



Inhoudstafel van de fiche 23 "De fijne deeltjes (PM10, PM2,5)"

1. Inleiding	3
2. Eigenschappen van de deeltjes en de hiermee verband houdende terminologie	3
2.1. De fijne deeltjes, een luchtpolluent zonder chemische definitie	3
2.2. Emissie versus immissie van deeltjes	3
2.3. Classificatie van de deeltjes volgens de granulometrie.....	4
2.4. Classificatie van de deeltjes volgens herkomst en vorming	4
2.5. Manieren om de deeltjes te kwantificeren	5
3. Gevolgen van de deeltjes	5
3.1. Gevolgen voor de gezondheid	5
3.2. Gevolgen voor het klimaat	6
3.3. Gevolgen voor het milieu	6
4. De Europese richtlijnen met betrekking tot zwevende deeltjes	7
4.1. Reglementering van de PM-concentraties in de omgevingslucht.....	7
4.1.1. De PM10- en PM2,5-fracties van de deeltjes	7
4.1.2. De deeltjes gemeten volgens de zwarte-rookmethode.....	9
4.2. Reglementering van de PM-emissies.....	9
4.2.1. Richtlijn 2000/76/EG – verbranding van afval.....	9
4.2.2. IPPC-richtlijn.....	9
4.2.3. Diverse richtlijnen voor de regulering van de emissies afkomstig uit de transportsector	10
4.2.4. Diverse richtlijnen die het energieverbruik willen beperken	12
5. Inventaris van de emissies van primaire PM10-deeltjes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest	12
5.1. De lokale emissiebronnen.....	12
5.2. Evolutie van de lokale emissies sinds 1990	13
6. Monitoring van de deeltjesconcentraties in de omgevingslucht	14
6.1. Telemetrische metingen van de PM10- en PM2,5-deeltjes in het Brussels Gewest	14
6.1.1. Monsternemings- en analysemethoden.....	14
6.1.2. Kenmerken van de meetstations	15
6.1.3. Evolutie op middellange en lange termijn van de PM10-concentraties	17
6.1.4. Evolutie op middellange termijn van de PM2,5-concentraties	19
6.2. Metingen met uitgestelde analyse van de zwarte rook in het BHG	19
6.2.1. Monsternemings- en analysemethoden.....	19
6.2.2. Kenmerken van de meetstations	20
6.2.3. Evolutie op lange termijn van de zwarte-rookconcentraties in het BHG	20
7. Analyse van de naleving van de 'gezondheidsnormen' in het BHG	21
7.1. Naleving van de dagnorm	21
7.1.1. De PM10-deeltjes	21
7.2. Naleving van de jaarnorm	22
7.2.1. De PM10-deeltjes	22
7.2.2. De PM2,5-deeltjes	23



7.3. Prognose in verband met de naleving van de norm	24
8. Objectivering van het deeltjesgehalte in de omgevingslucht	26
8.1. Nabijheidseffect van de stedelijke activiteiten op de deeltjesconcentratie	26
8.2. Beoordeling van het belang van het wegverkeer: impact van het weekend op de deeltjesconcentratie	27
8.2.1. Zwarte rook	27
8.2.2. PM10 en PM2,5.....	28
8.3. Beoordeling van het belang van het wegverkeer: impact van de autoloze dagen op de deeltjes	30
8.4. De vorming van secundaire aerosols	32
8.5. De ratio tussen de PM2,5- en de PM10-deeltjes in het Brussels Gewest	36
8.6. Weersomstandigheden tijdens PM10-overschrijdingsdagen.....	37
8.7. Belang van achtergrondvervuiling en de aanvoer van PM10-deeltjes in het BHG	38
8.8. Enkele chemische parameters van de deeltjes in het Brussels Gewest	39
8.8.1. Gehalte aan PAK's, markers van verbrandingsprocessen	39
8.8.2. PAK's en de menselijke gezondheid	43
8.8.3. Bestanddelen aangevoerd van buiten de stad	43
8.8.4. Precursoren van aerosols.....	43
8.9. Telling van het aantal deeltjes.....	43
9. Conclusies op basis van de verrichte vaststellingen.....	44
9.1. De massaconcentratie van de PM wordt niet hoofdzakelijk bepaald door de lokale uitstoot van het verkeer.....	44
9.2. Oorzaken van de overschrijdingen van de PM10-normen	45
9.2.1. Overschrijdingen die tegelijk in meerdere meetpunten optreden.....	46
9.2.2. Overschrijdingen die zich beperken tot een industriële omgeving en/of een omgeving met veel verkeer	48
10. Kanttekeningen bij de relatie tussen de fijne deeltjes en het wegverkeer.....	49
11. De blootstelling van de gebruikers van de openbare ruimte.....	51
12. Conclusies	52



23. DE FIJNE DEELTJES (PM10, PM2,5)

1. Inleiding

De wetenschappelijke gemeenschap buigt zich al enkele decennia over de precieze impact die de fijne deeltjes uitoefenen op de menselijke gezondheid en op het klimaat, om met name de beleidsmakers te helpen doeltreffende maatregelen te nemen ter bescherming van de volksgezondheid.

Door de almaar restrictiever wordende Europese richtlijnen worden de regeringen van de lidstaten aangepord om maatregelen te treffen voor het beperken van de vervuiling door zwevende deeltjes die steeds meer aanleiding geven tot bezorgdheid in Centraal- en West-Europa, een 'hotspot'-regio die gekenmerkt wordt door een grote activiteits- en bevolkingsdichtheid (EMEP, 2005). Zonder meetnet is het onmogelijk inzicht te krijgen in de vervuilingproblemen en de gepaste acties te bepalen voor het beschermen van de volksgezondheid en het milieu.. Elk land van de Europese Unie moet overigens over een uiterst stabiel en betrouwbaar meetnet beschikken om de evolutie van de deeltjesconcentraties in de lucht te kunnen objectiveren. In de agglomeraties van ongeveer één miljoen inwoners moet volgens de Europese richtlijnen elke verontreinigende stof op vier verschillende locaties gemeten worden. De PM2,5-deeltjes maken hierop een uitzondering, hiervoor volstaan twee meetposten.

