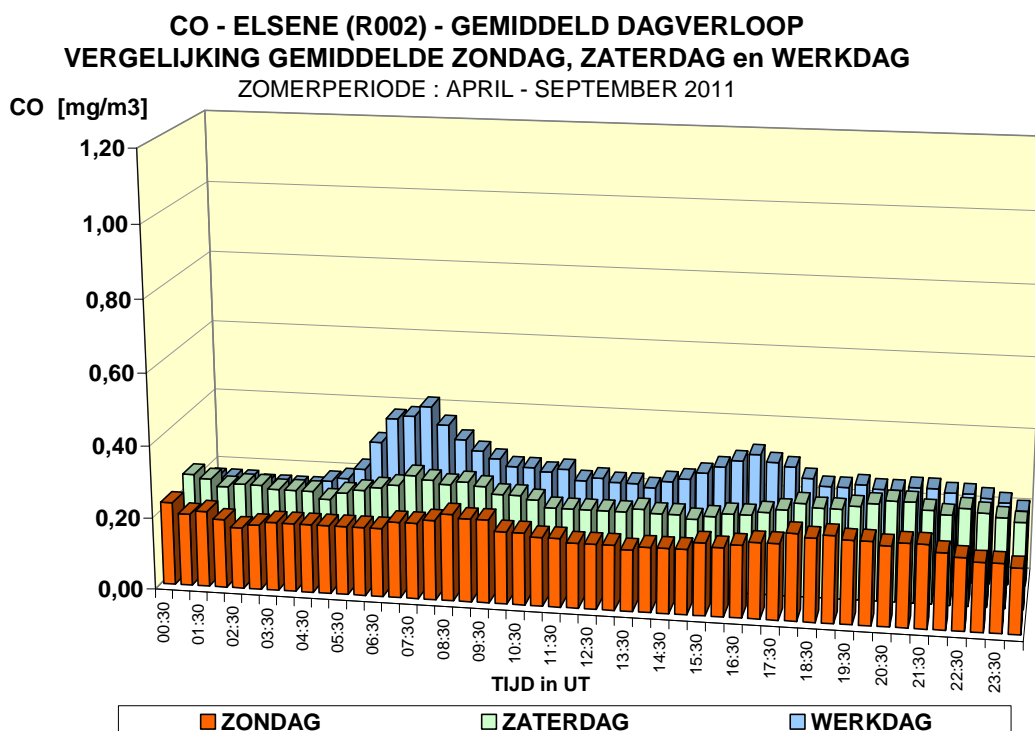
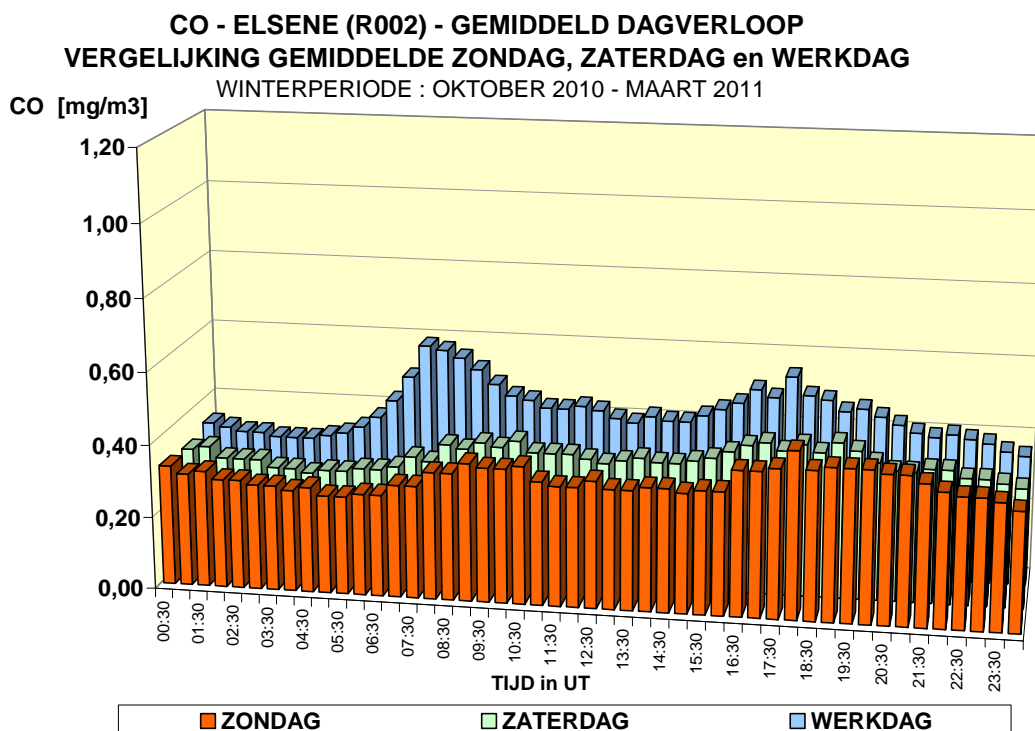


Fig. 4.130: Gemiddeld CO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
 Meetpost Elsene-Kroonlaan (R002)

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 4.131 wordt het gemiddeld CO-dagprofiel van 1973 vergeleken met het CO-dagprofiel berekend voor de kalenderjaren 1989, 1999, 2005 en 2011.

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*).

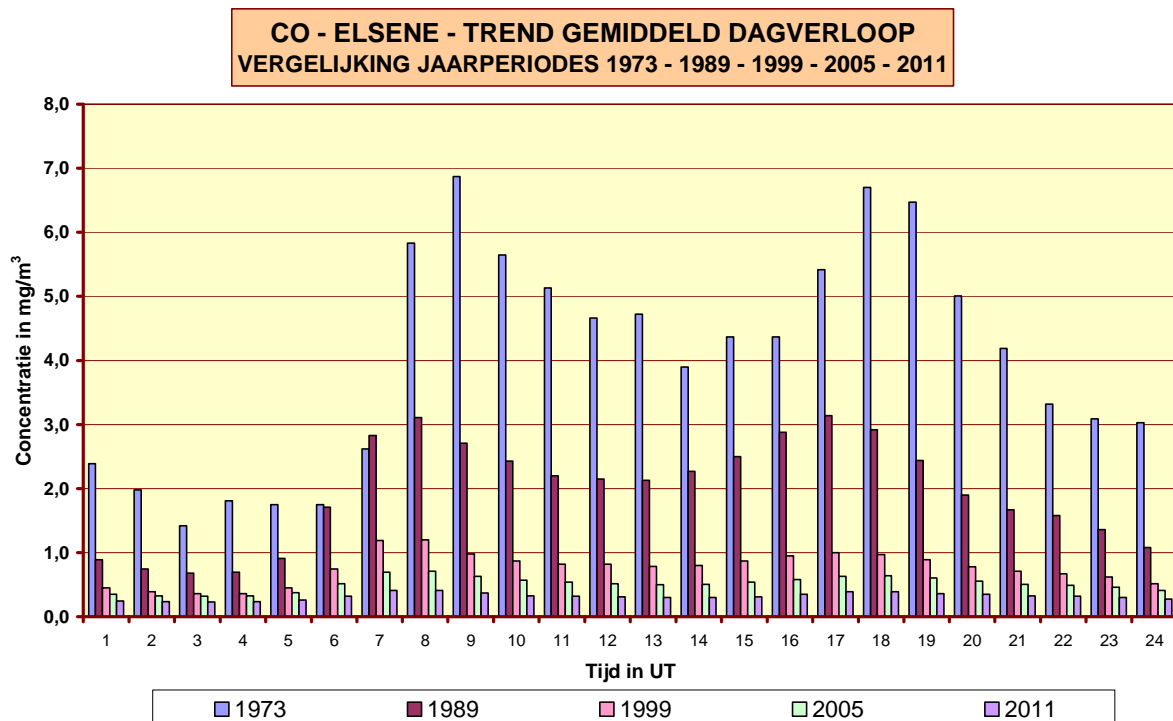


Fig. 4.131 : Gemiddeld CO-dagverloop in 1973, 1989, 1999, 2005 en 2011

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_x-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.

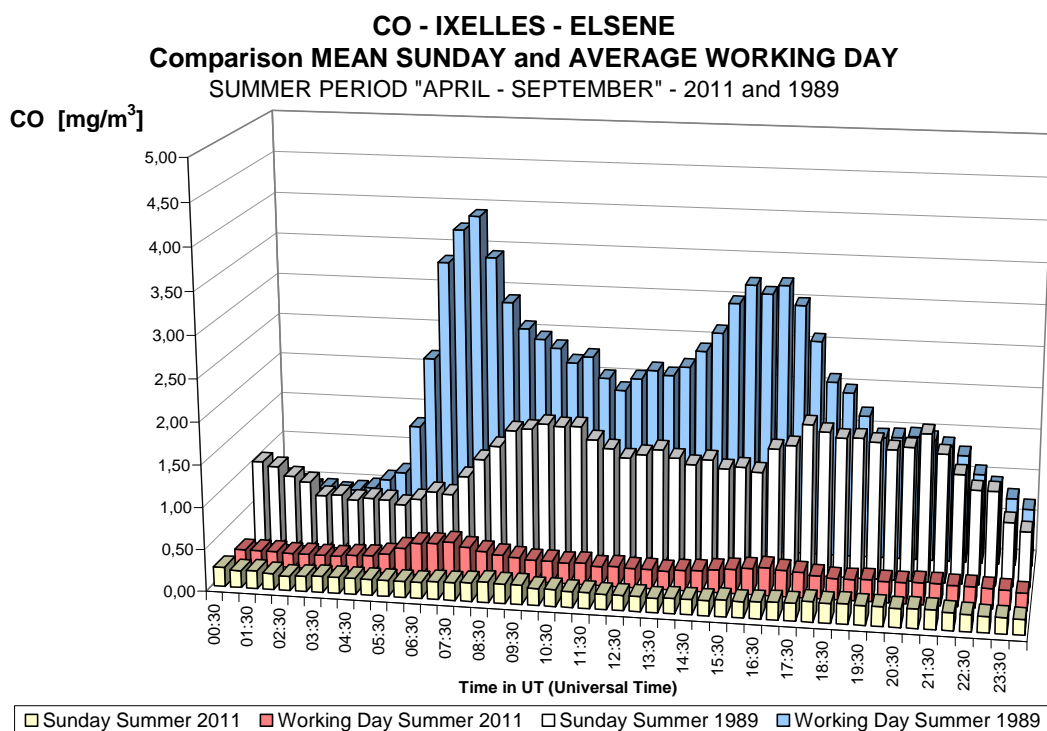
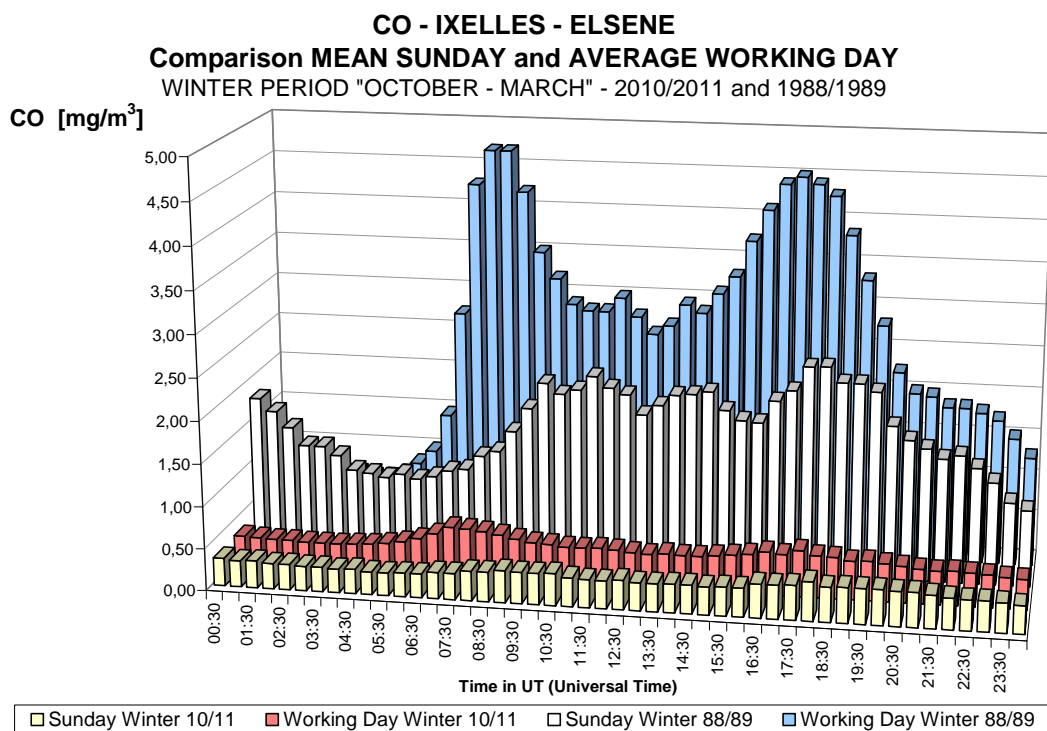


Fig. 4.132: Evolutie CO-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) – Vergelijking Winterperiodes 1988-1989 en 2010-2011 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2011 (grafiek onderaan)

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
2009	89.0	88.9		93.7	97.9	91.2	90.0	97.4
2010	89.6	88.1		98.3	96.9	90.9	98.4	94.6
2011	91.1	89.6		96.9	96.0	89.6	97.7	88.2

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens

4.7 ZWAVELDIOXIDE (SO₂)

Zwavedioxide wordt “on-line” gemeten in 7 van de 11 meetposten van het telemetrisch meetnet. Daarnaast worden op 3 meetpunten 24-uursbemonsteringen uitgevoerd. In dit laatste geval geschiedt de SO₂-bepaling achteraf in het laboratorium via nat-chemische analyse. De SO₂-metingen in de meetposten St.-Ag-Berchem, Vorst (Electrabel) en Kunst-Wet werden respectievelijk in februari 2005, april 2005 en augustus 2008 stilgelegd.

De SO₂-meetpunten van het telemetrisch meetnet bevinden zich te Molenbeek (41R001), Elsene-Kroonlaan (41R002), Eastman-Belliard (41B005), Ukkel (41R012), in de Voorhaven (41N043), St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1) en in het Meudonpark (41MEU1). De SO₂-dagwaarden worden berekend op basis van de halfuursgemiddelde concentraties.

De meetpunten met 24-uursbemonstering bevinden zich te Ukkel (21R012), in Brussel-stad (21B004) en in het Meudonpark (21MEU1).

4.7.1 Reglementering SO₂

De *Europese richtlijn 2008/50/EG* van 21 mei 2008 geeft de grenswaarden aan voor SO₂ ; deze dienden reeds vanaf 1 januari 2005 gerespecteerd te worden :

- **350 µg/m³** als **uurwaarde** mag niet meer dan **24 maal per kalenderjaar** overschreden worden.
- **125 µg/m³** als **dagwaarde** mag niet meer dan **3 maal per kalenderjaar** overschreden worden.

4.7.2 Gemeten SO₂-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^{ste} centiel (P98).

De resultaten tonen aan dat de grenswaarden (geldig voor een jaarperiode) op alle meetpunten gerespecteerd worden. Over de periode 2009-2011 is er trouwens geen enkele SO₂-dagwaarde hoger dan 125 µg/m³.

De SO₂-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 SO₂-uurwaarden en SO₂-dagwaarden worden weergegeven in de *bijlagen B, C en D*. De tabellen in deze bijlagen geven de resultaten weer voor jaarperiodes, winterperiodes (*oktober - maart*) en zomerperiodes (*april - september*).

Tabel IV.38: **SO₂-DAGWAARDEN – JAARGEMIDDELDE en P98 [µg/m³]**

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	
2009	4	4	#	4		5	4	3	4	
2010	4	6		4		5	3	3	4	
2011	4	4		3		5	3	--	4	

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	
2009	12	9	#	9		12	13	10	10	
2010	9	11		9		11	7	7	9	
2011	8	7		6		10	7	--	7	

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

Vervolg tabel IV.38: **SO₂-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			
2009	2.0	2.9	2.7			
2010	2.2	2.1	1.8			
2011	--	1.3	1.1			

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			
2009	8.2	8.9	10.6			
2010	6.0	6.5	6.7			
2011	--	4.8	3.8			

-- : minder dan 50% gegevens op jaarbasis

4.7.3 Overschrijdingen SO₂-grenswaarden (2008/50/EG)

Vanaf het jaar 1998 zijn er geen overschrijdingen meer vastgesteld van de limietwaarde van 350 µg/m³ als uurwaarde, noch van de limietwaarde van 125 µg/m³ als dagwaarde. Ook tijdens de periode 2009-2011 werd geen enkele overschrijding vastgesteld.

4.7.4 Evolutie SO₂-waarden over langere termijn

In figuur 4.133 wordt de *evolutie* van de SO₂-concentratie *over langere termijn* (1968-2011) 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 SO₂-concentraties zijn ongeveer 20 tot 50 maal lager dan deze gemeten in het begin van de jaren '70.

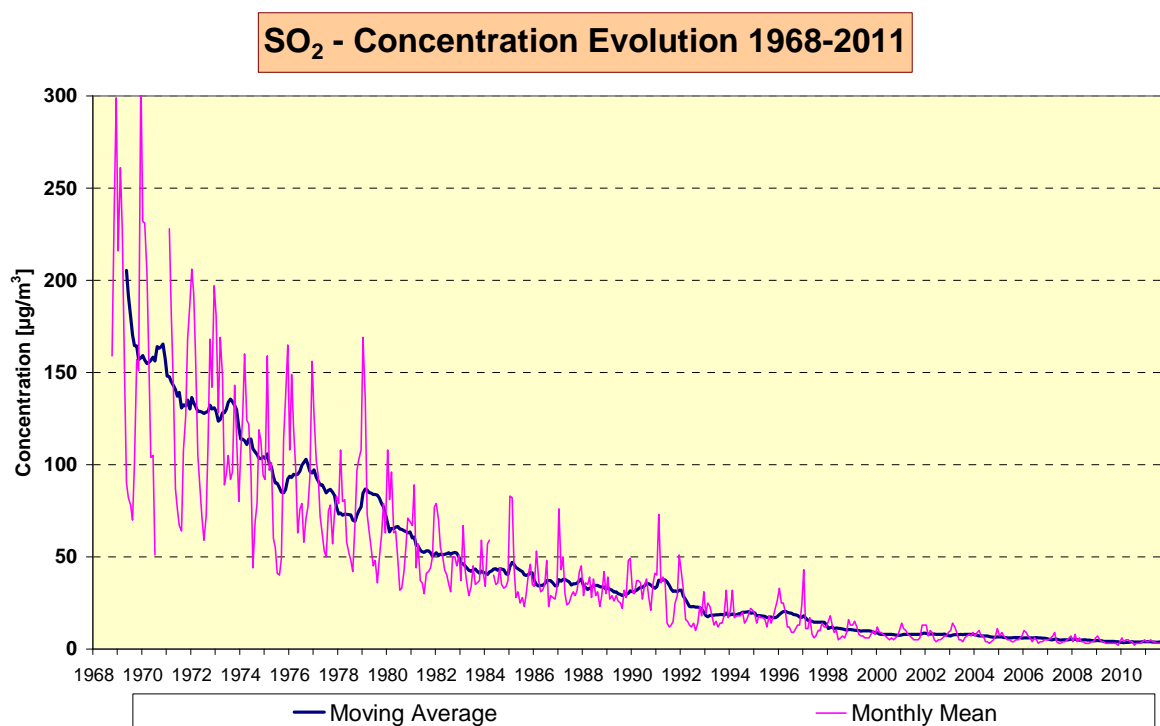


Fig. 4.133: Evolutie SO₂-concentratie over lange termijn (1968-2011)

4.7.5 Rendement en nauwkeurigheid van de SO₂-metingen

In 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 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 SO₂ 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/m³ (1 ppb) in het telemetrisch meetnet en ca. 1 µg/m³ bij de nat-chemische methode.

In tabel IV.39 wordt een overzicht gegeven van de rendementen (%-opbrengst) van de SO₂-meetgegevens. Met uitzondering van bepaalde periodes (verhuis meetpost R002 in 2001 – herinrichting meetpost B003 in 2002 en 2008 – onbeschikbaarheid meetpost MEU1 in 2010 en 2011) bedraagt de gegevensvastlegging momenteel bijna overal meer dan 90% op jaarbasis.

Tabel IV.39 : **SO₂-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	
2009	99.9	99.7		99.9		96.7	86.5	99.1	98.0	
2010	99.1	97.5		98.6		97.8	98.9	54.7	94.7	
2011	99.9	99.4		99.4		97.2	96.9	26.0	95.6	

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten/onderbreking van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens

Vervolg tabel IV.39 : **SO₂-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			
2009	99.4	96.7	99.4			
2010	54.2	95.8	96.1			
2011	21.6	95.0	99.7			

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-sstraat” 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 2008/50/EG* van 21 mei 2008 geeft als grenswaarde voor Pb:

- **0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** als **jaargemiddelde concentratie**. Deze grenswaarde is van kracht vanaf 1 januari 2005.

4.8.2 Gemeten waarden voor lood en overschrijdingen

In tabel IV.40 worden de jaargemiddelde concentraties weergegeven bekomen op de verschillende meetposten tijdens de kalenderjaren 1997 t/m 2011. De waarden worden uitgedrukt in **nanogram per kubieke meter** en dienen dus getoetst te worden aan de normwaarde $500 \text{ ng}/\text{m}^3$ ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In geen enkele meetpost wordt de grenswaarde van $500 \text{ ng}/\text{m}^3$ ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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.

4.8.3 Evolutie meetwaarden voor Pb over langere termijn

Figuur 4.134 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 1973-2011. 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 verkeersdrukke omgeving nog nauwelijks hoger dan in de periferie.

Tabel IV.40: **LOOD - GEMIDDELDE CONCENTRATIE over het JAAR**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
 Concentratie in ng/m³ [*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
2009		20		9		13	28
2010		20		9		12	34
2011		14		8		--	43

: stopzetting van de metingen
 () : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

Sedert begin 1989 is er in België loodvrije benzine op de markt en de daaropvolgende zachtere daling van de Pb-concentratie in verkeersdrukke 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/m³ (of 500 ng/m³), wordt in alle meetposten zonder probleem gerespecteerd. Figuur 4.135 geeft, voor de periode 1996-2011, de evolutie weer van de jaargemiddelde Pb-concentratie in de meetposten die nu nog operationeel zijn.

Lead - Concentration Evolution 1973-2011

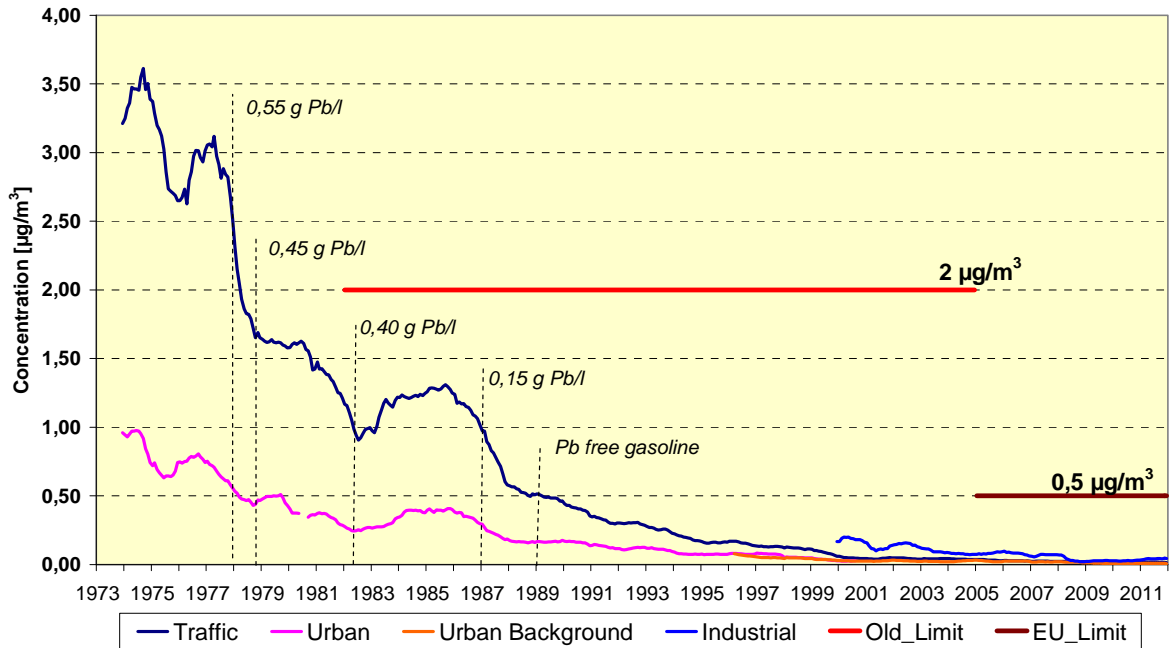


Fig. 4.134: Evolutie over langere termijn van het loodgehalte in de lucht (1973-2011)

LOOD : JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE PERIODE : 1996 - 2011

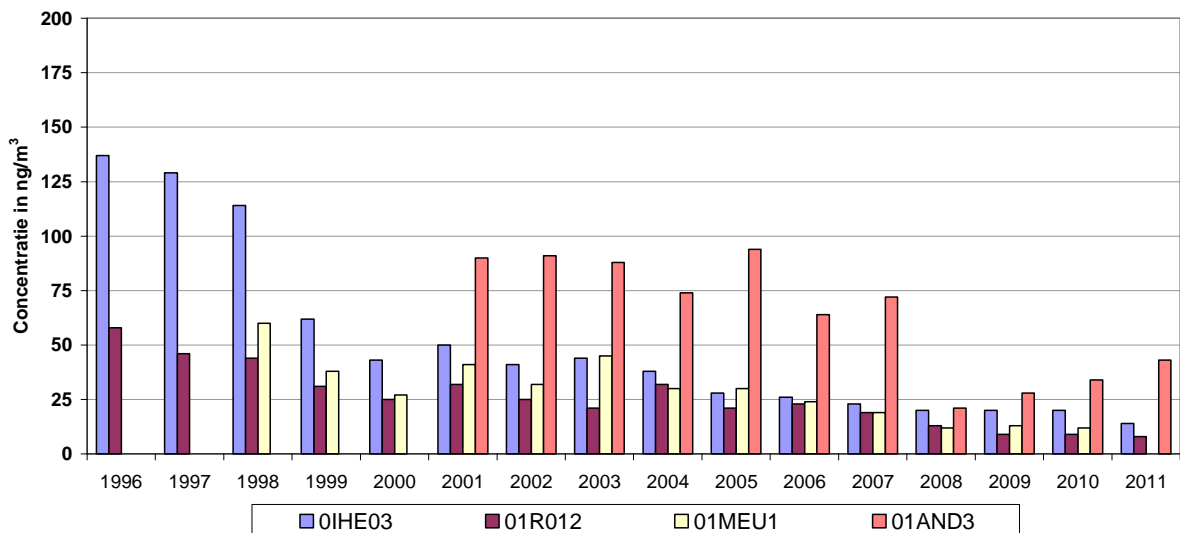


Fig. 4.135: Evolutie jaargemiddelde loodconcentratie voor een aantal meetposten (1996-2011)

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 analyses gebeuren nog steeds volgens de procedures uitgewerkt in het kader van de accreditatie. De onzekerheid en reproduceerbaarheid van de resultaten bedraagt ca. 6%.

De EG-richtlijn 2008/50/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.41. In alle meetposten bedraagt het rendement ca. 90% of meer.

Tabel IV.41: **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
2009		86.5		90.4		99.9	99.9
2010		95.0		99.9		(54.7)	99.9
2011		97.5		99.9		(16.7)	99.9

Wegens een verzakking van het terrein was de meetpost in het Meudonpark buiten gebruik tussen juli 2010 en november 2011.

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 te Molenbeek (2FR001). Wegens werkzaamheden aan het metrostation St.-Katelijne werden de metingen er stilgelegd in maart 2006. Ter vervanging van deze meetpost werden er vanaf april 2008 metingen voor zwarte rook opgestart op de meetpost te Molenbeek.

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 of 2010 gelden voor zwevende deeltjes de limietwaarden voor PM10 en de streefwaarden voor PM2.5 zoals voorzien in de richtlijn 2008/50/EG (zie hoofdstuk 4.3).

De richtlijn 80/779/EG bepaalde als grenswaarde voor de dagwaarden “Zwarte Rook”:

- **80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** als **50^{ste} percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- **250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** als **98^{ste} percentiel** van de dagwaarden over het jaar
- **130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** als **50^{ste} percentiel** van de dagwaarden gedurende de winterperiode (oktober–maart)

4.9.2 Gemeten waarden Zwarte Rook en overschrijdingen

In tabel IV.42 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 1996-2011. In tabel IV.43 worden de waarden voor de 50^{ste} percentiel tijdens de bijhorende winterperiodes (oktober – maart) vermeld.

In de periode 2009-2011 werden geen overschrijdingen vastgesteld van de eerder geldende grenswaarden.

Tabel IV.42: **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			
2009	14	19	9			
2010	15	20	9			
2011	15	19	9			

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			
2009	38	49	24			
2010	34	42	23			
2011	49	50	20			

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

Tabel IV.43: 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			
w08-09	15	24	8			
w09-10	15	20	8			
W10-11	16	19	8			

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens

4.9.3 Evolutie over langere termijn

In figuur 4.136 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.

Op de meetpost in een verkeersomgeving daalt gemiddelde de concentratie “zwarte rook” met ongeveer 20% op zaterdag en 30% op zondag.

De evolutie over langere termijn, tijdens de periode 1968-20011 wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.137. 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.

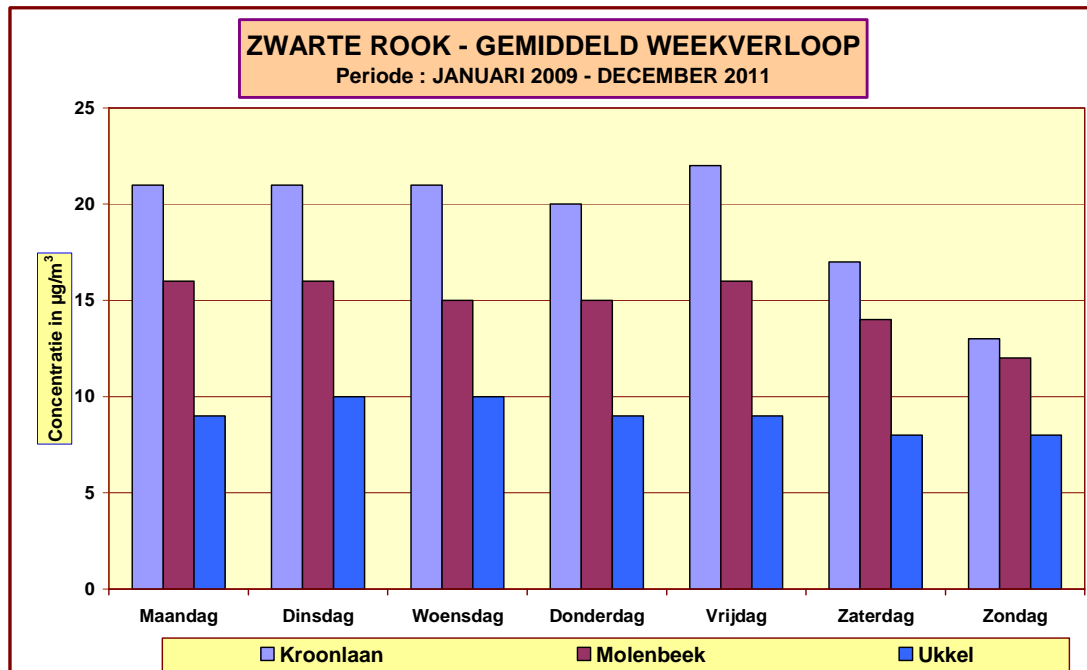


Fig. 4.136: “Zwarte Rook” – Gemiddelde weekverloop van de dagwaarden (2009 – 2011)

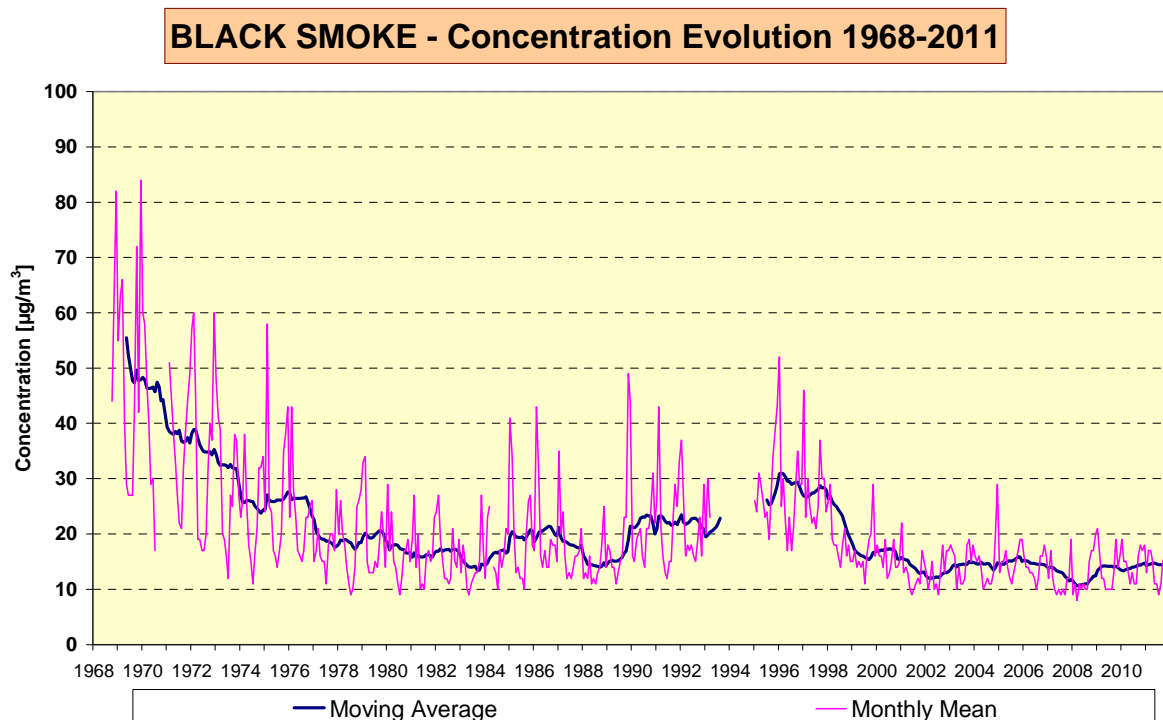


Fig. 4.137: Evolutie “Zwarte Rook” over langere termijn (1968 – 2011)

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.44: **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			
2009	96.7	80.2	82.1			
2010	78.6	88.2	89.0			
2011	97.5	92.3	86.3			

() : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

4.10 AMMONIA (NH₃)

Gasvormig ammonia behoort niet tot de 13 prioritair te volgen stoffen, vermeld in annex I van de EG-richtlijn 1996/62/EG en het is ook niet opgenomen in de richtlijn 2008/50/EG. De NH₃-uitstoot in de atmosfeer levert nochtans een niet te verwaarlozen bijdrage tot de algemene problematiek van de “verzuring”. Door de sterke afname van de SO₂-uitstoot neemt het relatief belang van de NH₃-uitstoot toe. Uitgedrukt in equivalente hoeveelheden, overstijgt de NH₃-bijdrage in sommige streken deze van SO₂.

De NH₃-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 NH₃ simultaan met de bemonstering van SO₂ voor de nat-chemische analyse. De aanwezigheid van NH₃-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 NH₃-gas wordt als ammoniumion aangetoond en het SO₂-gas als sulfaat. De bemonsteringsperiode bedraagt 24 uren, de resultaten zijn dagwaarden.

Ammonia is een typische pollutant voor agrarische activiteit (b.v. intensieve veeveelt). Het NH₃ aanwezig in de stadslucht is wellicht afkomstig van het gebruik van NH₃-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.45 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 NH₃-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 NH₃-vervuiling hoger tijdens de zomerperiode. Bij hogere temperatuur verlopen de rottingsprocessen vlugger. Droog en warm weer is gunstiger voor een betere verspreiding van het NH₃-gas. Bij regenweer of bij aanwezigheid van vochtige lucht verdwijnt het NH₃-gas zeer snel uit de atmosfeer.

Tabel IV.45: **DAGWAARDEN NH₃ – JAARGEMIDDELDE (GEM) en P98 [µg/m³]**

JAARPERIODE : JANUARI - DECEMBER

GEM	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
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			
2009	3.87	0.84	5.80			
2010	2.94	0.66	5.35			
2011	--	0.51	5.76			

P98	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
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			
2009	8.91	4.53	10.50			
2010	7.67	0.76	11.94			
2011	--	0.86	19.44			

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

In figuur 4.138 wordt het *gemiddeld weekverloop* weergegeven voor de NH₃-dagwaarden, bekomen tijdens de periode 2009-2011. In tegenstelling tot de meeste andere pollutanten is bij de NH₃-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 ongeveer evenveel gemeten op een werkdag als tijdens het weekend en bijna evenveel op zaterdag als op zondag. Dit wijst op het permanente en eerder diffuse karakter van de NH₃-uitstoot. Op geen enkele meetpost kon tot dusver een verband worden gelegd met de variaties van de verkeersintensiteit, noch met die van andere activiteiten.

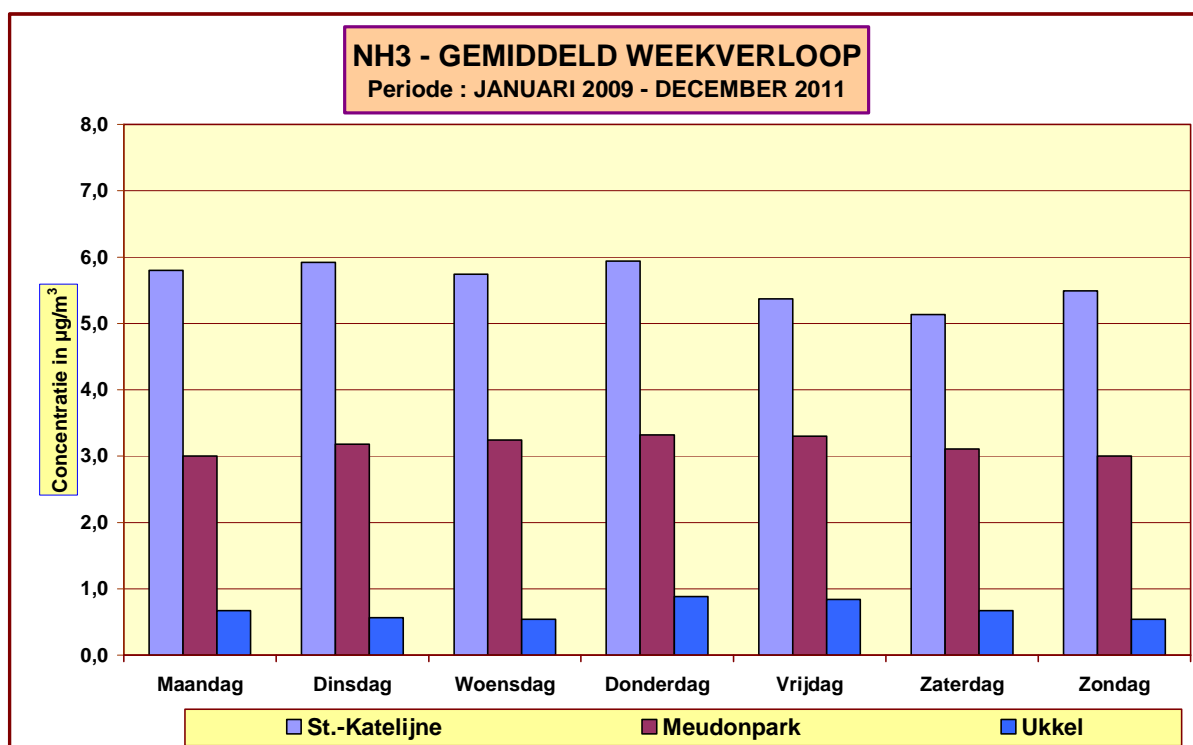


Fig. 4.138: Gemiddeld weekverloop NH₃-dagwaarden in de periode 2009-2011

4.11 CHLORIDEN als HCl

Deze pollutant 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 pollutant wordt ook niet vermeld in de richtlijn 2008/50/EG. De uitstoot van HCl is meestal verbonden met een specifieke industriële activiteit en, in een vroegere periode, ook met de verbranding van PVC-afval. De aanwezigheid van deze pollutant 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 SO₂ en NH₃, bestemd voor de nat-chemische analyse. De aanwezigheid van HCl in de omgevingslucht wordt op 3 verschillende meetpunten gevolgd (vroeger op 5). Zoals bij de nat-chemische bepaling van de SO₂ en NH₃ (dagstalen) gebeurt de analyse via ionen-chromatografie.

In tabel IV.46 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 te Ukkel (21R002) en in Brussel-stad (21B004 en 21POLI). De gemeten waarden zijn het laagst in het Meudonpark (21MEU1). Op alle meetpunten is de gemiddelde concentratie eerder laag.

In figuur 4.139 wordt het *gemiddeld weekverloop* weergegeven voor de dagwaarden van HCl, bekomen tijdens de periode 2009-2011. Er kan geen verband gelegd worden tussen het weekpatroon en de variaties van de verkeersintensiteit, noch met die van andere activiteiten.

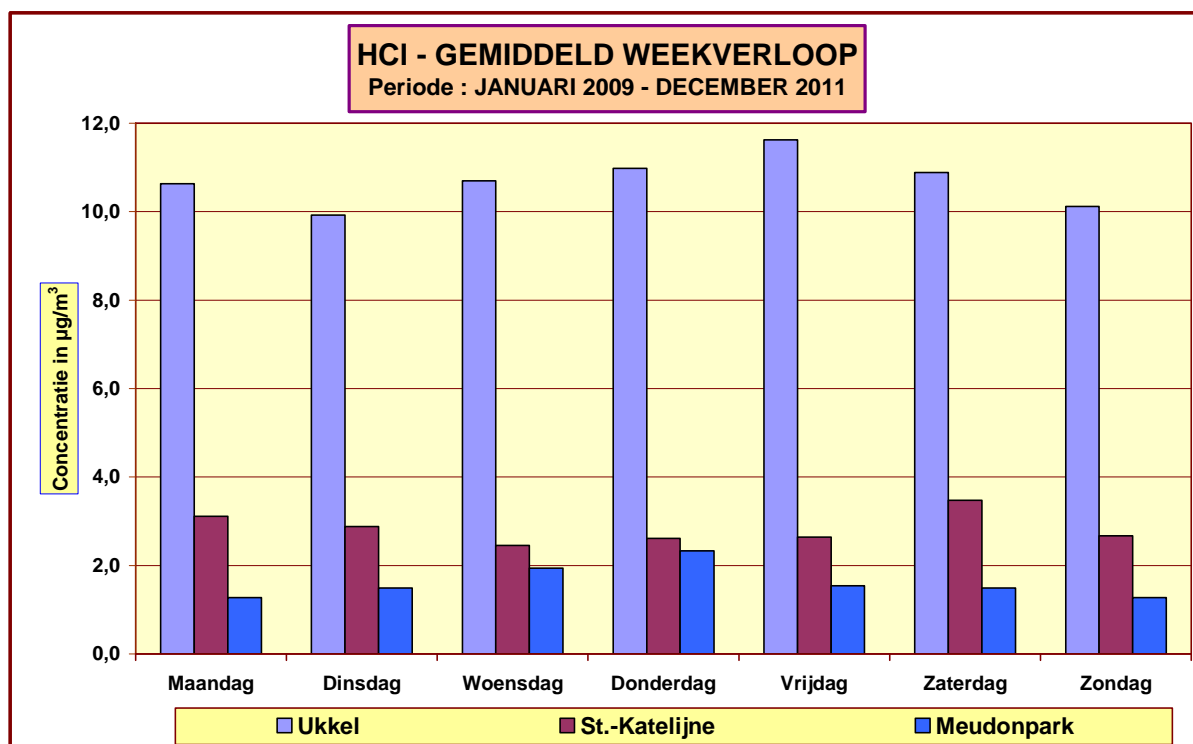


Fig. 4.139: Gemiddeld weekverloop HCl-dagwaarden in de periode 2009-2011

Tabel IV.46: **DAGWAARDEN HCl - JAARGEMIDDELDE (GEM) en P98 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]**

JAARPERIODE : JANUARI – DECEMBER

GEM	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
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	--			
2007	1.27	7.48	--			
2008	0.97	8.85	2.81			
2009	1.33	10.27	2.70			
2010	2.17	11.02	2.93			
2011	--	10.80	2.87			

P98	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
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			
2009	5.13	32.22	9.83			
2010	8.71	38.95	11.90			
2011	--	33.02	11.02			

--: minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis

4.12 KWIKDAMP (Hg)

Kwik is één van de 13 prioritaire parameters die reeds vermeld worden in annex I van de EG-kaderrichtlijn 1996/62/EG. Voor deze 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. Er is geen grenswaarde of streefwaarde 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 geen bijkomende bescherming biedt, maar 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 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 bekomen concentratiewaarden worden uitgedrukt in **nanogram per kubieke meter**. In tabel IV.47 wordt een overzicht gegeven van de voornaamste statistische parameters (P50, P98, maximum en het gemiddelde) van de uurwaarden voor Hg tijdens periode 1999-2011.

Tabel IV.47: **UURWAARDEN Hg - P50, P98, MAXIMUM en JAARGEMIDDELDE**

Meetpost MEUDON (41MEU1) – [Concentratie in ng/m³]

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
2009	1.27	3.29	12.70	1.39
2010	--	--	--	--
2011	--	--	--	--

-- : minder dan 50% gevalideerde gegevens op jaarbasis
(2010 en 2011 – meetpost onbeschikbaar – gevolgen aardverschuiving 2010)

In de testperiode voorafgaand aan de eigenlijke installatie in het meetnet, werd op het BIM (Woluwe) gemiddeld ongeveer 6 ng/m³ gemeten in de buitenlucht en ongeveer 30 ng/m³ in het laboratorium. In dit laboratorium bevonden zich toen o.m. nog een kwikbarometer (recipiënt 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 werd in het labo een concentratie bereikt van 60 à 70 ng/m³. Sedert een tweetal jaar zijn deze apparaten uit het laboratorium verwijderd.

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 maandag 21 tot zaterdag 26 januari 2008 worden grafisch weergegeven in figuur 4.140.

