

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 (b.v. SO₂, NO₂, ...) betreft het geen enkelvoudige stof, maar een verzameling van meerdere stoffen, die onderling sterk verschillend kunnen zijn, zowel op het gebied van de chemische samenstelling (welke substantie), het fysische voorkomen (vorm, kleur, grootte, reflecterende vermogen...), als de oorsprong ervan.

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

Rechtstreekse uitstoot:

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

Vorming aërosol:

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

Natuurlijke oorsprong:

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

Afhankelijk van de temperatuur en de vochtigheid kunnen bepaalde zwevende deeltjes een belangrijke en veranderlijke hoeveelheid vocht en vluchtige componenten bevatten. Andere deeltjes, o.a. ammoniumzouten, ontbinden bij toenemende temperatuur.

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 (zie ook *het BIM-Rapport : Metingen PM10 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest tijdens de periode 1996-2004 – September 2005*).

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

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

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

Vermits het grootste gedeelte van de PM10-massa uit grovere minerale en zwaardere (grotere massadichtheid) deeltjes bestaat, met een 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.

Samenstelling van de deeltjes:

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

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

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 de bemonstering geeft 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 ± 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).

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 “ β -absorptie”.

Een VMM-studie betreffende de vergelijking tussen de *referentiemethode* en *instrumentale methoden* (2002), uitgevoerd over verschillende meetplaatsen en verschillende tijdstippen van het jaar, leverde een conversiefactor op van 1,47 voor de “oscillerende microbalans” en van 1,37 voor de methode met “ β -absorptie”. Een herhaling van deze studie (in 2004) kwam tot een vrijwel identiek resultaat: 1,49 voor de oscillerende microbalans en 1,39 voor β -absorptie. Alle 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 (EG-normering, jaargemiddelde, aantal overschrijdingen) op basis van deze gecorrigeerde waarden.

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

FDMS-systeem

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

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

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

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

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

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

In de meetposten te Molenbeek en Haren werden, respectievelijk van september 2003 tot december 2005 en van september 2004 tot december 2005, parallelle metingen uitgevoerd tussen TEOM-PM10 en TEOM-PM10-FDMS. 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 (factoren afgeleid via gewogen orthogonale regressie – zie ook bijlage A):

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 leidt van de werkelijke concentraties, zoals o.m. het geval is in de meetposten Molenbeek en Haren.

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

Een lopende studie van de VMM, waarbij gedurende meerdere maanden PM10-FDMS en de referentiemethode met elkaar vergeleken worden in een stadsomgeving met verkeer, levert voorlopig een factor ~1,00. In een nieuw gemeenschappelijk programma van het Vlaamse, het Waalse en het Brusselse Gewest zullen ook buiten de stadsomgeving nog een aantal aanvullende vergelijkende testen gebeuren met verschillende PM10-meetmethoden.

PM2,5-metingen:

Vanaf het opstarten van de meetpost in het Meudonpark (MEU1), op 01/10/1999, werden er simultaan met de PM10-metingen ook PM2,5-metingen uitgevoerd. Het PM2,5-meetapparaat is van hetzelfde type als dat voor PM10, met een oscillerende microbalans als detector. Een selectieve bemonstering van de PM2,5-fractie wordt bekomen door de PM10-aanzuigkop in het aanzuigstelsel te laten volgen door een PM2,5-cycloon. Voor PM2,5 werd nog geen correctiefactor bepaald. Voor de periode 1999-2005 worden de brute meetgegevens gerapporteerd.

In de loop van het jaar 2000 werd het meetnet uitgebreid met twee bijkomende PM2,5-toestellen. Eén toestel bevindt zich in de meetpost te Molenbeek (R001 – april 2000) en het andere in de meetpost te Haren (N043 – mei 2000). Deze beide systemen werden tijdelijk gebruikt voor vergelijkende metingen tussen PM10 en PM10-FDMS (periode 2003/2004-2005).

Vanaf de maand januari 2006 worden opnieuw PM2,5-metingen uitgevoerd in de drie meetposten: Molenbeek, Haren en Meudon. De drie apparaten zijn inmiddels uitgerust met een FDMS-systeem. In de loop van de maand maart 2006 werd een vierde PM2,5-FDMS-toestel in gebruik genomen op de meetpost te Ukkel. Door de installatie van een FDMS-systeem gebeurt de bepaling van de PM2,5-fractie onder beter gecontroleerde omstandigheden van temperatuur en relatieve vochtigheid.

In de meetpost te Meudon werden de PM10-metingen tijdelijk opgeschort. Vanaf juli 2005 worden er simultaan metingen uitgevoerd voor TEOM-PM2,5-FDMS en TEOM-PM2,5. Voorlopig, na een periode 9 maanden vergelijkende testen, wordt tussen beide reeksen resultaten een verhouding van ~1,40 genoteerd. Na het beëindigen van deze testen, wellicht in de herfst van 2006, zal in deze meetpost opnieuw PM10-FDMS naast PM2,5-FDMS gemeten worden.

Het telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zal dan uitgerust zijn met 6 toestellen voor PM10-FDMS en 4 toestellen voor PM2,5-FDMS.

4.3.3 Reglementering PM10

De Europese richtlijn 1999/30/EG voor SO₂, NO₂, zwevende deeltjes en lood voorziet in grenswaarden voor de aanwezigheid van PM10-deeltjes in de omgevingslucht. De richtlijn bevat nog geen grenswaarden voor de fijnere deeltjes (PM2,5-fractie), maar wel een duidelijke aanbeveling om met PM2,5-metingen te starten, bij voorkeur op plaatsen waar ook PM10 gemeten wordt.

De richtlijn voorziet in twee grenswaarden, n.l. een eerste voor het 24-uursgemiddelde (dagwaarde) en een tweede voor het jaargemiddelde. De grenswaarden dienen in twee stappen te evolueren. Een eerste doelstelling dient 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 reeds beschikbare PM10-resultaten en de huidige situatie lijken de doelstellingen zeer ambitieus, in het bijzonder deze voor het jaar 2010.

Voor PM2,5 is er in deze richtlijn nog geen grenswaarde geformuleerd. De lidstaten worden niettemin aangespoord om metingen voor PM2,5 aan te vatten. De resultaten van deze metingen zullen in de toekomst dienen als basis voor het uitwerken van specifieke normen voor deze deeltjesfractie. Momenteel ligt op Europees niveau een nieuw voorstel van richtlijn ter discussie. Deze richtlijn zou de bestaande richtlijnen met betrekking tot de luchtkwaliteit integreren in één enkele richtlijn. In dit recente voorstel worden doelstellingen geformuleerd voor de aanwezigheid van de PM2,5-deeltjesfractie. Deze zouden dan wellicht de plaats innemen van de PM10-doelstellingen van fase 2.

De PM10-resultaten van de periode 1996-2004, gemeten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden vermenigvuldigd met een factor 1,47 en worden aangeduid als **PM10_EqRef**. Vanaf 2005 worden met een nieuwe techniek, PM10-FDMS, resultaten bekomen die rechtstreeks, via meting, beter vergelijkbaar zijn met deze van de referentiemethode. De resultaten worden aangeduid als **PM10-FDMS**. Voor de voorbije jaarperiodes werden, ter beoordeling van de luchtkwaliteit en het naleven van de Europese regelgeving, volgende PM10-resultaten medegedeeld aan de Intergewestelijke Cel Leefmilieu en aan de Europese Commissie:

Periode 1996 -2004
Vanaf 2005

PM10_EqRef
PM10-FDMS

4.3.4 Gemeten waarden voor PM10-deeltjes

De tabel IV.20 geeft, voor de periode 1996-2005, een overzicht van de PM10-concentraties in de verschillende meetposten, zoals medegedeeld aan de Intergewestelijk Cel Leefmilieu en de Europese Commissie. Ze bevat resultaten van de 98^{ste} percentiel (P98), de mediaan (P50) en de jaargemiddelde concentratie (GEM). De resultaten zijn berekend op basis van alle beschikbare 24-uurswaarden tijdens het jaar.

Tabel IV.20: **PM10-DAGWAARDEN : P98 - P50 - JAARGEMIDDELDE (GEM)**

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

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

P50	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1996	--		36			
1997	41		36	--		
1998	37		30	46		
1999	39	26	28	47		
2000	33	24	28	49	28	
2001	34	24	29	46	27	
2002	35	25	29	46	28	30
2003	42	26	29	47	33	30
2004	35	21	25	42	26	--
2005	28	22	24	32	(27)	25

-- : 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

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

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

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

De hoogste waarden worden vastgesteld op het meetpunt 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. De meetwaarden te Berchem zijn nog iets lager dan deze te Ukkel, een meetpunt met een ideale ligging ter bepaling van de achtergrondconcentratie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

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*. Het betreft de resultaten voor PM10_ruwe data, PM10_EqRef (factor 1,47) en PM10-FDMS.

4.3.5 Overschrijdingen grenswaarden PM10-deeltjes

Jaargemiddelde en Overschrijdingsmarge:

Met uitzondering van de meetpost te Haren (N043) tijdens de periode 1998-2004 en de meetpost te Molenbeek (R001) voor de jaargangen 1997, 1998, 1999 en 2003, is het berekende jaargemiddelde in alle meetpunten lager dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (doelstelling 2005). In alle meetposten, ook in deze ter bepaling van de achtergrondconcentratie (R012-Ukkel en B011-Berchem) is het jaargemiddelde hoger dan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de doelstelling voor het jaar 2010.

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

Uit tabel IV.21 blijkt dat de grenswaarde voor het jaargemiddelde, vermeerderd met de overschrijdingsmarge, systematisch overschreden wordt in de meetpost te Haren (N043). Deze meetpost is gelegen in de voorhaven, een omgeving met industriële bronnen (o.a. opslag en verhandeling van basisgrondstoffen voor de bouw) en veel verkeer. Voor de meetpost te Molenbeek (R001) is er een overschrijding in het jaar 2003. Overigens is voor alle meetposten de jaargemiddelde concentratie hoger tijdens het jaar 2003, 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

-- : 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 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.

Gezien het feit dat een gedeelte van de PM10-fractie van op grote afstand aangevoerd wordt en er ook een belangrijk gedeelte in de atmosfeer zelf gevormd wordt, lijkt de haalbaarheid van de strengere voorwaarde tegen het jaar 2010 helemaal niet evident. Dit laatste zal overigens een probleem vormen in een groot gedeelte van Europa en niet enkel in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest of in de andere gewesten van het land. De jaargemiddelde concentratie op de minst vervuilde plaatsen van het Gewest bedraagt immers 27 à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is ruim hoger is dan de algemene doelstelling van 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, te respecteren vanaf 2010.

De evolutie van de jaargemiddelde PM10-concentratie in de verschillende meetposten van het BHG tijdens de periode 2000-2005 wordt weergegeven in de grafiek bovenaan figuur 4.35. De grafiek onderaan geeft de gemiddelde concentratie weer voor weekenddagen. Op de meetpost van Haren na, zijn de gemiddelde concentraties in het weekeinde systematisch lager dan 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maar duidelijk hoger dan 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (doelstelling jaargemiddelde tegen 2010).

Daggemiddelde en Overschrijdingsmarge:

Op het meetpunt te Haren (N043), Molenbeek (R001) en Meudonpark (MEU1) wordt de voorwaarde voor het daggemiddelde veelvuldig overschreden. Dit kan opgemaakt worden uit de gegevens in de tabellen IV.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 (35 maal per jaar) of 2010 (7 maal 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	42	17	23	66		24	74

() : reeks gegevens onvolledig – begin van de metingen

Voor het kalenderjaar 2003, met de uitzonderlijk warme en droge zomerperiode, werd op alle meetposten het hoogste aantal overschrijdingsdagen genoteerd. Met uitzondering van de meetpost te Berchem (B011) worden op alle meetposten meer dan 35 overschrijdingsdagen genoteerd van de dagwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor de periode 2000-2005 wordt de evolutie van het jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen in de verschillende meetposten grafisch weergegeven in de figuur 4.36. 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 $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) genoteerd worden.

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

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

Weekenddagen: In tabel IV.24 wordt, voor de periode 2002-2005, de jaargemiddelde concentratie (alle dagen) vergeleken met de gemiddelde concentratie op weekenddagen (zaterdagen en zondagen). Een systematische vermindering van de gemiddelde emissie-activiteit tot het niveau van weekenddagen, zou de jaargemiddelde PM10-concentratie in lichte mate doen afnemen. Hierdoor zou de huidige doelstelling voor het jaargemiddelde, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wellicht in alle meetposten haalbaar worden. Een jaargemiddelde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, te respecteren vanaf 2010, blijkt voorlopig nog niet haalbaar.