De problematiek van de fijne deeltjes is erg complex omwille van de variabiliteit van hun fysisch-chemische samenstelling en het feit dat we weinig vat hebben op de vorming van secundaire deeltjes in de lucht, hun levensduur en de wijze waarop ze vervoerd worden. We hebben hier dan ook te maken met een belangrijk grensoverschrijdend probleem van dezelfde grootteorde als de verzuring, de eutrofiëring en het troposferisch ozon. Dat we op alle bevoegdheidsniveaus, van het lokale tot het continentale, de handen in elkaar zullen moeten slaan om dit probleem aan te pakken is dan ook overduidelijk.

2. Eigenschappen van de deeltjes en de hiermee verband houdende terminologie

2.1. De fijne deeltjes, een luchtpolluent zonder chemische definitie

'Stof' of 'fijnstof' is een algemene verzamelnaam voor alle afzonderlijke deeltjes die zich in suspensie bevinden in de omgevingslucht. Deze deeltjes worden ook wel 'aerosol' of 'Particulate Matter' (PM) genoemd. Het handelt om een complex mengsel van kleine vaste deeltjes en vloeibare druppeltjes waarvoor, in tegenstelling tot alle andere luchtpolluenten, geen chemische definitie wordt gehanteerd omwille van de uitgebreide waaier aan mogelijke fysisch-chemische samenstellingen. Afhankelijk van de temperatuur en de luchtvochtigheid kunnen sommige van deze zwevende deeltjes een aanzienlijke en variabele hoeveelheid vocht en vluchtige stoffen bevatten. Andere deeltjes, zoals de ammoniumzouten, vallen uit elkaar wanneer de temperatuur stijgt en de lucht droger wordt. Gezien de grote variatie in afmetingen en fysisch-chemische samenstelling lopen de effecten van de deeltjes op de gezondheid en het milieu sterk uiteen.

2.2. Emissie versus immissie van deeltjes

De emissie of uitstoot wordt uitgedrukt in massa-eenheid per tijdseenheid (bv. kiloton per jaar, kt/jaar). Emissie verwijst naar de hoeveelheid deeltjes die direct of indirect door het wegvervoer, de residentiële, de tertiaire of de industriële sector in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest uitgestoten wordt. De kwantificering van deze emissies gebeurt op basis van de verbruiksgegevens van de belangrijkste emissiebronnen en van welbepaalde emissiefactoren (uitgedrukt in g/J) die een schatting zijn van de hoeveelheid pollutant die per verbruikte hoeveelheid energie, wordt uitgestoten. Met behulp van de aldus bepaalde emissies kunnen dan de respectieve bijdragen van de verschillende vervuilingbronnen bepaald worden en kunnen die sectoren geïdentificeerd worden waarvoor men maatregelen dient te treffen. Eenmaal uitgestoten worden de deeltjes in functie van de weersomstandigheden (wind, hoogte van de menglaag, temperatuurinversie) op min of meer doeltreffende wijze in de lucht verspreid.

De immissiewaarden daarentegen stemmen overeen met de in de omgevingslucht gemeten concentraties en worden uitgedrukt in massa-eenheid per luchtvolume (bv. in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de deeltjes).



De evaluatie van de luchtkwaliteit gebeurt op basis van immissies en niet op basis van emissies.

2.3. Classificatie van de deeltjes volgens de granulometrie

Er is sprake van verschillende afmetingen van deeltjes; deze worden bepaald in functie van de aerodynamische diameter, hierna kortweg 'diameter' genoemd:

- De totale deeltjes (PM): de som van alle deeltjes in de lucht;
- De fijne deeltjes (PM10): de deeltjes met een diameter kleiner dan 10 μm ;
- De erg fijne deeltjes (PM2,5): de deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 μm ;
- De ultrafijne deeltjes (PM1): de deeltjes met een diameter kleiner dan 1 μm ;
- De nanodeeltjes (PM0,1): de deeltjes met een diameter kleiner dan 0,1 μm die beschouwd worden als het meest schadelijk voor de gezondheid.

Hierbij dient opgemerkt dat de PM10-deeltjes de PM2,5-, de PM1- en de PM0,1-deeltjes omvatten, net zoals de PM1- en de PM0,1-deeltjes deel uitmaken van de PM2,5-deeltjes en de PM1-deeltjes ook de PM0,1-deeltjes behelzen. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is vanaf 1999 begonnen met het meten van de PM2,5-fractie.

2.4. Classificatie van de deeltjes volgens herkomst en vorming

De in de omgevingslucht aanwezige deeltjes zijn afkomstig van verschillende soorten bronnen:

- Natuurlijke deeltjes zijn afkomstig van natuurlijke processen. 'Natuurverschijnselen' vermeld in de Richtlijn 1999/30/EG zijn: vulkaanuitbarstingen, seismische activiteit, geothermale activiteit, spontane branden, stormverschijnselen, atmosferische resuspensie of de aanvoer van natuurlijke deeltjes uit woestijngebieden. Richtlijn 2008/50/EG vermeldt daarnaast ook nog zeezout als gevolg van verstuivend zeewater en voorziet eveneens maatregelen om de gevolgen van het strooien van zand en zout op de wegen in de winter teniet te doen, aangezien deze de deeltjesconcentratie in de lucht verhogen.
- Antropogene deeltjes zijn het gevolg van menselijke activiteiten. Het gaat hier om verbranding, industriële processen, roetvorming, slijtage van de wegbedekkingen, sloopwerken, bouwplaatsen, opslag, lading en lossing van goederen in bulk, afschuring, enz.

Al naargelang de deeltjes als dusdanig uitgestoten worden of zich in de lucht vormen ten gevolge van chemische reacties vanuit andere verontreinigende stoffen, maken we een onderscheid tussen:

- Primaire deeltjes (waarvan de oorsprong zowel natuurlijk kan zijn als antropogeen);
- Secundaire deeltjes (het betreft hier vorming van sulfaten, vorming van nitraten, nucleatie van gasmoleculen, gasvormige reacties in waterdruppeltjes).