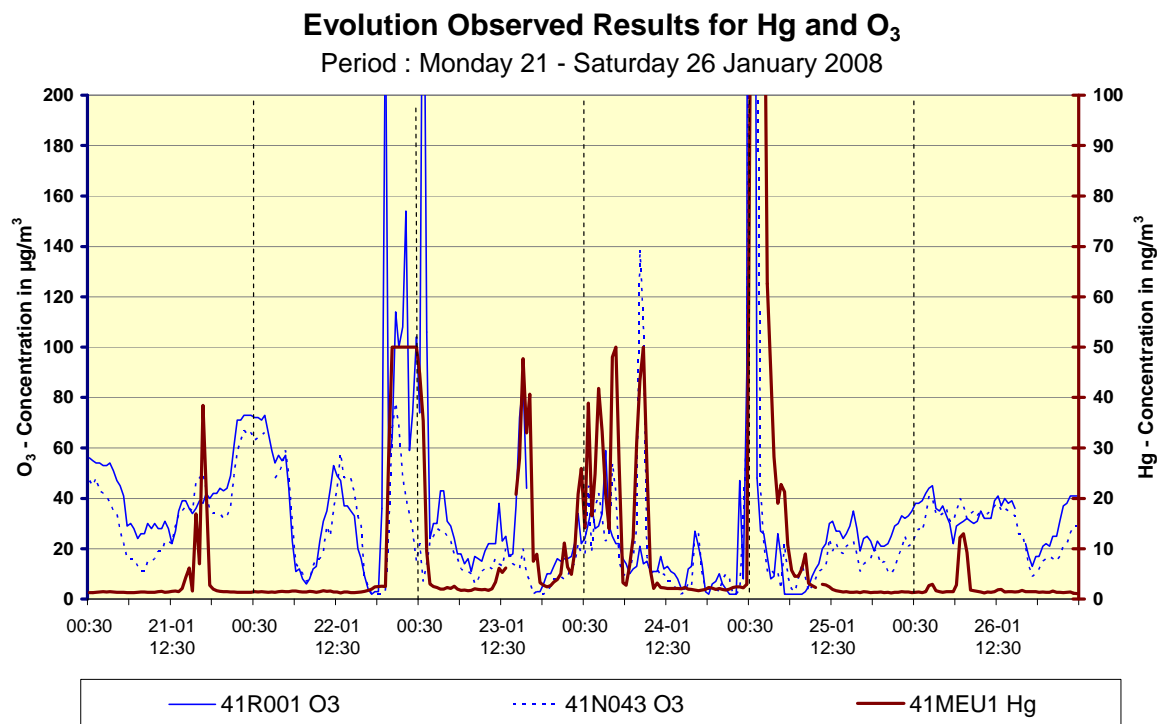


Fig. 4.140: Hg-damp in de meetpost van het Meudonpark en interferentie van Hg op de ozondetectie. Evolutie halfuurswaarden van maandag 21 tot zaterdag 26 januari 2008

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 µg/m³ ozon ??) en tijdens de nacht van 24 op 25 januari 2008 (tot 1.200 µg/m³ 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 ozontoeellen 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.

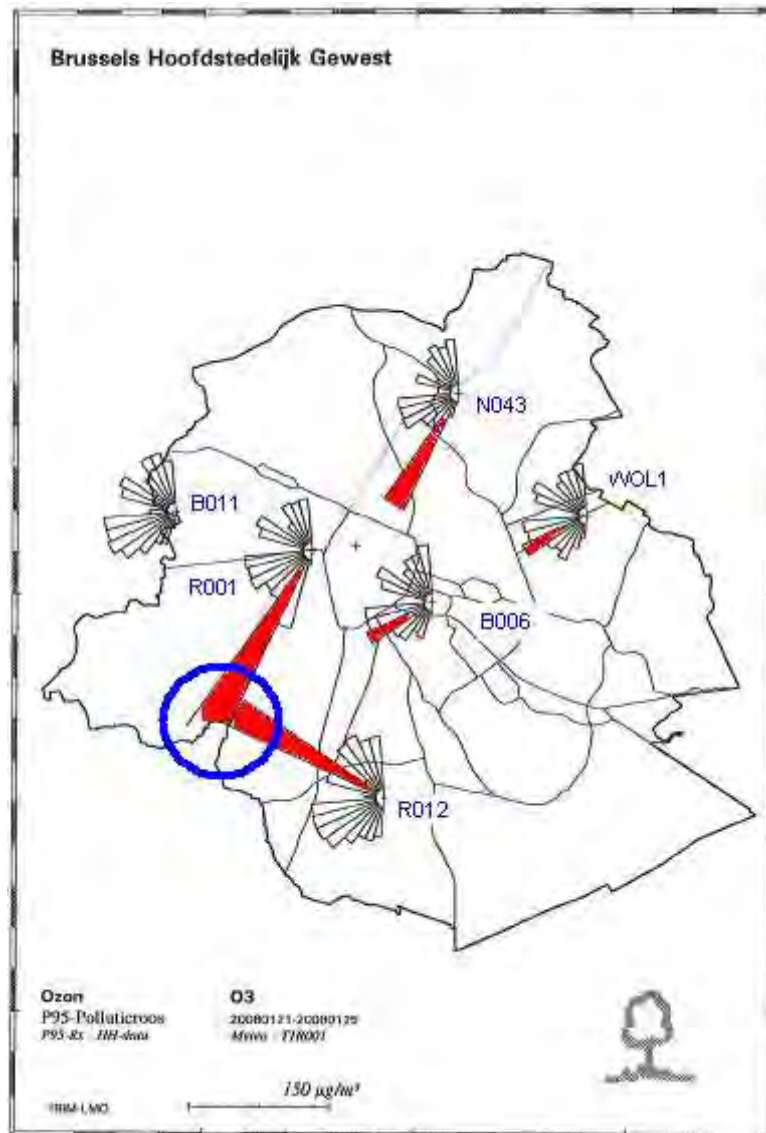


Fig. 4.141: Pollutierozen voor (valse) ozon. Maandag 21 tot vrijdag 25 januari 2008
Aanduiding van de richting en de plaats van waaruit de vervuiling afkomstig was

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 4.141, 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 4.142 geeft de pollutieroos (95^{ste} 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.

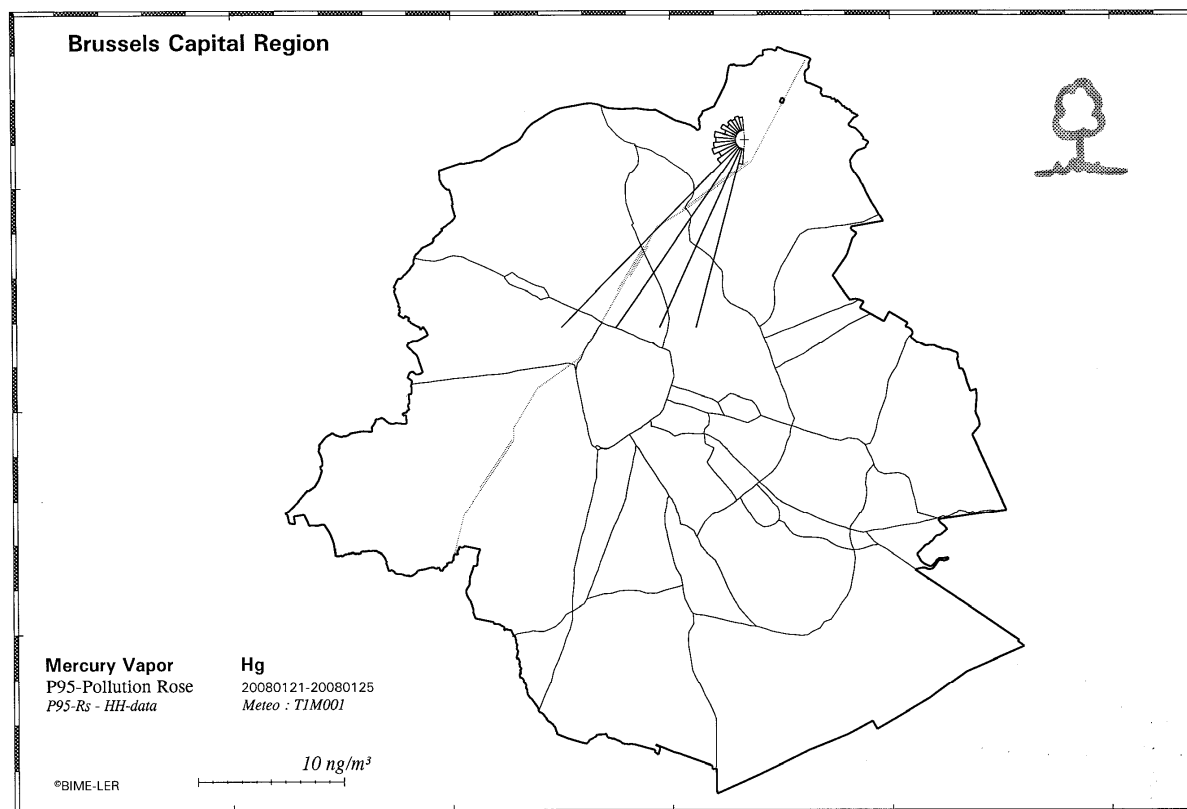


Fig. 4.142: Pollutierozen voor kwik van maandag 21 tot vrijdag 25 januari 2008

4.13 ZWARE METALEN (As, Ni, Cd)

De lijst van prioritair 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 ³
Cd	5 ng/m ³
Ni	20 ng/m ³

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 pollutanten. 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. In Brussel kan het eventueel het resultaat zijn van een lokale ambachtelijke activiteit. 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 laboratoriumpersoneel) 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.48 volgen de jaargemiddelde concentraties tijdens de periode 1998-2011.

Tabel IV.48: **ZWARE METALEN - JAARGEMIDDELDE**

Meetpost MEUDONPARK (41MEU1) en ANDERLECHT (01AND3)
[Concentratie in ng/m³]

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
2009	15	2	2	2	4	13	8	2
2010	14	2	1	3	4	15	7	2
2011	24	2	2	3	5	16	7	2

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
2009	38	2	2	2	6	16	9	2
2010	40	2	1	3	6	18	8	2
2011	43	2	1	3	7	24	8	2

≤ : ≤ 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 (CO₂)

Kooldioxide heeft geen onmiddellijke negatieve effecten op de volksgezondheid. Door het massaal gebruik van fossiele brandstoffen neemt de CO₂-concentratie in de atmosfeer toe. Dit kan leiden tot een langzame opwarming van de aardatmosfeer (broeikasewffect). Door de aanwezigheid van een belangrijke lokale CO₂-uitstoot zijn de concentraties, gemeten te Brussel of in andere brongebieden, geen goede maatstaf voor de wereldwijde gemiddelde CO₂-concentratie. Over een langere termijn zal de CO₂-concentratie te Brussel nochtans de wereldwijde trend volgen.

Het CO₂-concentratieniveau is een *bijzonder goede indicator* voor het inschatten van de luchtvervuiling. Bij een analyse van de betrouwbaarheid van voorspellingsmodellen (hoofdstuk 2) is gebleken dat, zonder uitzondering, alle voorspelde periodes met verhoogde luchtvervuiling gekenmerkt werden door hoge CO₂-concentraties.

De minimale CO₂-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 CO₂-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 CO₂.

In het Brussel Hoofdstedelijk Gewest wordt kooldioxide in de lucht gemeten te Elsene (41R002), te Ukkel (41R012) en te St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1).

Tabel IV.49 geeft de voornaamste statistische parameters weer van de distributie van de CO₂-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 4.143 geeft de cumulatieve frequentieverdeling weer van de uurwaarden voor CO₂. 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 CO₂-concentratie waar te nemen.

In figuur 4.144 wordt het *gemiddeld weekverloop* van de CO₂-concentratie in de meetpost te Elsene grafisch voorgesteld. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2010 – maart 2011' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2011'. Elke grafiek geeft per uurperiode de gemiddelde concentratie (AVG) en de mediaan (P50) weer, alsook een hogere (P90) en lagere (P10) percentiel.

In figuur 4.145 wordt voor de meetpost R002 het *gemiddeld dagverloop* tijdens winter (2010/11) en zomer (2011) 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 CO₂-concentratie tijdens de dag.

Tabel IV.49 : CO₂-UURWAARDEN : GEMMIDDELDE en P98 [ppm]

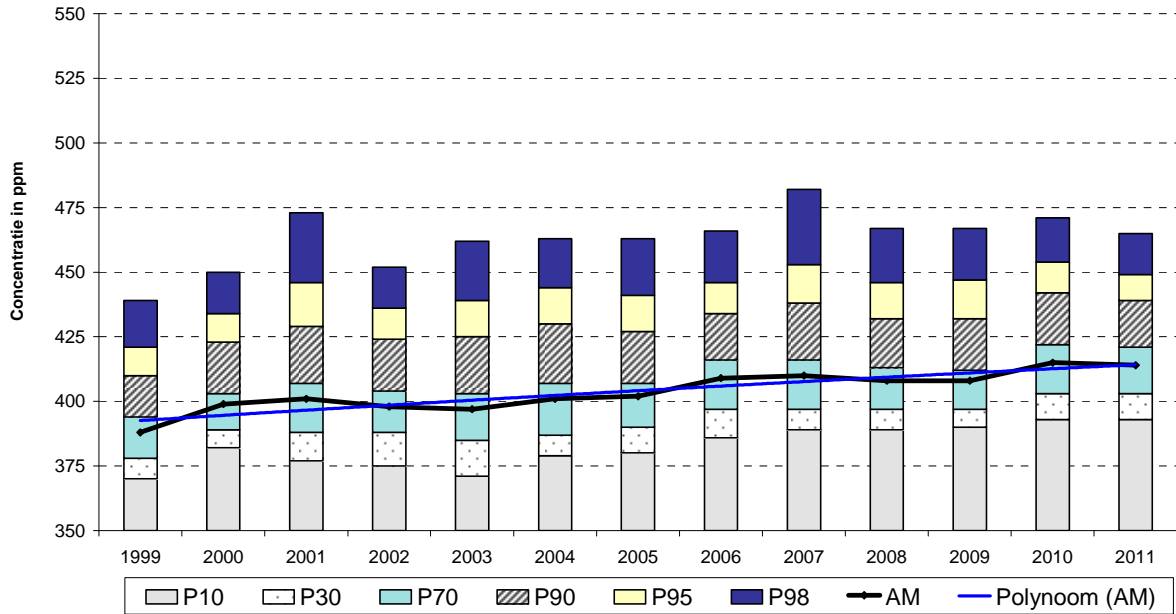
JAARPERIODE : JANUARI – DECEMBER

GEM	R002	B003	R012	WOL1
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
2009	417		408	403
2010	413		415	407
2011	414		414	405

P98	R002	B003	R012	WOL1
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
2009	490		467	460
2010	482		471	460
2011	488		465	462

-- : reeks gegevens onvolledig – begin of onderbreking van de metingen

CO₂ te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



CO₂ te St.-Lambr.-WOLUWE (WOL1) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

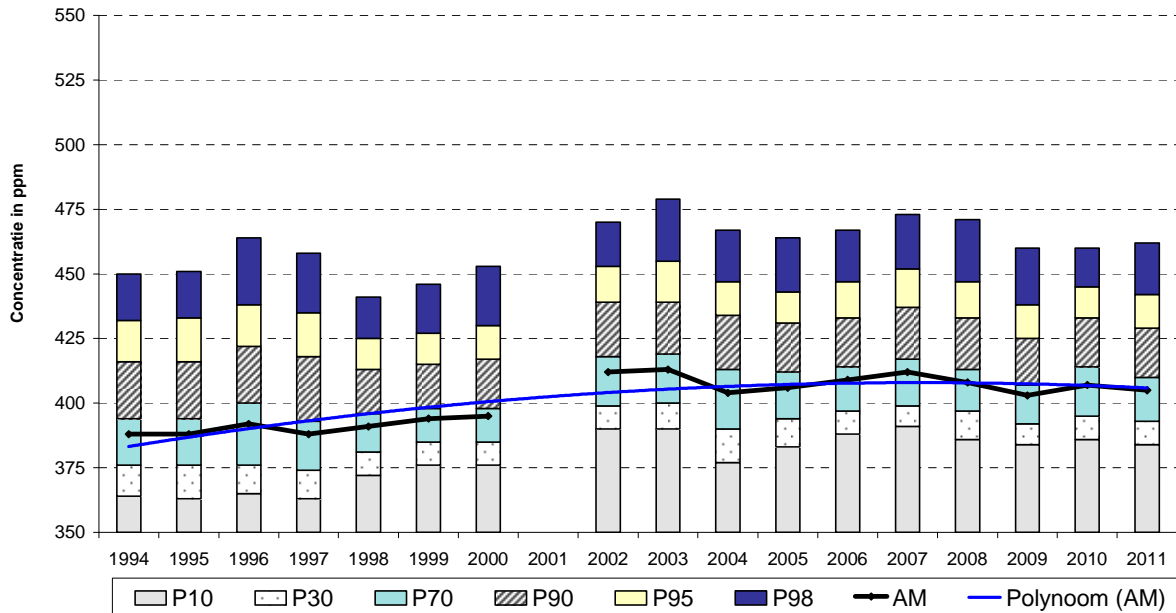
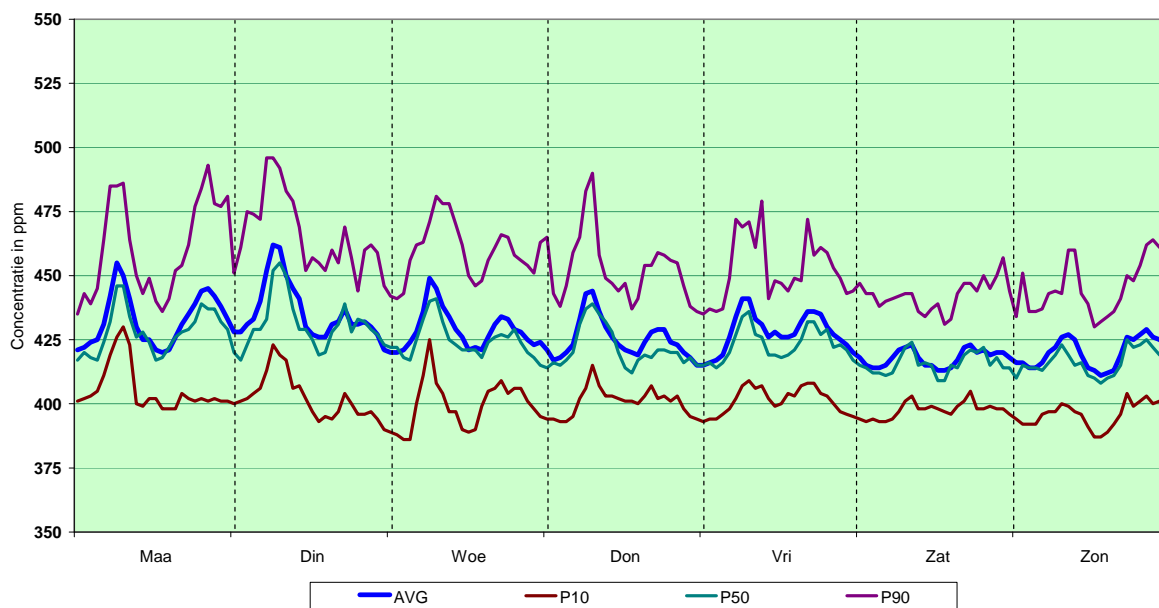


Fig. 4.143 : Evolutive CO₂-concentratie te Ukkel (R012) en Woluwe (WOL1)
 Periode 1994 - 2011

CO₂ te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2010 - MAART 2011



CO₂ te ELSENE (R002) - CANYON STREET
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2011

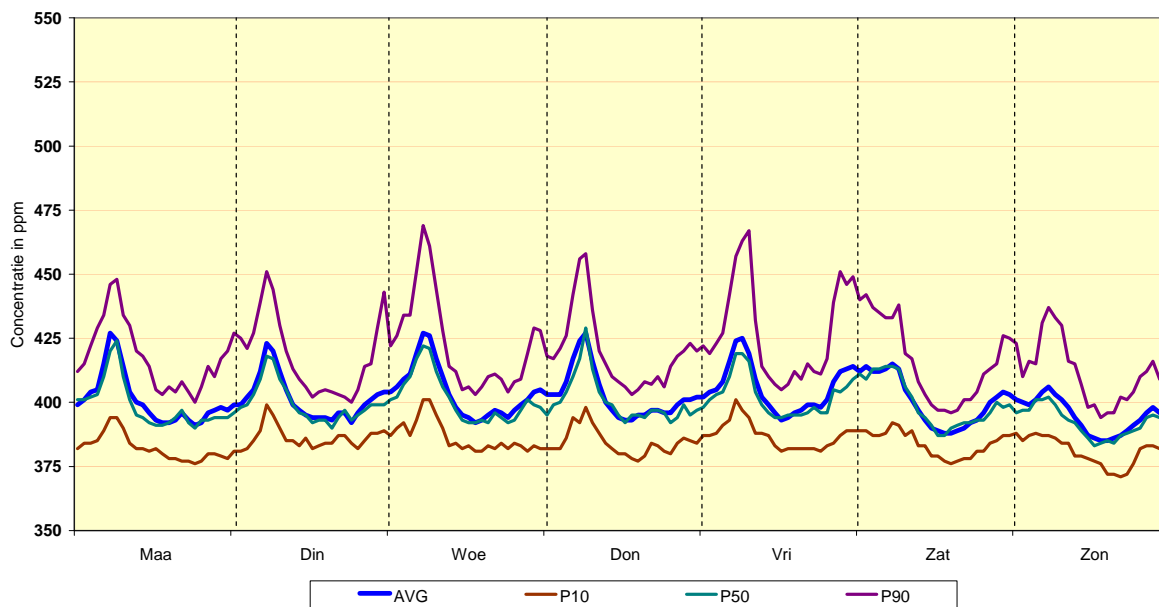


Fig. 4.144: Gemiddeld weekverloop van de CO₂-concentratie tijdens winter en zomer

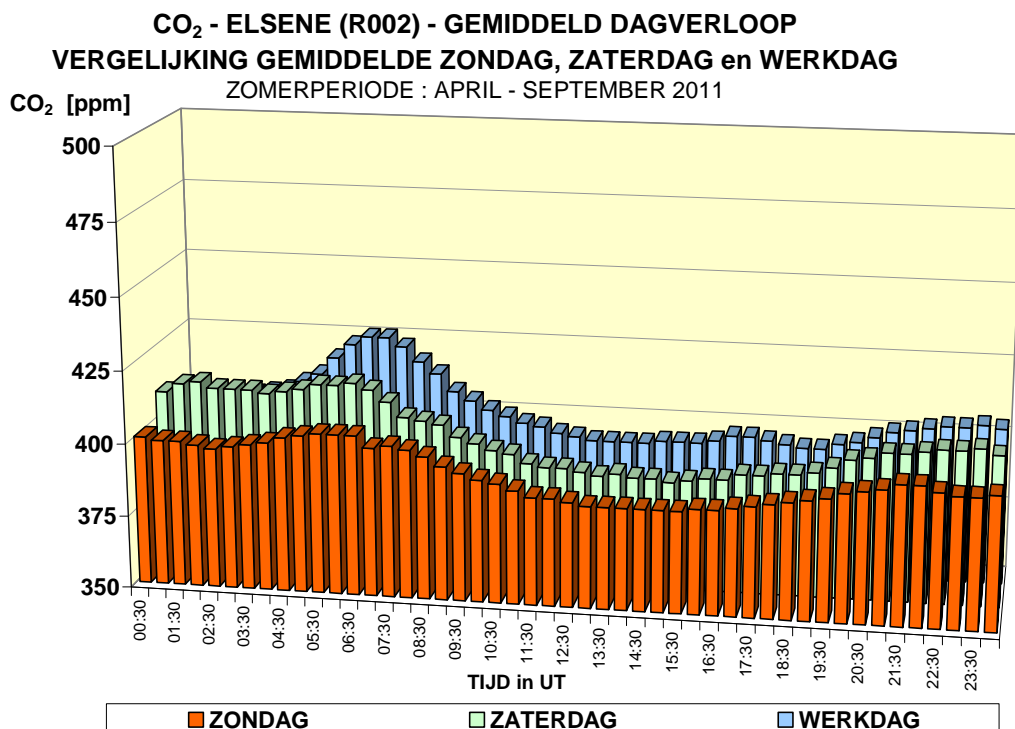
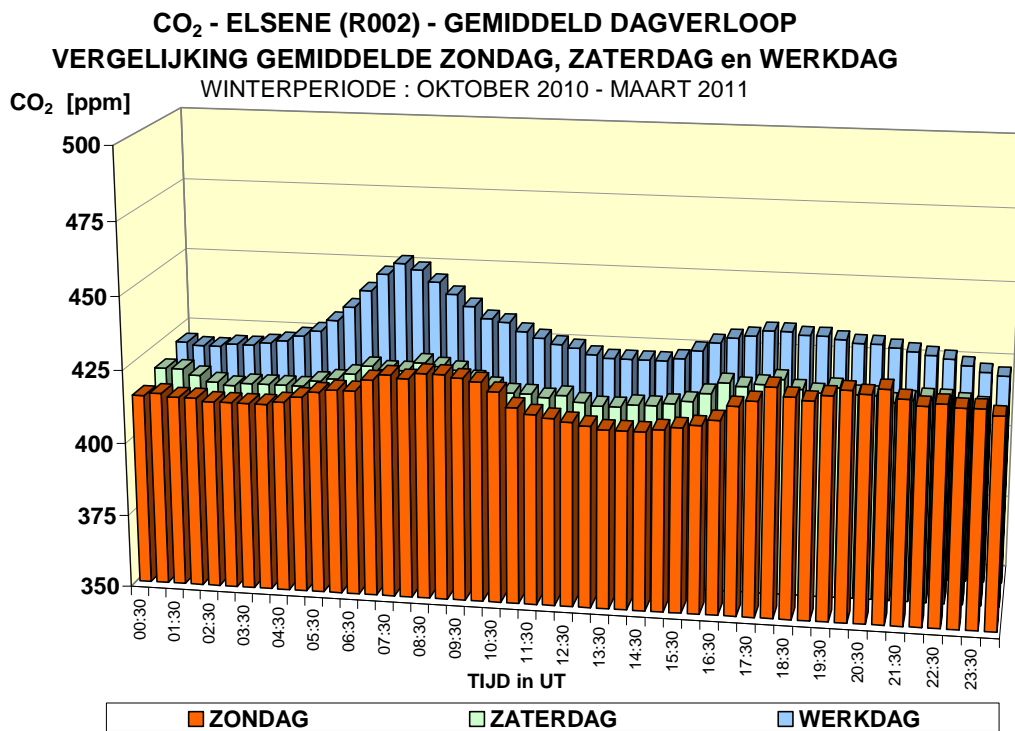


Fig. 4.145: Gemiddeld dagverloop van de CO₂-concentratie tijdens winter en zomer

De opbrengst van de gegevens (%-rendement) wordt gegeven in tabel IV.50.

Tabel IV.50: **CO₂-UURWAARDEN : RENDEMENT gegevens**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperiodes

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

CO₂	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
2009	96.8		94.2	97.5
2010	95.2		97.7	94.7
2011	94.0		88.6	96.5

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

5. Berekening INDEX van de LUCHTKWALITEIT

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 SO₂, NO₂, O₃ 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 (SO₂, NO₂ en PM10) en aan de waarden vermeld in de O₃-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 SO₂ 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 ₂	µg/m ³	0	15	30	45	60	80	100	125	165	250	>250
NO ₂	µg/m ³	0	25	45	60	80	110	150	200	270	400	>400
O ₃	µg/m ³	0	30	45	60	80	100	120	150	200	270	>270
PM10	µg/m ³	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 ₂	R001-R002-B003-B005-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_SO ₂
NO ₂	R001-R002-B003-B004-B005-B006-B011-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_NO ₂
O ₃	R001-B004-B006-B011-R012-N043-WOL1	Xmean_O ₃
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 SO₂ en PM10 wordt als “karakteristieke waarde” de 24-uursgemiddelde concentratie berekend van de denkbeeldige meetpost “Xmean”. Voor NO₂ wordt de maximale uurwaarde en voor O₃ 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-SO₂, I-PM10, I-NO₂ en I-O₃ afgeleid worden. Een maximale NO₂-uurwaarde tussen 61 en 80 µg/m³ levert de waarde 4 op voor de subindex I-NO₂ en een 8-uurwaarde voor ozon tussen 121 en 150 µg/m³ levert de waarde 7 op voor de subindex I-O₃.

Het **maximum** van deze **vier subindexen** is de **dagindex** voor de **algemene luchtkwaliteit**. Een grafische voorstelling van de resultaten van 3 subindexen (I-NO₂, I-O₃ en I-PM10) en de “*Index van de algemene Luchtkwaliteit*” tijdens de jaargangen 2009, 2010 en 2011 wordt weergegeven in de figuren 5.1 t/m 5.3.

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.

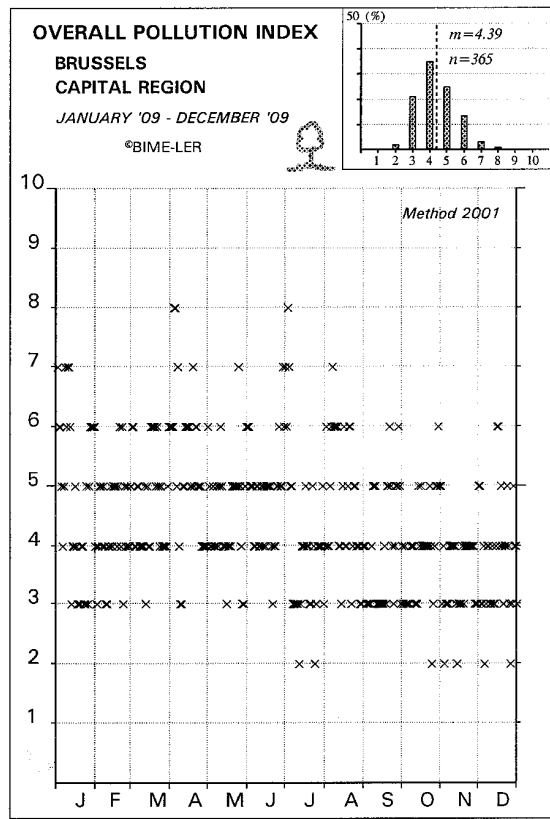
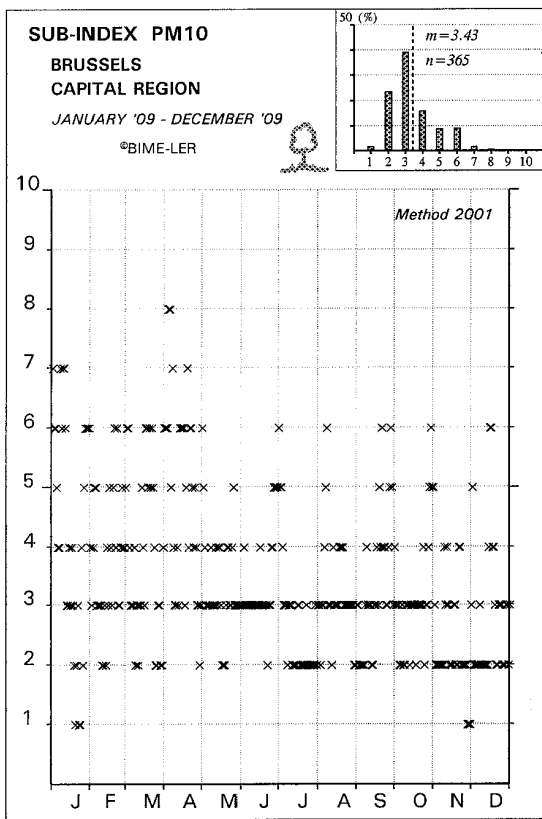
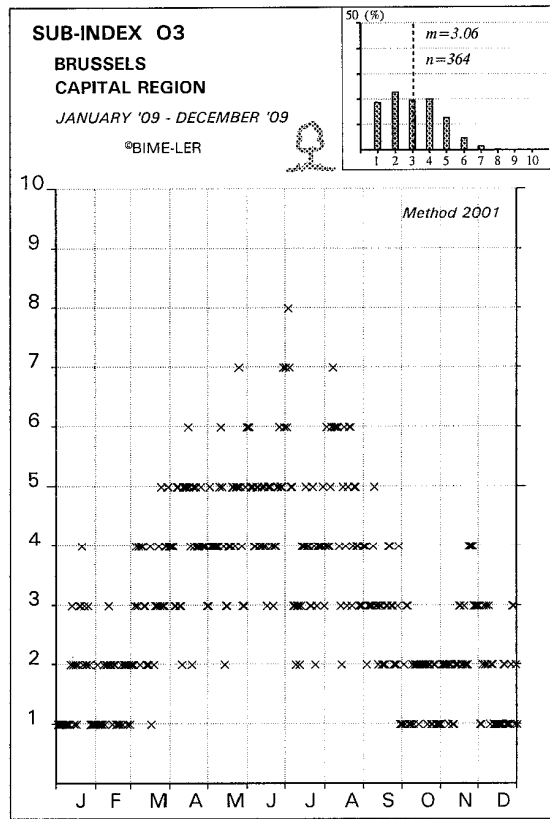
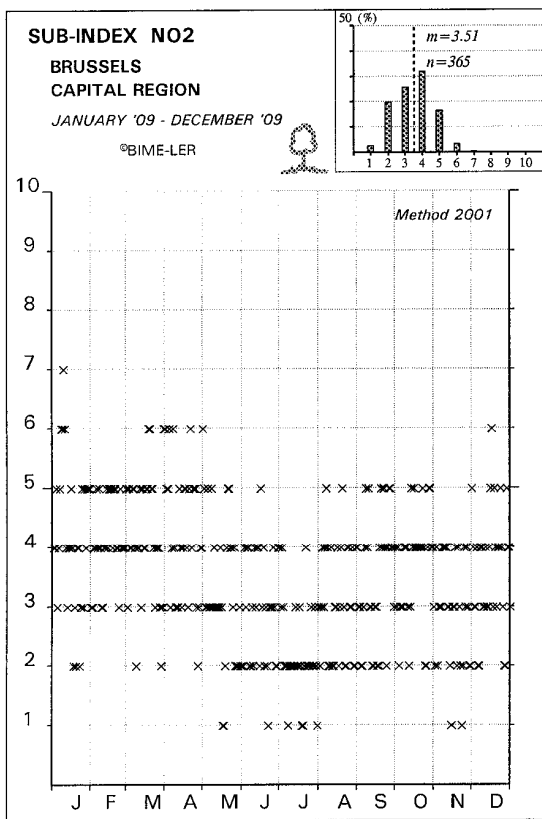


Fig. 5.1: Subindexen voor NO₂, O₃ en PM10 – Globale Index – Jaarperiode 2009

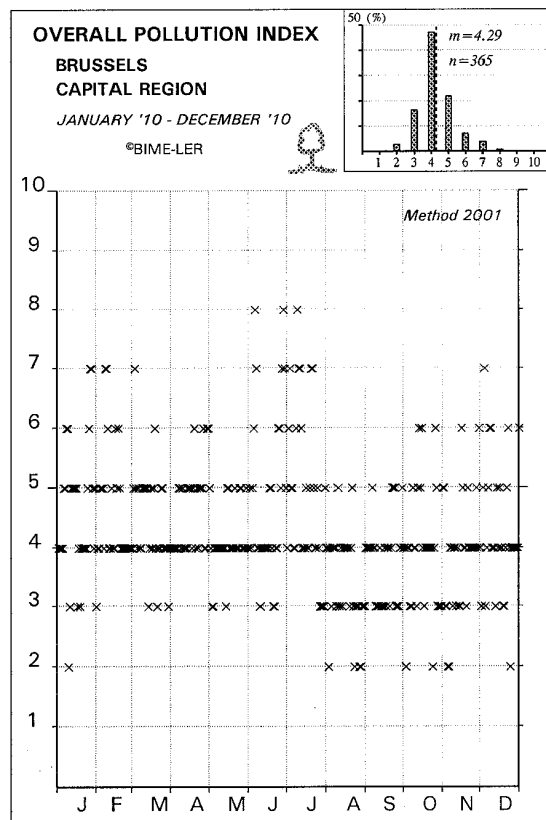
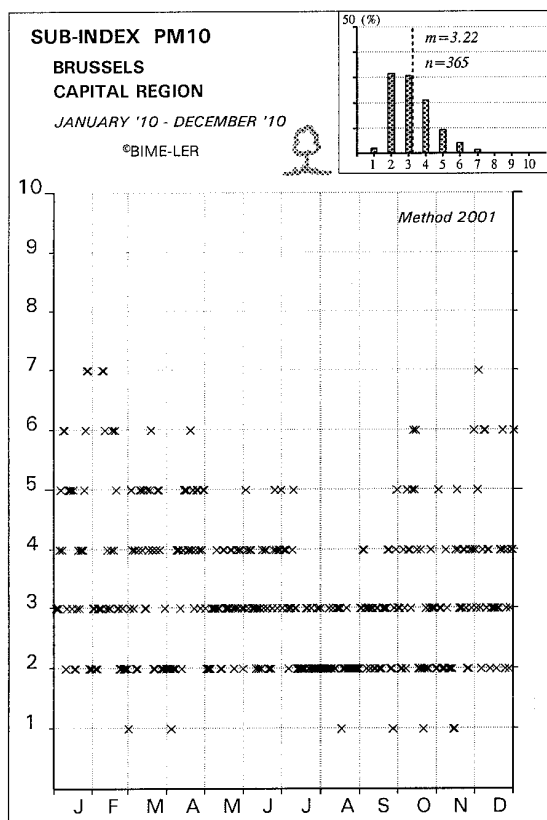
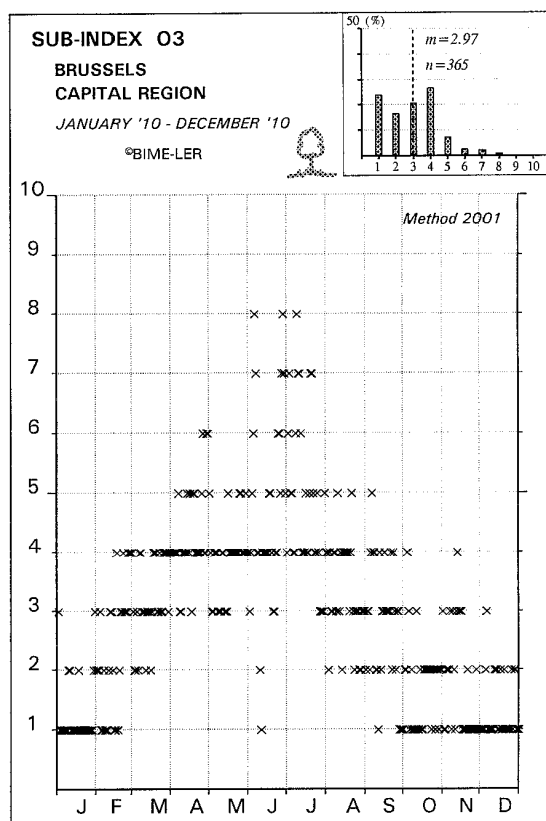
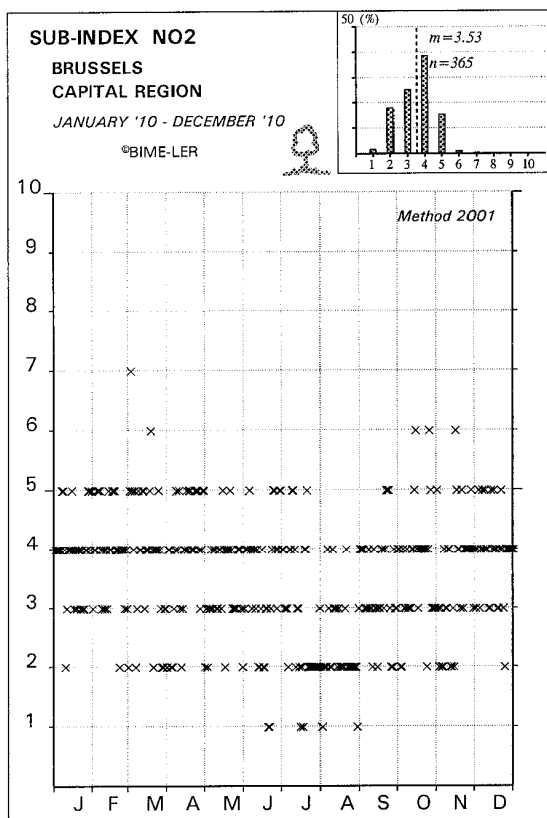


Fig. 5.2: Subindexen voor NO₂, O₃ en PM10 – Globale Index – Jaarperiode 2010

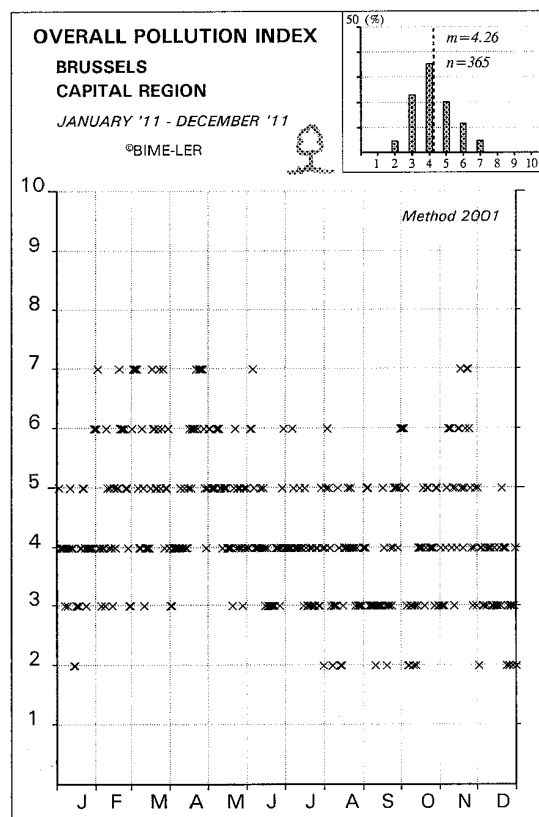
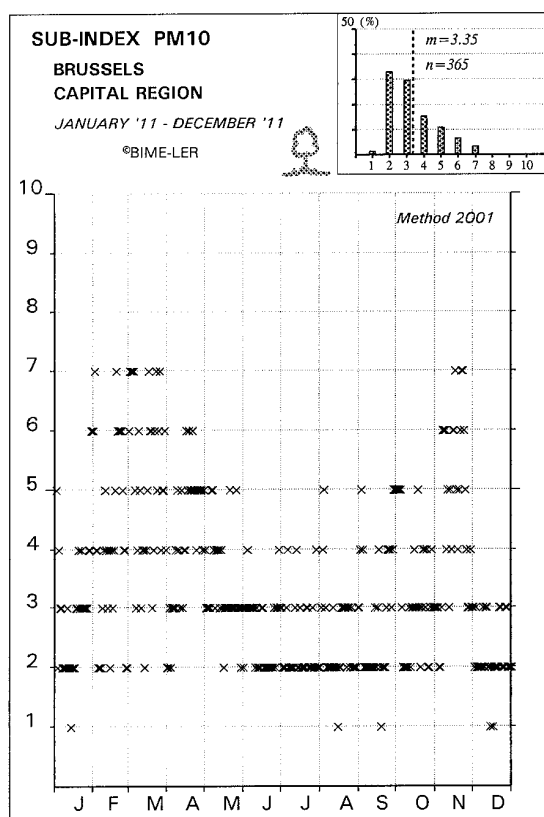
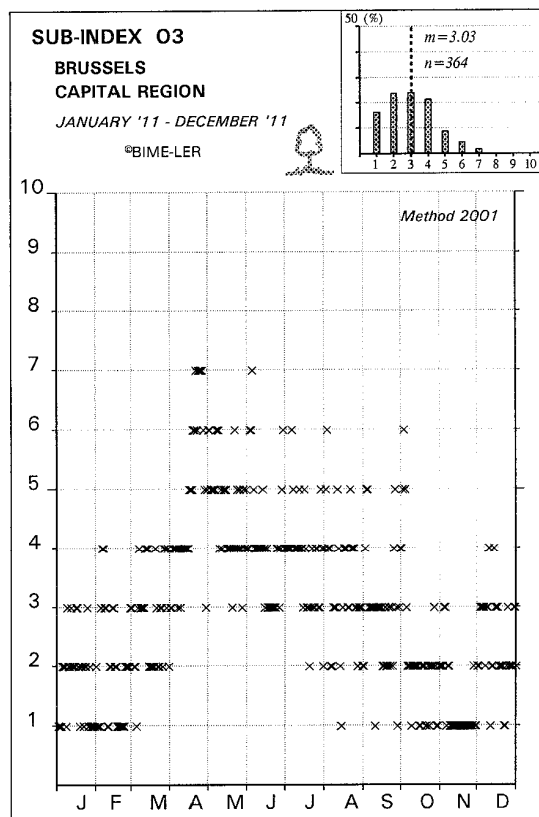
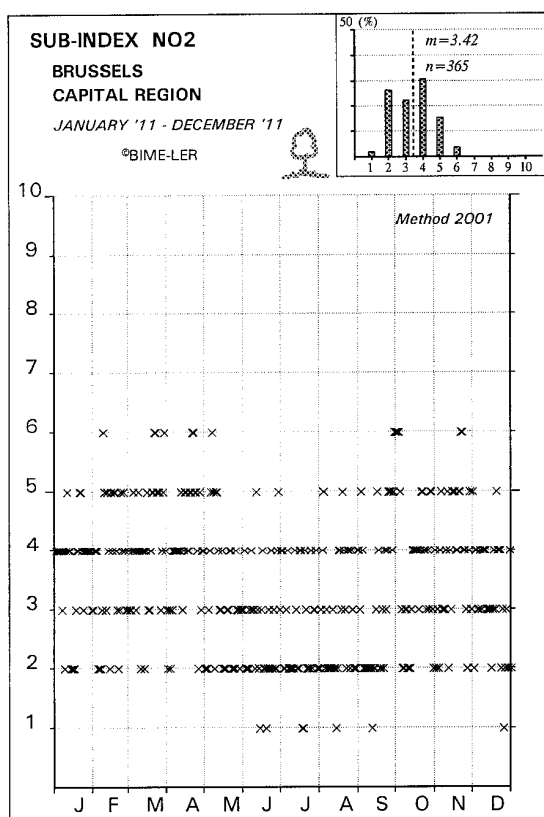


Fig. 5.3: Subindexen voor NO₂, O₃ en PM10 – Globale Index – Jaarperiode 2011

Dynamische index : sinds de zomerperiode van 2004 wordt op de website van het BIM 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 “*karakteristieke waarde*” gebeurt echter op basis van de laatste 24-uursperiode (SO₂ en PM10), de laatste 8-uurswaarde (O₃) of de laatste uurwaarde (NO₂).

6. Resultaten Autoluwe zondagen

In het kader van een Europese actie rond mobiliteit werden door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest autoluwe dagen georganiseerd op zondag 20 september 2009, zondag 19 september 2010 en zondag 18 september 2011. 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 (o.m. autoluwe zondag van 2006 en 2009).

De figuren 6.1 geven het dagverloop weer van de concentraties voor NO van de meetpost in de “Kroonlaan te Elsene” (R002), gelegen in een verkeersdrukte omgeving (*canyon street*). Analoge resultaten voor NO₂ en CO in deze meetpost worden weergegeven in de figuren 6.2 (NO₂) en 6.3 (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 2009, de grafiek 6.n.b onderaan de eerste bladzijde naar de autoluwe zondag van 2010 en de grafiek 6.n.c bovenaan de tweede bladzijde naar de autoluwe zondag van 2011. De grafiek 6.n.d onderaan de tweede bladzijde verwijst naar de gemiddelde situatie over de 10 autoluwe zondagen tot dusver georganiseerd.

De grafieken 6.n.a, 6.n.b en 6.n.c geven telkens 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 10 autoluwe zondagen (2002-2010), alsook het gemiddelde van alle zondagen en alle werkdagen uit de periodes ‘mei – september’ van de jaren 2002 tot 2011. De tijdsschaal in de grafieken is UT (Universele tijd). De sperperiode voor het verkeer (9 tot 19 h lokale tijd) bevindt zich in de grafieken tussen 7 tot 17 h UT (zomeruur).

Meteorologische parameters: informatie over de meteorologische situatie op de autoluwe zondagen is terug te vinden respectievelijk in de figuur 6.14 (autoluwe zondag 20 september 2009), de figuur 6.15 (zondag 19 september 2010) en de figuur 6.16 (autoluwe zondag 18 september 2011). 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 6.17 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 2009, de middelste naar de autoluwe zondag van 2010 en de grafiek onderaan naar deze van het jaar 2011.

20 september 2009: de meteorologische condities van zondag 20 september 2009 waren vrij mild. De temperatuur tijdens de ochtend bedroeg ongeveer 16 °C, nam toe tot 21 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 15 °C tijdens de daaropvolgende nacht. Tijdens de nacht en tot 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 8:00 h UT. Dit betekent dat de temperatuursinversie nog even aanhield nadat de sperperiode was ingegaan. Tussen 20:00 en 24:00 h UT, na het einde van de sperperiode, werd een temperatuurverschil opgemeten tussen -0.1 en -0.3°C.