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

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

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

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

De tabel IV.25 geeft enerzijds het werkelijke aantal dagen met overschrijding (alld) van de dagwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en anderzijds een simulatie van dit aantal berekend op basis van het aantal overschrijdingen op weekenddagen (wknd). Bij een vermindering van de gemiddelde emissieactiviteit tot het niveau van weekenddagen (drastische ingreep) zou het aantal overschrijdingsdagen (dagwaarde $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) hoger blijven dan de doelstelling voor het jaar 2005 (max. 35 dagen) en ruim hoger dan de doelstelling vanaf het jaar 2010 (max. 7 dagen).

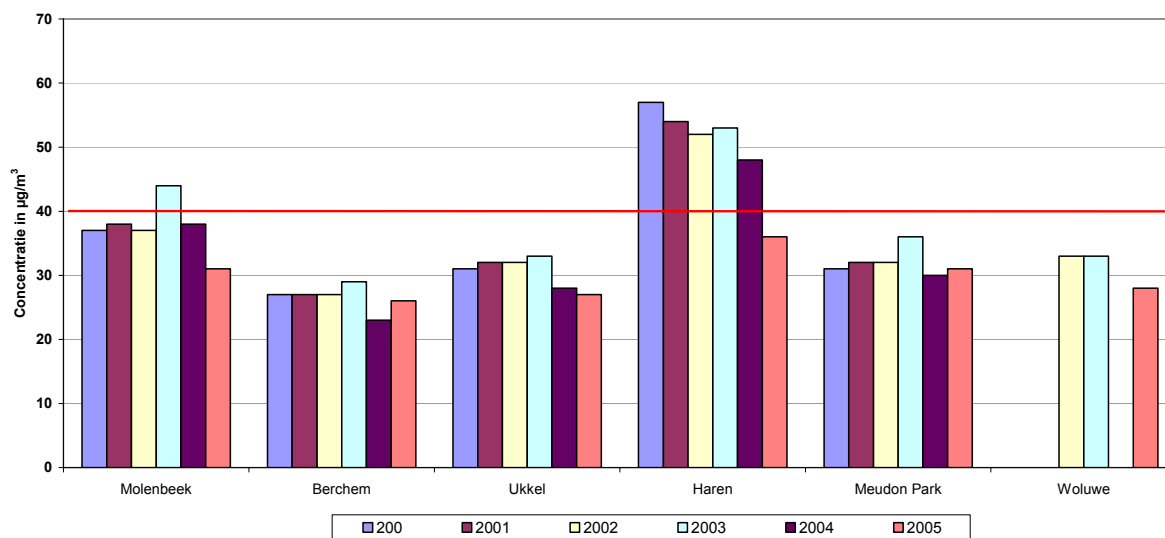
Tabel IV.25: **PM10 – AANTAL DAGEN per JAAR met DAGWAARDE $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

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

nd-24h > 50	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	GEWEST
2002 - alld	74	19	39	152	43	35	155
2002 - wknd	46	7	25	67	28	18	70
2003 - alld	105	29	42	159	64	40	174
2003 - wknd	49	18	32	49	21	14	67
2004 - alld	69	5	18	125	25	(9)	133
2004 - wknd	32	0	11	35	4	(4)	46
2005 - alld	42	17	23	66	(21)	24	74
2005 - wknd	45	17	28	24	3	28	45

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

**PM10 : JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE
PERIODE : 2000 - 2005**



**PM10 : GEMIDDELDE CONCENTRATIE op WEEKENDDAGEN
PERIODE : 2000 - 2005**

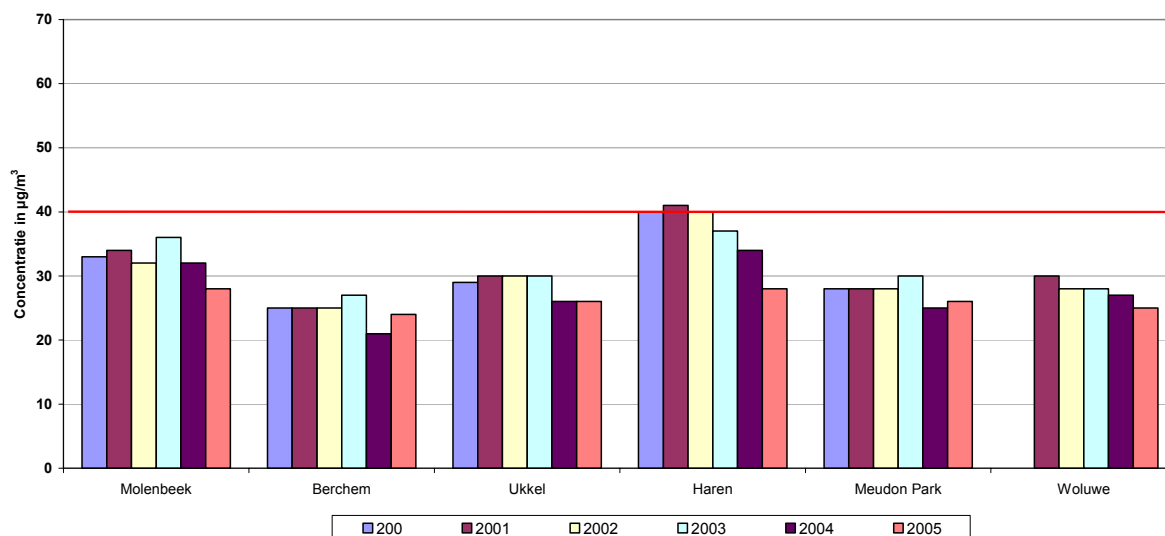


Fig. 4.35: PM10 – Evolutie jaargemiddelde concentratie. Periode 2000-2005
Jaargemiddelde concentratie op basis van alle dagen (grafiek bovenaan) en
gemiddelde concentratie op basis van weekenddagen (grafiek onderaan)

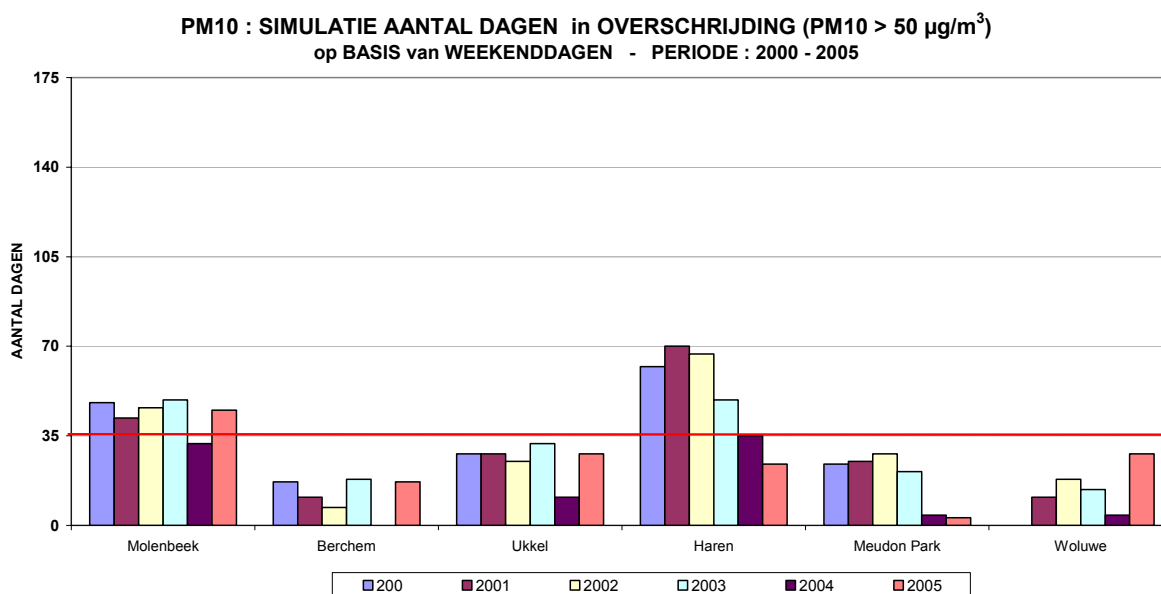
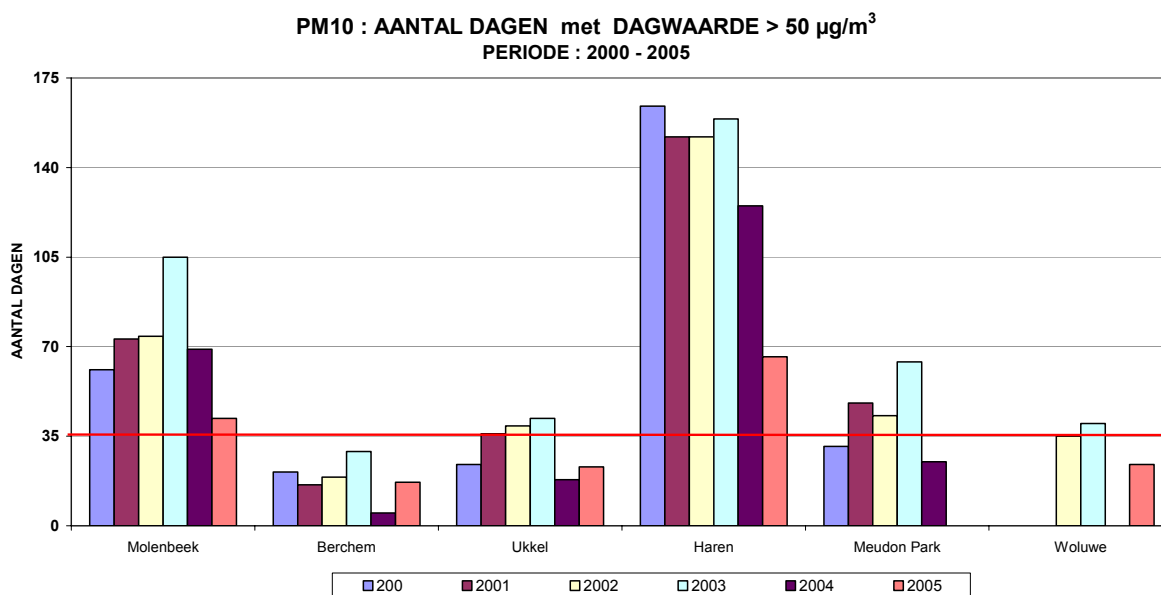


Fig. 4.36: PM10 – Dagwaarde > 50 µg/m³ - Evolutie jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen Periode 2000 – 2005

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

4.3.6 Evolutie PM10-waarden over langere termijn

In figuur 4.37 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 2005. 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 situaties waarbij een belangrijke minerale fractie aanwezig was. Verder in de tekst (zie punt 4.3.8) wordt gepoogd de evolutie van de PM10-concentraties over iets langere termijn (1981-2005) in te schatten.

In figuur 4.38 worden de pollutierozen, berekend op basis van de halfuurswaarden, op kaart afgebeeld. De kaart bovenaan geeft de situatie weer tijdens de winterperiode 'oktober 2005 – maart 2006' en de kaart onderaan de situatie tijdens de zomerperiode 'april – september 2005'. De gemiddelde concentratie is iets hoger bij aanvoer van lucht vanuit oostelijke sector.

In figuur 4.39 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 percentielen 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 2004 – maart 2005' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2005'. 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 4.40 wordt het genormeerd weekverloop voorgesteld voor de parameters NO, NO₂ en PM10-EqRef. Dit genormeerd weekverloop wordt bekomen door, voor elke pollutant, de gemiddelde concentratie te berekenen per dag van de week en deze waarde te delen door de gemiddelde concentratie over alle werkdagen. De aldus bekomen resultaten zijn ongeveer ≈1,00 voor de werkdagen van de week. Het %-verval van de concentratie tijdens het weekeinde kan direct uit de grafiek afgelezen worden.