Secundaire deeltjes vormen zich in specifieke weersomstandigheden en zijn het resultaat van een combinatie met natuurlijk in de lucht aanwezige moleculen die op hun beurt dan weer afkomstig zijn van verontreinigende gasvormige precursoren, zoals VOS, ammoniak (NH_3), salpeterzuur (HNO_3) en de zwavelderivaten die verband houden met de emissies van SO_2 . Voormelde ammoniak is voornamelijk afkomstig van de landbouwsector, terwijl het salpeterzuur waarvan sprake ontstaat uit de oxidatie van de bij verbranding van stookolie uitgestoten NO_x (transformatie van NO in NO_2). In een stedelijke omgeving zijn de NO_x vooral afkomstig van het verkeer, alsook van de verwarming van gebouwen. De NO_x die snel in HNO_3 worden omgezet, kunnen ofwel uitgeloozd worden wanneer het regent (HNO_3 is immers erg oplosbaar in water), ofwel met een deeltje reageren om zo particulier nitraat te vormen. Als de temperatuur hoog genoeg is, kan dit particulier nitraat verdampen of als het regent, kan het uitregenen. Het aandeel van de secundaire aerosols is zeker niet verwaarloosbaar (zie punten 8.4 en 8.5).

De deeltjes met een diameter tussen 10 en 2,5 μm zijn voor het merendeel primaire deeltjes die afkomstig zijn van de mechanische afschuring van vaste stoffen (oppervlaktewrijving, bouw- en sloopplaatsen, bodembehandeling, enz.). Bij droog weer hangt de concentratie aan PM10-deeltjes af van het evenwicht tussen hun verspreiding in de lucht en het neerslaan ervan ten gevolge van de zwaartekracht.

De PM2,5-deeltjes bestaan zowel uit primaire als uit secundaire deeltjes. De primaire PM2,5-deeltjes zijn hoofdzakelijk koolstofhoudende deeltjes afkomstig van de condensatie van erg warme dampen die vrijkomen bij de verbranding van fossiele organische stoffen (steenkool, stookolie, diesel, enz.) of



biomassa (hout, enz.). Deze deeltjes worden ook steeds vaker 'dieselpartikels' genoemd, naar aanleiding van de op dit ogenblik meest overstreden bron van deze deeltjes in een stedelijke omgeving.

Voor de ultrafijne deeltjes (PM1) en de nanodeeltjes (PM0,1) bestaan nog geen geregelde metingen. Zij zijn grotendeels afkomstig van de verbranding van fossiele energie en zijn de deeltjes die het schadelijkst lijken voor het organisme. Behoren tot deze PM1-deeltjes: roetdeeltjes, van het verkeer afkomstig lood, elementaire koolstof en een groot deel van de ammoniumzouten.

Uit bovenstaande toelichting over hun herkomst en vorming blijkt overigens duidelijk dat de gemeten deeltjes niet noodzakelijkerwijs uitgestoten of gevormd hoeven te zijn op de plaats waar ze gedetecteerd worden, zij kunnen ook van erg ver afkomstig zijn. In dit opzicht maken we dan ook een onderscheid tussen:

- Endogene deeltjes, die binnen het eigen gebied zijn ontstaan
- Exogene deeltjes, die over grote afstanden meegevoerd werden (zie punt 8.8).

Kortom:

Om de concentraties aan PM10-deeltjes op een bepaalde plaats correct te kunnen interpreteren, moeten we goed beseffen dat een aanzienlijk maar variabel deel uit PM2,5-deeltjes bestaat, en dat de gemeten waarden ook het resultaat zijn van de vorming van secundaire aerosols, naast de deeltjes die in de buurt of op enige afstand werden uitgestoten door menselijke en natuurlijke activiteiten.

2.5. Manieren om de deeltjes te kwantificeren

De gehanteerde kwantificatiemethoden verschillen al naargelang de deeltjes op een membraanfilter opgevangen werden of nog in suspensie zijn in de lucht. Daarbij worden verschillende parameters gebruikt:

- De **massa**: De kwantificatie van de massa van de bemonsterde deeltjes die in functie van hun grootte geïnclassificeerd worden, is de methode die op dit ogenblik nog altijd gebruikt wordt voor het controleren van de naleving van de normen, en in de meeste epidemiologische studies. De door de EG-richtlijn opgelegde referentiemethode is overigens de gravimetriemethode na monsterneming op een filter gedurende 24 uur. Vanuit toxicologisch standpunt lijkt deze aanpak evenwel steeds meer verouderd;
- Het **aantal**: De kwantificatie van het aantal bemonsterde deeltjes die in functie van hun grootte geïnclassificeerd worden, lijkt meer geschikt om de toxiciteit van deeltjes na te gaan. De fijnste deeltjes zijn in principe het grootst in aantal, maar hun bijdrage tot de massaconcentratie weegt niet op tegen de bijdrage van de grootste deeltjes;
- De **oppervlakte** en de vorm.

3. Gevolgen van de deeltjes

3.1. Gevolgen voor de gezondheid

De grote deeltjes (diameter > 10µm) die hoofdzakelijk een natuurlijke herkomst hebben, hebben maar een geringe impact op de gezondheid: Zij slaan nl erg snel neer op de grond, worden door de neus tegengehouden of worden ingeslikt. Het opvolgen van hun emissie en concentratie lijkt dan ook minder nuttig voor de bescherming van de volksgezondheid (MIRA, 2007).

De fijne (PM10) en erg fijne deeltjes (PM2,5) dringen daarentegen min of meer diep in het ademhalingsstelsel door, afhankelijk van hun grootte. De deeltjes van de fractie < 2,5 µm kunnen dieper doordringen en de allerkleinste deeltjes kunnen zelfs meegevoerd worden tot in de longblaasjes, waar giftige of ronduit gevaarlijke stoffen in de bloedsomloop kunnen terechtkomen. De thoracale (<PM2,5) en alveolaire fracties (<PM1) van de deeltjes kunnen tot irritatie van de luchtwegen leiden, alsook tot een verandering van de ademhalingsfunctie, vooral dan bij kinderen en oudere personen (zie gezondheidsfiche 15 'Chronische obstructieve longziekte (COPD)'), zij kunnen bij astmalijders een toename veroorzaken van de frequentie en de intensiteit van astma-aanvallen (zie gezondheidsfiche 14 'Astma'). Verder worden deze deeltjes in verband gebracht met cardiovasculaire problemen, een toename van het aantal vroegtijdige sterftes en een verminderde levensverwachting.