De wind was matig tijdens de ochtend (0,5-2 m/sec), nam toe rond het middaguur (2 à 3 m/s) en dat bleef zo tijdens de namiddag en de avond. Tijdens de ochtend was het zonnig en helder weer in Brussel, de wind kwam uit het zuiden tot het zuidwesten. Tegen de middag kwam de wind uit het noordwesten tot het noorden en verdween de helderheid. De troebele atmosfeer die reeds tijdens de ochtend boven het westelijke deel van het land aanwezig was, bereikte Brussel. Er werd geen neerslag opgetekend. De luchtvochtigheid nam af van ca. 90% in de ochtend tot ongeveer 70% in de loop van de namiddag om terug op te lopen tot 85 à 90% tijdens de nacht.

Door de ochtendinversie waren de concentraties van de klassieke gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂ relatief hoog kort na middernacht, ruim vóór het begin van de sperperiode voor het verkeer.

19 september 2010: de meteorologische condities van zondag 19 september 2010 waren vrij normaal. In tegenstelling tot enkele autoluwe zondagen van de voorgaande jaren was de temperatuur lager dan normaal voor de periode van het jaar. Tijdens de ochtend bedroeg de temperatuur ongeveer 10 °C, ze nam toe tot 16 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 13 °C tijdens de daaropvolgende nacht.

Tot de vroege ochtend werd er een zeer lichte 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 -1,2°C tot -0,2°C tussen 0:00 h en 5:00 h UT. Tussen 18:00 en 24:00 h UT, na het einde van de sperperiode, werd een temperatuurverschil opgemeten tussen -0.1 en -0.3°C.

De wind was matig tijdens de ochtend (1-3 m/sec), nam toe rond het middaguur (3 à 4 m/s) en dat bleef zo tijdens de namiddag en de vooravond. De wind kwam ononderbroken uit het zuidzuidwesten. Er werd geen noemenswaardige neerslag opgetekend. De luchtvochtigheid nam af van ca. 80% in de ochtend tot ongeveer 65% in de loop van de namiddag om terug op te lopen tot 75 à 80% tijdens de nacht.

Aan het begin van de dag waren de concentraties van de klassieke gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂ vrij normaal. Wegens de lichte temperatuursinversie werd er omstreeks 4:30 h UT een maximale concentratie bereikt, ruim vóór het begin van de sperperiode voor het verkeer.

18 september 2011: de meteorologische condities van zondag 18 september 2011 waren vrij normaal. In tegenstelling tot de autoluwe zondagen van de voorbije jaren was de temperatuur lager dan normaal voor de periode van het jaar. Tijdens de ochtend bedroeg de temperatuur ongeveer 10 °C, ze nam toe tot 14 °C tijdens de namiddag en viel terug tot 11 °C tijdens de daaropvolgende nacht.

Tijdens de autoluwe zondag van 18 september 2011 werd er geen temperatuursinversie vastgesteld aan de grond, noch tijdens de ochtend, nog tijdens de avondlijke uren. Het temperatuursverschil tussen 3 en 30 m boven de grond [$dT = T_3 - T_{30}$] blijft positief, zowel te Ukkel en te Molenbeek.

De wind was matig tijdens de ochtend (3-4 m/sec), bleef zo rond het middaguur (3 à 4 m/s) en nam langzaam af tijdens de avond. De wind kwam bijna ononderbroken uit het zuidwesten. De luchtvochtigheid nam af van ca. 100% in de ochtend tot ongeveer 80% in de loop van de namiddag om terug op te lopen tot ca. 100% tijdens de nacht.

Aan het begin van de dag waren de concentraties van de klassieke gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂ vrij normaal. Ook voor de PM massaconcentratie en de aantallen deeltjes werden vrij lage waarden opgetekend aan het begin van de dag.

NO en NO₂: uit de grafieken in de figuren 6.1 kan worden opgemaakt dat er op de autoluwe zondagen van 2009, 2010 en 2011, 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 2010 en 2011 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. Op de autoluwe zondag van 2009 waren er zeer vroeg in de ochtend, wegens een temperatuursinversie, vrij hoge concentraties. De concentraties zijn pas beginnen dalen na het verdwijnen van deze inversie.

Voor NO₂ (figuren 6.2) wordt tijdens de sperperiode van de autoluwe zondagen eveneens een duidelijk lager concentratieniveau vastgesteld. Dit is het geval tijdens de autoluwe zondag van de jaren 2010 en 2011. Wegens de specifieke meteorologische omstandigheden heeft het even geduurd vooraleer de concentraties begonnen te dalen tijdens de sperperiode van de autoluwe zondag van het jaar 2009.

Voor nagenoeg 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 NO₂ 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 6.3 geven, voor de verschillende autoluwe zondagen en voor het gemiddelde van alle autoluwe zondagen, een vergelijkende weergave van het NO₂-dagverloop in 4 verschillende meetposten. Voor NO₂ 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 duidelijk een marge voor een eventuele verlaging van de NO₂-concentratie. Indien er op permanente basis omvangrijke reducties van de NO_x-uitstoot zouden gerealiseerd worden (b.v. “dé-NO_x” systemen op dieselloertuigen of een compleet NO_x-vrij autopark) dan zal de NO₂-concentratie algemeen dalen, waardoor het respecteren van de strenge NO₂-norm (jaargemiddelde < 40 µg/m³) ook haalbaar wordt in verkeersdrukke stadskernen. Een significante daling van de NO₂-concentratie kan bovendien leiden tot minder fotochemische vervuiling (ozonproblematiek) en eventueel tot een verminderde vorming van secundair aërosol (ammoniumnitraat in PM_{2.5} en PM₁₀).

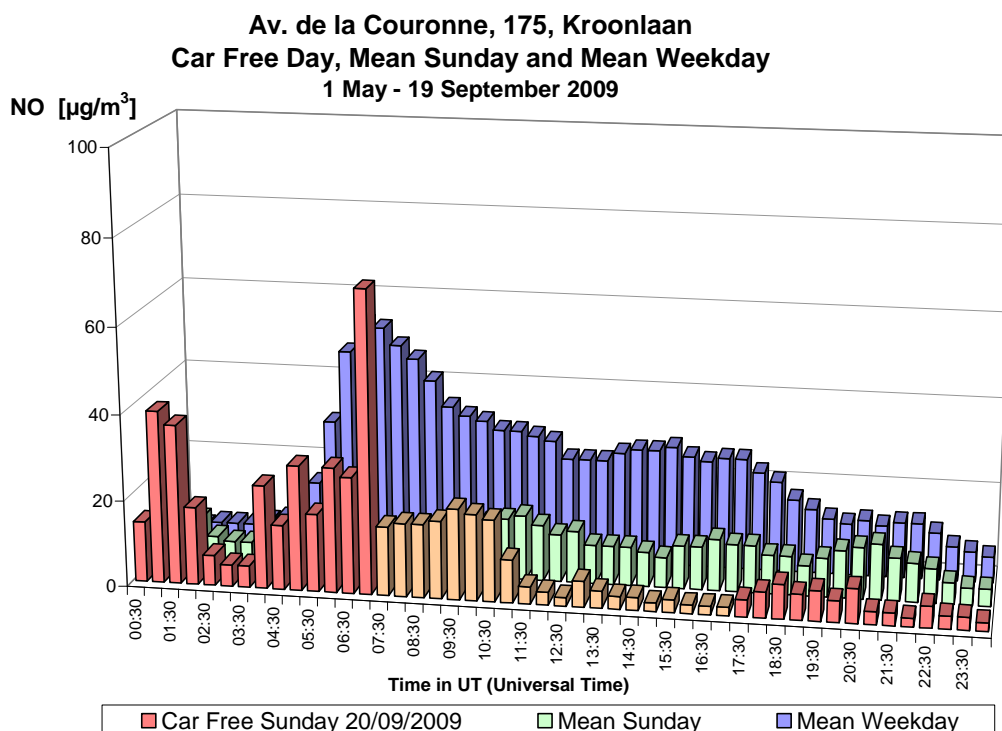


Fig. 6.1.a: Kroonlaan te Elsene – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2009 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’

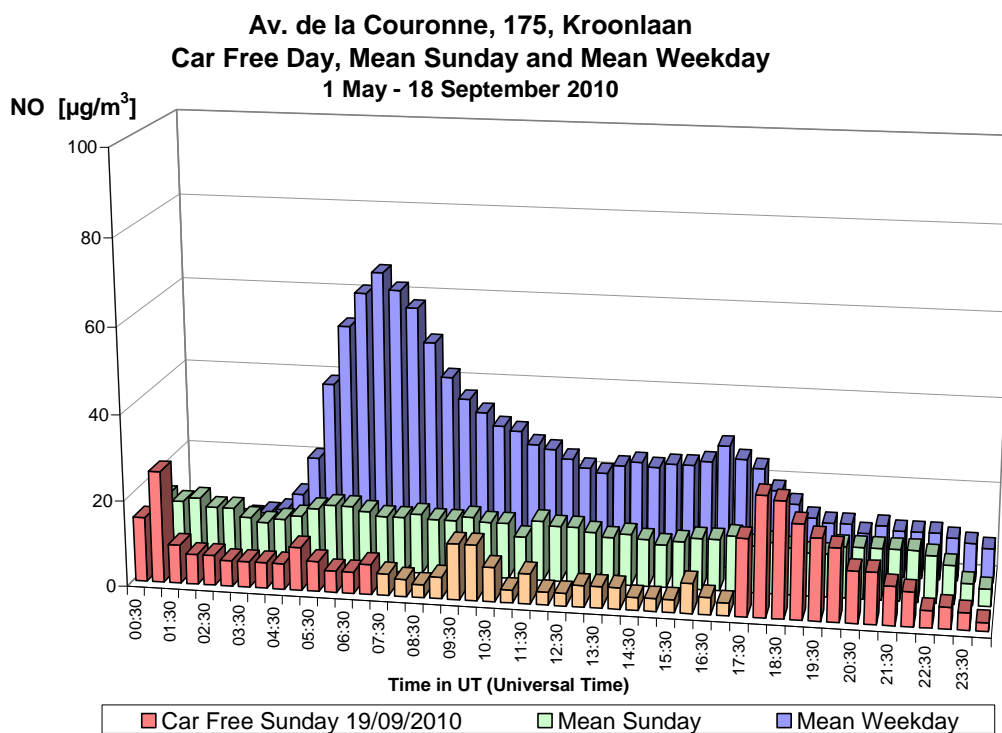


Fig. 6.1.b: Kroonlaan te Elsene – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

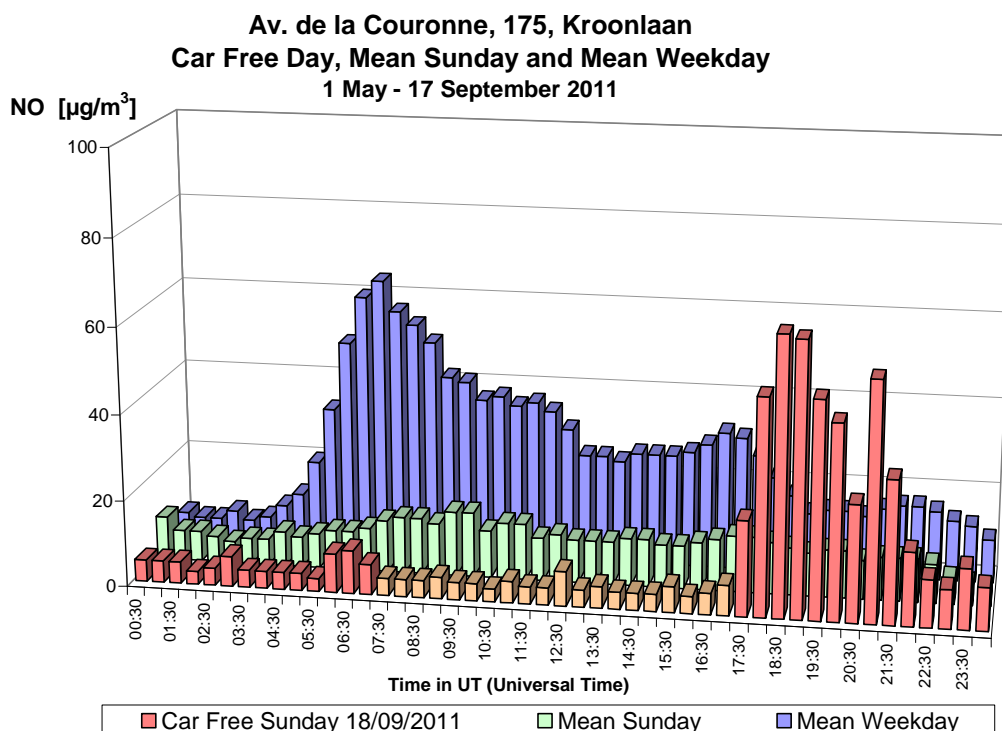


Fig. 6.1.c: Kroonlaan te Elsene – NO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

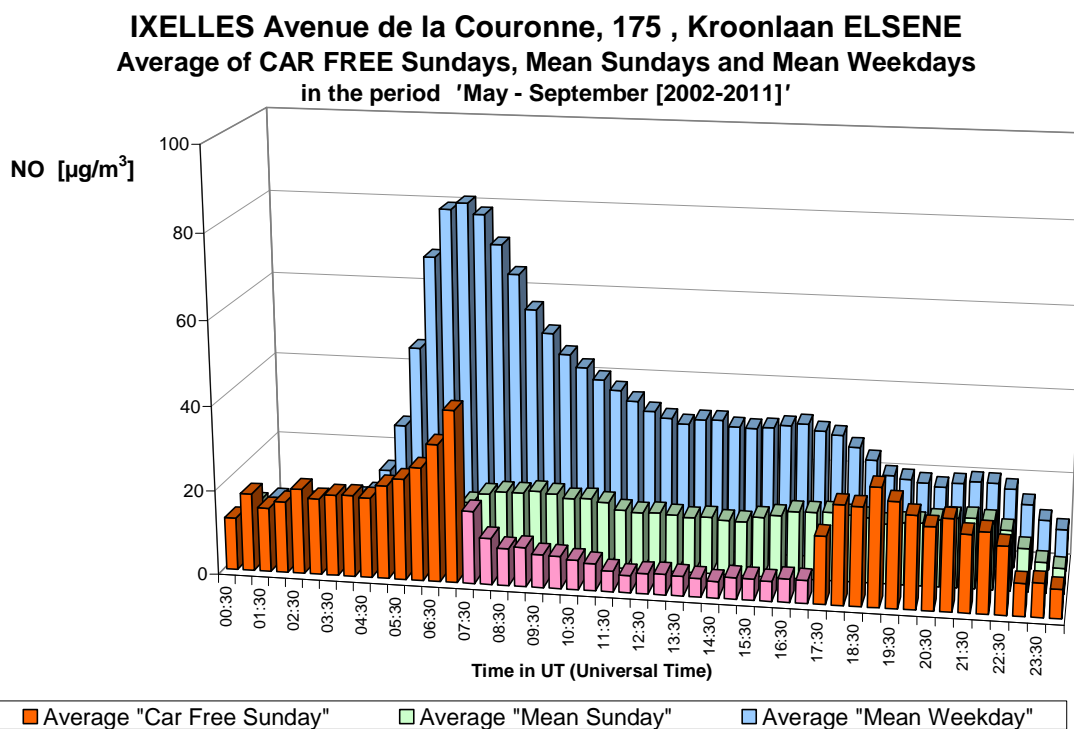


Fig. 6.1.d: Kroonlaan te Elsene – NO – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2011] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2011]’

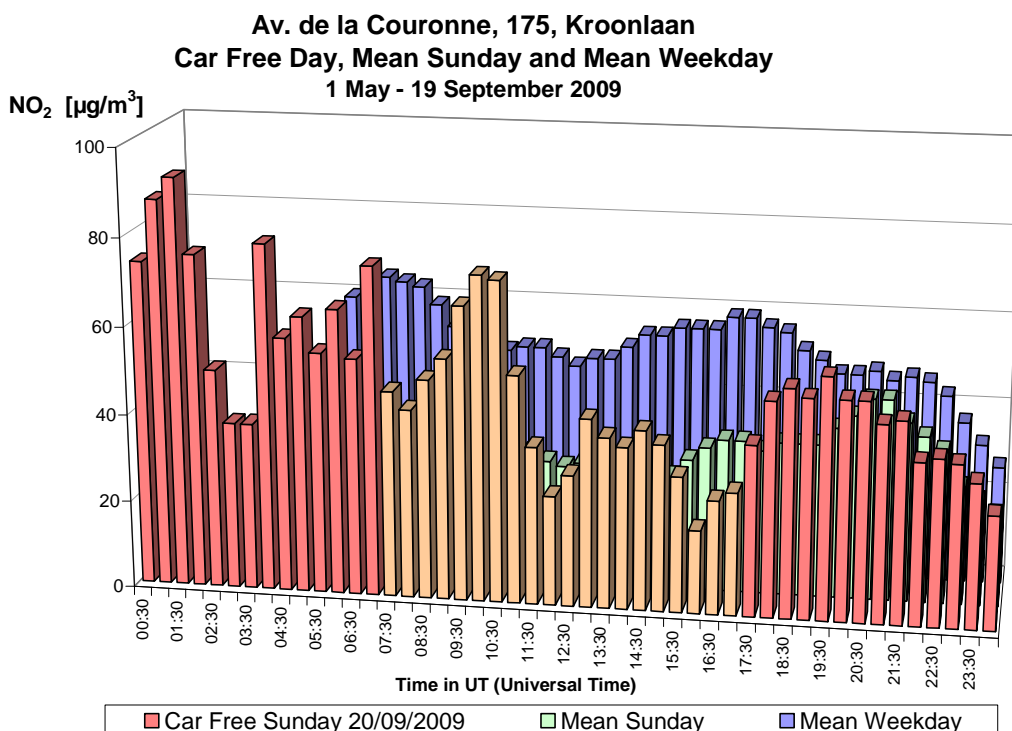


Fig. 6.2.a: Kroonlaan te Elsene – NO₂ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2009 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’

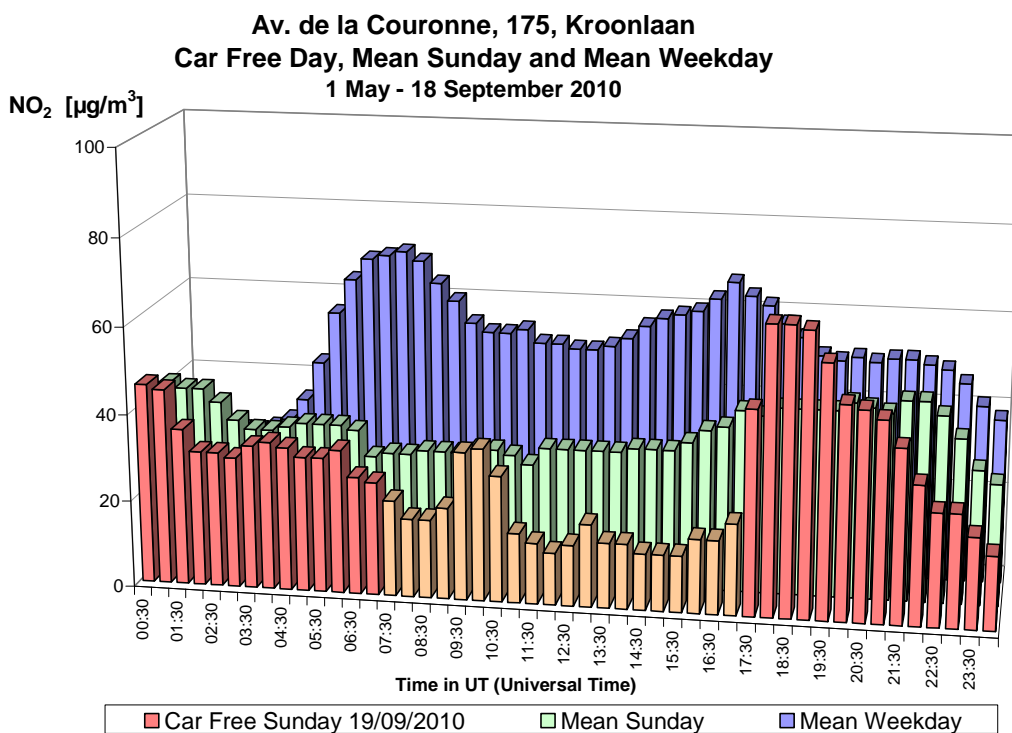


Fig. 6.2.b: Kroonlaan te Elsene – NO₂ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

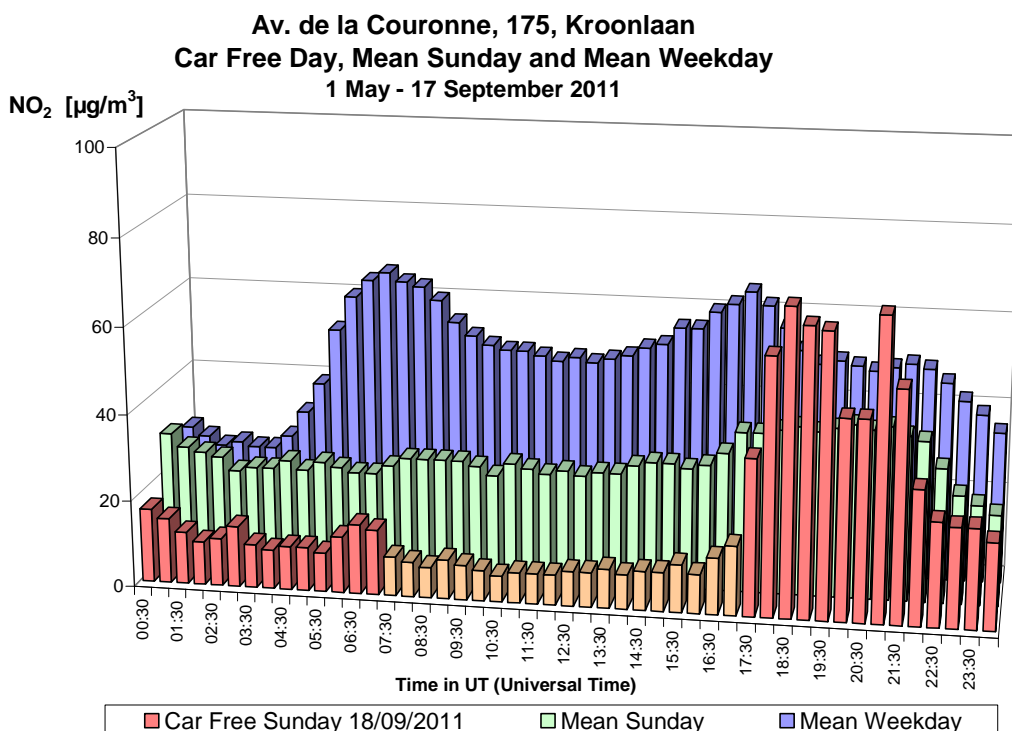


Fig. 6.2.c: Kroonlaan te Elsene – NO₂ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

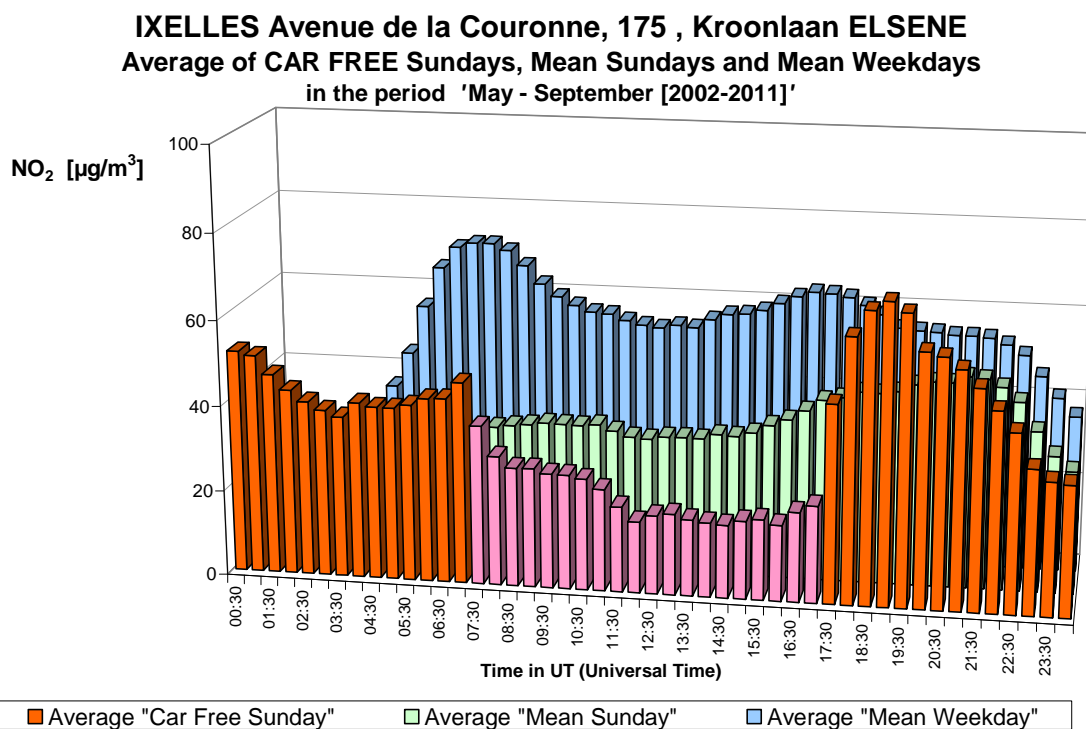


Fig. 6.2.d: Kroonlaan te Elsene – NO₂ – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2011] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2011]’

NO₂ - Car Free Day - Sunday 20 September 2009
Comparison NO₂ levels at 4 different sites

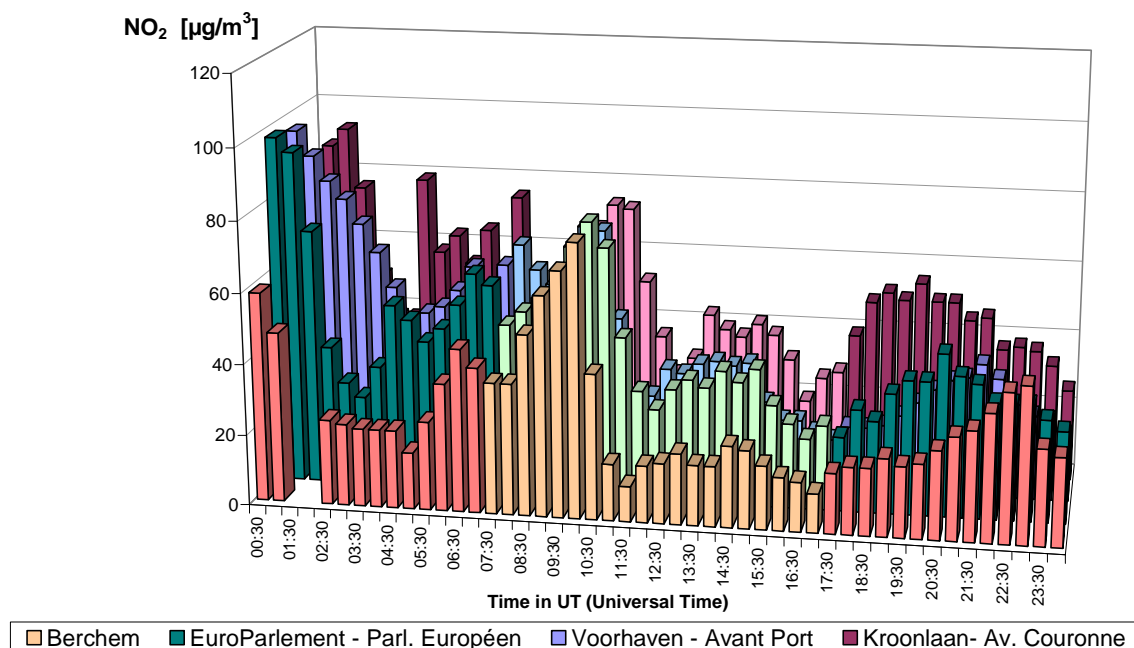


Fig. 6.3.a: Autoluwe zondag 2009 - Verloop van de NO₂-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

NO₂ - Car Free Day - Sunday 19 September 2010
Comparison NO₂ levels at 4 different sites

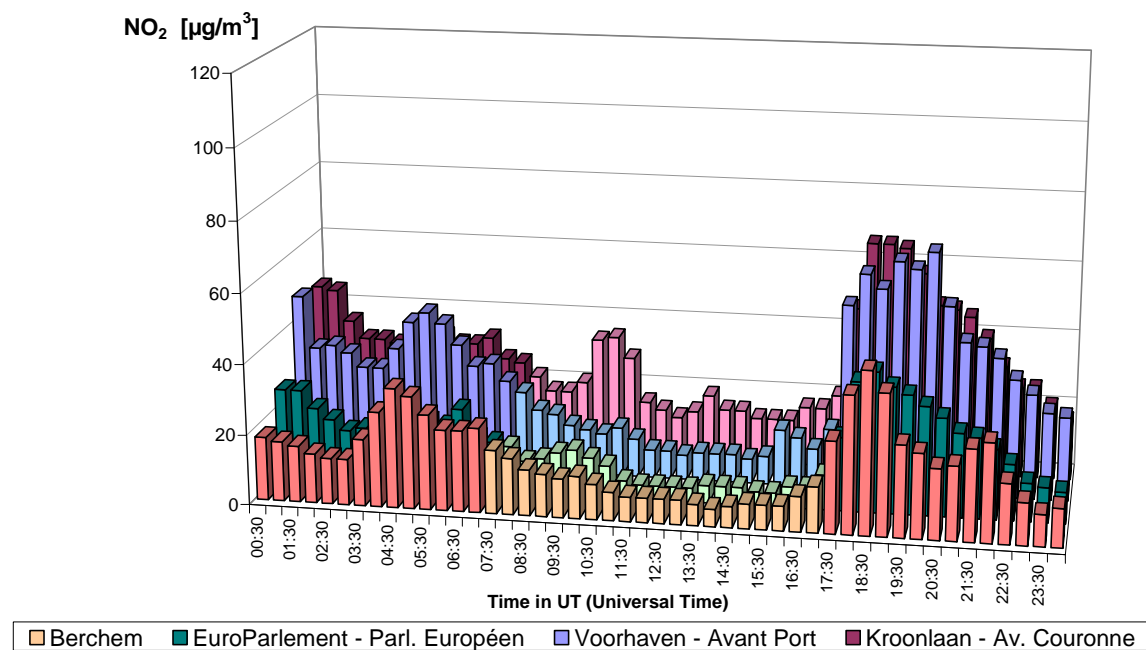


Fig. 6.3.b: Autoluwe zondag 2010 - Verloop van de NO₂-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

NO₂ - Car Free Day - Sunday 18 September 2011
Comparison NO₂ levels at 4 different sites

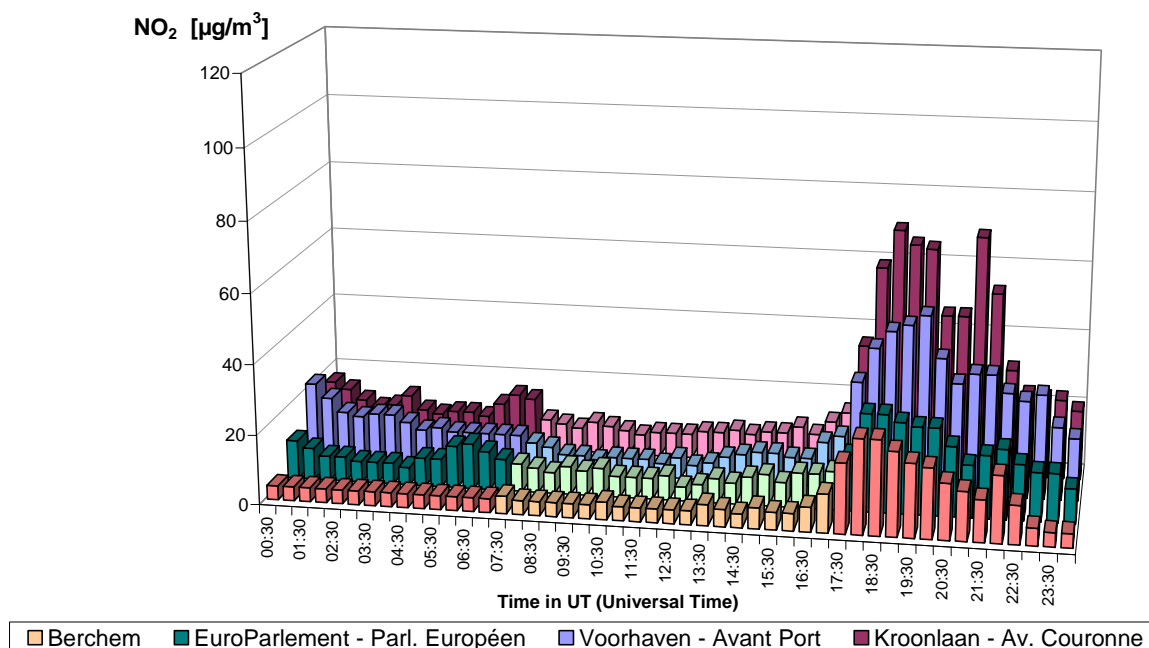


Fig. 6.3.c: Autoluwe zondag 2011 - Verloop van de NO₂-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

NO₂ - AVERAGE of CAR FREE SUNDAYS [2002-2011]
Comparison NO₂ levels at 4 different sites

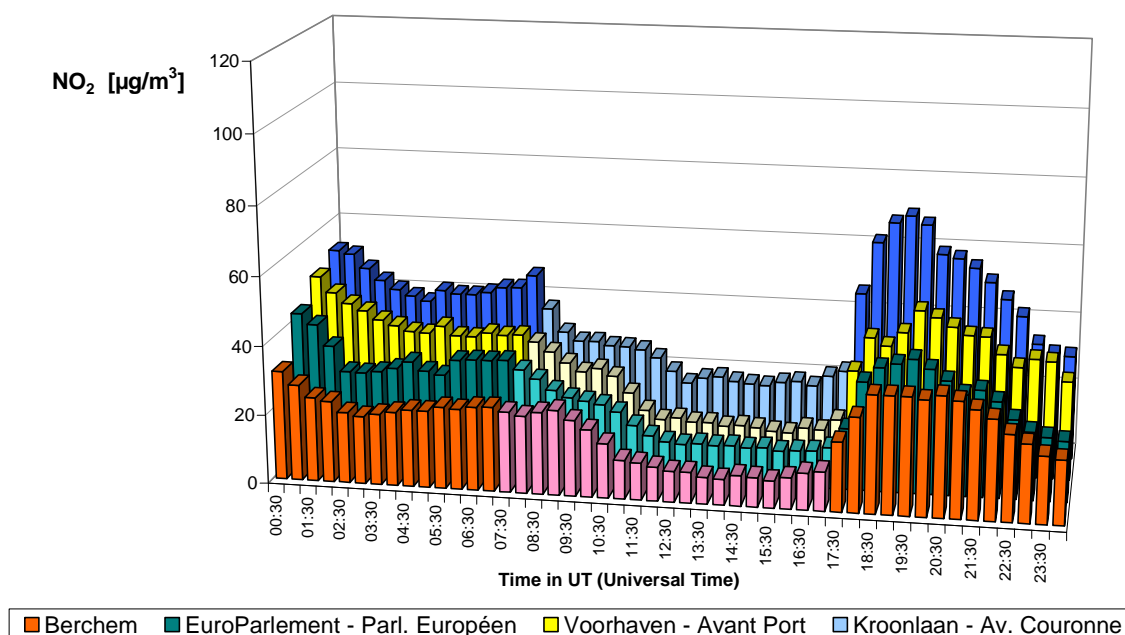


Fig. 6.3.d: Gemiddelde van 10 autoluwe zondagen [2002-2011] - Verloop van de NO₂-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

CO: ook voor CO wordt op de autoluwe zondag een duidelijke daling van de concentratie vastgesteld tijdens de sperperiode voor het verkeer (figuren 6.4). De concentraties op de autoluwe zondag zijn lager dan op een gemiddelde zondag of een gemiddelde werkdag. Door de aanzienlijke daling van de CO-emissies zijn de CO-concentraties over het algemeen veel lager dan vroeger. De verschillen in niveau tussen autoluwe periodes en periodes met veel verkeer komen dan ook minder duidelijk tot uiting.

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.

O₃: voor de meetpost te Ukkel (R012) wordt het dagverloop van de O₃-concentratie van de autoluwe zondagen weergegeven in de grafieken van figuur 6.5. De grafieken verwijzen naar de autoluwe zondagen van 2009, 2010 en 2011 en naar de gemiddelde situatie voor alle autoluwe zondagen georganiseerd tussen 2002 en 2011. 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 zondag 2009, van zodra de temperatuursinversie verdwenen is.

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 6.6 en 6.7). Deze figuren geven respectievelijk voor de autoluwe zondag van 2009, 2010 en 2011 en voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2011 het verloop weer van de ozonconcentratie in 4 verschillende meetposten van het Gewest (grafieken 6.10.x) en van de somconcentratie van [O₃ en NO₂] (grafieken 6.11.x), uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon.

Bij de ozonafbraak wordt een hoeveelheid NO geoxideerd tot NO₂. Uit de resultaten van de somconcentratie [O₃+NO₂] blijkt overduidelijk het complementaire karakter van O₃ en NO₂: de daling van de O₃-concentratie wordt gecompenseerd door een equivalente stijging van de NO₂-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.

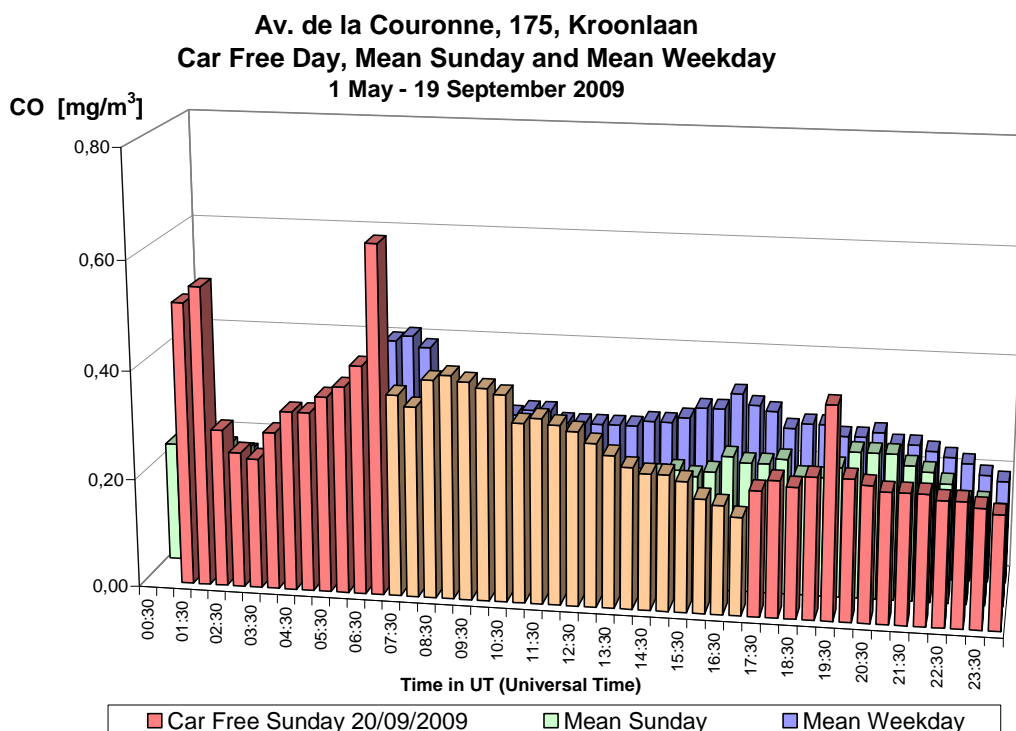


Fig. 6.4.a: Kroonlaan te Elsene – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2009 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’

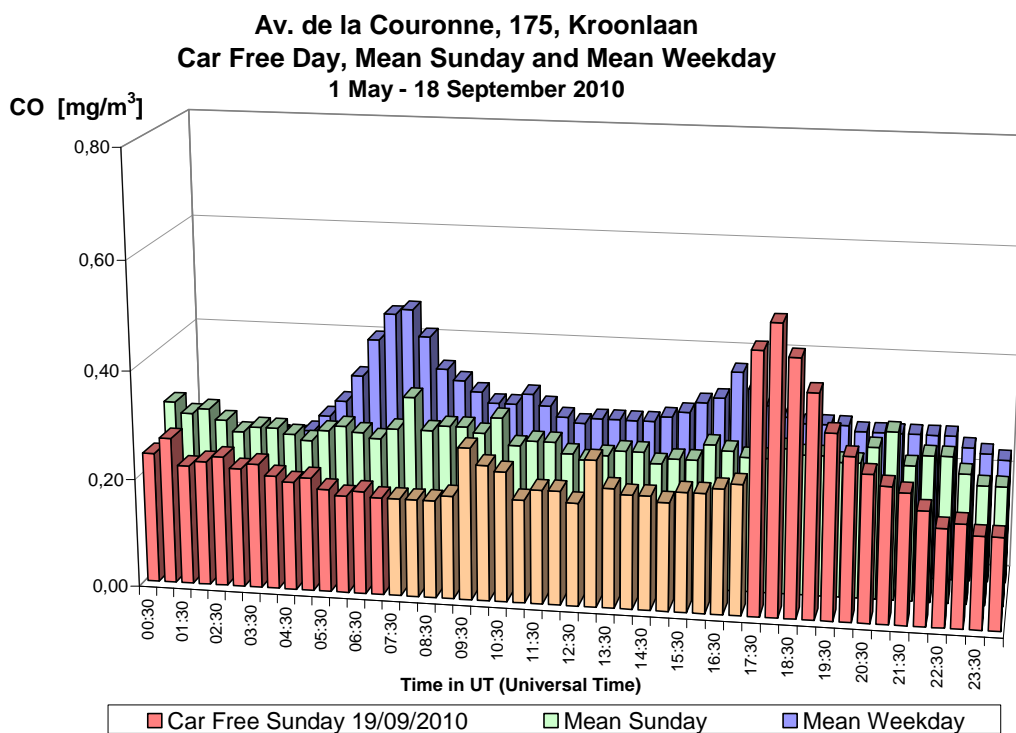


Fig. 6.4.b Kroonlaan te Elsene – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

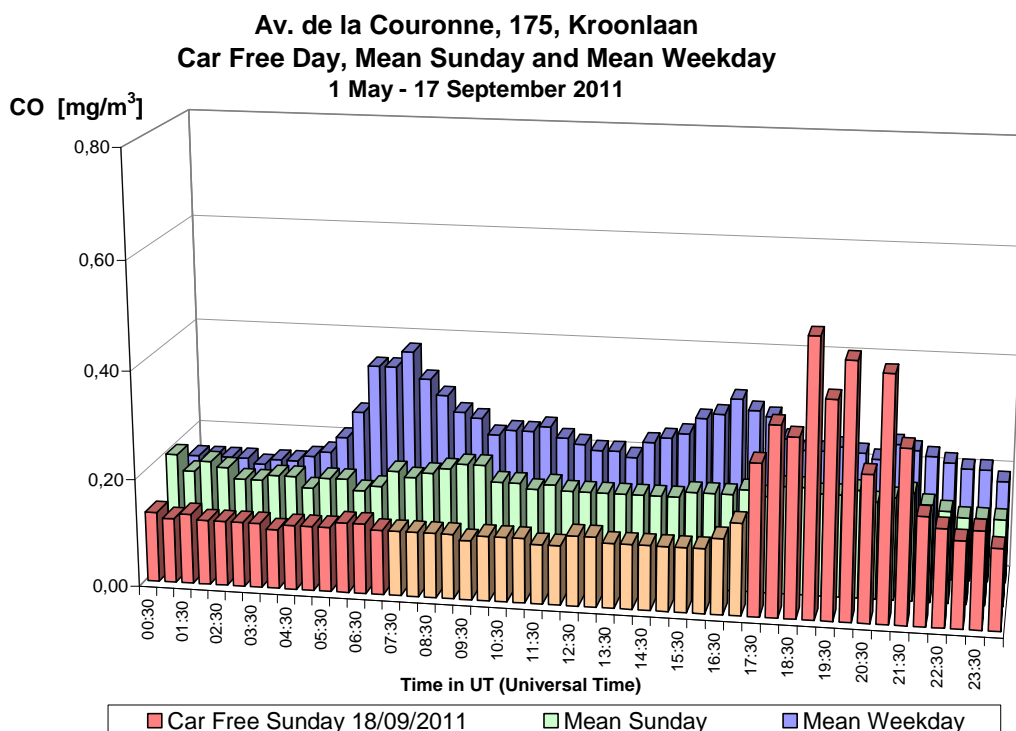


Fig. 6.4.c: Kroonlaan te Elsene – CO – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

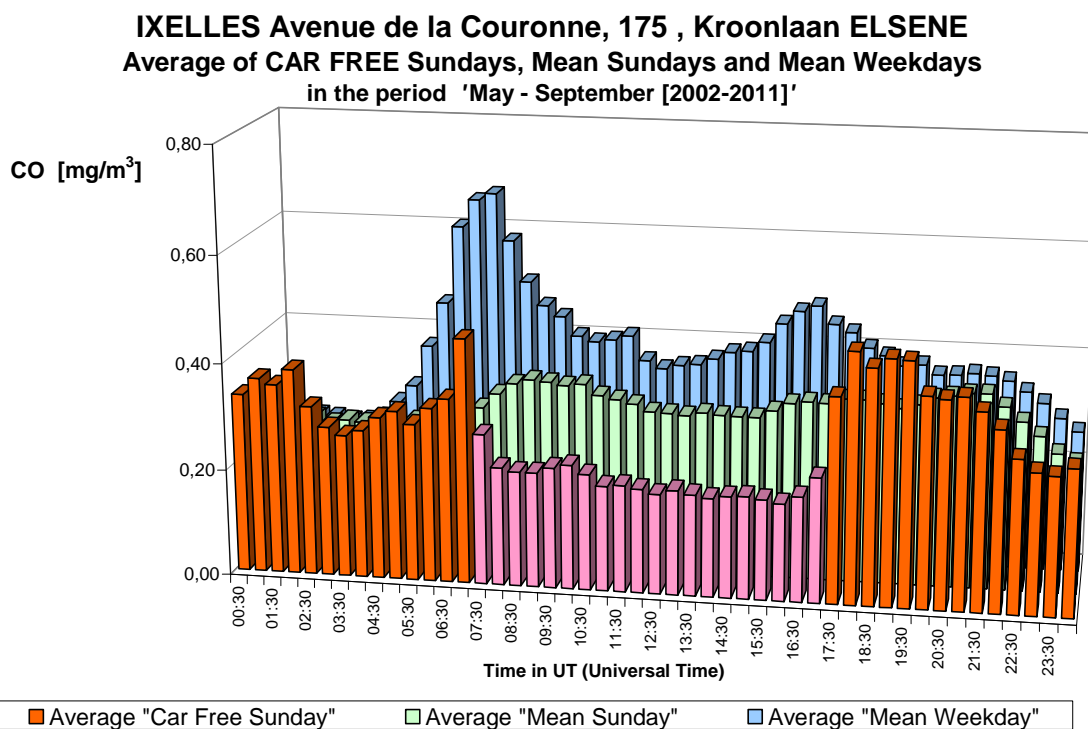


Fig. 6.4.d: Kroonlaan te Elsene – CO – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2011] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2011]’

