

4.3 ZWEVENDE DEELTJES : PM10 en PM2,5 deeltjesfractie

4.3.1 Aanwezigheid van Zwevende deeltjes

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

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

Rechtstreekse uitstoot:

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

Vorming aërosol:

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

Natuurlijke oorsprong:

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

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

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

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

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

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

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

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

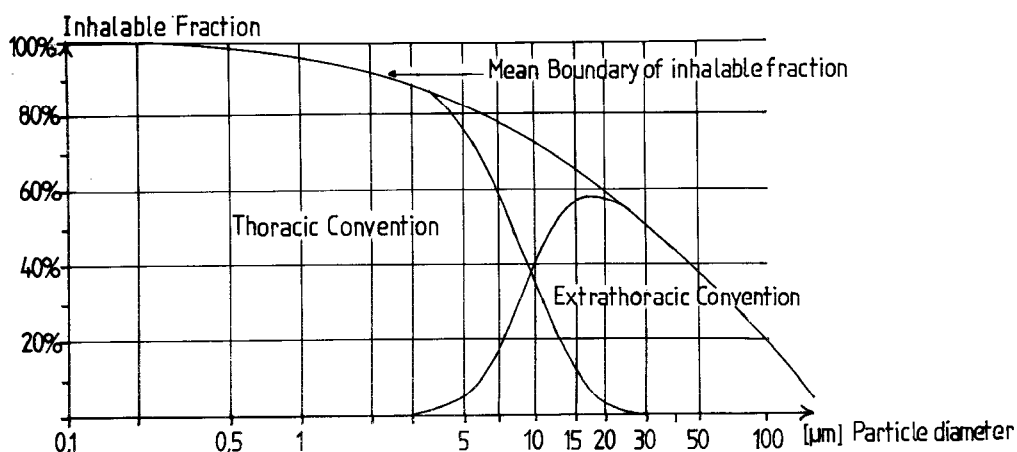


Fig. 4.41: Inadembare fractie volgens deeltjesgrootte
Field Measurements of Suspended Particulates – report to CEC, J.Müller, Frankfurt 1984

Samenstelling van de deeltjes:

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

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

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

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

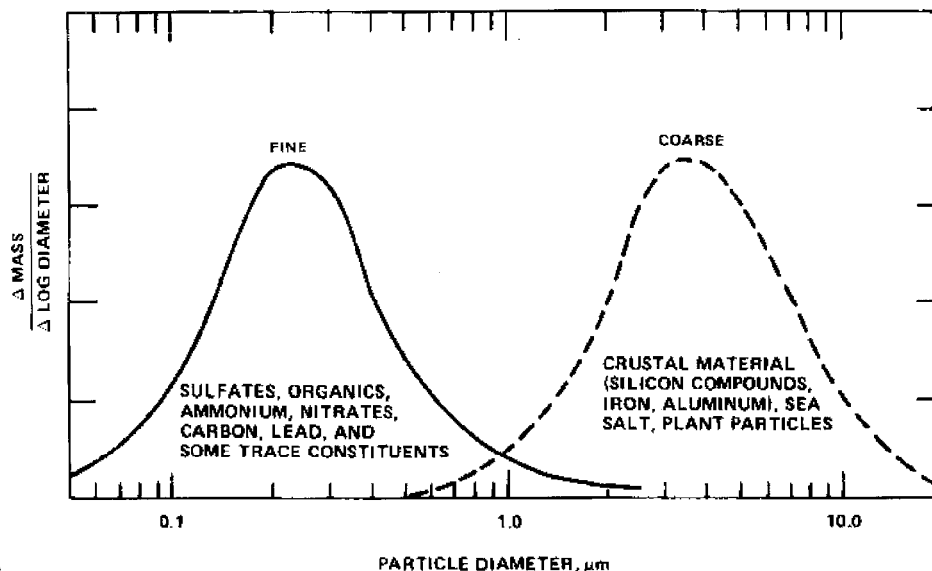


Fig. 4.42 : Bi-modale verdeling van de deeltjesgrootte met aanduiding van het soort deeltjes
Aerosol Measurement, Willeke and Baron, 1993 - R&P Seminar – Antwerp 2002

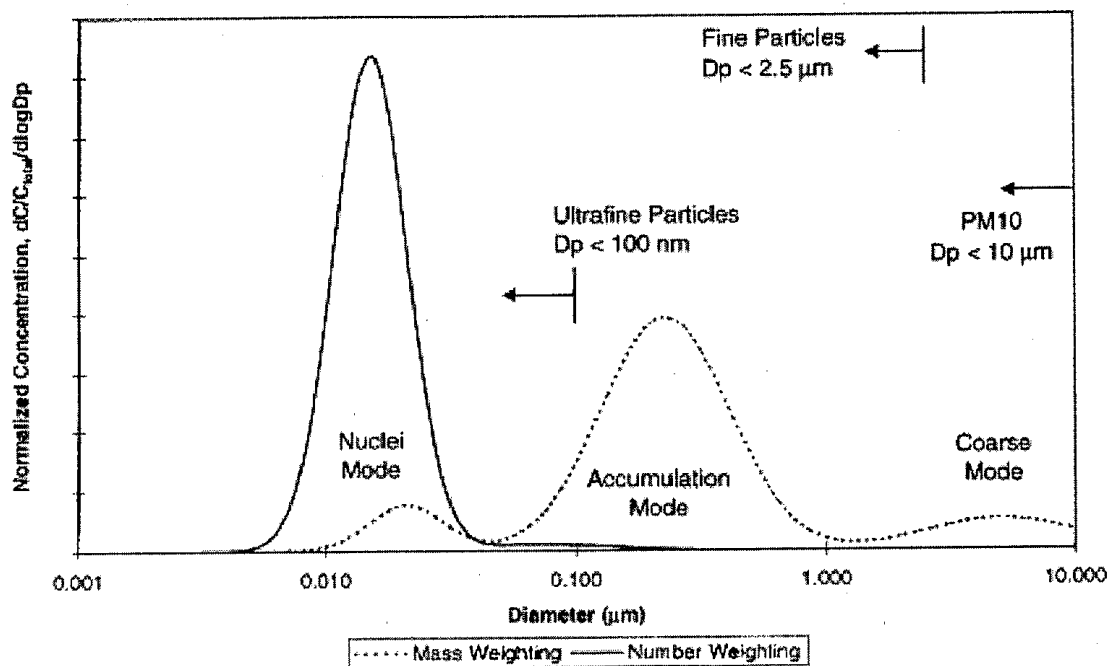


Fig. 4.43 : Indeling van de deeltjesgrootte volgens de verdeling naar aantallen en massa
Journal of Air & Waste Management Association, Volume 59, January 2009

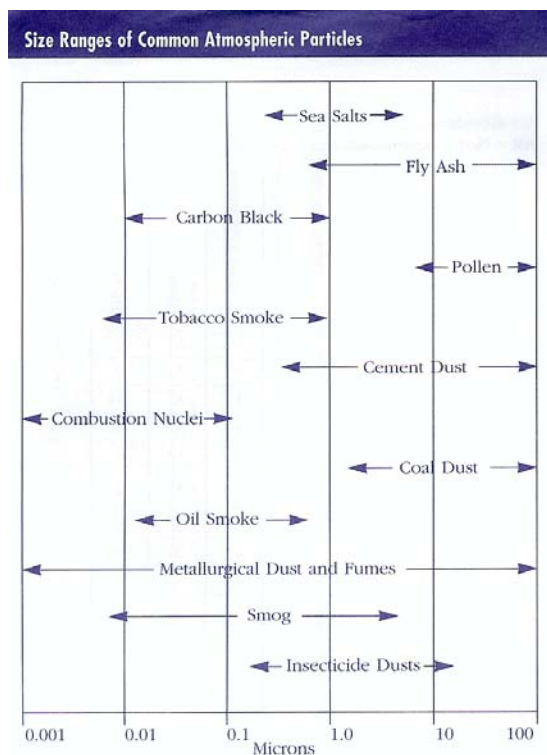


Fig. 4.44: Deeltjesgrootte van veel voorkomende deeltjes
Environmental Tables & Information, 1999-2000

4.3.2 Meetmethodes PM10

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

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

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

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

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

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

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

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

Een VMM-studie betreffende de vergelijking tussen de *referentiemethode* en *instrumentale methoden* voor PM10 (2002), uitgevoerd over verschillende meetplaatsen en verschillende tijdstippen van het jaar, leverde een *conversiefactor* op van 1,47 voor de “oscillerende microbalans” en van 1,37 voor de methode met “ β -absorptie”. Een herhaling van deze studie (in 2004) kwam tot een vrijwel identiek resultaat: 1,49 voor de oscillerende microbalans en 1,39 voor β -absorptie. Alle ruwe PM10-resultaten uit de periode 1996-2004, gemeten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden vermenigvuldigd met een factor 1,47 om resultaten te bekomen die gelijkwaardig zijn aan deze van de referentiemethode en worden aangeduid als **PM10_EqRef**.

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

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

FDMS-systeem

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

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

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

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

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

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

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

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

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

De verhouding tussen PM10-FDMS en PM10-ruwe data in de meetposten Molenbeek (~1,30) en Haren (~1,20) is duidelijk lager dan de vaste factor van 1,47 toegepast bij de omrekening van brute gegevens naar waarden equivalent met de referentiemethode (PM10_EqRef). Op de andere meetposten is er een betere overeenstemming tussen PM10-FDMS (factor 1,42 à 1,51 t.o.v. ruwe data) en de met de vaste factor gecorrigeerde resultaten PM10_EqRef (=1,47 *ruwe data).

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

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

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

PM2,5-metingen:

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

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

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

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

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

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

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

4.3.3 Reglementering PM10 volgens richtlijn 1999/30/EG

De Europese richtlijn 1999/30/EG voor SO₂, NO₂, zwevende deeltjes en lood voorzag in grenswaarden voor de aanwezigheid van PM10-deeltjes in de omgevingslucht. Deze richtlijn bevatte nog geen grenswaarden voor de fijnere deeltjes (PM_{2,5}-fractie), maar wel een duidelijke aanbeveling om met PM_{2,5}-metingen te starten, bij voorkeur op plaatsen waar ook PM10 gemeten wordt.

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

Fase 1 (te respecteren tegen 1 januari 2005)

- **50 µg/m³** als **24-uurwaarde**, niet meer dan **35 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **40 µg/m³** als **jaargemiddelde**,

Fase 2 (te respecteren tegen 1 januari 2010)

- **50 µg/m³** als **24-uurwaarde**, niet meer dan **7 maal** per kalenderjaar te overschrijden
- **20 µg/m³** als **jaargemiddelde**,

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

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

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

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

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

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

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

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

b - een nationale streefwaarde inzake de vermindering van de blootstelling

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

4.3.5 Gemeten waarden voor PM10-deeltjes

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

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

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

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

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

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

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

Een historiek met uitgebreide tabellen van de berekende cumulatieve frequentieverdeling voor de PM10-dagwaarden voor jaarperiodes, zomerperiodes (april – september) en winterperiodes (oktober – maart) worden gegeven in de *bijlagen B, C en D*. Naargelang de evolutie van de meetsystemen betreft het resultaten voor PM10-FDMS, PM10_EqRef (factor 1,47) of PM10_ruwe data.

4.3.6 Overschrijdingen grenswaarden PM10-deeltjes

Jaargemiddelde en Overschrijdingsmarge:

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

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

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

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

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

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

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

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

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

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

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

Daggemiddelde en Overschrijdingsmarge:

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

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

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

() : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

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

Voor de periode 2000-2008 wordt de evolutie van het jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen in de verschillende meetposten grafisch weergegeven in de figuur 4.46. De grafiek bovenaan geeft het werkelijke aantal overschrijdingsdagen weer, berekend voor alle dagen van het jaar. De grafiek onderaan geeft de schatting weer van een jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen, berekend op basis van weekenddagen (= aantal overschrijdingen indien het volledige jaar enkel uit weekenddagen zou bestaan). Bij een systematische vermindering van de emissie-activiteit tot het niveau van weekenddagen zouden er wellicht in bepaalde meetplaatsen nog steeds meer dan 35 overschrijdingsdagen (dagwaarde > 50 µg/m³) genoteerd worden.

Voor de periode tussen 2000 en 2005 was een overschrijdingsmarge toegelaten: voor het jaar 2000 mag er op de doelstelling voor de dagwaarden een overschrijdingsmarge van 50% worden toegepast. Deze marge valt terug tot 0% tegen het jaar 2005. Voor het jaar 2000 is 75 µg/m³ de drempel voor het beoordelen van het aantal overschrijdingen. Voor de jaren 2001, 2002, 2003 en 2004 bedraagt de drempel respectievelijk 70 µg/m³, 65 µg/m³, 60 en 55 µg/m³. Het aantal dagen met een dagwaarde hoger dan de grenswaarde, vermeerderd met de toegelaten overschrijdingsmarge, wordt weergegeven in tabel IV.23.

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

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

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

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

De resultaten in het meetpunt R001 (Molenbeek) en vooral het meetpunt te Haren (N043) wijzen op een hogere verontreiniging langsheen de industriële en commerciële as van het Gewest. Op het meetpunt te Haren en in een vergelijkbare omgeving (stad + industrie + verkeer) is de tweede doelstelling voor het jaar 2005, niet meer dan 35 dagen met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m³, wellicht niet onmiddellijk haalbaar.

Weekenddagen: In tabel IV.24 wordt, voor de periode 2002-2008, de jaargemiddelde concentratie (alle dagen) vergeleken met de gemiddelde concentratie op weekenddagen (zaterdagen en zondagen). Een systematische vermindering van de gemiddelde emissie-activiteit tot het niveau van weekenddagen, zou de jaargemiddelde PM10-concentratie in lichte mate doen afnemen. Hierdoor zou de huidige doelstelling voor het jaargemiddelde, 40 µg/m³, zonder probleem in alle meetposten haalbaar worden. Een jaargemiddelde van 20 µg/m³, de inmiddels afgevoerde doelstelling voor 2010, blijkt nog niet haalbaar.

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

Tabel IV.24: **PM10 – JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE** [in µg/m³]

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

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

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

De tabel IV.25 geeft enerzijds het werkelijke aantal dagen met overschrijding (alld) van de dagwaarde van 50 µg/m³ en anderzijds een simulatie van dit aantal berekend op basis van het aantal overschrijdingen op weekenddagen (wknd).

Bij een vermindering van de gemiddelde emissieactiviteit tot het niveau van weekenddagen (drastische ingreep) zou het aantal overschrijdingsdagen (dagwaarde > 50 µg/m³) in sommige meetposten en sommige jaargangen hoger blijven dan het toegestane maximum van 35 dagen en ruim hoger dan de inmiddels afgevoerde doelstelling voor het jaar 2010 (maximum 7 dagen).

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

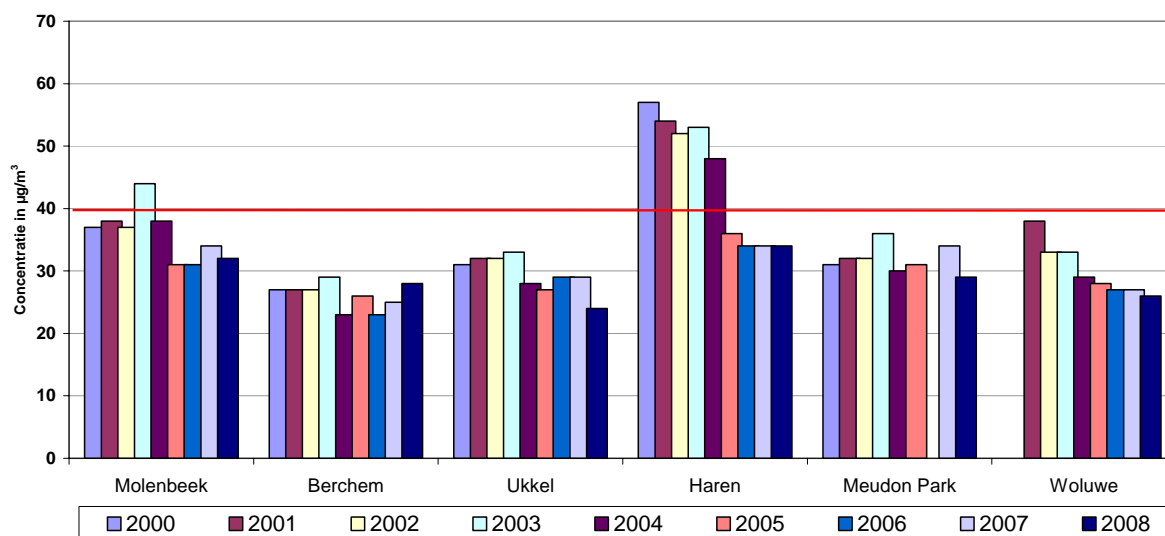
Tabel IV.25: **PM10 – AANTAL DAGEN per JAAR met DAGWAARDE > 50 µg/m³**

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

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

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

PM10 : JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE - ALLE DAGEN
PERIODE : 2000 - 2008



PM10 : GEMIDDELTE CONCENTRATIE op WEEKENDDAGEN
PERIODE : 2000 - 2008

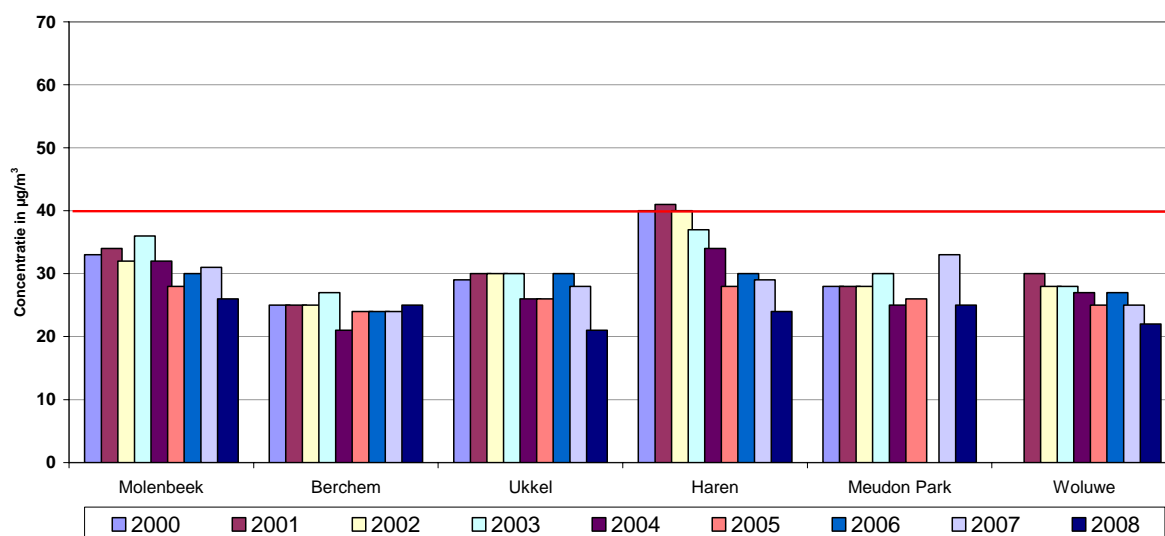


Fig. 4.45: PM10 – Evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 2000-2008
Jaargemiddelde concentratie op basis van alle dagen (grafiek bovenaan) en
gemiddelde concentratie op basis van weekenddagen (grafiek onderaan)

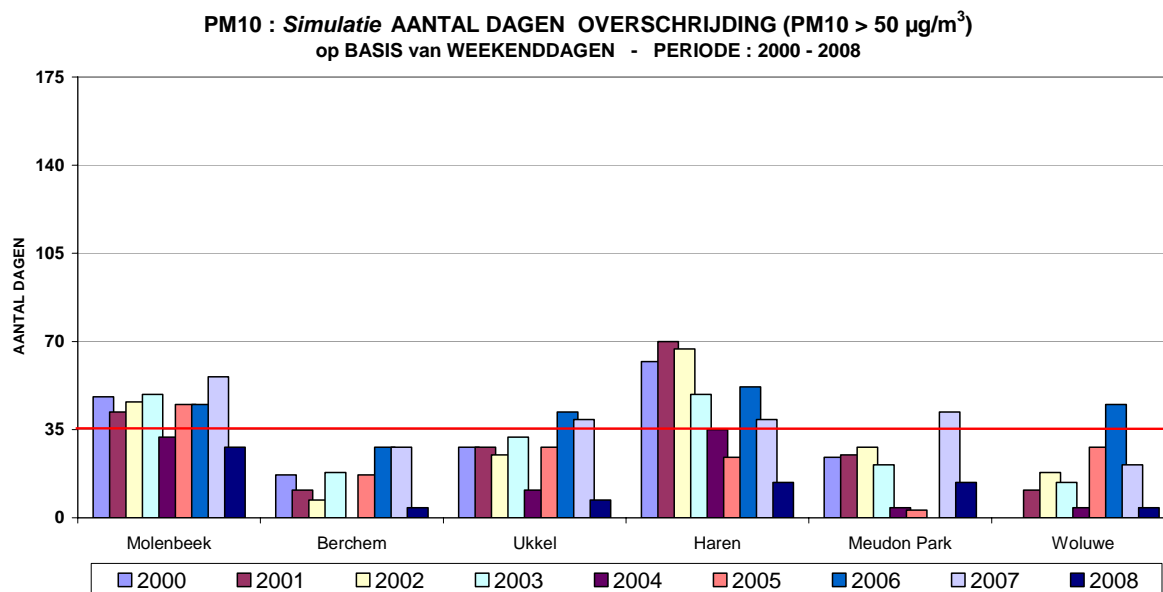
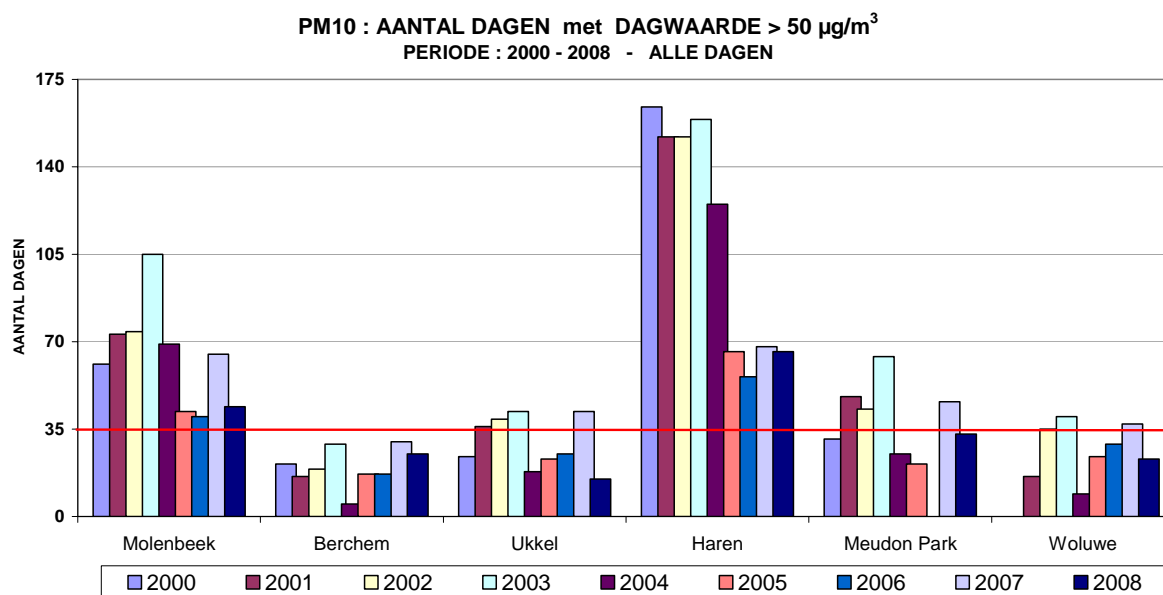


Fig. 4.46: PM10 – Dagwaarde > 50 µg/m³ - Evolutie jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen
 Periode 2000 – 2008

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

4.3.7 Evolutie PM10-waarden over langere termijn

In figuur 4.47 wordt de evolutie van PM10-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de resultaten voor de meetpost te Molenbeek (41R001) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost te Haren (41N043). De periode betreft de kalenderjaren 1997 t/m 2008. De resultaten te Molenbeek wijzen op een licht dalende tendens voor het jaargemiddelde en voor de hogere percentielen. In de meetpost te Haren is een dalende trend pas vanaf 2003 merkbaar. Vanaf het jaar 2005 worden de resultaten voor PM10-FDMS gerapporteerd. Het gebruik van de vaste factor 1,47 voor de rapportering als PM10_EqRef in de jaren ervoor heeft wellicht geleid tot een overschatting van de werkelijke concentratie in de bepaalde meetposten en bij situaties waar een belangrijke minerale fractie aanwezig was. Verder in de tekst (zie punt 4.3.9) wordt gepoogd de evolutie van de PM10-concentraties over iets langere termijn (1981-2008) in te schatten.