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

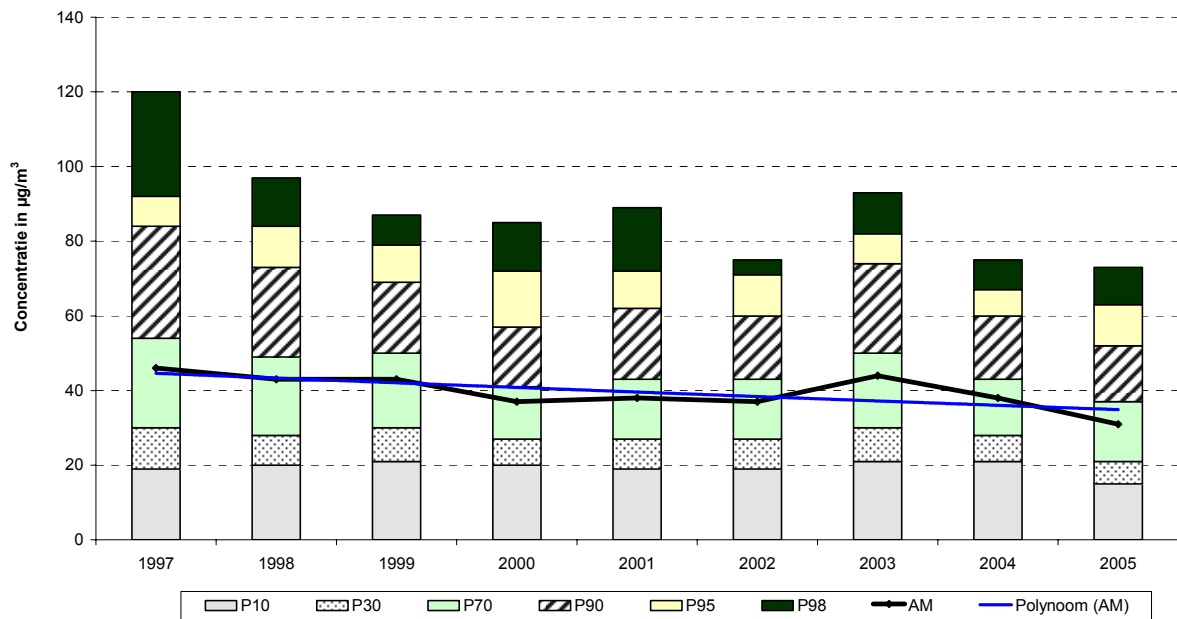
Het verval van de NO-concentratie, een verkeersgebonden parameter, bedraagt quasi 40% op zaterdag en ongeveer 60% voor een gemiddelde zondag. Deze vermindering stemt qua grootte-orde overeen met het verval van de verkeersintensiteit zoals vastgesteld aan de hand van de NO-concentraties op verkeersdrukke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

In de stad bedraagt het verval van de PM10-concentratie ongeveer 15% op een gemiddelde zaterdag en nagenoeg 20% op een gemiddelde zondag. De relatief belangrijke vermindering van het verkeer tijdens het weekeinde (opmerkelijk minder NO) zorgt wellicht niet voor een evenredige vermindering van de concentraties van NO₂ en PM10.

In figuur 4.41 wordt het gemiddeld PM10-dagverloop weergegeven voor de meetpost te Haren (N043) tijdens de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en tijdens de zomerperiode 'april – september 2005'. 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.

PM10 te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN
 1997-2004: PM10_EqRef - 2005 : PM10_FDMS



PM10 te HAREN (N043) - EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN
 1998-2004: PM10_EqRef - 2005 : PM10_FDMS

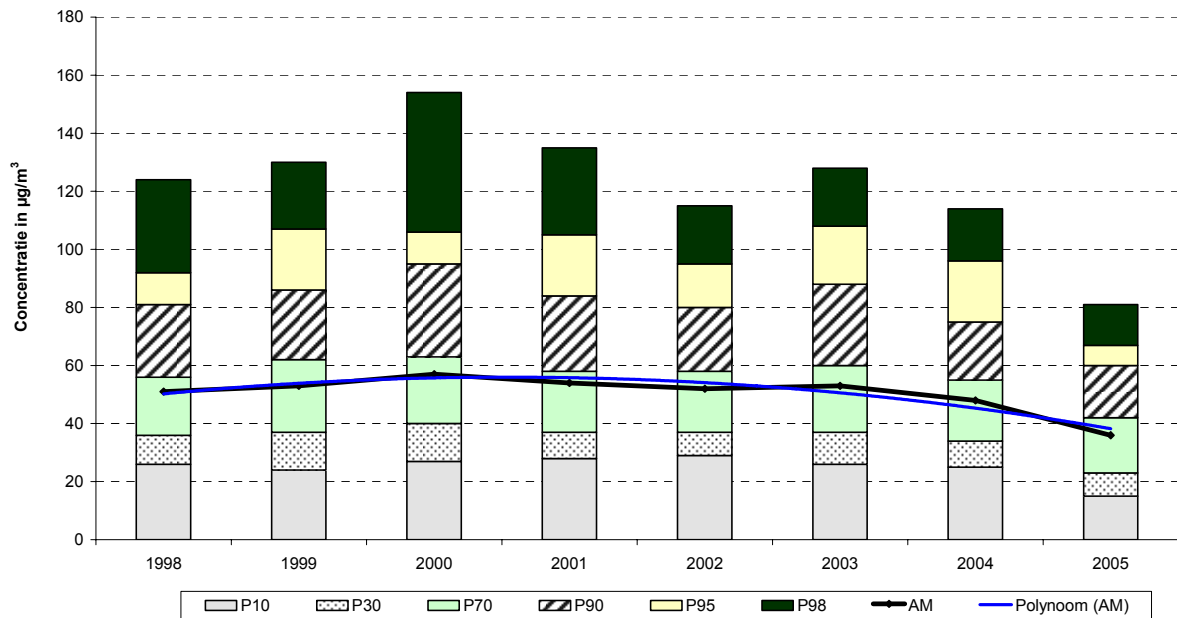


Fig. 4.37: PM10 – Evolutie PM10-concentratie te Molenbeek (R001) en Haren (N043)
 PM10_EqRef: 1997-2004 --- PM10_FDMS: 2005

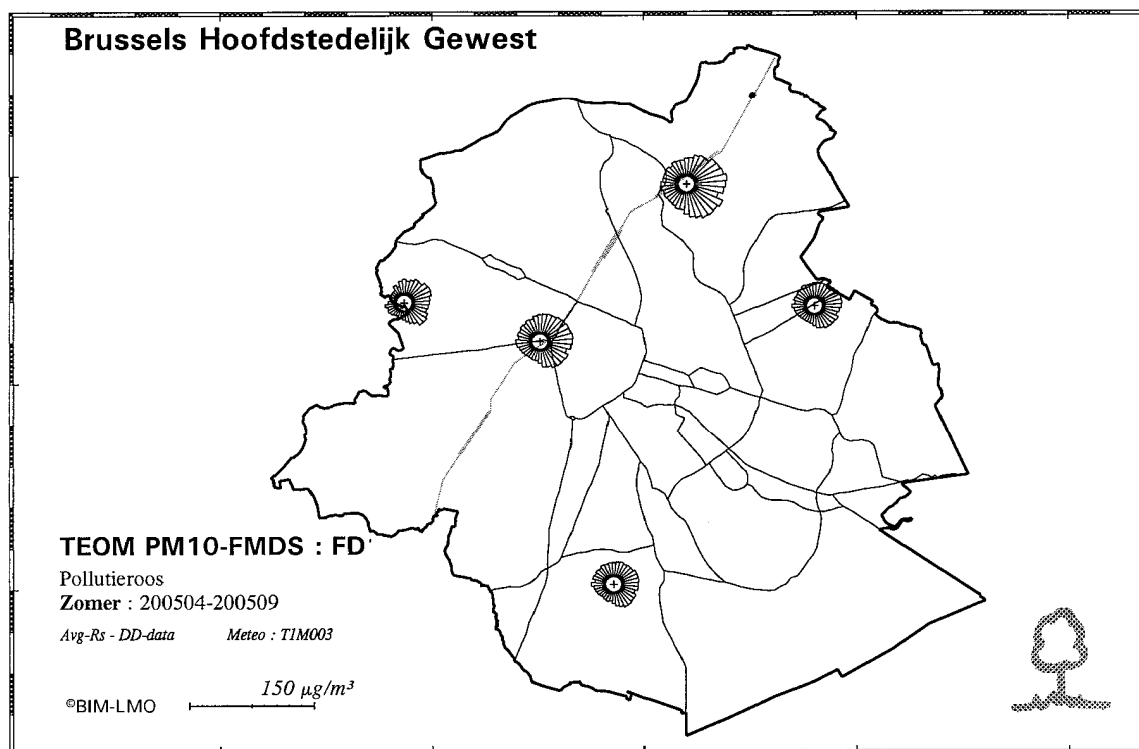
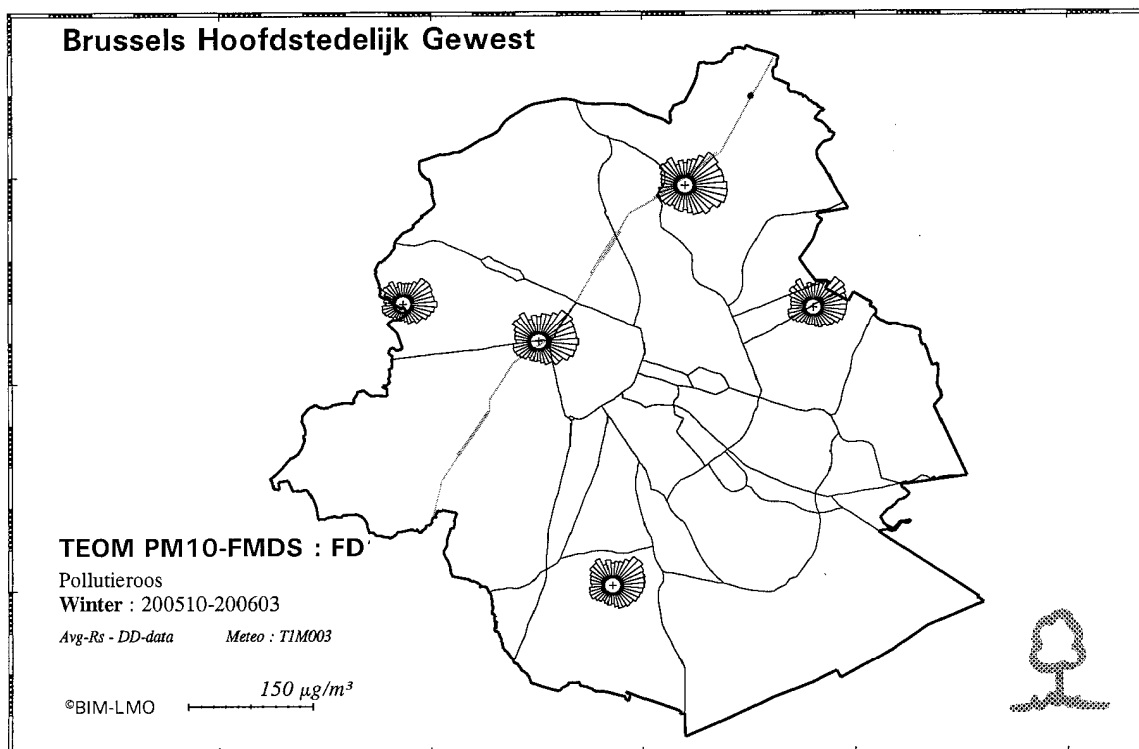
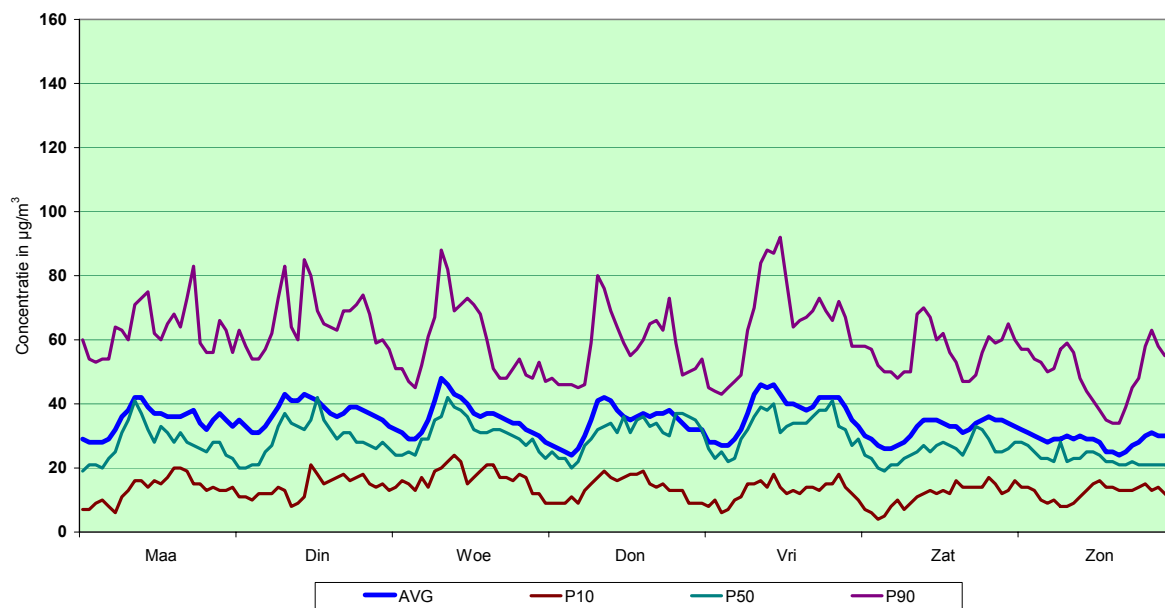