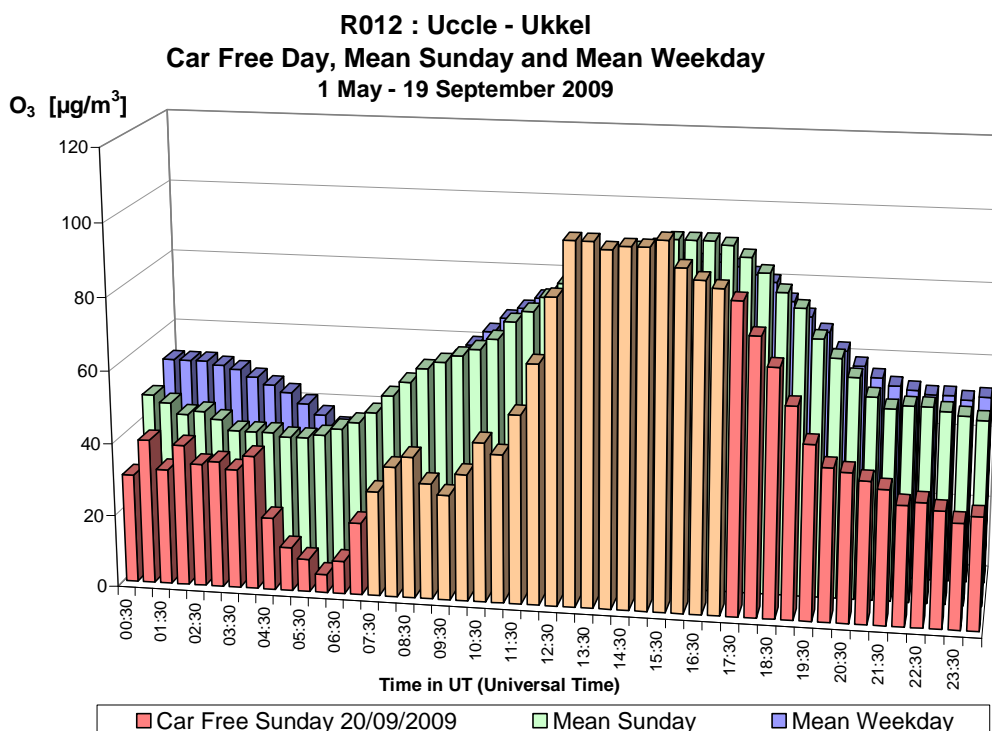


Fig. 6.5.a: Ukkel – O₃ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2009 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’

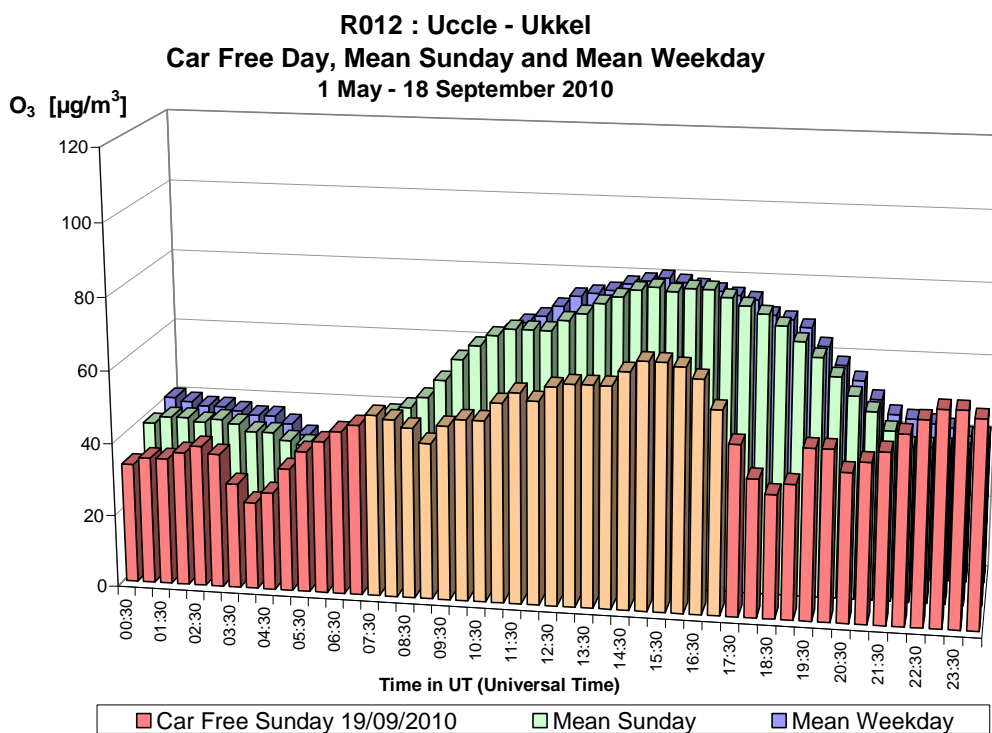


Fig. 6.5.b: Ukkel – O₃ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

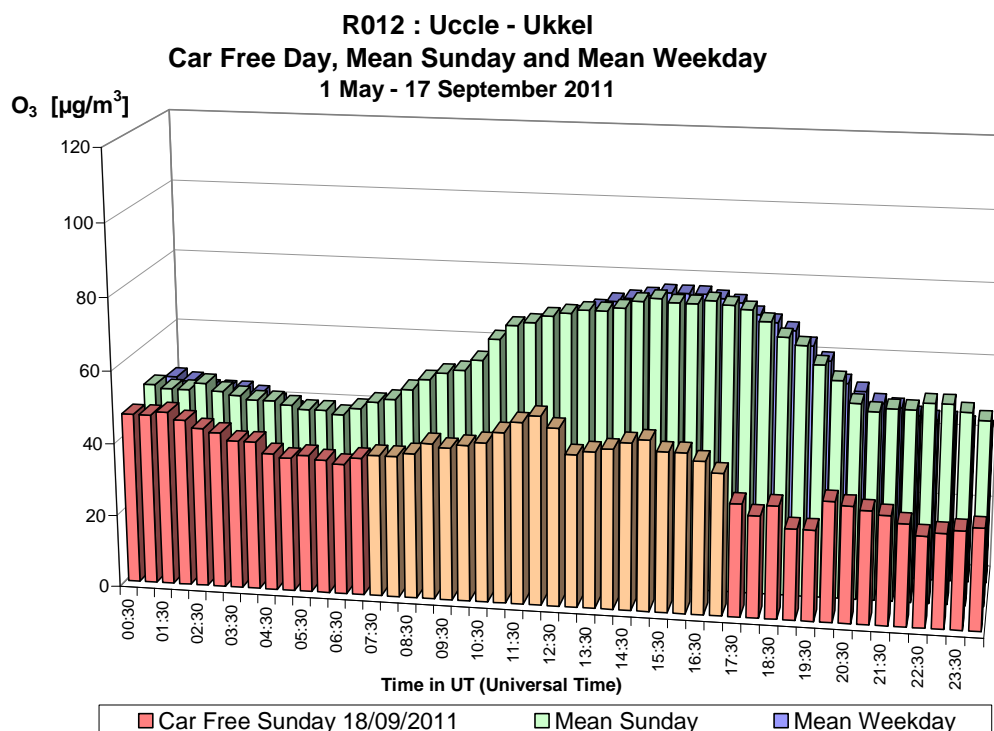


Fig. 6.5.c: Ukkel – O₃ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

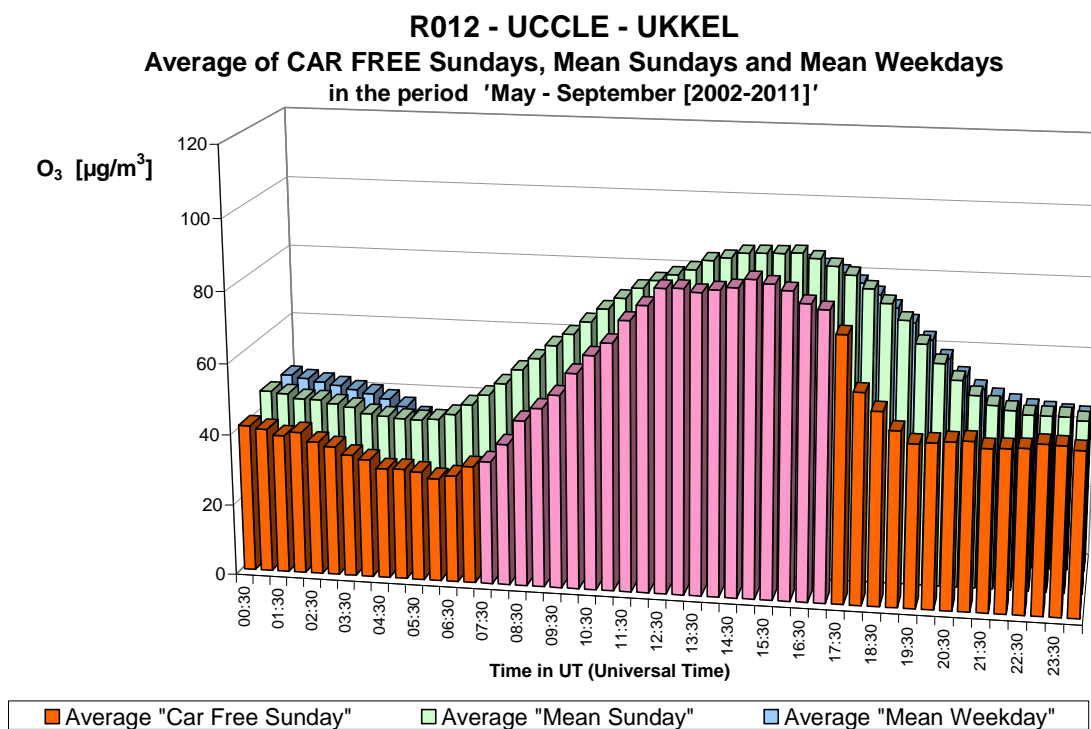


Fig. 6.5.d: Ukkel – O₃ – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2011] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2011]’

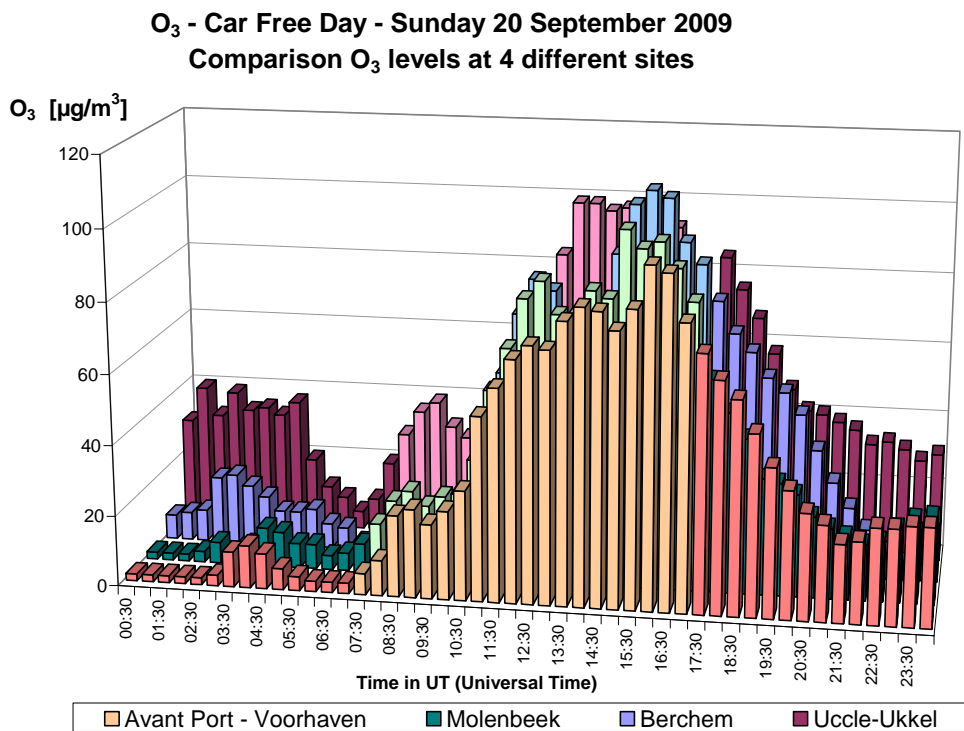


Fig. 6.6.a: Autoluwe zondag 2009 - Verloop van de O₃-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

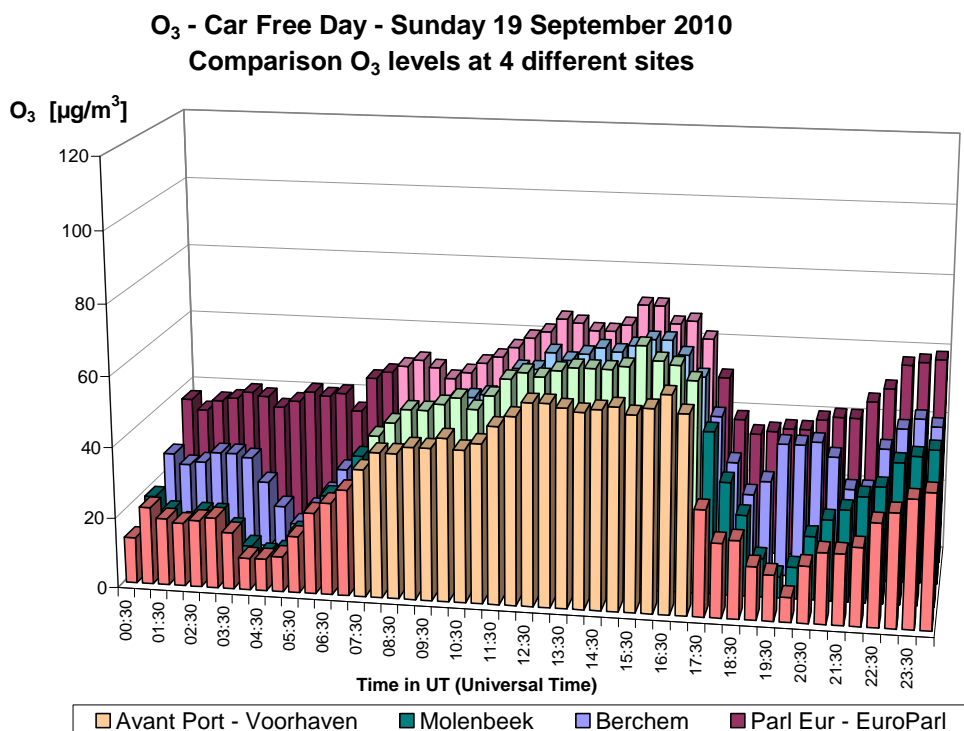


Fig. 6.6.b: Autoluwe zondag 2010 - Verloop van de O₃-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

[O₃ + NO₂] - Car Free Day - Sunday 18 September 2011
Comparison Phox levels at 4 different sites

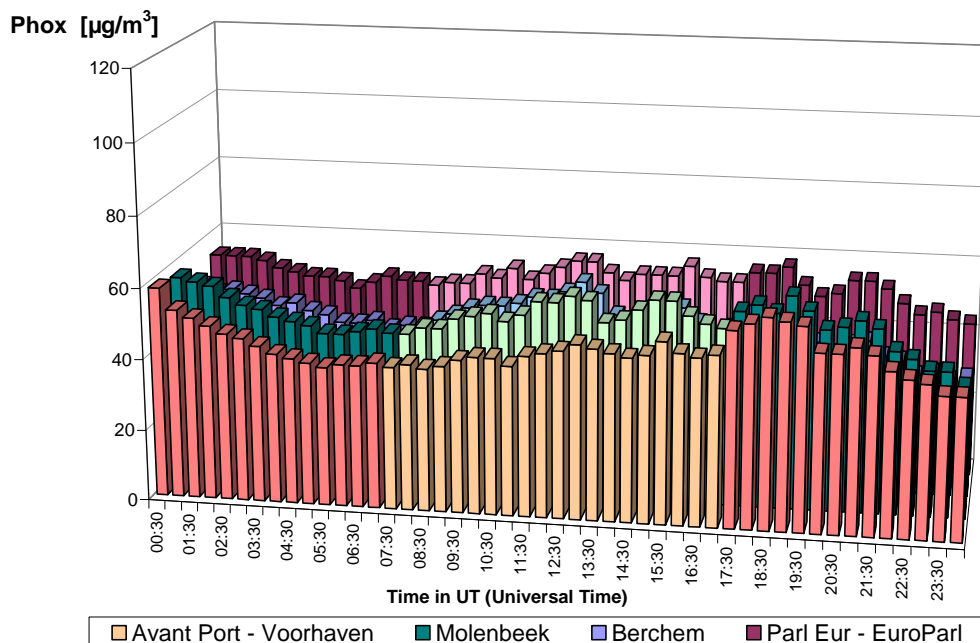


Fig. 6.6.c: Autoluwe zondag 2011 - Verloop van de O₃-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

O₃ - AVERAGE of CAR FREE SUNDAYS [2002-2011]
Comparison O₃ levels at 4 different sites

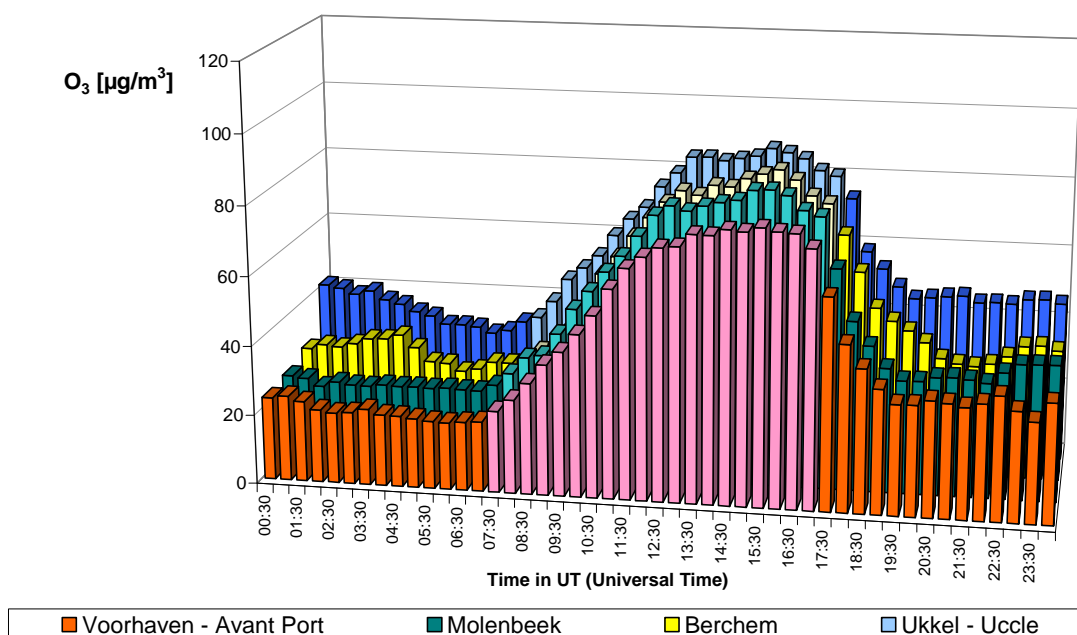


Fig. 6.6.d: Gemiddelde van 10 autoluwe zondagen [2002-2011] - Verloop van de O₃-concentratie in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

[O₃ + NO₂] - Car Free Day - Sunday 20 September 2009
Comparison Phox levels at 4 different sites

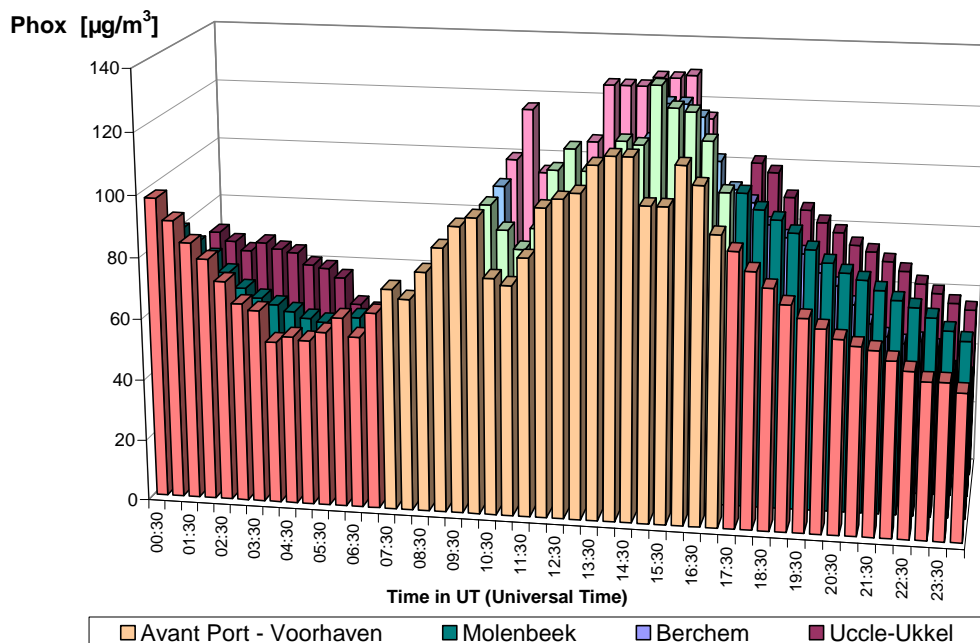


Fig. 6.7.a: Autoluwe zondag 2009 - Verloop van de concentratie [O₃ + NO₂] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

[O₃ + NO₂] - Car Free Day - Sunday 19 September 2010
Comparison Phox levels at 4 different sites

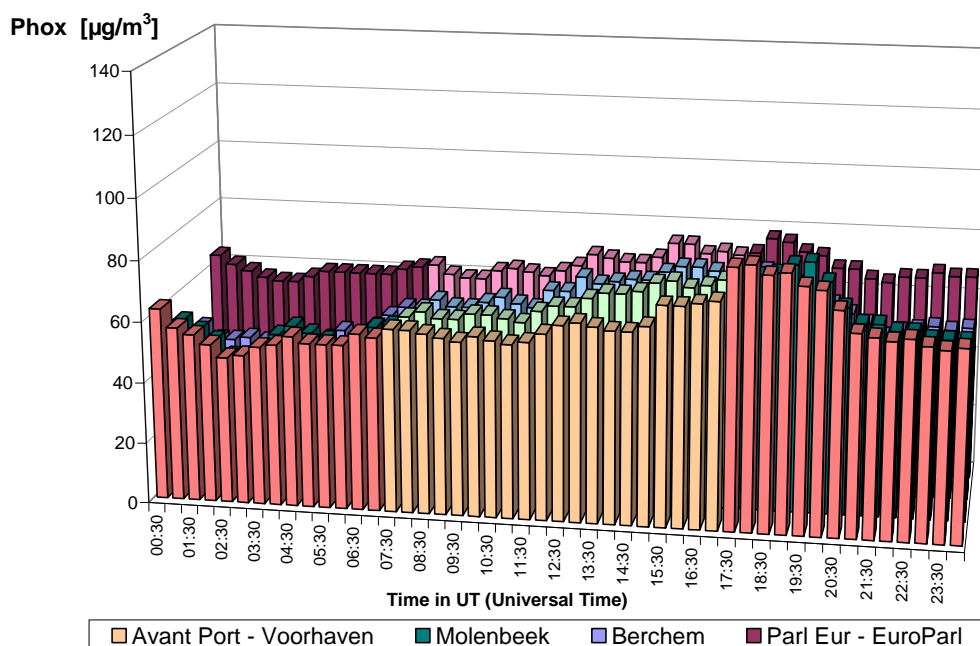


Fig. 6.7.b: Autoluwe zondag 2010 - Verloop van de concentratie [O₃ + NO₂] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

[O₃ + NO₂] - Car Free Day - Sunday 18 September 2011
Comparison Phox levels at 4 different sites

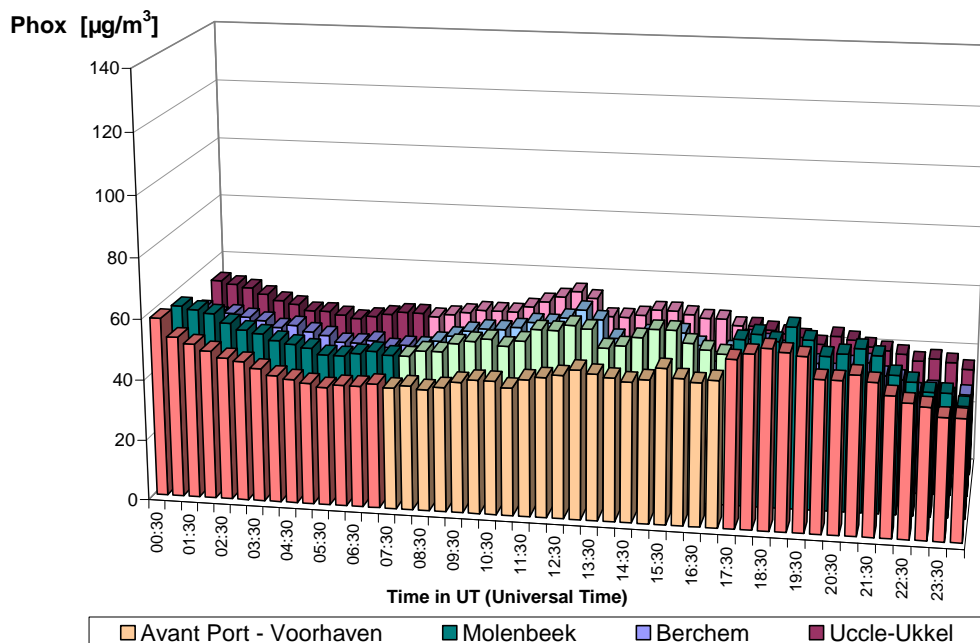


Fig. 6.7.c: Autoluwe zondag 2011 - Verloop van de concentratie [O₃ + NO₂] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

[O₃ + NO₂] - AVERAGE of CAR FREE SUNDAYS [2002-2011]
Comparison Phox levels at 4 different sites

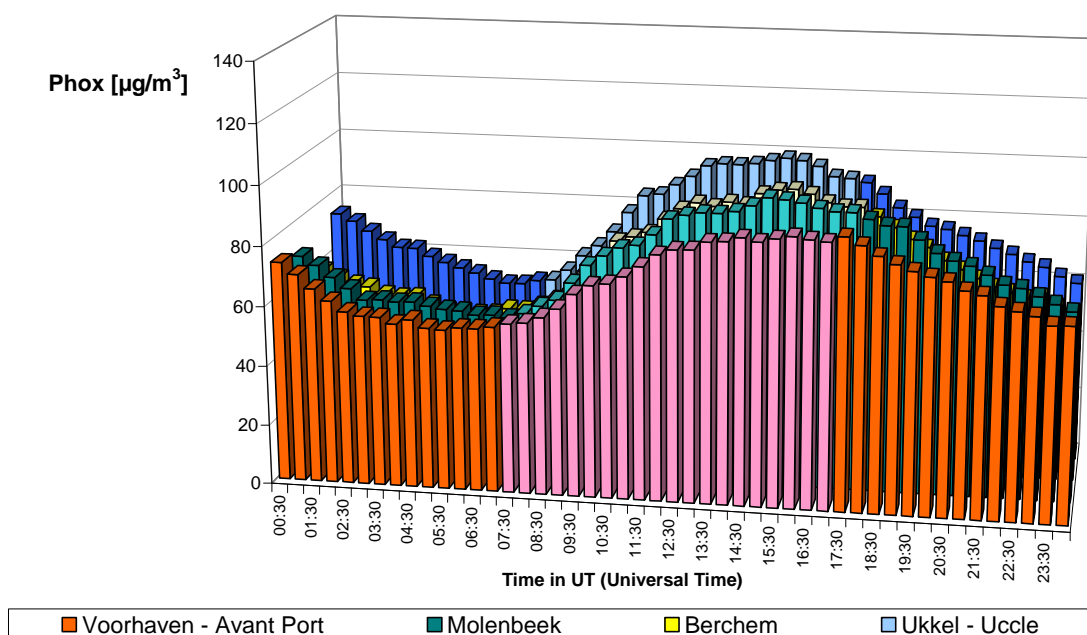


Fig. 6.7.d: Gemiddelde van 10 autoluwe zondagen [2002-2011] - Verloop van de concentratie [O₃ + NO₂] in vier verschillende meetposten van het telemetrisch meetnet

PM10: in de figuren 6.8 en 6.9 wordt het PM10-concentratieverloop weergegeven voor de autoluwe zondagen van 2009, 2010 en 2011 en voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2011. Het betreft respectievelijk de resultaten voor de meetposten te Molenbeek en in de Voorhaven.

Voor de autoluwe zondag van 20 september 2009, met zo goed als geen verkeer en geen huisverwarming (buitentemperatuur tussen 15 en 21°C) en een zeer beperkte economische activiteit, werden er te midden van de autoluwe periode zeer hoge PM10-concentraties opgetekend op alle meetposten van het Gewest. De piekwaarden voor PM10, tussen 100 en 120 µg/m³, behoorden tot de hoogste halfuurswaarden van het gehele jaar 2009. Ondanks de afwezigheid van lokale bronnen (geen verkeer, geen verwarming en weinig economische activiteit) werden er op deze autoluwe zondag dagwaarden voor PM10 gemeten die hoger zijn dan de limietwaarde. De limietwaarde van 50 µg/m³ werd overschreden in vier meetposten voor PM10 van het Gewest. Voor een verklaring wordt verwezen naar het rapport over de autoluwe zondag van het jaar 2009 of naar punt 4.3.9 van dit rapport: “*Hoge PM10 waarden – Aard van de overschrijdingen*”.

Tijdens de autoluwe zondag wordt geen bruske verandering van de concentratie vastgesteld, geen 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 20 september 2009 achteraan geplaatst in de figuren 6.8.a en 6.9.a.

De ochtendpiek voor PM10 op werkdagen, vastgesteld voor de meetpost in de Voorhaven, 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 ca. 0,15 µm en de gezamenlijke massa van deze deeltjes vertegenwoordigt slechts een beperkt gedeelte van de totale PM10-massa (zie verder - Black Carbon).

De autoluwe periode van zondag 19 september 2010 en 18 september 2011 geven een ander beeld. Er is geen toename maar ook geen duidelijke vermindering van de PM10-concentratie te bemerken tijdens de autoluwe periode (7:00-17:00 h UT). Er is geen plotse daling van de concentratie aan het begin en geen plotse toename van de concentratie aan het einde van de autoluwe periode.

De gemiddelde situatie over alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2011 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 pollutanten.

PM2.5: in de figuren 6.10 en 6.11 wordt het PM2.5-concentratieverloop weergegeven voor de autoluwe zondagen van 2009, 2010 en 2011 en voor de gemiddelde situatie van alle autoluwe zondagen tussen 2002 en 2011. Het betreft respectievelijk de resultaten voor de meetposten te Molenbeek en in de Voorhaven.

Voor de autoluwe zondag van 20 september 2009, met zo goed als geen verkeer en geen huisverwarming (buitentemperatuur tussen 15 en 21°C) en een zeer beperkte economische activiteit, werden zeer hoge PM2.5-concentraties opgetekend op alle meetposten van het Gewest. De piekwaarden tussen 100 en 120 µg/m³ behoorden tot de hoogste halfuurswaarden voor PM2.5 van het gehele jaar 2009. 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 40 à 52 µg/m³. De massaconcentratie voor PM2.5 maakt ongeveer 90% uit van de massaconcentratie voor PM10. Voor een verklaring wordt verwezen naar het rapport over de autoluwe zondag van het jaar 2009 of naar het hoofdstuk 4.3 over zwevende deeltjes (zie punt 4.3.9 *Hoge PM10 waarden – Aard van de overschrijdingen*).

Tijdens deze autoluwe zondag wordt geen bruske verandering van de concentraties vastgesteld: geen 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 20 september 2009 achteraan geplaatst in de figuren 6.10.a en 6.11.a.

De autoluwe periode van zondag 19 september 2010 en 18 september 2011 geven een ander beeld. Er is geen toename en geen vermindering van de PM2.5-concentratie te bemerken tijdens de autoluwe periode (7:00-17:00 h UT). Er is geen plotse daling van de concentratie aan het begin en geen plotse toename van de concentratie aan het einde van de autoluwe periode.

De gemiddelde situatie over alle autoluwe zondagen tussen 2006 en 2011 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.

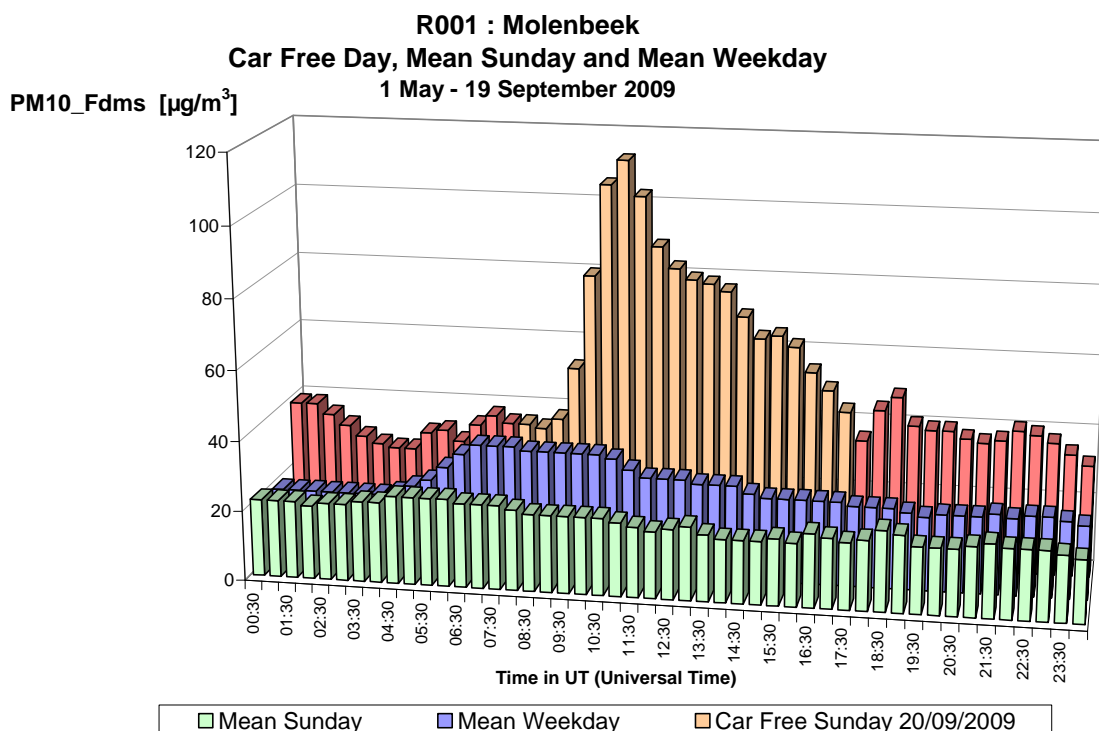


Fig. 6.8.a: Molenbeek – PM10_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’ en tijdens de autoluwe zondag 2009

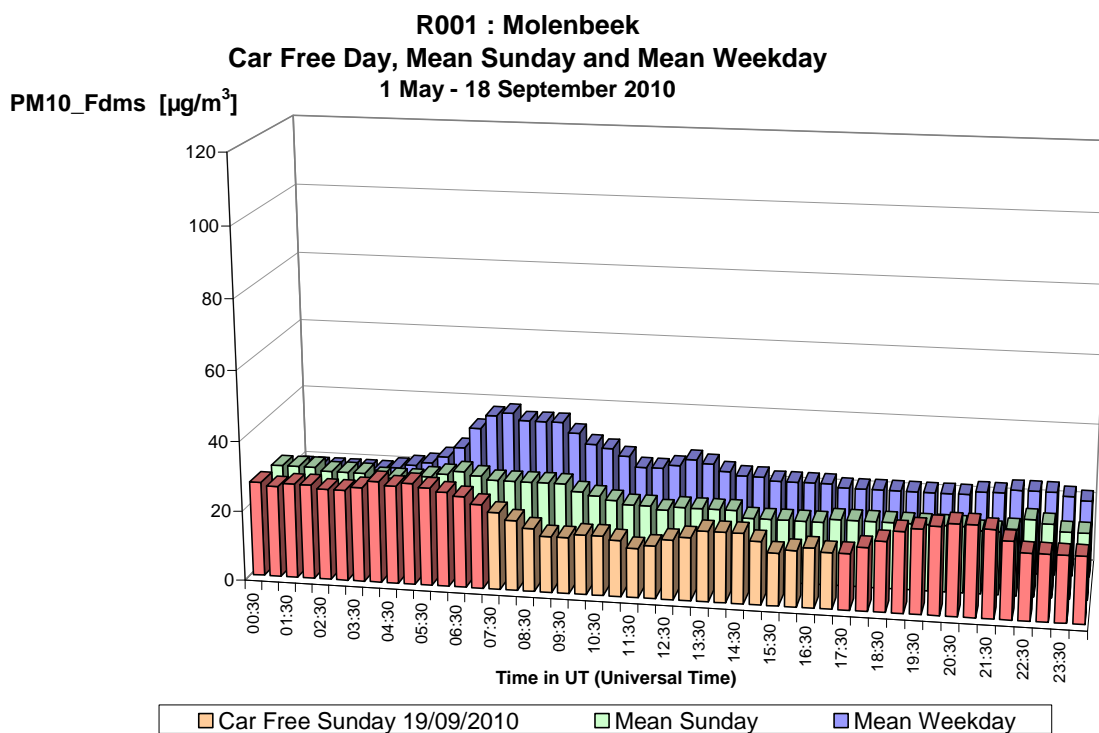


Fig. 6.8.b: Molenbeek – PM10_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

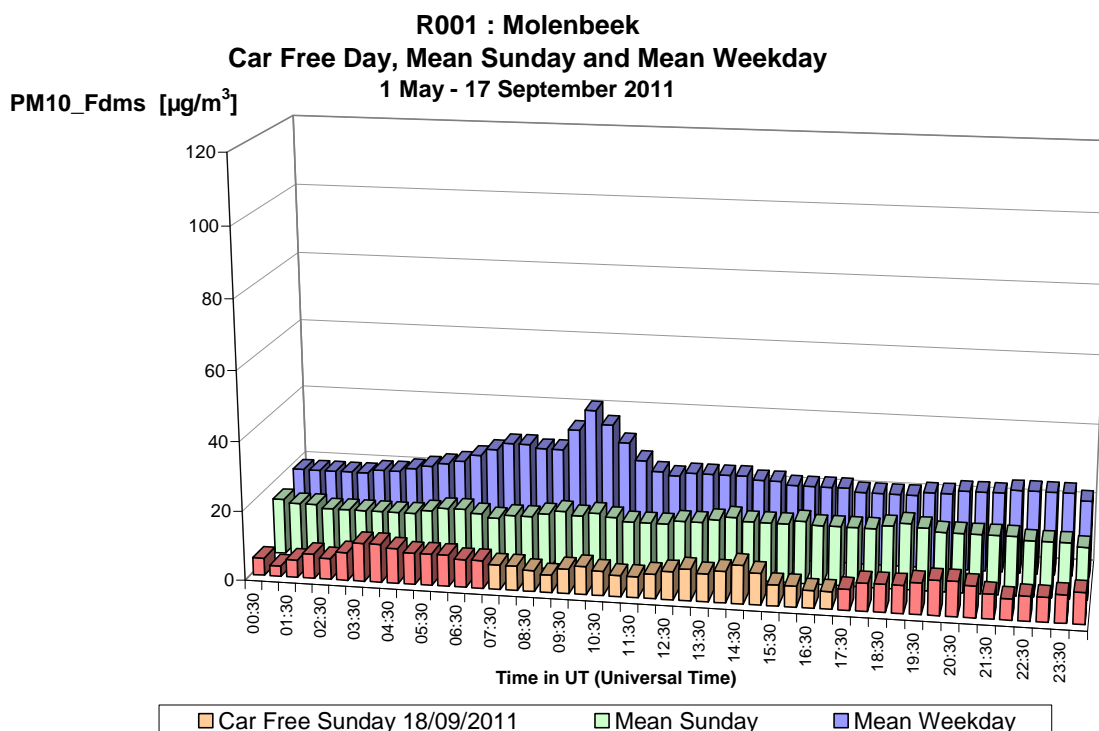


Fig. 6.8.c: Molenbeek – PM10_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

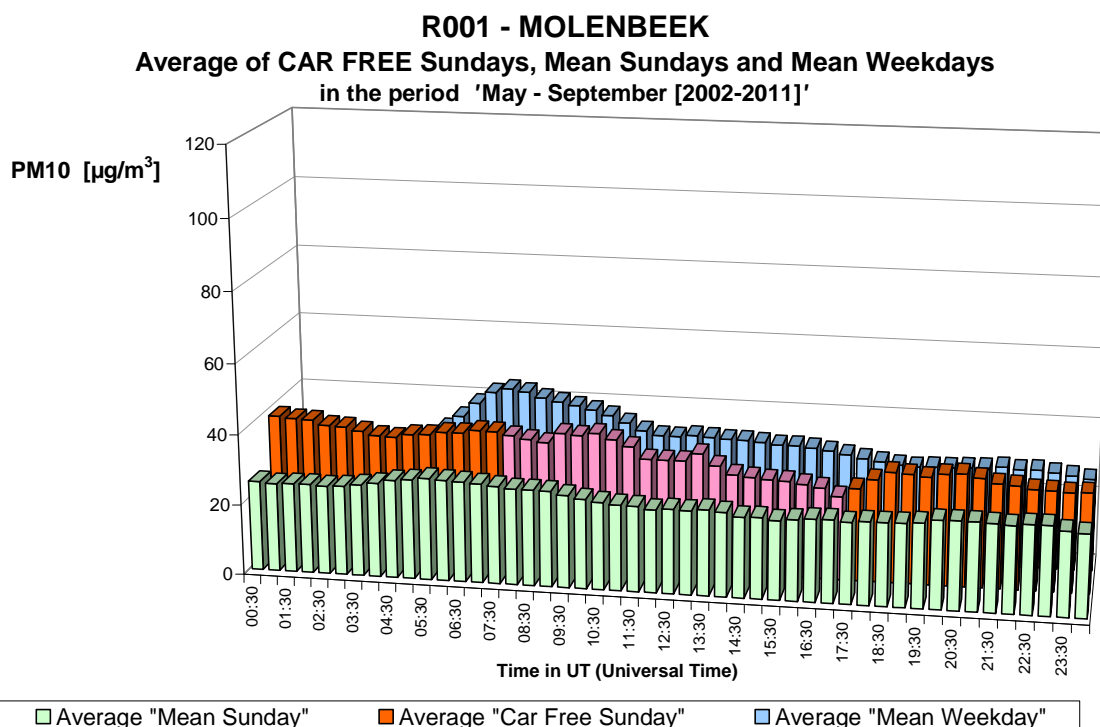


Fig. 6.8.d: Molenbeek – PM10_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor de gemiddelde zondag uit de periodes ‘mei - september 2002-2011’, voor het gemiddelde van de autoluwe zondagen [2002-2011] en voor de gemiddelde werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2011]’

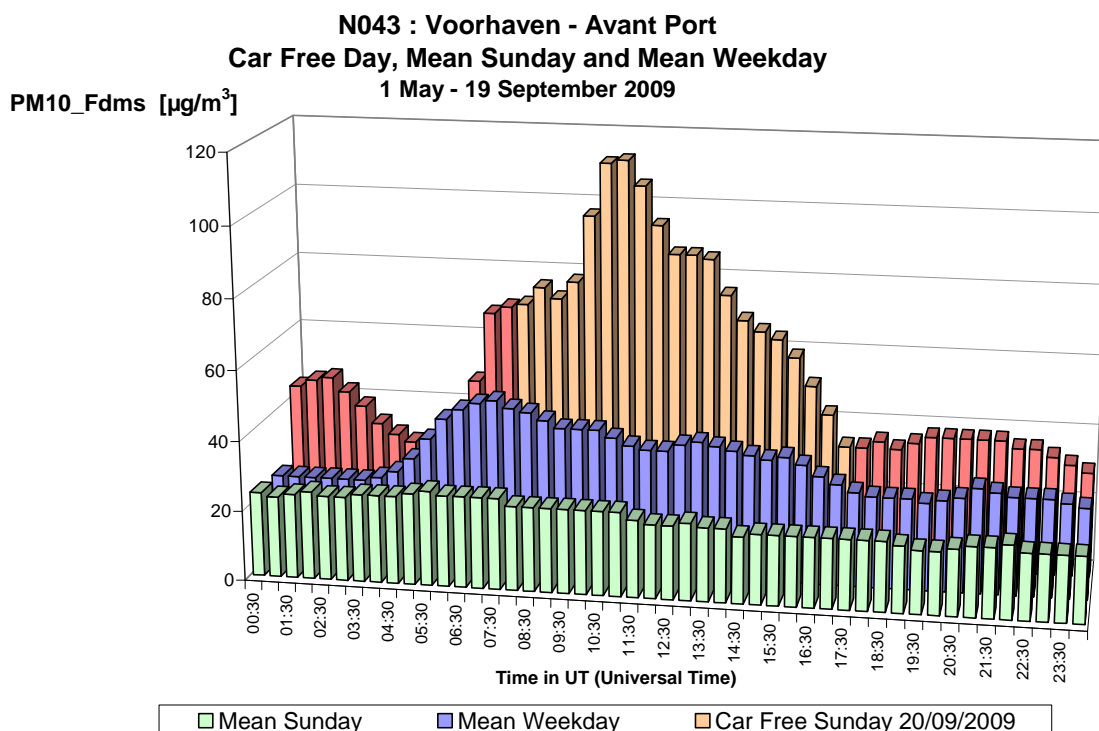


Fig. 6.9.a: Voorhaven – PM10_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’ en tijdens de autoluwe zondag 2009

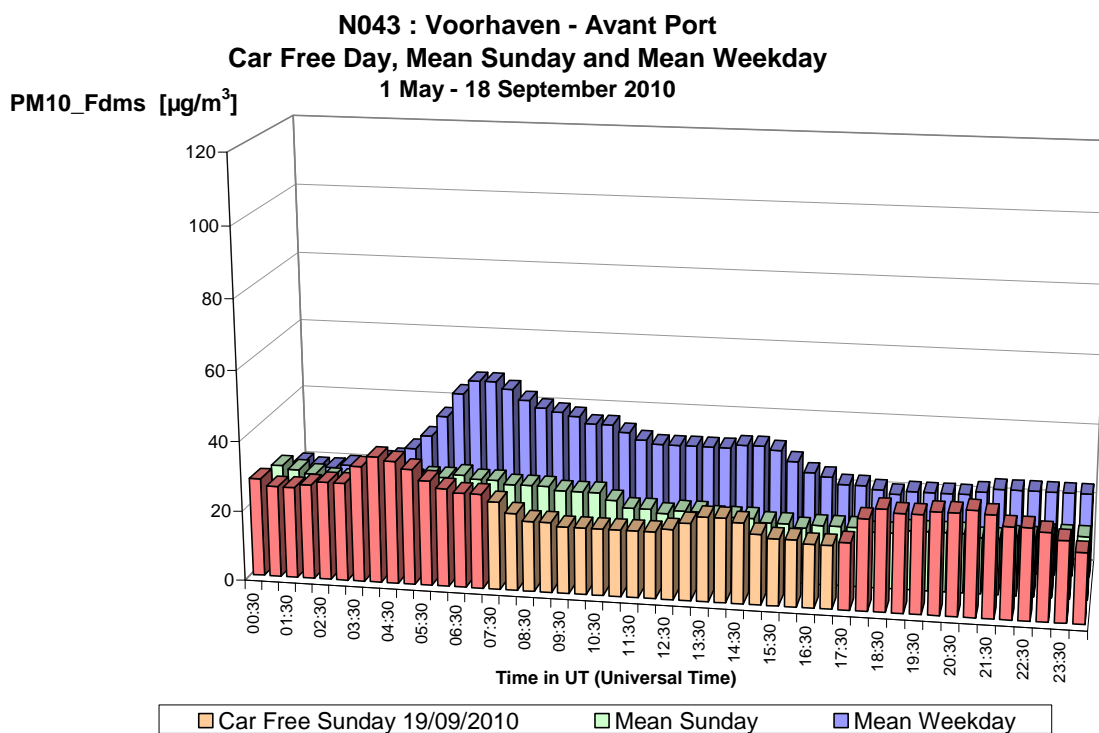


Fig. 6.9.b: Voorhaven – PM10_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