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

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

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

In de figuur 4.50 wordt het genormeerd weekverloop voorgesteld voor de parameters PM10-Fdms, PM2,5-Fdms, NO en NO₂. Dit genormeerd weekverloop wordt bekomen door, voor elke pollutie, de gemiddelde concentratie te berekenen per dag van de week en deze waarde te delen door de gemiddelde concentratie over alle werkdagen. De aldus bekomen resultaten zijn ongeveer $\approx 1,00$ voor de werkdagen van de week. Het %-verval van de concentratie tijdens het weekeinde kan direct uit de grafiek afgelezen worden.

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

In de grafiek bovenaan figuur 4.50 bemerkt men dat het verval van de NO-concentratie, een verkeersgebonden parameter, quasi 40% bedraagt op zaterdag en ongeveer 60% voor een gemiddelde zondag. Deze vermindering stemt qua grootte-orde overeen met het verval van de verkeersintensiteit zoals vastgesteld aan de hand van de NO-concentraties op verkeersdrukke meetpunten (Kunst-Wet en de Kroonlaan te Elsene). Het verval van de NO₂-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt respectievelijk ongeveer 20% op zaterdag en ongeveer 30 à 35% op zondag. NO₂ is ten dele een verkeersgebonden pollutant, maar ten dele ook een secundaire pollutant die in de atmosfeer gevormd wordt, voornamelijk door oxidatie van NO met ozon. Bovendien is NO₂ thermodynamisch de meer stabielere component onder de stikstofdioxideën zodat er vrijwel altijd en overal een minimale NO₂-concentratie aanwezig is.

Het verval van de PM₁₀-concentratie tijdens het weekeinde bedraagt ongeveer 15% en voor de PM_{2,5}-concentratie ongeveer 5%. De relatief belangrijke vermindering van het verkeer tijdens het weekeinde (opmerkelijk minder NO) wordt niet gevolgd door een evenredige vermindering van de concentraties van NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5}. De hoofdreden hiervoor is dat de achtergrondconcentratie voor deze pollutanten, reeds aanwezig in de lucht die wordt aangevoerd, niet te verwaarlozen is t.o.v. de totale gemeten concentratie.

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

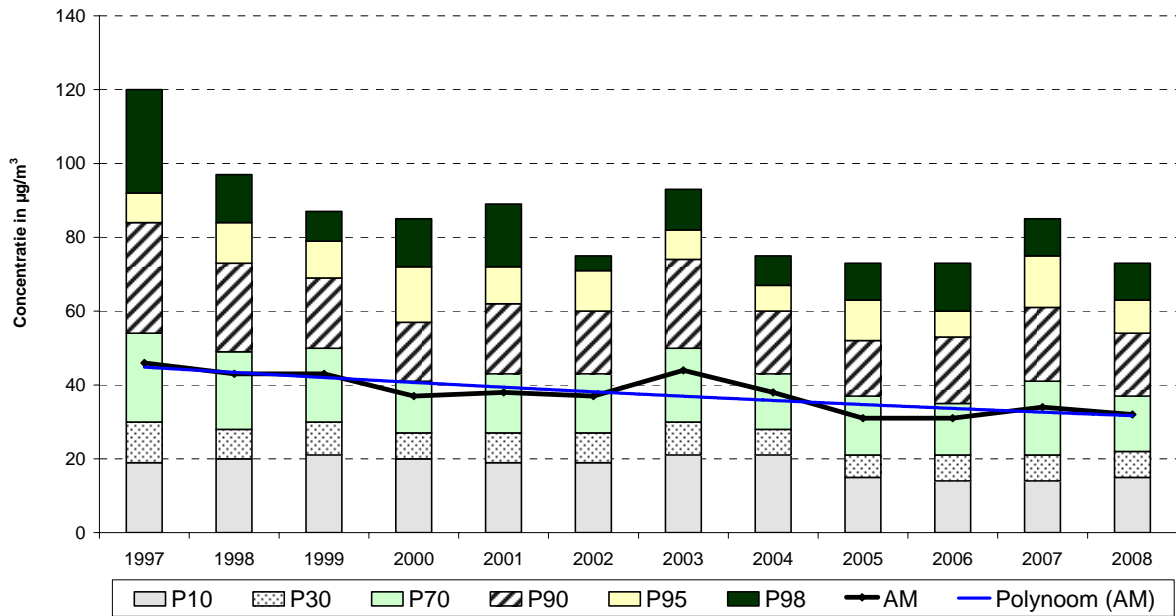
Het concentratieverval voor PM₁₀ tijdens het weekeinde is minder belangrijk dan tijdens de voorgaande periode (2003-2005). De voornaamste reden hiervoor is de uitzonderlijke situatie van het jaar 2006, toen er proportioneel meer overschrijdingsdagen waren tijdens het weekeinde dan tijdens de week.

In de grafiek onderaan de figuur 4.50 is te zien dat de situatie op de meetpost te Haren sterk afwijkt van het gemiddelde van de andere meetposten. Op de meetpost te Haren vermindert de PM₁₀ concentratie met ongeveer 20% op zaterdag en 30% op zondag en de PM_{2,5}-concentratie respectievelijk met 10 en 15%.

In figuur 4.51 wordt het gemiddeld PM₁₀-dagverloop weergegeven voor de meetpost te Haren (N043) tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2008'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*. Gemiddeld gezien is de PM₁₀-concentratie hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen. Tijdens de zomerperiode is de ochtendpiek op werkdagen hoger dan tijdens de winter.

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

PM10 te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN
 1997-2004: PM10_raw * 1,47 - 2005-... : PM10_FDMS



PM10 te HAREN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN
 1998-2004: PM10_raw * 1,47 - 2005-... : PM10_FDMS

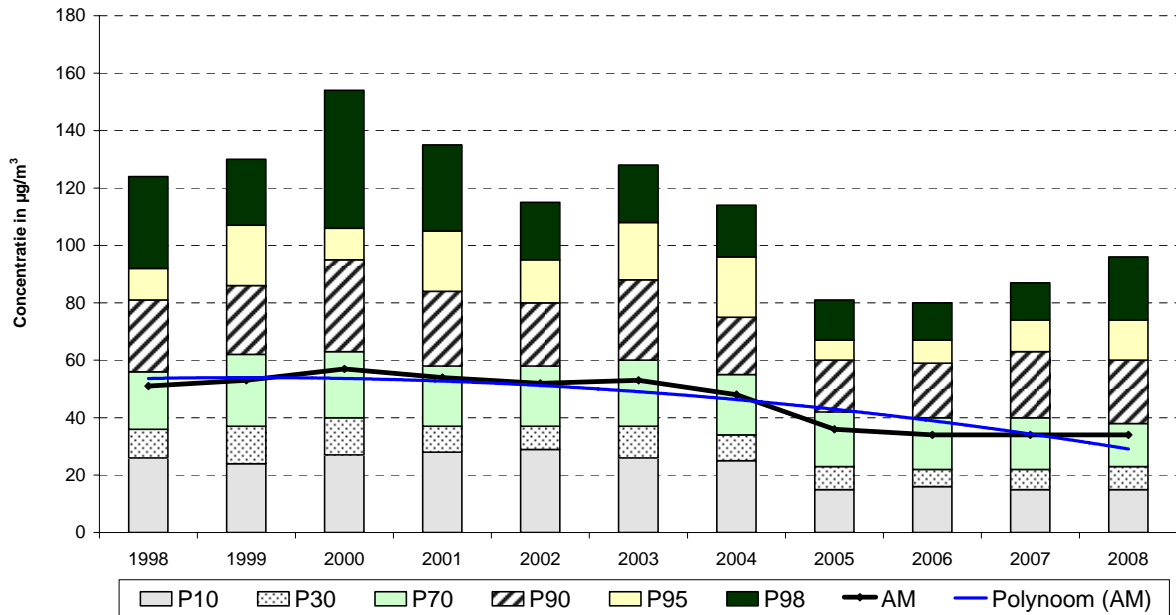


Fig. 4.47: PM10 – Evolutie PM10-concentratie te Molenbeek (R001) en Haren (N043)
 PM10_EqRef: 1997-2004 --- PM10_FDMS: 2005-2008

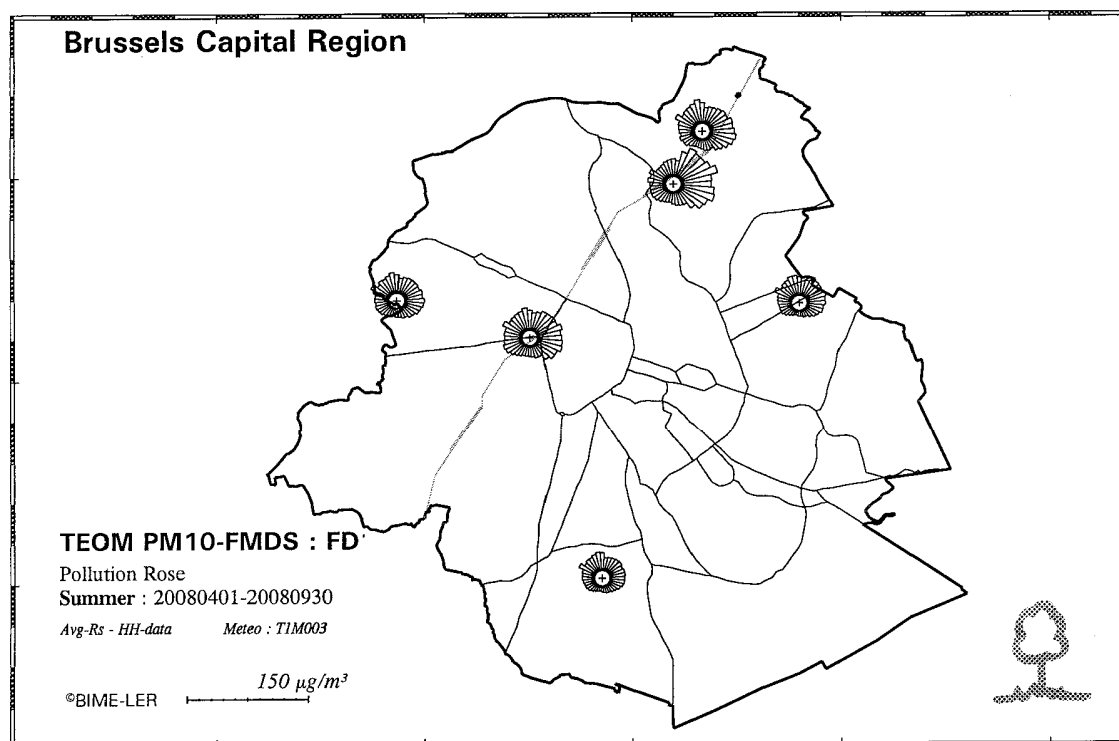
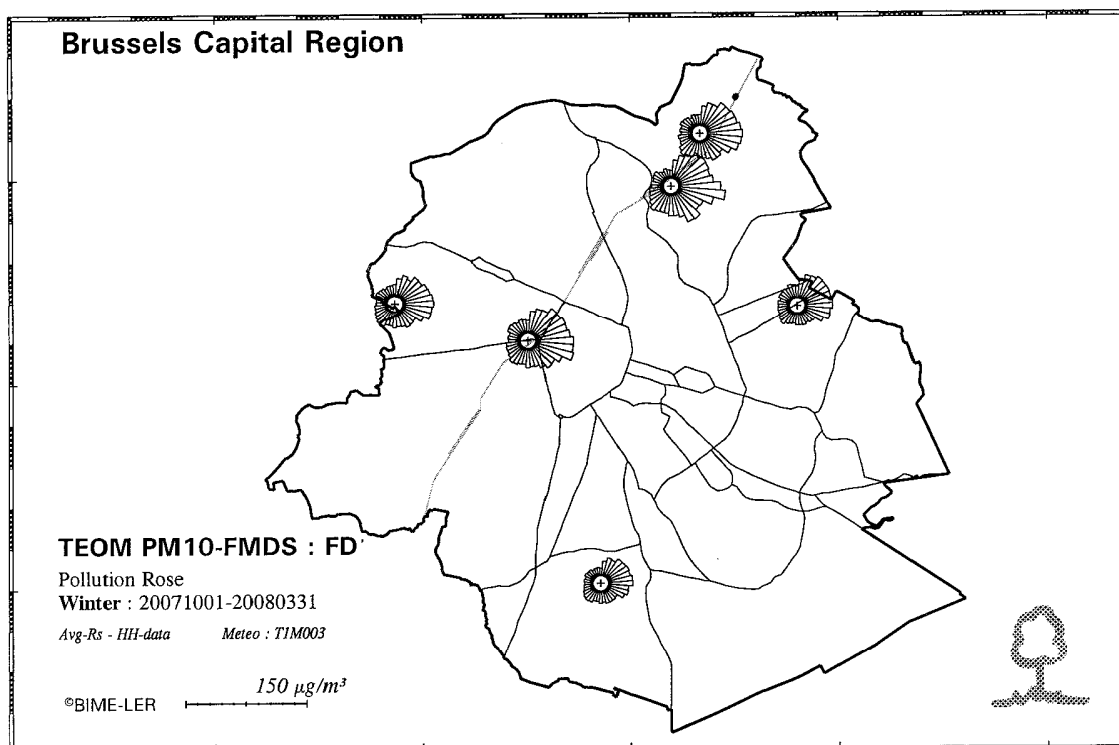
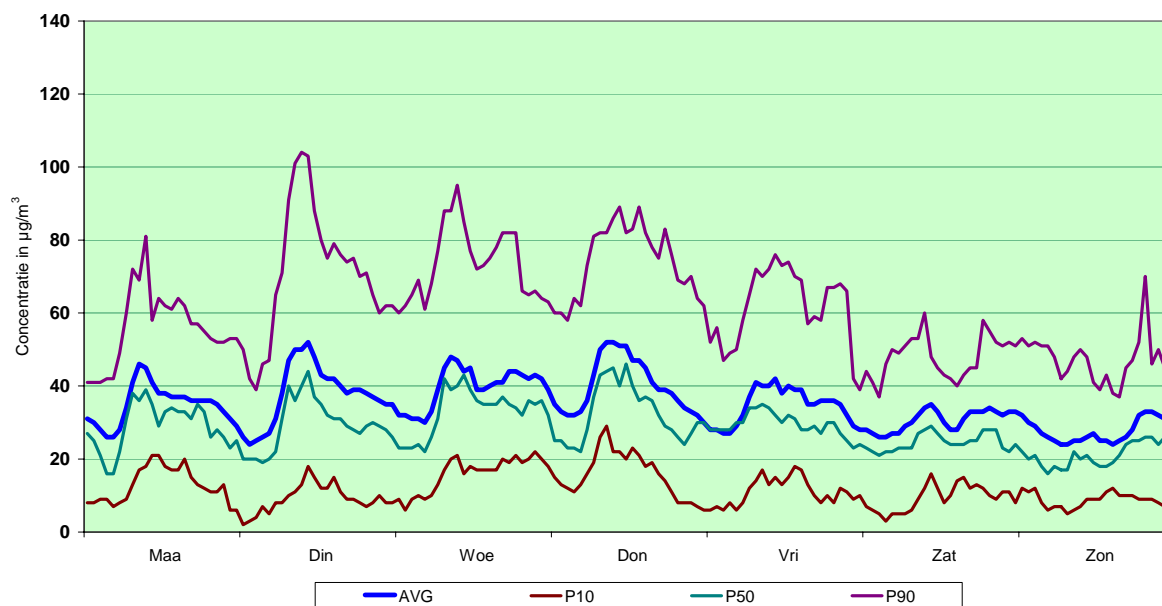


Fig. 4.48: PM10 - pollutierozen tijdens winter en zomer
 Resultaten PM10-FDMS

PM10_FDMS te MOLENBEEK (R001)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



PM10_FDMS te MOLENBEEK (R001)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

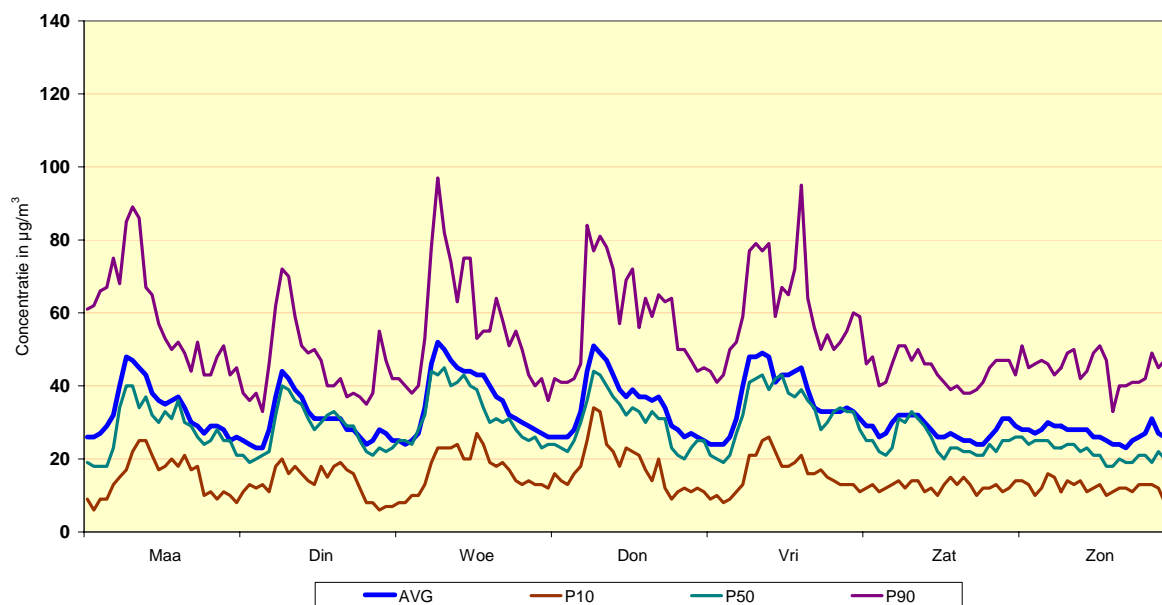
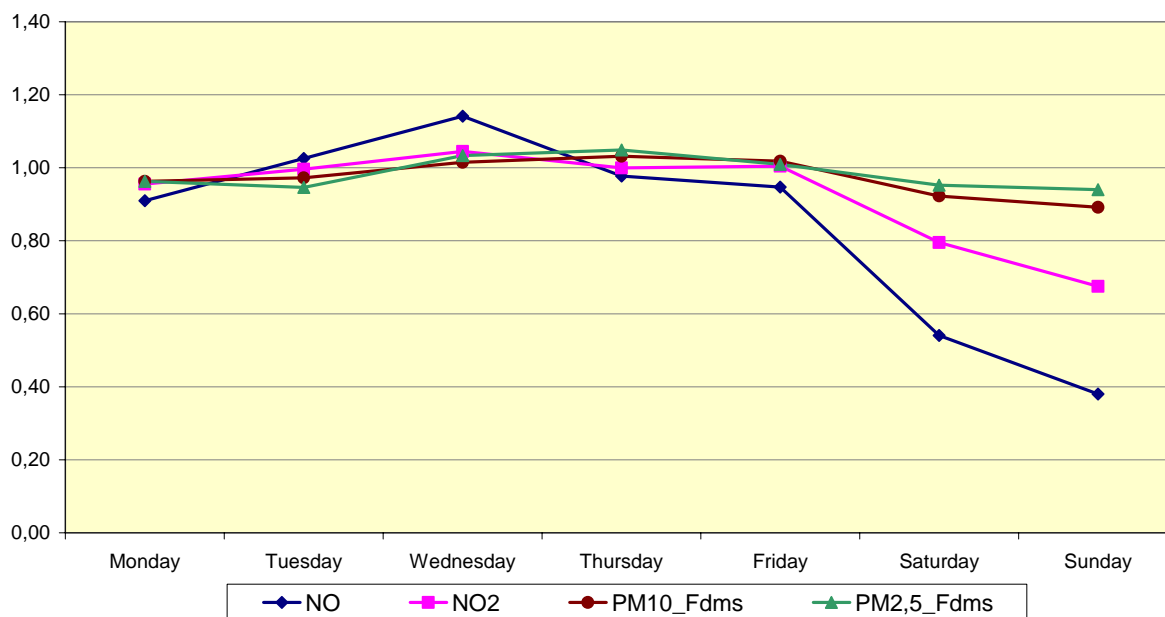


Fig. 4.49: PM10 te Molenbeek - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Gemiddelde concentratie (AVG), mediaan (P50), Percentielen P10 en P90

Week Pattern for NO, NO₂, PM10 and PM2,5
 Period : 3_YEARS 2006 - 2007 - 2008 ::: 5 Sites



N043 - Week Pattern for NO, NO₂, PM10 and PM2,5
 Period : 3_YEARS 2006 - 2007 - 2008

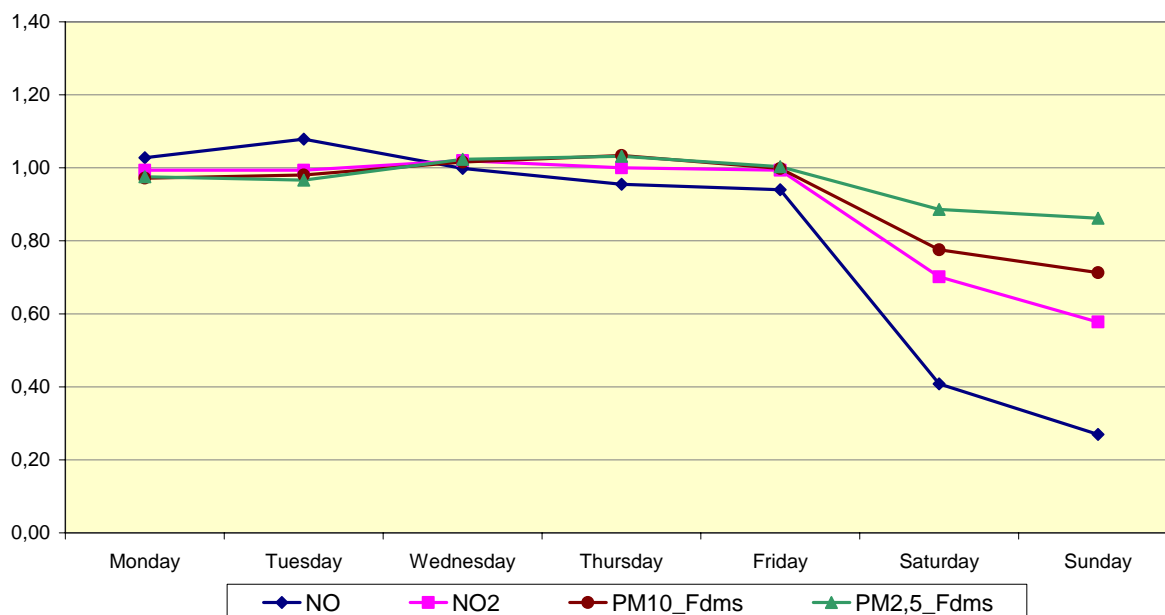
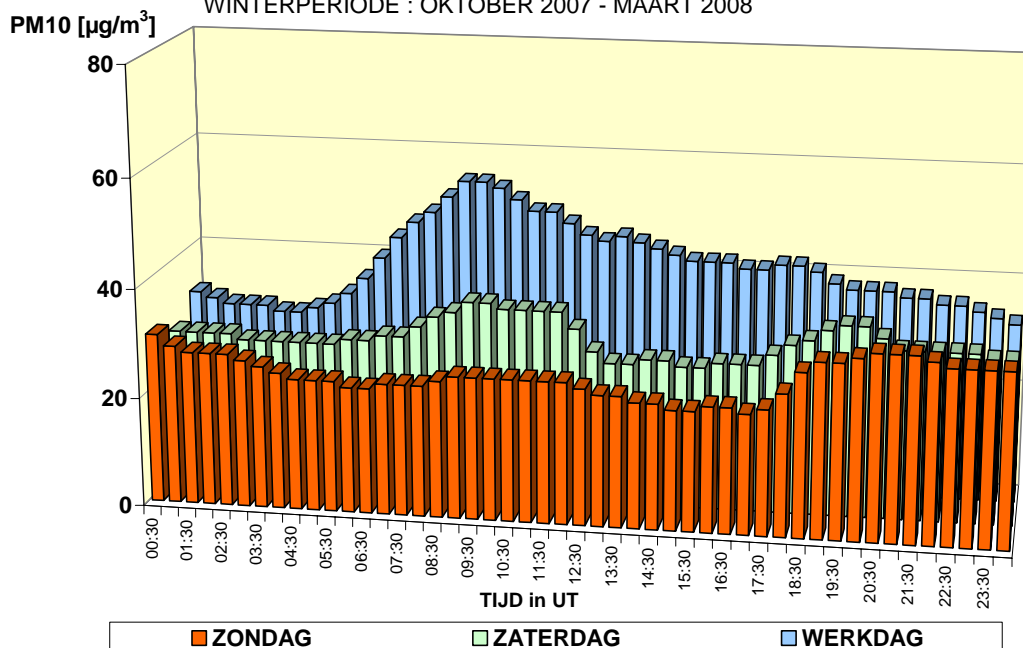