Tal van epidemiologische studies baseren zich intussen op de monitoring van de PM10-concentraties als representatief voor de deeltjesblootstelling met het oog op het ramen van de gevolgen voor de gezondheid (zie bv. de APHEIS-studies in Europese steden). De modellering van de impact op de gezondheid van de blootstelling aan fijne deeltjes werd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest uitgevoerd in het kader van het 'APHEIS'-project ('Air Pollution and Health: a European Information System') (zie apheis.net) en het 'ENHIS-1'-project ('European Environment and Health Information System') (zie enhis.org). Beide projecten hebben zich gebaseerd op de gegevens van 2001 en 2004 om een schatting te maken van het sterftecijfer dat te wijten is aan de deeltjesblootstelling, en vooral van de sterftes die vermeden hadden kunnen worden indien de blootstelling minder groot was geweest (zie IBGE-BIM, 2008b).

Het gevaar voor de gezondheid hangt eveneens af van de chemische samenstelling en van de eventuele combinatie met andere verontreinigende stoffen (zware metalen, PAK's). Omwille van hun mogelijk mutagene en/of carcinogene aard vormen de aanwezigheid van roet, PAK's en koolstofhoudende deeltjes in de fractie van de fijne deeltjes zonder meer een groter risico, dan de klei- en zanddeeltjes, die behoren tot de klasse van 2,5 tot 10 µm. Punt 8.8.2 geeft meer informatie over de PAK's en de menselijke gezondheid.

Andere in aanmerking te nemen elementen zijn de dosis en de duur van de blootstelling (zie gezondheidsfiche 2).

Bij de inwerkingtreding van richtlijn 1999/30/EG werd de PM10-fractie van de deeltjes weerhouden als parameter voor de beoordeling van de luchtkwaliteit en haar gevolgen voor de menselijke gezondheid. De keuze van de PM10-fractie als parameter voor de gezondheid is verdedigbaar, omdat ze zowel de fijne fractie (< 2,5 µm) als de grotere deeltjes (van 2,5 tot 10 µm) omvat. Sinds de richtlijn 2008/50/EG is het voortaan ook verplicht om de aanwezigheid van de PM2,5-deeltjes in de omgevingslucht op te volgen. De luchtkwaliteitsdoelstellingen in deze richtlijn hebben betrekking op zowel de massaconcentraties aan PM2,5-deeltjes, als de blootstelling aan fijne deeltjes in het geval van de stedelijke gebieden.

Aangezien een groot deel van de PM10-massa kan bestaan uit grote minerale deeltjes en zware deeltjes (grotere soortelijke massa) die een kleiner risico voor de gezondheid vormen, is een norm gebaseerd op de massaconcentratie van de PM10-fractie wellicht niet de meest geschikte methode om de evolutie van de meest gevaarlijke deeltjesconcentraties op te volgen. Ondanks de aanzienlijke vermindering van het aantal gevaarlijke deeltjes waartoe de installatie van roetfilters in dieselwagens (Euro5-norm) zal leiden, zal deze ingreep vermoedelijk maar in geringe mate de PM10-massaconcentratie verlagen, nochtans zal het op het vlak van de gezondheid ongetwijfeld voor een reële verbetering zorgen.

3.2. Gevolgen voor het klimaat

Afgezien van de risico's voor de gezondheid hebben de deeltjes ook een onmiskenbaar effect op het klimaat [IPCC, 2001]. Zo hebben ze een directe impact op de stralingsbalans van de aarde: Sommige deeltjes, zoals de koolstofdeeltjes, absorberen immers de zonnestraling en zorgen zo voor een plaatselijke opwarming van de lucht, terwijl andere deeltjes het licht dan weer reflecteren, wat een afkoeling met zich meebrengt. Deze deeltjes kunnen bovendien ook indirect op het klimaat inwerken: Voor de vorming van waterdruppeltjes in de wolken is namelijk een condensatiekern nodig, die uit fijne deeltjes bestaat. Zonder fijne deeltjes zouden er m.a.w. geen wolken zijn. Een toename van het aantal fijne deeltjes in de omgevingslucht zal dus tot een toename van het aantal waterdruppeltjes in de lucht en dus een toename van de bewolking leiden, met een afkoeling ter hoogte van de grond tot gevolg. Bovendien verhoogt de aanwezigheid van fijne deeltjes in de lucht eveneens de diffuse zonnestraling ten koste van de directe zonnestraling, wat dan weer een invloed heeft op de fotosynthese. Het is op dit ogenblik moeilijk te zeggen, wat het globale effect van de fijne deeltjes op het klimaat is omwille van hun elkaar tegenwerkende effecten.

Dankzij de analyse van de meteorologische gegevens van 3 250 weerstations kon men vaststellen dat tussen 1973 en 2007 de zichtbaarheid van het type 'heldere hemel' boven de continenten wereldwijd is verminderd. Europa blijkt het enige continent te zijn waar de globale aerosolniveaus gedaald zijn (Wang, 2009).

3.3. Gevolgen voor het milieu

In stedelijke omgevingen worden de gebouwen, waaronder het historisch architecturaal erfgoed, aangetast door afgezette deeltjes, omdat deze verwerking en esthetische schade veroorzaken, wat



aanzienlijke reinigings- en onderhoudskosten met zich meebrengt. Het is nochtans moeilijk om de schade door fijnstof te becijferen omdat de deeltjes over het algemeen samengaan met andere verontreinigende stoffen zoals SO₂ of zure regen die ook beschadigingen veroorzaken (Mira, 2007).

De fijne deeltjes kunnen door planten geabsorbeerd worden of op de grond neerslaan. Hun toxiciteit hangt in dat geval af van hun chemische samenstelling en hun eventuele combinatie met andere verontreinigende stoffen (zware metalen, PAK's, enz.). Deze deeltjes kunnen bijgevolg ook de biosfeer aantasten, hetzij rechtstreeks, hetzij via de voedselketen die in relatie staat tot de verontreinigde organismen.

4. De Europese richtlijnen met betrekking tot zwevende deeltjes

Om de impact van de menselijke activiteiten op de volksgezondheid tot een minimum te beperken, heeft de Europese Unie richtwaarden bekrachtigd, die niet alleen betrekking hebben op de emissie van verontreinigende stoffen door bepaalde sectoren (industrie, verbrandingsprocessen, afvalverbranding, ...), maar ook op hun concentraties in de omgevingslucht. Deze materie wordt behandeld in de luchtfiche nr. 3. Onderhavig hoofdstuk zoomt in op de reglementering voor de deeltjes.