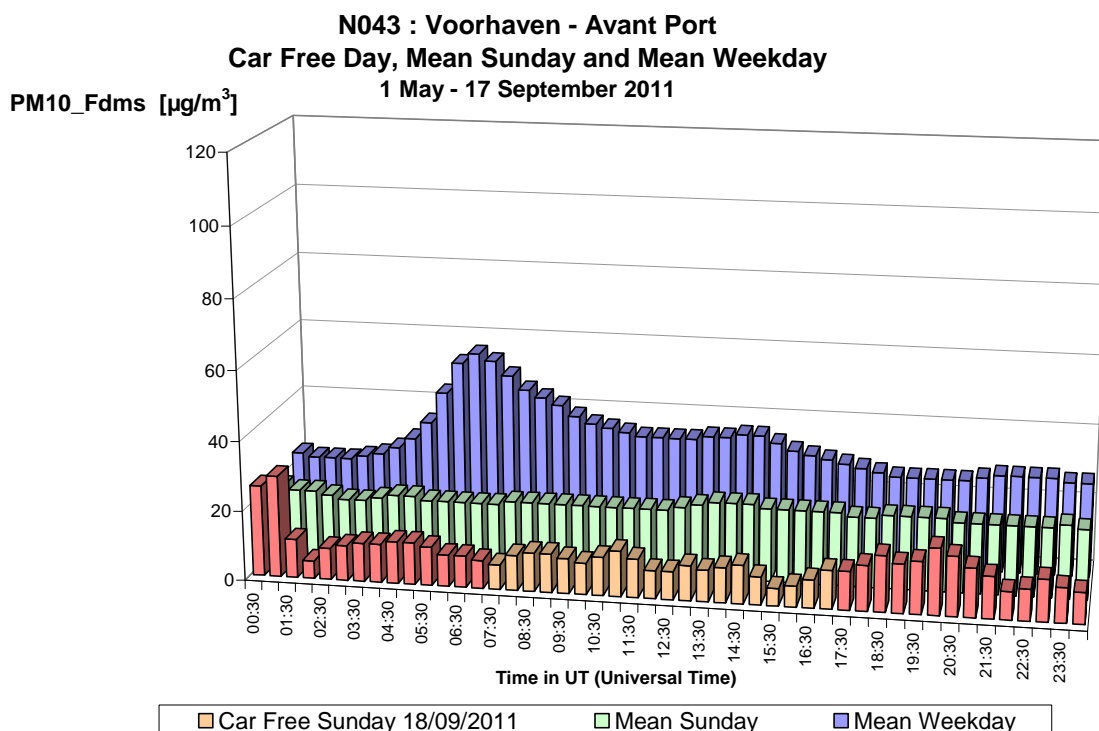


Fig. 6.9.c: Voorhaven – PM10_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

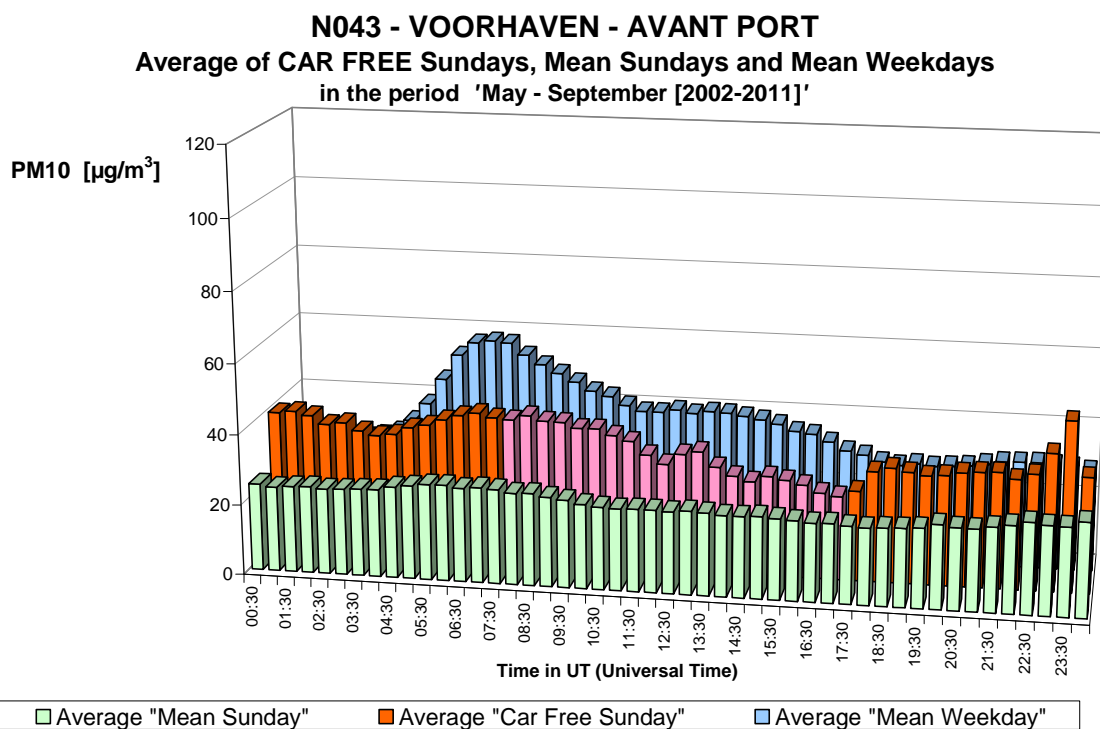


Fig. 6.9.d: Voorhaven – PM10_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag uit de periodes ‘mei – september 2002-2011’, voor het gemiddelde van de autoluwe zondagen [2002-2011] en voor de gemiddelde werkdag uit de periodes ‘mei – september [2002-2011]’

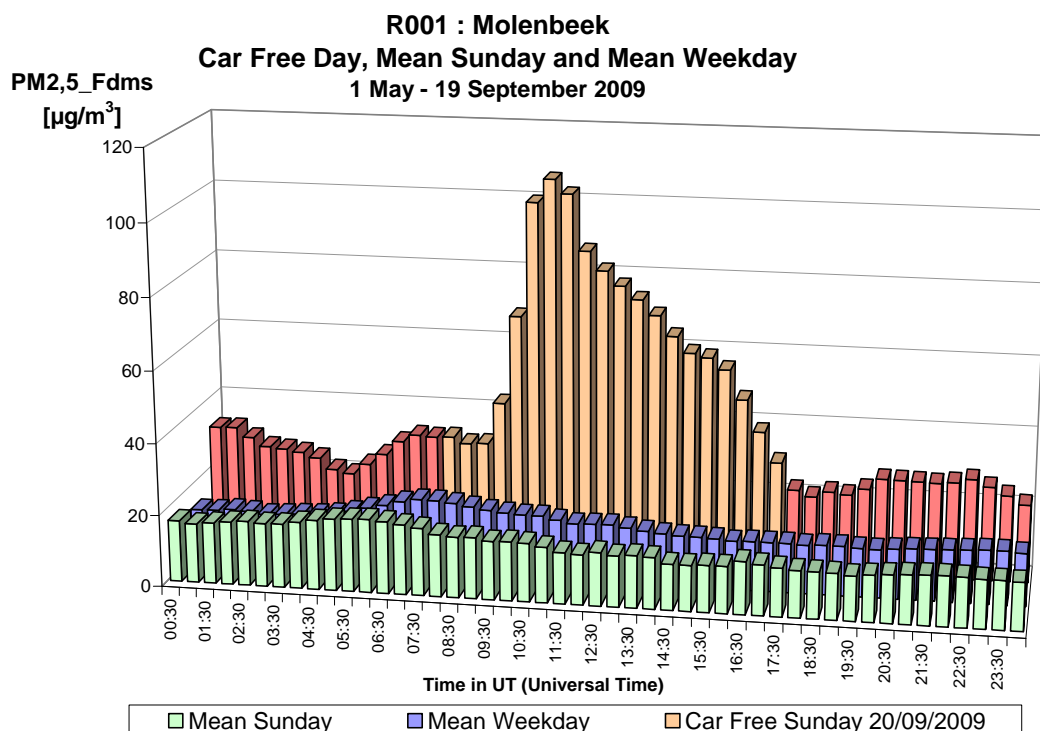


Fig. 6.10.a: Molenbeek – PM2.5_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’ en tijdens de autoluwe zondag 2009

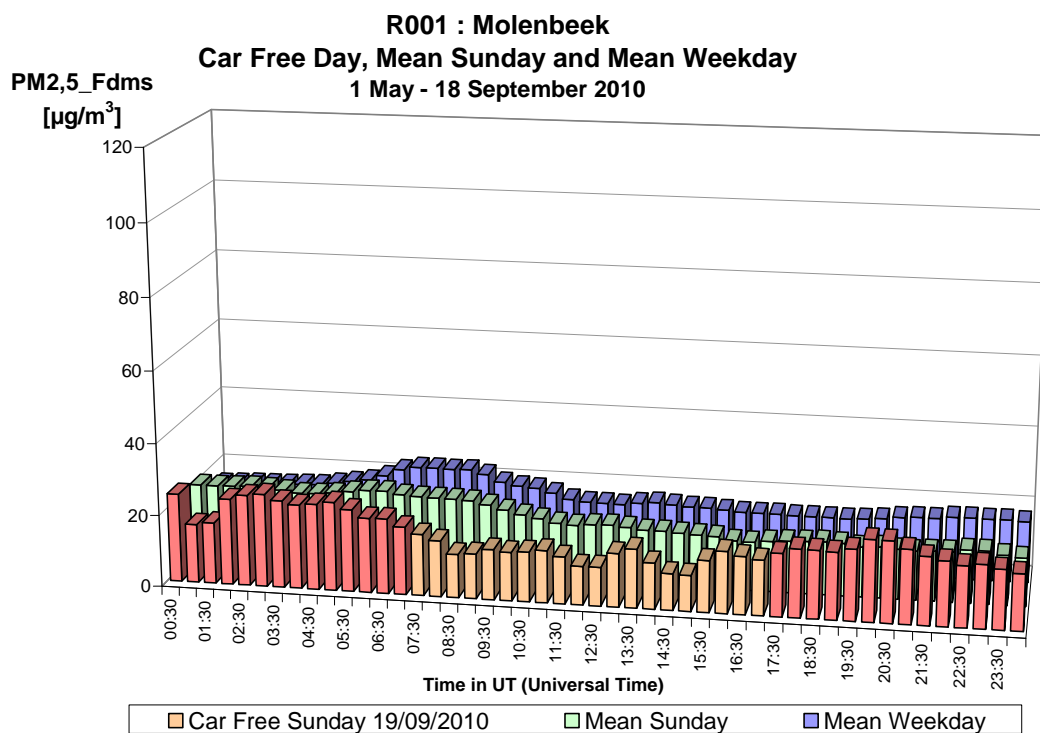


Fig. 6.10.b: Molenbeek – PM2.5_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

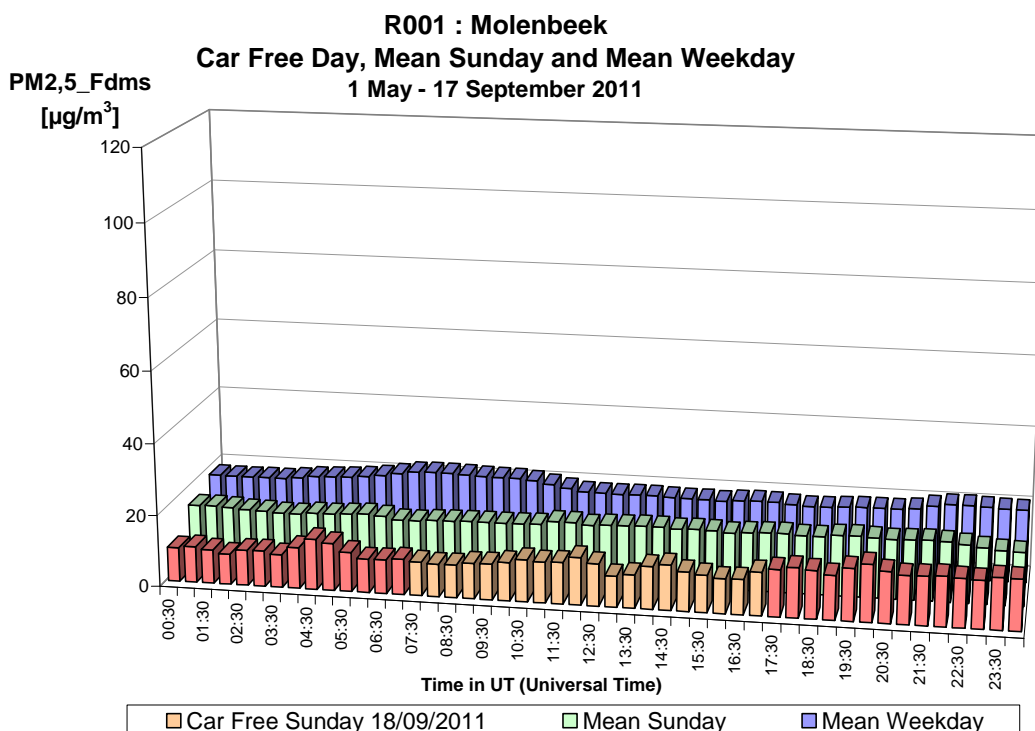


Fig. 6.10.c: Molenbeek – PM2.5_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

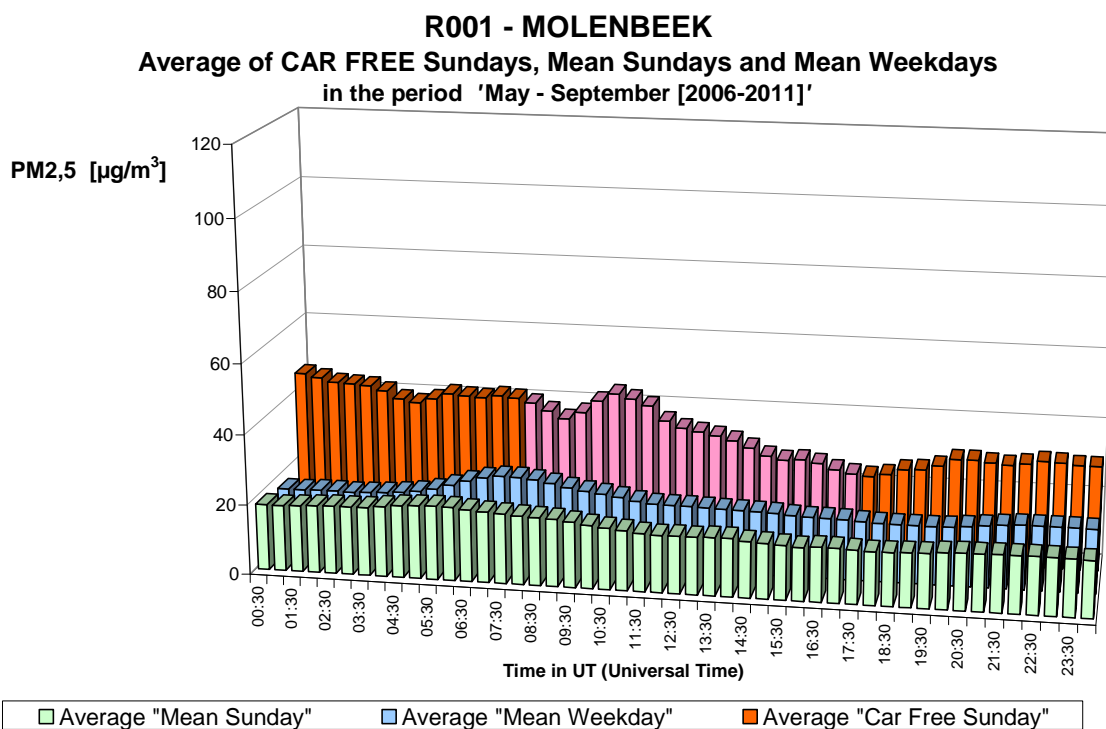


Fig. 6.10.d: Molenbeek – PM2.5_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor gemiddelde zondag uit de periodes ‘mei – september 2006-2011’, de autoluwe zondagen [2006-2011] en de gemiddelde werkdag uit de periodes ‘mei – september [2006-2011]’

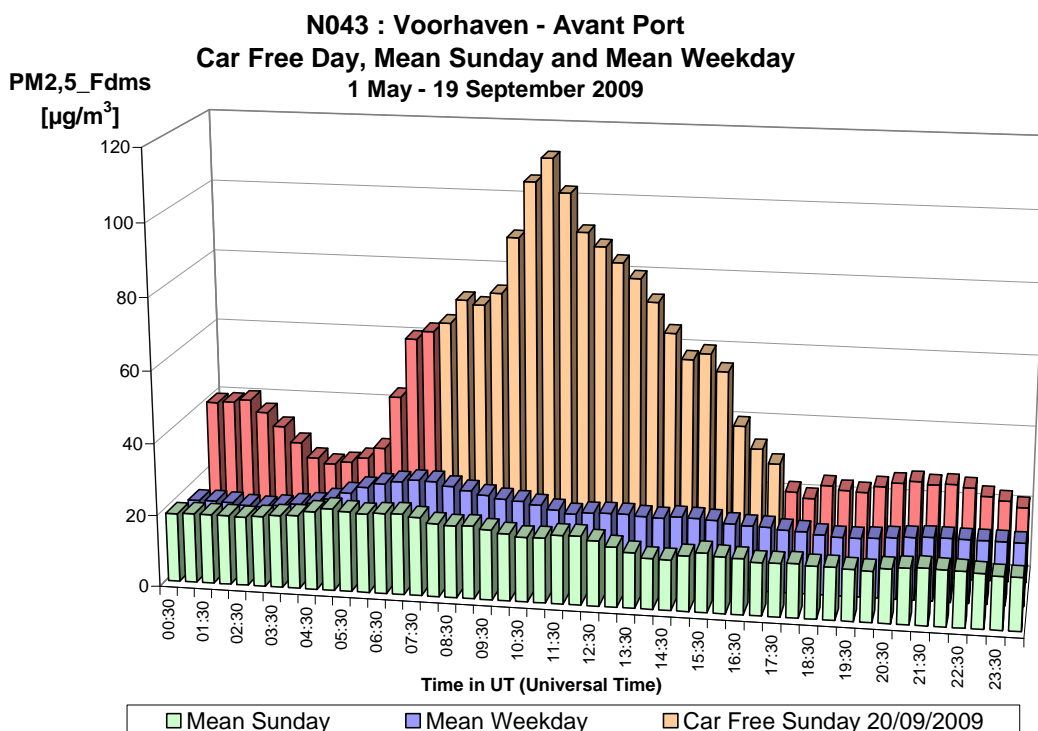


Fig. 6.11.a: Voorhaven – PM2.5_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’ en tijdens de autoluwe zondag 2009

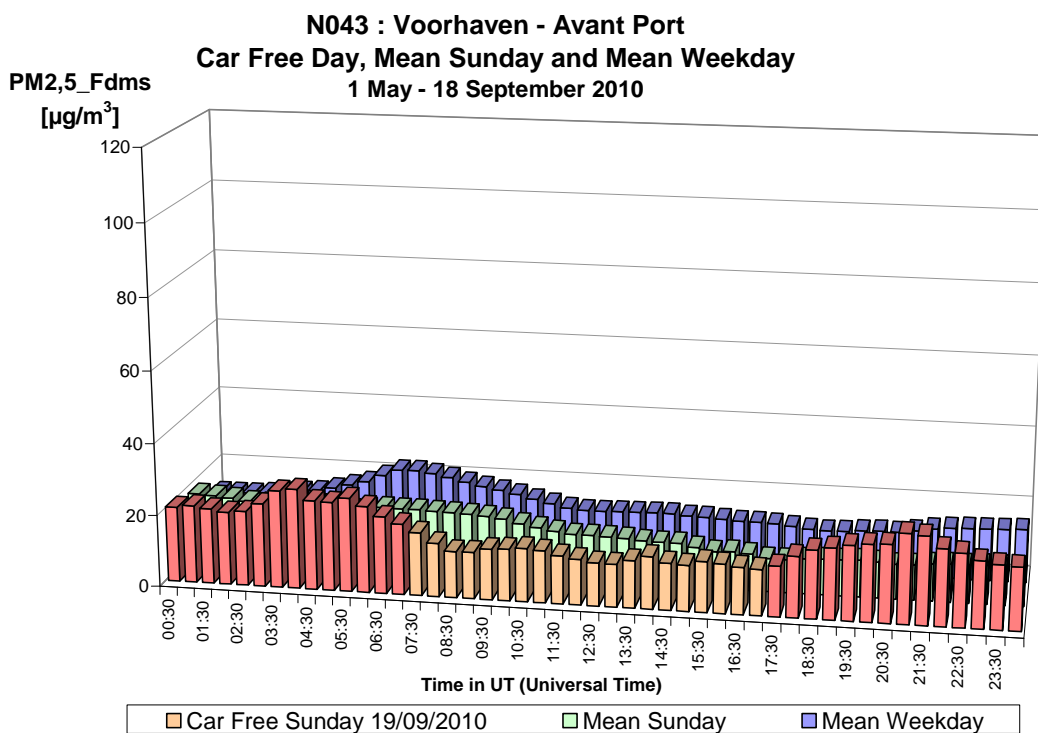


Fig. 6.11.b: Voorhaven – PM2.5_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

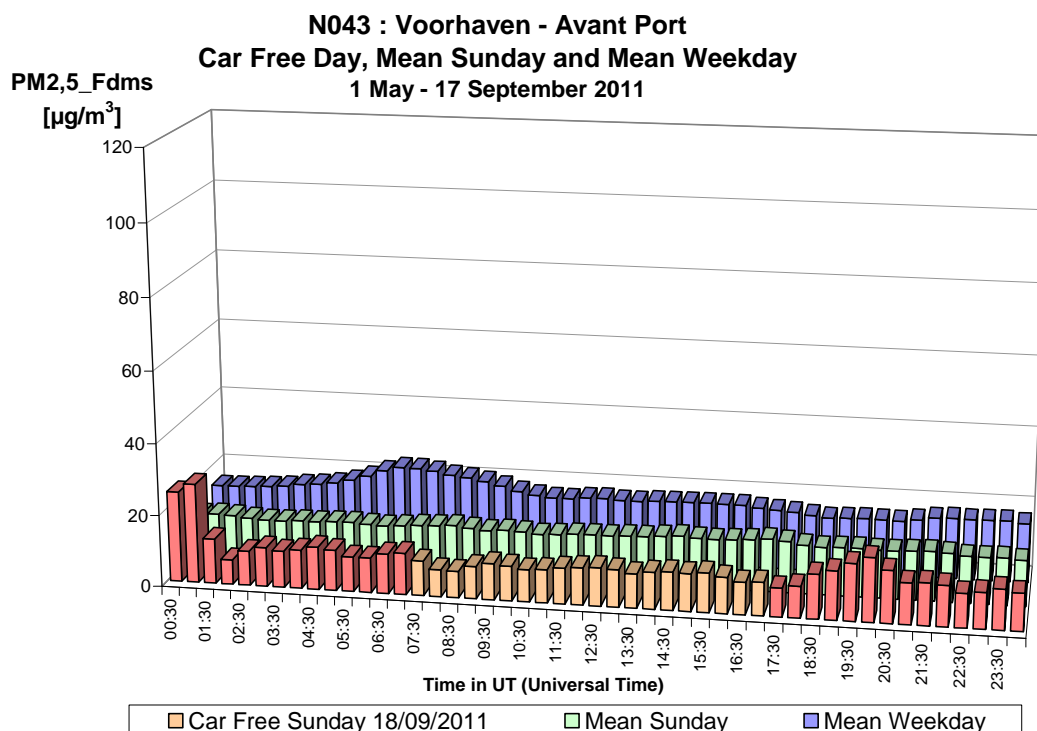


Fig. 6.11.c: Voorhaven – PM2.5_Fdms – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

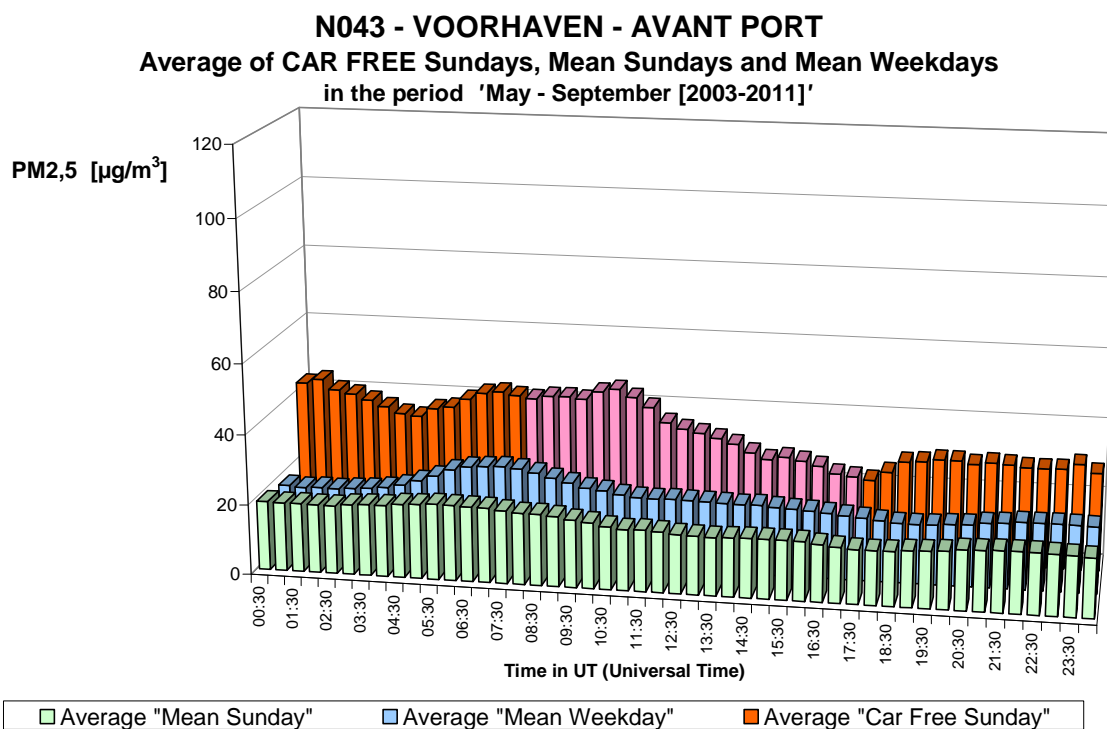


Fig. 6.11.d: Voorhaven – PM2.5_Fdms – Gemiddeld dagverloop voor de gemiddelde zondag uit de periodes ‘mei –september 2006-2011’, de autoluwe zondagen [2006-2011] en de gemiddelde werkdag uit de periodes ‘mei – september [2006-2011]’

CO₂: voor de meetpost in de Kroonlaan wordt het CO₂-dagverloop van de autoluwe zondagen weergegeven in de grafieken van figuur 6.12. Tijdens de sperperiode voor het verkeer, voornamelijk tussen 09.00 en 17.00 h UT wordt een lichte daling (enkele ppm) van de CO₂-concentratie waargenomen. De basisconcentratie voor CO₂ 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.

Tijdens de ochtend van de autoluwe zondag van 2009 zijn er wegens de meteorologische omstandigheden reeds hoge CO₂-concentraties aanwezig. Bij het verdwijnen van de inversie dalen de CO₂-concentraties meteen. Voor de beide andere autoluwe zondagen daalt de CO₂-concentratie lichtjes bij het begin van de autoluwe periode. In de drie gevallen wordt op het einde van de sperperiode voor het verkeer een lichte toename van de CO₂-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 CO₂-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 2011 bemerkt men een lichte daling van de CO₂-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 2011 werd reeds voor de tiende 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 tien tot dusver georganiseerde autoluwe zondagen en de resultaten van de individuele autoluwe zondagen.

Voor de deeltjesfractie PM₁₀ en PM_{2.5} is er niet noodzakelijk overeenstemming tussen het beeld bekomen voor een individuele autoluwe zondag en het gemiddelde van de autoluwe zondagen. In het verleden zijn er immers enkele autoluwe zondagen geweest (2003, 2006 en 2009) met opvallend hoge concentraties voor zowel PM₁₀ als PM_{2.5}.

Nochtans kan duidelijk gesteld worden dat de sperperiode voor het verkeer leidt tot een algemene vermindering van de NO₂-concentratie over alle meetposten van het Gewest en dit is een zeer hoopvolle bevinding.

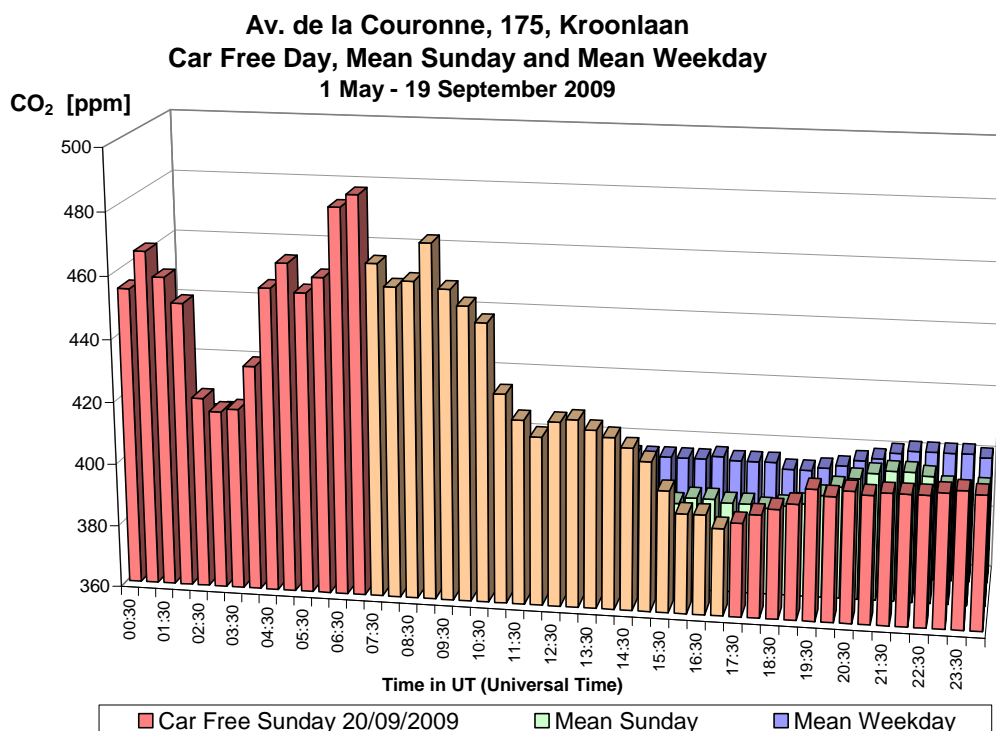


Fig. 6.12.a: Elsene-Kroonlaan – CO₂ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2009 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’

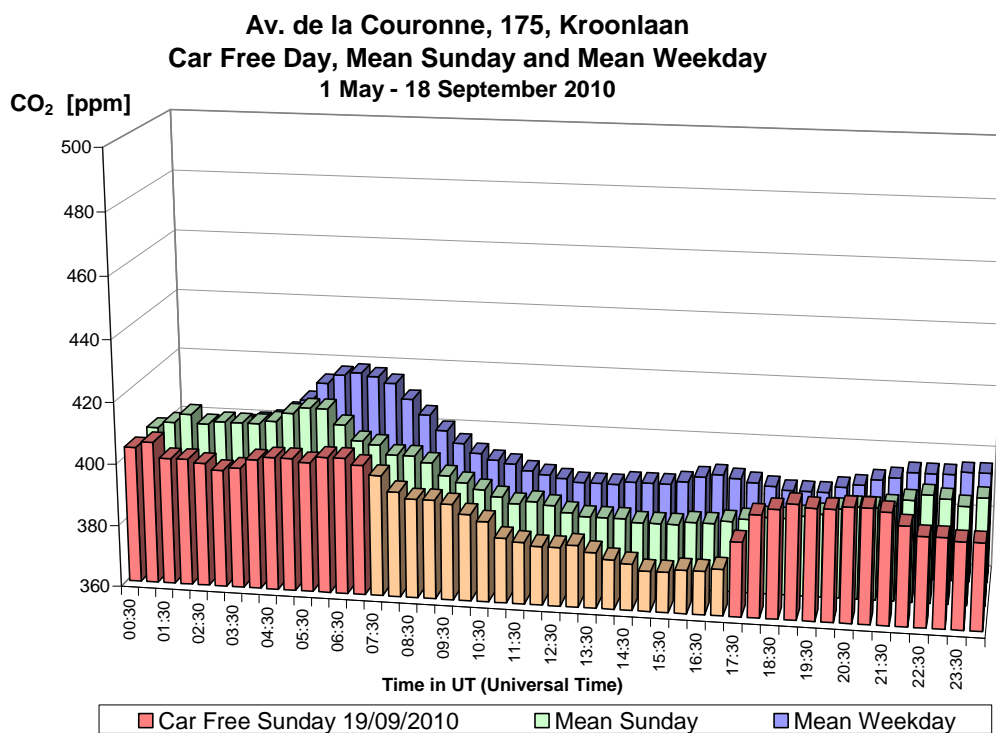


Fig. 6.12.b: Elsene-Kroonlaan – CO₂ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

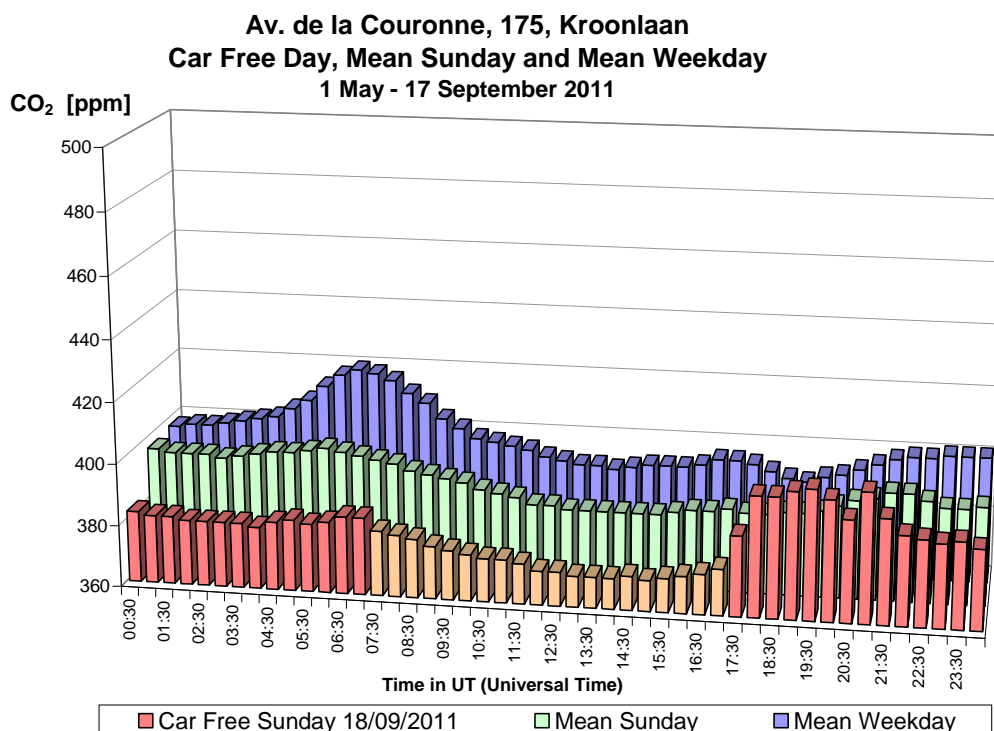


Fig. 6.12.c: Elsene-Kroonlaan – CO₂ – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode 'mei – september 2011'

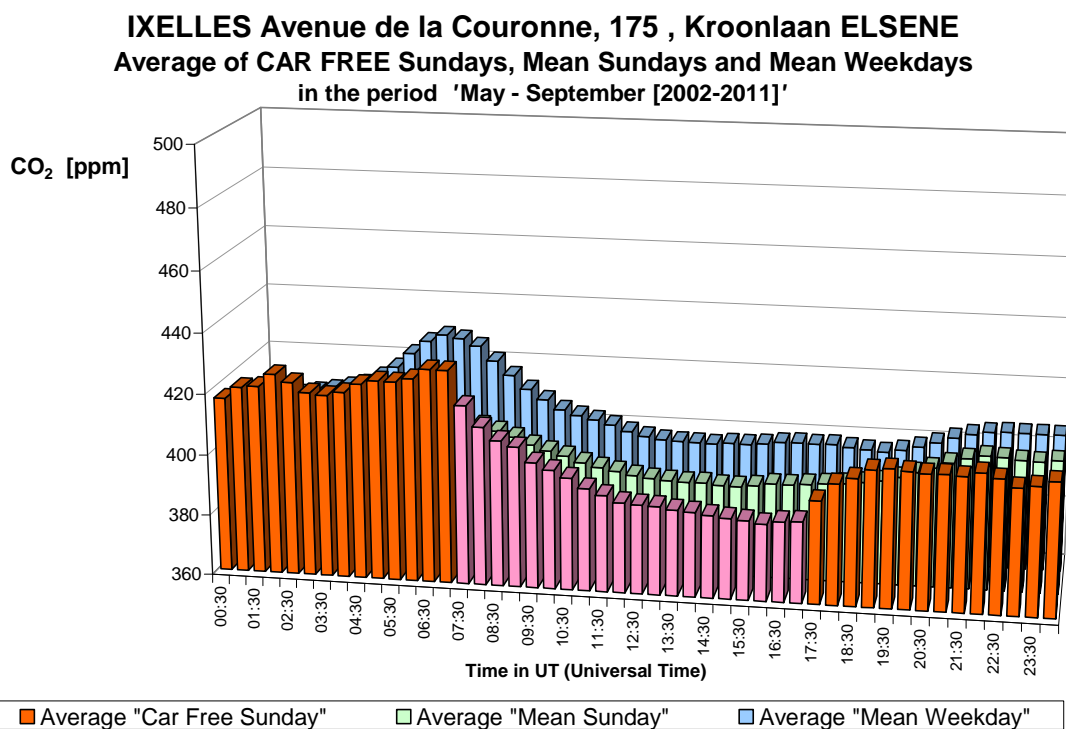


Fig. 6.12.d: Elsene-Kroonlaan – CO₂ – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2002-2011] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes 'mei – september [2002-2011]'

Black Carbon: voor de meetpost te Woluwe wordt het dagverloop voor Black Carbon van de autoluwe zondagen weergegeven in de grafieken van figuur 6.13.

Voor de autoluwe zondag van 2009 waren er hoge concentraties Black Carbon tijdens de ochtend. Bij het verdwijnen van de ochtendinversie verminderden de concentraties. In tegenstelling tot PM10 en PM2.5 daalden de Black Carbon concentraties verder tijdens de autoluwe periode. Er werd een plotse toename van de concentratie vastgesteld op het einde van de autoluwe periode. Voor de autoluwe zondagen van 2010 en 2011 werd een lichte daling van de concentratie vastgesteld tijdens de sperperiode en een licht afname bij het begin en een lichte toename van de concentratie bij de terugkeer van het verkeer.

Voor Black Carbon hebben we tot dusver gegevens over drie jaarperiodes. Meer gegevens zijn nodig om te kunnen vaststellen of de observaties een significante trend aangeven.

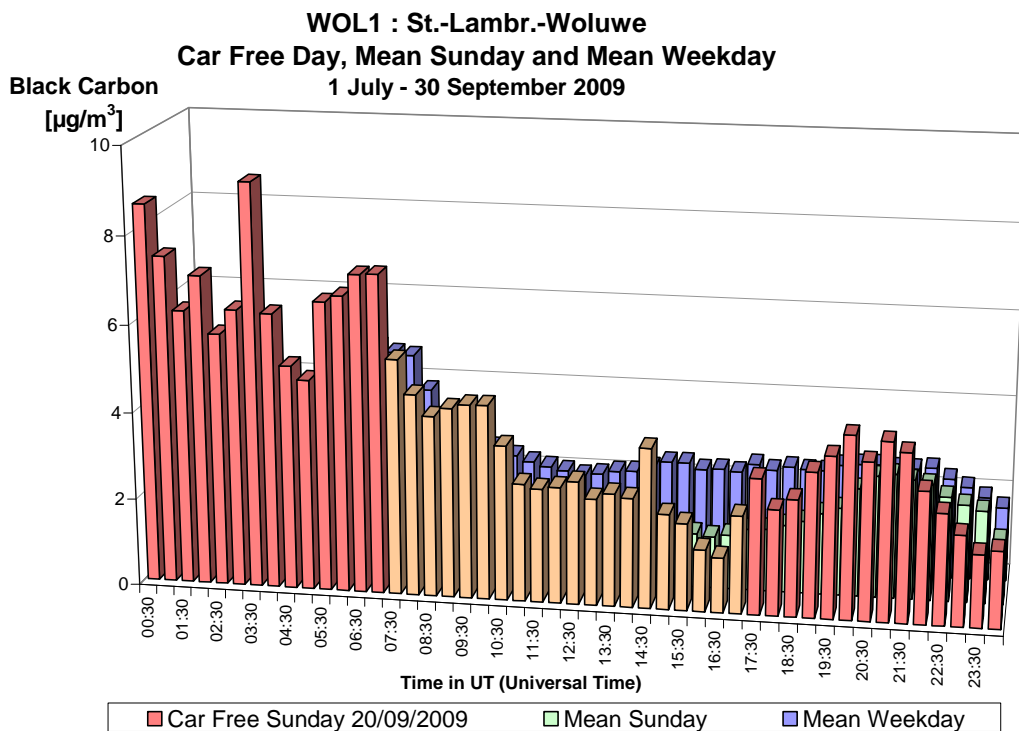


Fig. 6.13.a: Woluwe – Black Carbon – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2009 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2009’

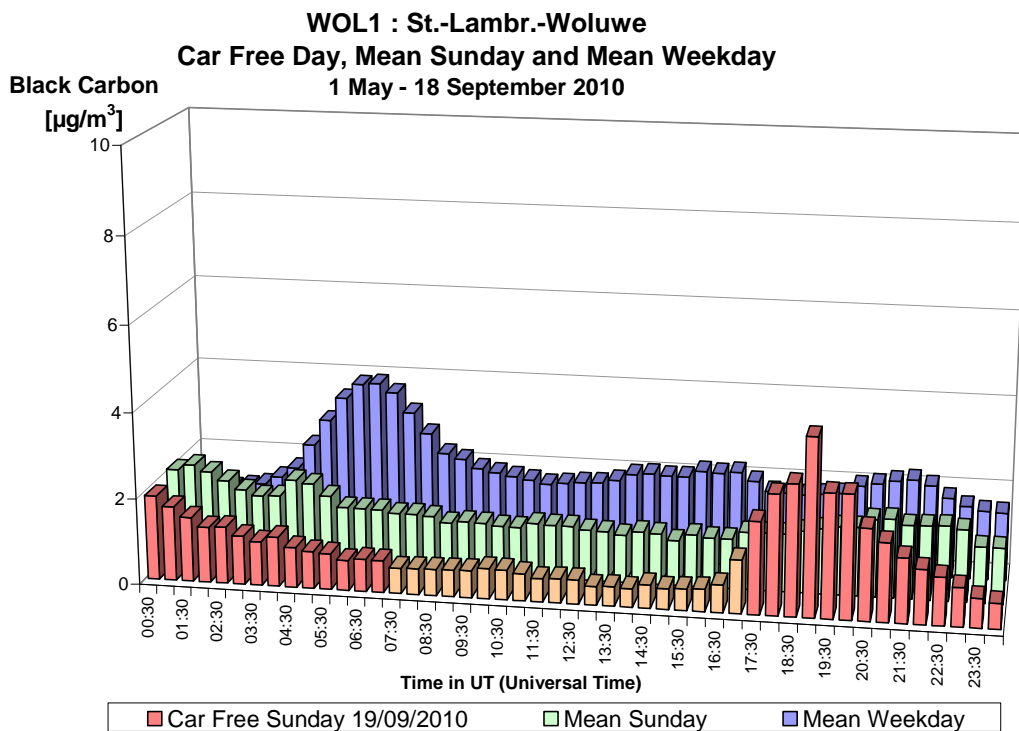


Fig. 6.13.b: Woluwe – Black Carbon – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2010 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2010’

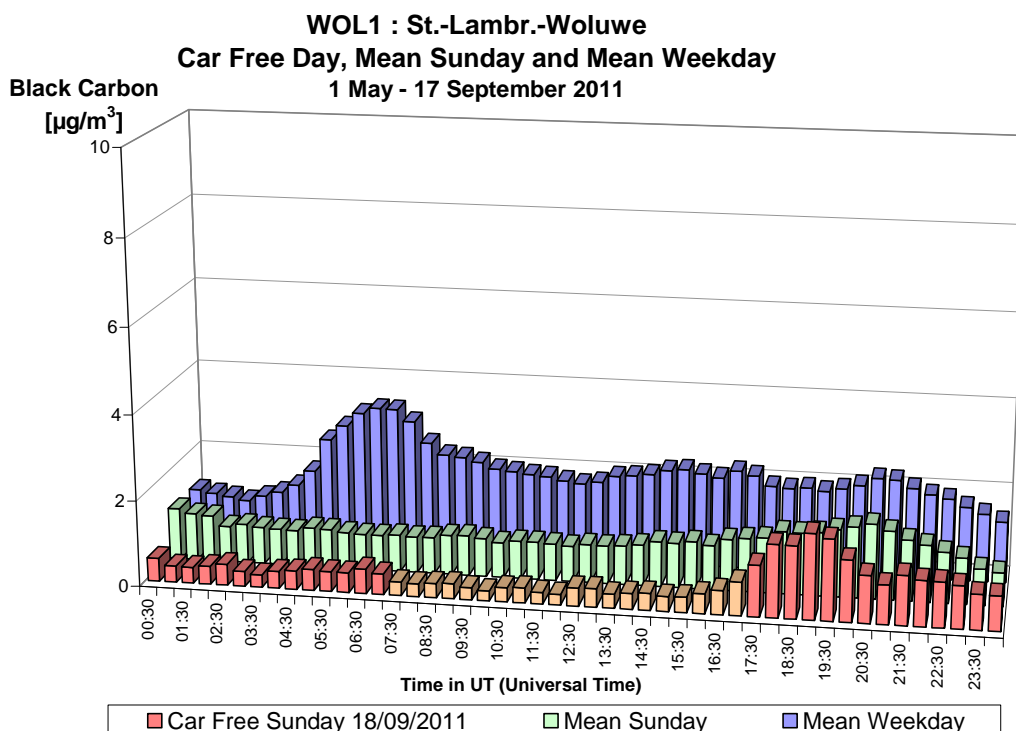


Fig. 6.13.c: Woluwe – Black Carbon – Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag 2011 en tijdens een gemiddelde zondag en werkdag uit de periode ‘mei – september 2011’