Fig. 4.50: Genormeerd gemiddeld weekverloop PM10, PM2,5, NO₂ en NO
 Periode: drie opeenvolgende jaarperiodes 2006, 2007 en 2008
 Grafiek bovenaan : gemiddelde over 5 meetposten – meetpost Haren uitgezonderd
 Grafiek onderaan : meetpost te Haren

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



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

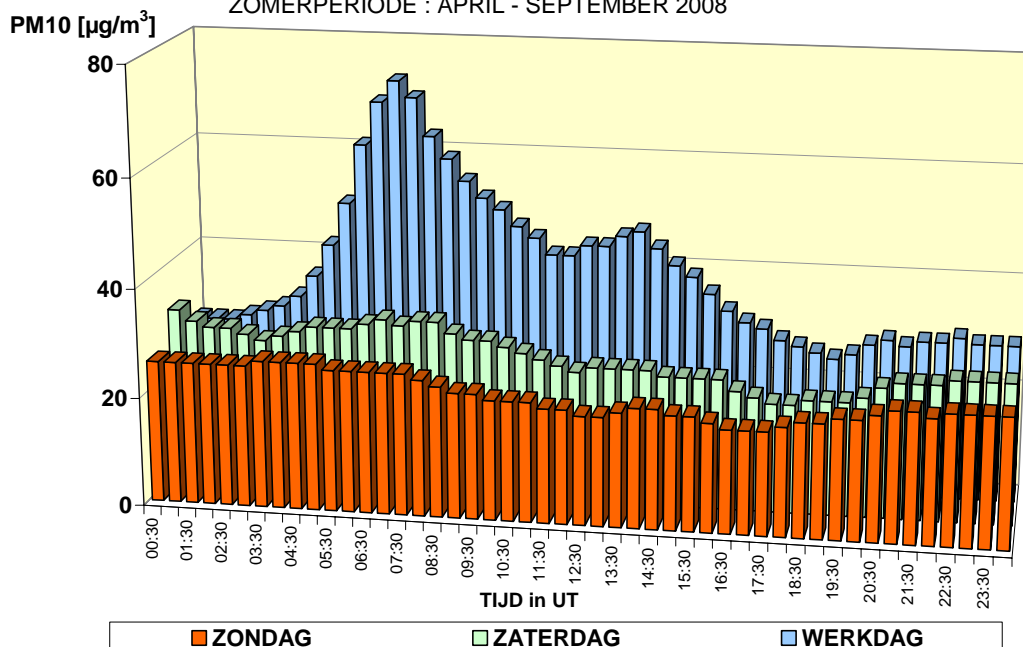


Fig. 4.51: PM10 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
Meetpost Haren (N043) – PM10_FDMS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

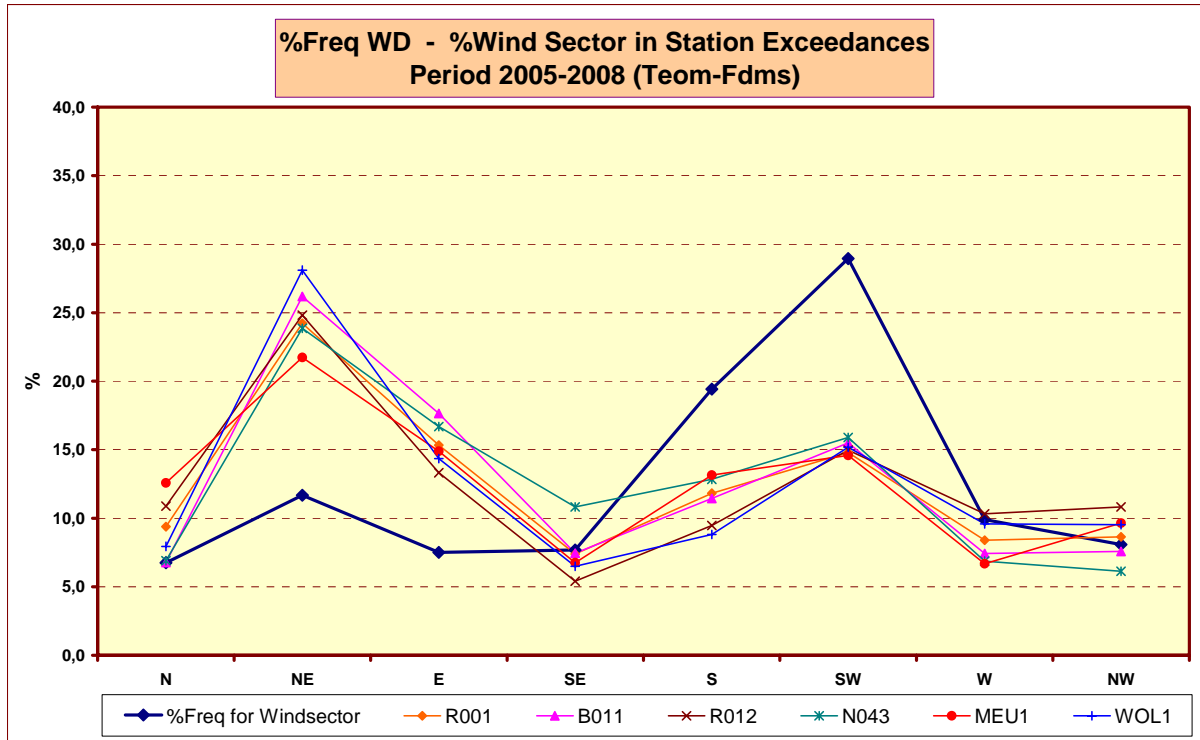


Fig. 4.52: Frequentieverdeling Windrichting - Alle Dagen (%Freq_Windsector)
Per Meetpost : Frequentieverdeling Windrichting voor de dagen met overschrijding voor PM10

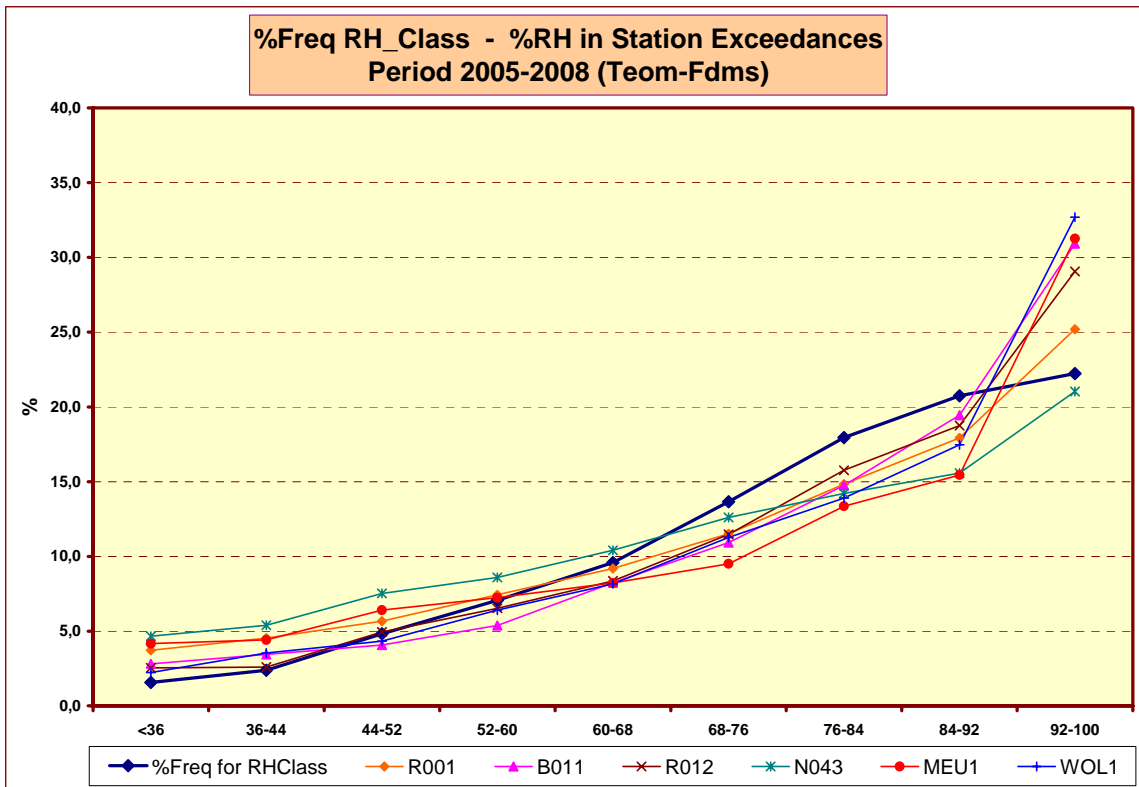


Fig. 4.53: Frequentieverdeling Rel. Vochtigheid - Alle Dagen (%Freq_RHClass)
Per Meetpost : Frequentieverdeling Rel. Vochtigheid voor de dagen met overschrijding voor PM10

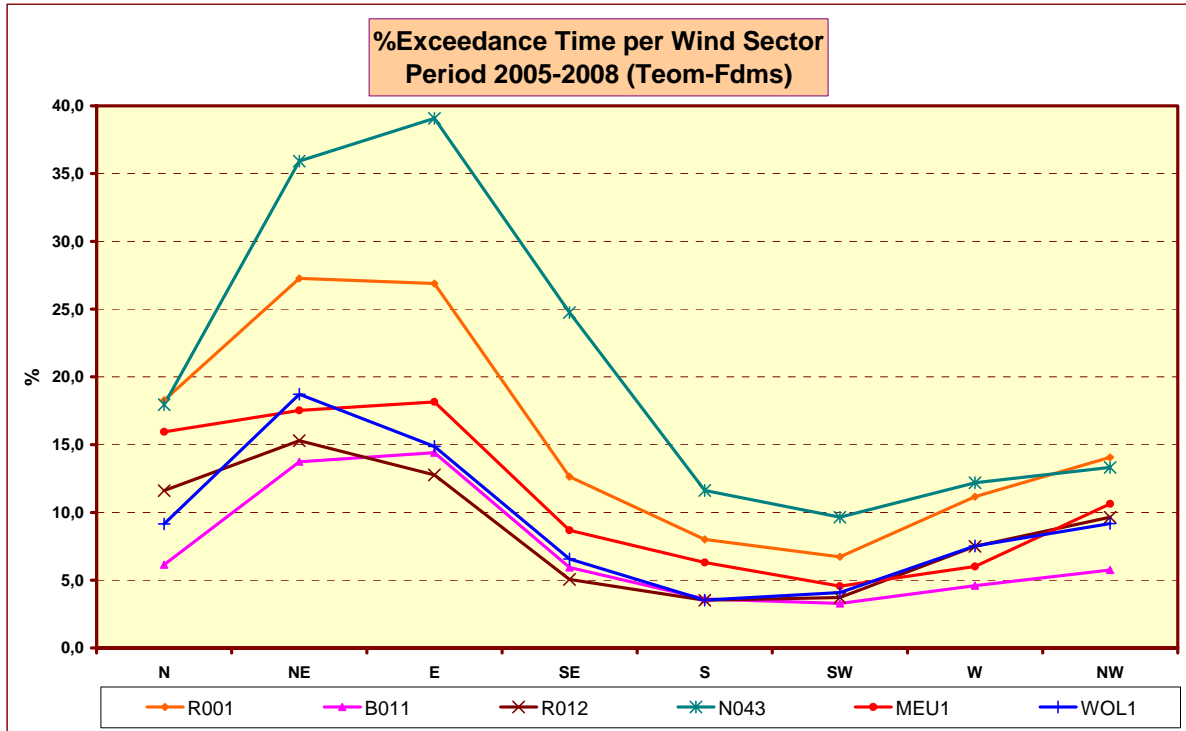


Fig. 4.54: Per Windsector het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens : Alle Dagen

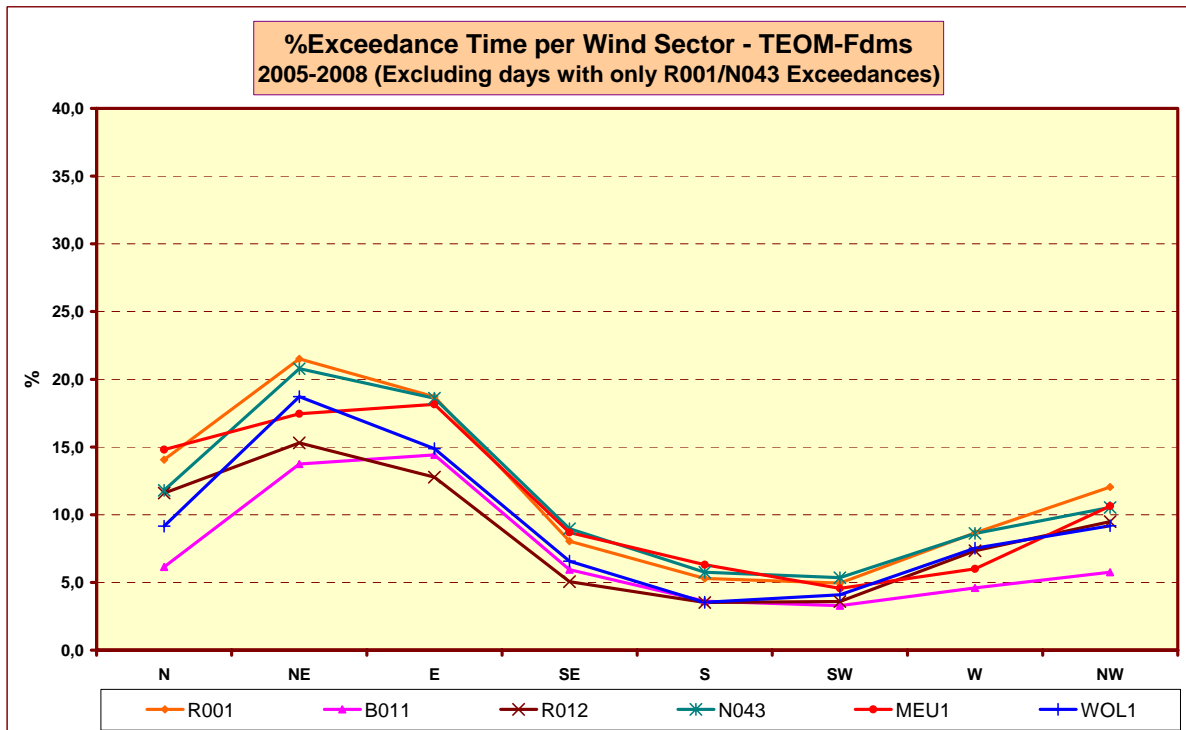


Fig. 4.55: Per Windsector het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens: Alle Dagen met uitzondering voor de dagen waarbij er enkel overschrijding
wordt vastgesteld op de meetposten te Haren en/of te Molenbeek

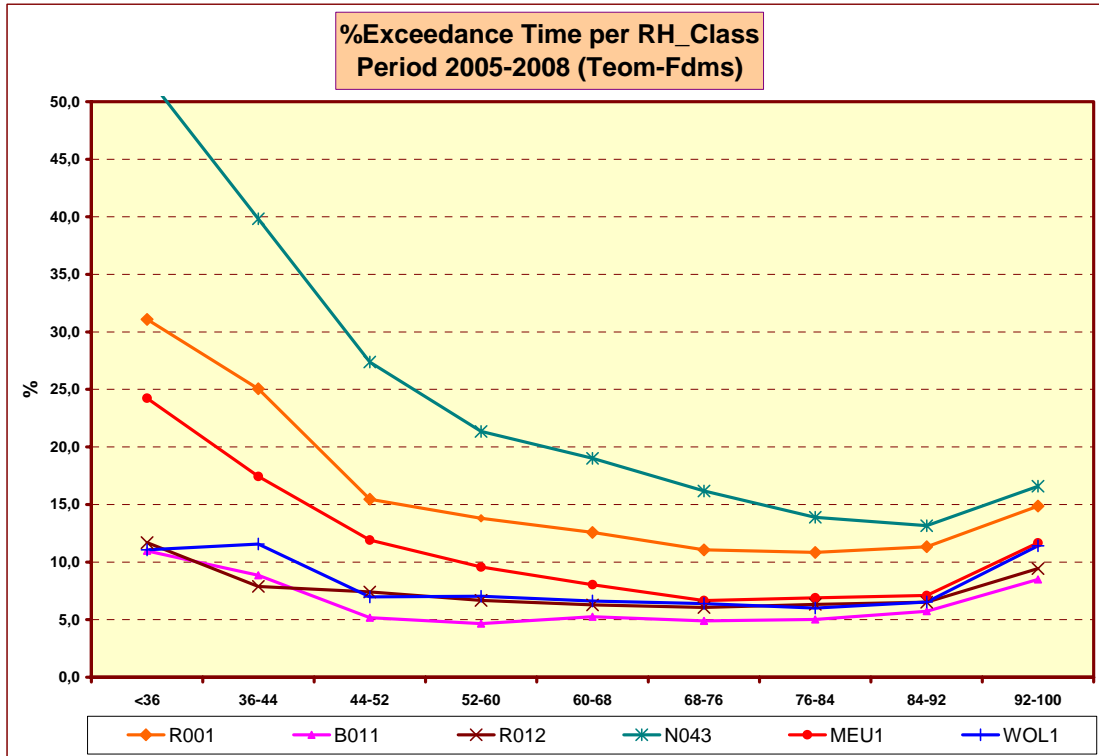


Fig. 4.56: Per RH-klasse het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens : Alle Dagen

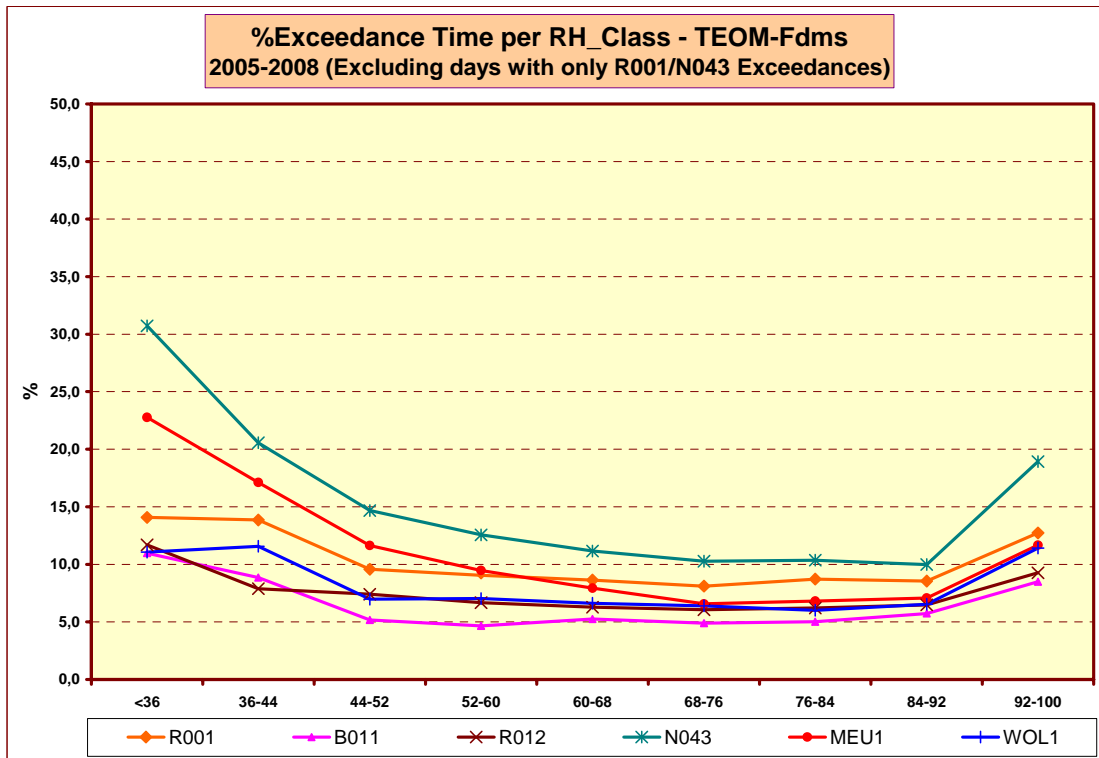


Fig. 4.57: Per RH-klasse het percentage van de tijd met overschrijding voor PM10
Gegevens: Alle Dagen van het jaar met uitzondering voor de dagen waarbij er enkel overschrijding is op de meetposten te Haren en/of te Molenbeek

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

Period : Monday 15 - Sunday 21 September 2008

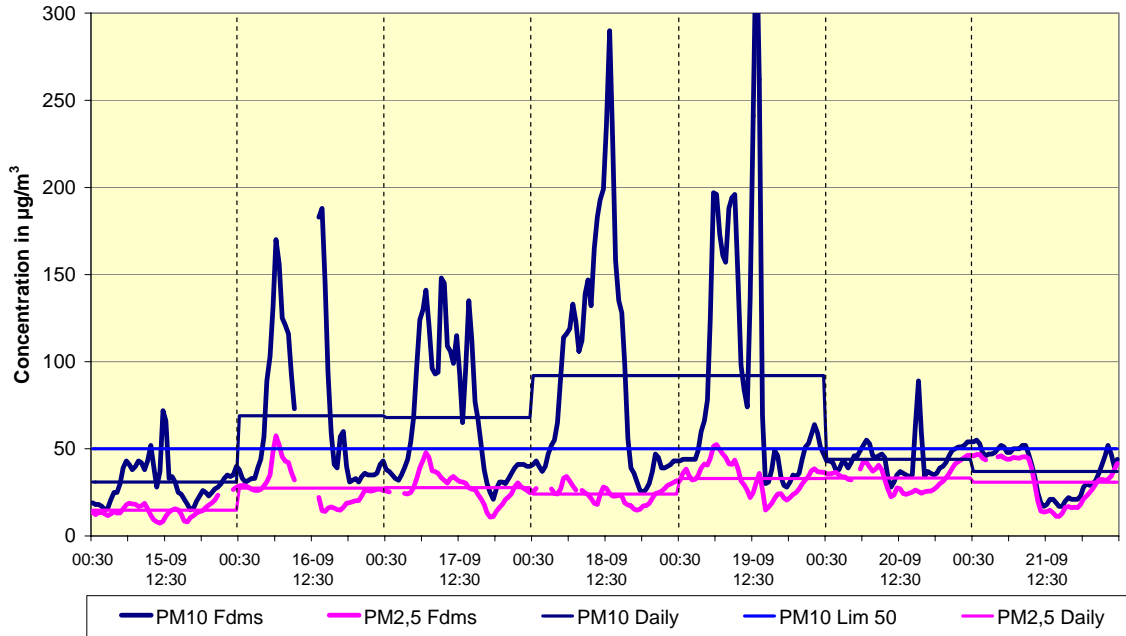


Fig. 4.58: Meetpost te Haren – Evolutie concentratie PM10 en PM2,5
Periode : Maandag 15 – Zondag 21 September 2008

