

1. NORMEN: EG-Richtlijnen

In EG-verband werden in de periode 1982-1992 luchtkwaliteitsnormen vastgelegd voor een aantal pollutanten. Dit was o.m. het geval voor zwaveldioxide, zwevende deeltjes (black-smoke), stikstofdioxide, lood en ozon. In de desbetreffende EG-richtlijnen 80/779/EG (SO₂ en zwevende deeltjes), 85/580/EG (NO₂), 82/884/EG (Pb) werden de toenmalige **grens- en richtwaarden** aangegeven. In de richtlijn 92/72/EG voor ozon werden **drempelwaarden** opgegeven.

De **grenswaarden** hadden (en hebben) een *dwingend wettelijk karakter* en dienen gerespecteerd te worden. Ze werden vastgelegd ter bescherming van de *volksgezondheid*. De **richtwaarden** hielden een strenge aanbeveling in, maar het respecteren ervan was (en is) strikt genomen *niet wettelijk afdwingbaar*. Deze waarden werden vooropgesteld met de bedoeling om de gezondheid en het milieu op lange termijn te beschermen. Bij het respecteren van deze waarden zouden er geen blijvende ongunstige gevolgen optreden, noch voor de volksgezondheid, noch voor het leefmilieu in zijn geheel. 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 van een drempelwaarde kan een verplichting inhouden tot het verstrekken van informatie aan de bevolking of tot het ondernemen van acties die leiden tot een verminderde uitstoot.

De *nieuwe Europese normen* voor luchtkwaliteit zijn van recentere datum. Op 21.11.1996 verscheen in het Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen de nieuwe **kaderrichtlijn 1996/62/EG** betreffende de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit. Deze richtlijn is door de publicatie van de ordonnantie van 25 maart 1999 omgezet in de regelgeving van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De objectieven van deze kaderrichtlijn zijn:

- doelstellingen voor de luchtkwaliteit in de Europese Gemeenschap te omschrijven en vast te stellen, teneinde schadelijke gevolgen voor de gezondheid van de mens en het milieu als geheel te voorkomen, te verhinderen of te verminderen
- de luchtkwaliteit in de lidstaten op basis van gemeenschappelijke methoden en criteria te beoordelen
- te beschikken over adequate informatie over de luchtkwaliteit en ervoor te zorgen dat de bevolking daarover wordt ingelicht, onder andere door middel van alarmdrempels
- goede luchtkwaliteit in stand te houden en die in andere gevallen te verbeteren

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 zoals roet (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 (inclusief PM10)* 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). Een vierde dochterrichtlijn, voor *zware metalen* (kwik, cadmium, nikkel en arseen) en *polyaromatische koolwaterstoffen* in de omgevingslucht, is verschenen op 15 december 2004.

De doelstellingen uit de nieuwe richtlijnen dienen nageleefd te worden tegen 1 januari 2005 of 1 januari 2010 en de doelstellingen uit de vierde dochterrichtlijn vanaf 1 januari 2013. De grenswaarden uit de eerdere EG-richtlijnen (1982-1992) blijven van kracht tot 1 januari 2005.

Al vanaf het tweede jaar na het verschijnen van de dochterrichtlijnen dienen de gegevens beoordeeld te worden t.o.v. de doelstellingen ervan (doelstellingen te bereiken tegen het jaar 2005 of 2010). In de periode tot aan de einddatum voor het respecteren van de grenswaarde (voor PM10 vanaf 2001 tot 2005) wordt een *overschrijdingsmarge* vermeld. Deze wordt uitgedrukt als een zeker percentage van de ultieme grenswaarde. De overschrijdingsmarge vermindert lineair van jaar tot jaar en dient tot nul herleid te zijn tegen de voorziene einddatum (1 januari 2005 of 2010 voor PM10).

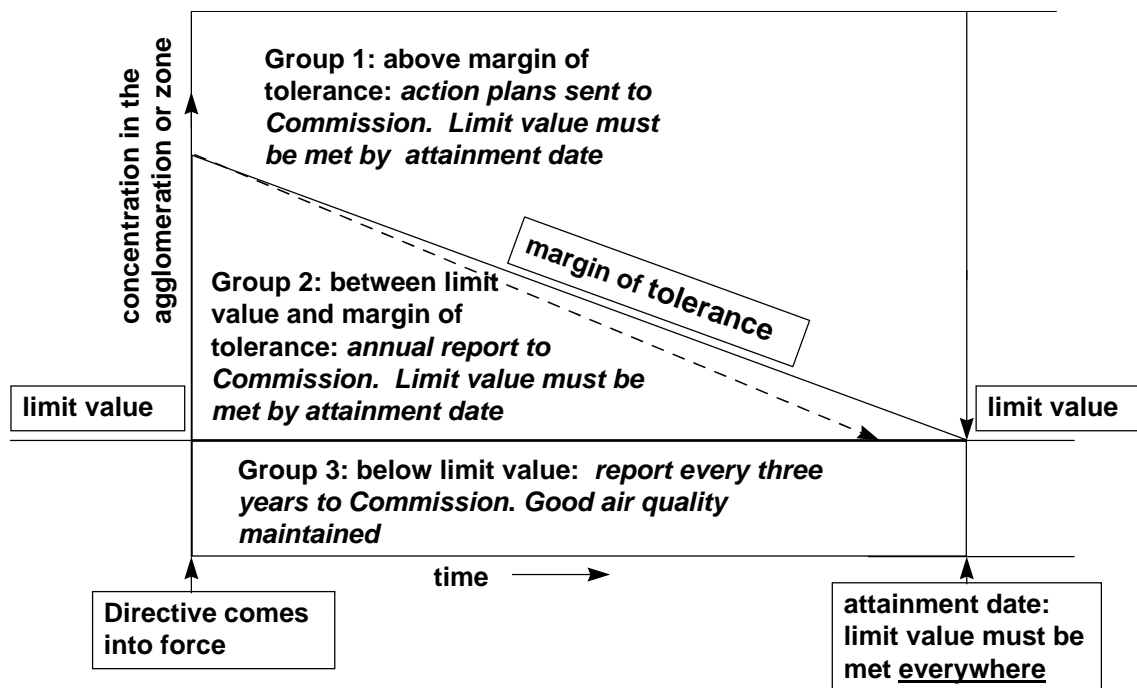


Fig. 1: Schematische voorstelling rapportering overschrijdingen van de voorgestelde grenswaarde vermeerderd met de overschrijdingsmarge. (Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives)

Het bestaan van een toegelaten overschrijdingsmarge voert echter geen tussentijdse grenswaarde in. De grenswaarde blijft onveranderd en is te respecteren vanaf de voorziene datum (2005, 2010 of 2013) en niet eerder.

Het opzet van een overschrijdingsmarge is een identificatie van zones met een minder goede luchtkwaliteit. Voor zones met resultaten hoger dan de grenswaarde 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 grenswaarde. Deze plannen dienen aan de Europese Commissie en aan de bevolking bekend gemaakt te worden.

Waarden die zich bevinden tussen de grenswaarde en de grenswaarde 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 grenswaarde te respecteren.

Bepalingen voor PM10 - EG-Richtlijn 1999/30/EG

Publicatiedatum EG: 22.04.1999

Datum van omzetting in een besluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: 28.06.2001

Deze richtlijn is een eerste dochterrichtlijn volgend op de kaderrichtlijn 96/62/EG. Ze geeft grenswaarden aan voor *zwaveldioxide*, *stikstofdioxide* en *stikstofdioxiden*, *zwevende deeltjes* en *lood* in lucht. Voor de betrokken pollutanten worden **grenswaarden** opgegeven die, naargelang de bepaling, hetzij tegen 1 januari 2005, hetzij tegen 1 januari 2010 gerespecteerd dienen te worden. Voor zwaveldioxide en stikstofdioxide wordt ook een **alarmdrempel** opgegeven.

Artikel 2 van de richtlijn geeft als definitie voor “grenswaarde”: *een niveau dat op basis van wetenschappelijke kennis is vastgesteld teneinde schadelijke gevolgen voor de gezondheid van de mens en/of voor het milieu in zijn geheel te voorkomen, te verhinderen of te verminderen en dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, als 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 voor de gezondheid van de mens inhoudt en bij overschrijding waarvan de lidstaten onmiddellijk maatregelen dienen te nemen, overeenkomstig de richtlijn 96/62/EG.*

In een overgangsperiode, tussen 2001 en 2005 (of 2010) zal het overschrijden van de grenswaarde met een waarde hoger dan de toegelaten “overschrijdingsmarge” (*percentage van de grenswaarde*) het verplicht uitwerken van gedetailleerde actieplannen tot gevolg hebben. Deze plannen dienen aan de Commissie en aan de bevolking medegedeeld te worden. Het overschrijden van de grenswaarde met een waarde die lager is dan de toegelaten overschrijdingsmarge vergen geen gedetailleerde plannen, maar dienen aan de Commissie medegedeeld te worden.

Bij de formulering van de doelstellingen voor zwevende deeltjes (PM10) worden twee fasen voorzien. Aan de doelstellingen van fase 1 dient voldaan te worden tegen 1 januari 2005. De doelstellingen van fase 2 (tegen 1 januari 2010) zijn indicatieve grenswaarden die te herzien zijn 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 verschillende lidstaten. De grenswaarden voor beide fasen worden weergegeven in tabel I.

Tabel I: Grenswaarden voor Zwevende Deeltjes (PM10)

| Bescherming | Middelingtijd | Grenswaarde | Aantal toegelaten overschrijdingen | Datum respecteren van de grenswaarde | Initiële marge op 01/01/2001 |
|-----------------|---------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>FASE 1</i> | | | | | |
| 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% |
| <i>FASE 2</i> | | | | | |
| Gezondheid mens | 24 uur | 50 µg/m ³ PM ₁₀ | 7 per jaar | 1 januari 2010 | <i>nog te bepalen</i> |
| Gezondheid mens | kalenderjaar | 20 µg/m ³ PM ₁₀ | | 1 januari 2010 | 50% |

Er worden nog geen grenswaarden voor PM_{2,5}-deeltjes aangegeven. De richtlijn bevat een duidelijke aanbeveling om met PM_{2,5}-metingen te starten. Bij een eventuele herziening van de richtlijn in de toekomst zullen de inmiddels beschikbare resultaten nuttig zijn voor het vastleggen van eventuele grenswaarden voor de PM_{2,5}-fractie.

2. Zwevende deeltjes en hun detectie

Zwevende deeltjes is een verzamelnaam voor deeltjes die vrij zweven in de omgevingslucht. In tegenstelling tot de gasvormige componenten (b.v. SO₂, NO₂, ...) 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. ammoniumzouten, ontbinden bij toenemende temperatuur.

De verdeling van de deeltjesgrootte en de identificatie van de deeltjes volgens deeltjesgrootte was het onderwerp van heel wat studies tijdens de jaren '70 en '80 van vorige eeuw. De figuren 2 t/m 4 geven enkele voorbeelden van de verdeling en de samenstelling van de verschillende deeltjesfracties in stadslucht die niet belast is met de uitstoot van zware industrie. De tabel in figuur 5 geeft de deeltjesgrootte weer van courant voorkomende 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 (massa) 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.

Roetdeeltjes, lood afkomstig van het verkeer, elementair koolstof en sulfaten behoren in grote mate tot de fijnere deeltjesfractie (< 1 µm). Het gros van de nitraatdeeltjes echter is 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).

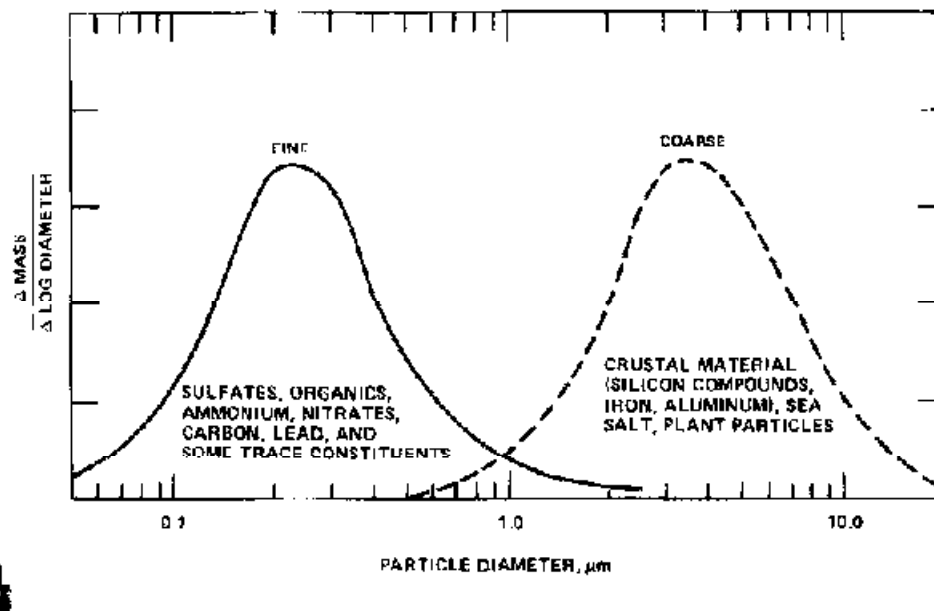


Fig. 2 : Bi-modale verdeling van de deeltjesgrootte met aanduiding van het soort deeltjes
Aerosol Measurement, Willeke and Baron, 1993 - R&P Seminar – Antwerp 2002

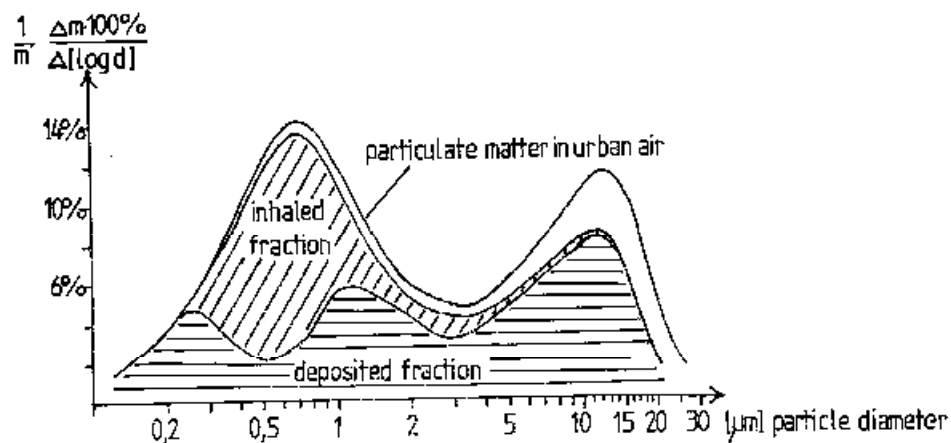


Fig. 3: Bi-modale verdeling - inadembare fractie volgens deeltjesgrootte
Field Measurements of Suspended Particulates – report to CEC, J.Müller, Frankfurt 1984

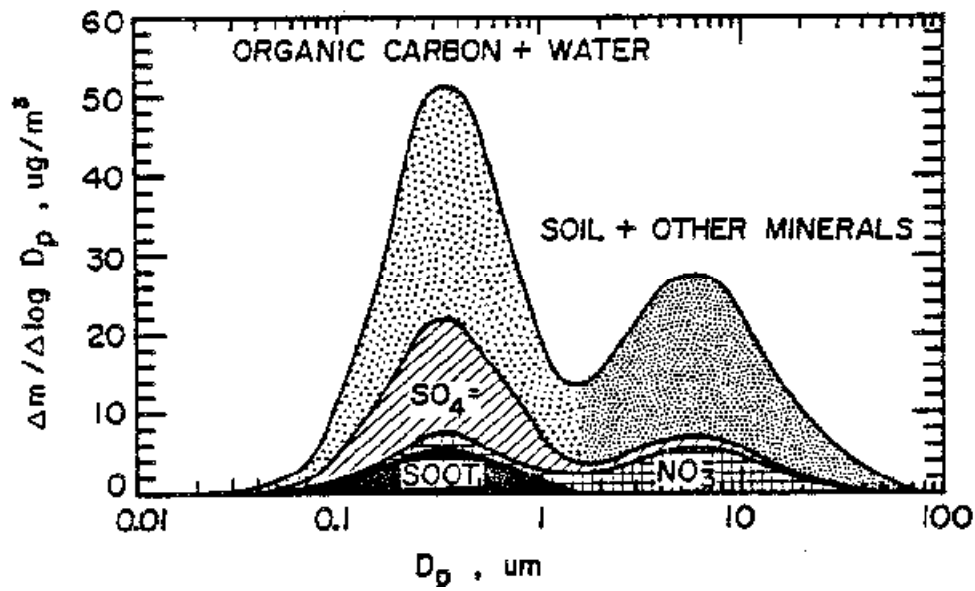


Fig. 4: Bi-modale verdeling van de deeltjesgrootte met aanduiding van het soort deeltjes
Aerosol Measurement, K. T. Whitby, University of Minnesota, 1978

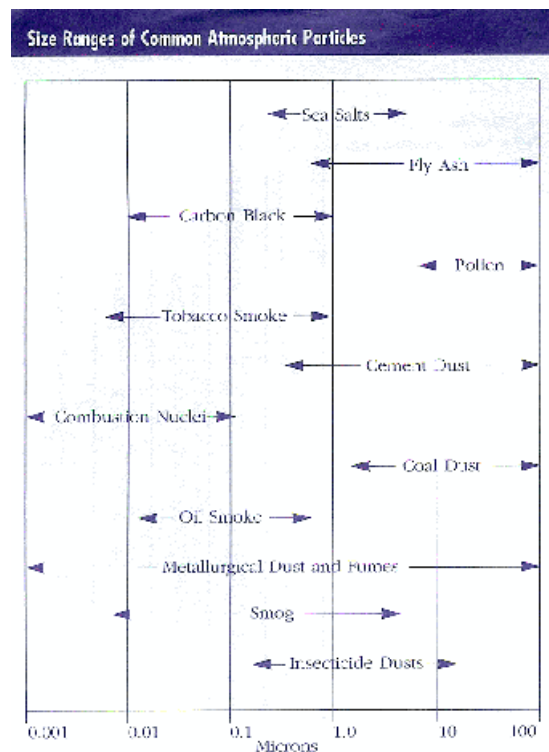


Fig. 5: Deeltjesgrootte van veel voorkomende deeltjes
Environmental Tables & Information, 1999-2000

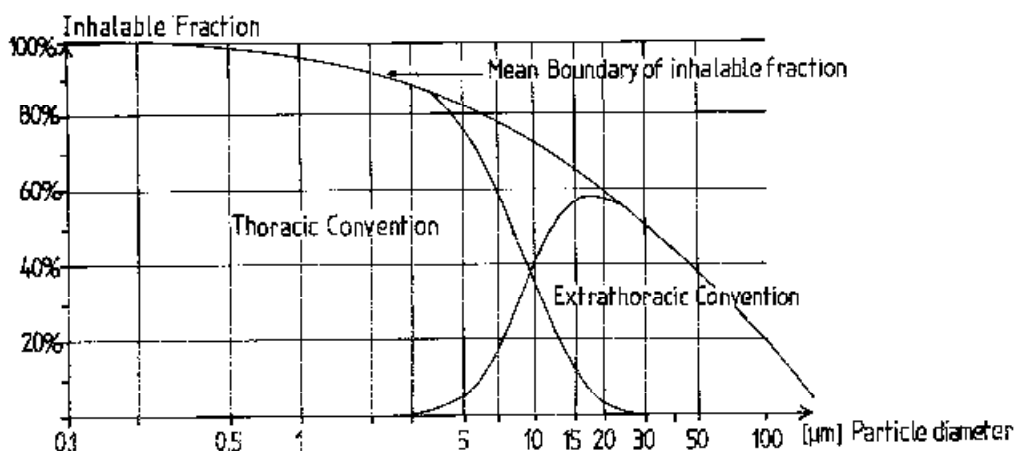


Fig. 6: Inadembare fractie volgens deeltjesgrootte
Field Measurements of Suspended Particulates – report to CEC, J.Müller, Frankfurt 1984

Hoe fijner de deeltjes zijn, hoe verder ze doordringen in het ademhalingstelsel. De grovere deeltjes dringen slechts door tot de keelholte en het strottenhoofd. De fijnere deeltjesfractie (thoracic fractie) 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-regelgeving (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. De richtlijn houdt geen verplichting in, wel een aanbeveling, voor de vaststelling van de PM2,5-fractie.