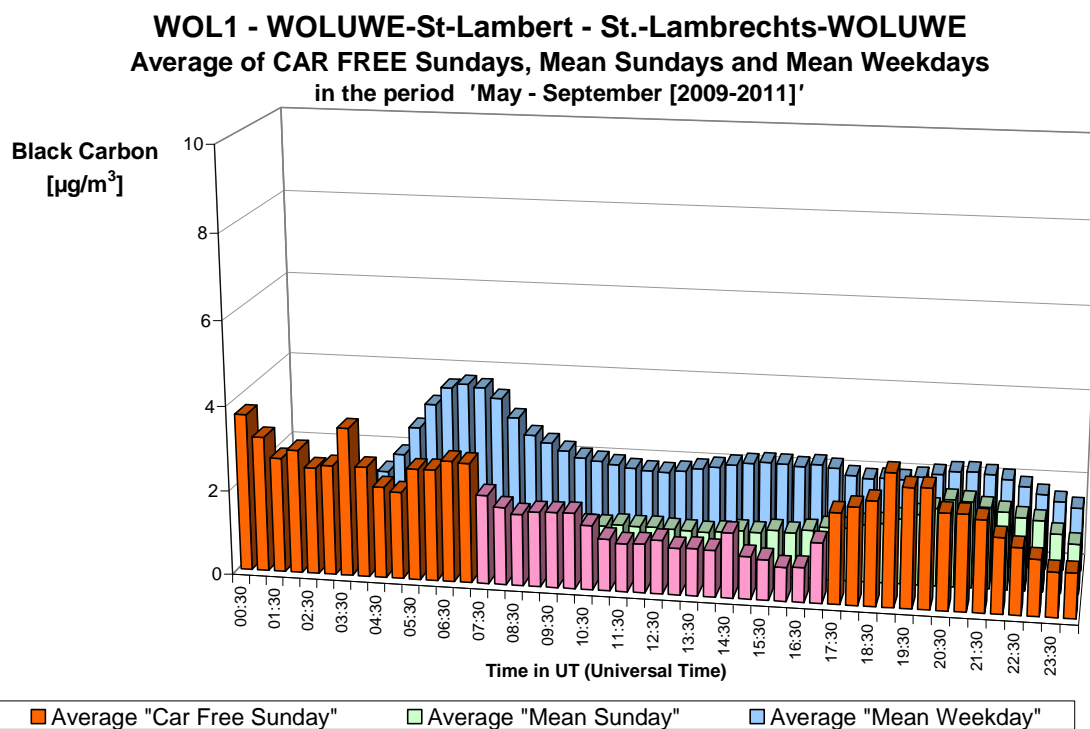


Fig. 6.13.d: Woluwe – Black Carbon – Gemiddeld dagverloop voor de autoluwe zondagen [2009-2011] en de gemiddelde zondag en werkdag uit de periodes ‘mei – september [2009-2011]’

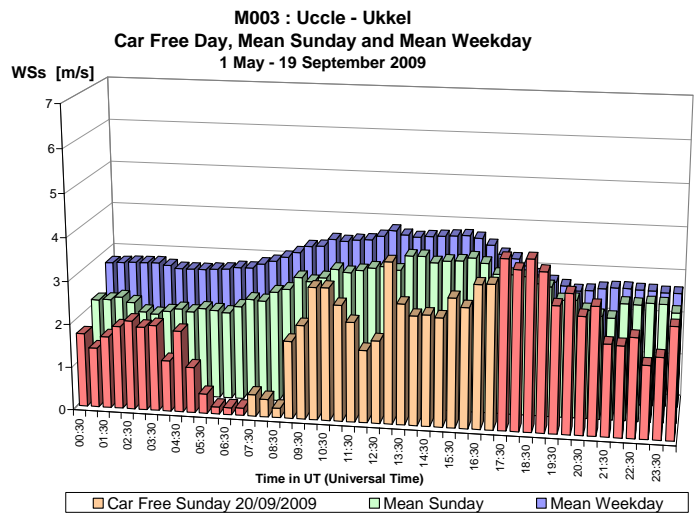
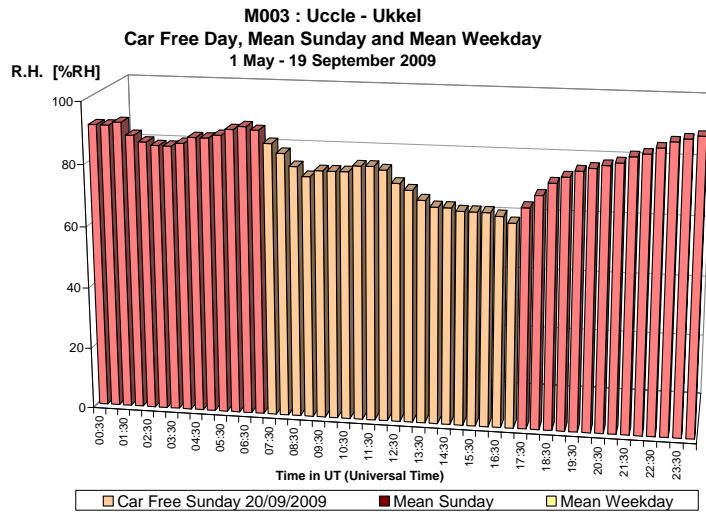
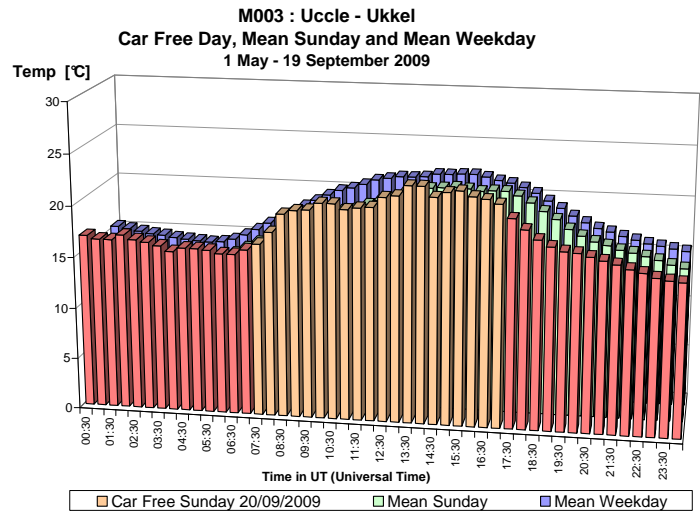


Fig. 6.14: Autoluwe zondag 20 september 2009 – verloop temperatuur, vochtigheid en windsnelheid

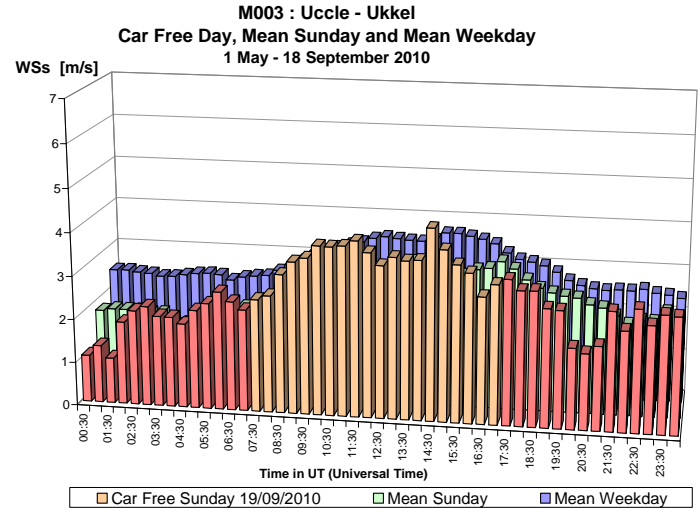
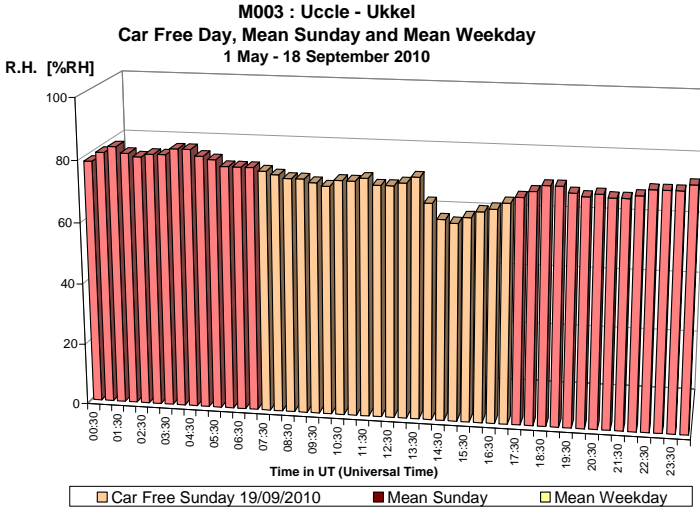
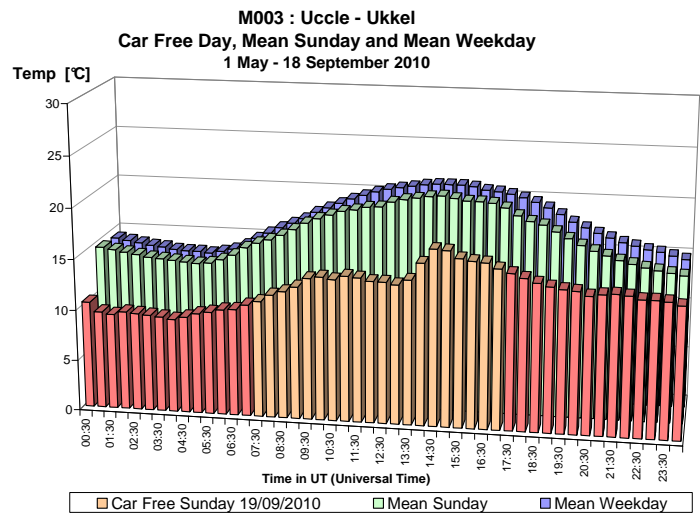


Fig. 6.15: Autoluwe zondag 19 september 2010 – verloop temperatuur, vochtigheid en windsnelheid

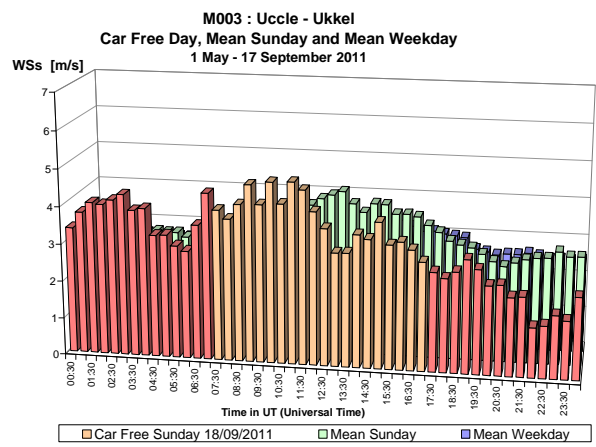
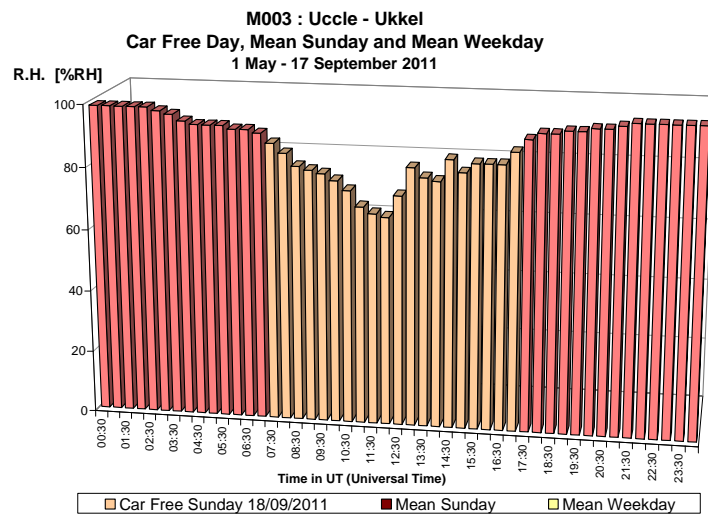
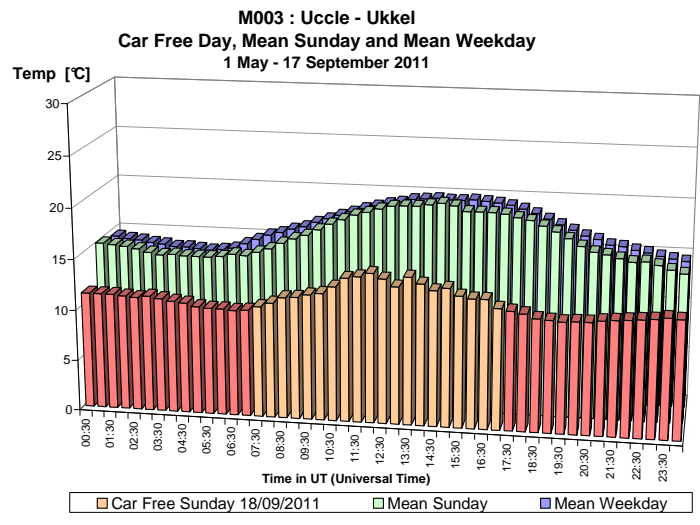


Fig. 6.16: Autoluwe zondag 18 september 2011 – verloop temperatuur, vochtigheid en windsnelheid

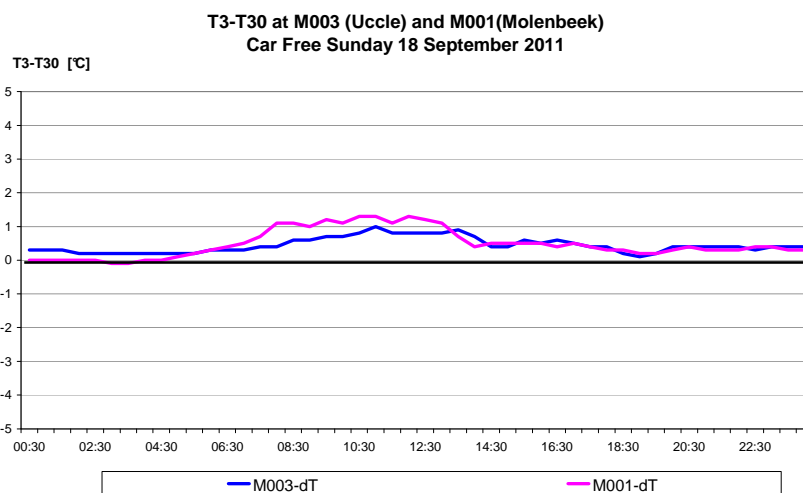
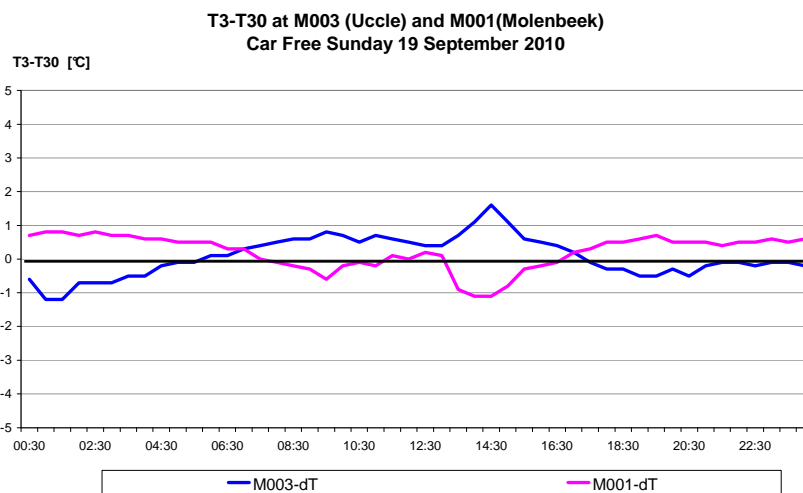
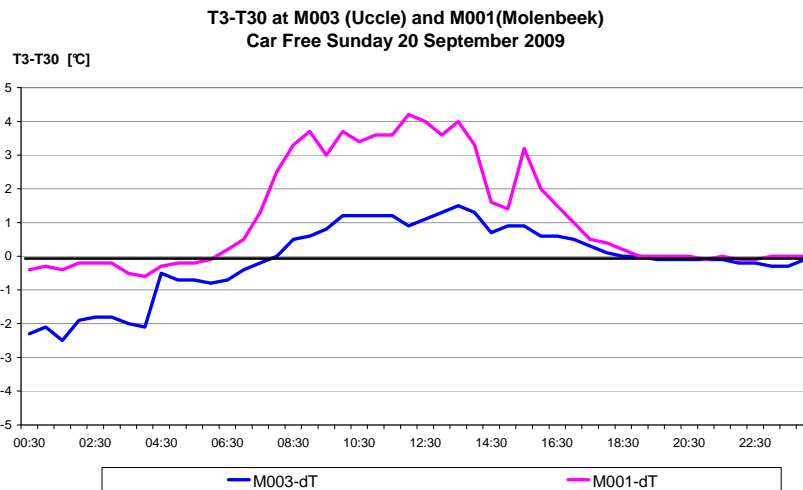


Fig. 6.17: Ukkel en Molenbeek - Temperatuurverschil tussen 3 en 30 m hoogte (T3-T30)
Autoluwe zondagen van 2009, 2010 en 2011 – [negatieve waarde ≡ grondinversie]

7. Samenvatting

De luchtkwaliteit te Brussel wordt reeds sedert het einde van de jaren '60 op permanente wijze gevolgd. Aanvankelijk gebeurde dit enkel voor *zwaveldioxide* en *zwarte rook*. Met de uitbouw van het telemetrisch meetnet voor luchtpollutie zijn er vanaf 1981 gegevens in reële tijd beschikbaar voor o.m. *zwaveldioxide*, *stikstofmonoxide*, *stikstofdioxide*, *ozon* en *zwevende deeltjes*. Daarnaast worden sedert 1973 metingen verricht naar het *loodgehalte* in de lucht, sedert 1989 naar het gehalte *BTX* en sedert 1997 naar de aanwezigheid van *PAK*. Metingen voor *PM10* en *PM2.5* werden respectievelijk opgestart in 1996 en 2000, voor de bepaling van de *aantallen deeltjes* (31 klassen in het bereik van 0,25 tot 32 µm diameter) vanaf 2008 en voor *Black Carbon* vanaf 2009.

Sinds begin 1994 worden de meetsystemen, ter controle van de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, uitgebaut door het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM-LMO).

7.1 Evolutie normen

De geldende normen zijn vastgelegd in de richtlijnen 2008/50/EG en 2004/107/EG. De richtlijn 2008/50/EG legt de algemene principes vast en geeft de na te streven doelstellingen op betreffende de aanwezigheid van *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide*, *PM10*, *PM2.5*, *lood*, *ozon*, *benzeen* en *CO* in de omgevingslucht. De richtlijn 2004/107/EG betreft *arsen*, *cadmium*, *kwik*, *nikkel* en *polyaromatische koolwaterstoffen*. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd de richtlijn 2008/50/EG omgezet door de ordonnantie en een uitvoeringsbesluit van 10 februari 2011.

Historiek: in 1964 werd in België een eerste wet uitgevaardigd betreffende de luchtkwaliteit. Tussen 1980 en 1992 werden er op Europees niveau een aantal richtlijnen uitgevaardigd over *SO₂*, *zwarte rook*, *NO₂*, *lood* en *ozon*. Een bijzondere mijlpaal vormt de kaderrichtlijn 1996/62/EG inzake de luchtkwaliteit. Deze richtlijn houdt o.m. een verplichting in tot vastlegging van de concentraties van een aantal prioritair beschouwde pollutanten in de omgevingslucht: *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide*, *fijne deeltjes* zoals roet (inclusief *PM10*), *zwevende deeltjes*, *lood*, *ozon*, *benzeen*, *koolmonoxide*, *polyaromatische koolwaterstoffen*, *cadmium*, *arsen*, *nikkel* en *kwik*. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd deze richtlijn omgezet door de ordonnantie van 25 maart 1999, thans gewijzigd door de ordonnantie van 10 februari 2011.

Volgend op de kaderrichtlijn werd in de loop van het jaar 1999 een eerste dochterrichtlijn (1999/30/EG) uitgevaardigd betreffende de **grenswaarden** voor *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide* en *stikstofoxiden*, *zwevende deeltjes* (*PM10*-fractie) en *lood* in de lucht. Op 28 juni 2001 werd deze richtlijn omgezet in een besluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Op 16 november 2000 werd een tweede dochterrichtlijn (2000/69/EG) aangenomen ter bepaling van de **grenswaarden** voor *benzeen* en *koolmonoxide*. Deze richtlijn werd op 5 juli 2001 omgezet in een besluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Een derde dochterrichtlijn (2002/3/EG) voor *ozon* werd op 12 februari 2002 door de Europese Commissie uitgevaardigd. Deze richtlijn werd op 18 april 2002 omgezet in een besluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Voor *ozon* worden **streefwaarden** bepaald.

Een vierde dochterrichtlijn (2004/107/EG) betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polyaromatische koolwaterstoffen, werd op 15 december 2004 gepubliceerd. Deze richtlijn bepaalt **streefwaarden** voor arseen, cadmium, nikkel en benzo(a)pyreen. Deze richtlijn werd op 25 oktober 2007 omgezet in een besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering.

Op 21 mei 2008 werd de thans van kracht zijnde richtlijn 2008/50/EG afgekondigd. Deze richtlijn voorziet in de integratie, in één enkele richtlijn, van de kaderrichtlijn 1996/62/EG en van de eerste drie dochterrichtlijnen (1999/30/EG, 2000/69/EG en 2002/3/EG). De voornaamste wijziging betreft de opname van een doelstelling voor de PM2.5-deeltjesfractie. Een werkgroep is belast met het uitwerken van een voorstel tegen einde 2013, voor een eventuele herziening (aanvulling) van deze richtlijn.

De richtlijnen 2008/50/EG en 2004/107/EG bepalen o.m. voor elke betrokken pollutant specifieke doelstellingen waaraan de luchtkwaliteit tegen 1 januari 2005, 1 januari 2010, 2013 of 2015 dient te voldoen. De doelstellingen van de huidige reglementering en de limietwaarden uit een nog oudere reglementering worden nader toegelicht in *hoofdstuk 3 (Normen – EG-richtlijnen)*.

Grenswaarden zijn wettelijk afdwingbare normwaarden. Ze worden opgelegd ter *bescherming van de volksgezondheid*. Grenswaarden zijn afgekondigd voor zwaveldioxide, stikstofdioxide, PM10, koolmonoxide en benzeen.

Streefwaarden dienen zo goed mogelijk, binnen de vooropgestelde periode, gerespecteerd te worden. Ze worden eveneens opgelegd ter bescherming van de volksgezondheid. Streefwaarden werden opgelegd voor PM2.5, ozon, arseen, cadmium, nikkel en polyaromatische koolwaterstoffen.

De permanente opvolging van de luchtkwaliteit is nadrukkelijk voorzien in de EG-richtlijnen. Ze is bovendien noodzakelijk omwille van het “**dynamische karakter**” van het fenomeen *luchtvervuiling*. De voornaamste parameters, verantwoordelijk voor de snelle en intens wisselende concentraties in de omgevingslucht, worden toegelicht in *hoofdstuk 2 (Invloed van de meteorologische situatie op de concentratie)*.

7.2 Meetsystemen

Bepaalde van de prioritaire pollutanten worden al gedurende langere tijd in Brussel gemeten en vanaf 1994 werden voorbereidingen getroffen om ook de aanwezigheid van de andere prioritaire pollutanten blijvend te kunnen meten en de ontwikkelingen op wetgevend vlak te volgen (eventueel te anticiperen). In het laboratorium werden nieuwe methoden op punt gesteld en op het terrein werden meetposten opgericht voor de bepaling van de concentraties van verzurende componenten (NH₃, SO₂, HCl), vluchtige organische stoffen (VOS) en polyaromatische koolwaterstoffen (PAK).

Bij de *niet-telemetrische meetnetten* waren er in de periode 2009-2011 vier meetposten voor “*zware metalen*” operationeel. De meetnetten voor polyaromatische koolwaterstoffen (PAK) en voor vluchtige organische stoffen (VOS) telden beide 5 meetposten. Het specifieke meetnet voor benzeen, op basis van passieve bemonstering, telt ongeveer 20 meetpunten. De meetinstallaties ter bewaking van de luchtkwaliteit in de omgeving van de verbrandingsoven, opgestart in 1998, werden eveneens verder uitgebreid.

In de periode 2009-2011 waren in het *telemetrisch meetnet* 10 meetposten operationeel ter controle van de kwaliteit van de omgevingslucht. Tijdens deze periode telde het meetnet 10 meettoestellen voor de bepaling van stikstofoxiden (NO, NO₂ en NO_x), 7 toestellen voor SO₂, 7 toestellen voor CO, 7 toestellen voor O₃, 6 toestellen ter bepaling van het gehalte PM10-deeltjes, 5 toestellen voor PM2.5-deeltjes, 3 apparaten voor CO₂-metingen en 2 BTX-systemen. Volgens de EG-regelgeving zijn er, in agglomeraties van ca. 1 miljoen inwoners, 4 meetplaatsen verplicht voor elke gereguleerde pollutant, behalve voor de PM2.5-deeltjes, waarvoor 2 meetposten volstaan.

In de loop van 2008 werd op de meetpost te Woluwe een eerste apparaat in gebruik genomen voor de bepaling van het aantal deeltjes. Het aantal deeltjes wordt bepaald voor 31 verschillende klassen van deeltjesgrootte in het bereik van 0,25 µm tot 32 µm. In 2009 werd een tweede toestel opgestart in de meetpost te Molenbeek. In 2009, 2010 en 2011 werd er telkens één “Black Carbon” apparaat in gebruik genomen, respectievelijk in de meetposten te Woluwe, Molenbeek en de Kroonlaan te Elsene. Met deze metingen wordt gepoogd het gehalte zwarte roetdeeltjes in de omgevingslucht te bepalen.

Daarnaast ontvangt het laboratorium op regelmatige basis de meetresultaten van de meetpost van Electrabel, gelegen te Vorst (NO en NO₂ in de omgevingslucht) en staat het ook in voor de uitbating van twee meetposten van het Brussel-Mobiliteit, ter controle van de luchtkwaliteit in de Leopold II tunnel (NO, NO₂ en CO).

Meer gedetailleerde informatie aangaande de configuratie van de meetnetten wordt gegeven in *hoofdstuk 1 (Voornaamste pollutanten en meetprogramma)* of is te vinden bij de bespreking van de resultaten van de individuele componenten (*hoofdstuk 4 – Evaluatie Meetresultaten*).

7.3 Informatie

De resultaten van het telemetrisch meetnet worden sedert 1989 via een dagelijkse telefonische boodschap medegedeeld. Sedert medio 1996 wordt de boodschap aangevuld met een index van de algemene luchtkwaliteit.

De website van het BIM “www.ibgebim.be” en de links met de website van de interregionale cel (drie gewesten) voor leefmilieu “www.irceline.be” geven de geïnteresseerde gebruiker toegang tot de meest recente meetgegevens (SO₂, NO₂, O₃, CO, PM10, PM2.5, benzeen en Black Carbon) of tot een historiek van afgeleide gegevens zoals b.v. de index van de algemene luchtkwaliteit, het aantal overschrijdingen van de grenswaarden (NO₂, PM10) of de streefwaarden (O₃), etc... .

Het blijft evenwel nuttig en noodzakelijk om na verloop van tijd de massa aan gegevens globaal te evalueren en ze op een overzichtelijke wijze voor te stellen aan de hand van relevante statistische gegevens. In opvolging van de BIM-rapporten “*Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 1994-1996, 1997-1999, 2000-2002, 2003-2005 en 2006-2008*”, geeft huidig rapport een overzicht van de meetresultaten voor de periode 2009-2011. De concentraties gemeten in de verschillende types stadsomgeving (verkeer, residentieel of industriële as) worden met elkaar vergeleken en, waar mogelijk, wordt de trend over langere termijn weergegeven.

De studie van de luchtvervuiling in een grootstad vertoont een aantal zeer interessante aspecten. Naast de controle op de naleving van de wettelijke normen kunnen, meer algemeen, verschillen vastgesteld worden in de gemiddelde concentratieniveaus tussen de seizoenen (winter- en zomerperiode). Afhankelijk van de typische omgeving van de meetposten kunnen bovendien min of meer duidelijke profielen vastgesteld worden in het gemiddelde dag- en weekverloop. Een uitvoerige evaluatie van de meetresultaten van de verschillende polluenten wordt gemaakt in *hoofdstuk 4 (Evaluatie Meetresultaten)*.

7.4 Respecteren van normwaarden

De meetresultaten van de periode 2001 tot 2010 dienden reeds getoetst te worden aan de doelstellingen geformuleerd in de huidige reglementering. De doelstellingen voor de luchtkwaliteit dienden of dienen nochtans pas bereikt te worden tegen de voorziene einddatum: 1 januari 2005, 1 januari 2010, 2013 of 2015.

Voorafgaand aan het in voege treden van de grenswaarde, was er bij de beoordeling van de resultaten, bovenop de grenswaarde, een “overschrijdingsmarge” toegelaten: de initiële marge (meestal 50%) daalde jaar na jaar lineair en diende tot nul herleid te zijn tegen de datum waarop de limietwaarde van kracht werd. Bij overschrijding van de grenswaarde, vermeerderd met de overschrijdingsmarge, dienden de lidstaten acties te ondernemen en plannen op te maken om tegen de einddatum aan de strenge vereisten te kunnen voldoen.

Stikstofdioxide :

Grenswaarde voor het uurgemiddelde: de richtlijn 2008/50/EG legt de NO₂-doelstellingen op waaraan tegen 1 januari 2010 diende voldaan te worden. Op jaarbasis mag de uurwaarde van 200 µg/m³ NO₂ nog hoogstens 18 maal overschreden worden. Op alle meetposten, behalve “Kunst-Wet” wordt probleemloos voldaan aan deze strenge voorwaarde. Een kopie van tabel IV.3 (zie volgende blz.) geeft het aantal overschrijdingen weer van de limietwaarde, vermeerderd met de van toepassing zijnde overschrijdingsmarge.

Grenswaarde voor het jaargemiddelde: een nog veel strengere voorwaarde geldt voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie. Deze mag tegen 1 januari 2010 nog hoogstens 40 µg/m³ bedragen. Deze doelstelling wordt op een aantal meetposten niet gehaald. De verminderde NO_x-uitstoot van het verkeer heeft tijdens de jaren ‘90 geleid tot een duidelijke daling van de NO-concentratie. Een gelijkaardige tendens voor het NO₂-concentratieniveau kan nog niet vastgesteld worden. De NO_x-uitstoot bestaat hoofdzakelijk uit NO, dat in aanwezigheid van luchtzuurstof (traag) of ozon (snel) spontaan tot NO₂ oxideert. Het gevormde NO₂ wordt minder snel uit de atmosfeer verwijderd, waardoor er overal een zekere hoeveelheid NO₂ aanwezig blijft.

Na de invoering van de 3-wegkatalysator voor benzinevoertuigen en mede als gevolg van de verschillende taxatie op benzine en diesel is er een geleidelijke verschuiving opgetreden in de samenstelling van het wagenpark ten voordele van dieselveertuigen. De hogere verhouding NO₂/NO_x in de dieseluutstoot en het ontbreken van “dé-NO_x” systemen op dieselwagens heeft allerminst een positieve bijdrage geleverd voor het oplossen van het NO₂-probleem.

Kopie Tabel IV.3: **AANTAL NO₂-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	--
2009	210	0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	0	--
2010	200	0	1	--	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2011	200	1	0	--	0	0	0	0	0	3	--	0	0

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

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

Het experiment met de autoluwe zondagen (2002 t/m 2011) heeft nochtans aangetoond dat een drastische vermindering van de NO_x-uitstoot (praktisch geen verkeer) vrijwel onmiddellijk een gunstig effect had op de NO₂-concentratie, ook op meetpunten die niet in een verkeersdrukke omgeving gelegen zijn. Dit is een zeer belangrijke vaststelling: indien er in de toekomst, op permanente basis, omvangrijke reducties van de NO_x-emissies zouden gerealiseerd worden (b.v. een dieselpark met “dé-NO_x” systemen of een autopark met geringe NO_x-uitstoot), zal de NO₂-concentratie dalen, waardoor het respecteren van de strenge NO₂-norm voor het jaargemiddelde (< 40 µg/m³) wellicht ook haalbaar wordt in een verkeersdrukke omgeving in de stad.

In een kopie van tabel IV.6 (zie volgende blz.) wordt de jaargemiddelde NO₂-concentratie vergeleken met het niveau van de grenswaarde vermeerderd met de toegelaten overschrijdingsmarge. De resultaten van 2009, 2010 en 2011 dienen vergeleken te worden met, in volgorde, 42, 40 en 40 µg/m³.

Met uitzondering van de meetpunten “Kunst-Wet” (B003 - niet in de tabel) en de “Kroonlaan te Elsene” (R002), die beiden sterk beïnvloed worden door de directe uitstoot van het verkeer, bestaat er een reëel risico op het overschrijden van de limietwaarde (eventueel te vermeerderen met een overschrijdingsmarge), in de meetposten te Molenbeek (R001), Voorhaven (N043), St.-Katelijne (B004), Eastman-Belliard (B005) en St.-Lambr.-Woluwe (WOL1).

Op basis van de huidige kennis kan verwacht worden dat de limietwaarde voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie, namelijk 40 µg/m³ vanaf 2010, ook de komende jaren niet onmiddellijk zal gehaald worden in drie meetposten (Elsene, Molenbeek en Voorhaven) van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In de meetposten te Ukkel, Berchem, het Meudonpark en de meetpost van Electrabel te Vorst zal de limietwaarde normaal zonder enig probleem gerespecteerd blijven. Voor de overige meetposten (St.-Katelijne, het Europees Parlement, Eastman-Belliard en Woluwe) kan nog geen sluitende garantie gegeven worden voor wat betreft de tijdige naleving van de limietwaarde.

Kopie Tabel IV.6: **JAARGEMIDDELTE NO₂-CONCENTRATIE EN OverschrijdingsMARGE**
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER – waarden in µg/m³

	Grenswaarde + Overschrijdingsmarge	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	60	38	53	(50)			30	27	47	36	43	33
2001	58	40	(60)	45	(51)	(47)	33	30	50	38	(50)	(27)
2002	56	43	(54)	46	41	36	30	26	48	35	44	35
2003	54	48	61	47	42	40	36	28	47	40	49	38
2004	52	44	56	42	41	37	31	28	45	37	42	31
2005	50	47	58	42	40	38	32	27	46	32	44	33
2006	48	47	54	--	39	37	29	30	45	31	46	31
2007	46	46	54	--	42	40	30	29	45	31	46	29
2008	44	44	53	41	36	38	28	26	46	35	41	--
2009	42	43	51	42	38	38	28	28	47	34	39	--
2010	40	43	54	43	41	37	30	28	44	(35)	39	32
2011	40	41	50	40	39	33	27	26	44	--	37	31

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

Een kopie van tabel IV.7 op de volgende bladzijde geeft de gemiddelde NO₂-concentratie weer op zaterdag en zondag. In figuur 7.1 wordt, voor enkele meetposten, de evolutie weergegeven van de jaargemiddelde NO₂-concentratie en van de gemiddelde NO₂-concentratie op zaterdag en zondag. Ook op zaterdag is de gemiddelde NO₂-concentratie op meerdere meetposten nog steeds hoger dan 40 µg/m³. Voor de meetpost gelegen in een “canyon street” is de gemiddelde NO₂-concentratie op zondag eveneens hoger dan of gelijk aan 40 µg/m³. Zelfs indien voor alle dagen van het jaar de verkeersuitstoot zou dalen tot het niveau van een gemiddelde zaterdag, dan nog is de doelstelling voor de jaargemiddelde NO₂-concentratie voorlopig niet overal haalbaar.

Een verdere, aanzienlijke daling van de NO_x-uitstoot – te bereiken (tegen 2020 ?) in het kader van een nieuwe Europese richtlijn die de toekomstige emissieplafonds voor NO_x zal vastleggen – is absoluut noodzakelijk om aan de limietwaarde voor NO₂ (jaargemiddelde NO₂ < 40 µg/m³) te kunnen voldoen. Het probleem met het naleven van deze norm stelt zich niet enkel in Brussel, maar is algemeen voor een verkeersdrukke omgeving in een grootstad (West-Europa).

Kopie Tabel IV.7: **GEMIDDELDE NO₂-Concentratie [µg/m³]
op ZATERDAGEN en ZONDAGEN**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
Berekening op basis van HALFUURSWAARDEN

Zaterdag	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2006	44	48	--	35	33	26	28	36	26	41	29
2007	43	50	--	38	34	27	26	37	27	40	26
2008	38	48	37	29	30	22	21	35	27	33	--
2009	39	47	40	34	33	25	25	39	29	35	--
2010	38	48	39	33	30	24	22	34	(28)	33	27
2011	39	46	37	34	29	25	23	37	--	33	29

Zondagen	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2006	36	42	--	29	27	21	24	29	22	33	24
2007	36	43	--	32	28	23	22	30	24	34	23
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29	--
2009	32	37	32	28	28	19	20	30	23	28	--
2010	33	42	34	31	28	21	21	28	(24)	31	26
2011	32	39	31	30	24	20	20	30	--	28	24

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

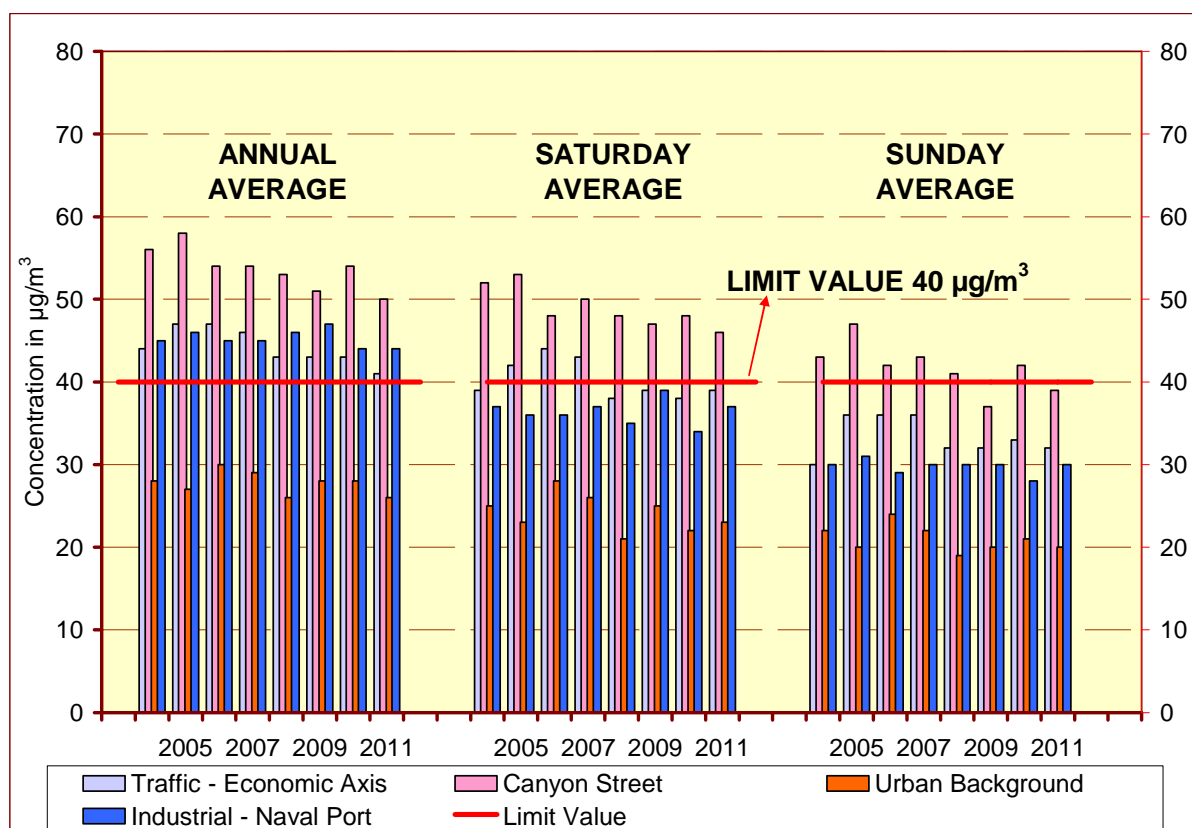


Fig. 7.1: NO₂- Jaargemiddelde concentratie en gemiddelde concentratie op zaterdagen en zondagen. Periode: Kalenderjaren 2004 – 2011

Ozon :

Streefwaarde gezondheid: de richtlijn 2008/50/EG voorziet dat er, op elke meetplaats, vanaf het jaar 2010 per kalenderjaar nog hoogstens 25 dagen mogen voorkomen waarbij de maximale 8-uurwaarde van de dag hoger is dan $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het aantal overschrijdingsdagen dient uitgemiddeld te worden over drie opeenvolgende kalenderjaren. Voor de jaargangen 2009, 2010 en 2011 met minder warme zomerperiodes, kwam dit driejaarlijkse gemiddelde op de meetpost te Ukkel neer op respectievelijk 19, 19 en 16 overschrijdingsdagen. Voor een driejaarlijkse periode met opeenvolgend warmere zomers kan er echter nog geen garantie gegeven worden op de haalbaarheid van deze doelstelling.

Bij middelmatige zomerperiodes is het aantal overschrijdingsdagen van de streefwaarde voor de gezondheid beperkt (minder dan 20). Bij warme zomerperiodes werden in het verleden soms meer dan 30 overschrijdingsdagen genoteerd. Tijdens de jaren 1994-2011 werden er op de meetpost te Ukkel, over 3 kalenderjaren, tussen 16 en 31 overschrijdingsdagen genoteerd. Uit de analyse van de gegevens blijkt dat het aantal overschrijdingsdagen (over 3 jaar) hoger kan zijn dan de 25 toegestane overschrijdingsdagen indien er over een periode van drie jaar minstens 2 warme en zonnige zomerperiodes zijn of één uitzonderlijk hete zomerperiode.

Voor de meetpost te Ukkel bedraagt het gemiddelde aantal overschrijdingsdagen vanaf het begin van de metingen 22 dagen. Om met een veilige marge aan de doelstelling te kunnen voldoen, is er nog een vermindering van het aantal piekconcentraties van ozon noodzakelijk. Dit kan slechts bereikt worden via een verdere vermindering van de uitstoot van de *precursoren*. Om tot een gevoelige vermindering van de ozonvorming te komen, dienen de te nemen maatregelen *omvangrijk, grootschalig* (West-Europa) en *bestendig in de tijd* te zijn.

OZON te UKKEL - AANTAL OVERSCHRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

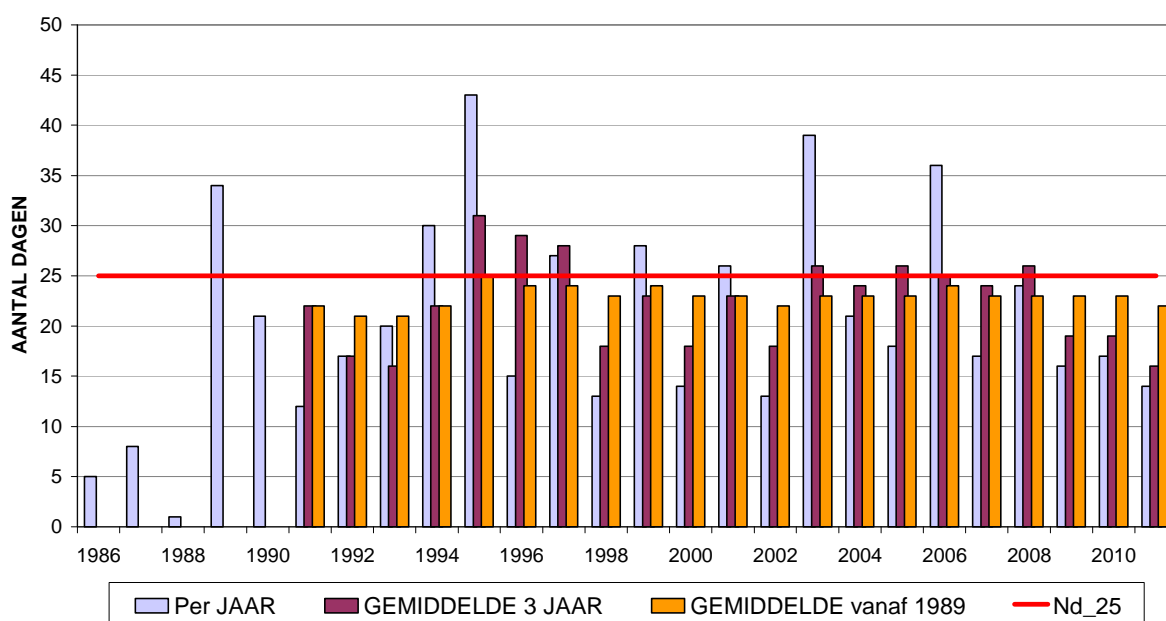


Fig. 7.2: Ozon te Ukkel: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

Streefwaarde voor de vegetatie: de O₃-richtlijn geeft een streefwaarde aan ter bescherming van de vegetatie. De **geraamde AOT40** (= gemeten AOT40 omgerekend naar 100%-uurperioden), bekomen voor de periode mei tot juli, tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd (MET), mag niet hoger zijn dan **18.000 µg/m³.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/m³.h**.

De streefwaarde voor een **AOT40-MJ** (*mei-juli*), namelijk 18.000 µg/m³.h, gemiddeld over 5 jaar, wordt tot heden altijd gerespecteerd (Fig. 7.3). Waarden beneden de streefwaarde op lange termijn (6.000 µg/m³) zijn nog niet direct te verwachten in de meetposten te Ukkel en St.-Ag.-Berchem.

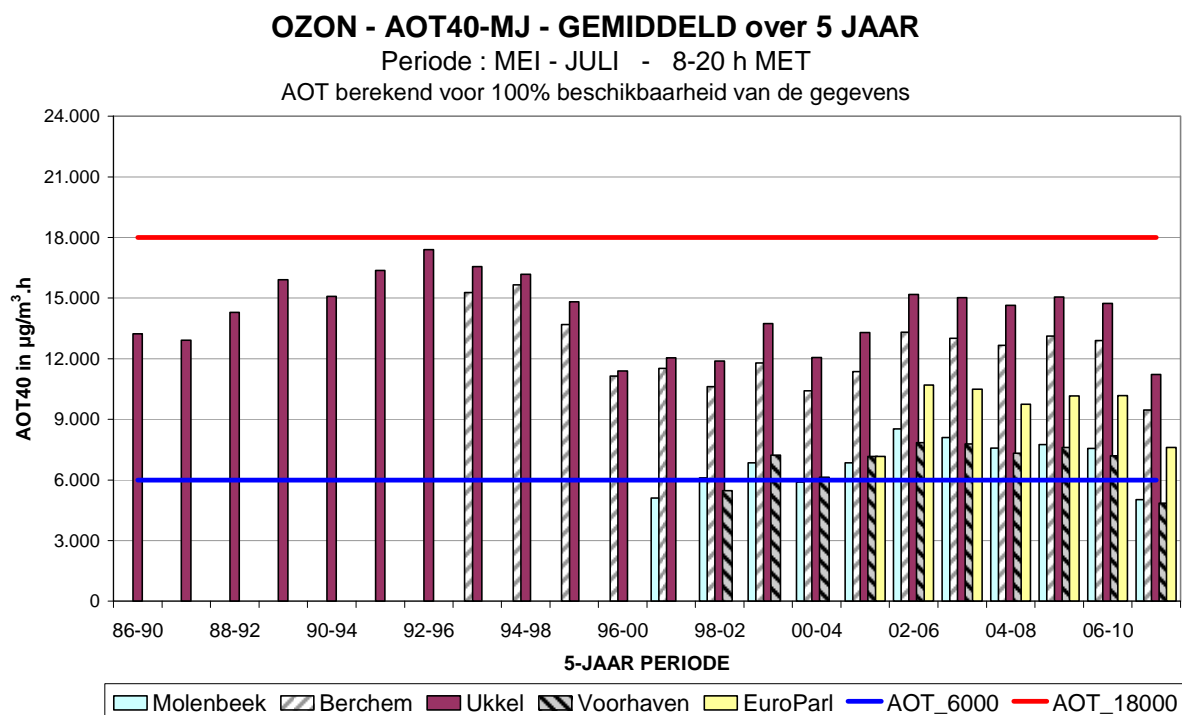


Fig. 7.3: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-MJ - Resultaten gemiddeld over 5 jaar
 AOT40 over de periode Mei-Juli, 8-20 h MET – Midden Europese tijd
 Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]

Informatie- en alarmprempe: een overschrijding van de informatiedrempe van 180 µg/m³ ozon als uurwaarde, houdt een verplichting in tot het verstrekken van informatie aan de bevolking. Tijdens de zomerperiodes van 2009, 2010 en 2011 waren er, in volgorde, 4, 3 en 0 dagen met een overschrijding van deze informatiedrempe in het Gewest. Er werden in deze periode geen overschrijdingen vastgesteld van de alarmprempe van 240 µg/m³ als uurwaarde.