Even ter herinnering: in tegenstelling tot streefwaarden hebben grenswaarden kracht van wet, wat betekent dat deze laatste niet overschreden mogen worden.

4.1. Reglementering van de PM-concentraties in de omgevingslucht

4.1.1. De PM10- en PM2,5-fracties van de deeltjes

Richtlijn 2008/50/EG van 21 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa is sinds 11 juni 2008 van kracht (en moet in elke lidstaat vóór 11 juni 2010 omgezet worden). Deze richtlijn bepaalt grenswaarden voor de PM10- en PM2,5-deeltjes (zie tabel 23.1) en bevat ook verschillende reglementaire bepalingen (gemeenschappelijke methoden en criteria voor de beoordeling van de luchtkwaliteit, de verzameling van informatie, de terbeschikkingstelling ervan aan de bevolking en een nauwere samenwerking tussen de lidstaten).



Tabel 23.1

Grens- en streefwaarden voor zwevende deeltjes vanuit gezondheidsstandpunt					
Richtlijn	Deeltjes-fractie	Grenswaarde (GW) Streefwaarde (SW)	Berekeningswijze	Aantal toegelaten overschrijdingen	Datum voor naleving van de GW of SW
2008/50/EG	PM2.5	SW 25 µg/m ³	Jaargemiddelde		1/01/2010
		GW 25 µg/m ³	Jaargemiddelde	Overschrijdingsmarge in 06/2008 = 20 %	1/01/2015
		GW 20 µg/m ³ *	Jaargemiddelde		1/01/2020 *
		20% beperking van de blootstelling in België	GBI 2020 minus GBI 2010		1/01/2020
		GW 20 µg/m ³	GBI 2015		1/01/2015
	PM10	GW 50 µg/m ³	Daggemiddelde	35	Sinds 01/01/2005
		GW 40 µg/m ³	Jaargemiddelde		
80/779/EEG (ingetrokken door richtlijn 1999/30/EG)	Zwarte rook	GW 80 µg/m ³	Jaargemiddelde		niet meer van toepassing (w as verplicht tot 01/01/2005)
(*) het betreft een richtgevende waarde die eventueel kan herzien worden vanaf 2013					
GBI = gemiddelde blootstellingsindex gebaseerd op metingen in plaatsen die representatief zijn voor stedelijke achtergrondlocaties in gebieden en agglomeraties verspreid over heel het Belgisch grondgebied. De GBI wordt berekend als een voortschrijdend jaargemiddelde over drie opeenvolgende kalenderjaren en over alle daartoe ingerichte meetpunten. Voor België wordt de GBI ontwikkeld door Celine-Ircel.					
GBI 2010 = gemiddelde jaarconcentratie over de jaren 2008, 2009 en 2010 GBI 2015 = gemiddelde jaarconcentratie over de jaren 2013, 2014 en 2015 GBI 2020 = gemiddelde jaarconcentratie over de jaren 2018, 2019 en 2020					

Vanaf 11 juni 2010 zullen de kaderrichtlijn 96/62/EG van 21 november 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit en de dochterrichtlijn 1999/30/EG van 22 april 1999 die betrekking heeft op 5 verontreinigende stoffen waaronder zwevende deeltjes (meer bepaald de PM10-fractie die de PM2,5-deeltjes omvat), door de nieuwe richtlijn 2008/50/EG ingetrokken worden.

Ook beschikking 97/101/EG van de Raad van 27 januari 1997 tot invoering van een regeling voor de onderlinge uitwisseling van informatie over en gegevens van meetnetten en meetstations voor luchtverontreiniging in de lidstaten zal door richtlijn 2008/50/EG ingetrokken worden.

De belangrijkste wijzigingen die door de nieuwe richtlijn worden doorgevoerd met betrekking tot het onderwerp dat ons hier aanbelangt, zijn:

- De bepaling van grens- en richtwaarden voor de concentraties aan PM2,5-deeltjes die stapsgewijs strenger worden. Zij vervangen de indicatieve grenswaarden voor de PM10-concentraties die voorzien werden door richtlijn 1999/30/EG tegen 2020;
- De invoering van een gemiddelde-blootstellingsindex (GBI) en een nationale streefwaarde inzake een vermindering van de blootstelling;
- Het vooruitzicht van een evaluatie in 2013;
- Het in mindering brengen van de concentraties die aan natuurlijke bronnen te wijten zijn bij de beoordeling van de naleving van de grenswaarden;
- De publicatie door de Europese Commissie (uiterlijk op 11 juni 2010) van richtsnoeren met betrekking tot de te gebruiken methode voor het aantonen en in mindering brengen van overschrijdingen die toe te schrijven zijn aan natuurlijke bronnen, alsook in verband met de te



gebruiken methode om de bijdragen te bepalen, die toe te schrijven zijn aan de opwerveling van deeltjes ten gevolge van het strooien van zand en zout op de wegen in de winter;

- De mogelijkheid om – mits aan bepaalde voorwaarden voldaan wordt, die in de eerste en tweede paragraaf van artikel 22 gestipuleerd worden – tot 11 juni 2011 een vrijstelling te verkrijgen van de verplichting om de grenswaarden voor de PM10-deeltjes toe te passen. De concentratie moet echter wel lager blijven dan de grenswaarde vermeerderd met de maximale overschrijdingsmarge die in bijlage XI van de richtlijn aangegeven wordtⁱ.

Kaderrichtlijn 1996/62/EG van 27 september 1996 verplicht de bevoegde instanties om tussen te komen bij vervuilingsspieken. Tijdens de winterperiode (dit is van november tot maart) is op temperatuurinversiedagen het risico reëel dat de drempelwaarden van richtlijn 1999/30/EG voor NO₂ en de PM10-deeltjes overschreden worden. De Brusselse Hoofdstedelijke Regering werkte daarom een 'noodplan' uit om bij vervuilingsspieken de bevolking te informeren en maatregelen te treffen. De bepalingen van dit plan maken het voorwerp uit van het besluit van 27 november 2008 tot bepaling van de dringende maatregelen om piekperiodes van luchtvervuiling door fijn stof en door stikstofdioxiden te voorkomen. Dit besluit dat op 1 januari 2009 van kracht werd, legt, vertrekkende vanuit drie drempelwaarden in stijgende orde, drie almaar strenger wordende interventieniveaus op om de lokale antropogene emissies afkomstig van het verkeer en de verwarming van openbare gebouwen te beperken. Voor de activering van de drempelwaarden baseert men zich op de voorspellingen van de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu.