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.

Niet alle deeltjes zijn echter even gevaarlijk voor de gezondheid. Wegens het eventuele mutageen en/of carcinogeen karakter houden de aanwezigheid van roet, PAK's en andere C-houdende 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 het grootste 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.

2.1 Referentiemethode bepaling PM10-fractie

Bij de continue bepaling van enkelvoudige gasvormige componenten (b.v. SO₂, NO₂, ...) is het mogelijk onderling goed vergelijkbare resultaten te bekomen, ongeacht welke (voldoende specifieke) fysico-chemische detectiemethode er wordt aangewend.

Bij de bepaling van het gehalte zwevende deeltjes in de lucht is niet alleen de grootte van de bemonsterde deeltjesfractie van groot belang (totale deeltjesfractie, PM10-fractie, PM2,5-fractie, ...) voor het bekomen van reproduceerbare resultaten, maar ook de aangewende detectiemethode.

De resultaten bekomen met verschillende detectiemethoden zijn slechts goed vergelijkbaar voor zover de gebruikte detectiemethoden 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.

In bijlage IX, punt IV van de richtlijn 1999/30/EG wordt de referentiemethode voor monsterneming en meting van PM10 opgegeven:

De referentiemethode voor de bemonstering en de bepaling van PM10 is de methode die beschreven wordt in EN 12341 "*Air Quality – Field Test Procedure to Demonstrate Reference Equivalence of Sampling Methods for the PM10 fraction of particulate matter*". De meting is gebaseerd op het opvangen op filter van de PM10-fractie van zwevende deeltjes in de lucht en het bepalen van de gravimetrische massa.

De lidstaten mogen ook andere methoden toepassen waarvan de betrokken lidstaat kan aantonen dat ze resultaten opleveren die gelijkwaardig zijn aan de met bovenstaande methode verkregen resultaten, of andere methoden waarvan de lidstaat kan aantonen dat ze een constante samenhang met de referentiemethode vertonen. In dat geval moeten de resultaten verkregen met die methode met een juiste factor worden gecorrigeerd zodat er resultaten worden gegenereerd die gelijkwaardig zijn aan die welke de toepassing van de referentiemethode zou hebben opgeleverd.

De lidstaten stellen de Commissie in kennis van de methode die voor monsterneming en meting van PM10 wordt gebruikt. De Commissie maakt zo spoedig mogelijk onderlinge vergelijkingen tussen methoden voor monsterneming en meting van PM10 om informatie te verschaffen voor de herziening van deze richtlijn overeenkomstig het betreffende artikel.

Bij de referentiemethode dient de deeltjesfractie aangezogen te worden via een aanzuigkop die perfect in staat is om een specifieke PM10-bemonstering uit te voeren. Alle deeltjesfracties kleiner dan 10 µm worden bemonsterd en er is een scherpe scheiding voor wat betreft de bemonstering bij de deeltjes met een grootte van 10 µm: 50% van deze deeltjes wordt bemonsterd (50% cut-off bij 10 µm).

Verder gebeurt de bemonstering op filter. De bepaling van de massahoeveelheid gebeurt gravimetrisch. De filter wordt vóór en na de bemonstering gewogen. Het resultaat wordt berekend uit de massatoename en het bemonsterde volume lucht.

Vóór de weging worden de filters in gecontroleerde omstandigheden geconditioneerd: ze worden gedurende 48 tot 72 uur bewaard bij een temperatuur van 20 ± 1 °C en een relatieve vochtigheid van 50 ± 3 %.

In tegenstelling tot methoden voor de bepaling van gasvormige pollutanten is het onmogelijk om methoden ter bepaling van de deeltjes op een eenvoudige wijze te testen wegens het ontbreken van een primaire standaard.

De referentiemethode is vastgelegd bij conventie. Op een bepaald tijdstip was er een consensus om een veel gebruikte en genormaliseerde methode aan te duiden als referentiemethode. 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.

Tijdens de bemonstering op filter is er een massatoename door het collecteren van deeltjes, de absorptie van vocht en de adsorptie van vluchtige fractie op de deeltjes. Massaverlies is een gevolg van het verdampen van vocht, het vervluchten van de volatiele fractie en het eventueel ontbinden van bepaalde componenten. Door het conditioneren van de filters treedt er een evenwichtstoestand op die kenmerkend is voor de referentietemperatuur en vochtigheid. Er wordt daardoor een evenwichtsmassa bepaald die specifiek is voor de omstandigheden in het labo, maar die niet noodzakelijk de fysische realiteit tijdens de bemonstering weerspiegelt.

De referentiemethode is een manuele methode waarvan de resultaten slechts met vertraging (dagen, weken) gekend zijn. Integratie ervan in telemetrische meetnetten en directe informatie aan de bevolking is niet mogelijk. Ook de organisatie voor het ophalen van de filters van manuele meetnetten vormt een bijkomend praktisch nadeel.

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.

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 per deeltjesgrootte en de toepassing van een conversiefactor (massa/optische eigenschap) per deeltjesgrootte.

Meetposten ter bepaling van de PM₁₀-fractie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn uitgerust met een “oscillerende microbalans”. 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 “ β -absorptie”.

In een ruimer onderzoek naar de vergelijkbaarheid van meetmethoden wordt door het Waalse en Vlaamse Gewest ook de “laser - nefelometer” uitgetest.

2.2 PM10-metingen in het Brussels Gewest – oscillerende microbalans

In vergelijking met de metingen voor de gasvormige pollutanten en zwarte rook zijn de PM10-metingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van een meer recentere datum. In de loop van 1996 werd een eerste toestel in gebruik genomen in de meetpost te Ukkel (R012). In de periode 1997-2001 werden PM10-meetsystemen opgestart in 5 andere meetposten van het telemetrische meetnet.

PM10-apparaten in het meetnet voor luchtpollutie te Brussel:

| | | |
|------|-----------------------|------------|
| R012 | Ukkel | 01/05/1996 |
| R001 | Molenbeek | 01/01/1997 |
| N043 | Haren | 01/12/1997 |
| B011 | St.-Agatha-Berchem | 01/05/1999 |
| MEU1 | Meudonpark | 01/10/1999 |
| WOL1 | St.-Lambrechts-Woluwe | 01/12/2001 |

De PM10-apparatuur is van het type “*oscillerende microbalans*”, model TEOM-1400Ab (Rupprecht & Patashnick). De lucht wordt aangezogen via een PM10-aanzuigkop, van het type impactor, die ontworpen is om een perfecte PM10-afschrijving te realiseren bij een aanzuigdebiet van 1 m³/uur of 16,67 l/min. Vervolgens wordt de luchtstroom isokinetisch gescheiden in een debiet van 3 l/min voor de eigenlijke massabepaling en in een bypass debiet van 13,67 l/min. Beide debieten worden gecontroleerd met behulp van massadebietregelaars met een precisie van 1% en een reproduceerbaarheid van 0,1%.

Het aanzuigdebiet van 16,67 l/min is noodzakelijk voor een selectieve PM10-bemonstering. Wegens de gevoeligheid van de microbalans wordt slechts een fractie van dit debiet (3 l/min) aangewend voor de PM10-massabepaling.

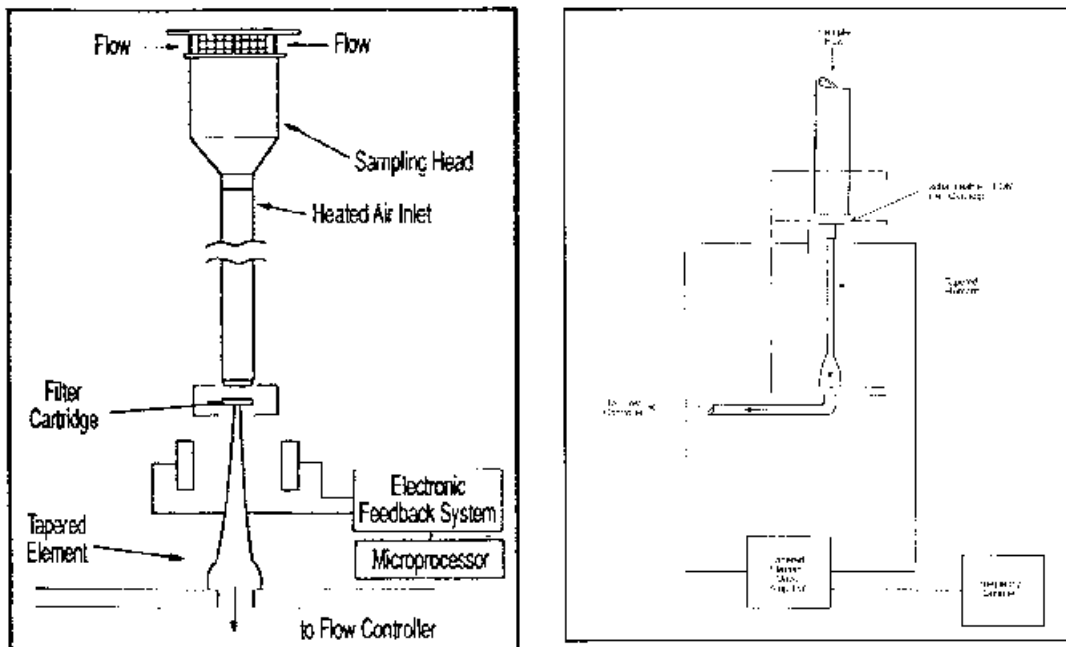


Fig. 7: schema oscillerende microbalans – PM10-aanzuigkop en “tapered element” met filter
Rupprecht & Patashnick – J. Air Waste Manage. Assoc 41 (1079-1083) en Handleiding

Het bemonsteringsdebiet van 3 l/min wordt over een uitwisselbare filter geleid. Deze filter is vervaardigd uit waterafstotend materiaal en bestaat uit een teflonmembraan op een support van glasvezelstructuur (mechanische sterkte). Deze uitwisselbare filter is gemonteerd op de top van een spits oplopend element (*tapered element*), vervaardigd uit kwarts, dat van binnen hol is en dat enkel aan de onderzijde op een basis bevestigd is. De luchtstroom, ontdaan van stofdeeltjes op de filter, wordt via het holle element afgevoerd naar de massadebietregelaar en de pomp.

Het 'tapered element' is niet bevestigd aan de bovenzijde en kan vrij oscilleren. De frequentie van de trilling neemt af naarmate de geïncubeerde massa op de filter toeneemt. Er is een éénduidig verband tussen de toename van de massa en de verandering van frequentie.

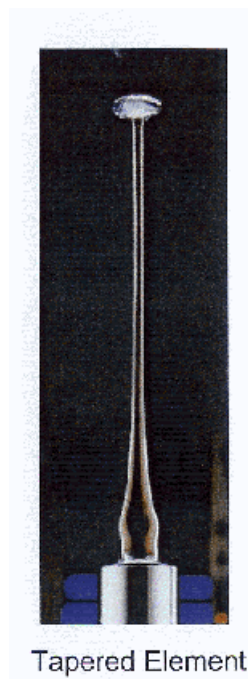


Fig. 8: Tapered element met filter
Documentatie Rupprecht & Patashnick

In de oorspronkelijke versie van het TEOM-apparaat werd het aanzuigsysteem en het detectiesysteem opgewarmd tot 50°C. Op deze wijze werd de invloed van de omgevingstemperatuur en vochtigheid vrijwel geneutraliseerd. De temperatuur van 50°C was o.m. gekozen met de achterliggende gedachte dat het vocht en de vluchtige materie aanwezig in de deeltjes niet kon geïdentificeerd worden als deeltjesmassa. De resultaten bekomen bij een operationele temperatuur van 50°C worden in dit rapport aangeduid als **PM10_ruwe data** (raw data, données brutes).

De resultaten voor PM10_ruwe data wijken uiteraard af van de resultaten zoals bekomen met de gravimetrische referentiemethode. De afwijking is o.m. afhankelijk van de samenstelling van het aërosol, de omgevingstemperatuur en de vochtigheid. Er dient evenwel op gewezen te worden dat een operationele temperatuur van 50°C reeds geruime tijd tot de courante praktijk behoorde in de periode vóór het vastleggen van een referentiemethode.

Een VMM-studie betreffende de vergelijking tussen de referentiemethode en instrumentale methoden (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 resultaten voor PM10-ruwe data, bekomen bij de operationele temperatuur van 50°C in het TEOM-apparaat, worden vermenigvuldigd met een factor 1,47 om resultaten te bekomen gelijkwaardig aan de referentiemethode. Deze gecorrigeerde resultaten worden aangeduid als **PM10_EqRef**. Voor de periode 1996-2004 werd de beoordeling van de luchtkwaliteit (o.a. aantal overschrijdingen) uitgevoerd op basis van deze gecorrigeerde waarden.

$$\text{PM10_EqRef} = 1,47 * \text{PM10_ruwe data}$$

FDMS-systeem

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

In de zoektocht naar een methode die equivalente resultaten oplevert via meting werd door het Laboratorium van het BIM in 2003 geopteerd om een bestaand TEOM-apparaat uit te rusten met een FDMS-systeem (*Filter Dynamics Measurement System*). Een schematische voorstelling van een TEOM-apparaat met FDMS-systeem wordt weergegeven in figuur 9.

Uit een aantal voorlopige resultaten, vermeld in de literatuur, blijkt een behoorlijke overeenkomst tussen de resultaten bekomen met de referentiemethode en de resultaten bekomen met een TEOM-FDMS.

Een TEOM-apparaat uitgerust met een FDMS-systeem werkt in twee fasen van 6 minuten. Gedurende de eerste periode wordt lucht over de uitwisselbare filter geleid, waar de deeltjesfractie geïncubated wordt. De aangezogen lucht passeert wel doorheen een droger op basis van membraantechnologie. 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 beter de omstandigheden bij de referentiemethode en sluiten nauwer aan bij de fysische realiteit.

Gedurende een tweede periode van 6 minuten wordt de lucht eerst afgeleid over een “absolute” filter op ± 4 °C en ontdaan van alle deeltjes en vluchtige componenten. Deze “zuivere” en stofvrije lucht wordt over de uitwisselbare filter geleid. Het verlies aan massa, veroorzaakt door het verlies van vluchtige fractie, doet zich ook voor tijdens de fase waarbij de deeltjes op filter geïncubated worden. Dit massaverlies wordt in deze periode bepaald.

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 massaverlies. Dit eindresultaat wordt verder aangeduid als **PM10-FDMS**.

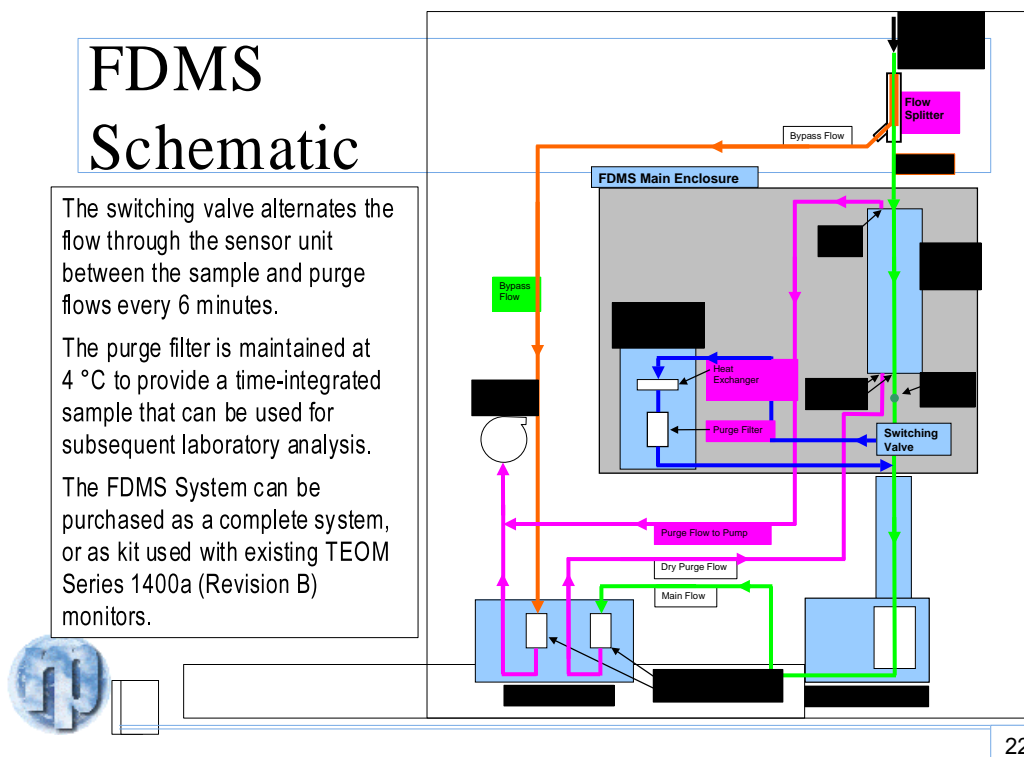


Fig. 9 : Schematische voorstelling FDMS-systeem
Rupprecht & Patashnick Documentatie

Begin september 2003 werd het PM_{2,5}-apparaat van de meetpost te Molenbeek (R001) omgebouwd tot een PM₁₀-FDMS-apparaat. Tot eind september (eventueel december) 2005 worden in deze meetpost parallelle metingen uitgevoerd voor PM₁₀ (bij 50°C) en voor PM₁₀-FDMS (bij 30°C). De PM_{2,5}-metingen werden tijdelijk stilgelegd en zullen uiterlijk begin 2006 opnieuw hernomen worden.

In mei 2004 werd het PM_{2,5}-apparaat van de meetpost te Haren (N043) omgebouwd tot een PM₁₀-FDMS werkend bij 30 °C. Na enkele initiële moeilijkheden gebeuren daar sinds september 2004 en wellicht tot eind december 2005 parallelle metingen tussen PM₁₀ bij 50 °C en PM₁₀-FDMS. Eveneens begin mei 2004 werd het PM₁₀-apparaat van de meetpost te Ukkel (R012) omgebouwd tot een PM₁₀-FDMS bij 30 °C. Vanaf begin 2005 worden de resultaten voor PM₁₀-FDMS, waar beschikbaar, overgemaakt aan de Europese Commissie.

Voor de meetposten te Molenbeek en Haren is een directe vergelijking mogelijk tussen de resultaten voor **PM₁₀-FDMS** en **PM₁₀-ruwe data**. Voor de meetpost te Ukkel wordt de vergelijking op indirecte wijze uitgevoerd. Voor een eerste jaarperiode worden de resultaten vergeleken tussen **PM₁₀-ruwe data te Ukkel** en **PM₁₀-ruwe data te St.-Agatha-Berchem**. Voor een tweede jaarperiode worden de resultaten vergeleken tussen **PM₁₀-FDMS te Ukkel** en **PM₁₀-ruwe data te Berchem**.

Uit de verhouding tussen beide jaarperiodes wordt op indirecte wijze de verhouding bekomen tussen **PM₁₀-FDMS te Ukkel** en **PM₁₀-ruwe data te Ukkel**. Om een voldoende representatief resultaat te bekomen dient de proefperiode minstens één jaarperiode te bedragen.

Als verhouding tussen **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data** worden tot dusver volgende factoren bekomen (factoren afgeleid via gewogen orthogonale regressie):

| | |
|-----------|-----------------|
| Molenbeek | een factor ~1,3 |
| Ukkel | een factor ~1,4 |
| Haren | een factor ~1,1 |

Bij een analyse, dag na dag, van de verhouding van de resultaten tussen beide methoden blijkt dat deze te Molenbeek varieert tussen ~0,8 en ~2,7 en te Haren tussen ~0,6 en ~2,0. Indien uit verdere testen zou blijken dat er dag na dag een goede overeenstemming is tussen de referentiemethode en de FDMS-methode dan komt het gebruik van een vaste correctiefactor minstens ter discussie. In een nieuw gemeenschappelijk programma van het Vlaamse en Waalse Gewest ter vergelijking van PM10-meetmethoden wordt de FDMS-methode eveneens grondig uitgetest. In de bijlage worden de parallelle metingen (PM10-FDMS en PM10-ruwe data) en de verhouding tussen de resultaten van beide methoden nader toegelicht.

In de loop van het jaar 2005 wordt het PM10-toestel (bepaling bij 50 °C) te Berchem (B011) omgebouwd tot een PM10-FDMS (bepaling bij 30 °C) en verder wordt in de meetpost van het Meudonpark (MEU1) het PM10-apparaat (50 °C) omgebouwd tot een PM2,5-FDMS (30 °C). Op deze meetpost worden dan vergelijkende of parallelle metingen uitgevoerd tussen PM2,5-ruwe data (bepaling bij 50 °C) en PM2,5-FDMS (bepaling bij 30 °C).