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

Period : Monday 15 - Sunday 21 September 2008

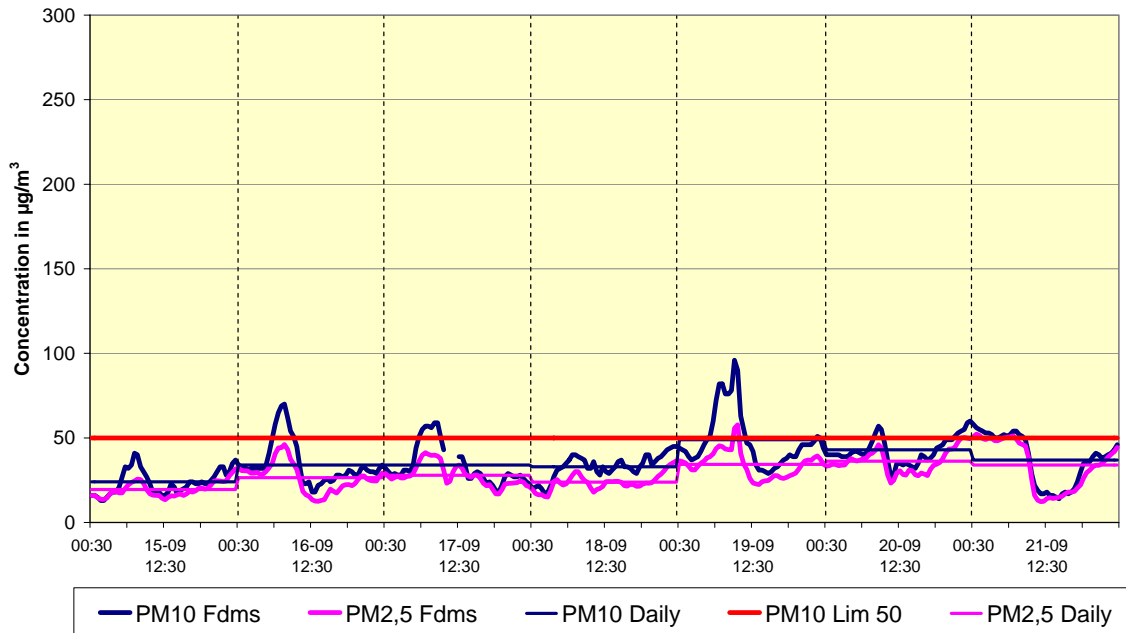
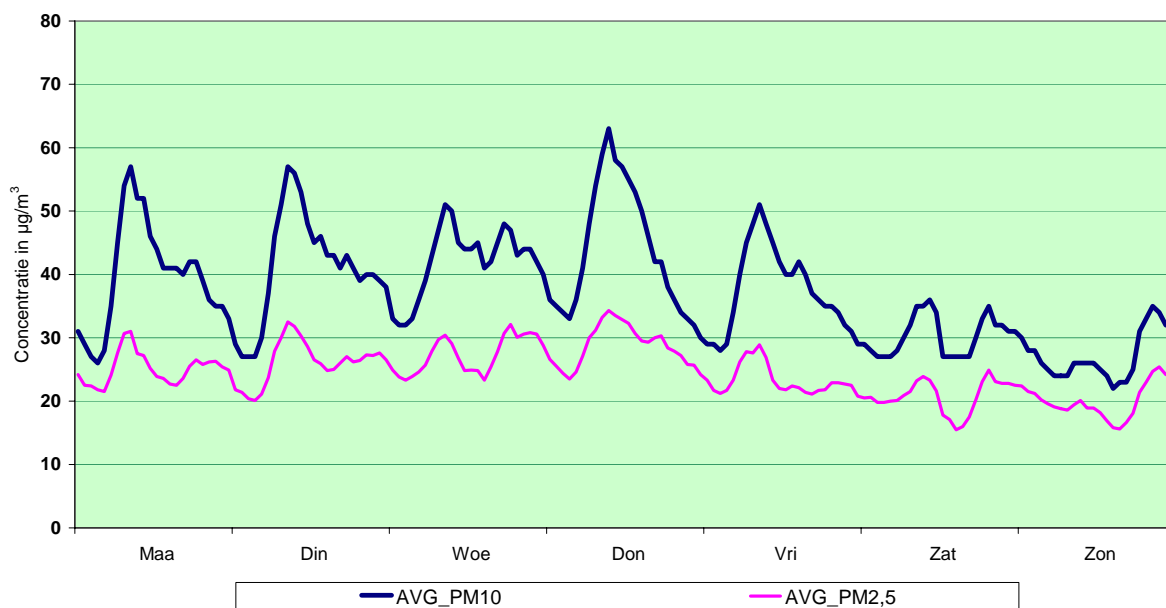


Fig. 4.59: Meetpost te Molenbeek – Evolutie concentratie PM10 en PM2,5
Periode : Maandag 15 – Zondag 21 September 2008

PM10_FDMS en PM2,5 te HAREN (N043)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



PM10_FDMS en PM2,5_FDMS te HAREN (N043)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

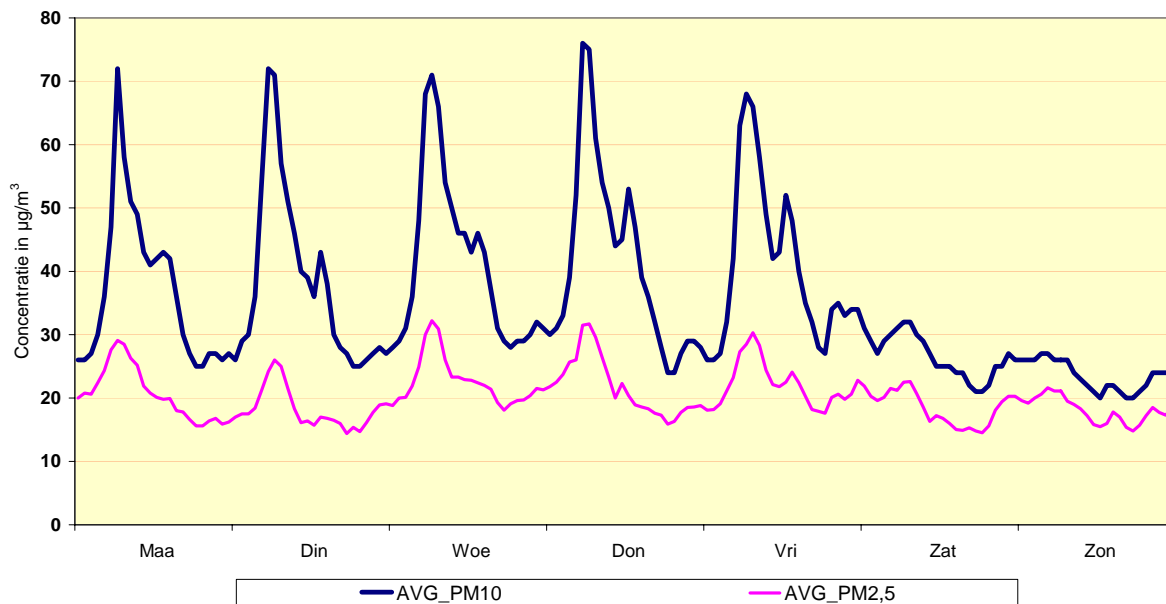


Fig. 4.60: PM10 en PM2,5 te Haren - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Gemiddelde concentratie PM10 (AVG_PM10) en PM2,5 (AVG_PM2,5)

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

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

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

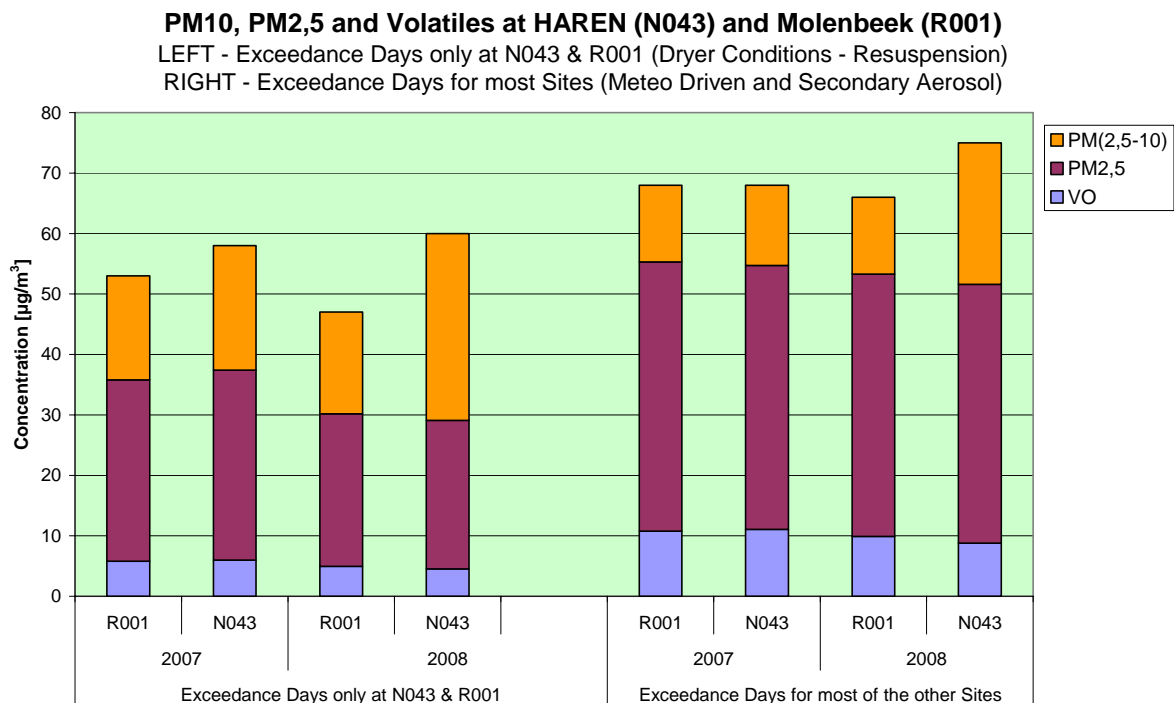


Fig. 4.61: PM10, PM2,5 en volatiele fractie op overschrijdingsdagen – situatie te Haren en Molenbeek
 Onderscheid tussen dagen met enkel een dagoverschrijding te Haren en/of Molenbeek (aanvoer drogere lucht uit oostelijke sector) en dagen met overschrijding op meerdere meetposten tegelijkertijd (vorming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

4.3.9 Hoge concentraties op dagen met weinig verkeer

In het vorige driejaarlijkse rapport over de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Immissiemetingen 2003-2005) werd reeds gewag gemaakt van situaties waarbij op alle meetposten van het Gewest zeer hoge PM10-concentraties werden gemeten op dagen met zeer weinig verkeer. Dit was o.a. het geval op maandag 7 en dinsdag 8 februari 2005 tijdens het carnaval en krokusverlof en op paasmaandag 28 maart 2005, een officiële verlofdag.

De grafiek in figuur 4.62 geeft voor de meetpost in het Meudonpark de evolutie weer van de resultaten voor PM10 en PM2,5 (omrekeningsfactor 1,47), tussen zaterdag 5 en donderdag 10 februari 2005. De grafiek in figuur 4.63 geeft, voor dezelfde meetpost, de resultaten weer voor de periode van zaterdag 26 tot woensdag 30 maart 2005.

In beide gevallen werd de meteorologische situatie gekenmerkt door een eerder zwakke wind (< 2,5 m/sec), een relatief lage temperatuur (~8 en 11C) en een vrij hoge relatieve vochtigheid (~90%). Tijdens de ochtend en de voormiddag was er bovendien nevelvorming.

Uit het concentratieverloop kan opgemaakt worden dat in beide gevallen ca. 80% à 90% van de PM10-massa in feite PM2,5-deeltjes betreft. Gezien er op die dagen een eerder geringe bijdrage was van zowel het verkeer als van commerciële en industriële activiteit (verlofdagen) en er ook geen buitengewone bijdrage was van de gebouwenverwarming (niet abnormaal koud) vermoedden we dat het wellicht omstandigheden betrof die het nucleatie-proces bevorderen.

Onder deze omstandigheden bedroegen de PM10-dagwaarden in het meetnet 75 à 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*PM10_EqRef met omrekeningsfactor 1,47*), ruim hoger dan het niveau van de grenswaarde voor dagwaarden. Er werden tegelijkertijd nochtans geen abnormaal verhoogde concentraties gemeten voor de gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂.

Autoluwe zondag 17 september 2006

Op zondag 17 september 2006 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor de vijfde maal een autoluwe zondag georganiseerd. Tussen 09:00 en 19:00 h plaatselijke tijd (07:00 en 17:00 h UT) was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest.

De meteorologische situatie werd gekenmerkt door aanvoer van lucht vanuit het westen tot het noordwesten. De temperatuur was vrij zacht, 19°C tijdens de ochtend en 22°C in de namiddag. De luchtvochtigheid was vrij hoog (90% RH) tijdens de ochtend en daalde tot ca. 70% tijdens de namiddag.

De aanvoer van lucht van over de Noordzee gaat meestal gepaard met vrij lage concentraties. Dit was ook effectief het geval voor de gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂. Ondanks de aanvoer van maritieme lucht en de afwezigheid van verkeer, de vrij geringe bijdrage aan de emissies van gebouwenverwarming (zachte temperatuur) en van commerciële of industriële activiteit (zondag) en ondanks de zeer lage concentraties voor gasvormige pollutanten, werden op alle meetposten van het Gewest heel hoge concentraties gemeten voor PM10 en PM2,5: de dagwaarden voor PM10 en PM2,5 bedroegen respectievelijk 75 à 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 70 à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor 2006 waren dit de op één na hoogste waarden.

In figuur 4.64 wordt voor de meetpost te Molenbeek het verloop weergegeven van de PM10 en PM2,5-concentraties tijdens de periode van donderdag 14 tot dinsdag 19 september 2006. De grafiek geeft zowel het dynamische verloop weer van de uurwaarden (continue lijn) als het verloop van de dagwaarden (histogram) voor PM10 en PM2,5. De horizontale lijn dwars doorheen de grafiek geeft het niveau aan van de limietwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de dagwaarden van PM10. Het dynamische verloop van de volatiele massa in beide deeltjesfracties (VO10 en VO2,5) wordt eveneens weergegeven. De resultaten zijn het hoogst op zondag 17 september. De gegevens voor VO10 en VO2,5 zijn nagenoeg identiek, wat er op wijst dat de volatiele massa vrijwel volledig tot de PM2,5-fractie behoort. Deze resultaten geven niet de absolute hoeveelheid volatiele fractie weer, maar geven een sterke indicatie van de aanwezigheid ervan (in meerdere of mindere mate), en dus van het secundair aërosol.

Het dynamische verloop van PM10 en PM2,5 vertoont een geleidelijke opbouw van de concentratie vanaf de avond van donderdag 14 september tot even na middernacht in de nacht van zaterdag 16 op zondag 17 september. Dit patroon vertoont geen overeenstemming met het dynamisch verloop van de verkeersspecifieke parameters NO en NO₂. Het verloop van de concentratie van deze beide verkeersgebonden pollutanten op de meetposten te Molenbeek en Elsene wordt weergegeven in figuur 4.65. Ook op het einde van de periode (dinsdag 19 sept.) is het dynamische verloop voor PM10 en PM2,5 totaal anders dan voor NO en NO₂.

In de figuur 4.66 wordt het dynamisch verloop van de PM10-concentratie in enkele Brusselse meetposten vergeleken met dit van de meetposten te Mechelen en Antwerpen (Borgerhout), waar PM10 op identieke manier wordt gemeten. Op enkele kleine verschillen na is de PM10-concentratie te Antwerpen (R801) of te Mechelen (ML01) inwisselbaar met de concentratie gemeten op de Brusselse meetpunten. Er worden dus verhoogde en nagenoeg identieke PM10-concentraties gemeten over een gebied dat ruimtelijk gezien veel groter is dan het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

In de figuren 4.67 en 4.68 worden respectievelijk het dynamisch verloop van de PM2,5 concentratie en van de volatiele massa (VO2,5) in enkele Brussels meetposten met elkaar vergeleken: Molenbeek, Ukkel, Haren en het Meudonpark. Voor beide parameters is het concentratieverloop zeer gelijklopend op de verschillende meetpunten.

Aanvullende metingen op de meetpost te Ukkel tonen de verhoogde aanwezigheid van nitraten, sulfaten en ammonium in de deeltjesfractie. De totale massa aan nitraten en sulfaten maakt ongeveer één derde uit van de totale PM10-massaconcentratie gemeten op de autoluwe zondag. De geleidelijke opbouw van de concentratie voor PM10 en PM2,5, de duidelijke verschillen in het dynamische concentratieverloop van PM met dit van de gasvormige pollutanten, de aanwezigheid van verhoogde PM-concentraties over een ruimer gebied en de aanwezigheid van hoge concentraties aan ammoniumzouten maken duidelijk dat de hoge PM-concentraties in dit geval afkomstig zijn van een totaal ander fenomeen dan de rechtstreekse uitstoot van deeltjes door het verkeer of door andere bronnen.

Ook vroeger reeds, onder meer tijdens de carnavalperiode van februari 2005 (fig. 4.62) en op paasmaandag van het jaar 2005 (fig. 4.63) werden er, onder vrijwel gelijkaardige omstandigheden, n.l. een fel verminderde bijdrage van het wegverkeer (verlof), een beperkte bijdrage van de gebouwenverwarming (milde temperatuur) en een geringe industriële activiteit, zeer hoge PM10 en PM2,5-concentraties gemeten. In elk van deze gevallen waren de concentraties voor de andere pollutanten (NO, NO₂, CO en CO₂) eerder gering en de massaconcentratie voor PM2,5 bedroeg ongeveer 80 à 90% van deze voor PM10.

De meteorologische omstandigheden wezen telkens op een eerder milde temperatuur en een vrij hoge vochtigheid (~90%). Wellicht betreft het hier meteorologische omstandigheden die het nucleatieproces bevorderen. In de vochtige atmosfeer ontstaan sulfaten en nitraten. Enkele van deze componenten hebben hygroscopische eigenschappen waardoor ze wellicht ook een hoeveelheid vocht kunnen binden.

De autoluwe zondag van 2006 werd vooraf gegaan door een koude en vochtige maand augustus. Hierdoor kon niet op alle velden tijdig geoogst worden. De periode voor de bemesting die normaal afloopt einde augustus, werd uitzonderlijk verlengd tot midden september. Hierdoor was er, op enkele dagen vóór de autoluwe zondag, een massale bron van ammoniak aanwezig. Onder invloed van specifieke meteorologische omstandigheden heeft dit geleid tot de vorming van ammoniumzouten (secundair aërosol) en tot zeer hoge concentraties voor PM10 en PM2,5.

Dit fenomeen werd ook herhaaldelijk vastgesteld tijdens de maand april 2007. Einde maart tot begin april 2007 was er massaal landbouwactiviteit op de velden. De maand april 2007 was een uitzonderlijke warme, bijna zomerse maand, met milde temperaturen en hoge vochtigheid tijdens de ochtend en de avonduren en met hoge temperatuur (> 25°C) en drogere lucht tijdens de namiddag.

Met een blik op de horizon was de vervuiling door fijn stof zeer goed waar te nemen. Tijdens de ochtend en tot het begin van de namiddag was er een duidelijk verminderde zichtbaarheid (mistachtige atmosfeer – secundair aërosol). Met het toenemen van de temperatuur en het droger worden van de lucht verbeterde de zichtbaarheid en omstreeks 16:00 plaatselijke tijd was de lucht vrijwel volledig transparant (overgang aërosol naar de gasfase). Tegen valavond (tussen 19:00 en 20:00 plaatselijke tijd), bij een dalende temperatuur en toenemende luchtvochtigheid, verminderde de zichtbaarheid opnieuw spectaculair (vorming aërosol). In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest waren er tijdens de maand april 2007 in totaal 16 dagen met een PM10-dagwaarde hoger dan 50 µg/m³. Een belangrijk gedeelte daarvan was o.m. te wijten aan de vorming van secundair aërosol.

In het geval van verontreiniging door deeltjes is de meteorologische situatie niet alleen van belang op het vlak van de verspreiding van de vervuiling, maar kan zo ook bepalend zijn voor de vorming en/of stabiliteit van het aërosol.

In figuur 4.70 en 4.71 wordt voor de meetpost te Molenbeek het dagverloop van PM10 en PM2,5 weergegeven voor de autoluwe zondag (17 sept. 2006). Dit dagverloop wordt vergeleken met het dagverloop voor een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode ‘mei – september 2006’. De concentraties op de autoluwe zondag zijn tot driemaal hoger dan op een gemiddelde zondag of werkdag. Volledig analoge vaststellingen werden gedaan op alle meetposten “fijn stof” van het Gewest. In tegenstelling tot de vaststellingen voor de gasvormige pollutanten werd er bovendien op geen enkele meetpost een opvallende verandering van de concentratie vastgesteld: geen plotse daling van de concentratie bij het begin en geen plotse toename van de concentratie op het einde van de autoluwe periode.

De grafiek in figuur 4.69 toont het PM10-dagverloop op de meetpost te Molenbeek als een gemiddelde van de zeven autoluwe zondagen uit de periode 2002-2008. Dit profiel wordt vergeleken met het gemiddelde van alle zondagen en alle werkdagen uit de periodes ‘mei-september 2002-2008’.

Het gemiddelde PM10-niveau voor de autoluwe zondagen is nagenoeg even hoog als voor gewone zondagen en werkdagen. Ook in het gemiddelde PM10-profiel van de autoluwe zondagen wordt geen opvallende concentratieverandering waargenomen, noch bij het begin, noch op het einde van de autoluwe periode. Ook dit is tegengesteld aan de vaststellingen voor de gasvormige pollutanten.

Sahara zand: de grafiek in figuur 4.72 geeft het verloop weer van de PM10 en PM2,5-concentraties in de periode van vrijdag 23 tot vrijdag 30 maart 2007. In de figuur zijn duidelijk twee pieken te zien, een eerste verdeeld over 24 en 25 maart en een tweede op donderdag 29 maart.

In de nacht van zaterdag 24 op zondag 25 maart 2007 werden zeer hoge PM10-waarden gemeten, op alle Brusselse meetposten en op de meetposten van de aanpalende Gewesten. Voor beide weekenddagen werd een totaal onverwachte overschrijding opgetekend van de limietwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als dagwaarde voor PM10. Op de grafiek is te zien dat de concentraties voor PM2,5 duidelijk lager zijn en maar ca. 45% uitmaken van de totale PM10-massaconcentratie. Uit het verloop van het signaal voor VO10 en VO2,5 kan opgemaakt worden dat er vrijwel geen volatiele massa aanwezig was. Het betrof hier aanvoer van zand afkomstig uit de woestijnen van het noorden van Afrika (trajectstudie KMI, zie figuur 4.73).

De tweede piek enkele dagen later is totaal anders, maar leidt eveneens tot een dagoverschrijding. De PM2,5 fractie maakt ongeveer 86% uit van de totale PM10-massaconcentratie en er is duidelijk volatiele massa aanwezig. De analyse van bijkomende filters genomen op de meetpost te Ukkel leert dat er tijdens deze tweede piekperiode ongeveer $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ammoniumzouten (vooral nitraten) aanwezig waren tegenover ongeveer $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tijdens de eerste piekperiode. Deze tweede overschrijding is vooral te wijten aan de aanwezigheid van secundair aërosol.