Meer details over het noodplan staan in het Milieueffectenrapport van het noodplan (IBGE-BIM, 2008b).

4.1.2. De deeltjes gemeten volgens de zwarte-rookmethode

Tot 1 januari 2005 gold hiervoor de **richtlijn 80/779/EG** die richtwaarden bevat voor de volgens de zwarte-rookmethode gemeten zwevende deeltjes (zie tabel 23.1).

Bovenstaande richtlijn werd ingetrokken door de richtlijn 1999/30/EG die nog alleen voor de PM10-fractie van de deeltjes grenswaarden oplegde. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt de oude drempelwaarde voor zwarte rook toch nog als referentiedrempel gebruikt.

4.2. Reglementering van de PM-emissies

4.2.1. Richtlijn 2000/76/EG – verbranding van afval

Als gevolg van deze richtlijn zijn de verbrandings- en meeverbrandingsinstallaties onderworpen aan een voorafgaande vergunning die garandeert dat ze de emissiegrenswaarden van bepaalde verontreinigende stoffen in de lucht en het water respecteren. Tot de door de richtlijn gereguleerde stoffen behoren het totaal stof naast o.a. stikstofdioxide, stikstofdioxide en zwaveldioxide.

Het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21/11/2002 betreffende de verbranding van afval (B.S. van 20/02/03) dient als omzetting van richtlijn 2000/76/EG.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn er drie verbrandingsovens die vallen onder de richtlijn 2000/76/EG: de verbrandingsoven voor huishoudelijk en hiermee gelijkgesteld afval in Neder-over-Heembeek, de verbrandingsoven voor slib van het waterzuiveringsstation Zuid en het crematorium van Ukkel.

4.2.2. IPPC-richtlijn

De geïntegreerde beoordeling van de milieuprestatie van grote industriële inrichtingen wordt geregeld door richtlijn 1996/61/EG inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (kortweg ook 'IPPC' genoemd, wat staat voor 'Integrated Pollution Prevention and Control') en werd

ⁱ Zoals het geval was voor acht andere lidstaten werd door de drie Belgische gewesten een verzoek tot vrijstelling ingediend, dat op 2 juli 2009 door de Europese Commissie geweigerd werd (Beschikking betreffende de kennisgeving door België van een vrijstelling van de verplichting om de grenswaarden voor PM10 toe te passen: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/be_nl.pdf). Voor wat het Brussels Gewest betreft, oordeelde de Europese Commissie dat de in de plannen voorgestelde maatregelen niet aantoonde dat de normen na de vrijstellingsperiode wel zouden nageleefd worden.



gecodificeerd door richtlijn 2008/1/EG van 15 januari 2008 waarin ook alle amendementen zijn opgenomen. De betrokken activiteiten zijn vermeld in bijlage I van de richtlijn.

Richtlijn 1996/61/EG werd in Brussels recht omgezet door het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 11 oktober 2007 tot vaststelling van de exploitatievoorwaarden voor bepaalde ingedeelde inrichtingen (B.S. van 31/10/2007).

IPPC-ondernemingen moeten aan het BIM informatie over hun emissies bezorgen. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn er een twaalfstal..

Overeenkomstig de richtlijn moeten deze bedrijven een inventaris opstellen van de belangrijkste emissies en bronnen voor die inrichtingen waarin zich één of meerdere activiteiten afspelen die in bijlage I van de richtlijn zijn opgenomen en waarvan de emissies in het water en in de lucht de drempelwaarden overschrijden bepaald in beschikking 2000/479/EG van de Europese Commissie inzake de totstandbrenging van een Europees emissieregister van verontreinigende stoffen. De rapportages voor 2001 en 2004 kunnen op de website van het EPER geraadpleegd worden. In juni 2009 moeten de lidstaten verslag uitbrengen over het jaar 2007 in het 'European Pollutant Release and Transfer Register' of E-PRT, de opvolger van het EPER. De rapportage moet vanaf nu elk jaar gebeuren en dus niet langer om de drie jaar.

4.2.3. Diverse richtlijnen voor de regulering van de emissies afkomstig uit de transportsector

Dit onderwerp wordt meer in detail behandeld in luchtfiche nr. 53 'Inventarisatie van de atmosferische emissies veroorzaakt door de sector van het wegtransport: het COPERT-model'.

Met het oog op de vermindering van de emissies door de transportsector, worden de Europese richtlijnen voortdurend verstrengd teneinde een betere wettelijke regeling te treffen voor:

- de samenstelling van de brandstoffen (richtlijn 2003/17/EGⁱⁱ van 3 maart 2003 en richtlijn 2003/30/EGⁱⁱⁱ van 8 mei 2003). Dankzij deze richtlijnen kon het gehalte aan lood en zwavel al aanzienlijk verminderd worden;
- de uitlaatgassen, in het bijzonder van lichte- en nutsvoertuigen, alsook van zware voertuigen (richtlijn 70/220/EEG van 20 maart 1970 en wijzigingen^{iv}.). De op dit ogenblik voor personenwagens geldende norm is de Euro 4-norm (zie tabel 23.2);
- de eisen inzake technische controle en onderhoud (richtlijn 96/96/EG van 20 december 1996 en wijzigingen^v).

De hierboven tussen haakjes vermelde richtlijnen zijn degene die van kracht zijn op het ogenblik van het schrijven van onderhavige fiche. Hun omzetting naar Belgisch recht is een bevoegdheid van het federale niveau.

Ter zake zijn al een aantal nieuwe wijzigingen gepland:

(1) Wat de brandstoffen voor het vervoer betreft, eist de EU dat er in elke lidstaat een indicatief percentage van diesel- of benzinebrandstof vervangen zou worden door biobrandstoffen (2 % in 2005 en 5,75 % in 2010). Het hiermee beoogde doel is een vermindering van de uitgestoten hoeveelheid broeikasgassen.