2.3 Metingen PM2,5-fractie

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. De resultaten worden voorlopig bepaald bij 50 °C (PM2,5-ruwe data).

In de loop van het jaar 2000 werd het meetnet uitgebreid met twee bijkomende PM2,5-toestellen. Een toestel bevindt zich in de meetpost te Molenbeek (R001 – april 2000) en het andere in de meetpost te Haren (N043 – mei 2000). Deze beide systemen werden tijdelijk, respectievelijk vanaf september 2003 en mei 2004, omgebouwd tot PM10-FDMS.

Na het beëindigen van de parallelle metingen (PM10-FDMS en PM10-ruwe data) en uiterlijk vanaf begin 2006 blijven de PM10-FDMS toestellen doormeten als PM10-FDMS. De gewone PM10-toestellen (50 °C) worden omgebouwd voor de bepaling van de PM2,5-fractie, in eerste instantie voor de PM2,5-ruwe data (bepaling bij 50 °C). Het is de bedoeling om beide toestellen in een latere fase (2006 of 2007) uit te rusten met een FDMS-systeem, zodat de bepaling van de PM2,5-fractie onder gecontroleerde omstandigheden (temperatuur en rel. vochtigheid) kan geschieden.

2.4 Samenstelling van de deeltjes

In samenwerking met de ULB werd, in het kader van het project “*Research in Brussels Actions*”, een studie uitgevoerd naar de fysische en chemische samenstelling van de zwevende deeltjes aanwezig in de lucht te Brussel. Op drie verschillende plaatsen (Ukkel, St.-Lambr.-Woluwe en ULB) werden gedurende één jaar 24-uursmonsternemingen uitgevoerd bij middel van “low volume samplers”. De resultaten van deze studie werden in september 2002 gerapporteerd: *Airborne particle dynamics in the Brussels Environment – ULB*.

Bij de analyse van de deeltjesgrootte werd aandacht besteed aan de volgende fracties: $< 1 \mu\text{m}$, $1-3 \mu\text{m}$, $3-10 \mu\text{m}$ en $> 10 \mu\text{m}$. Hoewel er, voor eenzelfde datum, tussen de drie meetpunten soms grote verschillen optreden in de vastgestelde concentraties, bleek de samenstelling van de deeltjesgrootte op de drie plaatsen telkens nagenoeg identiek te zijn. Per maandperiode werden filters van minstens twee verschillende dagen geanalyseerd, nl. de dagen met het maximum en het minimum van de concentratie. Daarnaast werden nog filters geanalyseerd voor een aantal willekeurig gekozen data. Steeds werd vastgesteld dat de samenstelling van de deeltjesgrootte in de drie meetpunten vrijwel identiek was. Dit wijst vrijwel zeker op een gemeenschappelijke oorsprong van de deeltjes. Bij de chemische analyse bleek bovendien dat het overgrote gedeelte van de vastgestelde PM10-massa te herleiden was tot de aanwezigheid van deeltjes van natuurlijke oorsprong (samenstelling = klei).

3. Resultaten PM10-metingen

3.1 Cumulatieve Frequentieverdeling PM10-metwaarden

In tabel II wordt, voor de periode 1997-2004, een overzicht gegeven van de gecorrigeerde concentraties **PM10-EqRef** gemeten in de verschillende meetposten. De tabel bevat verschillende statistische waarden (P50 t/m P98) alsook het jaargemiddelde (AM). De resultaten zijn berekend op basis van de beschikbare 24-uurswaarden tijdens het jaar.

Tabel II: **Dagwaarden PM10-EqRef
P50 t/m P98 en Jaargemiddelde (AM)**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
[Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| R001 | P50 | P70 | P80 | P90 | P95 | P98 | AM |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1997 | 41 | 54 | 63 | 84 | 92 | 120 | 46 |
| 1998 | 37 | 49 | 57 | 73 | 84 | 97 | 43 |
| 1999 | 39 | 50 | 59 | 69 | 79 | 87 | 43 |
| 2000 | 33 | 41 | 48 | 57 | 72 | 85 | 37 |
| 2001 | 34 | 43 | 51 | 62 | 72 | 89 | 38 |
| 2002 | 35 | 43 | 51 | 60 | 71 | 75 | 37 |
| 2003 | 42 | 50 | 58 | 74 | 82 | 93 | 44 |
| 2004 | 35 | 43 | 49 | 60 | 67 | 75 | 38 |

| B011 | P50 | P70 | P80 | P90 | P95 | P98 | AM |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1997 | # | # | # | # | # | # | # |
| 1998 | # | # | # | # | # | # | # |
| 1999 | 26 | 34 | 40 | 45 | 52 | 59 | 29 |
| 2000 | 24 | 29 | 35 | 44 | 52 | 63 | 27 |
| 2001 | 24 | 31 | 37 | 45 | 50 | 59 | 27 |
| 2002 | 25 | 31 | 35 | 45 | 52 | 59 | 27 |
| 2003 | 26 | 32 | 37 | 47 | 60 | 71 | 29 |
| 2004 | 21 | 26 | 31 | 36 | 39 | 46 | 23 |

| N043 | P50 | P70 | P80 | P90 | P95 | P98 | AM |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1997 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 1998 | 46 | 56 | 67 | 81 | 92 | 124 | 51 |
| 1999 | 47 | 62 | 73 | 86 | 107 | 130 | 53 |
| 2000 | 49 | 63 | 73 | 95 | 106 | 154 | 57 |
| 2001 | 46 | 58 | 70 | 84 | 105 | 135 | 54 |
| 2002 | 46 | 58 | 66 | 80 | 95 | 115 | 52 |
| 2003 | 47 | 60 | 70 | 88 | 108 | 128 | 53 |
| 2004 | 42 | 55 | 65 | 75 | 96 | 114 | 48 |

: geen metingen
-- : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

Vervolg Tabel II: **Dagwaarden PM10-EqRef
P50 t/m P98 en Jaargemiddelde (AM)**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER
[Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| MEU1 | P50 | P70 | P80 | P90 | P95 | P98 | AM |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1997 | # | # | # | # | # | # | # |
| 1998 | # | # | # | # | # | # | # |
| 1999 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 2000 | 28 | 33 | 39 | 49 | 59 | 68 | 31 |
| 2001 | 27 | 37 | 43 | 55 | 60 | 68 | 32 |
| 2002 | 28 | 36 | 43 | 53 | 64 | 71 | 32 |
| 2003 | 33 | 41 | 48 | 61 | 69 | 81 | 36 |
| 2004 | 26 | 34 | 40 | 48 | 54 | 63 | 30 |

| R012 | P50 | P70 | P80 | P90 | P95 | P98 | AM |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1996 | 36 | 42 | 47 | 56 | 72 | 79 | 38 |
| 1997 | 36 | 44 | 51 | 63 | 75 | 96 | 40 |
| 1998 | 30 | 39 | 45 | 58 | 68 | 78 | 35 |
| 1999 | 28 | 37 | 42 | 48 | 55 | 60 | 31 |
| 2000 | 28 | 34 | 39 | 46 | 53 | 67 | 31 |
| 2001 | 29 | 36 | 42 | 49 | 59 | 65 | 32 |
| 2002 | 29 | 36 | 42 | 51 | 59 | 66 | 32 |
| 2003 | 29 | 36 | 42 | 52 | 62 | 74 | 33 |
| 2004 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

| WOL1 | P50 | P70 | P80 | P90 | P95 | P98 | AM |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 2001 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 2002 | 30 | 37 | 42 | 51 | 59 | 65 | 33 |
| 2003 | 30 | 38 | 43 | 52 | 67 | 75 | 33 |
| 2004 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

: geen metingen
-- : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

De hoogste waarden worden vastgesteld op het meetpunt te Haren (N043), gevolgd door het meetpunt te Molenbeek (R001). De meetwaarden te Ukkel (R012), St.-Agatha-Berchem (B011) en in het Meudonpark (MEU1) zijn duidelijk lager. De meetwaarden te Berchem zijn nog iets lager dan deze te Ukkel, een meetpunt met een ideale ligging ter bepaling van de achtergrondconcentratie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

3.2 Grenswaarden PM10

Jaargemiddelde en Overschrijdingsmarge:

Met uitzondering van de meetpost te Haren (N043) en de meetpost te Molenbeek (R001) voor de jaargangen 1997, 1998, 1999 en 2003, is het berekende jaargemiddelde in alle meetpunten lager dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (doelstelling 2005). In alle meetposten, ook in meetposten ter bepaling van de achtergrondconcentratie (R012-Ukkel en B011-Berchem) is het jaargemiddelde hoger dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de doelstelling voor het jaar 2010.

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

Uit tabel III blijkt dat de grenswaarde voor het jaargemiddelde, vermeerderd met de overschrijdingsmarge, systematisch overschreden wordt in de meetpost te Haren (N043). Deze meetpost is gelegen in de voorhaven, een omgeving met industriële bronnen (o.a. opslag en verhandeling van basisgrondstoffen voor de bouw) en veel verkeer. Voor de meetpost te Molenbeek (R001) is er een overschrijding in het jaar 2003. Overigens is voor alle meetposten de jaargemiddelde concentratie hoger tijdens het jaar 2003, met een uitzonderlijke warme en droge zomerperiode.

Tabel III: **PM10-EqRef - Vergelijking Jaargemiddelde concentratie en doelstelling luchtkwaliteit grenswaarde vermeerderd met de 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 | -- | <u>48</u> | 30 | -- |

: geen metingen
-- : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

Op de meeste plaatsen in het Gewest wordt voldaan aan de doelstelling voor het jaar 2005. Voor een industriële omgeving, gesitueerd binnen de agglomeratie, is de doelstelling tegen het jaar 2005 wellicht niet 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.

Gezien het feit dat een gedeelte van de PM10-fractie van op grote afstand aangevoerd wordt en er ook een belangrijk gedeelte in de atmosfeer zelf gevormd wordt, lijkt de haalbaarheid van de strengere voorwaarde tegen het jaar 2010 helemaal niet evident. Dit laatste zal overigens een probleem vormen in een groot gedeelte van Europa en niet enkel in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest of in de andere gewesten van het land. De jaargemiddelde concentratie op de minst vervuilde plaatsen van het Gewest bedraagt immers 27 à 30 µg/m³. Dit is ruim hoger is dan de algemene doelstelling van 20 µg/m³, te bereiken tegen het jaar 2010.

Daggemiddelde en Overschrijdingsmarge:

Op het meetpunt te Haren (N043), Molenbeek (R001) en Meudonpark (MEU1) wordt de voorwaarde voor het daggemiddelde veelvuldig overschreden. Dit kan opgemaakt worden uit de gegevens in de tabellen IV en V.

In tabel IV wordt per jaar en per meetpost het aantal dagen weergegeven met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m³. Het jaarlijkse aantal dagen met overschrijding is duidelijk hoger dan de doelstellingen voor het jaar 2005 (35 maal per jaar) of 2010 (7 maal per jaar).

Voor het kalenderjaar 2003, met de uitzonderlijk warme en droge zomerperiode, werden er met uitzondering van de meetpost te Berchem (B011), op alle meetposten meer dan 35 overschrijdingsdagen genoteerd van de dagwaarde van 50 µg/m³.

Tabel IV: **PM10-EqRef - Aantal dagen per jaar met een dagwaarde > 50 µg/m³**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

| 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 | 8 | 125 | 25 | (9) | 133 |

: geen metingen
 () : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

Voor het jaar 2000 mag op de doelstelling voor de dagwaarden een overschrijdingsmarge van 50% worden toegepast. Deze marge valt terug tot 0% tegen het jaar 2005. Voor het kalenderjaar 2000 bedraagt de drempel voor het beoordelen van het aantal overschrijdingen $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor de kalenderjaren 2001, 2002, 2003 en 2004 bedraagt de drempel respectievelijk $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 65, 60 en $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het aantal dagen met een dagwaarde hoger dan de grenswaarde, vermeerderd met de toegelaten overschrijdingsmarge, wordt weergegeven in tabel V.

Tabel V: PM10-EqRef - **Aantal dagen** per jaar met een dagwaarde hoger dan de grenswaarde vermeerderd met de toegelaten 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 | 4 | <u>105</u> | 14 | 7 | 113 |

: geen metingen
 () : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

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

Voor het kalenderjaar 2003, met zijn uitzonderlijke warme en droge zomerperiode, werd op alle meetposten het hoogste aantal overschrijdingsdagen genoteerd. Op de meetposten te Molenbeek (R001) en in het Meudonpark (MEU1) bedroeg dit aantal eveneens meer dan 35.

Tegen het jaar 2010 mogen er per kalenderjaar nog slechts 7 dagen voorkomen met een 24-uurswaarde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook de haalbaarheid van deze doelstelling lijkt allerminst evident.

3.3 Evolutie PM10-waarden over langere termijn

Voor de periode 1997-2004 wordt de evolutie van de PM10-waarden, meer bepaald de evolutie van de cumulatieve frequentieverdeling, grafisch voorgesteld in de figuren 10 en 11. In figuur 10 geeft de grafiek bovenaan de resultaten weer voor de meetpost te Molenbeek (R001) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost te Haren (N043). De grafiek bovenaan in figuur 11 geeft de resultaten weer voor de meetpost te Ukkel (R012) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost in het Meudonpark (41MEU1).

De relatief hoge waarden voor de meetpost te Haren in het jaar 2000 en 2001 waren een gevolg van de opslag, in open lucht, van massa's zand en andere bouwmaterialen vlakbij de meetpost (enkele tientallen meter afstand), aangebracht voor de uitbouw van de Haven.

De licht dalende tendens, aanvankelijk vastgesteld tijdens de periode 1997-1999 op de meetposten te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012), zet zich niet verder door. Voor alle meetposten worden bovendien hogere meetwaarden vastgesteld voor het jaar 2003. dat jaar werd gekenmerkt door een uitzonderlijk warme en droge zomerperiode (warmste zomerperiode sedert 1976). Droge periodes van langere duur dragen zeker bij tot hogere PM10-concentraties. Onder deze omstandigheden kan een aanzienlijk gedeelte van de PM10-fractie terug in suspensie gebracht worden (b.v. door turbulentie van het verkeer) en eventueel langere tijd in suspensie blijven.

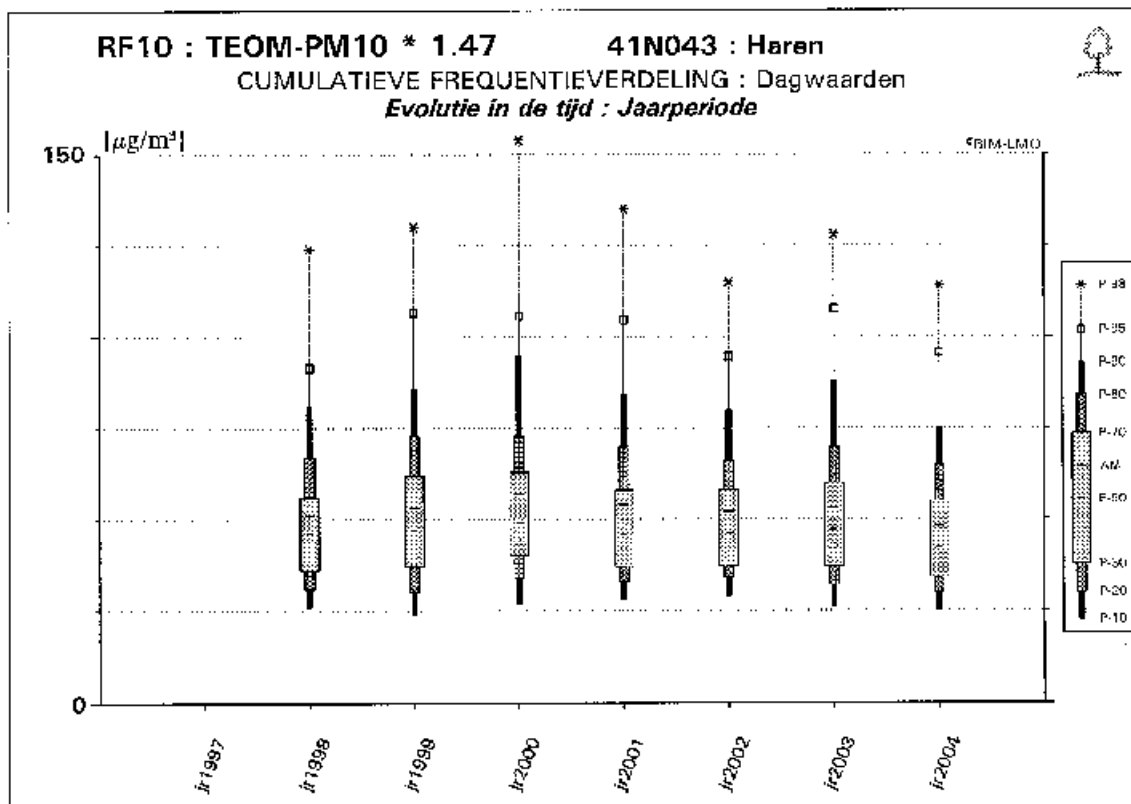
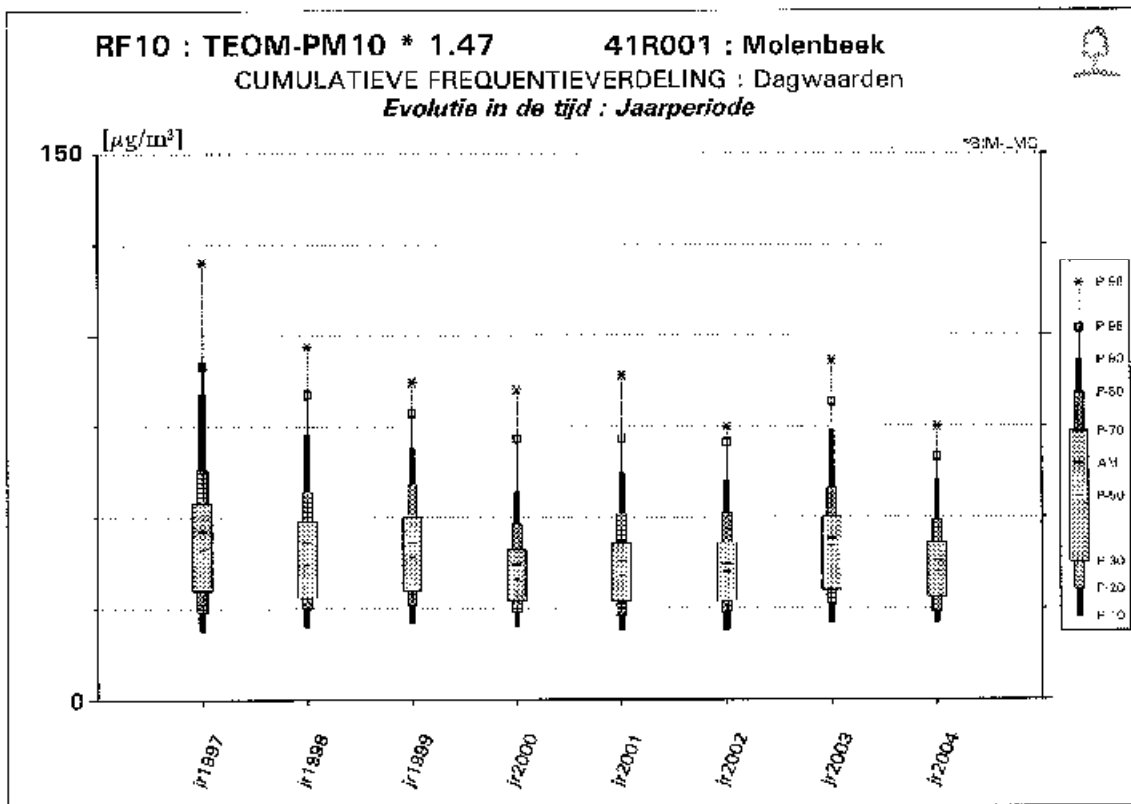


Fig. 10: PM10-EqRef – Evolutie PM10-EqRef waarden te Molenbeek (R001) en Haren (N043)
 Periode: 1997-2004