Commentaar bij het verband tussen 'fijn stof' en verkeer

De problematiek rond fijn stof is zeer complex en kan niet eenvoudig herleid worden tot de uitstoot van deeltjes door het verkeer. Op basis van een analyse van de meetresultaten PM10 en PM2,5 kan men meerdere elementen aanhalen waarom de massaconcentratie fijn stof niet overwegend bepaald wordt door de uitstoot van deeltjes afkomstig van het lokale verkeer:

- een beperkt concentratieverschil tussen de rand en het centrum van de stad
- het verschil in het gemiddeld weekpatroon voor PM10, PM2,5, NO en NO₂
- de ervaring met de autoluwe zondagen van 21 september 2003 en 17 september 2006 en andere vrije dagen en weekenddagen met weinig verkeer en zeer hoge PM-concentraties
- het verschil in dynamisch verloop tussen de concentraties voor PM10, NO en NO₂
- de gemiddelde concentraties op autoluwe zondagen zijn vrijwel even hoog als op gemiddelde zondagen en werkdagen
- het ontbreken van een duidelijke verandering in het concentratieniveau van PM10 en PM2,5 bij het begin en op het einde van de autoluwe periode (autoluwe zondagen)
- de min of meer uniforme concentratie PM10 over een ruim gebied in geval van vorming van secundair aërosol
- ook bij een permanent weekendregime voor de emissies kan het aantal dagen met overschrijding van de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als dagwaarde (limietwaarde) hoger uitvallen dan het toegestane maximum van 35 dagen per jaar

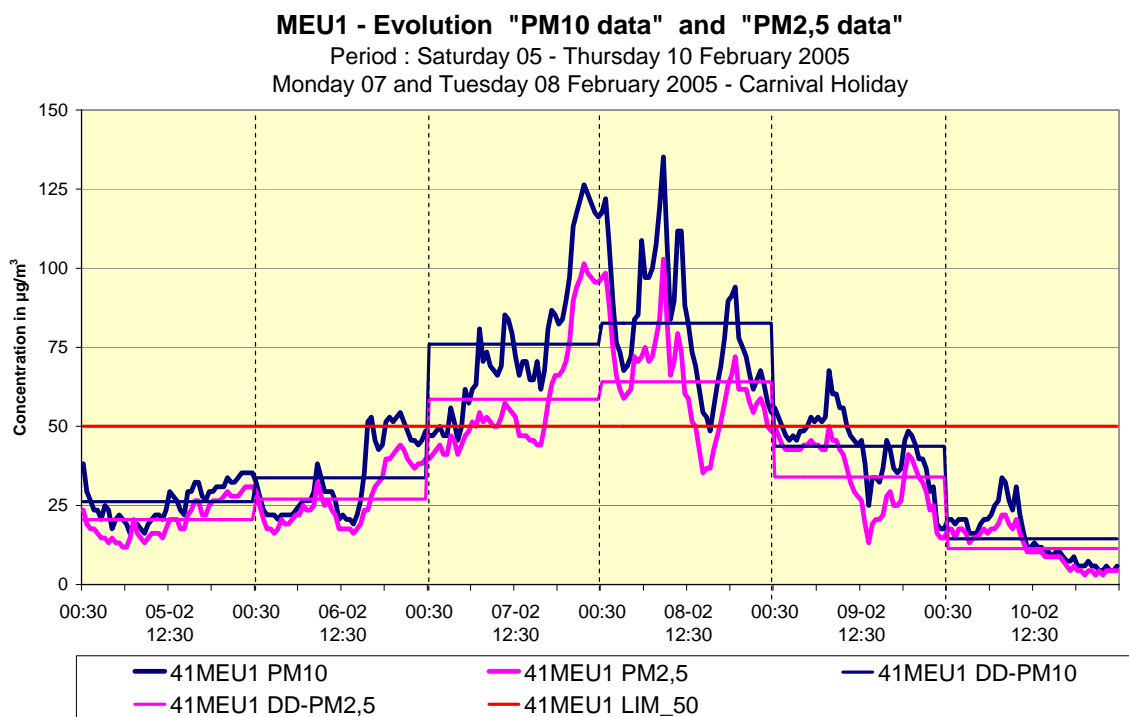


Fig. 4.62: Meudonpark – Concentratieverloop voor PM10 en PM2,5 (correctiefactor 1,47)
 Periode: zaterdag 5 – donderdag 10 februari 2005
 Carnavalverlof maandag 7 en dinsdag 8 februari 2005

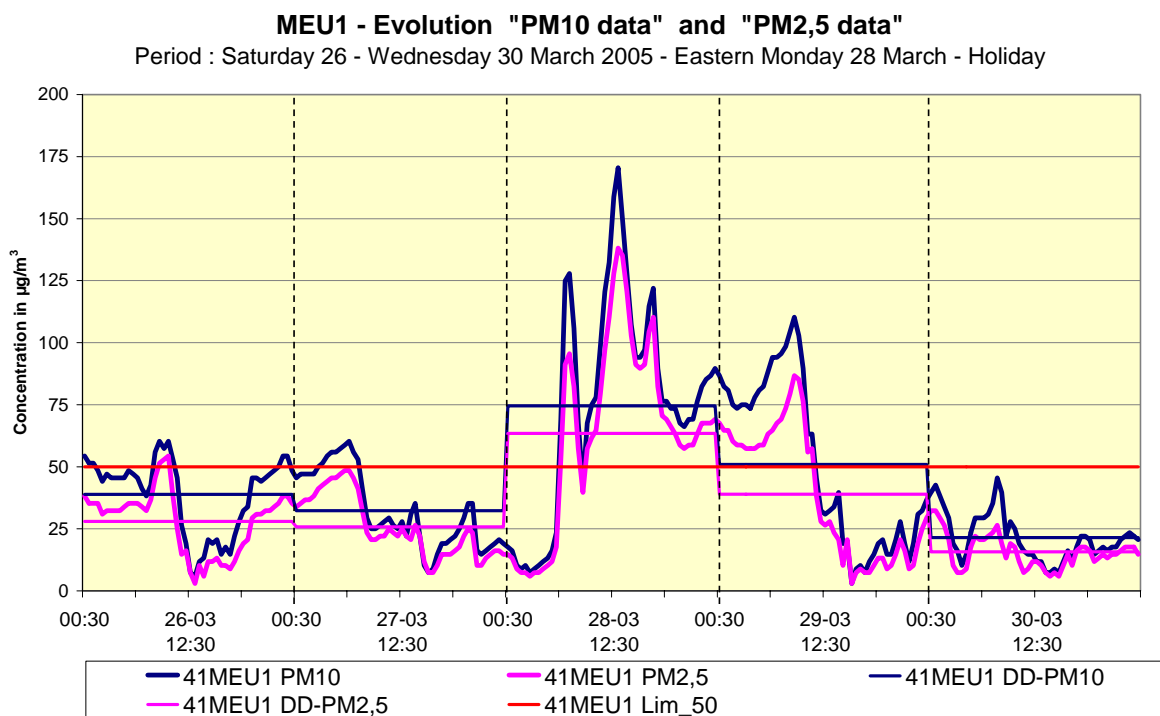


Fig. 4.63: Meudonpark – Concentratieverloop voor PM10 en PM2,5 (correctiefactor 1,47)
 Periode: zaterdag 26 – woensdag 30 maart 2005 // Paasmaandag 28 maart

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

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

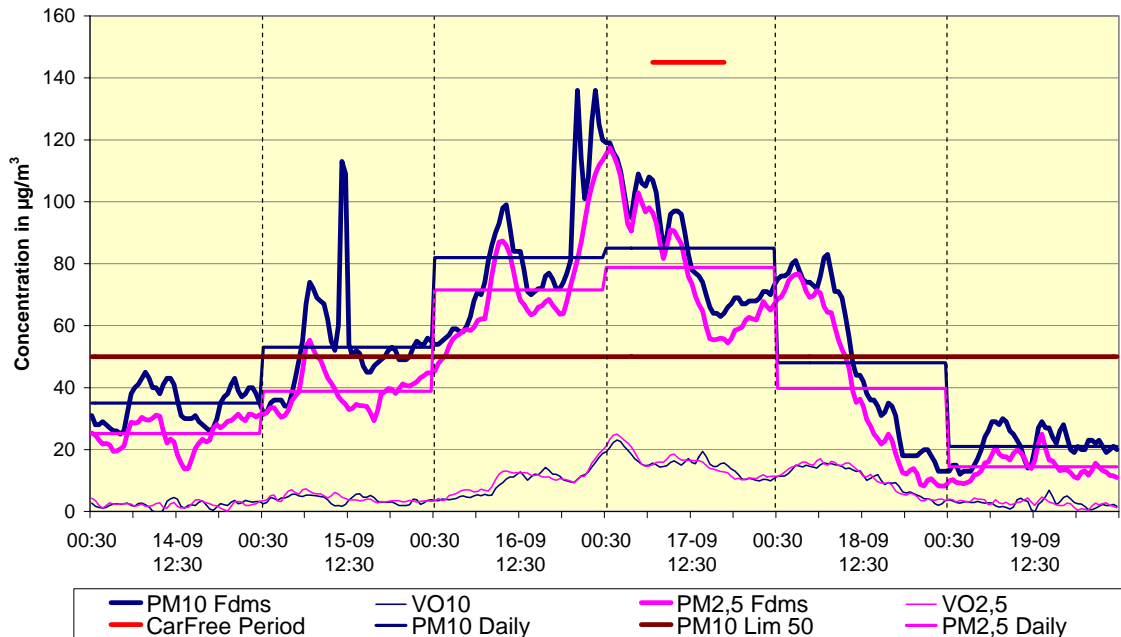


Fig. 4.64: Meetpost te Molenbeek (R001) – Evolutie halfuurswaarden PM10, PM2,5 en de vluchtige massa in beide fracties (VO10 en VO2,5) – Evolutie dagwaarden PM10 en PM2,5
Periode: donderdag 14 – dinsdag 19 september 2006

R001 and R002 - Evolution NO and NO₂

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

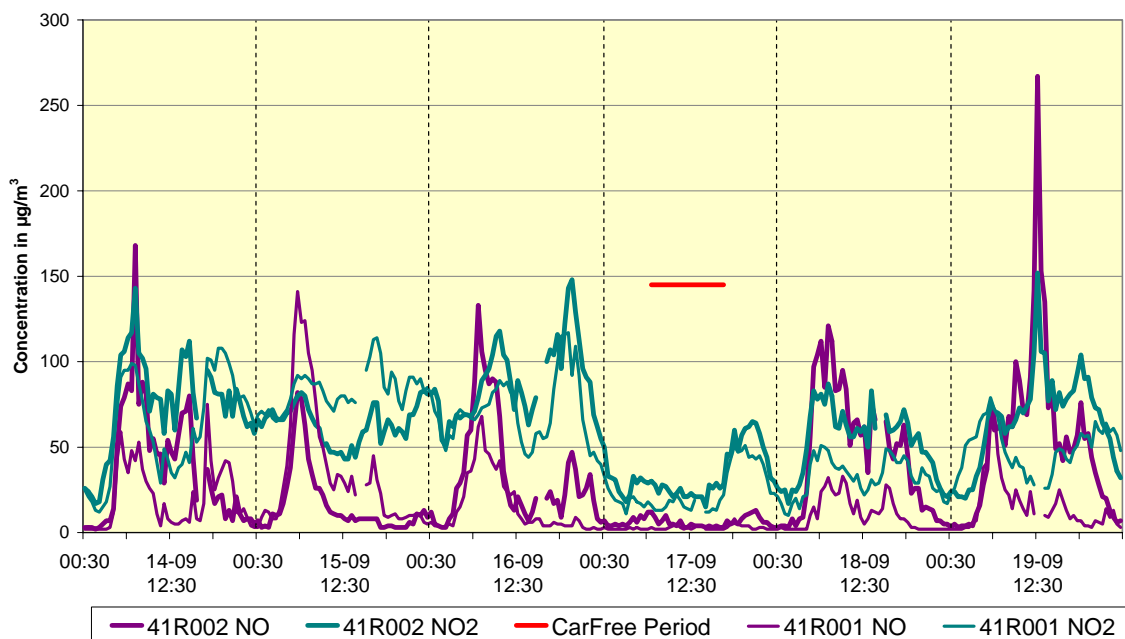


Fig. 4.65: Meetposten te Elsene (R002) en Molenbeek (R001) – Evolutie halfuurswaarden NO en NO₂
Periode : donderdag 14 – dinsdag 19 september 2006

Evolution "PM10-FDMS" in BRUSSELS, MECHELEN and ANTWERP

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

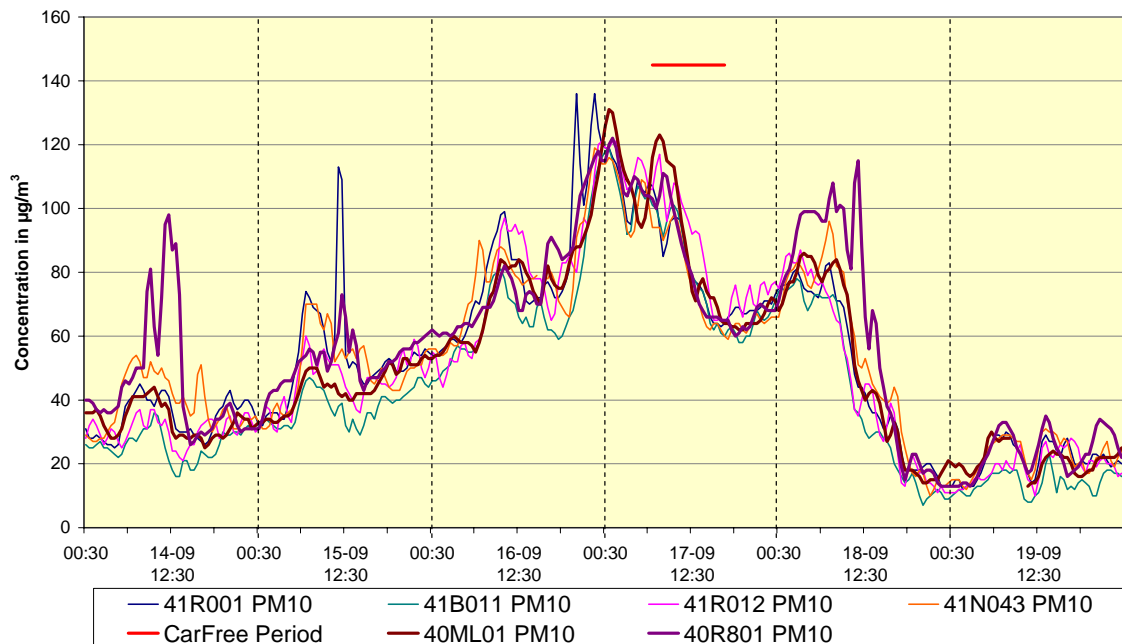


Fig. 4.66: Evolutie halfuurswaarden PM10 tijdens de periode 14-19 september 2006
Vergelijking PM10 in verschillende meetposten te Brussel (Molenbeek, Berchem, Ukkel en Haren) en op de meetposten te Mechelen (40ML01) en Antwerpen – Borgerhout (40R801)

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

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

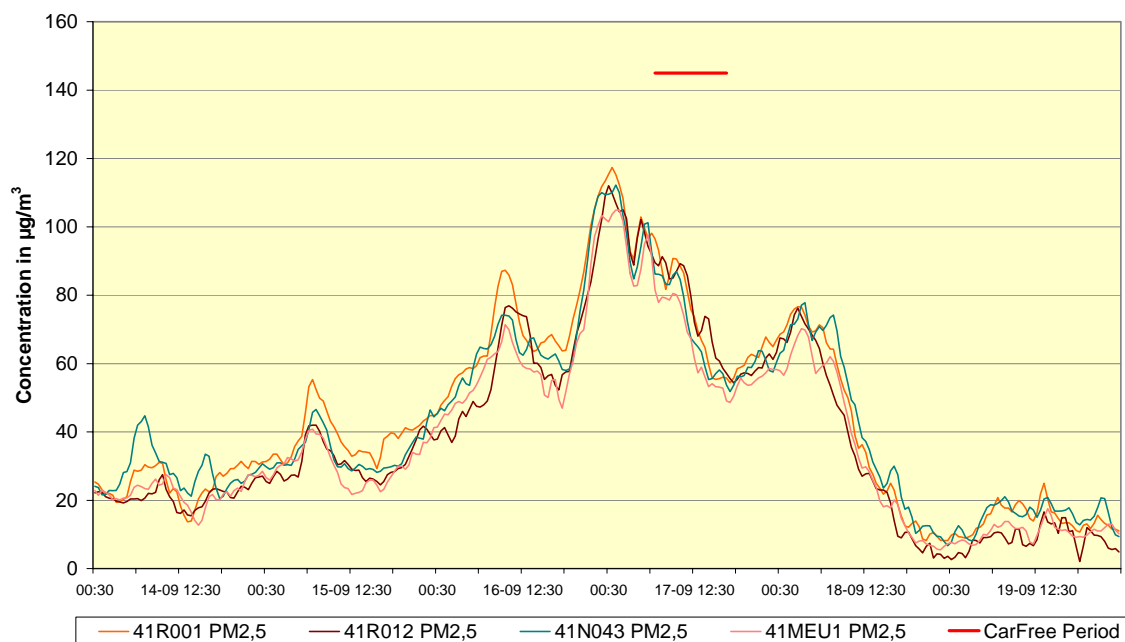


Fig. 4.67: Evolutie halfuurswaarden PM2,5 tijdens de periode 14-19 september 2006
Vergelijking PM2,5 in verschillende meetposten te Brussel (Molenbeek, Ukkel, Haren en Meudon)

Evolution VOLATILE Fraction of PM_{2,5} at different Measuring Sites

Period : Thursday 14 - Tuesday 19 September 2006

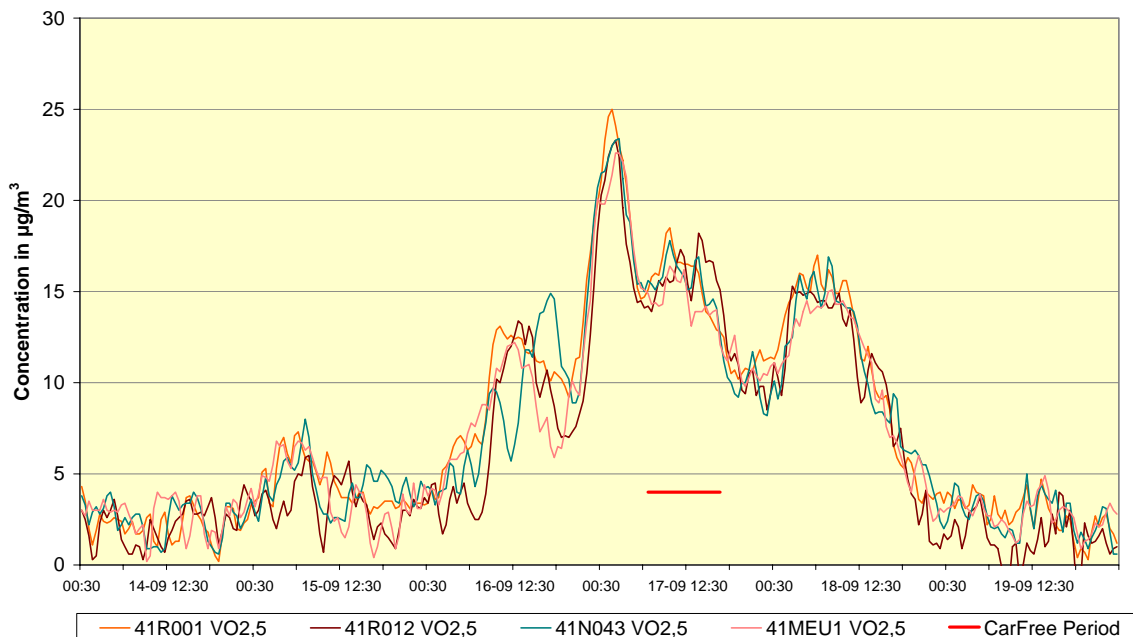


Fig. 4.68: Evolutie vluchtige massa in de PM_{2,5}-fractie tijdens de periode 14-19 september 2006
Vergelijking VO_{2,5} in verschillende meetposten te Brussel (Molenbeek, Ukkel, Haren en Meudon)

R001 - MOLENBEEK

Average of CAR FREE Sundays, Mean Sundays and Mean Weekdays
in the period 'May - September [2002-2008]'

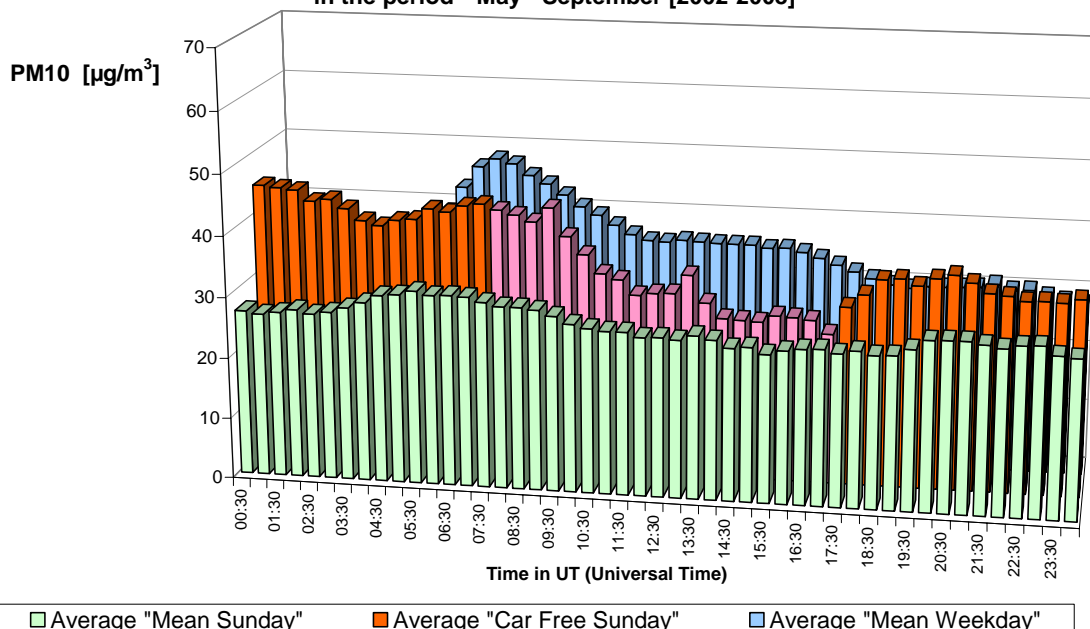


Fig. 4.69: PM₁₀ te Molenbeek – Gemiddelde dagprofiel van de 7 autoluwe zondagen en van alle zondagen en werkdagen in de periodes 'mei – september 2002-2008'

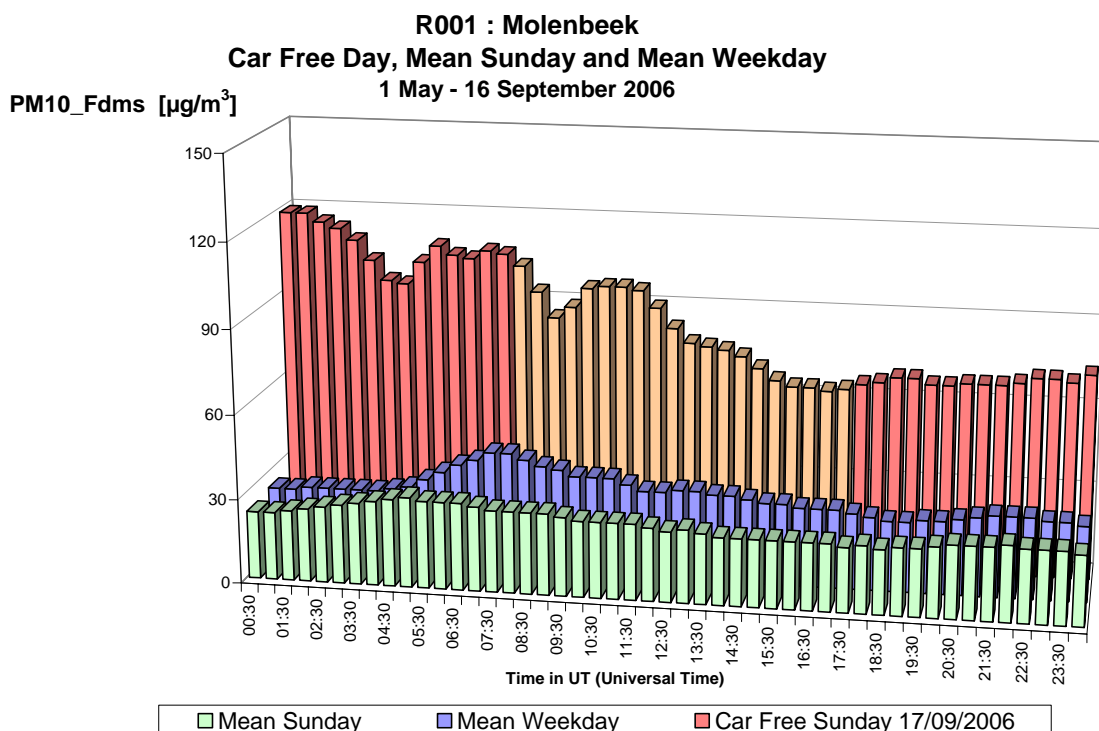


Fig. 4.70: PM10 te Molenbeek – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2006’ – Dagprofiel autoluwe zondag 17 september 2006

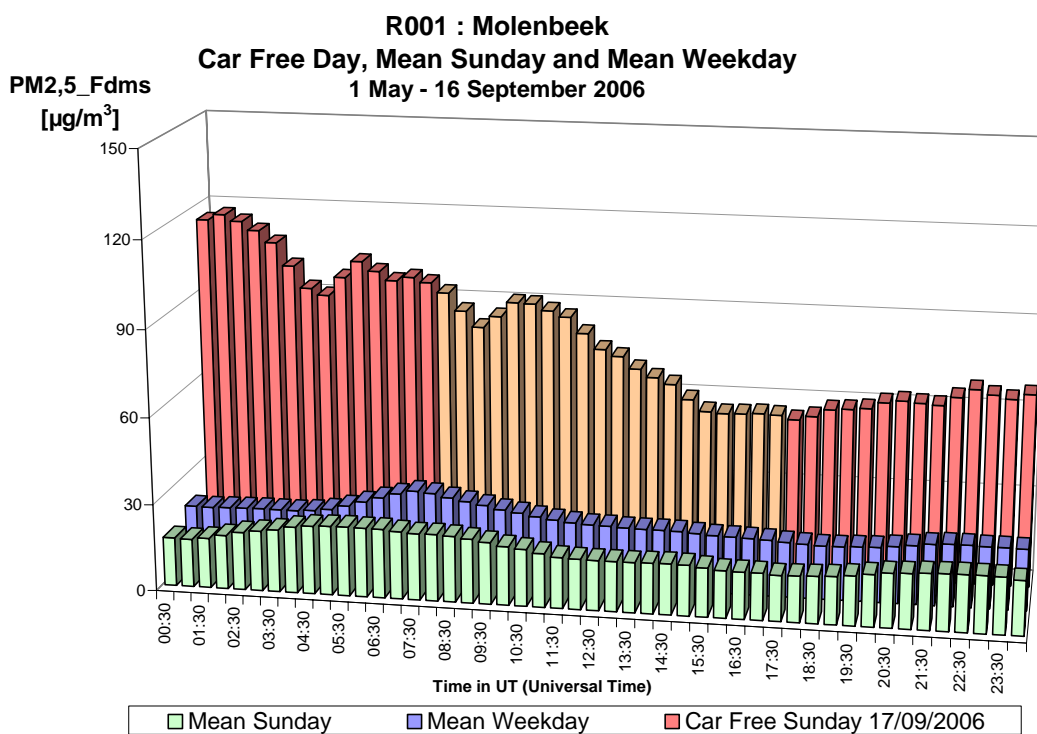


Fig. 4.71: PM2,5 te Molenbeek – Dagprofiel gemiddelde zondag en gemiddelde werkdag in de periode ‘mei – september 2006’ – Dagprofiel autoluwe zondag 17 september 2006

R012 - Evolution "PM10-FDMS" , "PM2,5-FDMS" , VOLATILE Fraction
 Period : Friday 23 - Friday 30 March 2007