(2) Wat de emissies van de benzine- en dieselmotoren van personenwagens en lichte nutsvoertuigen betreft, zullen vanaf 2 januari 2013 de huidige vijftientig richtlijnen ingetrokken worden door Verordening (EG) 715/2007 betreffende de Euro 5- en de Euro 6-norm, die op 20 juni 2007 werd goedgekeurd. De Euro 5-norm zal gelden vanaf 1 september 2009 voor de typegoedkeuring en vanaf 1 januari 2011 ook voor de inschrijving en verkoop van nieuwe types van lichte voertuigen (bron: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/128077_fr.htm)

ii

http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/128077_fr.htm

iii

http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/121061_fr.htm

iv

http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/121047_fr.htm

v

http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/121223_fr.htm



actions_industry_policies/l21047_fr.htm). De Euro 5-fase zal een beperking van de PM-emissies invoeren voor alle benzinevoertuigen die zijn uitgerust met een motor met directe inspuiting (aangegeven met 'DI' in tabel 23.2). Aangezien de huidige norm gebaseerd is op het meten van de massa van de deeltjes, bevordert deze norm op de eerste plaats de eliminatie van de grootste deeltjes, terwijl er toch een groeiende consensus is over het feit dat de fijnste deeltjes het meest toxisch zijn. Sinds de quasi systematische installatie van turbocompressoren op de dieselmotoren zijn de door deze motoren uitgestoten deeltjes bovendien fijner geworden. Daarom wil de toekomstige Euro 6-norm bovenop de massadrempel ook een notie invoeren die verband houdt met het aantal uitgestoten deeltjes. (Deze aanpak zal zich moeten baseren op de resultaten van het VN/ECE-deeltjesmeetprogramma (aangeduid met 'PMP', wat staat voor 'Particulate Measurement Programme', in noot 'e' van tabel 23.2).)

Tabel 23.2 (*)

EURO Emissiestandaarden in g/km, van toepassing op voertuigen voor particulieren (categorie M1)						
Bron: www.dieselnet.com						
Tier	Date	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM
Diesel						
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro 2, DI	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Euro 5	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^e
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^e
Petrol (Gasoline)						
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^c	-	0.06	0.005 ^{d,e}
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^c	-	0.06	0.005 ^{d,e}
* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N ₁ vehicles						
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits						
a - until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)						
b - 2011.01 for all models						
c - and NMHC = 0.068 g/km						
d - applicable only to vehicles using DI engines						
e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure						

(*) Ter herinnering: De zgn. 'Euro-normen' hebben stapsgewijs almaar strenger wordende emissienormen ingevoerd voor de EG-typegoedkeuring van nieuwe modellen. Zonder deze EG-typegoedkeuring mogen nieuwe modellen in de lidstaten niet verkocht of ingeschreven worden. De gehanteerde emissienormen verschillen in functie van het type voertuig (d.w.z. hun gebruik en hun gewicht). Sinds Euro 2 zijn de normen in categorie M1 (personenwagens) verschillend naargelang de voertuigen op benzine dan wel op diesel rijden (tabel 23.2). De door de Euro-normen 1 tot 5 vastgelegde verminderingen voor de uitlaatgassen hebben betrekking op vier belangrijke verontreinigende stoffen: koolstofmonoxide (CO), stikstofoxiden (NO_x), onverbrande koolwaterstoffen (HC) en, specifiek voor voertuigen die op diesel rijden, de deeltjes.

Om de overeenstemming met de Euro-normen na te gaan, worden de uitgestoten verontreinigende stoffen gemeten tijdens een genormaliseerde rijcyclus, die 'NEDC' (wat staat voor 'New European Driving Cycle') genoemd wordt en 20 minuten duurt. Deze cyclus omvat een eerste fase waarin het rijgedrag 'binnen de bebouwde kom' gesimuleerd wordt, gevolgd door een fase waarin er sneller gereden wordt en waarin 'snelweg'-omstandigheden nagebootst worden. De gemiddelde snelheid



tijdens de hele cyclus bedraagt 33 km/u. De emissies tijdens 'reële' rijomstandigheden blijken groter te zijn dan de normen doen vermoeden.

4.2.4. Diverse richtlijnen^{vi} die het energieverbruik willen beperken

Het energieverbruik verminderen en energieverspilling voorkomen zijn belangrijke doelstellingen van de Europese Unie. Er zijn dan ook heel wat verminderingen mogelijk, in het bijzonder in energieverslindende sectoren zoals de bouwsector. Zo is bv de verwarming van de tertiaire en de residentiële gebouwen verantwoordelijk voor een vierde van alle uitstoot aan zwevende deeltjes (zie punt 5). In België loopt in dat verband een overleg tussen de Gewesten en het federale niveau om tot een gezamenlijke methodologie te komen voor het beoordelen van een beoogde energiebesparing van 9 % op basis van de gewestelijke energiebalansen.

5. Inventaris van de emissies van primaire PM10-deeltjes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

De zwevende deeltjes maken deel uit van de verontreinigende stoffen die aan internationale voorschriften onderworpen zijn en waarvoor de lidstaten een inventaris van de sectorale emissies opstellen. Dankzij deze inventarissen kan per sector de evolutie doorheen de tijd van de massahoeveelheid van de verontreinigende stoffen opgevolgd worden en kunnen er saneringsmaatregelen getroffen worden daar waar zij het doeltreffendst zullen zijn. De luchtemissies worden berekend op basis van de Corinair-methode die door alle lidstaten wordt toegepast.

5.1. De lokale emissiebronnen

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is de transportsector de belangrijkste lokale emissiebron van PM10-deeltjes (zie figuur 23.3): Zo was deze sector in 2007 goed voor 72 % van de PM10-uitstoot. De deeltjes die rechtstreeks door de voertuigen worden uitgestoten^{vii}, vinden hun oorsprong in de verbranding van stookolie en komen uit de uitlaat. De door de residentiële (22 %) en de tertiaire sector (6 %) geleverde bijdragen aan de emissies van PM10-deeltjes zijn in vergelijking veel geringer.

Om een maximale impact op de uitstoot van PM10-deeltjes te hebben, moeten er m.a.w. beperkende maatregelen getroffen worden die hun pijlen vooral op de transportsector richten en in veel mindere mate op de twee andere sectoren.