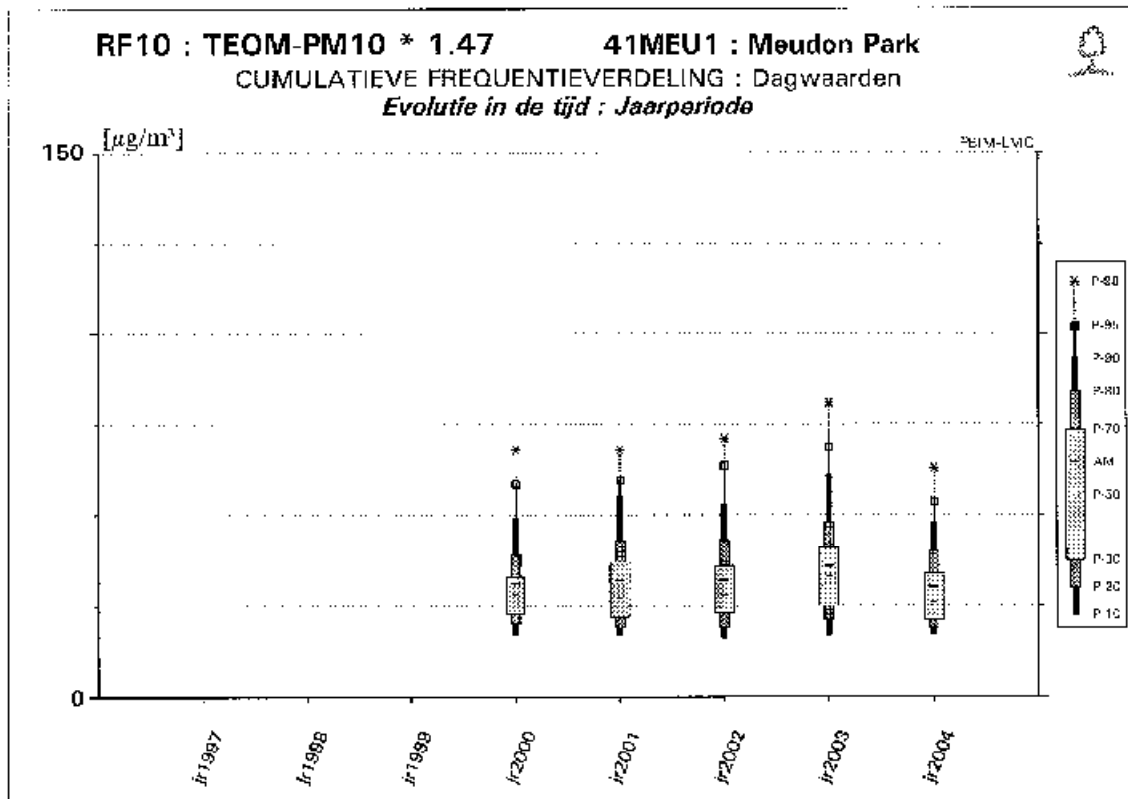
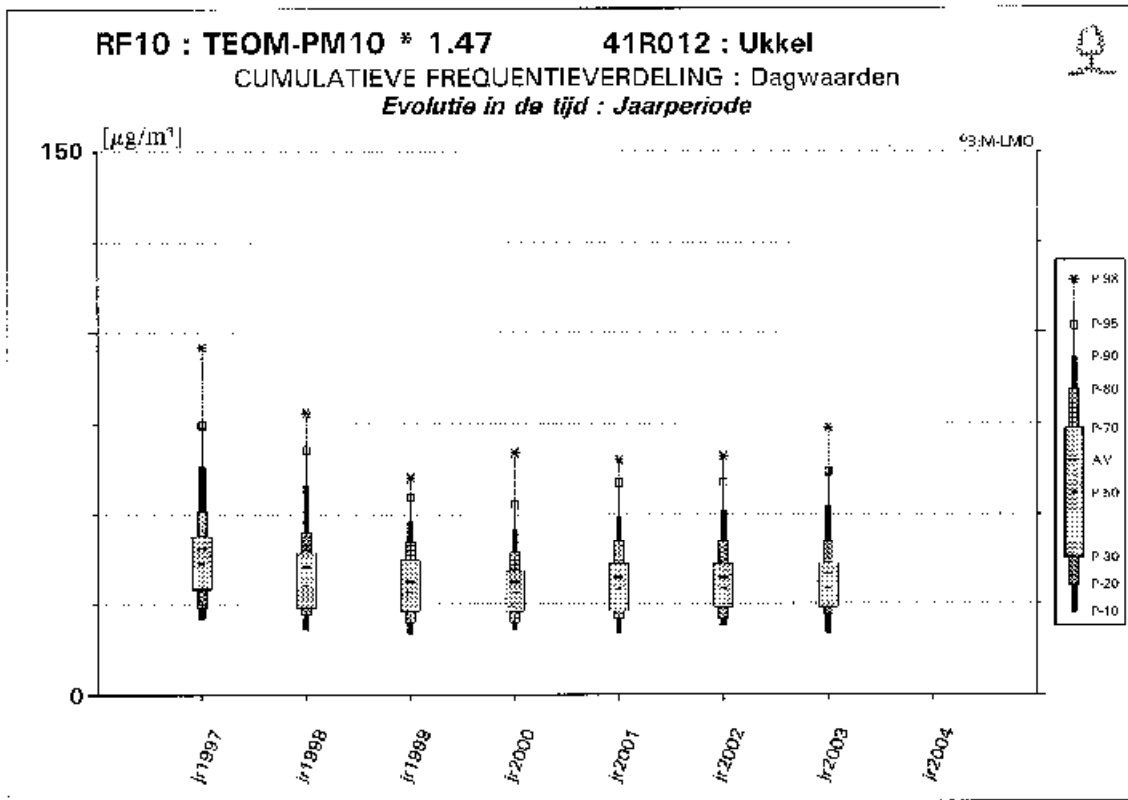


Fig. 11: PM10-EqRef – Evolutive PM10-EqRef waarden te Ukkel (R012) en in het Meudonpark (MEU1)
 Periode: 1997-2004

3.4 Gemiddeld weekverloop

In de figuren 12 en 13 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven. Links in de grafieken worden de resultaten weergegeven voor de zomerperiode 2003 (april – september 2003) en rechts voor de winterperiode 2003/2004 (oktober 2003 – maart 2004).

De grafieken in figuur 12 geven de resultaten weer voor de meetposten te Molenbeek (R001), Haren (N043) en Ukkel (R012). De grafieken in figuur 13 verwijzen naar de resultaten van de meetposten te Berchem (B011), het Meudonpark (MEU1) en St.-Lambr.-Woluwe (WOL1).

In elke grafiek wordt per uurperiode het gemiddelde, 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. Slechts 10% van de geobserveerde waarden zijn hoger dan het niveau P90 en een andere 10% van de waarden is lager dan het niveau P10.

Enkel op de meetpost te Haren (N043) wordt op werkdagen een duidelijke verhoging van de concentratie tijdens de ochtendpiek vastgesteld. Op de meetpost te Molenbeek, in het Meudonpark en te Woluwe wordt een analoge, zij het veel bescheidener verhoging van de concentratie vastgesteld. Op de meetposten ter bepaling van de achtergrondconcentratie (Ukkel en Berchem) wordt nauwelijks een verhoging van de concentratie vastgesteld.

Voor de meetpost te Haren (N043) wordt een relatief belangrijk verval van de concentratie tijdens het weekeinde vastgesteld. Op de meetposten te Molenbeek, het Meudonpark en Woluwe is het verval van de concentratie tijdens het weekeinde veel geringer. Voor de meetposten te Ukkel en Berchem zijn de concentraties tijdens het weekeinde nauwelijks lager dan tijdens de week.

De PM10-concentratie in de meetpost te Haren correleert vrij goed met de NO-concentratie (zie verder Fig. 18) en dus met het verkeer. De toename van het verkeer tijdens de vroege ochtend is wellicht verantwoordelijk voor de concentratietoename van PM10. Deze toename is wellicht vooral een gevolg van het opnieuw in suspensie brengen van minerale (en relatief zware) deeltjes, die lokaal in grote mate aanwezig zijn, en wellicht veel minder van de toename van de rechtstreekse uitstoot. Indien dit een gevolg zou zijn van de rechtstreekse uitstoot van het verkeer, dan zou dit ook op andere plaatsen met veel verkeer (Molenbeek en Woluwe) leiden tot intensere concentratieverschillen tussen verkeersintensieve en verkeersluwe momenten.

De relatief lage factor (~1,1) voor de verhouding tussen PM10-FDMS en PM10-ruwe data op de meetpost te Haren (N043) gaf reeds een aanwijzing dat er wellicht in de PM10-deeltjesfractie, gemeten op deze meetpost, proportioneel meer massa afkomstig is van minerale deeltjes.

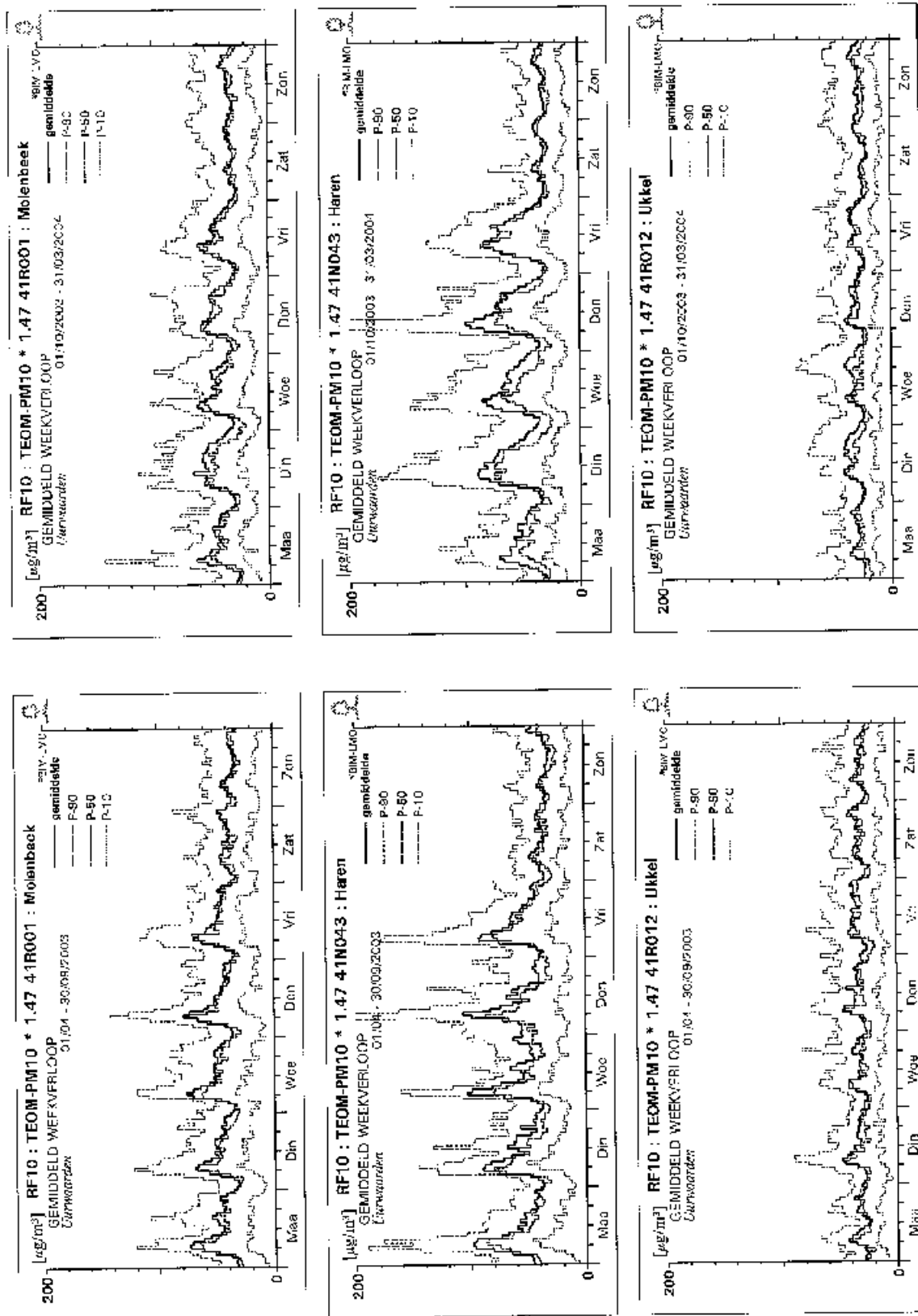


Fig. 12 :PM10-EqRef – gemiddeld weekverloop tijdens zomer (2003) en winter (2003/2004)
 Resultaten van de meetposten te Molenbeek, Haren en Ukkel

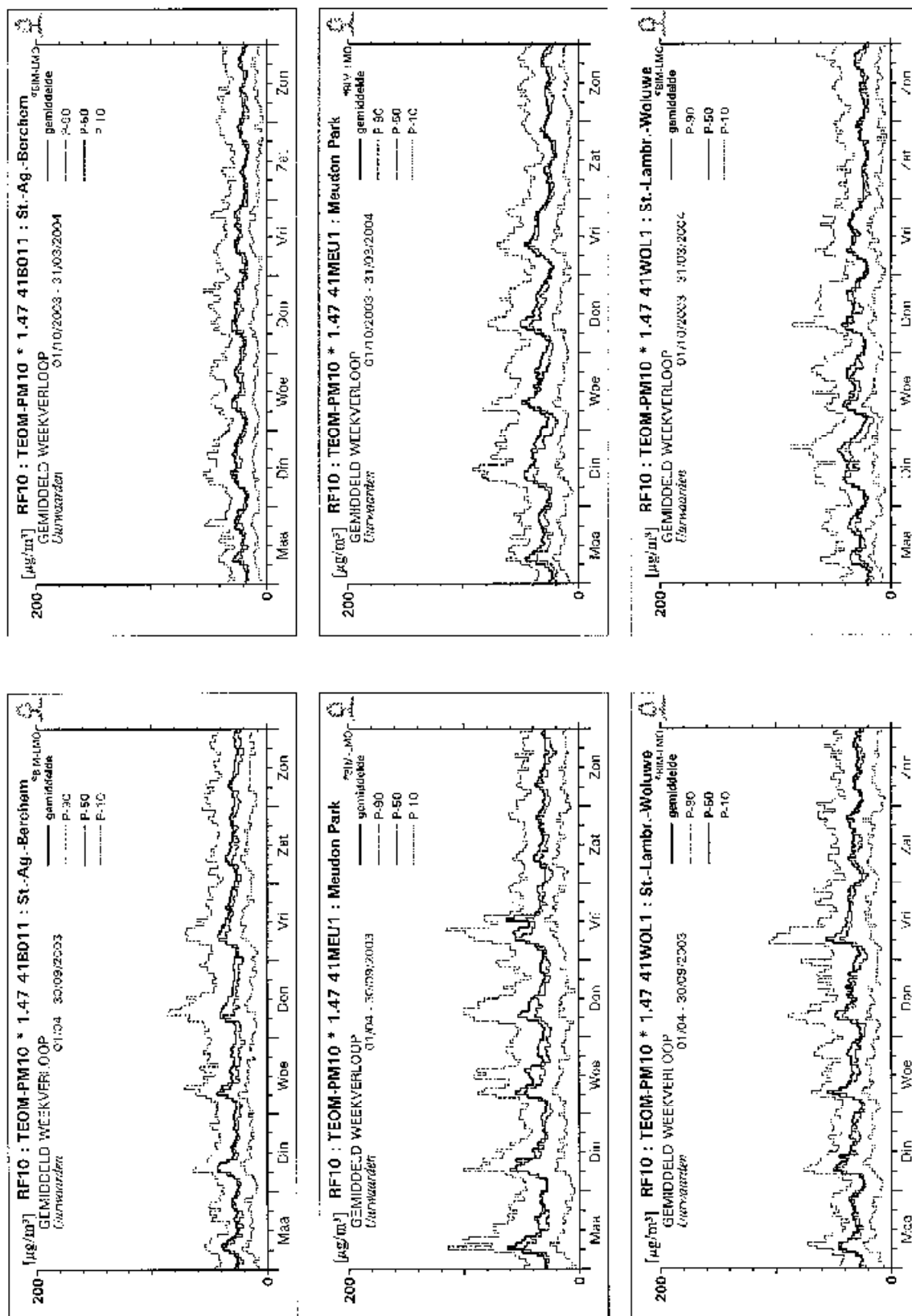


Fig. 13 :PM10-EqRef – gemiddeld weekverloop tijdens zomer (2003) en winter (2003/2004)
Resultaten van de meetposten te Berchem, het Meudonpark en Woluwe

In de figuren 14 t/m 17 wordt een op basis van dagwaarden berekend (genormaliseerd) weekverloop voorgesteld voor de parameters NO, NO₂ en PM10-EqRef. Dit genormaliseerd 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 voor de werkdagen van de week. Het %-verval van de concentratie tijdens het weekeinde kan direct uit de grafiek afgelezen worden.

In de figuren 14 en 15 worden de resultaten weergegeven, uitgemiddeld over drie meetposten die de invloed ondergaan van verschillende types vervuiling in de stad (verkeer, industrie en stad): Molenbeek, Woluwe en het Meudonpark. Om toevallige invloeden van een bepaalde periode te minimaliseren werden gemiddelden berekend over meerdere winter- en zomerperiodes: de resultaten voorgesteld in figuur 14 werden berekend als het gemiddelde over 4 opeenvolgende winterperiodes (oktober – maart) en deze weergegeven in figuur 15 als het gemiddelde over 3 opeenvolgende zomerperiodes (april – september).

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. NO₂ is ten dele een verkeersgebonden pollutant, maar ook ten dele 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.

In de stad bedraagt het verval van de PM10-concentratie ongeveer 15% op een gemiddelde zaterdag en nagenoeg 20% op een gemiddelde zondag.

In de figuren 16 en 17 worden de resultaten weergegeven voor de meetpunten ter bepaling van de achtergrondconcentratie (Ukkel en Berchem), respectievelijk uitgemiddeld over 4 winterperiodes en 3 zomerperiodes. Het verval van de NO- en NO₂-concentraties tijdens het weekeinde is van dezelfde orde als voor de meetpunten onder directe invloed van de stadsvervuiling: 40% (zaterdag) en 60% (zondag) voor NO en respectievelijk 20% en 30-35% voor NO₂. Voor PM10 bedraagt het verval in de achtergrondmeetpunten slechts 10% voor een gemiddelde zaterdag en ongeveer 15% voor een gemiddelde zondag.