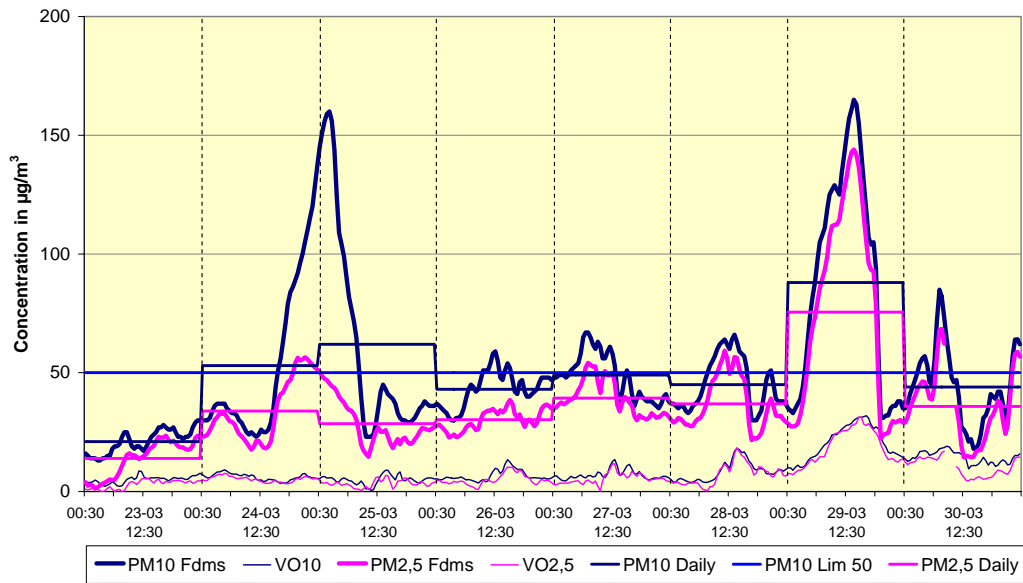
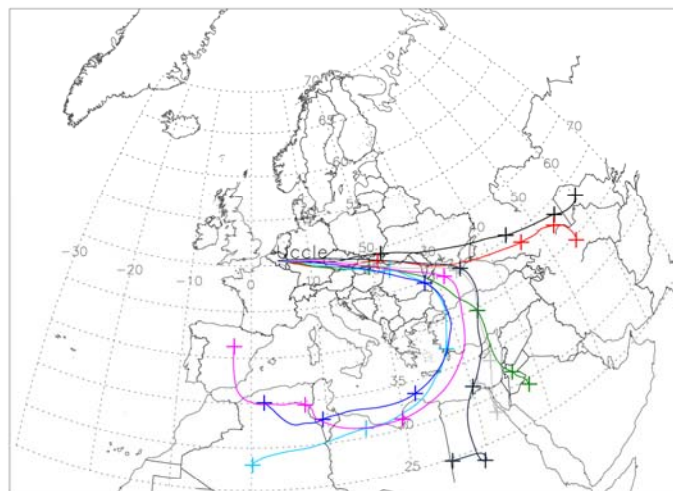


Fig. 4.72: Meetpost te Ukkel – Concentratieverloop voor PM10 en PM2,5
 Periode: vrijdag 23 – vrijdag 30 maart 2007
 Aanvoer Sahara zand in de nacht van 24 op 25 maart – secundair aërosol op donderdag 29 maart

(a) 4 day backwards trajectory, date: 20070325.06



(b), Altitude of the UCCLE trajectory (hPa)

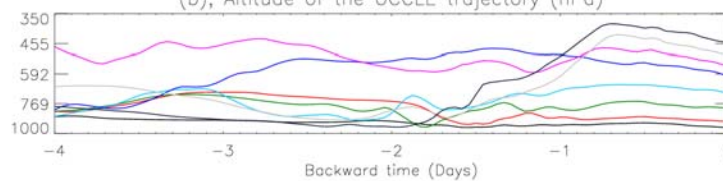


Fig. 4.73: Transport Sahara zand over de Middellandse Zee

4.3.10 Historiek – Schatting evolutie PM10 over langere termijn (1981-2008)

Het begin van de PM10-metingen in de meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest situeert zich tussen 1996 en 2000. In de periode daarvoor (1981-2000) werd de vervuiling van de lucht door zwevende deeltjes met behulp van een optische methode (nefelometrie) bepaald. Het optische meetsignaal, karakteristiek voor de zichtbaarheid, werd met een correctiefactor omgerekend naar massaconcentratie. De gegevens werden gerapporteerd onder de symboolnaam “DUST”. Een uitgebreide historiek van gegevens, met tabellen voor de jaarlijks berekende cumulatieve frequentieverdeling is te vinden in bijlage B.

Bij de overgang naar PM10-metingen werden in twee meetposten, Molenbeek en Haren, gedurende drie opeenvolgende jaren (1998-2000) simultaan metingen uitgevoerd voor “DUST” (optische methode) en PM10 (PM10-ruwe data). Op basis van deze vergelijkende testen werden tussen beide methoden omrekeningsfactoren bepaald (via gewogen orthogonale regressie). Voor de omrekening tussen DUST en PM10_ruwe data geldt:

Molenbeek	$DUST = 2,3665 \cdot PM10_ruwe\ data$
Haren	$DUST = 1,5143 \cdot PM10_ruwe\ data$

In de periode september 2003 – december 2005 werden op de meetpost te Molenbeek vergelijkende metingen uitgevoerd tussen PM10_FDMS en PM10_ruwe data. Analoge vergelijkende metingen op de meetpost te Haren werden uitgevoerd van september 2004 t/m december 2005. Voor de omrekening tussen PM10_FDMS en PM10_ruwe data werden volgende conversiefactoren bepaald:

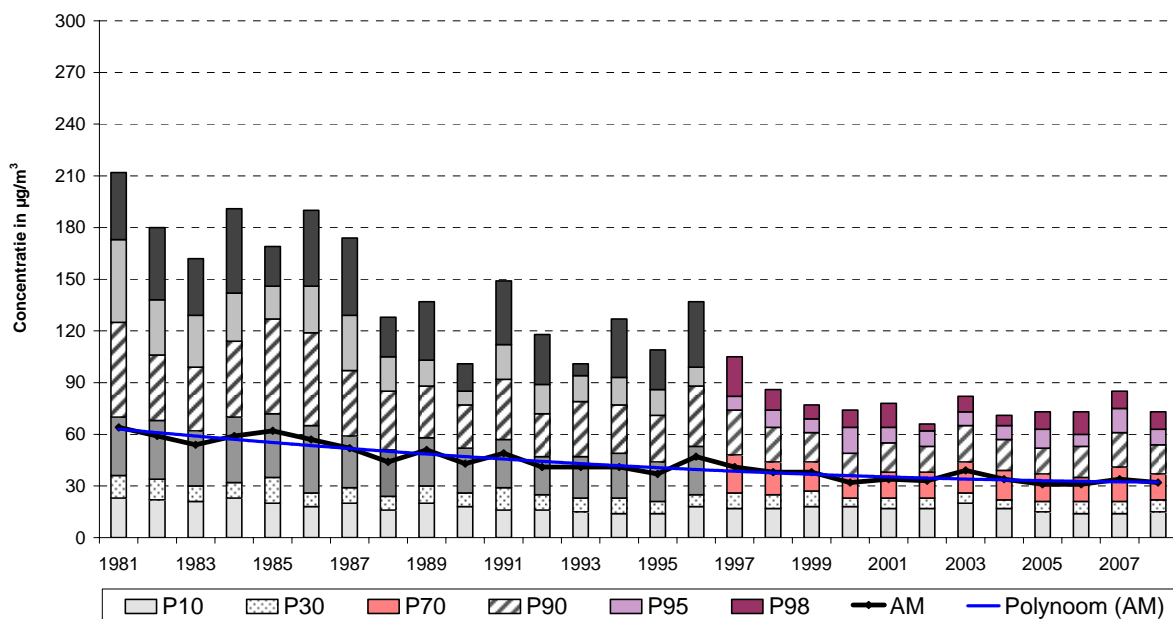
Molenbeek	$PM10_FDMS = 1,30 \cdot PM10_ruwe\ data$
Haren	$PM10_FDMS = 1,20 \cdot PM10_ruwe\ data$

Met behulp van deze conversiefactoren werden de historische reeksen gegevens voor DUST (1981-1996) omgerekend tot PM10_FDMS. Bij de omrekening van de resultaten wordt een onzekerheid geïntroduceerd die wellicht oploopt naarmate men verder terug gaat in de tijd. Niettemin is dit een enige methode om voormalige PM10-waarden te schatten.

In figuur 4.74 wordt, aan de hand van de cumulatieve frequentieverdeling, de evolutie weergegeven van de geschatte PM10-concentraties tijdens de periode 1981-2008. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer voor de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan deze voor de meetpost te Haren. De huidige jaargemiddelden PM10 van beide meetposten bedragen nog ongeveer de helft van de geschatte jaargemiddelden uit het begin van de jaren '80 van de vorige eeuw.

De figuur 4.75 geeft het verloop weer van de geschatte jaargemiddelde PM10-concentratie. De evolutie van het geschatte aantal overschrijdingsdagen per jaar (PM10-dagwaarde > 50 µg/m³) wordt grafisch weergegeven in figuur 4.76. In beide gevallen verwijst de grafiek bovenaan naar de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan naar de meetpost te Haren. De corresponderende numerieke gegevens worden weergegeven in tabel IV.26.

PM10 te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN (1981-2008)
 1981-1996 : DUST_to_PM10_{FDMS} - 1997-2003: PM10_{Raw_to_PM10}_{FDMS} - 2004... : PM10_{FDMS}



PM10 te HAREN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN (1981-2008)
 1981-1997 : DUST_to_PM10_{FDMS} - 1998-2004: PM10_{Raw_to_PM10}_{FDMS} - 2005... : PM10_{FDMS}

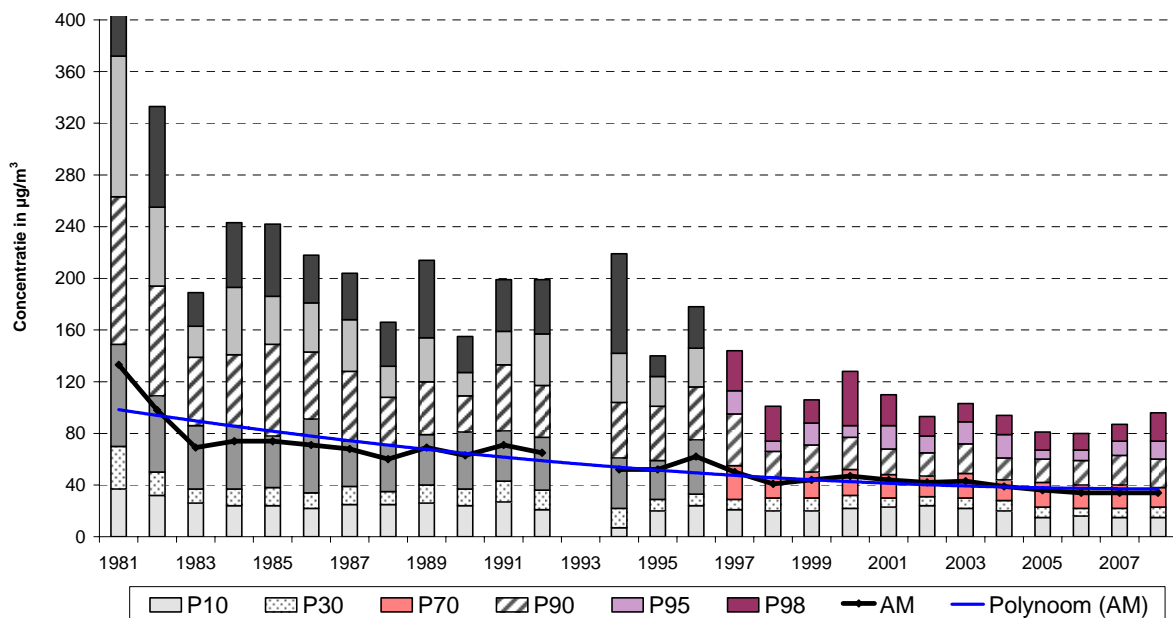
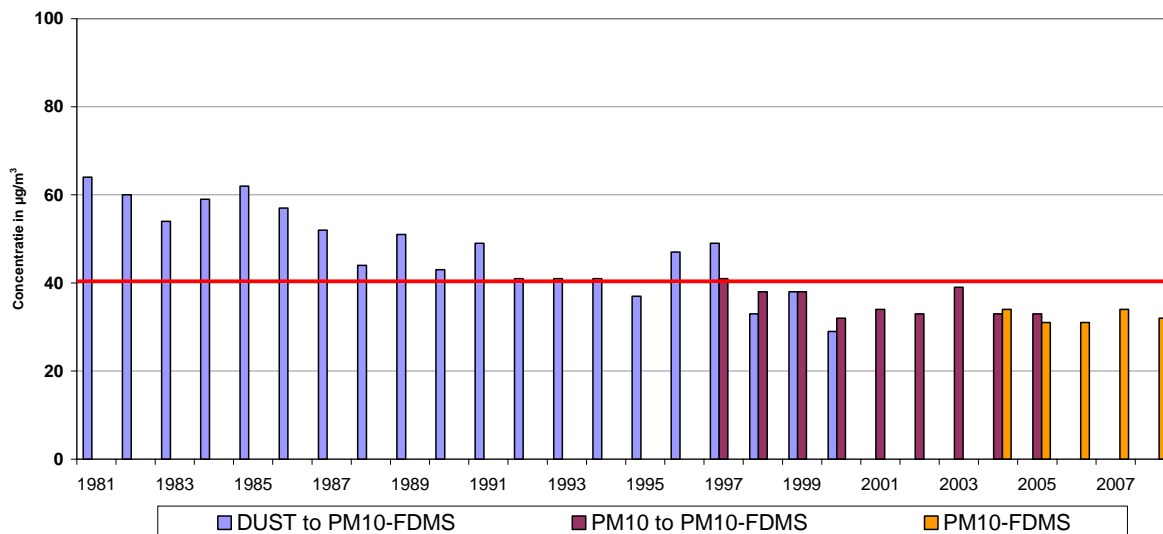


Fig. 4.74: PM10 – Meetposten Molenbeek en Haren
 Schatting van de Evolutie van de concentraties over langere termijn (1981-2008)

1981-1997: conversie DUST tot PM10_{FDMS}
 1998 – 2004: conversie PM10_{ruwe} data tot PM10_{FDMS}
 2004-2008: meetresultaten PM10_{FDMS}

PM10 te MOLENBEEK : EVOLUTIE JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE
PERIODE : 1981 - 2008



PM10 te HAREN : EVOLUTIE JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE
PERIODE : 1981 - 2008

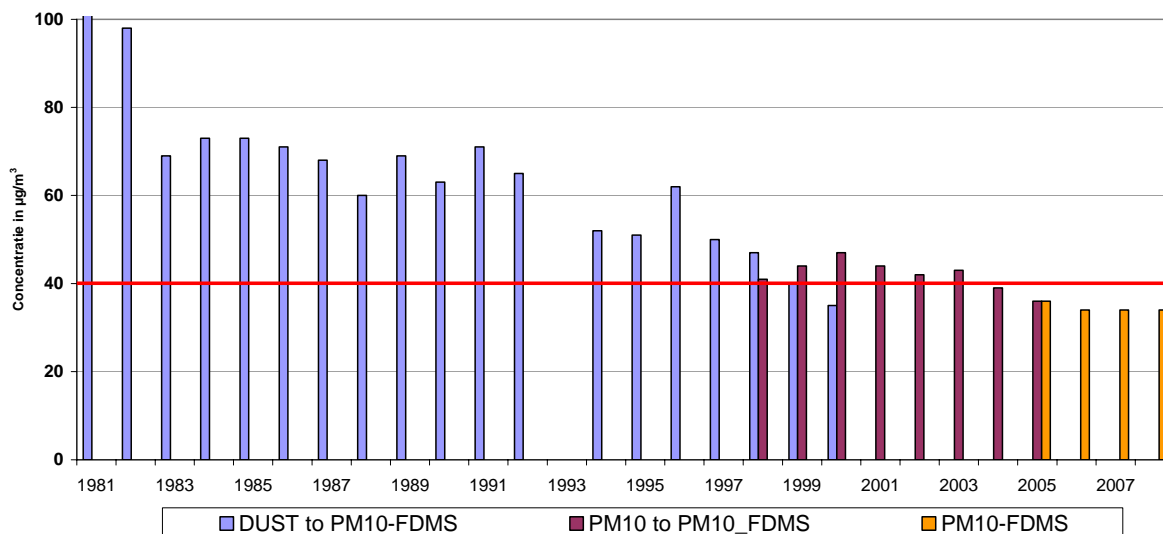


Fig. 4.75: PM10 – Meetposten te Molenbeek en Haren
 Schatting van de Evolutie van de Jaargemiddelde concentratie (1981-2008)

1981-1997: conversie DUST tot PM10_FDMS
 1998 – 2004: conversie PM10_ruwe data tot PM10_FDMS
 2004-2008: meetresultaten PM10_FDMS

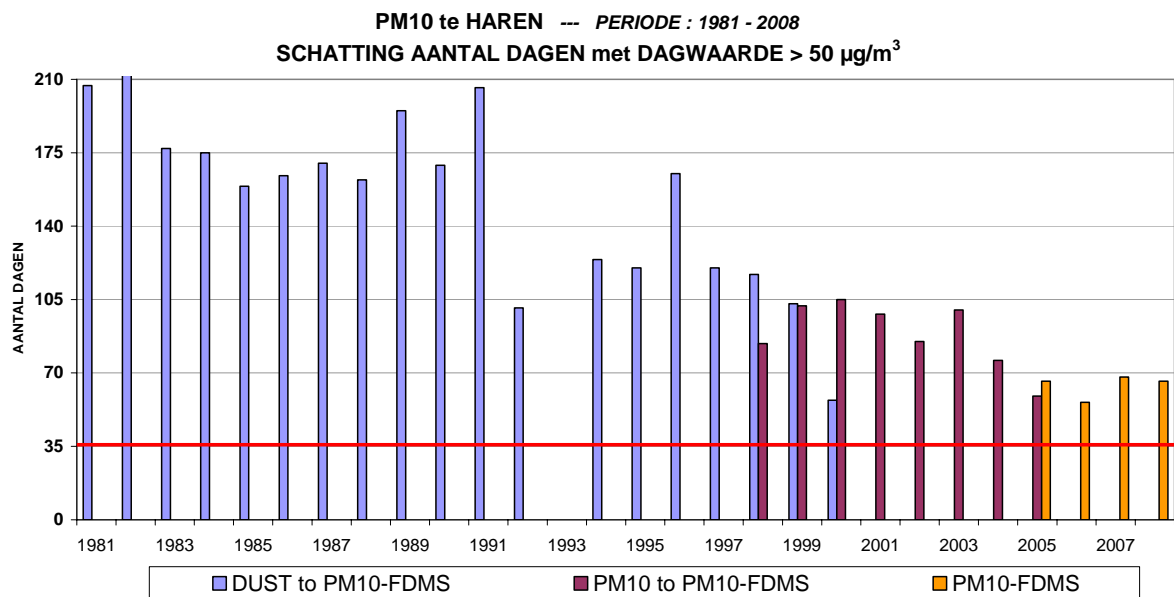
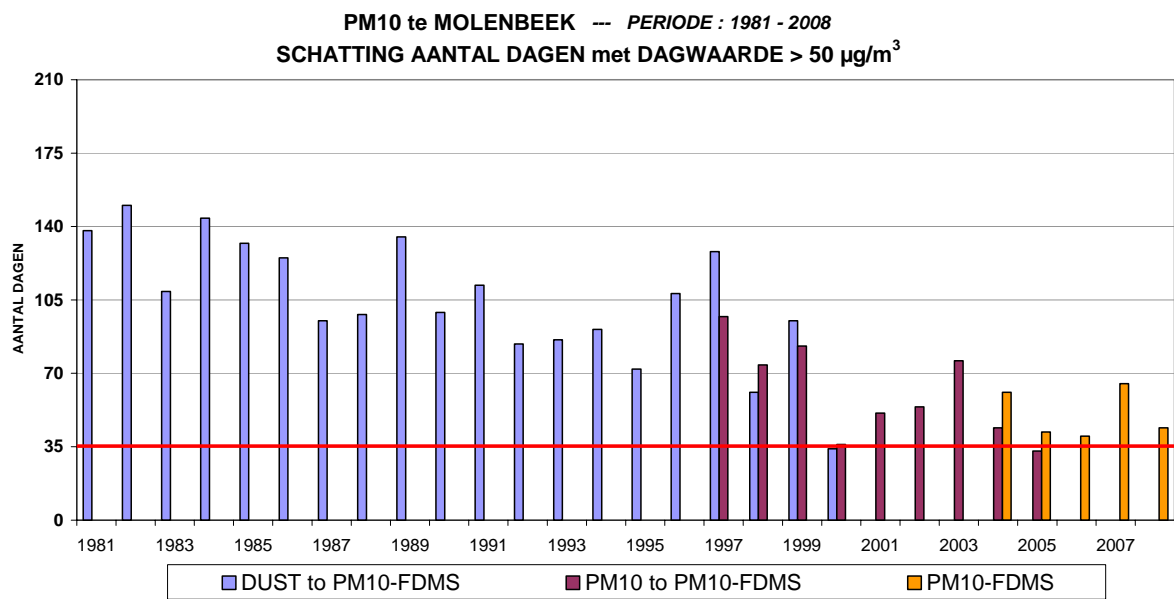


Fig. 4.76: PM10 – Meetposten te Molenbeek en Haren
 Schatting van het Aantal dagen met overschrijding - Dagwaarde > 50 µg/m³
 Periode 1981 – 2008

1981-1997: conversie DUST tot PM10_FDMS
 1998 – 2004: conversie PM10_ruwe data tot PM10_FDMS
 2004 – 2008: meetresultaten PM10_FDMS

Tabel IV.26: PM10-EVOLUTIE over LANGERE TERMIJN - PERIODE 1981-2008

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

JAAR	JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE [µg/m ³]		OVERSCHRIJDINGEN DAGWAARDE [AANTAL DAGEN]	
	Molenbeek	Haren	Molenbeek	Haren
1981	64	133	138	207
1982	60	98	150	218
1983	54	69	109	177
1984	59	73	144	175
1985	62	73	132	159
1986	57	71	125	164
1987	52	68	95	170
1988	44	60	98	162
1989	51	69	135	195
1990	43	63	99	169
1991	49	71	112	206
1992	41	65	84	101
1993	41	--	86	--
1994	41	52	91	124
1995	37	51	72	120
1996	47	62	108	165
1997	41	50	97	120
1998	38	41	74	84
1999	38	44	83	102
2000	32	47	36	105
2001	34	44	51	98
2002	33	42	54	85
2003	39	43	76	100
2004	34	39	61	76
2005	31	36	42	66
2006	31	34	40	56
2007	34	34	65	68
2008	32	34	44	66

Resultaten "DUST" omgerekend tot PM10_FDMS

Resultaten PM10_ruwe data omgerekend tot PM10_FDMS

Metingen PM10_FDMS

4.3.11 Resultaten en evolutie PM2,5-waarden

Metingen ter bepaling van het gehalte van de PM2,5-deeltjesfractie in de lucht zijn van een meer recente datum. Vanaf 1 oktober 1999 zijn er in de meetpost in het Meudonpark zowel PM10- als PM2,5-resultaten beschikbaar. Dit was meteen de eerste meetpost van het land waar systematisch PM2,5-metingen werden uitgevoerd. In de periode april – mei 2000 volgden de meetposten te Molenbeek (R001) en Haren (N043).

In de periode ‘september 2003 – december 2005’ werden de PM2,5-metingen te Molenbeek onderbroken. Het apparaat werd aangewend voor het uitvoeren van vergelijkende metingen tussen PM10 en PM10-FDMS. Met hetzelfde doel werden de PM2,5-metingen te Haren onderbroken tijdens de periode ‘september 2004 – december 2005’.

In de meetpost van het Meudonpark werden tussen juli 2005 en maart 2007 vergelijkende metingen uitgevoerd tussen PM2,5 en PM2,5_FDMS. Hiervoor werden tijdelijk de PM10-metingen onderbroken. Over periodes van 12 maanden bedraagt de verhouding tussen beide reeksen gegevens, PM2,5_FDMS en PM2,5_ruwe data, ongeveer 1,57. Op basis van een indirecte vergelijking, waarbij telkens voor een andere jaarperiode enerzijds de resultaten PM2,5 en anderzijds de resultaten PM2,5-FDMS werden vergeleken met deze van de meetpost in het Meudonpark, werd een factor 1,60 bekomen voor de meetpost te Molenbeek en 1,47 voor de meetpost te Haren.