Fig. 4.38: PM10 - pollutierozen tijdens winter en zomer
 Resultaten PM10-FDMS

PM10_FDMS te MOLENBEEK (R001)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
WINTERPERIODE : OKTOBER 2004 - MAART 2005



PM10_FDMS te MOLENBEEK (R001)
GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

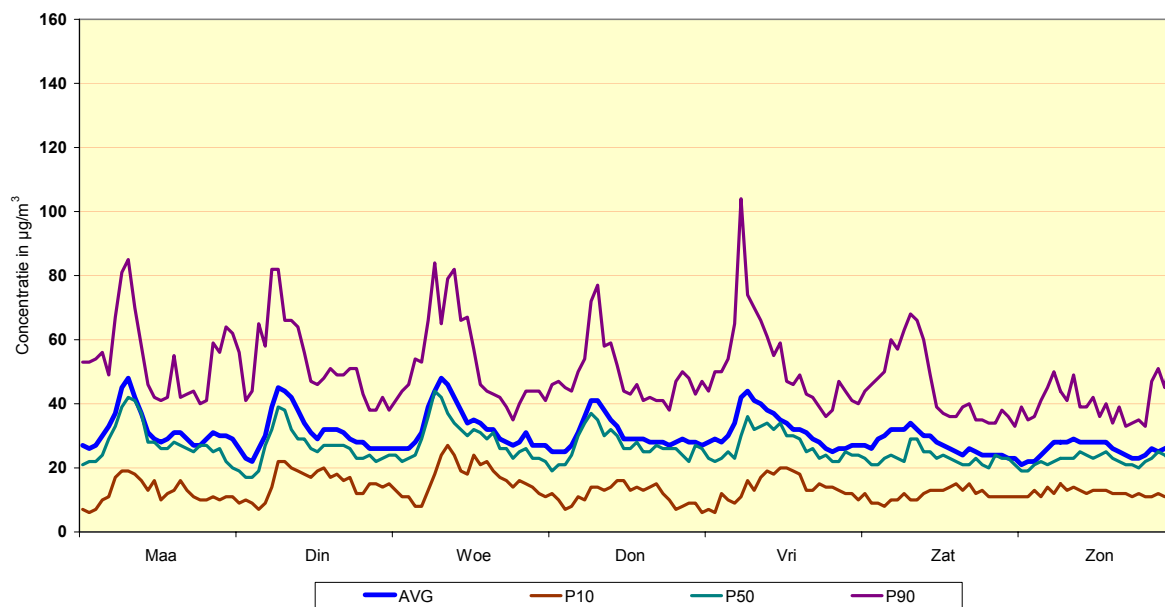
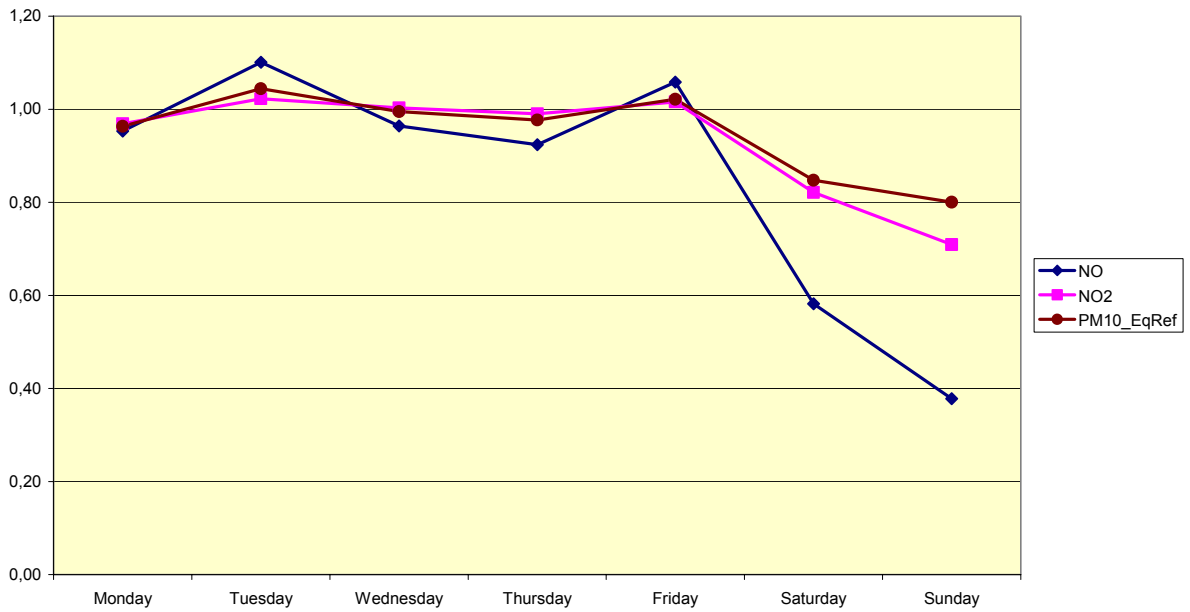


Fig. 4.39: PM10 te Molenbeek - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Gemiddelde concentratie (AVG), mediaan (P50), Percentielen P10 en P90

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



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

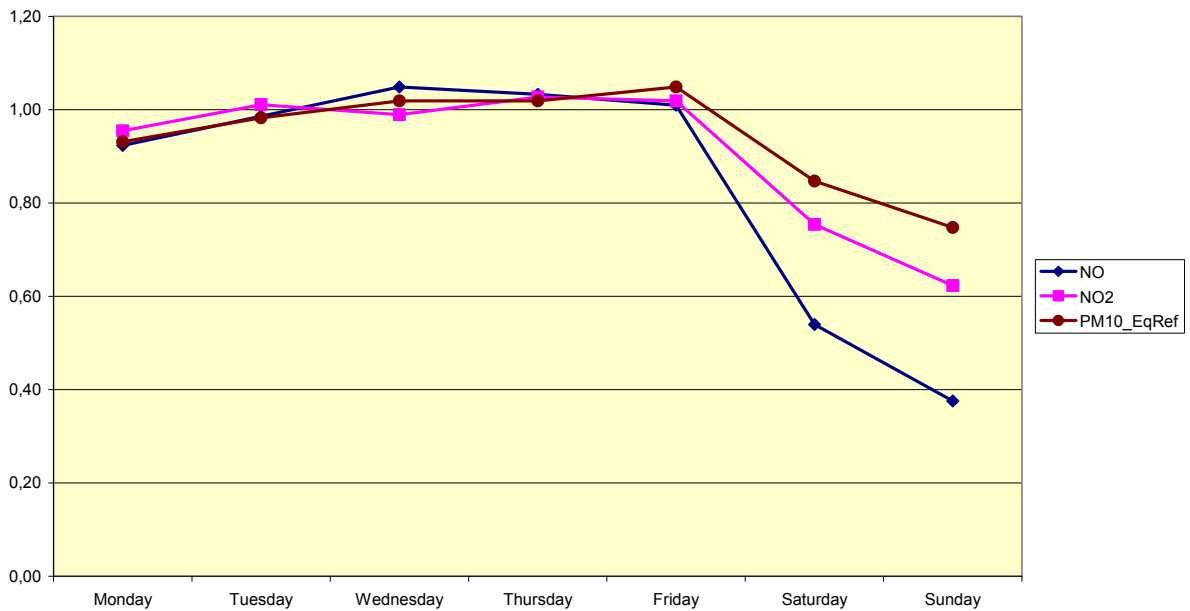


Fig. 4.40: PM10, NO₂ en NO – Genormeerd gemiddelde weekverloop
 Gemiddelde over 3 meetposten in stedelijke omgeving (verkeer, industrie, stad)
 tijdens vier opeenvolgende winterperiodes en drie opeenvolgende zomerperiodes

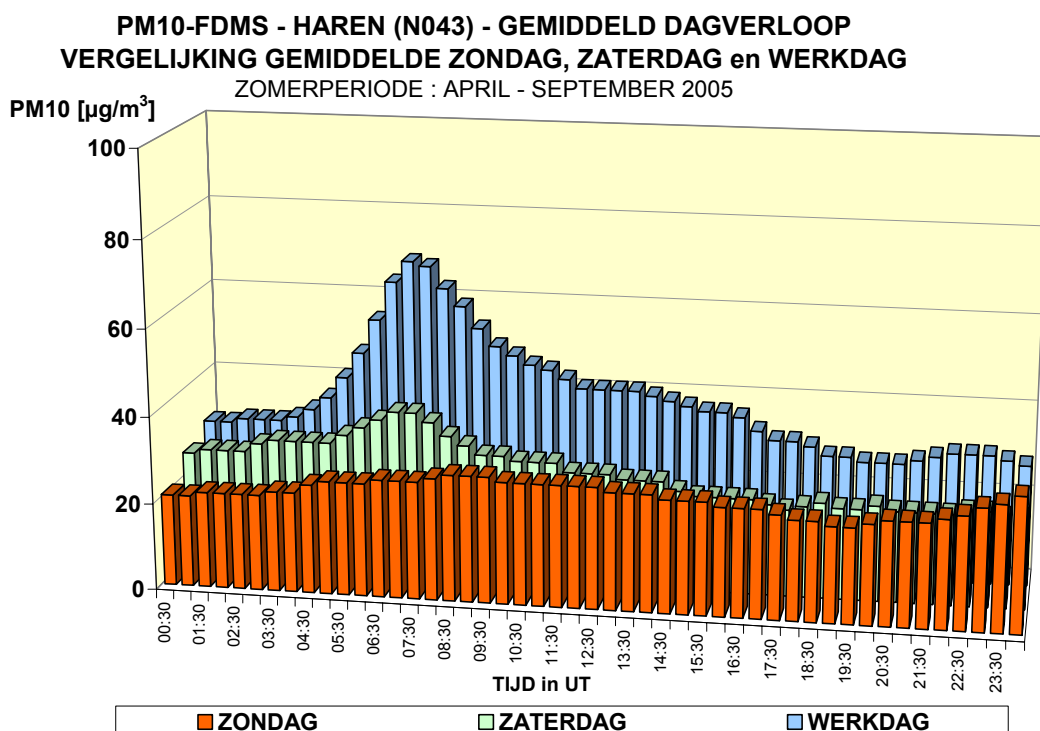
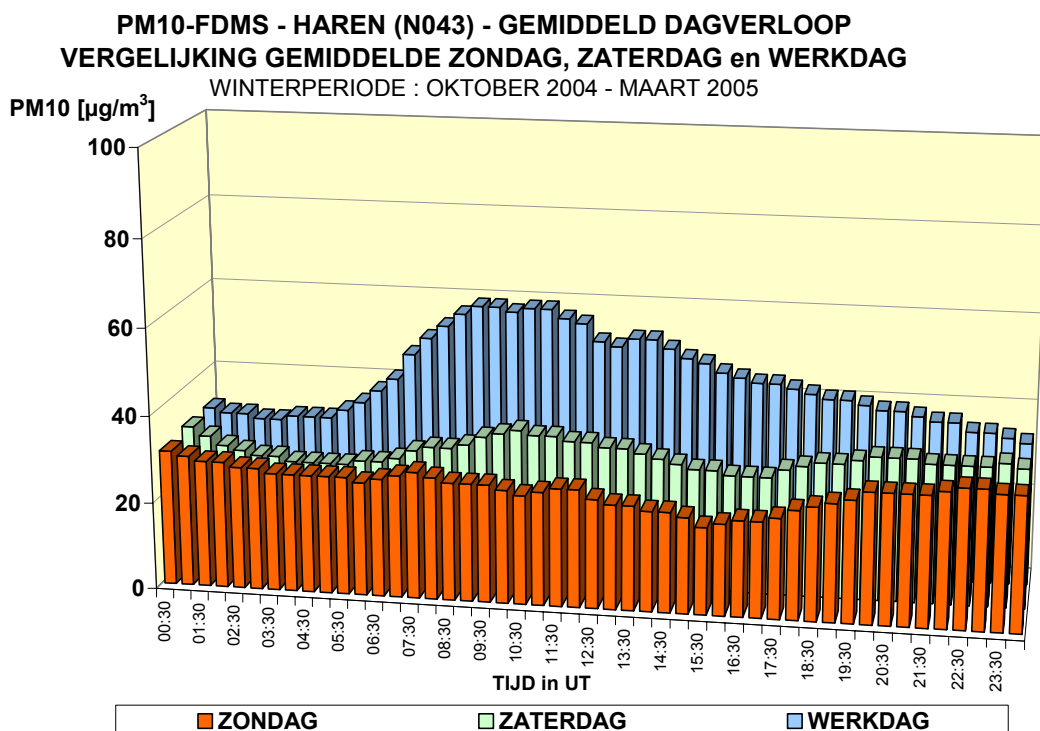