City Average - Week Pattern for NO, NO₂ and PM10_EqRef
 Period : Average Winter "October-March" (2001/02 - 2002/03 - 2003/04 - 2004/05)

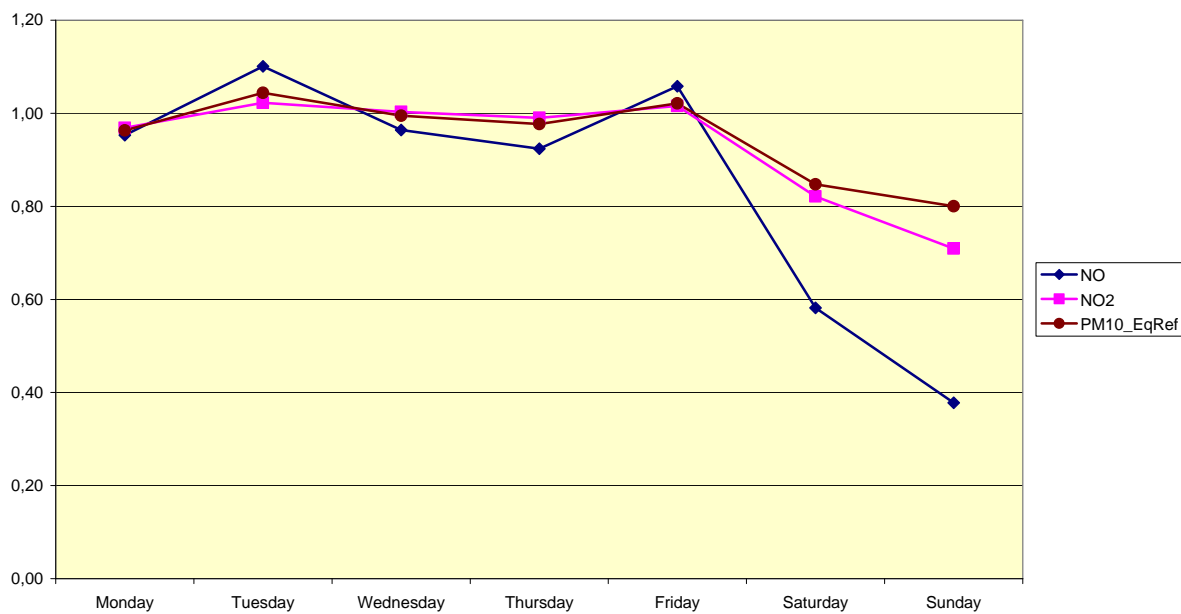


Fig. 14: Meetposten in de stad - Gemiddeld Weekverloop NO, NO₂ en PM10-EqRef
 Middeling over 3 meetposten (Molenbeek, Meudonpark en Woluwe) en 4 winterperiodes

City Average - Week Pattern for NO, NO₂ and PM10_EqRef
 Period : Average Summer "April - September" (2002 - 2003 - 2004)

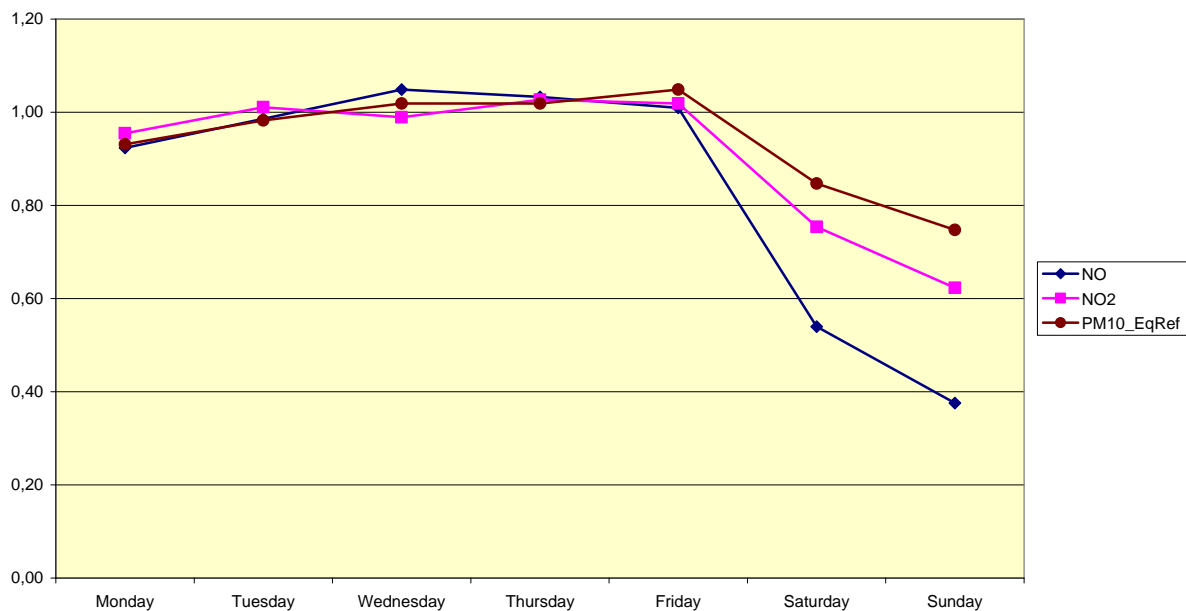


Fig. 15: Meetposten in de stad - Gemiddeld Weekverloop NO, NO₂ en PM10-EqRef
 Middeling over 3 meetposten (Molenbeek, Meudonpark en St.-Lambr.-Woluwe) en 3 zomerperiodes

City Background - Week Pattern for NO, NO₂ and PM10_EqRef
 Period : Average Winter "October-March" (2001/02 - 2002/03 - 2003/04 - 2004/05)

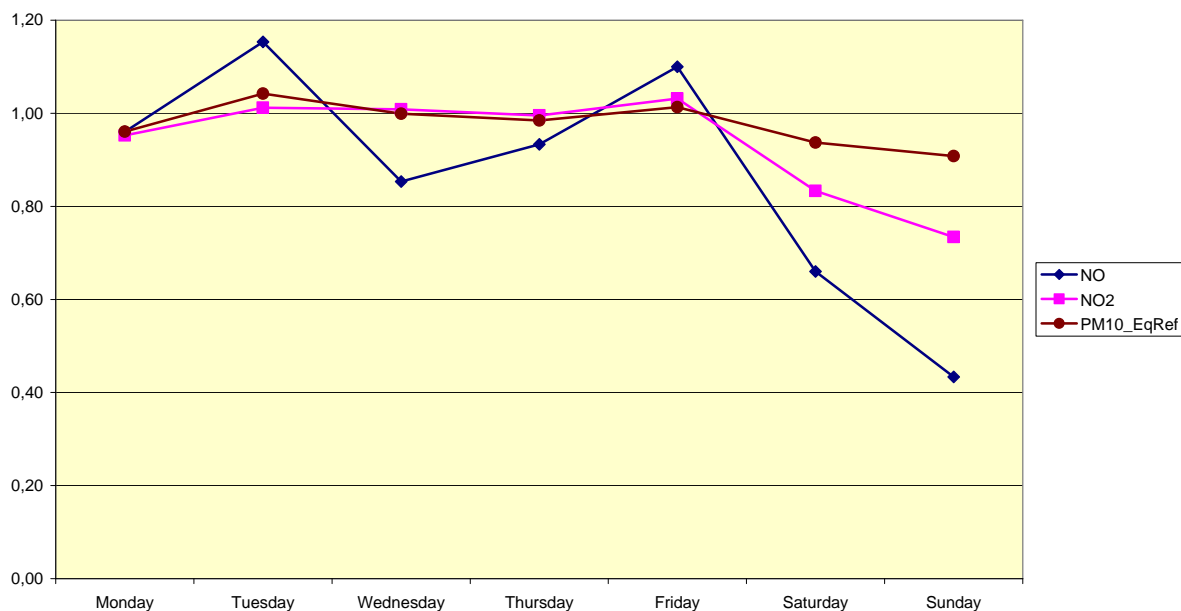


Fig. 16: Meetposten voor de achtergrondconcentratie - Gemiddeld Weekverloop NO, NO₂ en PM10-EqRef
 Middeling over 2 meetposten (Ukkel en Berchem) en 4 winterperiodes

City Background - Week Pattern for NO, NO₂ and PM10_EqRef
 Period : Average Summer "April - September" (2002 - 2003 - 2004)

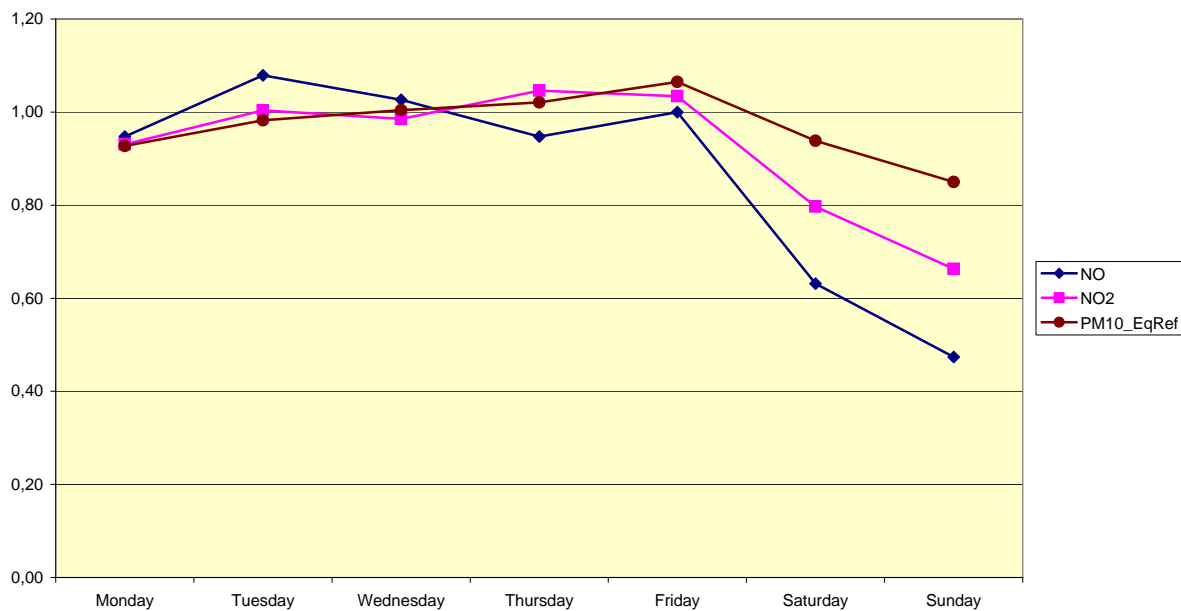


Fig. 17: Meetposten voor de achtergrondconcentratie - Gemiddeld Weekverloop NO, NO₂ en PM10-EqRef
 Middeling over 2 meetposten (Ukkel en Berchem) en 3 zomerperiodes

Het verminderen van de activiteit op alle werkdagen van de week tot het niveau van het weekeinde (drastische ingreep) zou een eerder beperkte invloed hebben op de PM10-concentraties. De tabel VI hierna geeft, voor de jaargangen 2002, 2003 en 2004, de jaargemiddelde concentratie weer, een eerste maal berekend voor alle dagen van het jaar (alld) en vervolgens de jaargemiddelde concentratie berekend uitsluitend op basis van weekenddagen (wknd).

Voor alle meetposten is deze laatste waarde lager dan of hoogstens gelijk aan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maar ze blijft beduidend hoger dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Een dergelijke drastische ingreep zou dan ook ontoereikend zijn voor het respecteren van de doelstelling vanaf het jaar 2010.

Tabel VI: **PM10-EqRef - Jaargemiddelde concentratie** [in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Gemeten Jaargemiddelde Concentratie op basis van alle dagen (alld) en
Berekende Jaargemiddelde 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 | -- | 48 | 30 | -- |
| 2004 – wknd | 32 | 21 | -- | 34 | 25 | -- |

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

De tabel VII 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). Ondanks de drastische ingreep zou het aantal dagen met overschrijding hoger blijven dan de doelstelling voor het jaar 2005 (max. 35 dagen) en 2010 (max. 7 dagen).

Tabel VII: **PM10-EqRef - Aantal dagen per jaar met een 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 | (8) | 125 | 25 | (9) | 133 |
| 2004 - wknd | 32 | 0 | (4) | 35 | 4 | (4) | 46 |

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

Uurwaarden

Periode : 01/10/2003 - 31/03/2004

41N043-RF10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vs. 41N043-NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Y-ordinaat : RF10 : 41N043 (Haren)

X-abcis : NO : 41N043 (Haren)

(4235 data sets)

(4224 data binnen het kader)

ALLD - ALLD

ALL-MV : yyyyyy yyyyyy yyyyyy yyyyyy

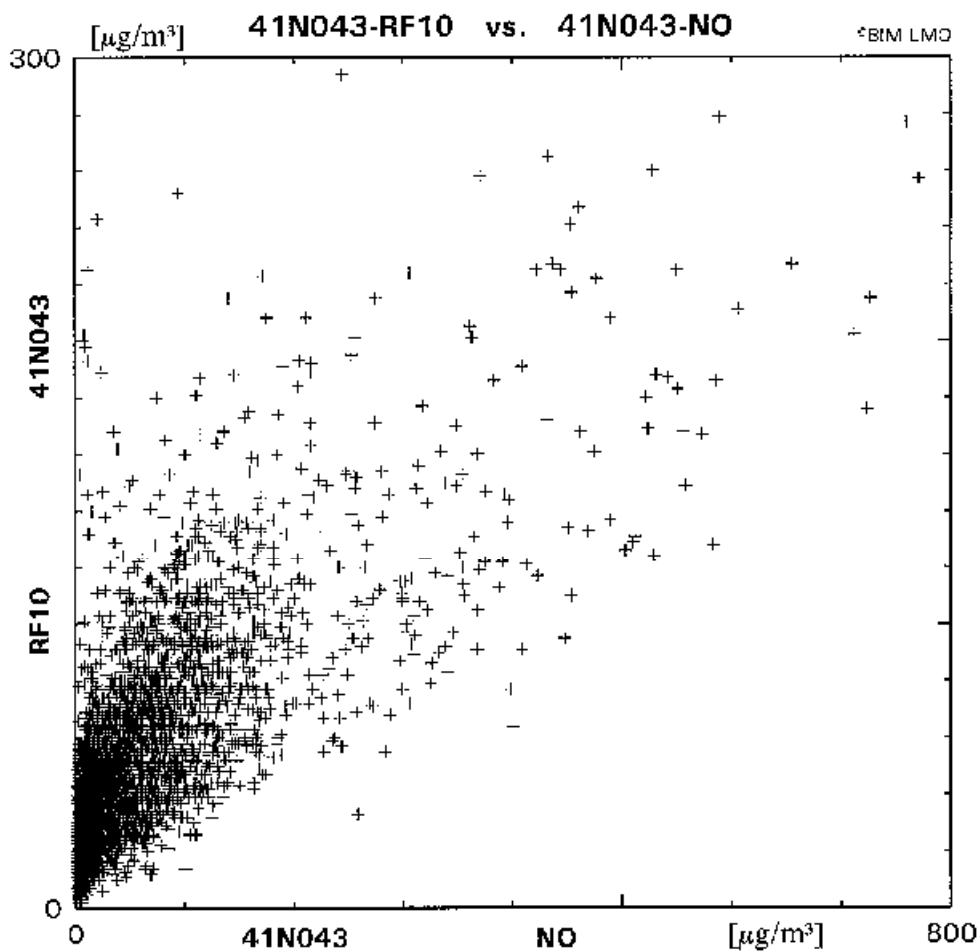


Fig. 18: X,Y-diagram - PM10-EqRef versus NO in de meetpost te Haren (N043)

3.5 Meetmethode en overschrijdingen Grenswaarden

In de meetpost te Molenbeek worden sedert september 2003 parallelle metingen uitgevoerd voor PM10-EqRef en PM10-FDMS. In de meetpost te Haren is dit het geval sedert september 2004.

In tabel VIII worden de gemiddelde waarden voor de verschillende PM10-methoden met elkaar vergeleken: PM10_ruwe data (50 °C), PM10-EqRef en PM10-FDMS (bij 30 °C).

Voor de meetpost te Molenbeek worden de resultaten vergeleken voor “*het kalenderjaar 2004*”. Voor de meetpost te Haren is de periode “september 2004 – mei 2005” de referentieperiode voor deze vergelijking. De resultaten voor PM10-EqRef werden berekend door de gegevens PM10-ruwe data met een factor 1,47 te vermenigvuldigen. De resultaten voor PM10-FDMS, rechtstreeks bekomen via meting, komen ongeveer overeen met de toepassing van een factor ~1,31 te Molenbeek en ~1,09 te Haren op de resultaten van PM10-ruwe data.

Tabel VIII: **PM10-EqRef en PM10-FDMS**
[Jaar]gemiddelde concentratie [in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| Meetplaats | Molenbeek | Haren |
|----------------|-------------------|---------------------------|
| Periode | Kalenderjaar 2004 | September 2004 – Mei 2005 |
| PM10-ruwe data | 26 | 35 |
| PM10-EqRef | 38 | 51 |
| PM10-FDMS | 34 | 38 |

Het aantal dagen met overschrijding van de dagwaarden van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volgens de drie methoden wordt weergegeven in tabel IX. In vergelijking met PM10-EqRef daalt voor PM10-FDMS het aantal dagen met overschrijding in geringe mate op de meetpost te Molenbeek (van 69 naar 61), terwijl het aantal overschrijdingsdagen nagenoeg gehalveerd wordt voor de meetpost te Haren (van 104 naar 54). De toepassing van een vaste correctiefactor van 1,47 leidt wellicht, gezien de specifieke samenstelling van het aërosol te Haren, tot een behoorlijke overschatting van het aantal overschrijdingen. Het zijn vooral de reeds hoge concentratiewaarden (bij aanwezigheid van minerale deeltjes) die te hoog worden ingeschat.

Tabel IX: **PM10-EqRef en PM10-FDMS**
Aantal dagen met dagwaarde $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

| Meetplaats | Molenbeek | Haren |
|----------------|-------------------|---------------------------|
| Periode | Kalenderjaar 2004 | September 2004 – Mei 2005 |
| PM10-ruwe data | 9 | 44 |
| PM10-EqRef | 69 | 104 |
| PM10-FDMS | 61 | 54 |

3.6 Bijzondere waarnemingen

De heersende PM10-concentratie ondergaat de invloed van heel wat factoren. Als bron van de aanwezigheid van PM10-deeltjes is er de directe uitstoot via antropogene en via natuurlijke processen, de secundaire vorming van aërosol in de atmosfeer en het terug in suspensie komen van reeds neergevallen deeltjes (b.v. opwaaiend stof door de wind of de turbulentie van het verkeer). Zoals voor alle pollutanten wordt de verspreiding van de PM10-deeltjes in belangrijke mate bepaald door de meteorologische condities: een betere verspreiding bij onstabiele luchtlagen en veel wind zorgt voor lagere concentraties en een minder goede verspreiding bij stabiele luchtlagen en zwakke wind leidt tot hogere concentraties in de stad.

Bij nadere observatie van de PM10-meetwaarden blijkt nochtans dat er hoge concentraties worden opgetekend bij vaak tegenstrijdige omstandigheden. Zo worden er b.v. hoge concentraties gemeten bij omstandigheden met weinig wind, terwijl er op andere ogenblikken hoge concentraties optreden bij relatief hoge windsnelheid. Zo worden er ook vaak hoge concentraties opgetekend bij een geringe luchtvochtigheid (droog weer), maar soms ook bij een relatief hoge tot zeer hoge luchtvochtigheid. Er worden hoge concentraties opgetekend op dagen met veel verkeer en anderzijds ook op dagen met minder of zeer weinig verkeer, soms op dagen met veel huisverwarming en soms op dagen met minder huisverwarming, etc. Een aantal van de bijzondere waarnemingen worden hierna voorgesteld.

3.6.1 Hersuspensie: Verloop PM10 en PM2,5 op zondag 27 oktober 2002

In figuur 19 wordt een illustratie gegeven van de invloed van meteorologische parameters op de PM10-concentratie. Het betreft de resultaten van zondag 27 oktober 2002, een dag met veel zeer wind. Boven de Noordzee was er windkracht 12 en in de loop van de dag werd er enige betekenisvolle materiële schade vastgesteld in het binnenland (o.a. ontwortelde bomen).

In de grafiek wordt het verloop van de halfuurswaarden van volgende parameters voorgesteld: PM10-EqRef en PM2,5-ruwe data te Molenbeek en relatieve luchtvochtigheid, gemiddelde windsnelheid en maximale windsnelheid te Ukkel.

Tijdens de eerste uren van de dag, van middernacht tot 6:00 h UT, bij neerslag en een hoge luchtvochtigheid, is de PM10-concentratie eerder gering. Ondertussen neemt de windsnelheid fors toe (tot 08:00 h UT) en houdt de neerslag op. Hierdoor daalt de luchtvochtigheid en de bodem droogt geleidelijk aan op. Tussen 8:00 h UT en 18:00 h UT blijft de windsnelheid zeer hoog, waardoor vanaf 10:00 h UT reeds neergevallen PM10-deeltjes terug in suspensie worden gebracht. Tijdens deze periode van de dag worden, voor PM10-EqRef, waarden gemeten van 40 à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; dit is het niveau vermeld als doelstelling voor de luchtkwaliteit (jaargemiddelde en dagwaarde) tegen 2005.

Een gelijkaardige invloed op de PM2,5-fractie kan niet vastgesteld worden. Deze fijnere deeltjes blijven makkelijker in suspensie.