In figuur 4.77 wordt, voor de meetpost in het Meudonpark, de evolutie weergegeven van de PM2,5-jaarstatistieken (cumulatieve frequentieverdeling) voor de periode 2000-2008. Op de brute gegevens van de periode 2000-2005 wordt hierbij een correctiefactor 1,60 toegepast. Vanaf 2006 worden de resultaten voor PM2,5-FDMS weergegeven.

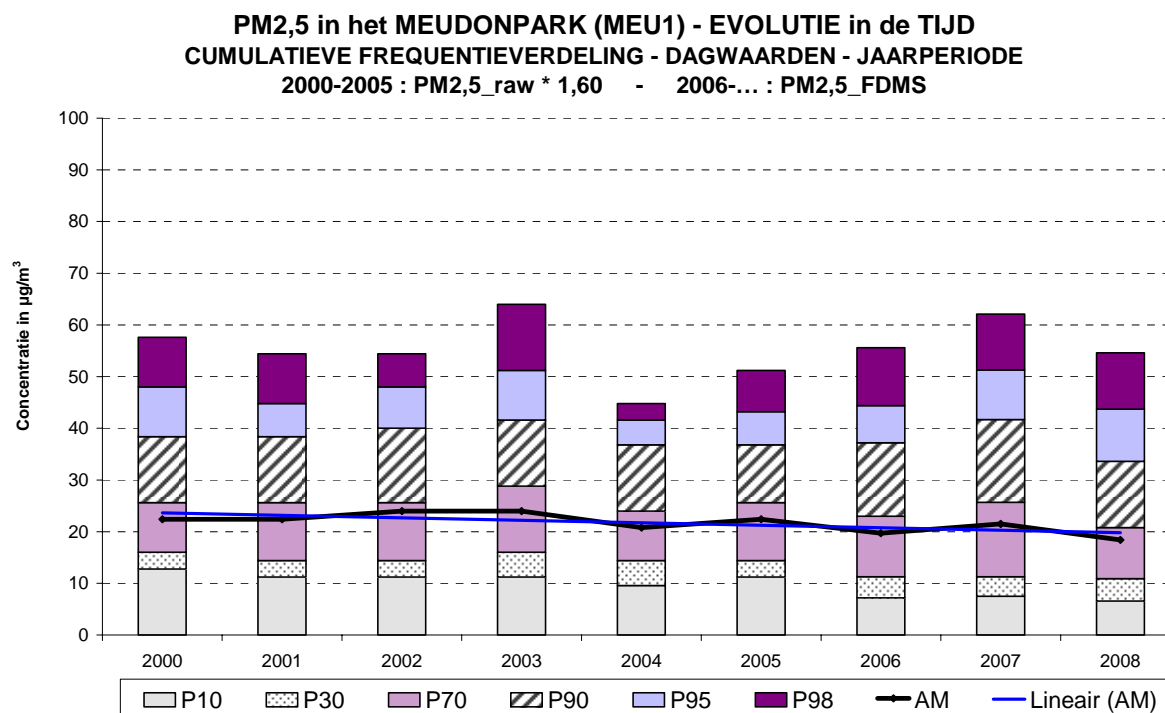


Fig. 4.77: PM2,5 – Evolutie PM2,5-concentratie in het Meudonpark (MEU1)
 “PM2,5 *1,60”: 2000-2005 --- PM2,5_FDMS: 2006-2008

De resultaten voor PM_{2,5} worden cijfermatig weergegeven in tabel IV.27. Voor de periode 2000-2005 worden de brute waarden weergegeven alsook de omgerekende resultaten (correctiefactor 1,60). Voor de periode vanaf 2006 worden de resultaten PM_{2,5}-FDMS weergegeven. Het betreft de jaargemiddelde concentratie en de 98^{ste} centiel, berekend op basis van de daggemiddelden voor PM_{2,5}.

De streefwaarde voor PM_{2,5} van 25 µg/m³ als jaargemiddelde concentratie vanaf 2010, die overgaat in een limietwaarde vanaf 2015, kan wellicht gehaald worden. Over het eventueel respecteren van een indicatieve limietwaarde van 20 µg/m³ als jaargemiddelde vanaf 2020 kan nog geen uitspraak worden gedaan.

In figuur 4.78 worden de PM_{2,5}-pollutierozen, berekend op basis van de halfuurswaarden, op kaart afgebeeld. De grafiek bovenaan geeft de situatie weer tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode 'april – september 2008'. De gemiddelde concentratie is iets hoger bij aanvoer van lucht vanuit zuidoostelijke sector.

In figuur 4.79 wordt voor PM_{2,5} het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Molenbeek. In grafiek wordt per uurperiode de gemiddelde concentratie (AVG), de mediaan (P50) en de centielen P10 en P90 weergegeven. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag varieert. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Voor PM_{2,5} lijkt er een kleine ochtendpiek op te treden op werkdagen. De concentraties op zaterdag zijn ongeveer identiek aan deze op werkdagen. Enkel op de zondagen tijdens de winterperiode worden enigszins lagere concentraties vastgesteld.

In figuur 4.80 wordt voor PM_{2,5} het gemiddeld dagverloop weergegeven voor de meetpost te Haren tijdens de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2008'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*. Voor PM_{2,5} is er geen opvallend onderscheid tussen werkdagen en niet-werkdagen. Op werkdagen worden tijdens de ochtendspits licht hogere PM_{2,5}-waarden genoteerd.

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

GEM	R001	B011	R012	N043	MEU1
2000	(14)			--	14
2001	16			20	14
2002	17			21	15
2003	(18)			19	15
2004	--			--	13
2005	--			--	14
2000	(22,4)			--	22,4
2001	25,6			32,0	22,4
2002	27,2			33,6	24,0
2003	(28,8)			30,4	24,0
2004	--				20,8
2005	--				22,4
2006	23,7		17,0	24,2	19,7
2007	24,6		20,7	26,2	21,5
2008	22,6	15,6	18,1	21,4	18,4

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

P98	R001	B011	R012	N043	MEU1
2000	(32)			--	36
2001	39			47	34
2002	37			43	34
2003	(44)			43	40
2004	--			--	28
2005	--			--	32
2000	(51,2)			--	57,6
2001	62,4			75,2	54,4
2002	59,2			68,8	54,4
2003	(70,4)			68,8	64,0
2004	--			--	44,8
2005	--			--	51,2
2006	65,5		48,5	62,0	55,6
2007	69,2		56,9	66,1	62,1
2008	60,9	50,6	49,6	59,5	54,5

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

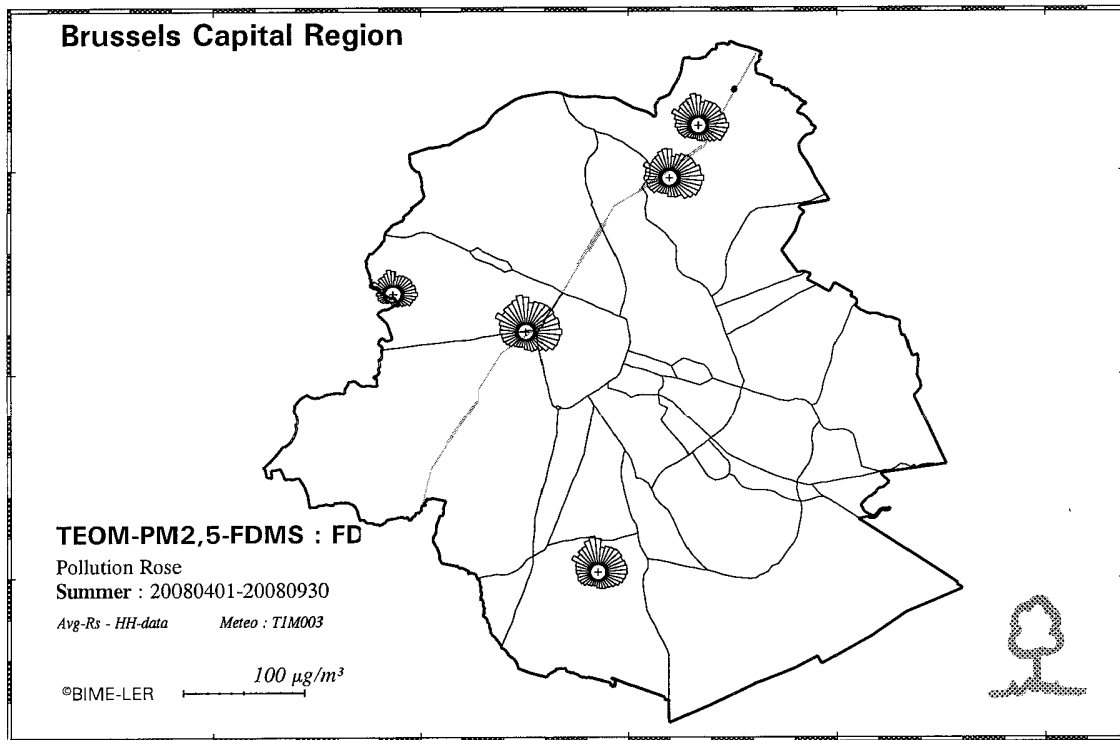
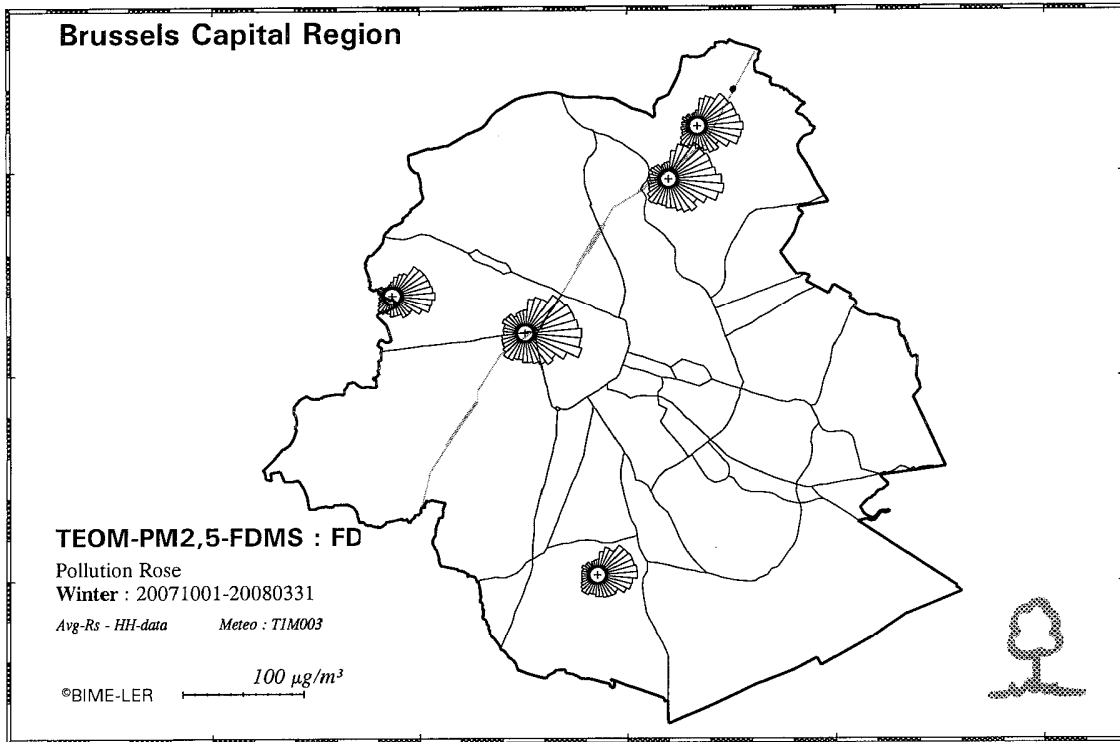
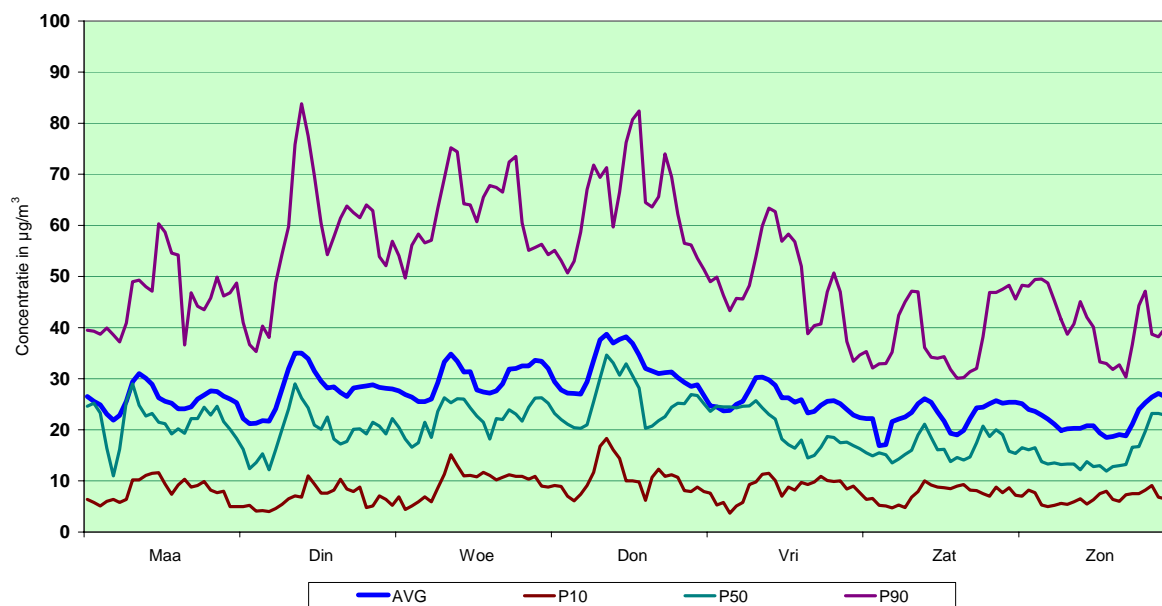


Fig. 4.78: PM2,5 - pollutierozen tijdens winter en zomer

PM2,5_FDMS te MOLENBEEK (R001)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



PM2,5_FDMS te MOLENBEEK (R001)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

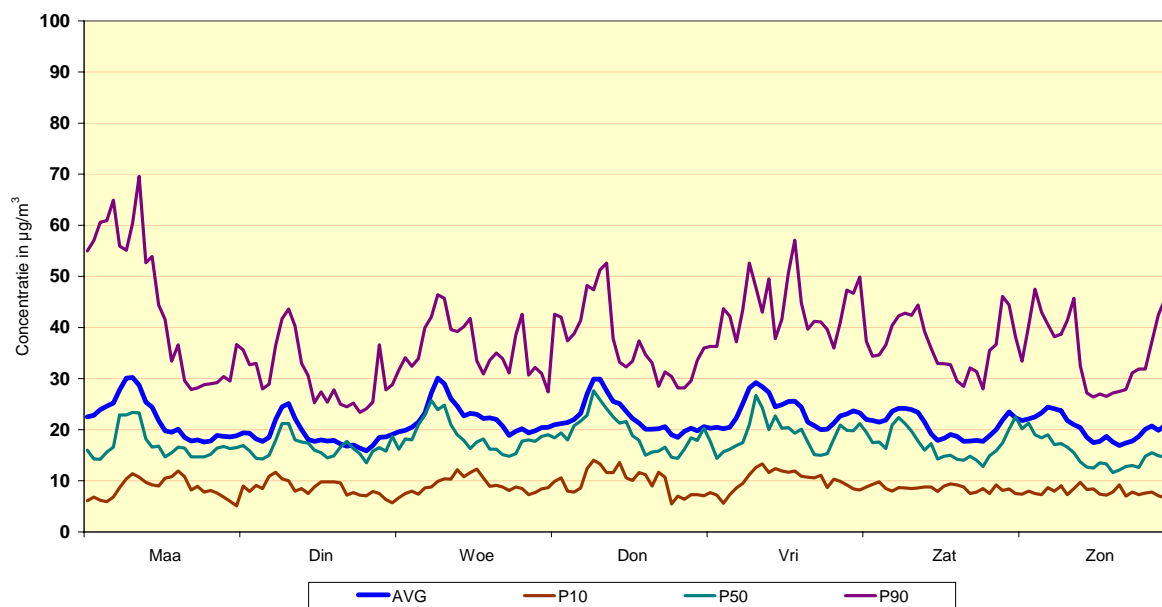
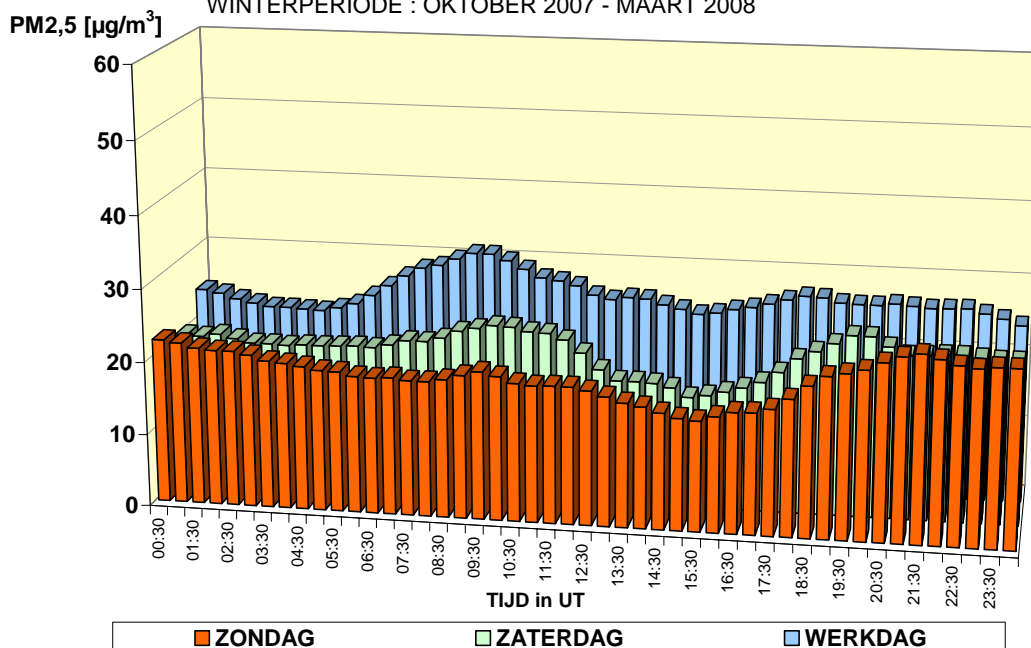


Fig. 4.79: PM2,5 - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Meetpost Molenbeek – Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en
 Zomerperiode 'april – september 2008'

**PM2,5-FDMS - HAREN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG
WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008**



**PM2,5_FDMS data - HAREN (N043) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELTE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG
ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008**

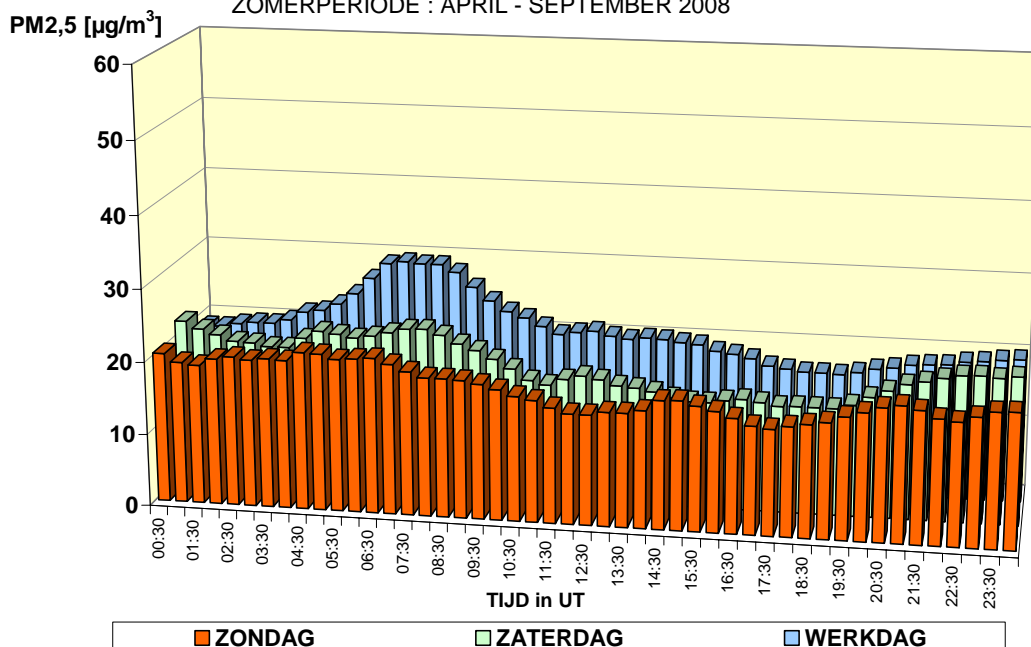


Fig. 4.80: PM2,5 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag) Meetpost te Haren – Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

Ratio PM2,5/PM10

De tabel hierna geeft de resultaten weer van de %-massaverhouding (%-massa/massa ratio) van PM2,5 tot PM10. De resultaten werden berekend voor drie meetposten (Molenbeek, Haren en Ukkel) en voor de jaargangen 2006, 2007 en 2008, waarvoor er zowel PM10-Fdms als PM2,5-Fdms metingen beschikbaar zijn. Het betreft de resultaten voor drie verschillende selecties van dagen: *alle dagen*, *alle dagen met een PM10-dagwaarde hoger dan 50 µg/m³* en *alle niet-werkdagen met een dagwaarde hoger dan 50 µg/m³*. Per jaar mogen er niet meer dan 35 dagen zijn met een dagwaarde voor PM10 hoger dan 35 µg/m³ (limietwaarde).

De meetpost te Molenbeek is karakteristiek voor een omgeving met bewoning, veel verkeer en commerciële/industriële activiteit. De meetpost te Ukkel ligt in een residentiële omgeving en is afgeschermd van het verkeer en de meetpost te Haren ligt in een industriële omgeving met veel verkeer.

Voor de meetposten te Molenbeek en Ukkel wordt vastgesteld dat de PM2,5/PM10 ratio op overschrijdingsdagen voor PM10 hoger is dan voor het gemiddelde van alle dagen en dat deze ratio nog hoger is wanneer het overschrijdingsdagen betreft die geen werkdag zijn. Dit is een aanwijzing dat de vorming van secundair aërosol en dus een hogere PM2,5-fractie geen onbelangrijke factor is voor de verklaring van het grote aantal PM10-overschrijdingsdagen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De ratio PM2,5/PM10 op de meetpost te Haren is niet significant verschillend tussen de selectie 'alle dagen' en 'alle dagen met overschrijding voor PM10'. Dit wordt verklaard door het grotere aantal overschrijdingen op deze meetpost te wijten aan de aanwezigheid van een grovere fractie (tussen 2,5 en 10 µm) bij aanvoer van droge lucht uit oostelijke sector. De selectie 'overschrijdingen op niet-werkdagen' daarentegen heeft dan weer wel een hogere ratio PM2,5/PM10. Tijdens het weekeinde en op feestdagen is er minder opwaaierend stof op deze meetpost waardoor het aandeel van PM2,5 en van het secundair aërosol belangrijker wordt.

PM2,5/PM10	R001 - Molenbeek			R012 - Ukkel			N043 - Haren		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
%mass/mass									
All Days	76,5	72,4	70,6	58,6	71,4	75,4	71,2	77,1	62,9
All Excd Days	86,0	78,1	72,9	74,0	78,7	80,8	77,0	76,6	58,2
Nwrk Excd Days	90,2	82,6	78,9	80,2	79,1	87,5	88,5	83,4	76,9

4.3.12 Rendement resultaten PM10 en PM2,5:

Het rendement (%-opbrengst) van de PM10-resultaten wordt weergegeven in tabel IV.28, dit van de PM2,5-resultaten in tabel IV.29.

Tabel IV.28: **PM10-DAGWAARDEN - RENDEMENT**

%-opbrengst = aantal dagwaarden / totaal aantal dagen

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

PM10	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1996	--		60,9			
1997	93,9		96,4	--		
1998	96,7		98,6	99,4		
1999	98,3	65,7	98,3	97,8	14,7	
2000	98,6	99,4	97,2	93,9	95,9	
2001	96,4	96,4	98,3	99,4	96,7	--
2002	98,6	92,6	97,8	99,7	99,7	90,9
2003	95,6	98,6	98,3	98,3	97,2	93,6
2004	97,8	98,6	93,2	97,5	98,6	--
2005	98,9	97,5	95,3	98,0	(51,7)	91,5
2006	98,9	98,6	99,1	98,0	--	94,2
2007	99,1	97,8	99,1	95,8	71,5	96,9
2008	99,1	93,4	99,9	97,5	96,4	98,0

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

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

Tabel IV.29: **PM2,5-DAGWAARDEN - RENDEMENT**

%-opbrengst = aantal dagwaarden / totaal aantal dagen

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

PM2,5	R001	B011	R012	N043	MEU1
2000	(50,2)			--	96,1
2001	99,9			99,4	98,6
2002	98,9			99,9	96,4
2003	(64,1)			99,7	96,4
2004	--			--	98,9
2005	--			--	98,6
2006	92,6		78,0	89,5	98,6
2007	99,1	(22,1)	98,0	93,1	96,4
2008	99,1	93,7	98,6	92,0	96,7

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

PM2,5_brute gegevens
PM2,5_FDMS

Publicaties

Temporal Variations of Airborne Particles Concentration in the Brussels Environment.