Fig. 4.41: PM10 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)
 Meetpost Haren (N043) – PM10_FDMS

4.3.7 Invloed luchtvochtigheid en enkele opmerkelijke resultaten

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

In tabel IV.26 wordt per meetpost de gemiddelde PM10-concentratie weergegeven voor de drie bovenvermelde klassen, berekend over de gehele periode 2002-2004. De gemiddelde concentratie is hoger naarmate de lucht droger is en lager naarmate de lucht meer verzadigd is met vocht. De gemiddelde PM10-concentratie bij droog weer is ongeveer 14 tot 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger dan bij een hogere relatieve vochtigheid. Bij droog weer is de gemiddelde PM10-concentratie bijna overal hoger dan 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (doelstelling jaargemiddelde concentratie).

Tabel IV.26: **PM10-EqRef – GEMIDDELDE CONCENTRATIE** [in $\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Invloed LUCHTVOCHTIGHEID
Periode 2002 - 2004

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

De cumulatieve frequentieverdeling van de PM10-dagwaarden, opgedeeld volgens de hoger gedefinieerde klassen van luchtvochtigheid, wordt grafisch voorgesteld in figuur 4.42.

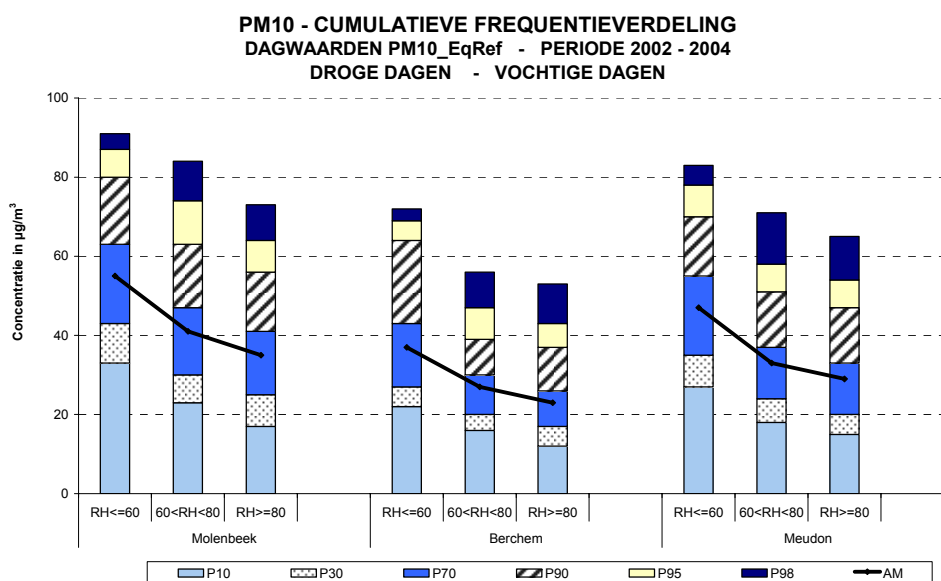


Fig. 4.42: Dagwaarden PM10 – Cumulatieve Frequentieverdeling (PM10_EqRef)
Drie klassen volgens luchtvochtigheid ($RH \leq 60$; $60 < RH < 80$; $80 \leq RH$)
Meetposten Molenbeek, St.-Ag.-Berchem en Meudonpark. Periode 2002-2004

Voor de periode 2002 t/m 2004 wordt in tabel IV.27, voor elke meetpost en voor de drie bovenvermelde klassen van luchtvochtigheid, het aantal dagen weergegeven met beschikbare PM10-resultaten (Nd) en het aantal dagen met overschrijding (NdExcd) van de dagwaarde van 50 µg/m³.

Het aantal dagen met zeer droog weer (RH ≤ 60 %) maakt ongeveer 10% uit van het totale aantal dagen tijdens de periode 2002-2004. Het aantal overschrijdingsdagen bij zeer droog weer bedraagt, afhankelijk van de meetpost, ongeveer 20 tot 40% van het totale aantal overschrijdingsdagen.

Tabel IV.27: **PM10 – AANTAL DAGEN met DAGWAARDE > 50 µg/m³**
Invloed LUCHTVOCHTIGHEID
 Periode 2002 – 2004 -- Resultaten PM10_EqRef

PM10_EqRef	80% ≤ RH		60% < RH < 80%		RH ≤ 60%		Totaal	
	Nd	NdExcd	Nd	NdExcd	Nd	NdExcd	Nd	NdExcd
Molenbeek	460	67	483	116	110	61	1053	244
Berchem	443	11	490	17	112	22	1045	50
Ukkel	346	26	389	35	103	26	838	87
Haren	456	151	498	203	112	76	1066	430
Meudonpark	457	35	495	52	114	41	1066	128
Woluwe	347	27	383	32	97	22	827	81

Nd: aantal dagen met beschikbare PM10-gegevens
 NdExcd: aantal dagen met PM10-dagwaarde hoger dan 50 µg/m³

Hersuspensie – Invloed landbouwactiviteit

Bij sterke verandering van luchtvochtigheid, bij overgang van nat naar droog weer, en bij felle wind kan geobserveerd worden dat de massa van de PM10-deeltjesfractie in de lucht soms vrij snel toeneemt. In deze gevallen wordt meestal geen of slechts een geringe toename van de PM2,5-deeltjesfractie vastgesteld. Onder bepaalde omstandigheden worden vooral de grovere deeltjes (2,5 à 10 µm) terug in suspensie gebracht.

Tijdens de oogstperiode van 2003, bij de oogst van graangewassen in de ruime omgeving van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, werd een forse toename van de PM10-concentratie vastgesteld in alle meetposten van het Gewest. De toename van de gemiddelde PM10-concentratie tijdens deze periode bedroeg ongeveer 40 µg/m³ tegenover de veertiendaagse periode ervoor en erna. Hoewel het oogsten van graangewassen gebeurt bij droog weer kan de felle toename van de concentratie wellicht niet alleen verklaard worden door de afname van de luchtvochtigheid. Een gedeelte van de toename van de massaconcentratie van PM10-deeltjes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest houdt mogelijk verband met bepaalde activiteiten uit de landbouwsector.

Voor illustraties van deze fenomenen wordt verwezen naar het BIM-Rapport: *Metingen van de PM10-deeltjesfractie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Periode 1996-2004 – September 2005.*

Hoge concentraties op dagen met weinig verkeer

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

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

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

In figuur 4.43 wordt de evolutie weergegeven van de concentratie van PM10-ruwe data en PM2,5-ruwe data. Het betreft de gegevens van de meetpost in het Meudonpark tussen zaterdag 5 en donderdag 10 februari 2005. Het concentratieverloop van beide parameters is sterk gelijkend: er is een forse toename van de concentratie op maandag 7 februari tijdens de namiddag, gevolgd door een daling rond middernacht, waarna de concentratie tijdens de ochtend van dinsdag 8 februari opnieuw toeneemt en vrij hoog blijft tot laat in de namiddag.

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

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

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

In figuur 4.44 wordt het concentratieverloop weergegeven van PM10-ruwe data en PM2,5-ruwe data op de meetpost van het Meudonpark. Het betreft de gegevens tussen zaterdag 26 en woensdag 30 maart 2005. Ongeveer 90% van de PM10-massa bestaat uit PM2,5-deeltjes. Het betreft hier wellicht eveneens omstandigheden die het nucleatie-proces bevorderen.

MEU1 - Evolution "PM10-raw data" and "PM2,5-raw data"

Period : Saturday 05 - Thursday 10 February 2005

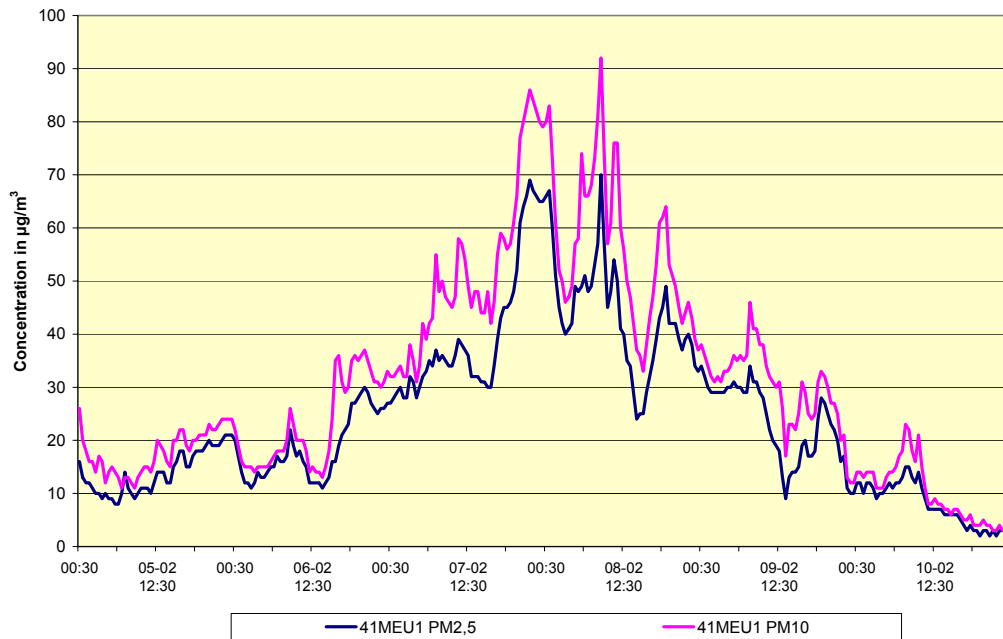


Fig. 4.43: Meudonpark – Concentratieverloop voor **PM10-ruwe data** en **PM2,5-ruwe data**
Periode: zaterdag 5 – donderdag 10 februari 2005

MEU1 - Evolution "PM10-raw data" and "PM2,5-raw data"