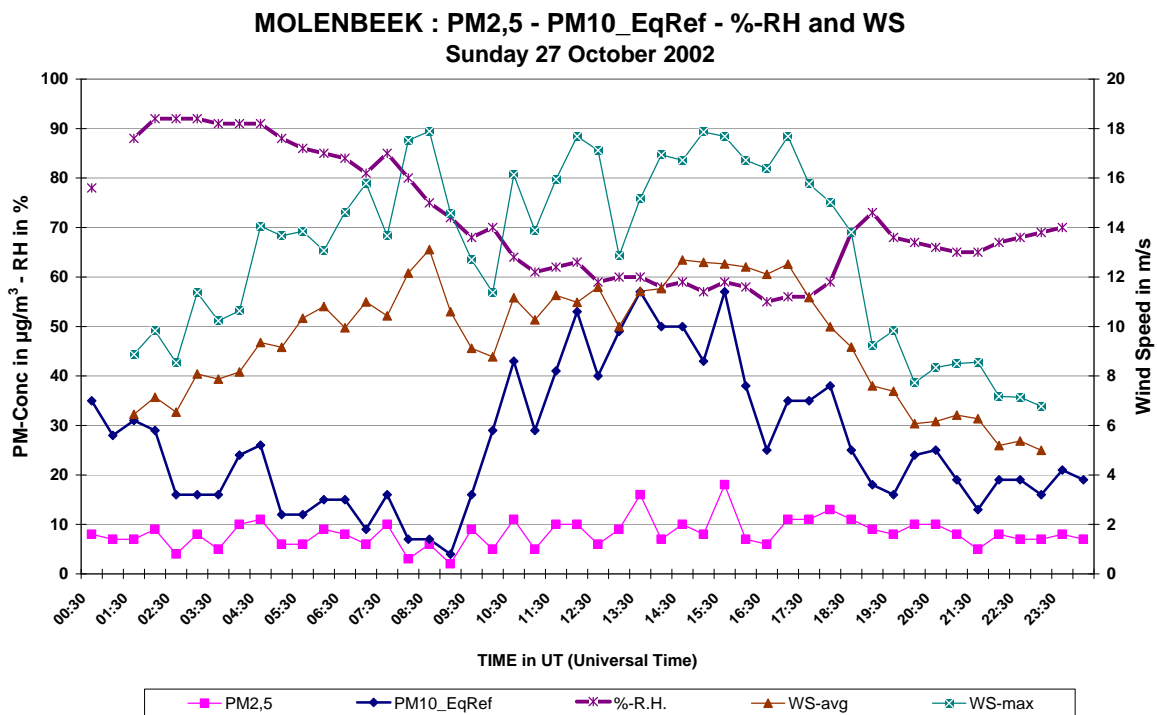


Fig. 19: Zondag 27 oktober 2002 - Concentratieverloop voor PM10-EqRef en PM2,5-ruwe data
Halfuursverloop voor de relatieve vochtigheid, de gemiddelde en de maximale windsnelheid

3.6.2 Autoluwe zondag van 21 september 2003 – relatief hoge concentraties bij afwezigheid van verkeer en gebouwenverwarming

Op zondag 21 september 2003 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest een autoluwe zondag georganiseerd. Tussen 9:00 en 19:00 h lokale tijd (7:00 en 17:00 h UT) was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest.

Het was een uitzonderlijk warme dag met een temperatuur in de omgeving van 30°C tijdens de namiddag. Ondanks de afwezigheid van het verkeer (verkeersluwe zondag) en van de gebouwenverwarming (zeer warme dag) en de relatief geringe industriële activiteit (zondag) was de concentratie PM10-EqRef op deze dag toch van hetzelfde niveau of hoger dan op een gemiddelde zondag tijdens de uitzonderlijk warme en droge zomerperiode van 2003. De concentratie op deze autoluwe zondag was ook van hetzelfde niveau of nauwelijks lager dan op een gemiddelde werkdag van de zomerperiode.

In de grafiek van figuur 20 wordt, voor de meetpost te Molenbeek (R001), het “dagverloop PM10-EqRef” weergegeven voor de autoluwe zondag (21/09/2003), een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de zomerperiode 2003 (1 mei – 20 september 2003). In het PM10-dagverloop van de autoluwe zondag is er absoluut geen daling van de concentratie te bemerken tijdens de sperperiode voor het verkeer. De concentratie voor PM10-EqRef bedraagt ongeveer 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, het niveau van de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie vanaf 2005. De drastische beperking van het verkeer op deze autoluwe zondag blijkt niet uit de gemeten PM10-waarden, noch uit het niveau, noch uit het dagverloop.

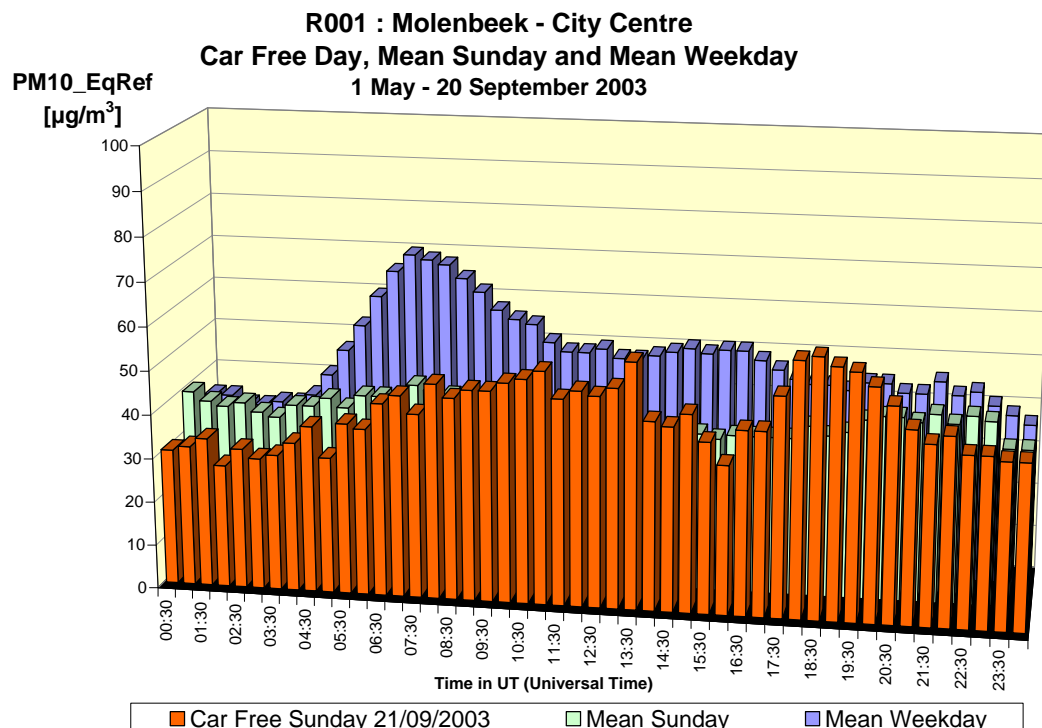


Fig. 20: PM10-EqRef - Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag (21/09/2003) en een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode 1 mei – 20 september 2003

Voor verkeersspecifieke parameters zoals NO, NO₂ en CO wordt op deze autoluwe zondag wel een duidelijke vermindering van de concentratie vastgesteld tijdens de sperperiode voor het verkeer. De resultaten van deze parameters in de Leopold II tunnel (LEC1) en op het kruispunt Kunst-Wet (B003) worden voorgesteld in de grafieken van figuur 21. De resultaten voor de tunnel bevinden zich in de grafieken links en deze voor het meetpunt Kunst-Wet in de grafieken rechts.

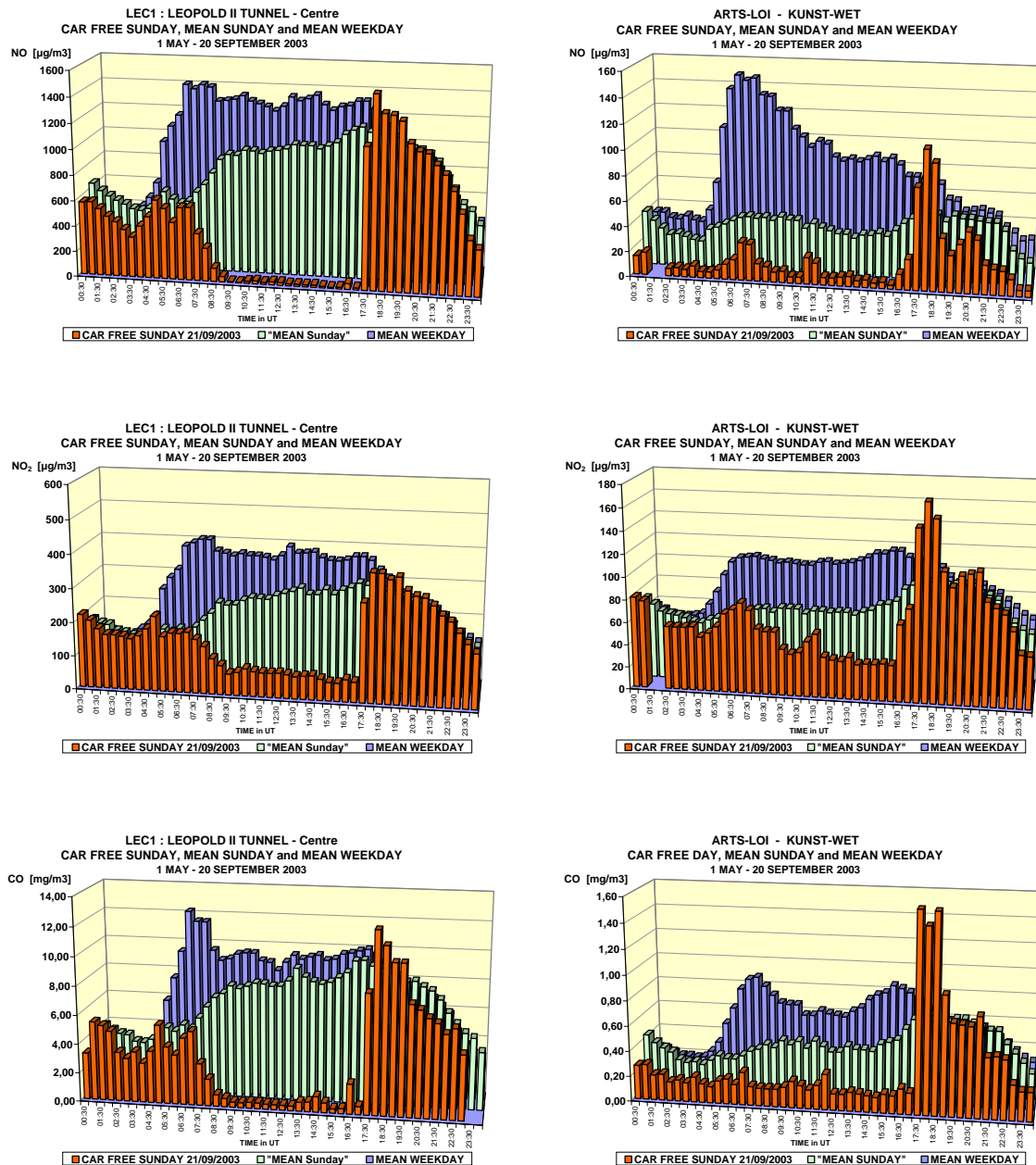


Fig. 21: Dagverloop van de concentratie voor NO, NO₂ en CO Leopold II tunnel (grafieken links) en het kruispunt Kunst-Wet (grafieken rechts)

Resultaten voor de autoluwe zondag (21/09/2003), een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode 1 mei – 20 september 2003

Op maandag 7 en dinsdag 8 februari 2005 werden op alle meetposten van het Gewest vrij hoge PM10-concentraties gemeten: 60 – 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als PM10-EqRef (*in grafiek 40 tot 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als PM10-ruwe data*). Dit is beduidend meer dan het niveau van de grenswaarde voor dagwaarden (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Op de meetpost in het Meudonpark werden eveneens vrij hoge PM2,5-concentraties vastgesteld.

Op deze maandag en dinsdag van het carnaval of krokusverlof (scholen gesloten) was er duidelijk minder verkeer en minder verkeersuitstoot dan op een gemiddelde maandag of dinsdag. Vanaf woensdag 9 februari nam de verkeersintensiteit toe en deze was vrijwel opnieuw normaal vanaf donderdag 10 februari 2005.

De meteorologische situatie op maandag en dinsdag werd gekenmerkt door een eerder zwakke wind (< 2,5 m/sec) uit veranderlijke richting, een minimale temperatuur van ongeveer 0 °C en een maximum van ongeveer 5 °C op maandag en 9 °C op dinsdag. Met uitzondering van een korte periode tijdens de namiddag was de relatieve vochtigheid vrij hoog (~90%). Tijdens de ochtend en de voormiddag was er bovendien nevelvorming.

In figuur 22 wordt de evolutie weergegeven van de concentratie van PM10-ruwe data en PM2,5-ruwe data. Het betreft de gegevens van de meetpost in het Meudonpark tussen zaterdag 5 en donderdag 10 februari 2005. Het concentratieverloop van beide parameters is sterk gelijkend: er is een forse toename van de concentratie op maandag 7 februari tijdens de namiddag, gevolgd door een daling rond middernacht, waarna de concentratie tijdens de ochtend van dinsdag 8 februari opnieuw toeneemt en vrij hoog blijft tot laat in de namiddag.

Uit het concentratieverloop kan opgemaakt worden dat ca. 80% van de PM10-massa in feite PM2,5-deeltjes betreft. Gezien de eerder matige bijdrage van het verkeer en de niet ongewone bijdrage van de gebouwenverwarming (niet abnormaal koud) betreft het hier omstandigheden die het nucleatie-proces bevorderen.

Een gelijkaardige situatie deed zich voor op Paasmaandag 28 maart 2005, een officiële feestdag. De windsnelheid was lager dan 2,5 m/sec en de windrichting klom van het Zuiden over het Westen naar het Noorden. De temperatuur varieerde tussen 9,6 en 11,7 °C en de lucht was verzadigd aan vocht vanaf middernacht tot ruim na de middag. Er was eveneens nevelvorming tijdens de ochtend en de voormiddag.

Ook op deze maandag, met zeer weinig verkeer en een eerder bescheiden bijdrage van de gebouwenverwarming (milde temperatuur) werden relatief hoge concentraties vastgesteld voor PM10 en PM2,5. De waarden voor PM10-EqRef bedragen 75 à 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*in grafiek 50 tot 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10-ruwe data*), eveneens ruim hoger dan het niveau van de grenswaarde voor dagwaarden.

In figuur 23 wordt het concentratieverloop weergegeven van PM10-ruwe data en PM2,5-ruwe data op de meetpost van het Meudonpark. Het betreft de gegevens tussen zaterdag 26 en woensdag 30 maart 2005. Ongeveer 90% van de PM10-massa bestaat uit PM2,5-deeltjes. Het betreft hier wellicht eveneens omstandigheden die het nucleatie-proces bevorderen.

MEU1 - Evolution "PM10-raw data" and "PM2,5-raw data"
 Period : Saturday 05 - Thursday 10 February 2005

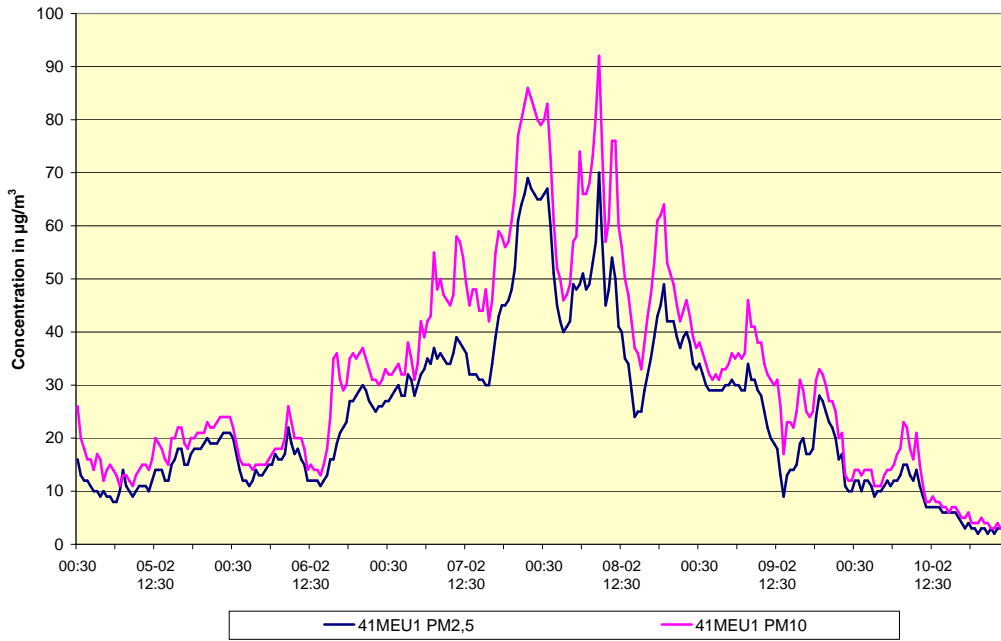


Fig. 22: Meudonpark – Concentratieverloop voor **PM10-ruwe data** en **PM2,5-ruwe data**
 Periode: zaterdag 5 – donderdag 10 februari 2005

MEU1 - Evolution "PM10-raw data" and "PM2,5-raw data"
 Period : Saturday 26 - Wednesday 30 March 2005

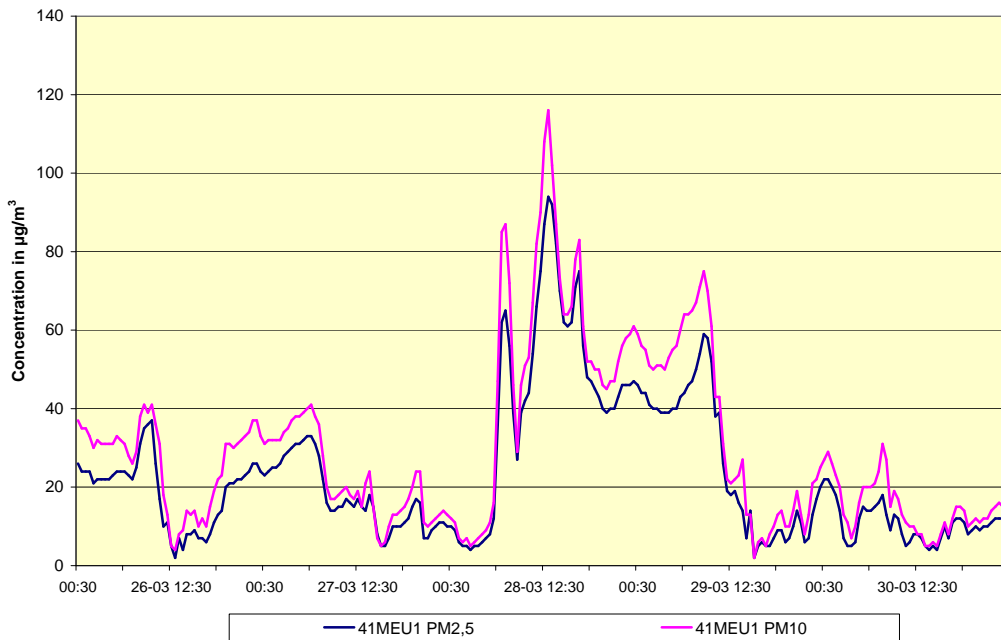


Fig. 23: Meudonpark – Concentratieverloop voor **PM10-ruwe data** en **PM2,5-ruwe data**
 Periode: zaterdag 26 – woensdag 30 maart 2005

3.7 Invloed Luchtvochtigheid

De dagwaarden PM10-EqRef voor de jaren 2002, 2003 en 2004 werden opgesplitst in drie klassen, volgens de verzadigingsgraad van vocht in de lucht. Een eerste klasse wordt gevormd door de dagen waarbij de relatieve luchtvochtigheid (uurwaarden) voor het grootste gedeelte van de dag hoger was dan 80% (RH = 80). Een tweede klasse werd gevormd door de dagen waarbij de luchtvochtigheid voor het grootste gedeelte van de dag tussen 60 en 80% bleef ($60 < RH < 80$) en de derde klasse door de dagen met overwegend uurwaarden voor RH = 60%.

In tabel X wordt voor alle meetposten van het Gewest en volgens de drie hierboven vermelde klassen van luchtvochtigheid, de gemiddelde concentratie voor PM10-EqRef weergegeven, berekend voor de periode 2002-2004. De gemiddelde concentratie is overal beduidend hoger naarmate de lucht droger is en lager naarmate de lucht meer verzadigd is met vocht.