Kopie tabel IV.17: **OZON - AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING in het GEWEST**
INFORMATIEDREMPEL (180 µg/m³) – ALARMDREMPEL (240 µg/m³)

JAAR	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 240
1986	1	0
1987	1	0
1988	0	0
1989	12	3
1990	10	0
1991	3	0
1992	6	0
1993	7	1
1994	13	2
1995	24	3
1996	2	0
1997	8	0
1998	4	0
1999	4	0
2000	1	0
2001	6	0
2002	2	0
2003	12	2
2004	4	0
2005	4	0
2006	9	1
2007	1	0
2008	2	1
2009	4	0
2010	3	0
2011	0	0

Sedert het begin van de ozonmetingen wordt vastgesteld dat de gemiddelde ozonconcentratie licht toeneemt –zij het minder tijdens de jongste jaren– en dat de intensiteit of de frequentie van de piekconcentraties afneemt. Over de jaren heen zorgen de dalende uitstoot van NO_x en VOS zowel voor een geringere ozonafbraak als voor een verminderde ozonvorming.

De verminderde ozonafbraak laat zich permanent gelden en dit leidt tot een toename van de gemiddelde ozonconcentratie. De verminderde ozonvorming is vooral te merken bij de condities die bijzonder gunstig zijn voor de ozonvorming en dit leidt tot een vermindering van de frequentie of van de intensiteit van de piekconcentraties.

Zwevende Deeltjes: PM10 – PM2.5 – Aantal Deeltjes – Black Carbon

Grenswaarde daggemiddelde PM10: volgens de richtlijn 2008/50/EG mag de 24-uurswaarde voor PM10 niet meer dan *35 maal* per jaar hoger zijn dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Op de meetposten in de Voorhaven (N043) en te Molenbeek (R001), en soms ook in het Meudonpark (MEU1), wordt de voorwaarde voor het daggemiddelde veelvuldig overschreden. Dit kan opgemaakt worden uit de gegevens in de hierna volgende tabel, waarbij per jaar en per meetpost het aantal dagen wordt weergegeven met een dagwaarde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het jaarlijkse aantal dagen met overschrijding is soms duidelijk hoger dan de maximaal toegestane 35 dagen per jaar.

Voor het kalenderjaar 2007 worden, met uitzondering van de meetpost te Berchem (B011), op alle meetposten meer dan 35 dagen genoteerd met een dagwaarde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook in het jaar 2009 waren er overschrijdingen op meerdere meetposten. Beide jaargangen werden gekenmerkt door een hoog aantal overschrijdingen in het voorjaar, o.a. als gevolg van de vorming van een secundair aërosol. In de periode net vóór en net na het landbouwseizoen kan ammoniak op grote schaal aanwezig zijn in de buitenlucht (bemesting). Bij bepaalde omstandigheden, gematigde temperatuur (5 à 20°C) en een hoge relatieve vochtigheid (RH>80%) kan een stabiel secundair aërosol gevormd worden, met ammoniumnitraat als één van de hoofdcomponenten. De maand april 2007 was bovendien zomers warm, waardoor er wellicht een aantal extra overschrijdingen veroorzaakt werden door het terug in suspensie brengen van de grovere deeltjes, met een diameter tussen 2.5 en 10 μm .

PM10 – AANTAL DAGEN per jaar (Maximum 35) met een DAGWAARDE hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Jaar	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	GEWEST
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
2009	<u>41</u>	<u>40</u>	23	<u>66</u>	<u>51</u>	28	70
2010	26	16	14	<u>45</u>	(15)	14	53
2011	<u>42</u>	32	24	<u>87</u>	--	23	88

In het jaar 2010 waren er opvallend minder overschrijdingen, niet alleen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, maar over het gehele land. De eerste zes maanden van dat jaar werden gekenmerkt door frequente aanvoer van lucht vanuit noordwestelijke richting. De lucht aangevoerd uit deze richting is minder beladen met polluenten en wellicht was de temperatuur tijdens het voorjaar vaak te laag om tot een stabiel secundair aërosol te komen.

In 2011 waren er opnieuw meer overschrijdingen. De maand april 2011 werd eveneens gekenmerkt door zachte, bijna zomerse temperaturen en er waren heel wat overschrijdingen tijdens deze maand, wellicht deels tengevolge van de vorming van secundair aërosol. Ook tijdens de maand november 2011, gekenmerkt door een opeenvolging van meteorologische situaties die ongunstig zijn voor een goede verspreiding, waren er heel wat overschrijdingen.

Door de activiteit in het havengebied, en het terug in suspensie brengen van grovere deeltjes (>2.5 µm) bij warm en droog weer, worden op de meetpost in de Voorhaven heel wat meer overschrijdingen opgetekend dan op de andere meetposten. Over de periode 2008 tot 2011, en afhankelijk van de typische meteorologische condities, is ongeveer 30 à 50% van de overschrijdingen in de Voorhaven te wijten aan de aanwezigheid van grovere deeltjes.

De grafiek in figuur 7.4 geeft voor de periode 2005-2011 de evolutie weer van het werkelijke aantal overschrijdingsdagen in verschillende meetposten van het Gewest (links in de grafiek) en tevens een *schatting* van het jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen (rechts in de grafiek), 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 blijft de kans reëel dat er in bepaalde meetplaatsen nog steeds meer dan 35 overschrijdingsdagen (dagwaarde > 50 µg/m³) genoteerd worden.

De resultaten in het meetpunt te Molenbeek (R001) en vooral het meetpunt in de Voorhaven (N043) wijzen op een hogere verontreiniging langsheen de industriële en commerciële as van het Gewest. Op het meetpunt in de Voorhaven en in een vergelijkbare omgeving (stad + industrie + verkeer) is de doelstelling van maximaal 35 dagen met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m³ wellicht niet onmiddellijk haalbaar.

Een analyse van de omstandigheden bij overschrijdingen heeft aangetoond dat het surplus aan overschrijdingen op de meetpost in de Voorhaven en in mindere mate te Molenbeek (t.o.v. de andere meetposten) nauw verbonden is met aanvoer van droge lucht vanuit oostelijke richting. Onder deze omstandigheden worden, onder invloed van de lokale activiteit en/of door het verkeer, meer grovere deeltjes (terug) in suspensie gebracht. Dit uit zich in een toename van de PM10-concentraties, die duidelijk hoger zijn dan de concentraties voor PM2.5. Eventueel de wind, maar vooral de turbulenties veroorzaakt door het verkeer, zorgen voor het in suspensie houden van de grovere deeltjesfractie.

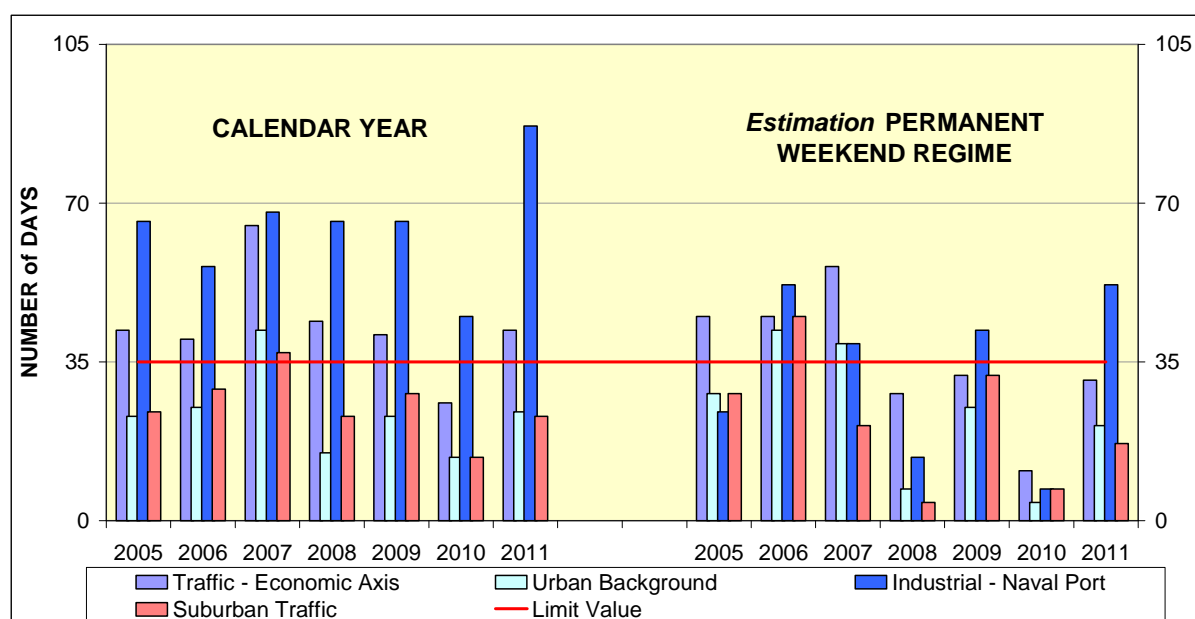


Fig. 7.4: PM10 – Dagwaarde > 50 µg/m³ – Werkelijk Aantal dagen met overschrijding (links) en *Schatting* van het Aantal dagen met overschrijding bij een Permanent Weekendregime (rechts) Periode 2005 - 2011

Aard van de overschrijdingen voor PM10: uit de analyse van de overschrijdingen van de voorbije jaren blijkt dat er voornamelijk drie redenen zijn, of een combinatie ervan, die verantwoordelijk kunnen gesteld worden voor de frequent voorkomende overschrijdingen:

- *Meteorologische condities die ongunstig zijn voor een goede verspreiding:* tijdens de winterperiode en vooral tussen november en februari/maart komen er vaker periodes voor met een combinatie van een temperatuursinversie en zwakke wind. De aanwezigheid van een grootschalige subsidentie-inversie, eventueel aangevuld met een grondinversie tegen de ochtend, beperkt de menghoogte waardoor de vervuiling in een nauwe luchtlag tegen de bodem geconcentreerd wordt. Een geringe windsnelheid beperkt de horizontale verspreiding. In dergelijke situaties worden verhoogde concentraties vastgesteld voor verschillende pollutanten (ozon uitgezonderd) en is er een goede overeenstemming tussen het dynamisch verloop van de concentraties voor PM10, PM2.5 en de gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂.

Onder deze omstandigheden kan de drempelwaarde van 50 µg/m³ PM10 simultaan, op meerdere meetposten en gedurende meerdere dagen overschreden worden. Zo waren er in januari 2009 en november 2011 op de verschillende meetposten in Brussel respectievelijk tussen 9 en 12 dagen en tussen 7 en 15 dagen met overschrijding in éénzelfde maand. Bij deze overschrijdingen vertegenwoordigt PM2.5 ongeveer 80 à 90% van de massaconcentratie PM10. Gezien het accumulatie effect bij deze geblokkeerde situaties kan het aandeel van de lokale verontreiniging sterk toenemen.

- *Vorming secundair aërosol:* dit soort overschrijdingen komt meestal voor aan het begin en op het einde van het landbouwseizoen. Bij het verspreiden van mest over de akkers komen belangrijke hoeveelheden ammoniak vrij. Bij een milde temperatuur (~5 à 20°C) en een hoge relatieve vochtigheid (RH > 80%) kan een bijzonder stabiel secundair aërosol ontstaan, met ammoniumnitraat als één van de belangrijkste componenten. De concentraties voor PM10 en PM2.5 nemen simultaan toe op meerdere meetplaatsen en over een gebied dat veel uitgebreider is dan het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Er kunnen overschrijdingen worden vastgesteld op meerdere meetposten tegelijkertijd. De massaconcentratie PM2.5 vertegenwoordigt tot 90% van de massaconcentratie van PM10. Ook de aantallen deeltjes van de subklassen met een diameter tussen 0.25 en ongeveer 0.65 µm nemen sterk toe. Bij de vorming van secundair aërosol is er meestal geen goede overeenstemming tussen het dynamisch verloop van de concentraties voor PM10 en dat van de gasvormige pollutanten zoals NO, NO₂, CO en CO₂ of dat van Black Carbon.

Met behulp van de FDMS-meetsystemen wordt steeds de aanwezigheid van een volatiele fractie aangetoond. Deze maakt vrijwel uitsluitend deel uit van de PM2.5-deeltjesfractie. Analyse van het filtermateriaal afkomstig van extra bemonsterde filters bevestigt de aanwezigheid van ammonium, nitraat en sulfaat. De vorming en persistentie van het secundair aërosol wordt in sterke mate beïnvloed door de meteorologische omstandigheden. Indien in de loop van de namiddag de temperatuur toeneemt (>25°C) en de luchtvochtigheid gevoelig afneemt (RH<60%) gaat het aërosol geleidelijk terug over naar de gasfase en vermindert de massaconcentratie voor PM. Tegen de avond, bij een dalende temperatuur en stijgende luchtvochtigheid wordt het aërosol opnieuw gevormd. Dit fenomeen kan zeer goed visueel worden waargenomen via de observatie, met de blik op de horizon, van de verandering van de zichtbaarheid in de loop van de dag: beperkte zichtbaarheid 's morgens en 's avonds en een excellente zichtbaarheid in de late namiddag.

Dergelijke overschrijdingen worden meestal vastgesteld tijdens de maanden maart en april en in mindere mate in september en oktober. Zo waren er tijdens de maanden april 2009 en maart 2011 op de verschillende meetposten te Brussel respectievelijk tussen 8 en 13 en tussen 9 en 22 dagen met overschrijding in éénzelfde maand.

- *(her)suspensie van de grovere deeltjes*: dit soort overschrijdingen wordt voornamelijk vastgesteld bij aanvoer van droge lucht, meestal vanuit de ruime oostelijke sector. Bij regenweer of een natte bodem wordt dit soort overschrijding nooit vastgesteld. De overschrijdingen worden voornamelijk vastgesteld op de meetposten in de Voorhaven en te Molenbeek. Dit veronderstelt de lokale aanwezigheid van grovere deeltjes, meestal minerale deeltjes met een diameter groter dan 2.5 µm. Op de meetpost van de Voorhaven zijn 30 tot 50% van het totaal aantal overschrijdingen van dit type. De grovere deeltjes worden in de omgeving gebracht door een specifieke activiteit (b.v. overslag en verhandeling basisstoffen voor de bouw) ofwel worden de reeds neergeslagen grovere deeltjes terug in suspensie gebracht door de wind of de turbulenties veroorzaakt door het zware vrachtverkeer. Bij dit type overschrijding vertegenwoordigt de massaconcentratie PM2.5 vaak minder dan de helft van de massaconcentratie PM10. Voor dit type overschrijding is er uiteraard **geen** goede overeenstemming in het dynamisch verloop van PM10 en dit van de andere polluenten.

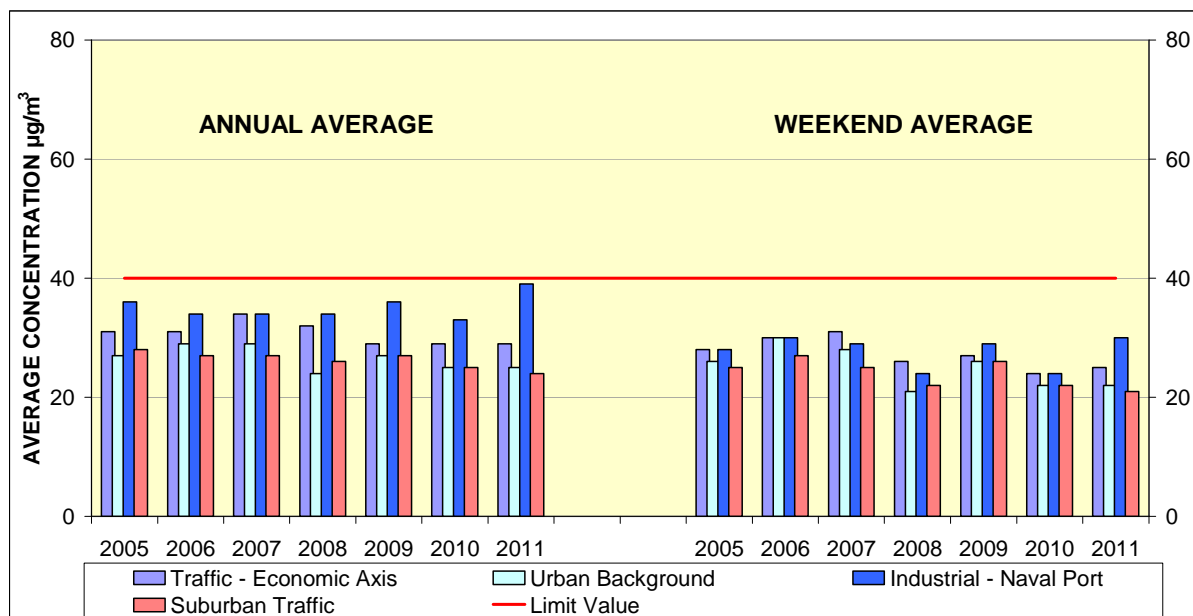
Uitzonderlijk komt dit soort overschrijding voor op alle meetposten van het Gewest. De oorzaak is dan te vinden in een gebeurtenis op grote afstand van het Gewest zoals b.v. de zandstormen in de Sahara van einde maart 2007 of de uitbarsting van de Eyjafjallajökull vulkaan midden april 2010.

Grenswaarde voor het jaargemiddelde: de tweede grenswaarde voorziet in een jaargemiddelde PM10-deeltjesconcentratie van hoogstens 40 µg/m³. Vanaf het jaar 2005 is de jaargemiddelde concentratie voor PM10 in alle meetpunten van het Gewest lager dan de doelstelling van 40 µg/m³. De hoogste waarden worden opgetekend in de meetpost in de Voorhaven, een omgeving met industriële bronnen (o.a. opslag en verhandeling van basisgrondstoffen voor de bouw) en veel verkeer. De evolutie van de jaargemiddelde concentratie voor de periode 2005-2011 wordt cijfermatig weergegeven in de tabel hierna en grafisch in de figuur 7.5.

PM10 - JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [µg/m³]

Jaar	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
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
2009	29	31	27	36	31	27
2010	29	27	25	33	30	25
2011	29	28	25	39	--	24

Met uitzondering voor de meetpost in de Voorhaven is de gemiddelde PM10-concentratie berekend voor weekenddagen, slechts in geringe mate lager dan de jaargemiddelde concentratie. Voor het jaar 2006 was, op bepaalde meetplaatsen, de gemiddelde concentratie op weekenddagen nauwelijks lager dan het werkelijke jaargemiddelde. Dat jaar waren er proportioneel meer overschrijdingsdagen (dagwaarde > 50 µg/m³) op weekenddagen dan op werkdagen.



(Fig. 7.5: PM10 – Evolutie jaargemiddelde concentratie (links) en evolutie van de gemiddelde concentratie bij een Permanent Weekendregime (rechts). Periode 2005-2011

Oorspronkelijk voorzag de richtlijn 1999/30/EG in een indicatieve limietwaarde van 20 µg/m³ als jaargemiddelde PM10-concentratie tegen 2010. De achtergrondconcentratie in het Gewest bedraagt momenteel ongeveer 24 à 28 µg/m³. Dergelijke zeer ambitieuze doelstelling was dan ook niet haalbaar tegen de vooropgestelde datum. In de richtlijn 2008/50/EG werd deze doelstelling dan ook vervangen door een doelstelling voor de PM2.5-deeltjesfractie.

De streefwaarde voor PM2.5 van 25 µg/m³ 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/m³ als jaargemiddelde vanaf 2020 kan nog geen uitspraak worden gedaan.

PM2.5 - JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE [µg/m³]

GEM	R001	B011	R012	N043	MEU1
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
2009	21,6	18,1	18,6	23,5	22,4
2010	22,4	17,0	18,5	21,9	--
2011	25,0	17,4	18,8	24,0	--

Weekverloop: in de figuur 7.6 wordt het genormeerd weekverloop voorgesteld voor de parameters PM10, PM2.5, NO₂ en NO. Dit genormeerd weekverloop wordt bekomen door, voor elke pollutant, 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. De resultaten weergegeven in de grafiek betreffen een gemiddelde over drie kalenderjaren (2009, 2010 en 2011) en over vijf meetposten (Molenbeek, Berchem, Ukkel, Meudon en Woluwe).

Het verval van de NO-concentratie, een verkeersgebonden parameter, bedraagt quasi 40% 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 NO₂-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt respectievelijk ongeveer 20% op zaterdag en ongeveer 30 à 35% op zondag. De pollutant NO₂ 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 NO₂ thermodynamisch de meer stabielere component onder de stikstofoxides zodat er vrijwel altijd en overal een minimale NO₂-concentratie aanwezig is.

Voor de beschouwde periode (2009-2011) is het weekendverval van de concentraties voor NO en NO₂ nagenoeg identiek als datgene dat werd vastgesteld tijdens de vorige driejaarlijkse periodes, 2006-2008 en 2003-2005.

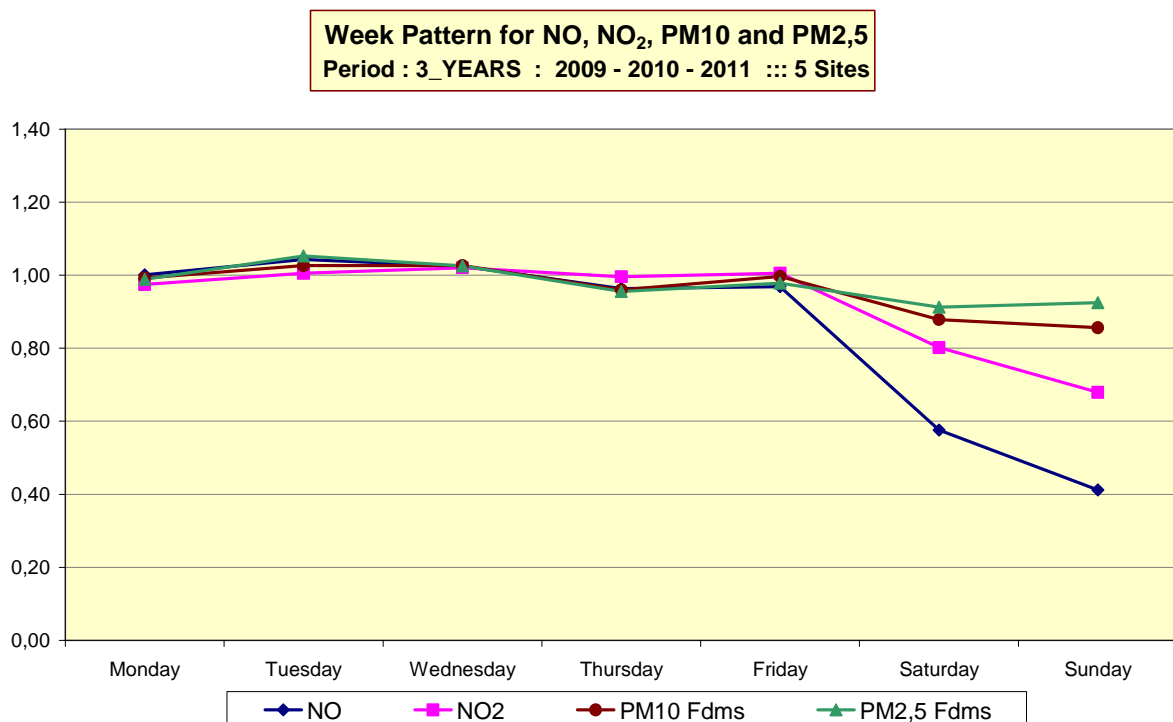


Fig. 7.6: Genormeerd gemiddeld weekverloop PM10, PM2.5, NO₂ en NO
 Periode: drie opeenvolgende jaarperiodes 2009, 2010 en 2011
 Gemiddelde over 5 meetposten – meetpost in de Voorhaven uitgezonderd

Voor de periode 2009-2011 bedraagt het verval van de PM10-concentratie ongeveer 10% op een gemiddelde zaterdag en nagenoeg 14% op een gemiddelde zondag. Het verval voor de PM2.5-concentratie is uiterst gering. De relatief belangrijke vermindering van het verkeer tijdens het weekeinde (opmerkelijk minder NO) zorgt niet voor een evenredige vermindering van de concentraties van NO₂, PM10 of PM2.5.

De problematiek rond “fijn stof” is zeer ingewikkeld van aard, zowel op het vlak van de meettechnieken, het goed begrijpen van het fenomeen en niet in het minst het uitwerken van gepaste remedies. Hoge, zowel als lage PM-concentraties worden soms in zeer tegenstrijdige omstandigheden vastgesteld. De verdachte en potentieel gevaarlijke deeltjes, afkomstig van de directe uitstoot van het verkeer, situeren zich eerder in de grootte-orde van 0,01 tot 0,15 µm. Zelfs in een verkeersdrukke omgeving levert de gezamenlijke massa van deze deeltjes slechts een geringe bijdrage tot de totale massa van de PM10 of PM2.5-deeltjesfractie. Met het opstarten van metingen voor Black Carbon in enkele meetposten werd gepoogd om een betere aanwijzing te bekomen van de zwarte roetdeeltjes of de deeltjesfractie die rechtstreeks uitgestoten worden door het verkeer.

Aantallen deeltjes [0.25 tot 32 µm]:

Metingen naar de aantallen deeltjes werden opgestart op de meetposten te Woluwe (juli 2008) en Molenbeek (juli 2010). Daartoe wordt gebruik gemaakt van *Laser Light Scattering Spectrometers* van het type Grimm. Het aantal deeltjes wordt bepaald voor 31 verschillende deeltjesgroottes binnen het bereik van 0,25 µm tot 32 µm diameter. Het overgrote aantal van de deeltjes bevindt zich in de klassen met een diameter kleiner dan 0.5 µm.

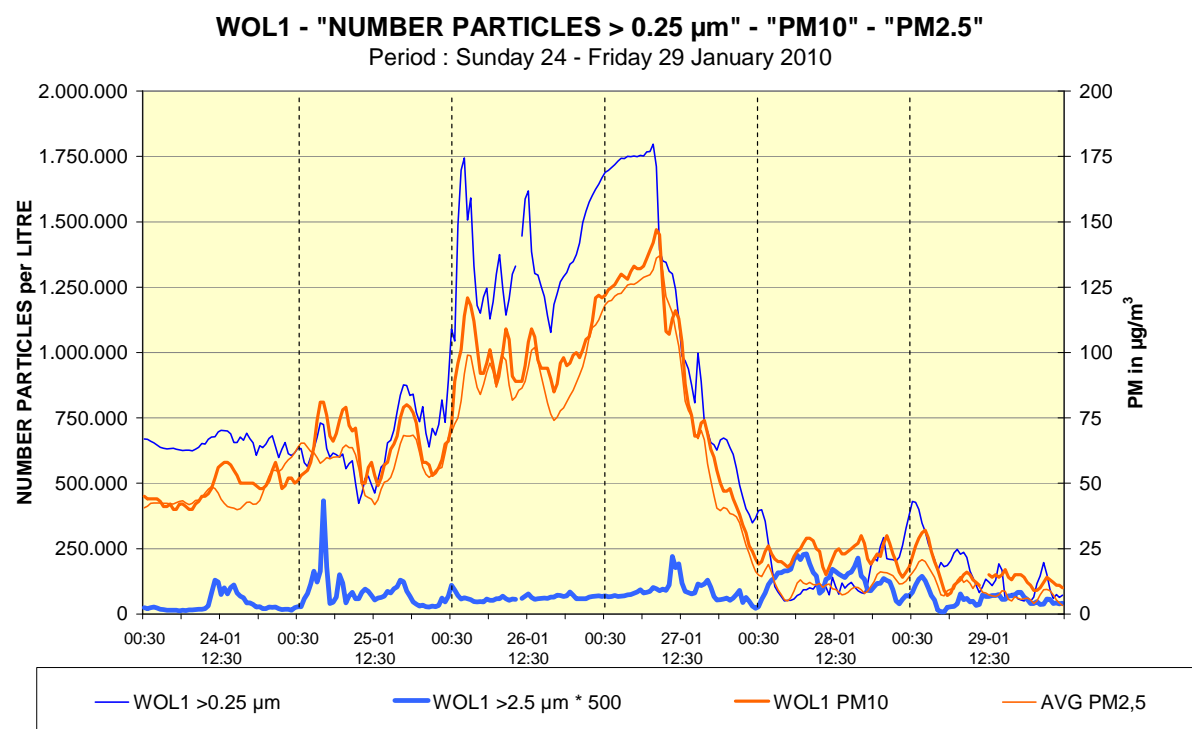


Fig. 7.7: Woluwe. Zondag 24 – Vrijdag 29 Januari 2010.
 Totaal Aantal Deeltjes >0.25 µm en Aantal Deeltjes >2.5 µm (maal 500)
 Concentratie PM10 (WOL1) en Gemiddelde concentratie PM2.5

Het hoogste aantal deeltjes wordt vastgesteld tijdens piekperiodes voor PM10, waarbij PM2.5 nagenoeg 90% van de massa uitmaakt, ook tijdens de nacht en op weekenddagen. In deze gevallen is er een vrij goede correlatie tussen de massaconcentratie en de aantallen deeltjes behorend tot de fijnere subklassen (diameter tot 0.50 µm). Bij meerdere van deze piekperiodes werd vastgesteld dat 100.000 deeltjes (diameter >0.25 µm) per liter lucht ongeveer overeenstemmen met een massaconcentratie van ca. 10 µg/m³ (zie figuur 7.7). De aanwezigheid van een eerder beperkt aantal deeltjes (enkele tientallen tot een paar honderd per liter lucht) met een diameter groter dan 2.5 µm kan het verschil tussen de concentraties voor PM10 en PM2.5 sterk doen oplopen.

Black Carbon:

Metingen voor Black Carbon worden uitgevoerd op drie meetposten, Woluwe, Molenbeek en Elsene, allen gelegen in een omgeving met veelverkeer. Op deze drie meetpunten wordt een zeer goede correlatie bekomen tussen Black Carbon en NO of NO_x, gasvormige pollutanten specifiek voor het verkeer.

De grafiek 7.8 geeft het verloop weer van de halfuurswaarden voor Black Carbon en NO op de meetpost te Elsene tijdens de maand november 2011. De resultaten voor Black Carbon refereren naar de het schaalbereik links en deze voor NO naar het schaalbereik rechts van de grafiek. De concentraties van beide pollutanten variëren bijna altijd op hetzelfde moment in dezelfde richting. Er is blijkbaar een zeer goede correlatie tussen de concentraties Black Carbon en NO.

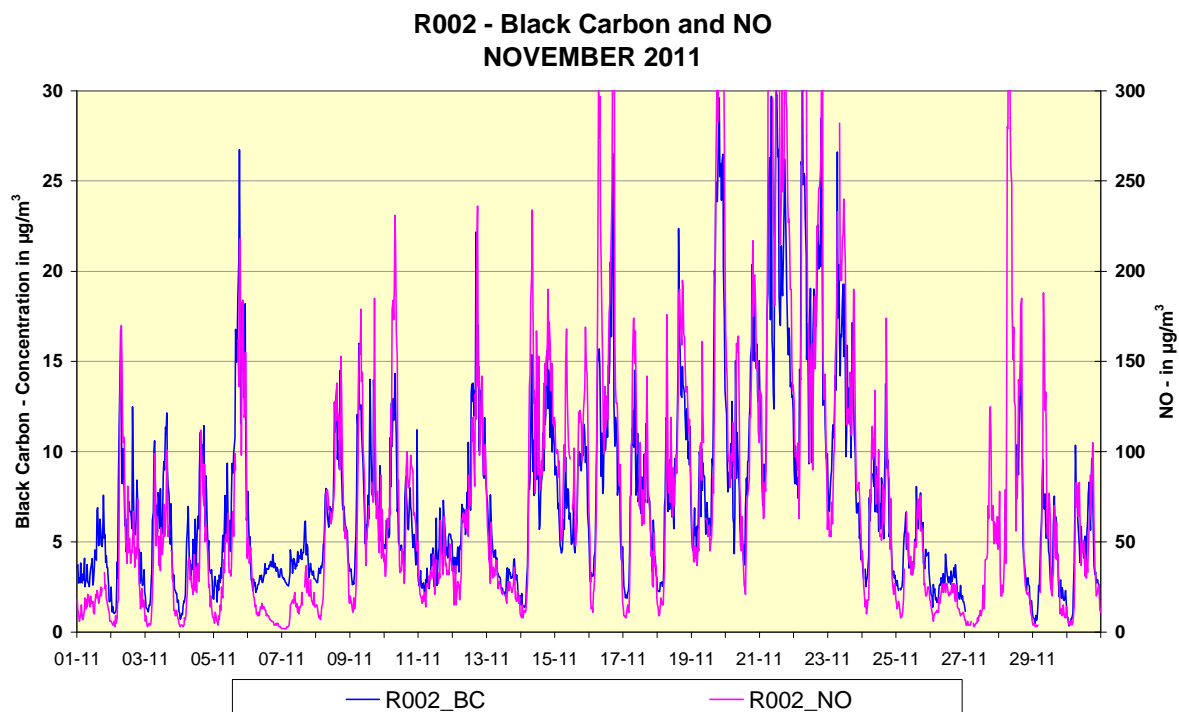


Fig. 7.8: Meetpost te Elsene. Verloop concentratie Black Carbon en NO. November 2011

De correlatie tussen Black Carbon en PM10 is minder goed. De grafiek in figuur 7.9 geeft het verloop weer van beide parameters op de meetpost te Woluwe tijdens de maand Februari 2010. De concentraties voor Black Carbon refereren naar het schaalbereik links en deze van PM10 naar het schaalbereik rechts van de grafiek. Tussen beide bereiken is er een factor 10. Vermits beide concentratielijnen elkaar min of meer volgen kan men stellen dat er grofweg een factor 10 is tussen de gemiddelde concentraties van beide pollutanten: gemiddeld vertegenwoordigt Black Carbon slechts 10% van de massaconcentratie van PM10. Bij piekmomenten, veroorzaakt door meteorologische condities die ongunstig zijn voor de verspreiding, kan dit percentage nochtans oplopen tot 20 à 25%.

In de grafiek zijn er echter meerdere periodes te zien waarbij de piekconcentraties van Black Carbon en PM10 elkaar niet volgen. Tussen 7 en 9 Februari zijn er b.v. zeer hoge PM10 concentraties, met overschrijdingen van de drempelwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als dagwaarde tot gevolg. In dezelfde periode vertegenwoordigt Black Carbon slechts 2 tot 4% van de massaconcentratie voor PM10. De hoge PM10 concentraties kunnen in dit geval duidelijk niet toegeschreven worden aan de uitstoot van het lokale verkeer, maar aan de aanwezigheid van een secundair aërosol. Het effect van een eventuele beperking van de lokale uitstoot op de PM10 concentratie zal in dergelijke situatie dan ook eerder beperkt zijn.

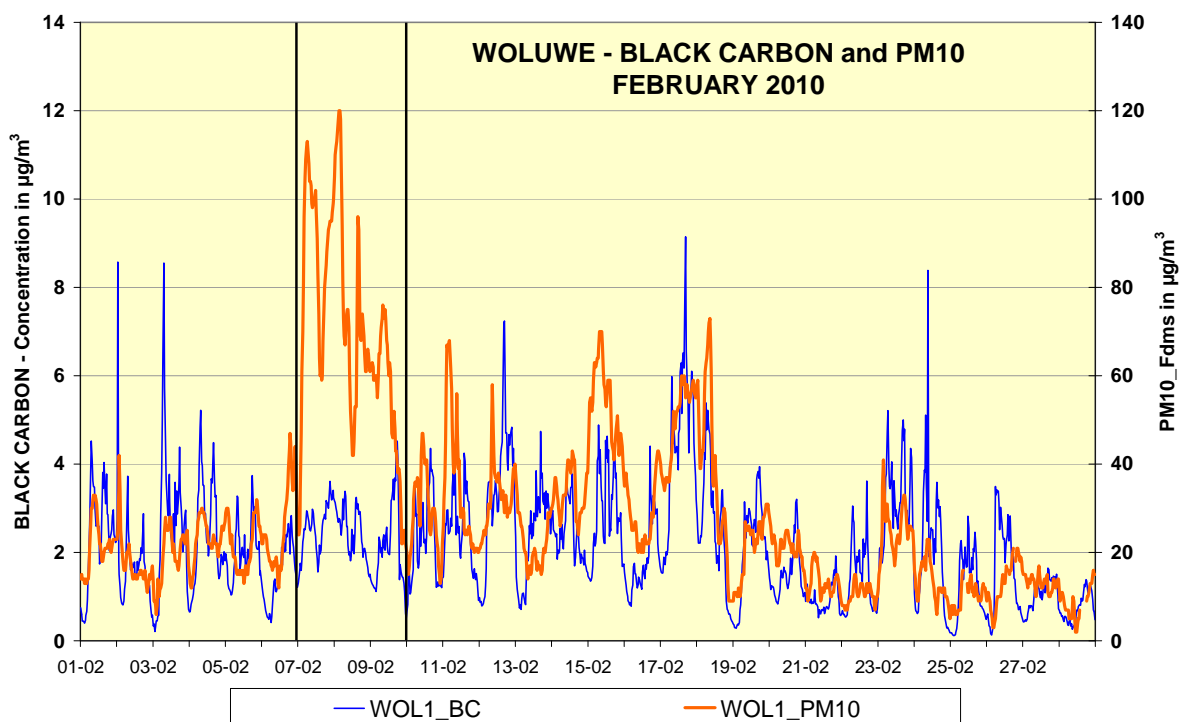


Fig. 7.9: Meetpost te Woluwe. Verloop concentratie Black Carbon en PM10. Februari 2010

Correlaties werden berekend tussen de concentraties voor Black Carbon en deze van de andere polluenten. Hoge correlatiefactoren worden bekomen met NO_x en NO (0.85 à 0.94) en iets lagere met NO₂ (0.75 à 0.85). De correlatiefactoren met de massaconcentratie voor PM10 en PM2.5 zijn duidelijk lager (0.55 à 0.70) en deze met de aantallen deeltjes (PNC) zijn nog lager (0.30 à 0.60), zelfs met de aantallen deeltjes behorend tot de fijnere klassen, met een diameter tussen 0.25 en 0.65 µm.

Uitzonderlijk hoge correlaties (0.94 à 0.96) worden bekomen tussen Black Carbon en “Black Smoke” (BSM), bepaald volgens de OESO-methode van 1964. Voor de meetpost te Molenbeek worden de berekende correlatiefactoren voor de dagwaarden van Black Carbon met deze van andere polluenten grafisch weergegeven in figuur 7.10

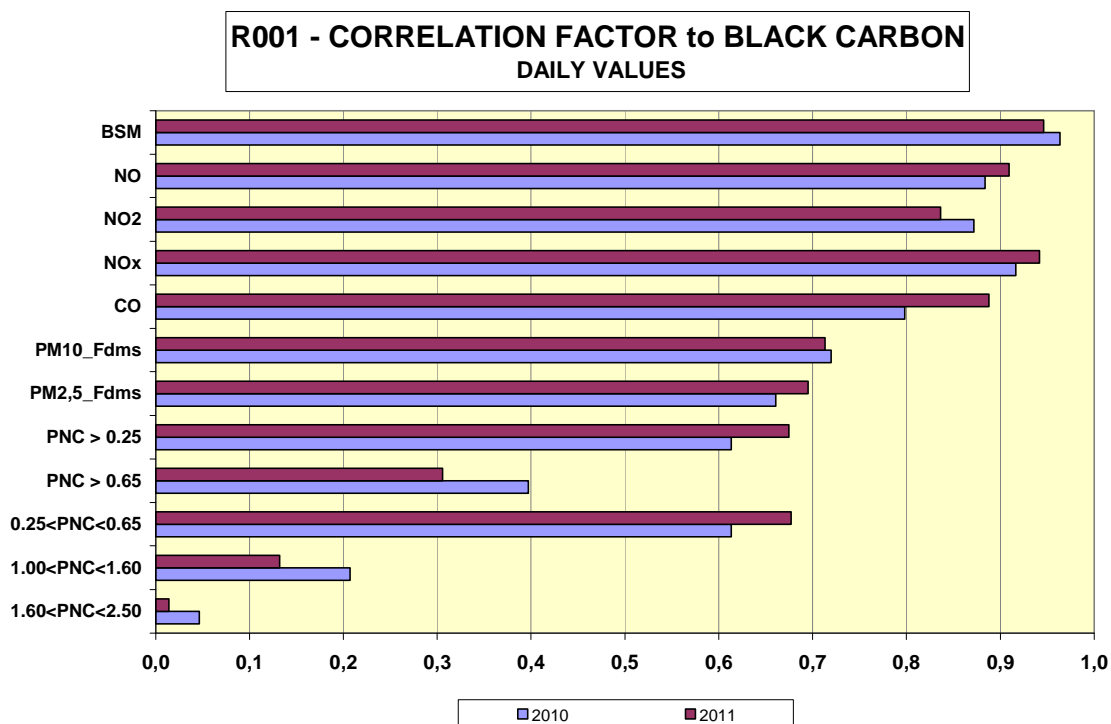


Fig. 7.10: Meetpost te Molenbeek. Correlatiefactoren voor de dagwaarden van Black Carbon met deze van een aantal andere polluenten

Commentaar bij de invloed van het verkeer: het verkeer is een van de belangrijkste bronnen voor de uitstoot van polluenten in België. In deze sectie wordt het relatieve belang van deze bron gesitueerd in het kader van de ruime problematiek rond PM10. Naast een objectieve analyse van de waarnemingen van het telemetrisch meetnet, wordt ook rekening gehouden met de emissie-inventaris en de resultaten van de studie (milieueffecten) uitgevoerd in het kader van de “pollutiepieken”.

Hoewel het verkeer verantwoordelijk is voor ongeveer drie vierde van de geregistreerde emissies van PM10 in Brussel, is de bijdrage ervan in de lokale gemeten massaconcentratie eerder beperkt. Op basis van de analyse van het gemiddeld weekverloop van de concentraties van PM10 en NO wordt ingeschat dat de totale bijdrage van het lokale verkeer in de plaatselijk gemeten PM10-concentraties ongeveer tussen de 7 (residentiële omgeving) en 25% (verkeersomgeving in de stad) varieert. Deze schatting noodzaakt tot enige verduidelijking :

- De totale bijdrage van het verkeer bestaat niet alleen uit de directe uitstoot van deeltjes via de uitlaat, maar ook uit het (opnieuw) in suspensie brengen van deeltjes tengevolge van de turbulentie gecreëerd door de verplaatsing van de voertuigen. In de wetenschappelijke literatuur wordt de bijdrage van beide processen ongeveer evenwaardig ingeschat.
- Het onderscheid tussen de relatieve hoge bijdrage van het verkeer aan de Brusselse emissies en de eerder geringe bijdrage aan de lokale gemeten concentraties wordt verklaard doordat deeltjes over grotere afstand worden getransporteerd en doordat noch de bijdrage van de natuurlijke emissies, noch deze van de vorming van secundair aërosol geregistreerd worden in de emissie-inventaris.
- De hierboven vermelde schatting van de bijdrage van het verkeer levert een gemiddelde waarde. Bij periodes van hoge luchtverontreiniging tengevolge van meteorologische omstandigheden die ongunstig zijn voor een goede verspreiding van de pollutanten, neemt het belang van de lokale bronnen toe en is de relatieve bijdrage van het verkeer op de lokale gemeten PM10-concentraties waarschijnlijk hoger. In andere gevallen, wanneer er overvloedige vorming is van secundair aërosol, is de rol van het verkeer duidelijk minder belangrijk. Zo werden er b.v. hoge PM10 en PM2.5-concentraties vastgesteld op dagen met weinig verkeer, o.m. op officiële verlofdagen en op de autoluwe zondagen van 2006 en 2009. Daarbij bestond 80 à 90% van de PM10-massaconcentratie uit PM2.5.
- Maatregelen voor het verkeer die tot doel hebben om op korte termijn de Europese grenswaarden voor PM10 te respecteren, zullen noodzakelijkerwijze een drastische ingreep vergen op het verkeer (of de verkeersemisies). Zo wordt b.v. ingeschat dat, voor het respecteren van de norm voor de PM10-dagwaarde op de meetpost te Molenbeek, het wegverkeer (of de uitstoot ervan) met ongeveer 70 tot 80% moet verminderen. Dit wordt o.m. gestaafd door het weekverloop van de concentraties: een simulatieberekening van het aantal overschrijdingsdagen louter op basis van de weekenddagen leert trouwens dat het respecteren van deze grenswaarde niet verzekerd is voor een jaarperiode die uitsluitend samengesteld is uit weekenddagen. Er dient vermeld te worden dat een vermindering van de emissies ten gevolge van een veralgemeende installatie van roetfilters wellicht niet zal volstaan voor het respecteren van de grenswaarde voor de dagwaarde (maximum 35 dagen boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) omdat de uitstoot van deeltjes via de uitlaat slechts ongeveer 50% uitmaakt van de totale uitstoot door het verkeer. Maatregelen ter vermindering van de deeltjesuitstoot door het verkeer (o.a. roetfilter op dieselloertuigen) zijn niettemin ten zeerste aan te bevelen omdat dit een gevoelige vermindering zou inhouden van de uitstoot van deeltjes die wellicht een hoger risico inhouden voor de volksgezondheid.
- Er blijkt een goede correlatie te bestaan tussen de concentraties voor Black Carbon en deze van NO en NO_x, gasvormige pollutanten, specifiek voor het verkeer. De correlatie is veel sterker dan met PM10, PM2.5 of het aantal deeltjes. Daaruit volgt dat Black Carbon wellicht een veel geschikter indicator is voor de evaluatie van de deeltjes die rechtstreeks afkomstig zijn van het verkeer.

Zwavedioxide :

Sedert het begin van de metingen vertoont de evolutie van het gehalte zwavedioxide in de omgevingslucht een dalende trend.

De richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden vast voor SO₂, waaraan reeds vanaf 1 januari 2005 diende voldaan te worden. Aan deze normwaarden wordt reeds geruime tijd voldaan. In de periode 2009-2011 werden geen overschrijdingen vastgesteld en ook tijdens de volgende jaren zal het respecteren van de grenswaarden SO₂ in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest geen probleem stellen.

Over de jaren heen is de daling van het SO₂-gehalte in de lucht een gevolg van de verminderde SO₂-uitstoot bij de grote energiegebruikers (energieproductie en grote industriële gebruikers), de daling van het toegelaten S-gehalte in stookolie en diesel en het toenemend gebruik van zwavelarm aardgas voor energieproductie en huisverwarming.

Lood :

De dalende trend van de loodconcentraties is een gevolg van opeenvolgende dalingen van het wettelijk toegelaten Pb-gehalte in benzine en vanaf 1988 van het groeiend marktaandeel van loodvrije benzine. De beschikbaarheid van loodvrije benzine was noodzakelijk met het oog op de introductie van de katalysator in wagens uitgerust met een benzinemotor. Sedert meerdere jaren wordt er geen loodhoudende benzine meer verdeeld.

Koolmonoxide: de richtlijn 2008/50/EG legt voor CO een absolute grenswaarde vast van 10 mg/m³ (milligram per kubieke meter lucht) voor een gemiddelde over 8-uur. Aan deze voorwaarde wordt voldaan in de periode 2009-2011 en ook tijdens de komende jaren zal het respecteren van deze grenswaarde geen problemen stellen.