Period : Saturday 26 - Wednesday 30 March 2005

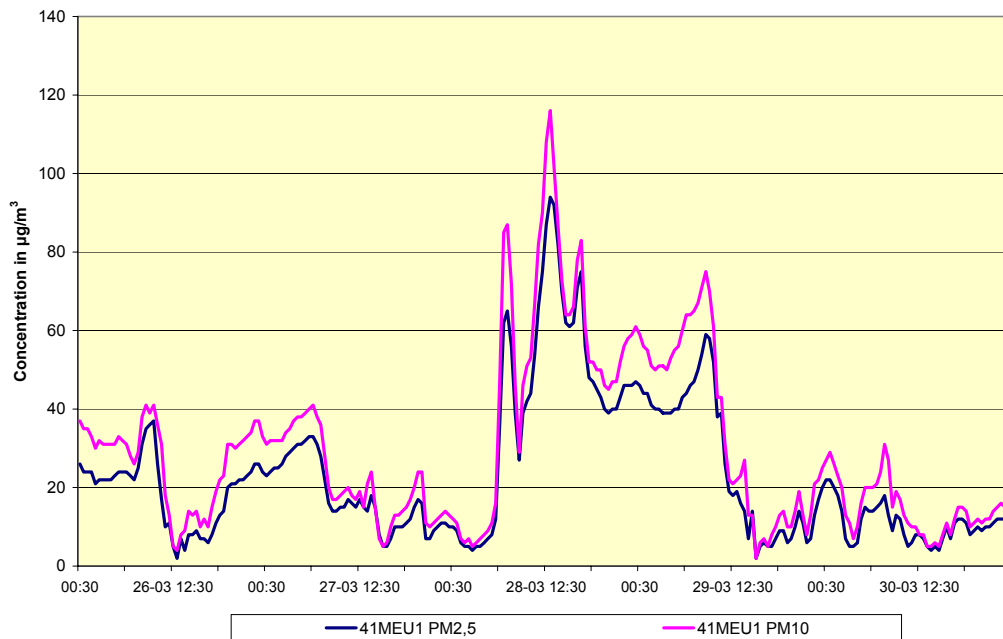


Fig. 4.44: Meudonpark – Concentratieverloop voor **PM10-ruwe data** en **PM2,5-ruwe data**
Periode: zaterdag 26 – woensdag 30 maart 2005

4.3.8 Historiek – Schatting evolutie PM10 over langere termijn (1981-2005)

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 . PM10_ruwe data
Haren	DUST = 1,5143 . PM10_ruwe data

In de periode september 2003 – december 2005 werden op de meetpost te Molenbeek vergelijkende metingen uitgevoerd tussen PM10_FDMS en PM10_ruwe data. Analoge vergelijkende metingen op de meetpost 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 . PM10_ruwe data
Haren	PM10_FDMS = 1,20 . PM10_ruwe data

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

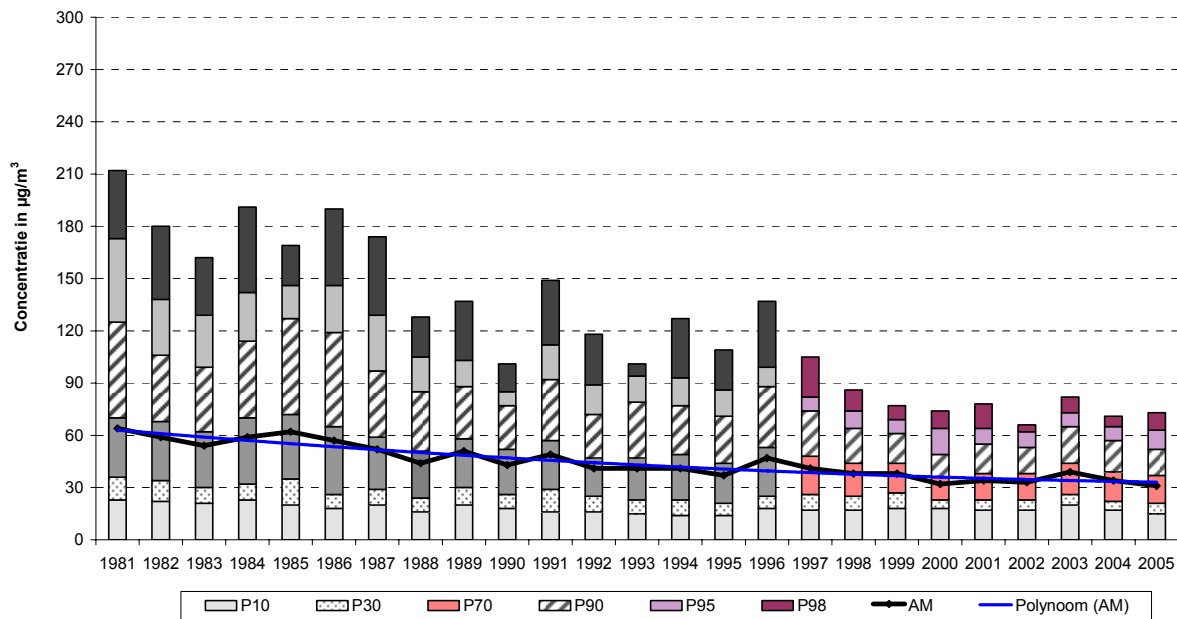
In figuur 4.45 wordt, aan de hand van de cumulatieve frequentieverdeling, de evolutie weergegeven van de geschatte PM10-concentraties tijdens de periode 1981-2005. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer voor de meetpost te Molenbeek en de grafiek onderaan deze voor de meetpost te Haren.

De figuur 4.46 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 4.47. 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.28.

Voor de periode 1996-2004 werden aan de Europese Commissie en IRCEL de resultaten PM10_EqRef (vaste omrekeningsfactor 1,47) gerapporteerd. Indien uit de lopende testen (VMM) zou blijken dat er inderdaad een goede overeenstemming is tussen PM10_FDMS en de referentiemethode, dan stemmen de resultaten weergegeven in tabel IV.28 wellicht beter met de werkelijkheid overeen. De doelstelling voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³ wordt dan wellicht overal gerespecteerd. Het jaarlijkse aantal overschrijdingen van de dagwaarde (> 50 µg/m³) is niettemin hoger dan de toegelaten maximum van 35 dagen.

PM10 te MOLENBEEK - SCHATTING EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN

1981-1996 : DUST_to_PM10_{FDMS} - 1997-2003: PM10_{Raw_to_PM10_{FDMS}} - 2004... : PM10_{FDMS}



PM10 te HAREN - SCHATTING EVOLUTIE in de TIJD
CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - DAGWAARDEN

1981-1997 : DUST_to_PM10_{FDMS} - 1998-2004: PM10_{Raw_to_PM10_{FDMS}} - 2005... : PM10_{FDMS}

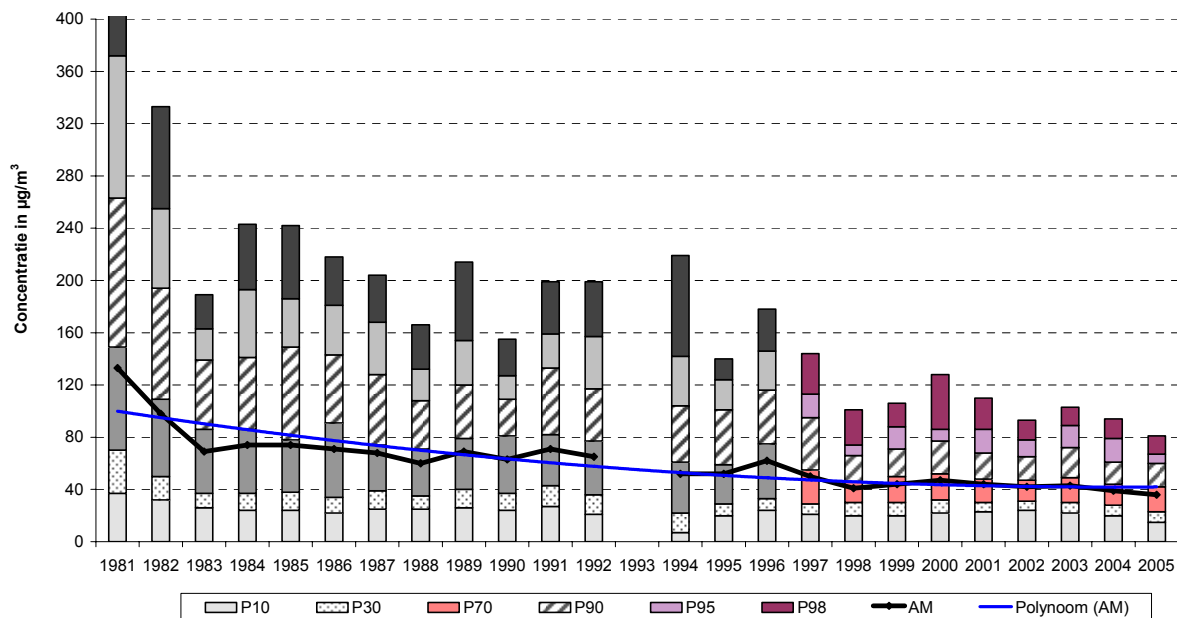
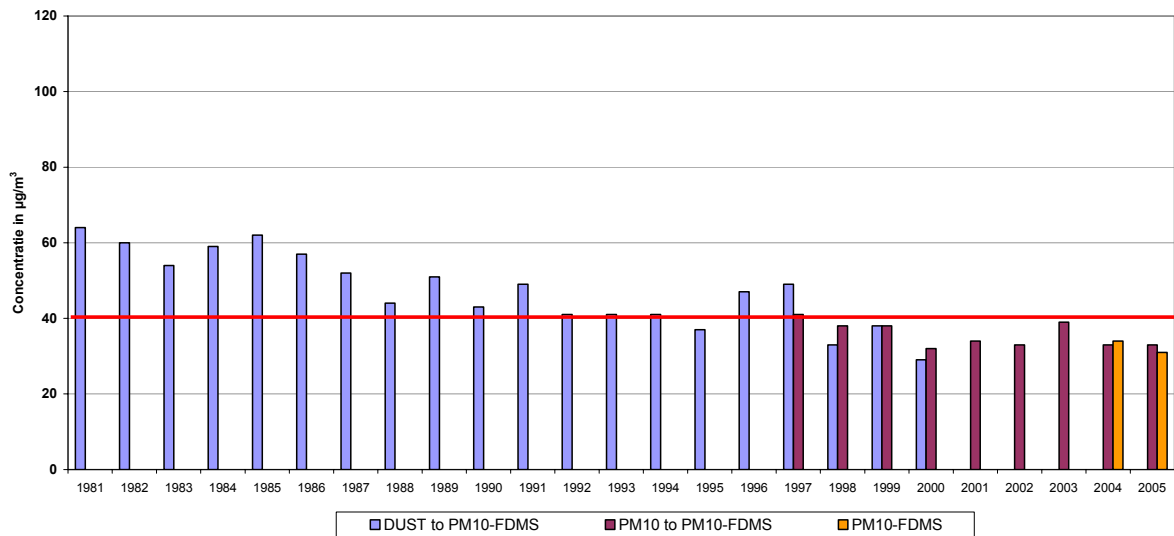


Fig. 4.45: PM10 – Meetposten Molenbeek en Haren
 Schatting van de Evolutie van de concentraties over langere termijn (1981-2005)

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

PM10 te MOLENBEEK : SCHATTING EVOLUTIE JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE
PERIODE : 1981 - 2005



PM10 te HAREN : SCHATTING EVOLUTIE JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE
PERIODE : 1981 - 2005

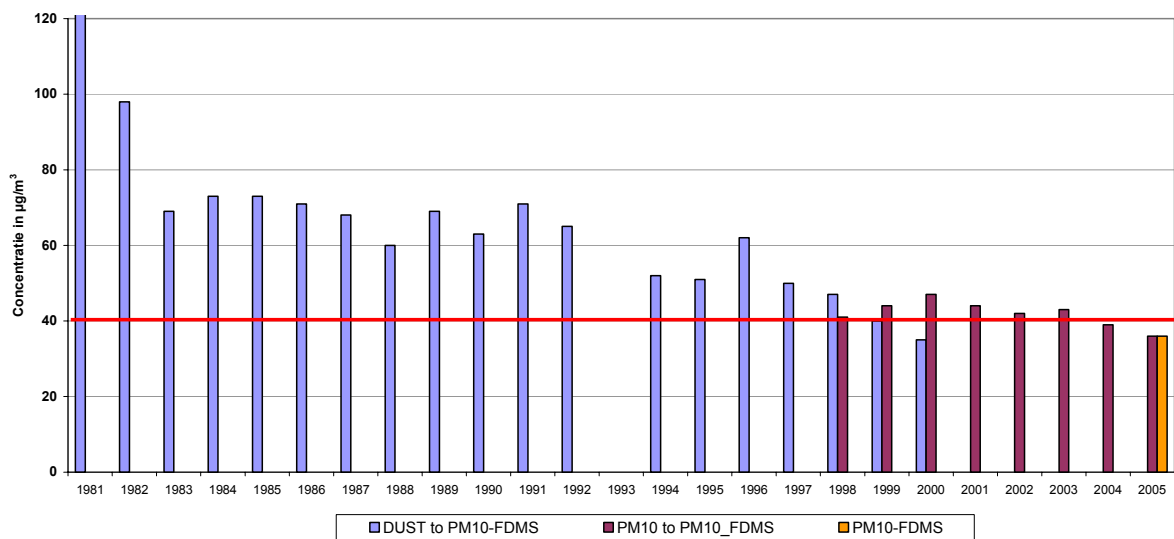


Fig. 4.46: PM10 – Meetposten te Molenbeek en Haren
 Schatting van de Evolutie van de Jaargemiddelde concentratie (1981-2005)