Tabel X: **PM10-EqRef – GEMIDDELDE CONCENTRATIE** [in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Invloed verzadiging van de lucht met vocht
Periode 2002 - 2004

| Meetplaats | Molenbeek | Berchem | Ukkel | Haren | Meudon | Woluwe |
|--------------------|-----------|---------|-------|-------|--------|--------|
| RH = 60% | 55 | 37 | 42 | 71 | 47 | 42 |
| $60\% < RH < 80\%$ | 41 | 27 | 32 | 51 | 33 | 32 |
| RH = 80% | 35 | 23 | 29 | 45 | 29 | 29 |

Voor de meetposten te Molenbeek, St.-Agatha-Berchem en het Meudonpark wordt de cumulatieve frequentieverdeling, berekend volgens de drie hoger gedefinieerde klassen van luchtvochtigheid, grafisch voorgesteld in figuur 24. De niveaus van de verschillende percentielen zijn hoger naarmate de lucht droger is. De gemiddelde concentratie bij zeer droog weer is ongeveer $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan bij hogere luchtvochtigheid.

In figuur 25 worden de dagwaarden voor PM10-EqRef te Molenbeek weergegeven in functie van de windsnelheid. De gegevens voor de periode 2002-2004 worden verdeeld volgens de drie klassen van luchtvochtigheid. Er is een afname van de concentratie bij toenemende windsnelheid. De dagwaarden op dagen met droog weer zijn gemiddeld hoger dan op dagen met een hogere verzadiging aan vocht.

PM10-EqRef : CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION
DAILY VALUES in the PERIOD 2002-2004
DRY DAYS - HUMID DAYS

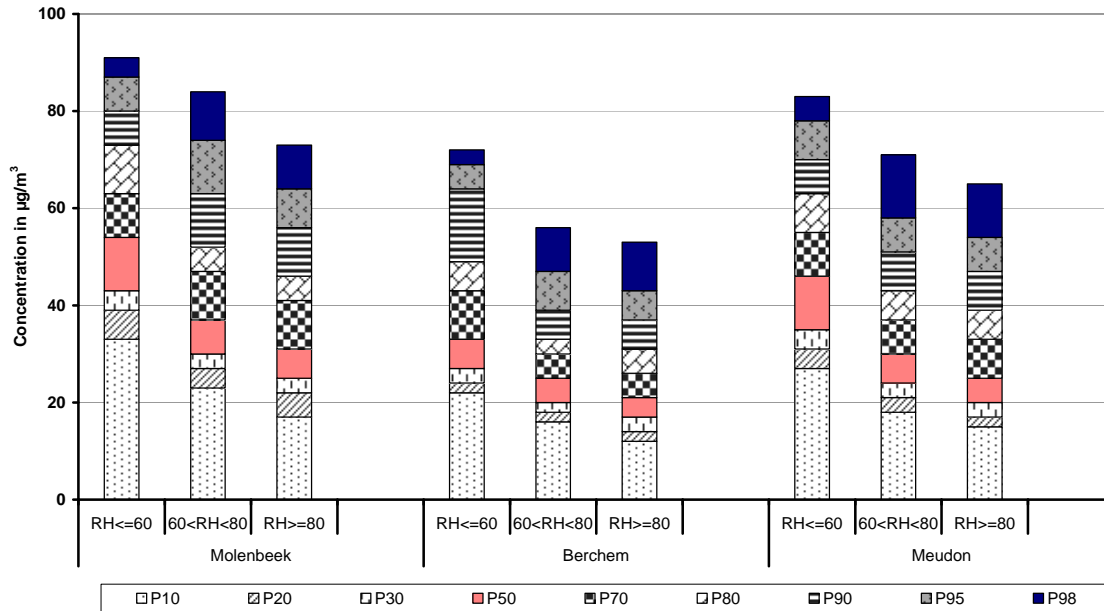


Fig. 24: PM10-EqRef – Cumulatieve Frequentieverdeling dagwaarden
 Drie klassen volgens luchtvochtigheid (RH=60 ; 60<RH<80 ; RH=80)
 Meetposten Molenbeek, St.-Ag.-Berchem en Meudonpark. Periode: 2002 - 2004

Molenbeek : PM10_EqRef versus Wind Speed
DAILY VALUES in the Period 2002-2004 - Humid and Dry Days

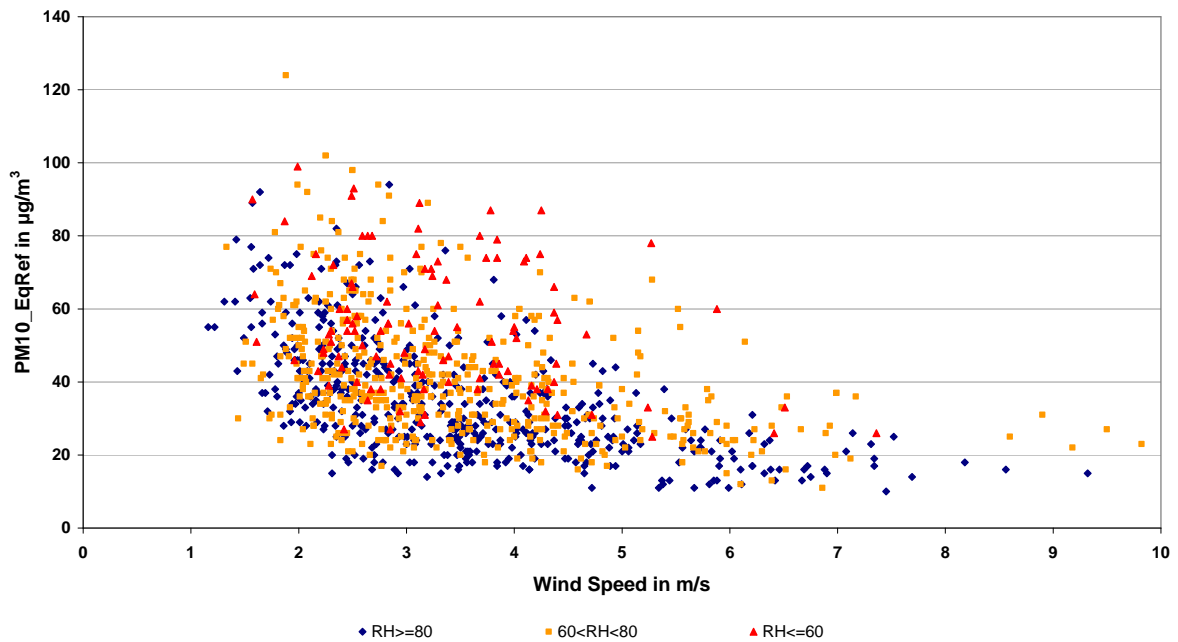


Fig. 25: PM10-EqRef te Molenbeek – dagwaarden in functie van de windsnelheid
 Drie klassen volgens luchtvochtigheid (RH=60 ; 60<RH<80 ; RH=80)

3.8 Landbouwactiviteit

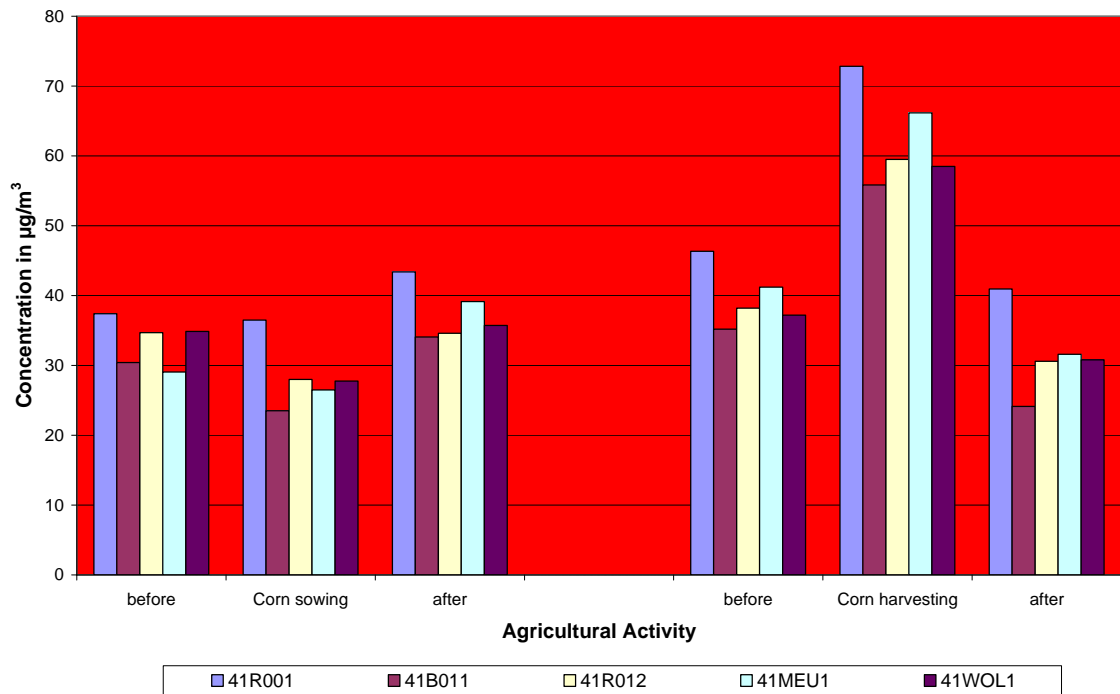
Het onderzoek naar de chemische samenstelling van de deeltjes door de onderzoeksgroep van de ULB (zie 2.4) geeft aan dat het overgrote deel van de massa van de PM10-deeltjes van natuurlijke oorsprong is (kleideeltjes). Deze kleideeltjes worden wellicht met de wind aangevoerd vanuit de ruime omgeving van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden hier afgezet en komen terug in suspensie o.m. door de wind of de turbulenties veroorzaakt door het verkeer.

Door dezelfde onderzoeksgroep werd het niveau van de PM10-concentratie onderzocht in functie van de agrarische activiteit in de omgeving (Waals en Vlaams-Brabant). Voor een aantal gewassen (tarwe, graan, gerst, maïs en suikerbiet en witloof) werd de gemiddelde PM10-concentratie berekend tijdens de zaai- en oogstperiode en ook telkens voor een periode van vijftien dagen ervoor en erna. De resultaten werden berekend voor de meetposten te Molenbeek (R001), Berchem (B011), Ukkel (R012), Meudonpark (MEU1) en Woluwe (WOL1). De exacte periodes van zaaien en oogsten, voor de oogstperiode van 2003, werden opgevraagd bij het Agronomisch Onderzoekscentrum te Gembloux.

Een opvallende verhoging van de PM10-concentratie in Brussel werd vastgesteld tijdens de oogstperiodes van verschillende graangewassen (figuur 26) en een wat mildere verhoging werd vastgesteld voor de oogstperiode van bieten en witloof (figuur 27).

Graangewassen worden gezaaid in periodes met een milde vochtigheid. Uit figuur 26 blijkt dat de PM10-concentraties tijdens deze periode ongeveer $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lager zijn dan tijdens de vijftiendaagse ervoor en erna. Het oogsten van graangewassen gebeurt meestal bij mooi, droog en warm weer. Tijdens deze periodes neemt de gemiddelde PM10-concentratie met ongeveer 30 à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toe in vergelijking met de periode ervoor en erna. Die felle toename kan wellicht niet enkel verklaard worden door de afname van de luchtvochtigheid. Een deel van de toename van de massaconcentratie van PM10-deeltjes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest houdt wellicht verband met bepaalde activiteiten uit de landbouwsector.

**PM10_EqRef Average Concentration
Agricultural Activity for *Corn***



**PM10_EqRef Average Concentration
Agricultural Activity for *Wheat***

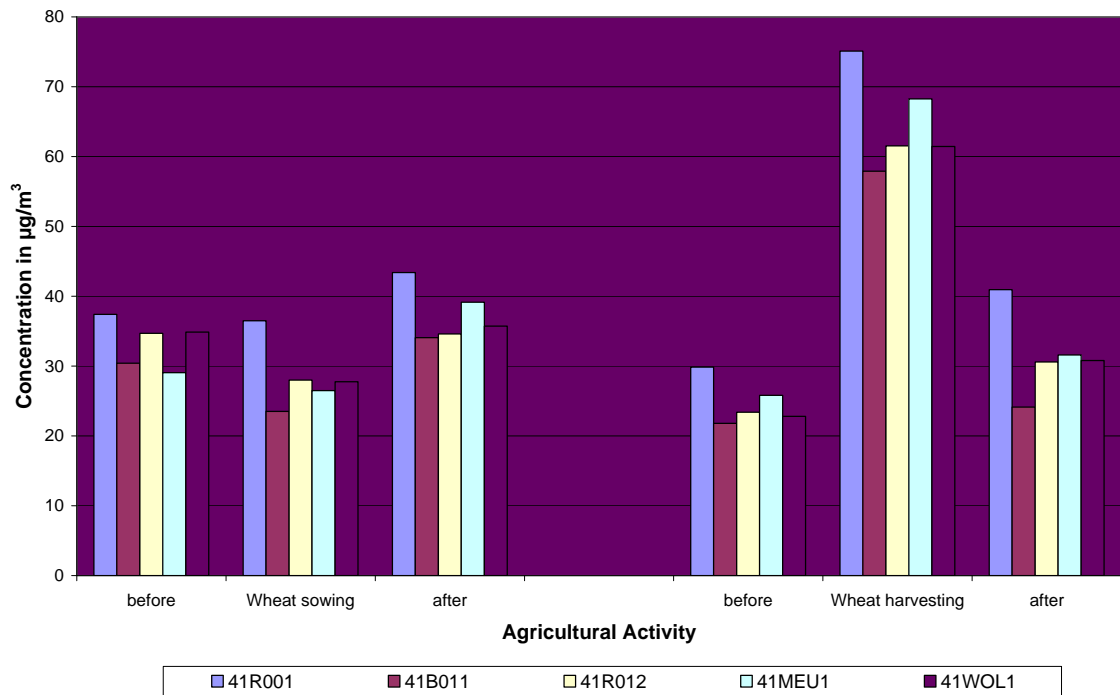


Fig. 26: PM10-EqRef : Concentratie in functie van agrarische activiteit voor graangewassen

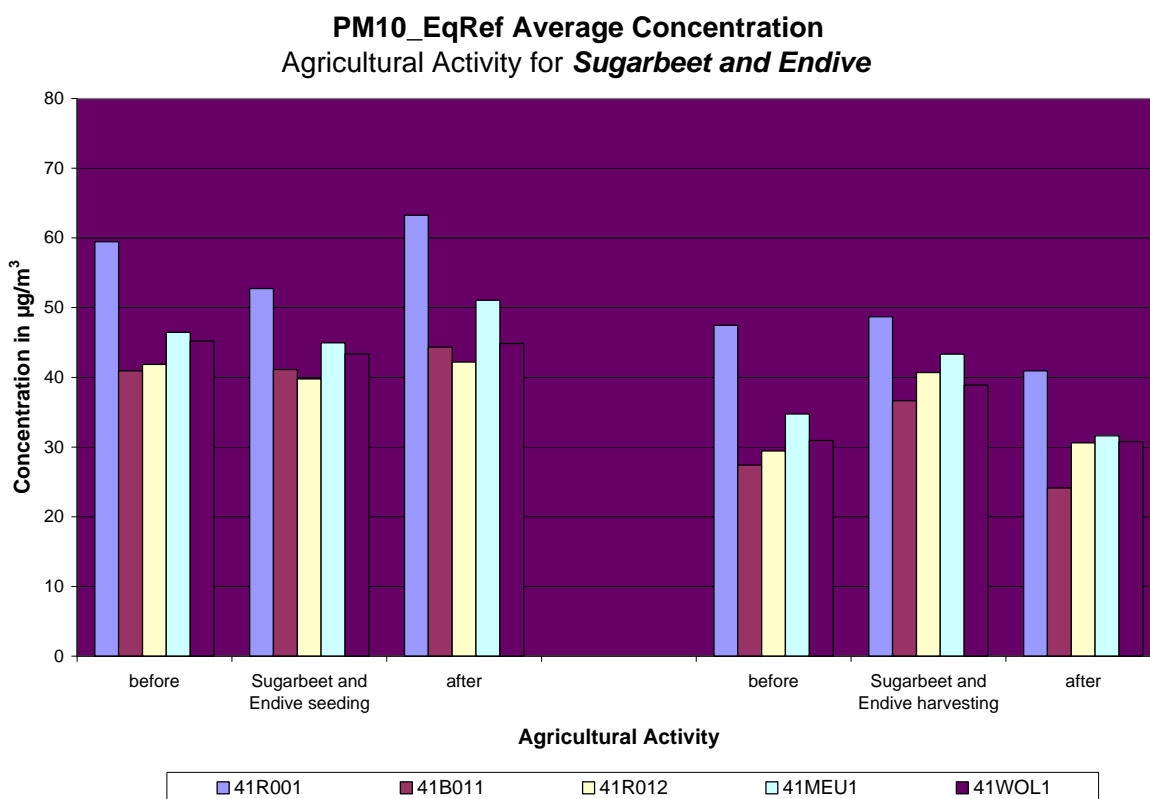


Fig. 27: PM10-EqRef : Concentratie in functie van agrarische activiteit voor bieten en witloof



Fig. 28: Stofontwikkeling bij tarweogst

Samenvatting

Zwevende deeltjes en deeltjesgrootte : Zwevende deeltjes is een verzamelnaam voor deeltjes die vrij zweven in de omgevingslucht. De deeltjes bestaan uit 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, reflecterend vermogen, ...) en de oorsprong ervan, alsook de eventuele gevolgen voor de gezondheid.

De verdeling van de deeltjes volgens grootte is multimodaal en vertoont meerdere maxima. Een eerste maximum situeert zich rond 0,01 tot 0,03 μm (ultrafijne deeltjes). Een tweede belangrijke groep betreft de deeltjes tussen ongeveer 0,5 en 1,0 μm en het maximum situeert zich bij ongeveer 0,2 à 0,3 μm . Tot deze groep behoren de roetdeeltjes, lood afkomstig van het verkeer, elementair koolstof, sulfaten en sommige nitraten. Het maximum van de derde groep (deeltjes van 1,0 tot 10 μm) situeert zich rond 2 à 3 μm . Nitraten behoren ook nog tot deze groep ($< 2,5 \mu\text{m}$). De deeltjes van natuurlijke oorsprong (zand, klei, zeezout, ...) behoren overwegend tot de wat grovere fractie (2,5 à 10 μm).

PM10 als gezondheidsparameter : Hoe fijner de deeltjes zijn, hoe verder ze doordringen in het ademhalingsstelsel. De grovere deeltjes dringen slechts door tot 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-regelgeving (1999/30/EG) werd de PM10-fractie van de deeltjes weerhouden als parameter voor de beoordeling van de luchtkwaliteit en van de effecten op de gezondheid van de mens. De keuze voor de PM10-fractie als parameter voor de gezondheid is verdedigbaar, daar ze zowel de fijnere fractie omvat ($< 2,5 \mu\text{m}$) 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.

Niet alle deeltjes zijn echter even gevaarlijk voor de gezondheid. Wegens het eventuele mutageen en/of carcinogeen 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 het grootste gedeelte van de PM10-massa uit grovere minerale en zwaardere (grotere massadichtheid) deeltjes bestaat, met een 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.

Metingen PM10: Het meten van de massahoeveelheid van de deeltjes is vrij complex. Naast de massa van de deeltjes zijn er andere fenomenen die kunnen leiden tot een toename of een afname van de massa op de filter. Absorptie van gassen of deeltjesvorming, op basis van gasreacties, kunnen leiden tot een bijkomende massatoename. Massavermindering kan veroorzaakt worden door het vervluchtigen van vluchtige componenten of vocht en door het uiteenvallen van bepaalde ammoniumzouten. Deze fenomenen zijn afhankelijk van het type aërosol en van de omgevingscondities zoals temperatuur en vochtigheid en hun invloed is bijgevolg veranderlijk volgens plaats en tijd.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt de PM10-fractie gemeten met behulp van continue meetapparatuur van het type TEOM-1400Ab (Rupprecht & Patashnick). In het apparaat is een filter gemonteerd op een “*oscillerende microbalans*”. De massatoename op de filter vertaalt zich in een verlaging van de trillingsfrequentie. Het apparaat kan uitgerust worden met verschillende types aanzuigkoppen, b.v. om selectief totale deeltjesfractie, de PM10, PM2,5 of PM1-deeltjesfractie te bemonsteren.

De resultaten voor PM10, gemeten met een TEOM-apparaat bij 50°C, worden aangeduid als **PM10-ruwe data**. Deze waarden, gemeten van 1996 tot 2004, worden met een vaste factor vermenigvuldigd om ze vergelijkbaar te maken met de resultaten die zouden gemeten worden met de referentiemethode voor PM10: **PM10-EqRef = 1,47 * PM10-ruwe data**. Deze resultaten, equivalent aan de referentiemethode (PM10-EqRef), worden gebruikt voor de beoordeling van de luchtkwaliteit.