P. Vanderstraeten, Y.Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig and Z.Y. Offer
 Journal of Environmental Monitoring and Assessment. (2007) **132**:253-262
 DOI 10.1007/s10661-006-9531-z (16.12.2006)

Elevated PM10 concentrations and high PM2,5/PM10 ratio in the Brussels Urban area during the 2006 Car Free Sunday

P. Vanderstraeten, M. Forton, Y.Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, Z.Y. Offer and E. Zaady
 International Journal for Environment and Waste Management. Accepted for publication.
 Vol. No. 3, Issue Number 4, 2009 – Manuscript Number Assigned **IJEWM-07-0108**

Dust Storm Originate from Sahara Covering Western Europe – A case study

P. Vanderstraeten, Y.Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, A. Delcloo, Z.Y. Offer and E. Zaady
 Atmospheric Environment Vol. 42 (2008) pp 5489-5493, doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.02.063

Airborne particulates and traffic related pollutants during Car-Free Days in the Brussels urban area

P. Vanderstraeten, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig and Z.Y. Offer
 Proc. of the 6th Int. Conference on Urban Air Quality, Limassol, Cyprus, 27-29 March 2007

Evaluation of Car Free Days on Air Quality in the Brussels urban area

P. Vanderstraeten, M. Forton, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig and Z.Y. Offer
 Proc. of Innovation for Sustainable Production *i-SUP* 2008, Bruges, Belgium, 22-25 April 2008

4.3.13 Aantal Deeltjes

Sedert begin juli 2008 worden er in de meetpost te Woluwe tellingen uitgevoerd van het aantal deeltjes. De meetpost werd daartoe aangevuld met een laser-nefelometer van het type Grimm GR187. Het aantal deeltjes wordt bepaald voor 31 verschillende klassen van deeltjesgrootte, binnen het bereik van 0,25 µm tot 32 µm.

In tabel IV.30 worden, voor een aantal klassen van deeltjesgrootte, de resultaten weergegeven van de cumulatieve frequentieverdeling van de tellingen van het aantal deeltjes. Het betreft halfuurswaarden voor de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'. De resultaten, uitgedrukt in aantal deeltjes per liter lucht, worden weergegeven voor verschillende centielen (P10, P30, P50, P70, P90, P95 en P98), het maximum (MAX) en voor het gemiddelde aantal deeltjes (AVG).

Tabel IV.30: **AANTAL DEELTJES – Frequentieverdeling**
[Aantal deeltjes per liter lucht]

PERIODE : OKTOBER 2008 – MAART 2009

Klasse	P10	P30	P50	P70	P90	P95	P98	MAX	AVG
> 0,25 µm	84.100	202.700	323.000	461.800	668.500	798.900	1.006.600	1.690.100	362.100
> 0,30 µm	24.750	64.390	123.930	210.760	352.010	422.170	493.700	750.130	159.690
> 0,40 µm	8.740	17.640	33.210	68.320	146.130	186.820	231.900	385.150	57.690
> 0,50 µm	4.120	7.120	11.000	20.830	53.440	75.820	94.510	194.250	20.710
> 0,65 µm	1.510	2.490	3.390	4.930	10.910	16.970	22.730	61.970	5.170
> 1,0 µm	448	789	1.139	1.568	2.553	3.188	4.227	12.293	1.373
> 1,6 µm	171	326	480	666	1.022	1.248	1.561	6.513	558
> 2,5 µm	39	81	124	175	266	325	407	3.413	145
> 10,0 µm	0	0	1	1	3	4	9	297	2
2,5<X<10,0	38	80	122	173	263	322	398	3.326	143

De figuren 4.81 en 4.82 geven, voor een aantal klassen van deeltjesgrootte, de resultaten weer van de telling van het aantal deeltjes, respectievelijk voor de maanden september en december 2008. De resultaten worden weergegeven voor ± dezelfde klassen van deeltjesgrootte als deze vermeld in de tabel hierboven. Wegens de enorme verschillen in grootte-orde van het aantal deeltjes (enkele tot meerdere honderdduizenden) wordt in de grafieken de logaritme van het aantal deeltjes weergegeven: een schaalbereik 6 komt overeen met één miljoen deeltjes.

Tijdens de maand september 2008 wordt het hoogste aantal deeltjes bereikt op zondagochtend 21 september 2008 tussen 02:00 en 06:00 h UT en in de nacht van zondag 28 op maandag 29 september, tussen 21:00 en 06:00 h UT. In deze eerder kalme periodes worden meer dan één miljoen deeltjes per liter lucht geteld. Voor de maand december 2008 wordt het hoogste aantal deeltjes bereikt op het einde van de maand. Vanaf dinsdag 30 december omstreeks 14:00 h UT tot even na middernacht van de nieuwjaarsnacht worden tot meer dan anderhalf miljoen deeltjes per liter lucht geteld. Voor de fijnere deeltjesgroottes is er een progressieve opbouw van het aantal deeltjes tussen vrijdag 26 en woensdag 31 december 2008. Het betreft hier zeer waarschijnlijk meteorologische omstandigheden die enerzijds ongunstig zijn voor de verspreiding en die anderzijds ook het nucleatieproces bevorderen.

Tijdens de maand september 2008, meer bepaald van dinsdag 16 tot vrijdag 19 september en van maandag 22 tot vrijdag 26 september zijn er meerdere periodes waarbij ook het aantal grovere deeltjes ($>5\ \mu\text{m}$, $>7,5\ \mu\text{m}$ en $>10\ \mu\text{m}$) toeneemt. Het betreft hier duidelijk drogere periodes (dalende luchtvochtigheid bij toenemende temperatuur) waarbij er, onder invloed van lokale activiteiten en/of het verkeer, meerdere grovere deeltjes in suspensie worden gebracht. In de maand december is er een sterke toename van grovere deeltjes waar te nemen tijdens de nieuwjaarsnacht, net vóór en omstreeks middernacht. Mogelijks houdt dit verband met de feestelijkheden tijdens deze nacht (o.a. vuurwerk, ...).

In de grafieken van figuur 4.83 t/m 4.86 wordt, voor bepaalde klassen van deeltjesgroottes, het gemiddeld dagverloop weergegeven, respectievelijk voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een gemiddelde werkdag uit de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'.

De grafiek in figuur 4.83 geeft de resultaten weer voor het aantal deeltjes groter dan $0,25\ \mu\text{m}$. Voor de beschouwde periode zijn de resultaten het hoogst op een gemiddelde zaterdag, gevolgd door een werkdag en een zondag. Op zondagen zijn er meer deeltjes aanwezig tijdens de nachtelijke uren dan tijdens de dag. De grafiek in figuur 4.84 geeft de resultaten weer voor het aantal deeltjes groter dan $0,50\ \mu\text{m}$. Het aantal deeltjes is duidelijk lager op zondag, terwijl de aantallen goed vergelijkbaar zijn op zaterdagen en op werkdagen. Vooral op zondagen is het aantal deeltjes het hoogst tijdens de nachtelijke uren.

De grafieken in de figuren 4.85 en 4.86 geven analoge resultaten weer, respectievelijk voor het aantal deeltjes groter dan $1,00\ \mu\text{m}$ en $2,50\ \mu\text{m}$. Voor het aantal deeltjes groter dan $1,00\ \mu\text{m}$ gelden dezelfde vaststellingen als voor het aantal deeltjes groter dan $0,50\ \mu\text{m}$. Voor het aantal deeltjes groter dan $2,50\ \mu\text{m}$ worden geen grote verschillen vastgesteld tussen de verschillende types dagen, en het aantal deeltjes op zaterdag en op werkdagen is duidelijk hoger tijdens de dag dan tijdens de nachtelijke uren.

Deze eerste reeks gegevens is mogelijks nog te beperkt in omvang en dient zeker uitgebreid te worden voor het bekomen van statistisch relevante resultaten. Toch lijkt het erop dat de tellingen van het aantal deeltjes zeer interessante en aanvullende informatie geven op de concentratiemetingen. Ze bevestigen ook de complexiteit van de problematiek rond 'fijn stof'. Onder bepaalde meteorologische omstandigheden worden soms heel veel fijne deeltjes gevormd (nucleatieproces) terwijl er bij drogere omstandigheden meer grovere deeltjes in suspensie worden gebracht.

Er is geen eenduidige correlatie tussen aantallen deeltjes en massaconcentratie. Zeer grote aantallen deeltjes kunnen gepaard gaan met hoge concentraties, maar dit is niet steeds het geval. Een gering aantal deeltjes kan gepaard gaan met lagere massaconcentratie, maar de aanwezigheid van vooral grovere deeltjes kan de massaconcentratie fel doen toenemen. De studie van de samenhang tussen deze parameters dient ook in de toekomst verder onderzocht te worden.

WOL1 - GRIMM - COUNTING PARTICULATES
LOG10(Number of Particulates) - Half Hourly Values - SEPTEMBER 2008

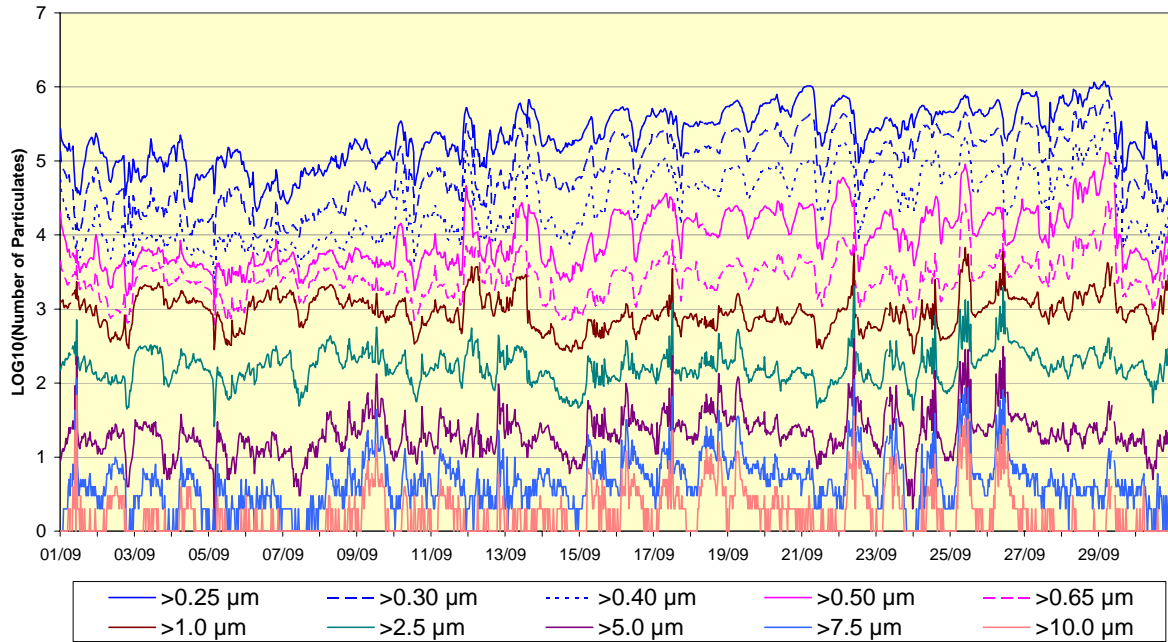


Fig. 4.81: Woluwe – September 2008 – Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte

WOL1 - GRIMM - COUNTING PARTICULATES
LOG10(Number of Particulates) - Half Hourly Values - DECEMBER 2008

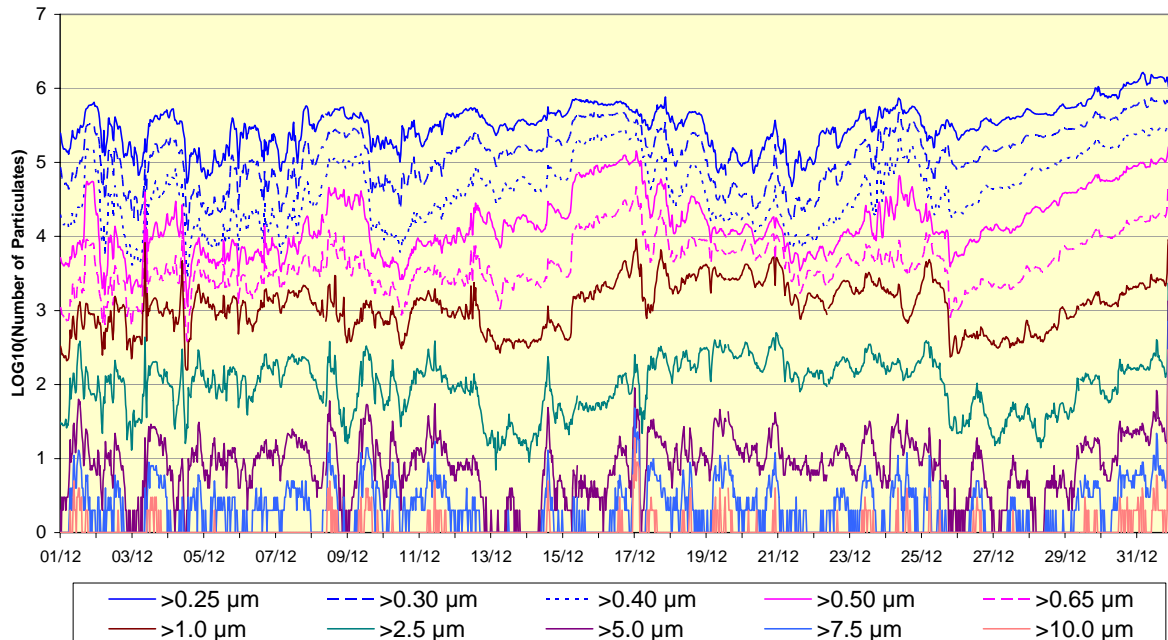


Fig. 4.82: Woluwe – December 2008 – Logaritme van het aantal deeltjes volgens deeltjesgrootte

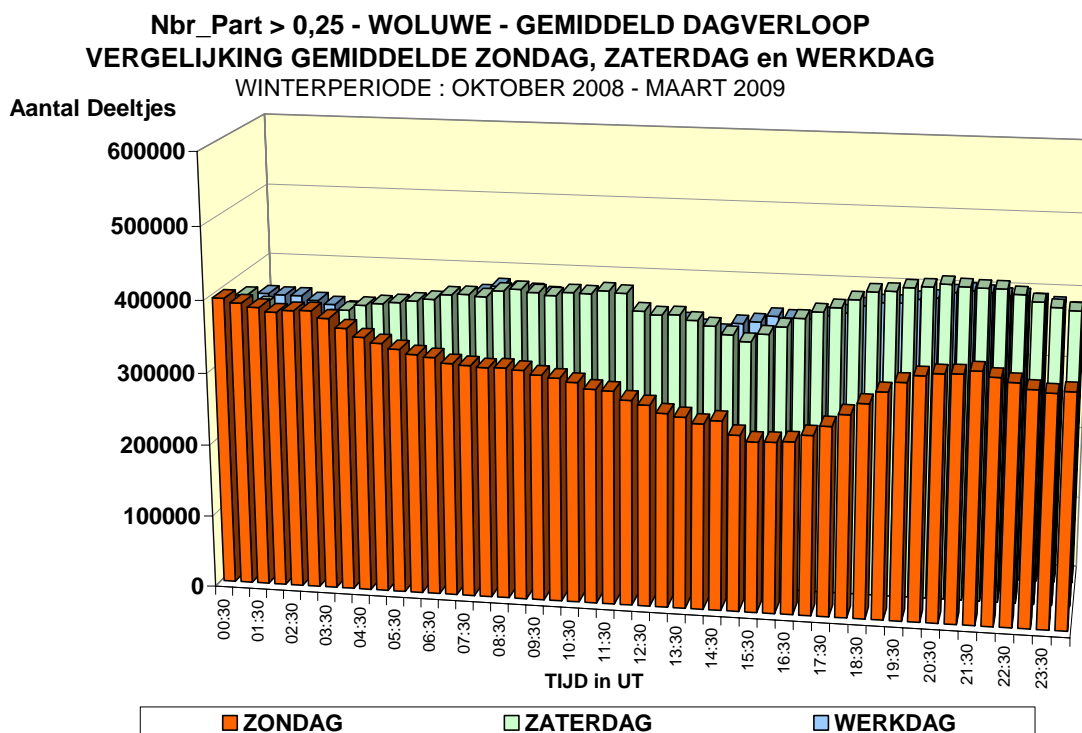


Fig. 4.83: Woluwe – Aantal deeltjes > 0,25 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en werkdag uit de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'

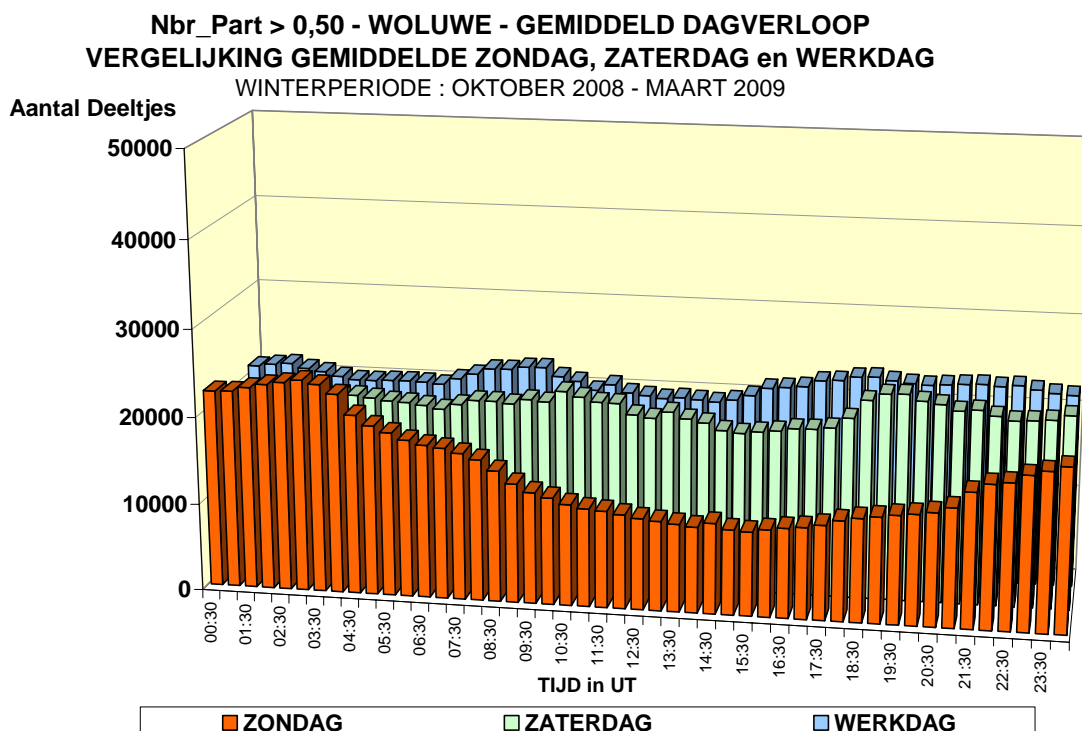


Fig. 4.84: Woluwe – Aantal deeltjes > 0,50 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een werkdag uit de winterperiode 'oktober 2008 – maart 2009'

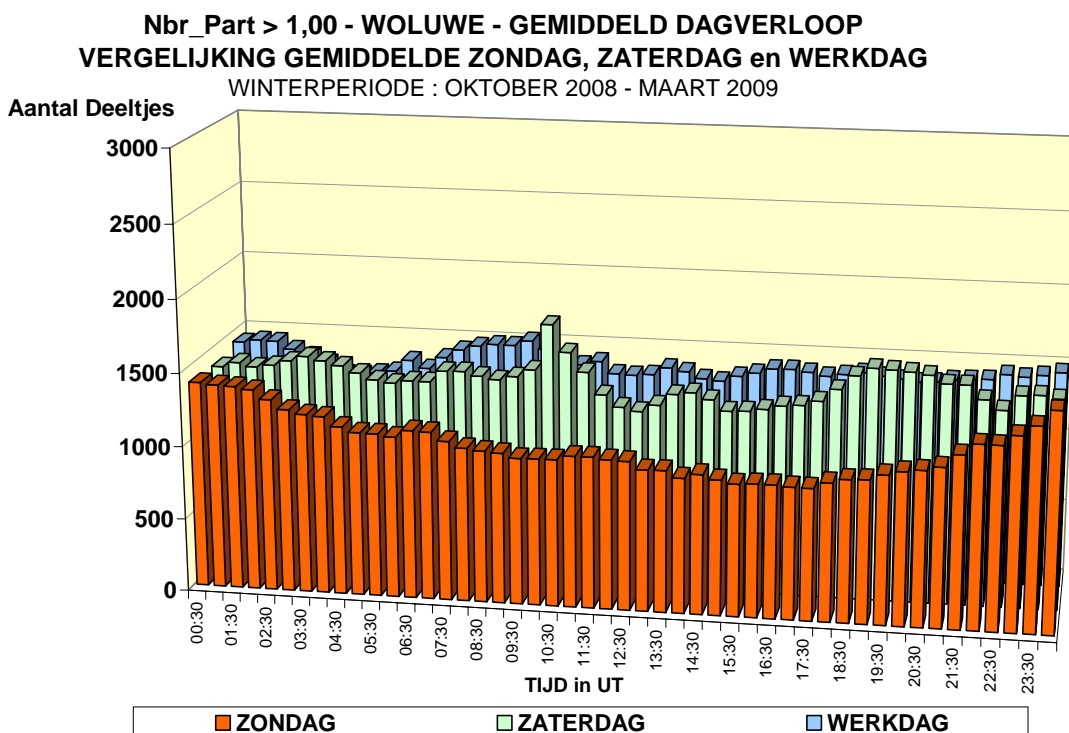


Fig. 4.85: Woluwe – Aantal deeltjes > 1,00 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een werkdag uit de winterperiode ‘oktober 2008 – maart 2009’

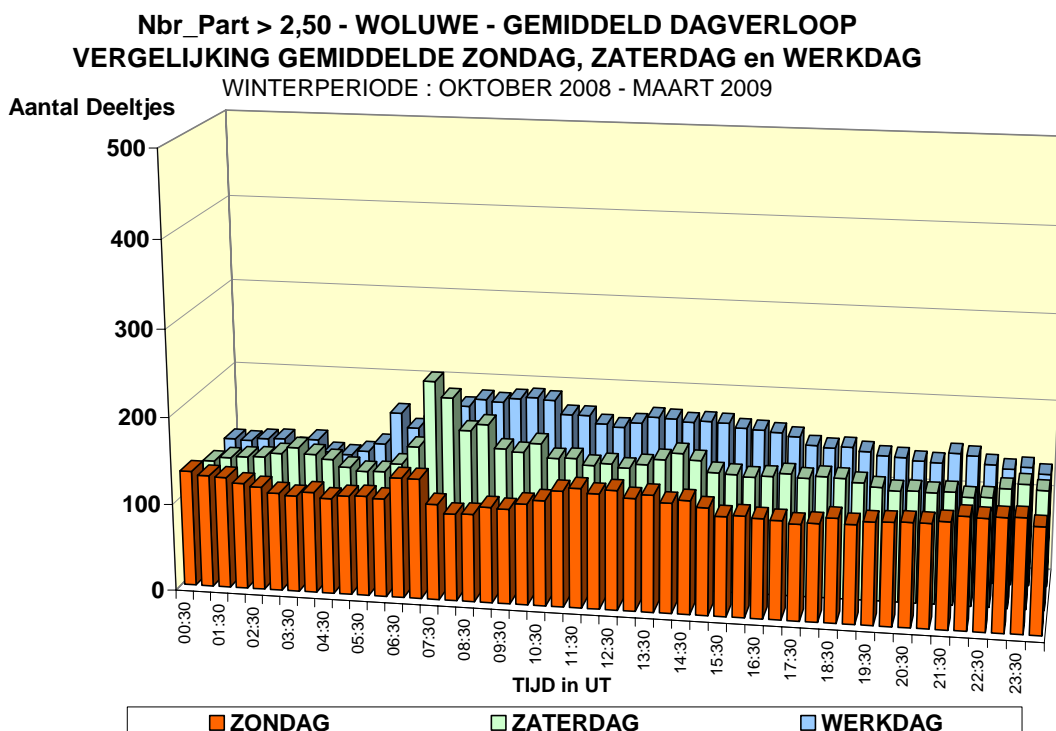


Fig. 4.86: Woluwe – Aantal deeltjes > 2,50 µm – Gemiddeld dagverloop voor een gemiddelde zondag, een zaterdag en een werkdag uit de winterperiode ‘oktober 2008 – maart 2009’