1981-1997: conversie DUST tot PM10_FDMS
 1998 – 2004: conversie PM10_ruwe data tot PM10_FDMS
 2004-2005: meetresultaten PM10_FDMS

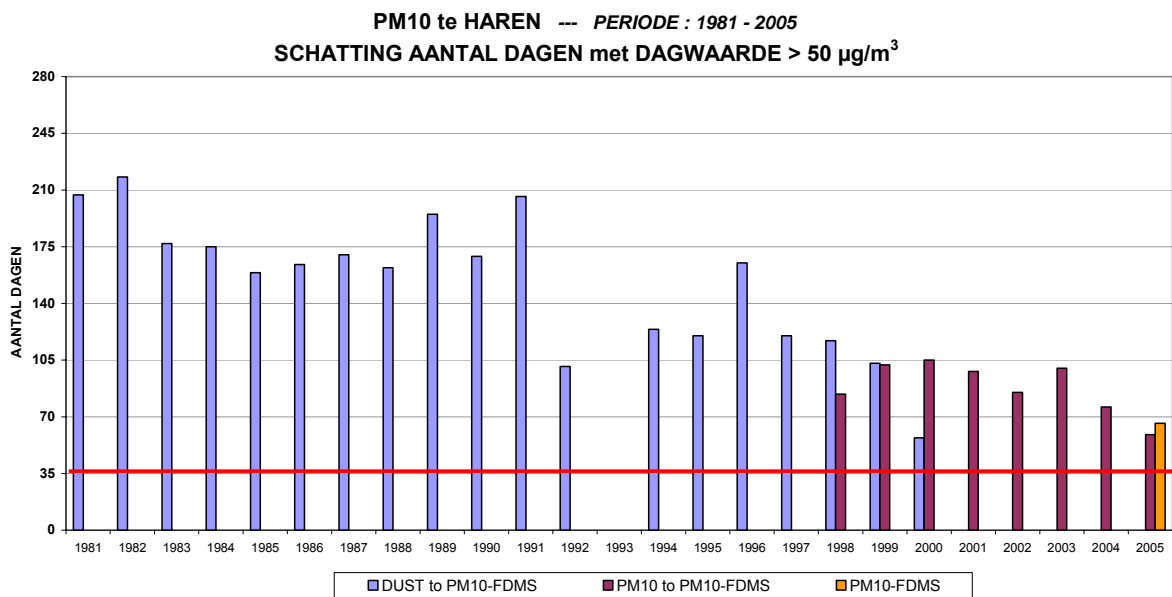
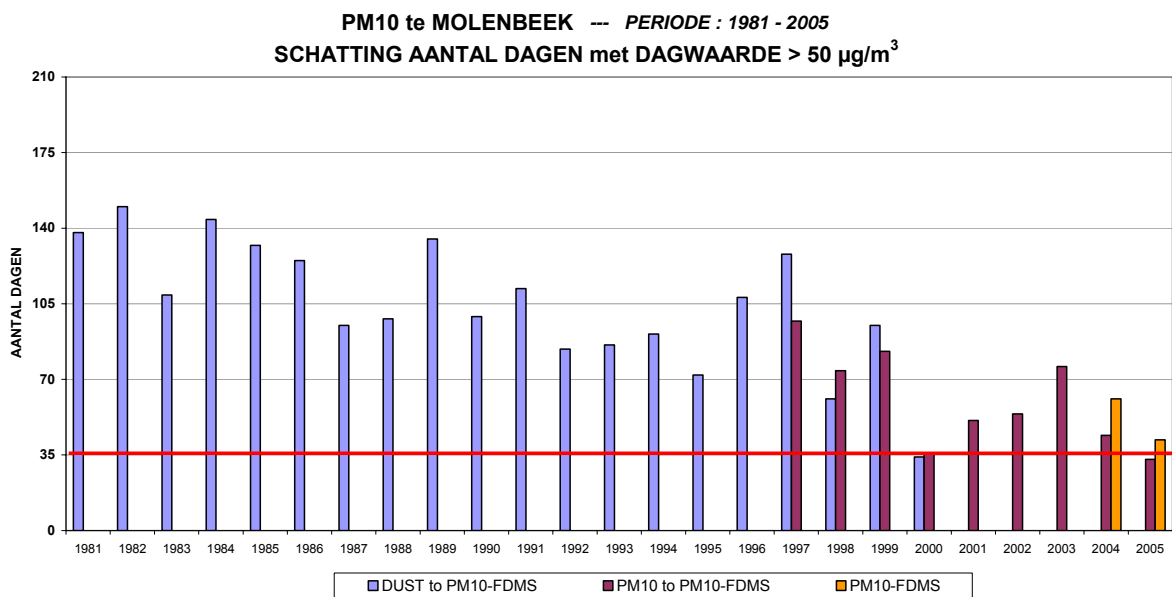


Fig. 4.47: PM10 – Meetposten te Molenbeek en Haren
 Schatting van het Aantal dagen met overschrijding - Dagwaarde > 50 µg/m³
 Periode 1981 – 2005

1981-1997: conversie DUST tot PM10_FDMS
 1998 – 2004: conversie PM10_ruwe data tot PM10_FDMS
 2004 – 2005: meetresultaten PM10_FDMS

Tabel IV.28: PM10-EVOLUTIE over LANGERE TERMIJN - PERIODE 1981-2005

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

Resultaten "DUST" omgerekend tot PM10_FDMS

Resultaten PM10_ruwe data omgerekend tot PM10_FDMS

Metingen PM10_FDMS

4.3.9 Resultaten en evolutie PM2,5-waarden

Metingen ter bepaling van het gehalte van de PM2,5-deeltjesfractie in de lucht zijn van recente datum. Vanaf 1 oktober 1999 zijn er in de meetpost in het Meudonpark zowel PM10- als PM2,5-resultaten beschikbaar. Deze meetpost is 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 worden sedert juli 2005 vergelijkende metingen uitgevoerd tussen PM2,5 en PM2,5_FDMS. Hiervoor werden tijdelijk de PM10-metingen onderbroken. Na ongeveer 9 maanden bedraagt de verhouding tussen beide reeksen gegevens, PM2,5_FDMS en PM2,5_ruwe data, ongeveer 1,40.

In tabel IV.29 worden de resultaten voor PM2,5_ruwe data weergegeven. Het betreft de resultaten van de voornaamste statistische parameters uit de periode 2000-2005: de 98^{ste} percentiel (P98), de mediaan (P50) en de jaargemiddelde concentratie (GEM).

Tabel IV.29: **PM2,5-DAGWAARDEN - P98, P50 en JAARGEMIDDELDE (GEM)**

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

P98	R001	N043	MEU1
2000	(32)	--	36
2001	39	47	34
2002	37	43	34
2003	(44)	43	40
2004	--	--	28
2005	--	--	32

P50	R001	N043	MEU1
2000	(12)	--	12
2001	14	17	12
2002	15	19	13
2003	(16)	17	13
2004	--	--	11
2005	--	--	12

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

GEM	R001	N043	MEU1
2000	(14)	--	14
2001	16	20	14
2002	17	21	15
2003	(18)	19	15
2004	--	--	13
2005	--	--	14

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

In figuur 4.48 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 2002 – maart 2003’ en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode ‘april – september 2003’. De gemiddelde concentratie is iets hoger bij aanvoer van lucht vanuit zuidoostelijke sector.

In figuur 4.49 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 percentielen P10 en P90 weergegeven. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag varieert. Voor PM_{2,5} lijkt er een 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 4.50 wordt voor PM_{2,5} het gemiddeld dagverloop weergegeven voor de meetpost te Molenbeek tijdens de winterperiode ‘oktober 2002 – maart 2003’ en tijdens de zomerperiode ‘april – september 2003’. 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. De PM_{2,5}-waarden op zaterdagen zijn van dezelfde orde of hoger dan op werkdagen. Analyse van de gegevens in de toekomst zal uitwijzen of dit een toevallige (enkele zaterdagen met hogere verontreiniging) of meer fundamentele vaststelling is.

Het meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is inmiddels uitgerust met 4 operationele toestellen voor PM_{2,5}_FDMS. Voor het opmaken van het volgende rapport (jaargangen 2006-2008) zal er meer informatie beschikbaar zijn zodat ook voor deze component een meer uitgebreide analyse van de gegevens mogelijk wordt. In de voorbije periode was de beschikbare informatie eerder schaars. Metingen van PM_{2,5} werden tijdelijk stilgelegd met het oog op vergelijkende metingen van PM₁₀-methoden.