De referentiemethode, bemonstering op filter en massabepaling achteraf in het labo, is een manuele methode waarvan de resultaten pas met vertraging (2 à 3 weken) gekend zijn. De methode is niet geschikt voor integratie in het telemetrisch meetnet en ook niet voor een directe verspreiding van de informatie. De referentiemethode is genormaliseerd, maar ze is evenmin immuun voor massatoename of massavermindering door randeffecten.

Nieuwere technieken laten inmiddels toe om de bemonstering onder betere gecontroleerde omstandigheden (temperatuur en vochtigheid) te laten plaatsvinden. Daartoe kan een TEOM-apparaat uitgerust worden met een FDMS-systeem (*Filter Dynamics Measurement System*). Dit systeem respecteert op een dynamische wijze zo goed mogelijk de fysico-chemische werkelijkheid tijdens de bemonstering op de filter.

Bij de genormaliseerde referentiemethode daarentegen worden de filters na bemonstering gedurende minstens 48 tot 72 uur op constante temperatuur en vochtigheid gebracht, waardoor een soort artificiële evenwichtstoestand ontstaat die niet noodzakelijk refereert naar de werkelijke omstandigheden tijdens de periode van bemonstering op filter.

Uit enkele voorlopige resultaten in de literatuur blijkt er nochtans een behoorlijke overeenstemming te bestaan tussen de resultaten van TEOM-FDMS en de referentiemethode (verhouding ~1). Na een eerste positieve test met een FDMS-systeem vanaf september 2003, werd de optie genomen om progressief alle PM10-apparaten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van dit systeem te voorzien. Momenteel (juni 2005) zijn reeds vier van de zes PM10-toestellen uitgerust met een FDMS-systeem. De ombouw van alle apparaten (ook PM2,5) zou tegen eind 2008 gerealiseerd kunnen worden. De PM10-resultaten bekomen met de apparaten uitgerust met een FDMS-systeem worden aangeduid als **PM10-FDMS**.

Uit simultane en indirect vergelijkende metingen voor **PM10-FDMS** en **PM10-ruwe data** blijkt dat de FDMS-systemen gelijkwaardige resultaten opleveren als het gebruik van een vaste omzettingfactor op de PM10-ruwe data van ongeveer 1,30 voor de meetpost te Molenbeek, ~1,15 voor de meetpost te Haren en ca. 1,42 voor de meetpost te Ukkel.

De bepaling van de verhouding van beide meetresultaten dag aan dag leert dat deze factor niet constant is en over een ruim gebied kan variëren: tussen 0,7 en 2,7 voor de meetpost te Molenbeek en tussen 0,5 en 2,0 voor de meetpost te Haren. Bij hogere concentraties en vooral bij de aanwezigheid van een ruimere massahoeveelheid van minerale deeltjes lijkt deze factor zich dichterbij 1 te situeren. Het gebruik van een vaste correctiefactor (1,47) kan dan ook leiden tot een overschatting van het aantal overschrijdingen van de dagwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De resultaten voor **PM10-FDMS** worden rechtstreeks via meting bekomen en zijn wellicht beter te vergelijken met de referentiemethode dan de resultaten bekomen na het gebruik van een vaste correctiefactor.

Indien de goede vergelijkbaarheid tussen PM10-FDMS en de referentiemethode in toekomstige studies bevestigd wordt, betekent dit ook dat het gebruik van een vaste omrekeningsfactor, voor het bekomen van equivalente resultaten, niet langer houdbaar is.

De Europese richtlijn 1999/30/EG houdt nog geen verplichting in tot het meten van de PM_{2,5}-fractie, wel een aanbeveling. In het meetnet te Brussel stonden drie PM_{2,5}-toestellen opgesteld. Twee ervan werden omgebouwd tot een PM10-FDMS, waardoor de PM_{2,5}-metingen er tijdelijk werden opgeschort. Vanaf begin 2006, na het beëindigen van de vergelijkende testen tussen PM10-FDMS en PM10-ruwe data, zal de PM_{2,5} fractie opnieuw op drie plaatsen gemeten worden. Een vergelijkende meting tussen PM_{2,5}-FDMS en PM_{2,5}-ruwe data in de nabije toekomst is eveneens gepland (tweede helft 2005).

Grenswaarden PM10: Voor wat betreft de aanwezigheid van PM10-deeltjes in de lucht worden de doelstellingen voor luchtkwaliteit vastgelegd door de Europese richtlijn 1999/30/EG. Vanaf januari 2005 (*fase 1*) mogen er per jaar niet meer dan **35 dagen** opgetekend worden met een dagwaarde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelde waarde over het jaar mag niet hoger zijn dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het respecteren van grenswaarden is verplicht.

Voor het jaar 2010 (*fase 2*) worden indicatieve waarden opgegeven. Vanaf 1 januari 2010 mag de dagwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niet meer dan **7 dagen** per jaar overschreden worden en de jaargemiddelde concentratie mag niet hoger zijn dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze waarden kunnen nog herzien worden in functie van de ervaringen die in de verschillende lidstaten worden opgedaan met de naleving van de doelstellingen van fase 1.

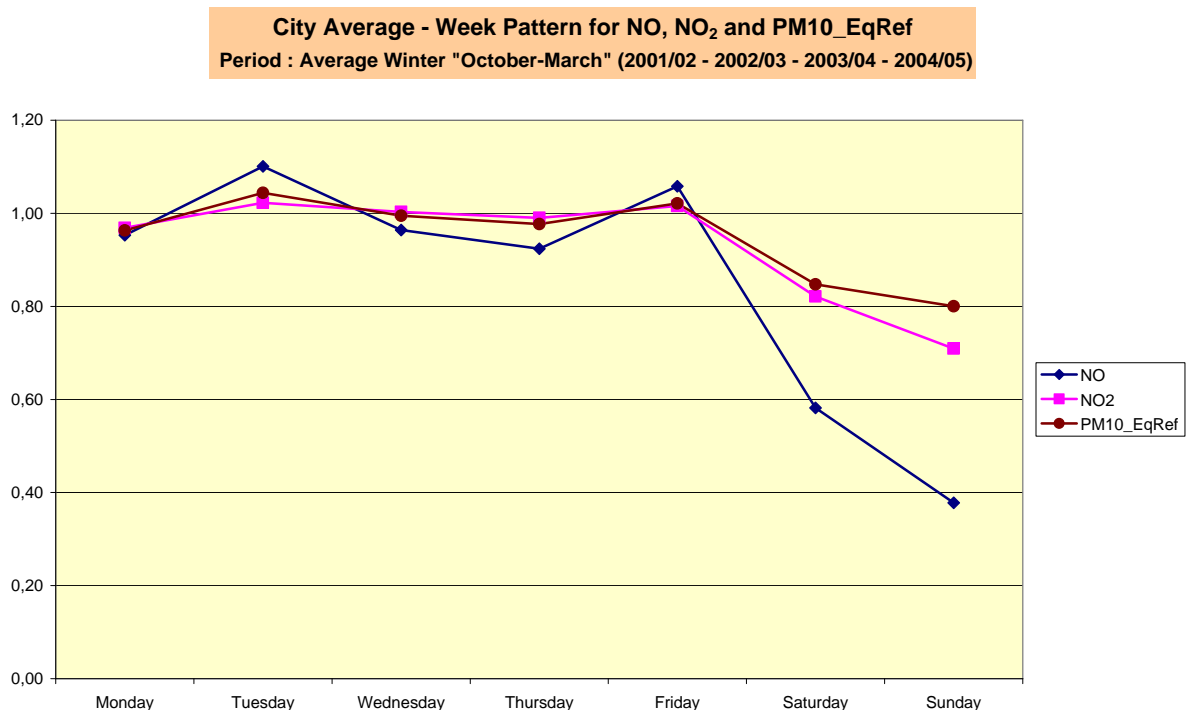
Naleving van de grenswaarden: Met uitzondering van de meetpost te Haren (N043) en de meetpost te Molenbeek (R001) is het berekende jaargemiddelde in alle meetpunten lager dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de doelstelling vanaf 2005.

Tijdens de periode 2000-2004 bedraagt de jaargemiddelde concentratie voor PM10-EqRef ongeveer $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ te Molenbeek (37 à $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en ongeveer $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ te Haren (48 à $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Te Ukkel en Berchem worden jaargemiddelden genoteerd van ongeveer 27 à 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en iets hogere waarden (32 à 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) te Woluwe en in het Meudonpark. Alle jaargemiddelden zijn duidelijk hoger dan 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de doelstelling voor het jaar 2010.

Met uitzondering van het meetpunt te Berchem wordt de dagwaarde van 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op alle meetplaatsen en tijdens meer dan één kalenderjaar, meer dan 35 maal per jaar overschreden: Haren (100 à 150 dagen), Molenbeek (60 à 100), Meudonpark (24 à 64), Woluwe (35 à 40), Ukkel (8 à 36) en Berchem (5 à 29). Voor het kalenderjaar 2003, met de uitzonderlijk warme en droge zomerperiode, werden er met uitzondering van de meetpost te Berchem, op alle meetposten meer dan 35 overschrijdingsdagen genoteerd. De haalbaarheid van de doelstelling voor het jaar 2010, niet meer dan 7 overschrijdingen per jaar, lijkt heden nog ver buiten bereik.

Een analyse van de gegevens, meer bepaald via een genormaliseerd gemiddeld weekverloop, leert dat het verval van de NO-concentratie, een verkeersgebonden parameter, quasi 40% bedraagt op een gemiddelde zaterdag en ongeveer 60% op een gemiddelde zondag. Deze vermindering stemt qua grootte-orde overeen met de afname van de verkeersintensiteit zoals vastgesteld aan de hand van de NO-concentraties op verkeersdrukke meetpunten. Het verval van de NO₂-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt respectievelijk ongeveer 20% op zaterdag en ongeveer 30 à 35% op zondag. In de stad bedraagt het verval van de concentratie voor **PM10-EqRef** ongeveer 15% op een gemiddelde zaterdag en nagenoeg 20% op een gemiddelde zondag. In de achtergrondmeetpunten bedraagt dit verval slechts 10% voor een zaterdag en ongeveer 15% voor een gemiddelde zondag.



Kopie Fig. 14: Meetposten in de stad - Gemiddeld Weekverloop NO, NO₂ en PM10-EqRef
 Middeling over 3 meetposten (Molenbeek, Meudonpark en Woluwe) en 4 winterperiodes

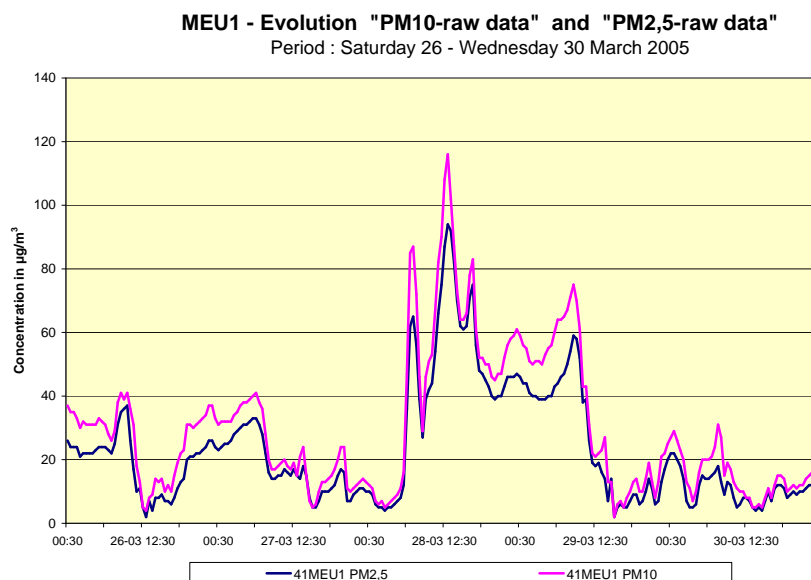
Gemiddelde concentratie, berekend per dag van de week, gedeeld door de gemiddelde concentratie over alle werkdagen – Uitmiddeling over meerdere meetposten en meerdere winterperiodes

Het verminderen van de activiteit op alle werkdagen van de week tot het niveau van het weekeinde (!! drastische ingreep !!) zou tot een vermindering leiden van de jaargemiddelde concentratie en van het aantal dagen met overschrijding van de dagwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij een dergelijke drastische ingreep zou de jaargemiddelde concentratie op alle meetpunten lager zijn dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Enkel op de meetpost te Haren zou deze grenswaarde nog benaderd worden. Op alle meetplaatsen zou de jaargemiddelde concentratie evenwel boven de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blijven, ook in de meetpunten ter bepaling van de achtergrondconcentratie van het Gewest.

Ondanks een dergelijke drastische ingreep in de activiteit zouden er op de meetposten te Haren en Molenbeek, gelegen langs de commerciële en industriële as van het Gewest, nog meer dan 35 overschrijdingsdagen per jaar kunnen voorkomen. De doelstelling van fase 2, niet meer dan 7 dagen per jaar met meer dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vanaf 2010, buiten het bereik voor de twee geciteerde meetposten, zou eventueel haalbaar worden op andere plaatsen in het Gewest.

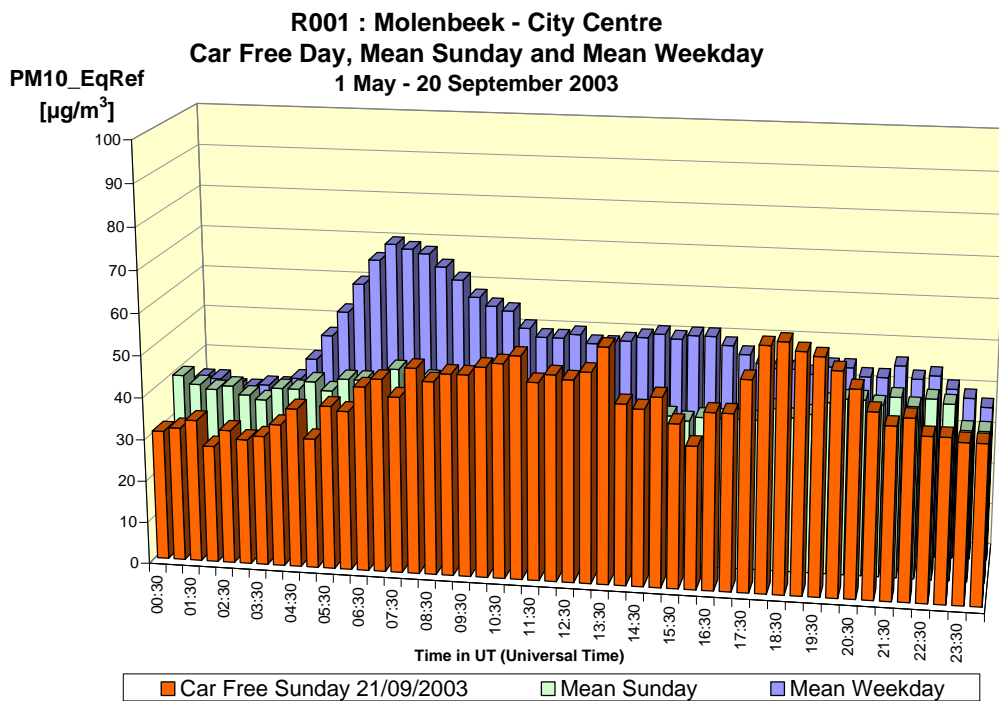
Bijzondere waarnemingen: bij droogte en felle wind kan geobserveerd worden dat de massaconcentratie voor PM10 toeneemt, terwijl dit niet het geval is voor de PM2,5-deeltjesfractie. Een plotse toename van de PM10-concentratie wegens toegenomen turbulentie werd ook reeds waargenomen net vóór intense onweersbuien.

In andere gevallen werden relatief hoge tot zeer hoge PM10-concentraties waargenomen op verlofdagen en officiële feestdagen, bij omstandigheden met weinig verkeer, een beperkte bijdrage van de gebouwenverwarming en een geringe commerciële activiteit. Dit was o.m. recentelijk het geval op de maandag en de dinsdag van het carnavalverlof, nl. op 7 en 8 februari 2005, toen 60 à $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als dagwaarde werd genoteerd. Ook op Paasmaandag (28 maart 2005) werden vrij hoge concentraties (75 à $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$) waargenomen. In deze beide gevallen was de atmosfeer vrij vochtig en er was lichte mist. Ongeveer 80 à 90% van de PM10-massa was samengesteld uit PM2,5-deeltjes. Het betreft hier mogelijk een intens nucleatie-proces.



Kopie Fig. 23: Meudonpark – Concentratieverloop voor **PM10-ruwe data** en **PM2,5-ruwe data**
 Periode: zaterdag 26 – woensdag 30 maart 2005

Voor de autoluwe zondag van 21 september 2003 werden er PM10-concentraties vastgesteld van ongeveer $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentratie was van dezelfde orde als of hoger dan op een gemiddelde zondag uit de warme en droge zomerperiode van 2003. Ondanks de geringe bijdrage van het verkeer (verkeersluwe zondag), de totale afwezigheid van gebouwenverwarming (30°C tijdens de namiddag) en de geringe industriële activiteit werden niveaus bereikt in de buurt van de doelstelling voor de jaargemiddelde concentratie. De afwezigheid van het verkeer bleek ook niet uit het dagprofiel van de PM10-concentratie. In tegenstelling tot de verkeerspecifieke pollutanten NO , NO_2 en CO , werd er tijdens de sperperiode van het verkeer, van 9:00 tot 19:00 h plaatselijke tijd (7:00 tot 17:00 h UT in grafiek), geen opmerkelijke daling van de PM10-concentratie vastgesteld.



Kopie Fig. 20: PM10-EqRef - Dagverloop van de concentratie tijdens de autoluwe zondag, een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode 1 mei – 20 september 2003

Het wegverkeer wordt vaak aangeduid als een belangrijke bron van de vervuiling door deeltjes, vooral in stedelijke omgeving. Alhoewel het wegverkeer wellicht de belangrijkste bron is voor de aanwezigheid van de meer gevaarlijke onder de fijne deeltjes ($< 2,5 \mu\text{m}$), die een hoger gezondheidsrisico inhouden, kan uit de voorgaande vaststellingen opgemaakt worden dat het wegverkeer wellicht niet de belangrijkste bron is voor de PM10-vervuiling.

Er werd ook vastgesteld dat de PM10-concentraties gemiddeld hoger zijn op dagen waarbij de lucht minder verzadigd is met vocht dan op dagen waarbij de lucht in grotere mate verzadigd is met vocht. De gemiddelde PM10-concentratie op dagen met een geringere luchtvochtigheid ($\text{RH} = 60\%$) is ongeveer $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan op dagen met een veel hogere verzadigingsgraad ($\text{RH} = 80\%$). Een belangrijke toename van de PM10-concentratie werd ook vastgesteld in periodes met droog weer en met intense landbouwactiviteit (oogst van graansoorten, witloof en bieten) in de ruime omgeving van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Inhoudstafel

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Normen – EG-richtlijnen | 1 |
| 2 | Zwevende deeltjes en hun detectie | 5 |
| 2.1 | Referentiemethode PM10 | 9 |
| 2.2 | PM10-metingen in Brussel – Oscillerende Microbalans | 11 |
| 2.3 | Metingen PM2,5-fractie | 15 |
| 2.4 | Samenstelling van de deeltjes | 16 |
| 3 | Resultaten PM10-metingen | 17 |
| 3.1 | Cumulatieve Frequentieverdeling PM10 | 17 |
| 3.2 | Grenswaarden PM10 | 19 |
| 3.3 | Evolutie PM10-waarden over langere termijn | 22 |
| 3.4 | Gemiddeld Weekverloop | 25 |
| 3.5 | Meetmethode en overschrijdingen grenswaarden | 33 |
| 3.6 | Bijzondere waarnemingen | 34 |
| | 3.6.1 Hersuspensie – 27 oktober 2002 | 35 |
| | 3.6.2 Autoluwe zondag 21 september 2003 | 36 |
| | 3.6.3 Hoge concentraties – carnavalverlof – Paasmaandag | 38 |
| 3.7 | Invloed Luchtvochtigheid | 40 |
| 3.8 | Landbouwactiviteit | 42 |
| | Samenvatting | 45 |