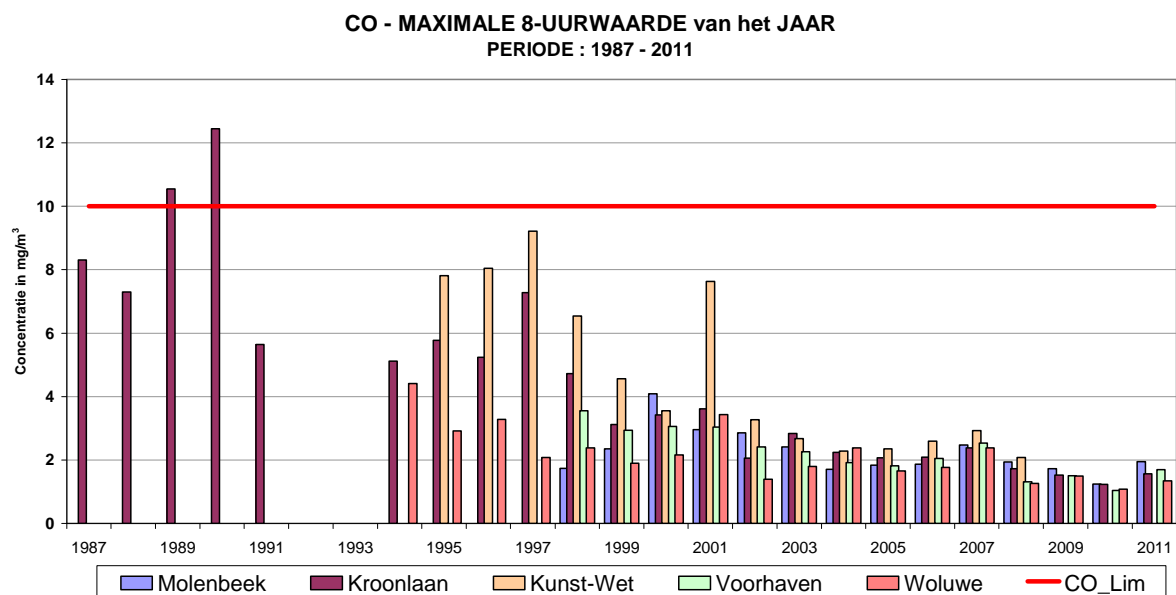


Fig. 7.8: Evolutie CO-concentratie over langere termijn (1987-2011)

Benzeen: de richtlijn 2008/50/EG legt voor benzeen een grenswaarde op van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het jaargemiddelde, te respecteren vanaf 1 januari 2010. Deze waarde wordt vanaf 2001 ook op plaatsen met veel verkeer gerespecteerd. Op andere meetpunten werd deze grenswaarde reeds vroeger probleemloos gerespecteerd. De dalende tendens in de benzeenconcentratie (vanaf 1998) laat vermoeden dat ook in de toekomst op alle meetpunten aan de nieuwe normwaarde zal worden voldaan.

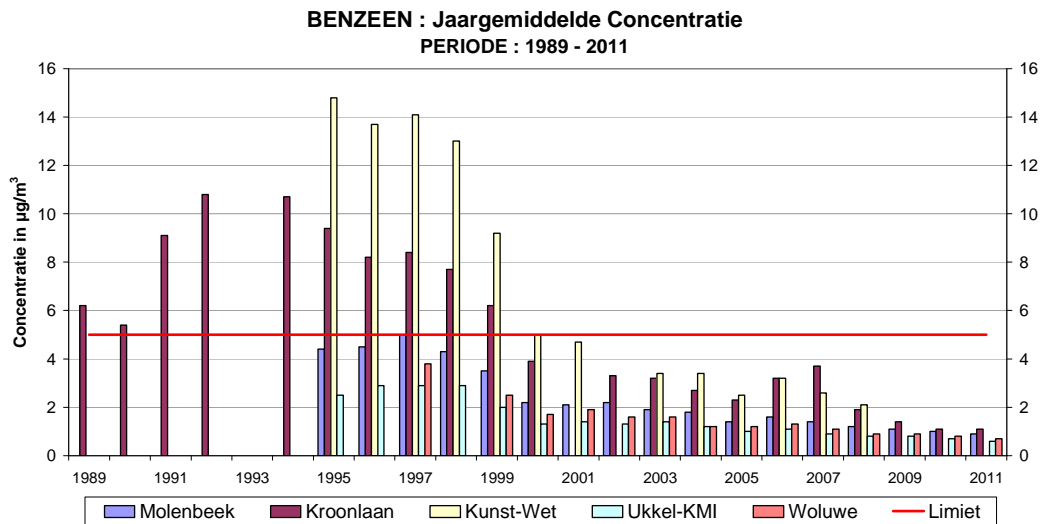


Fig. 7.9: Benzeen - Evolutie jaargemiddelde concentratie (1989-2011)

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK): de richtlijn 2004/107/EG voorziet voor de jaargemiddelde concentratie van benzo(a)pyreen (BaP) een streefwaarde van $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, te bereiken vanaf 31 december 2012. Sedert een aantal jaren is er een licht dalende trend waarneembaar in de concentratie van PAK's. Er is vooral een vermindering van het aandeel afkomstig van het verkeer, terwijl het aandeel afkomstig van de gebouwenverwarming min of meer stabiel lijkt te blijven. De streefwaarde voor BaP werd tijdens de periode 2009-2011 zonder probleem gerespecteerd.

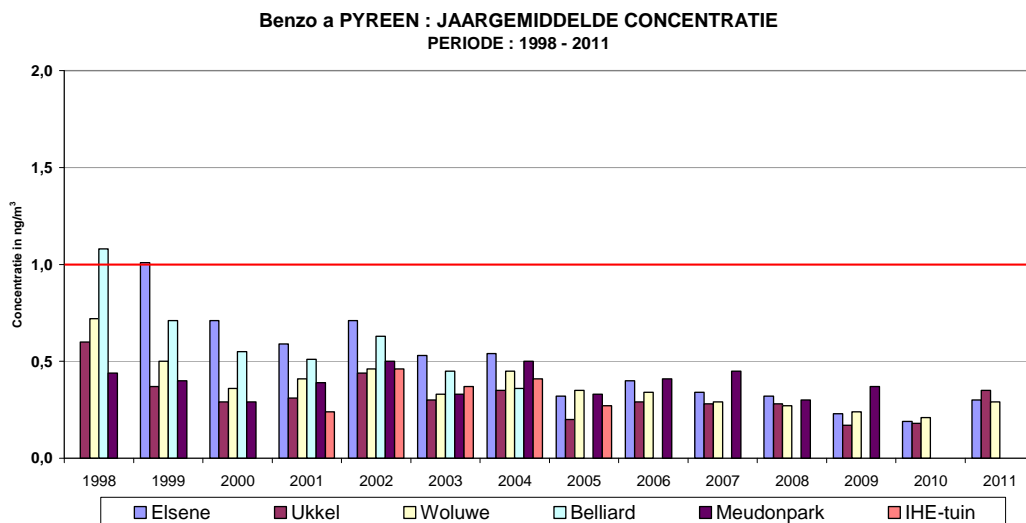


Fig. 7.10: Benzo(a)Pyreen - Evolutie jaargemiddelde concentratie (1998-2011)

7.5 Gemiddeld dag- en weekprofiel

De gemiddelde concentratieniveaus van de pollutanten, ozon uitgezonderd, zijn hoger tijdens de winter- dan tijdens de zomerperiode. Een winterperiode wordt gekenmerkt door een toename van de emissies voor energiegebruik en huisverwarming en er komen vaker periodes voor die ongunstig zijn voor een goede verspreiding van de luchtvervuiling.

Op basis van een beperkt aantal meetposten kan de ruimtelijke verdeling van de luchtvervuiling over een grootstad onvoldoende in detail ingeschat worden. Uit de voorstelling van de pollutierozen op een kaart van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest kan nochtans opgemerkt worden dat de concentraties van een groot aantal componenten het hoogst zijn in de verkeersspecifieke meetposten en, met uitzondering voor ozon, hoger in het centrum van het Gewest dan aan de rand ervan.

Voor de meeste pollutanten zijn de concentraties gemiddeld hoger op werkdagen dan tijdens het weekend en hoger op zaterdag dan op zondag. Dit is vooral het geval voor primaire pollutanten NO, CO, BTX (directe uitstoot), en in steeds mindere mate voor pollutanten waarvan de concentraties laag zijn zoals SO₂, zwarte rook en lood, alsook voor pollutanten die voor een gedeelte in de atmosfeer gevormd worden zoals NO₂, PM10 en PM2.5 (secondair karakter). Het gemiddeld weekverloop vertoont een zeker parallellisme met de activiteiten tijdens de werkweek. Uitzondering hierop vormen enerzijds ozon en anderzijds, in de perifere meetposten, de pollutanten die niet specifiek verkeersgebonden zijn.

Het weekverloop van ozon tijdens de zomerperiode wordt mede bepaald door het eerder langzame vormingsproces (meerdere uren) en de vrij snelle afbraak (enkele minuten) van ozon in aanwezigheid van (eventueel een overmaat aan) stikstofmonoxide.

De hoogste ozonwaarden worden vastgesteld in de meetposten met de geringste invloed van het verkeer, waar de ozonvorming het haalt op de ozonafbraak. Gemiddeld zijn de O₃-concentraties hoger op niet-werkdagen (weekend en feestdagen) dan op werkdagen. Dit verschil in het gemiddeld dagverloop kan op alle meetpunten vastgesteld worden. De verschillen zijn groter op meetplaatsen met een directe invloed van het verkeer. De geringere NO-uitstoot van het verkeer tijdens het weekend heeft een minder intense ozonafbraak tot gevolg, terwijl de ozonvorming normaal doorgaat.

Het gemiddelde dagprofiel van NO₂ is complementair aan dat voor ozon, met gemiddeld hogere NO₂-waarden op werkdagen en gemiddeld lagere NO₂-waarden op niet-werkdagen.

Voor verkeersspecifieke pollutanten (NO en CO) is er een opmerkelijk verschil in het gemiddelde dagverloop voor een werkdag, een zaterdag en een zondag. Op werkdagen wordt een duidelijke verhoging van de concentraties waargenomen tijdens de ochtend- en de avondspits van het verkeer. Voor de daluren worden iets lagere concentraties bereikt. De laagste niveaus worden vroeg in de ochtend gemeten (2 tot 6 uur lokale tijd).

De gemiddelde ochtendpiek op zaterdag valt later op de dag en is minder intens dan voor een gemiddelde werkdag. De avondpiek is breder dan op werkdagen en er wordt een verhoging van de concentraties opgetekend tijdens de nacht van zaterdag op zondag. Op zondag is er geen duidelijke ochtendpiek en er wordt een verhoging van de concentratie vastgesteld vanaf het begin van de namiddag tot in de avonduren. De verhoging is minder intens dan op werkdagen. In de nacht van zondag op maandag worden de laagste niveaus opgetekend.

7.6 Evolutie over langere termijn

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd reeds vroeger een dalende trend vastgesteld van het concentratieverloop van zwaveldioxide (SO₂) en lood (Pb) in de omgevingslucht. Er is nog steeds een licht dalende trend, maar wegens de zeer lage absolute concentratieniveaus zijn er nog nauwelijks verschillen merkbaar tussen de meetposten onderling.

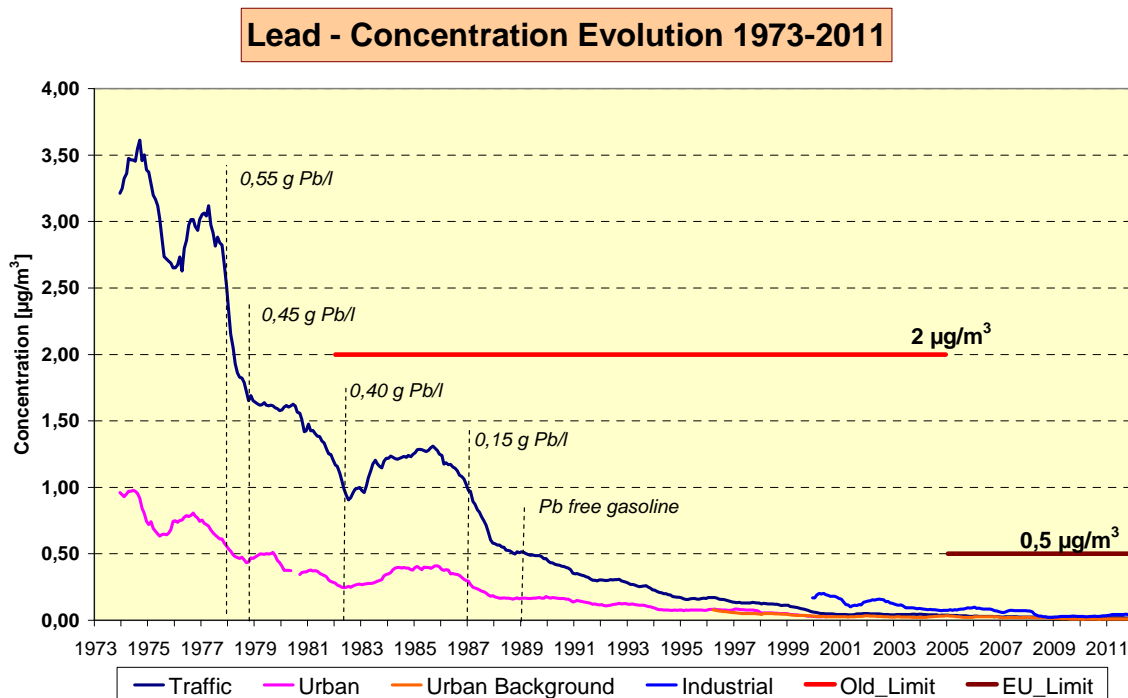
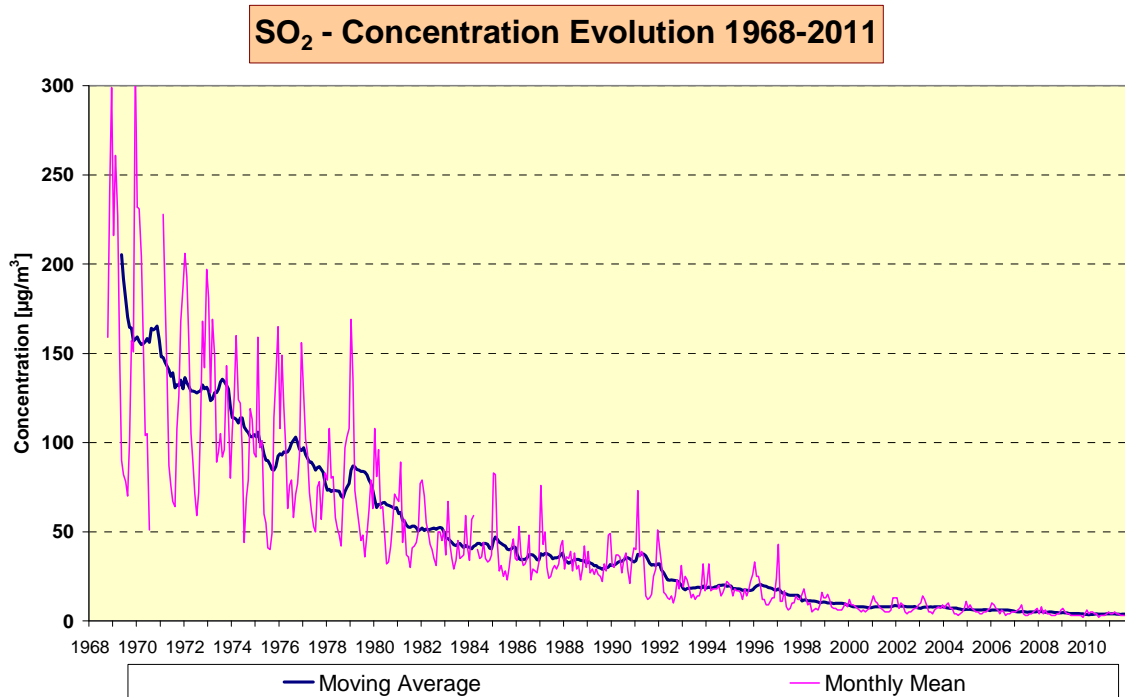


Fig. 7.11 Evolutie SO₂ en loodconcentratie over langere termijn

De BIM-rapporten over de luchtkwaliteit in de periode 1994-1996, 1997-1999, 2000-2002, 2003-2005 en 2006-2008 gaven aan dat het wegverkeer veruit de grootste bijdrage leverde aan de luchtvervuiling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Dit is nog steeds het geval, maar ondertussen zijn er toch enkele duidelijke veranderingen waar te nemen.

Sedert het begin van de jaren '90 zijn de concentraties voor de verkeersspecifieke parameters NO, NO_x en CO in een verkeersdrukke omgeving gevoelig teruggelopen. Voor NO₂ echter wordt tot heden nog geen significante daling van de concentraties waargenomen.

Op het meetpunt in de Kroonlaan te Elsene is er tussen 1990 en 2011, voor CO en NO, een daling met meer dan 60% vastgesteld van het gemiddeld concentratieniveau, evenals van de hogere percentielwaarden. Vanaf het begin van de metingen is deze trend ook overduidelijk aanwezig op het meetpunt Kunst-Wet. Ook op meetplaatsen met minder verkeer wordt een gestage daling van de hogere centielen vastgesteld voor de NO- en NO_x-concentraties.

De meest recente resultaten van de meetposten in de Kroonlaan te Elsene, geven aan dat er mogelijk een einde gekomen is aan de opvallende daling van de concentraties van de verkeersspecifieke parameters NO en NO_x.

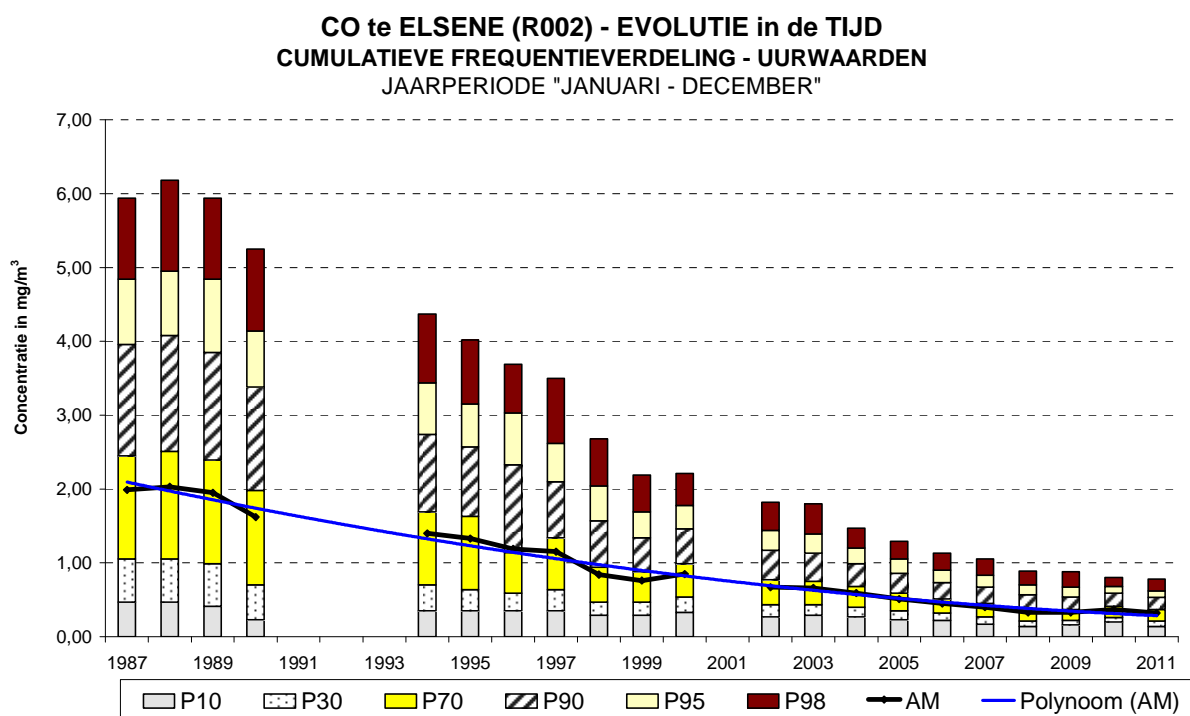
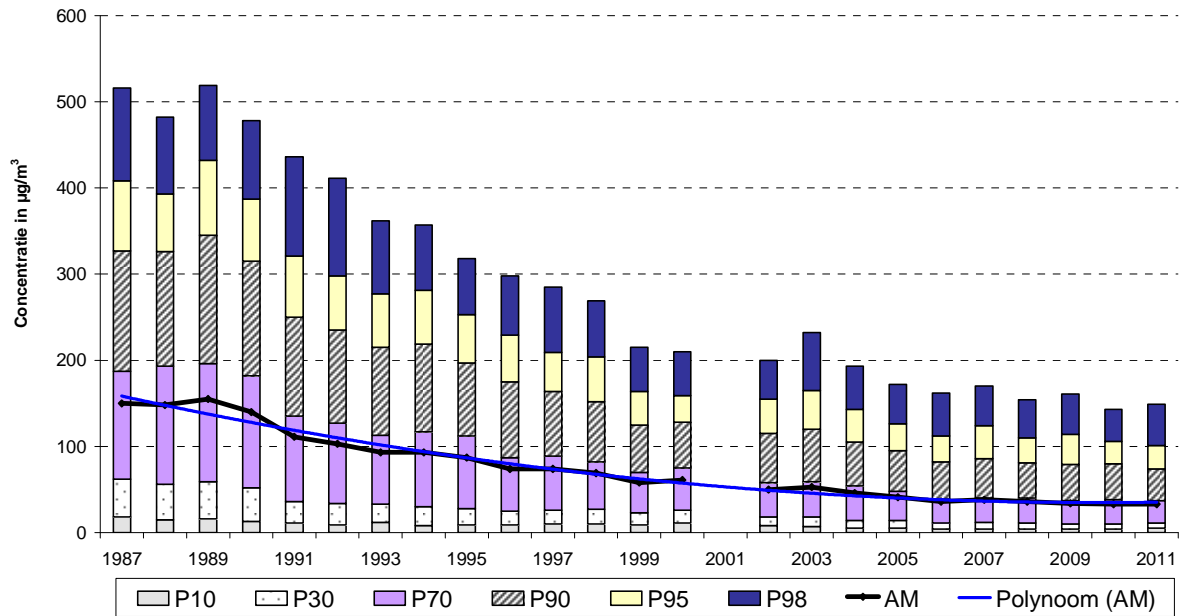


Fig. 7.12 Evolutie CO-concentratie in de Kroonlaan te Elsene (1987-2011)

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



NO_x te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

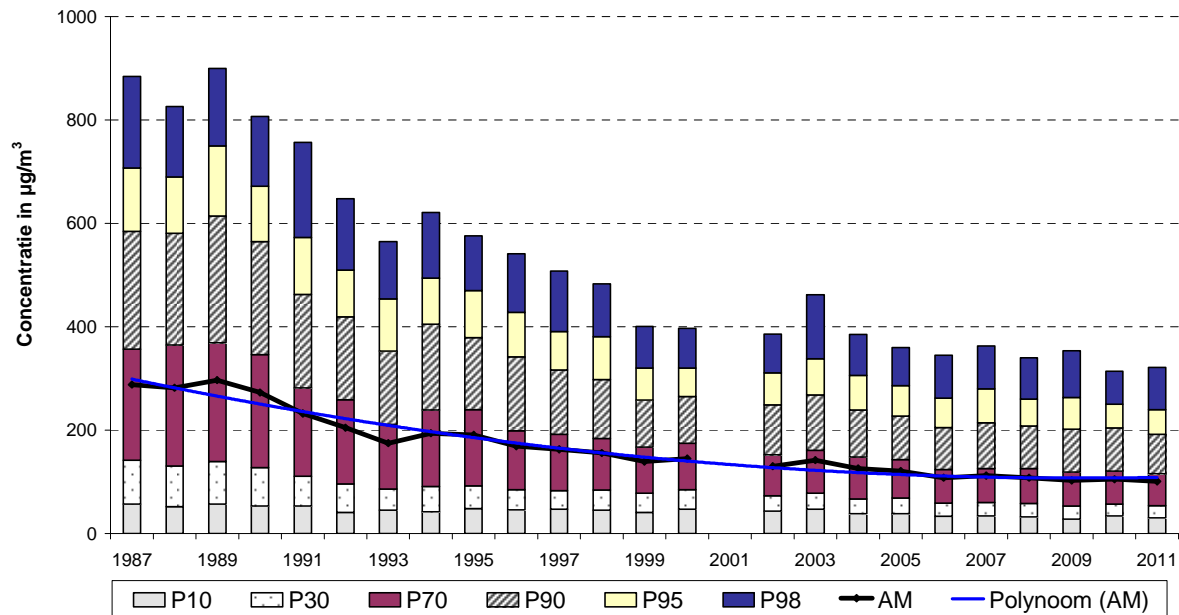


Fig. 7.13: Evolutie concentratie NO en NO_x in de Kroonlaan te Elsene (1987-2011)

Een analoge daling van de concentraties kan niet vastgesteld worden voor stikstofdioxide en ozon. Ozon wordt niet rechtstreeks uitgestoten, maar wordt via fotochemische processen in de atmosfeer gevormd. Ozon is een secundaire pollutant en voor NO₂ is dit gedeeltelijk het geval. Een gedeelte van de overmaat aan NO in de NO_x-uitstoot wordt omgezet tot het veel stabielere NO₂, dat niet zo snel uit de atmosfeer verwijderd wordt. Deze oxidatie verloopt vrij snel (minuten) in aanwezigheid van ozon en eerder traag (uren) onder invloed van de zuurstof uit de lucht. Voor NO₂ is er geen duidelijke trend in de tijd waarneembaar en ook de ruimtelijke NO₂-verdeling is homogener dan deze van andere pollutanten.

De meest recente resultaten van de meetposten gelegen in een verkeersdrukte omgeving wijzen op een eventuele lichte toename van de NO₂-concentraties.

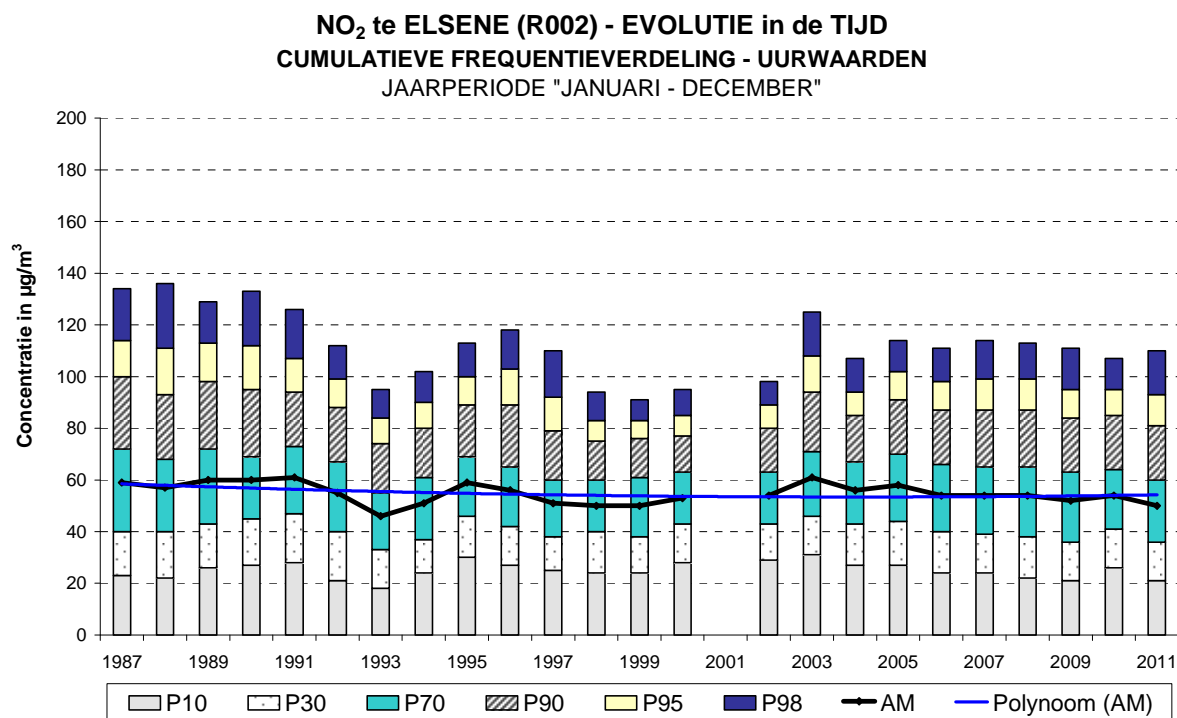


Fig. 7.14: Evolutie concentratie NO₂ in de Kroonlaan te Elsene (1987-2011)

Stikstofdioxide is de voornaamste voorloper van de ozonvorming. Er is vrijwel altijd en overall een geringe NO₂-concentratie aanwezig. Daardoor kan er vrijwel steeds, bij omstandigheden die daartoe gunstig zijn, ozon gevormd worden. Doordat éénzelfde NO₂-molecule in feite aanleiding geeft tot de vorming van meerdere ozonmoleculen leidt dit tot een overmatige ozonvorming.

In de grafieken met de evolutie van de ozonconcentraties komen de ozonrijke zomers (1989, 1990, 1994, 1995, 2003 en 2006) duidelijk tot uiting via de niveaus van de hogere centielen. Meer algemeen is er een licht stijgende tendens waarneembaar voor de gemiddelde ozonconcentratie. Dit is mogelijk een gevolg van de dalende NO-uitstoot door het verkeer (minder ozonafbraak). Net als in de meetpunten die meer op het Europese continent gelegen zijn, wordt ook hier een lichte toename van de gemiddelde ozonconcentratie vastgesteld, alsook een vermindering van het niveau of van de frequentie van de piekconcentraties.

De concentraties van NO, NO₂ en O₃ zijn via een chemisch evenwicht en fotochemische processen aan elkaar gebonden. Een vermindering van de NO₂-concentratie is slechts mogelijk mits een gevoelige daling van de totale NO_x-uitstoot. Voor een vermindering van de ozonconcentratie is een gevoelige vermindering van de uitstoot van alle precursoren (NO_x en reactieve VOS) nodig. Deze vermindering dient drastisch, grootschalig en duurzaam te zijn.

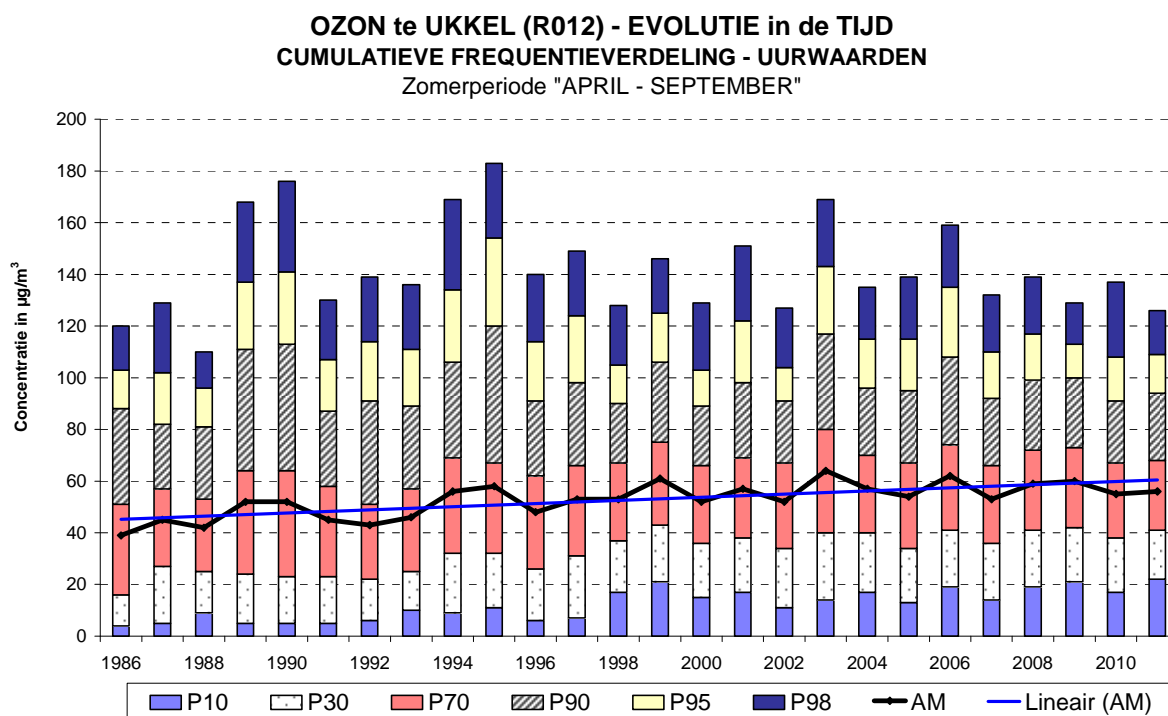


Fig. 7.15: Evolutie concentratie O₃ in de meetpost te Ukkel (1986-2011)

Met ingang van 1997 kan er op de meetpunten met veel verkeer eveneens een opmerkelijke daling vastgesteld worden van de jaargemiddelde concentraties van benzeen (zie fig. 7.9), toluen en xylenen. Inmiddels is de jaargemiddelde benzeenconcentratie overal duidelijk lager dan de limietwaarde van 5 µg/m³, te bereiken vanaf 1 januari 2010, ook op de verkeersdrukke plaatsen.

Sedert het begin van de metingen (fig. 7.10) wordt ook een daling van de concentratie van polyaromatische koolwaterstoffen vastgesteld. Deze daling is vooral een gevolg van de verminderde bijdrage van het verkeer. De gemiddelde concentratie voor benzo(a)pyreen is in alle meetpunten lager dan de streefwaarde van 1 ng/m³, te bereiken vanaf 31 december 2012.

Sedert het begin van de PM₁₀-metingen in 1996 wijst de evolutie van de PM₁₀-vervuiling in de meetpost te Molenbeek op een lichte daling van de gemiddelde concentratie. Vanaf het jaar 2005 worden de resultaten voor PM₁₀-FDMS gerapporteerd. In de periode daarvoor werden de gemeten PM₁₀-resultaten vermenigvuldigd met een vaste correctiefactor (1,47) om resultaten te bekomen die vergelijkbaar zijn met de referentiemethode (PM₁₀-EqRef). Het gebruik van de vaste factor heeft wellicht geleid tot een overschatting van de werkelijke concentratie in situaties en op plaatsen waarbij een belangrijke minerale fractie aanwezig was.

De problematiek van PM10 is zeer complex. De relatief hogere concentraties in het jaar 2003 zijn een gevolg van de uitzonderlijk warme en droge zomerperiode (opwaaien van grovere deeltjes). De relatief hoge waarden in 2007 zijn een gevolg van omstandigheden die ongunstig zijn voor de verspreiding in combinatie met omstandigheden die gunstig zijn voor de vorming van secundair aërosol.

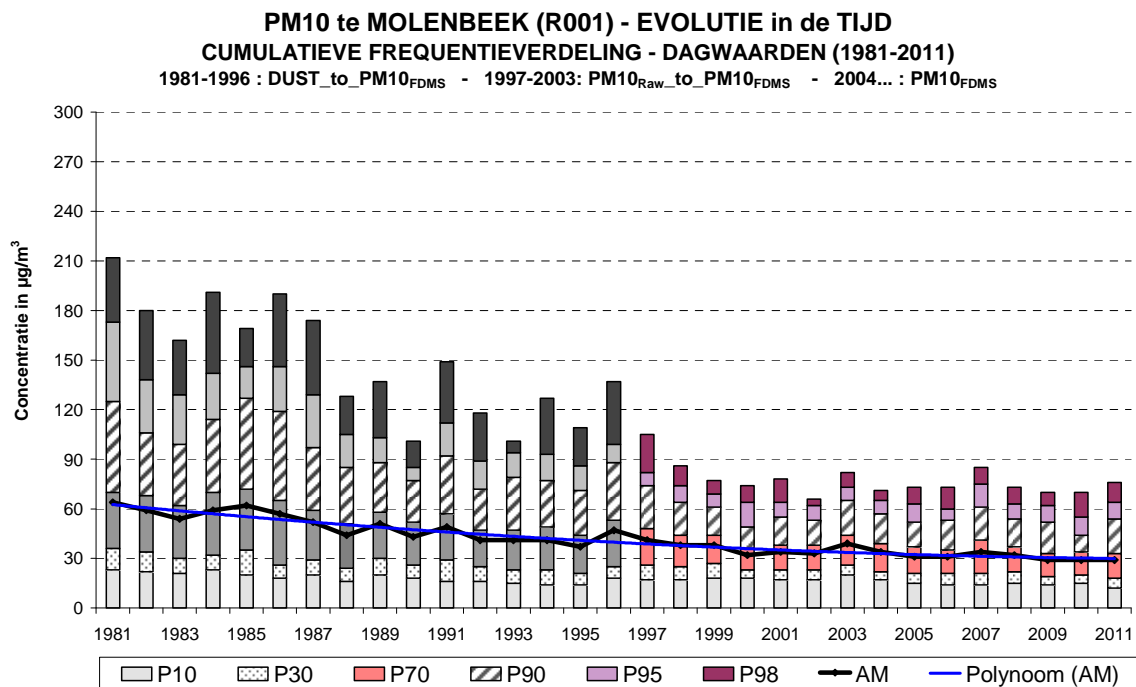
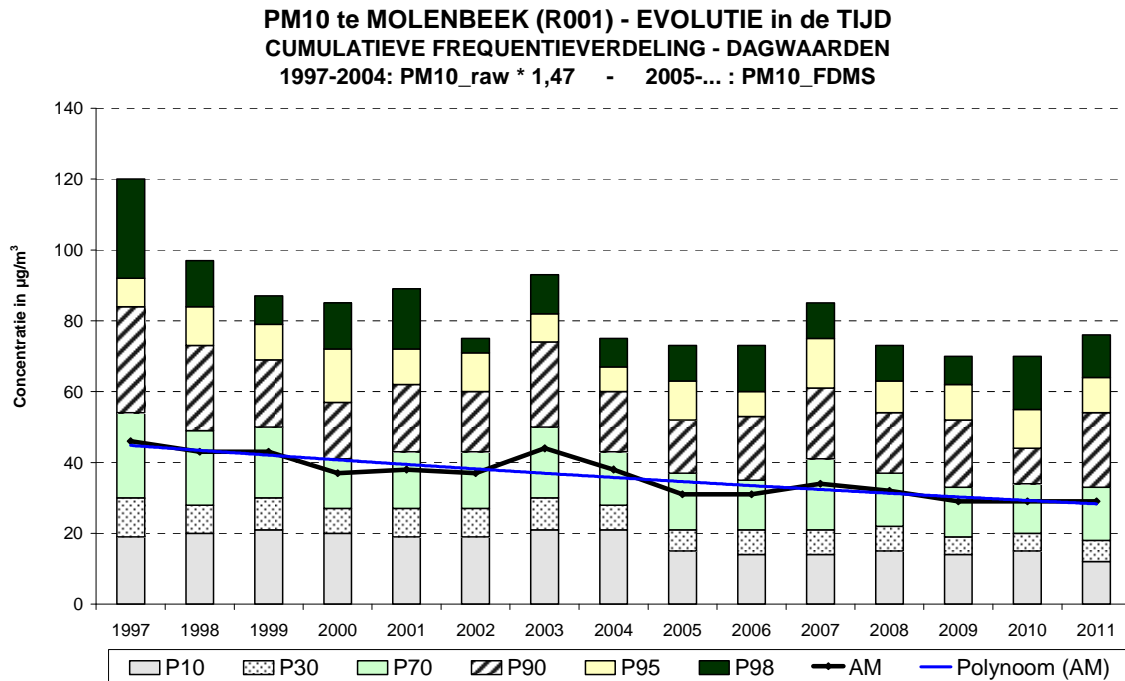


Fig. 7.16: PM10 te Molenbeek - Evolutie meetresultaten (1996-2011) en inschatting van de evolutie over een langere periode (1981-2011)

De evolutie over langere termijn wordt ingeschat op basis van een omrekening van de historiek van de meetresultaten voor "Dust" (1981-1996) bekomen op basis van nefelometrie. De omrekening tussen beide methoden werd uitgevoerd op basis van het verband dat werd vastgelegd bij parallelle metingen tijdens de periode 1997-2000. Hoewel deze omrekening onderhevig is aan enige onzekerheid, kan toch aangenomen worden dat de PM10-concentratie over de voorbije 30 jaar geleidelijk aan gedaald is. De gemiddelde PM10-concentratie van de jongste jaren bedraagt nog nauwelijks de helft van het geschatte jaargemiddelde uit het begin van de jaren '80 van de vorige eeuw.

Voor het gehalte van de PM2.5-deeltjesfractie in de lucht zijn nog geen omvangrijke datareeksen beschikbaar (maximum 6 jaar gegevens PM2.5-FDMS). Hierdoor kan er nog geen duidelijk beeld gevormd worden over de evolutie op langere termijn. Voor de dagen waarop een ruimtelijk gelijkmatig verdeelde, hogere PM10-concentratie wordt vastgesteld, kan de PM2.5-massaconcentratie soms tot 80 à 90% uitmaken van de totale PM10-massaconcentratie. Op plaatsen of onder omstandigheden waarbij een belangrijke PM10-fractie van minerale of natuurlijke oorsprong aanwezig is, heeft de PM2.5-fractie een eerder beperkt aandeel (minder dan 40%) in de totale PM10-massaconcentratie.

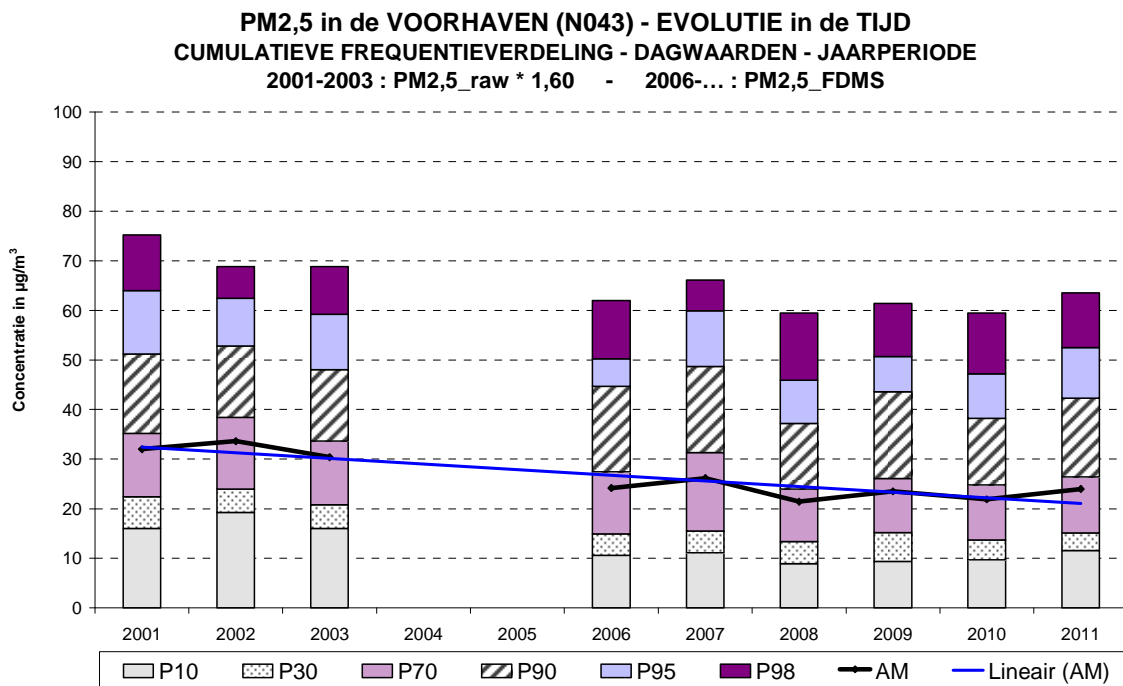


Fig. 7.17: PM2.5 in de Voorhaven - Evolutie meetresultaten (2001-2011)

Voor zwarte rook was er een daling van de gemiddelde concentratie tot aan het begin van de jaren '80. Halfweg de jaren '80 nam de concentratie toe wegens het toenemend dieselgebruik. De laatste jaren daalt het concentratieniveau en sluit het opnieuw aan bij dit van begin '90.

Voor de overige pollutanten stellen de huidige EG-richtlijnen strenge normwaarden voorop waaraan tegen 1 januari 2005, 1 januari 2010, 2013 of 2015 diende of dient voldaan te worden. Voor SO₂, lood, CO, benzeen, benzo(a)pyreen, arseen, cadmium en nikkel vormt dit geen enkel probleem en ook op middellange termijn zal dit geen probleem stellen.

7.7 Synthese

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest blijven er, met betrekking tot de luchtkwaliteit, problemen bestaan voor drie groepen pollutanten: NO₂, ozon en zwevende deeltjes (PM10 en PM2.5). Hoewel er op een groot aantal meetposten van het Gewest voldaan is aan de normen voor deze pollutanten, blijft het toch moeilijk om de normen – die soms zeer streng zijn in vergelijking met de geobserveerde waarden – te bereiken of te garanderen op een aantal meetpunten. De evolutie van de situatie tijdens de komende jaren zal duidelijk maken in hoeverre deze doelstellingen haalbaar zijn.

Er dient daarbij opgemerkt te worden dat het niet respecteren van de grenswaarden vastgelegd in de Europese richtlijnen eventueel kan leiden tot het opleggen, door de Europese instanties, van financiële sancties aan het Gewest. Het risico daartoe bestaat sinds het opstarten van de procedure tot ingebrekestelling (op datum van 20 november 2009) tegen België voor het niet naleven van de grenswaarde voor PM10 sedert 2005.

Wat betreft de te nemen maatregelen voor het terugdringen van de concentraties mag men niet uit het oog verliezen dat het fysico-chemische evenwicht en de fotochemische processen die de problematiek van deze pollutanten beheersen, laten vermoeden dat er, om een significant effect te hebben, structurele maatregelen noodzakelijk zijn die een aanzienlijke vermindering van de emissies tot gevolg moeten hebben op een schaal die het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ruimschoots overstijgt. In de complexe problematiek van NO₂, ozon en de deeltjesfractie PM10 en PM2.5, zal het gunstige effect op de concentraties niet proportioneel zijn met de vermindering van de lokale emissies. Uit de analyse van de gegevensreeksen blijkt ook dat het terugbrengen van het gemiddelde emissieniveau tot het gemiddelde niveau van weekenddagen, en dit voor alle dagen van het jaar, wellicht onvoldoende is om de zeer strenge normen tijdig, op alle meetpunten van het Gewest, te respecteren.

De Europese richtlijnen leggen niet alleen doelstellingen vast voor de luchtkwaliteit. Ze verplichten ook tot het uitvoeren van metingen voor meerdere pollutanten, ze vereisen een grotere beschikbaarheid van resultaten (> 90% rendement voor de metingen) en een opvolging van de metingen door een programma voor kwaliteitsborging. De richtlijnen verplichten eveneens tot een snellere verspreiding van informatie aan de bevolking en tot een regelmatige opmaak van gedetailleerde rapporten betreffende de luchtkwaliteit, het naleven van de normen en de blootstelling van de bevolking.

Ondanks de opmerkelijke verbetering in de situatie voor enkele belangrijke luchtvervuilende stoffen blijft waakzaamheid meer dan ooit geboden. Naast de wettelijke verplichting tot het uitvoeren van metingen, noodzaakt de continuïteit van de problematiek tot het in stand houden van een uitgebreid meetinstrumentarium onder de best mogelijke omstandigheden, tot een doorgedreven analyse van de meetresultaten om te komen tot een betere evaluatie van de luchtkwaliteit en tot het verfijnen van de kennis betreffende de pollutanten waarvoor eventueel juridische procedures lopen. Bijgevolg is het in stand houden van de aanwezige “know-how” uitermate belangrijk om deze problematiek, ook in de periode na 2012, integraal in al zijn facetten en met voldoende kennis van zaken te kunnen opvolgen.