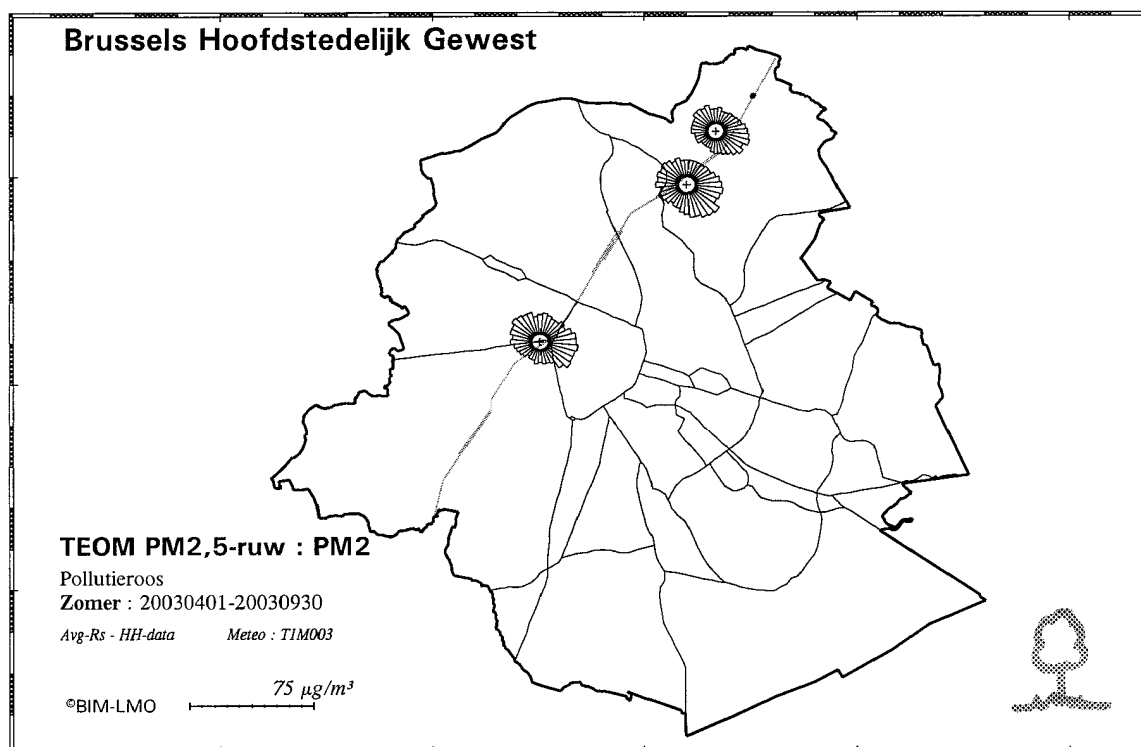
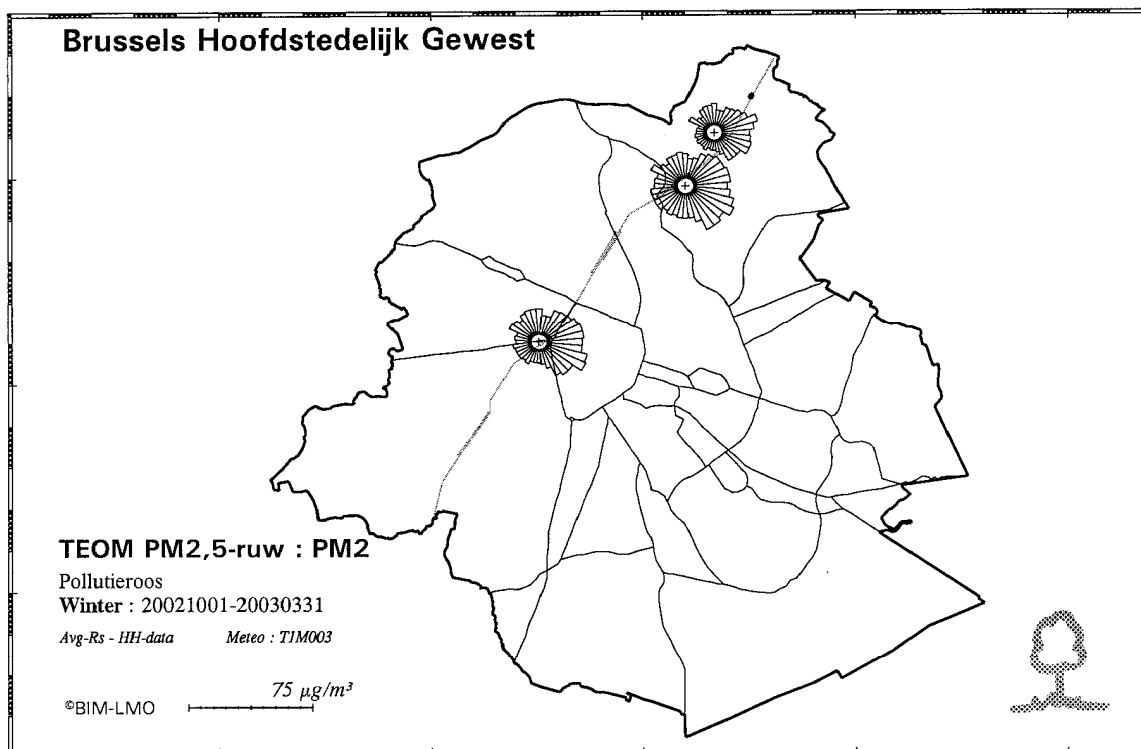
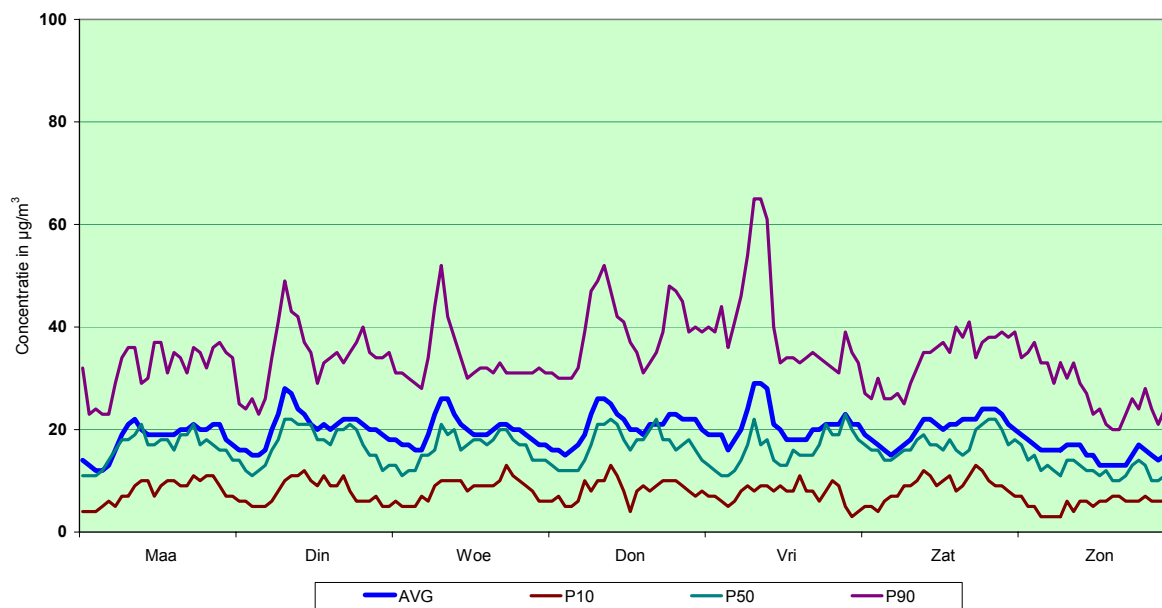


Fig. 4.48: PM2,5 - pollutierozen tijdens winter en zomer

PM2,5_ruwe data te MOLENBEEK (R001)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2002 - MAART 2003



PM2,5_ruwe data te MOLENBEEK (R001)
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2003

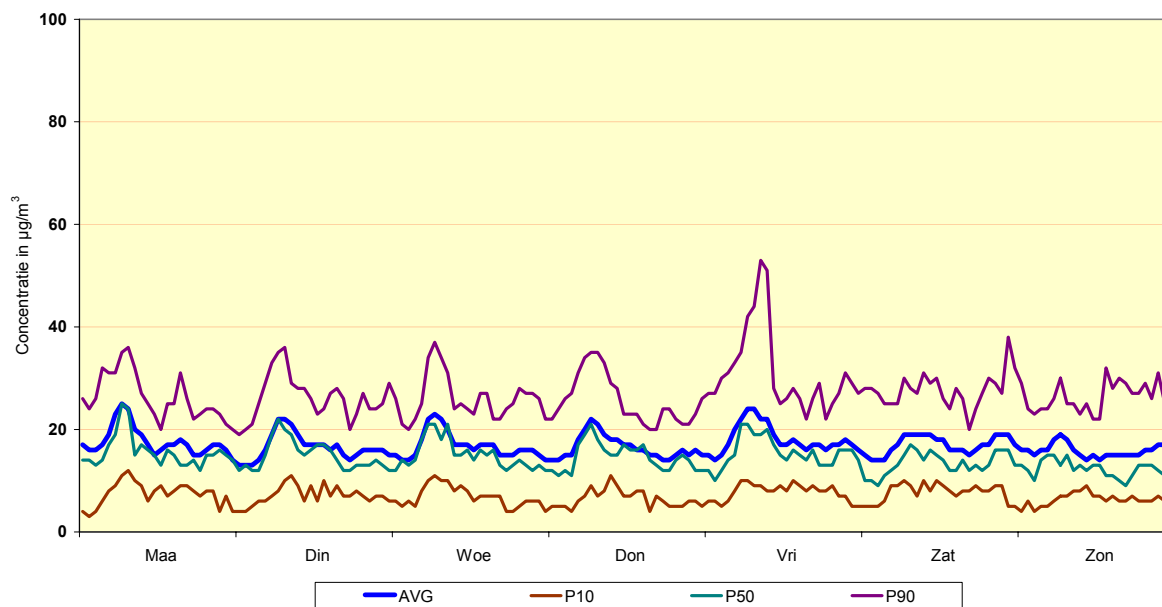
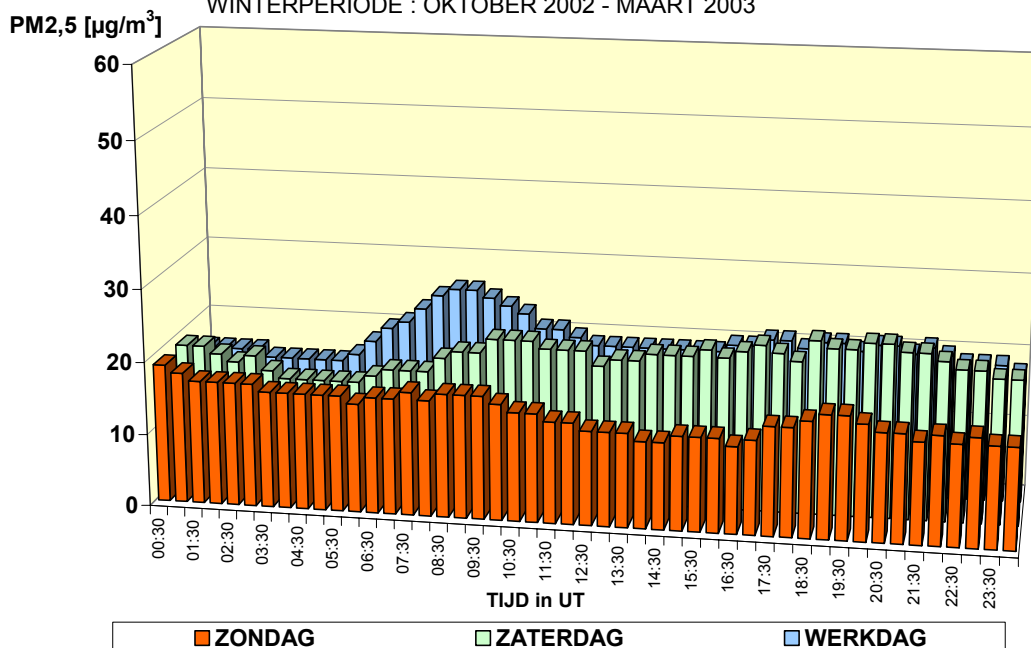


Fig. 4.49: PM2,5 - gemiddeld weekverloop tijdens winter en zomer
 Meetpost Molenbeek – Winterperiode 'oktober 2002 – maart 2003' en
 Zomerperiode 'april – september 2003'

**PM2,5_ruwe data - MOLENBEEK (R001) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**

WINTERPERIODE : OKTOBER 2002 - MAART 2003



**PM2,5-Ruwe data - MOLENBEEK (R001) - GEMIDDELD DAGVERLOOP
VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2003

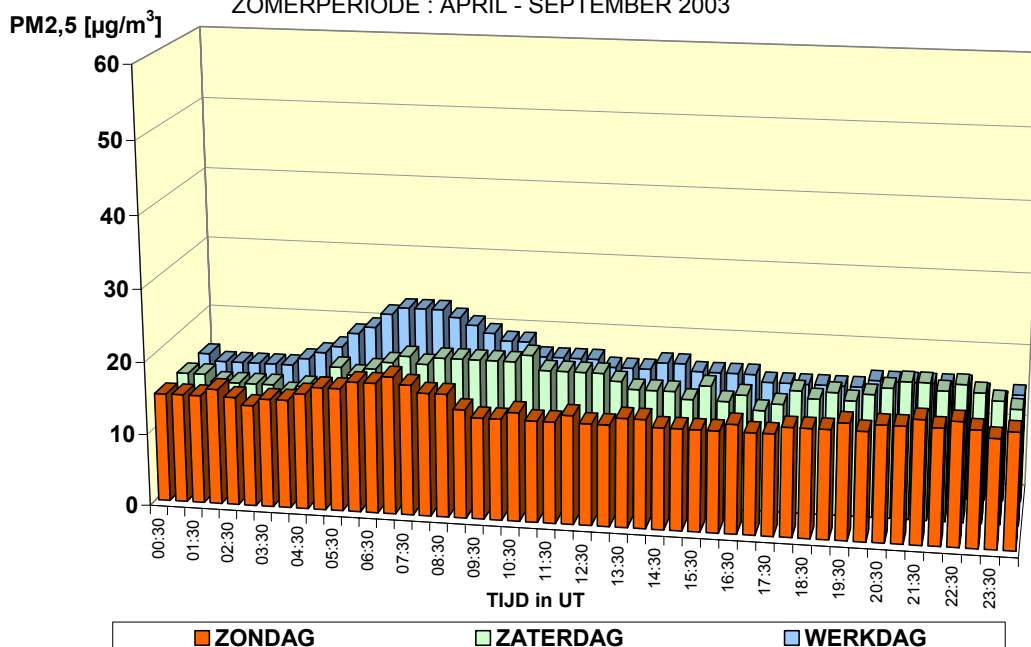


Fig. 4.50: PM2,5 - Gemiddeld dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag) Meetpost te Molenbeek – Winterperiode 'oktober 2002 – maart 2003' en Zomerperiode 'april – september 2003'

4.3.10 Rendement resultaten PM10 en PM2,5:

Het rendement (%-opbrengst) van de PM10-resultaten wordt gegeven in tabel IV.30, dit van de PM2,5-resultaten in tabel IV.31.

Tabel IV.30: **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

-- : 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.31: **PM2,5-DAGWAARDEN - RENDEMENT**

%-opbrengst = aantal dagwaarden / totaal aantal dagen

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

PM2,5	R001	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

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