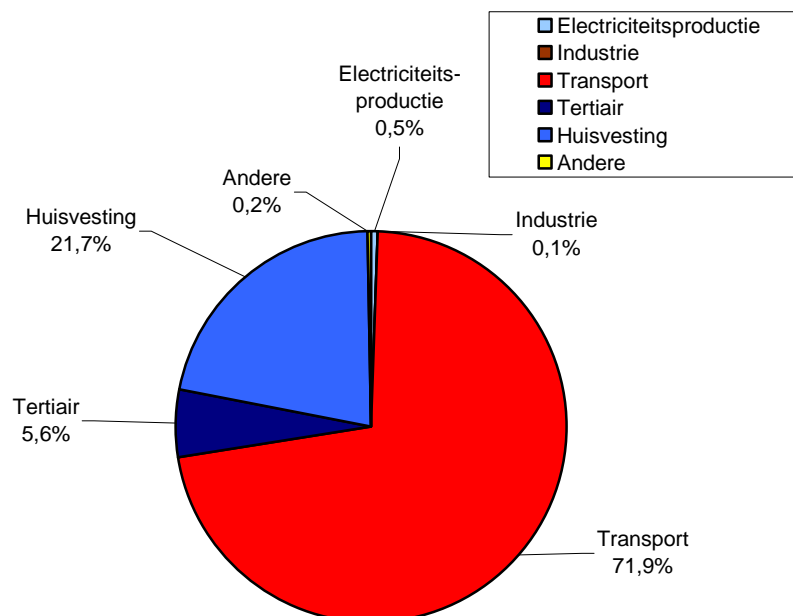
Figuur 23.3

Uitstoot 2007 van fijne deeltjes in het Brussels Gewest per economische sector

Bron: BIM – Departement luchtplan, klimaat en energie: inventarissen 2009

^{vi} Op het ogenblik dat deze fiche wordt opgesteld, wordt er volop gewerkt aan een omzetting in Brussels recht: Zo beoogt een generieke tekst, aangeduid met de Franse roepnaam COBRACE, de omzetting van verschillende richtlijnen inzake lucht, energie en klimaat.

^{vii} De andere directe en indirecte bijdragen van de transportsector worden niet in de inventaris opgenomen, zoals de deeltjes die afkomstig zijn van het afslijten van remmen en banden en van het wegdek en de deeltjes die door de beweging van voertuigen opwaaien.



5.2. Evolutie van de lokale emissies sinds 1990

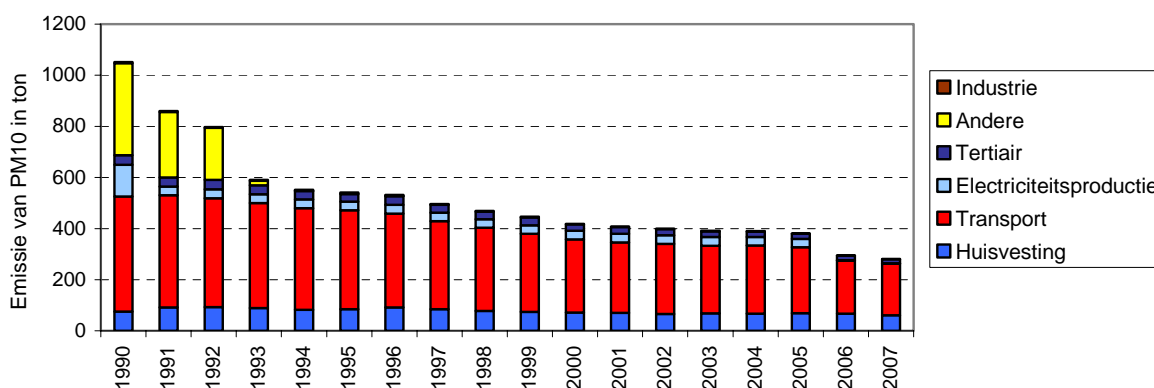
Figuur 23.4 toont de evolutie van de uitstoot van PM10-deeltjes per activiteitssector van 1990 tot 2007. De categorie 'Elektriciteitsproductie' stemt tot 1996 overeen met de verbrandingsoven van Neder-over-Heembeek; daarna omvat deze categorie ook de installaties voor warmtekrachtkoppeling. De categorie 'Transport' stemt overeen met het totaal van de emissies van het weg-, trein- en binnenvaartvervoer. In de categorie 'Andere' steken de emissies van de cokesfabriek van Marly, van de verbranding van klinische producten en van het crematorium.

Voor de fijne deeltjes bestaan er geen emissiedoelstellingen (meer hierover in luchtfiche nr 3); niettemin mogen we ervan uitgaan dat de implementatie van de NEC-richtlijn (2001/81/EG) ook positieve gevolgen zal hebben voor de emissies van de PM10-deeltjes daar de richtlijn leidt tot een vermindering van de precursoren SO₂, NO_x en NH₃.

Figuur 23.4

Evolutie van de uitstoot van PM10-deeltjes (in ton) per economische sector in het Brussels Gewest

Bron: BIM – Departement luchtplan, klimaat en energie: inventarissen 2009



Tussen 1990 en 1993 stellen we een aanzienlijke daling in de uitstoot van PM10-deeltjes vast: De emissies zakten nl. van 1 051 ton PM10-deeltjes in 1990 tot bijna 600 ton in 1993, wat overeenstemt met een daling van meer dan 40 % op slechts 3 jaar tijd. Deze daling is hoofdzakelijk te wijten aan de sluiting van de cokesfabriek van Marly in 1993.

Vanaf 1993 is er sprake van een meer lineaire daling: Zo zakten de emissies van 600 ton in 1993 tot ongeveer 280 ton in 2007, wat eveneens overeenstemt met een daling van ongeveer 50 %, maar dan



wel over een periode van 15 jaar. Deze daling heeft zich voornamelijk voorgedaan op het vlak van het wegvervoer: Hier zakken de emissies immers van 400 ton in 1994 tot 200 ton in 2007 en dat ondanks een aanzienlijke toename van het verkeer. De verklaring voor deze verbetering moeten we dan ook bij de technologische verbetering van de motoren van vrachtwagens en in mindere mate van auto's zoeken.

Merken wij tot slot op dat de emissies van de tertiaire en de residentiële sector op de energiebalans van het Gewest^{viii} gebaseerd zijn en gecorrigeerd werden in functie van het aantal graaddagen.

6. Monitoring van de deeltjesconcentraties in de omgevingslucht

Een meetnet voor de luchtkwaliteit is onontbeerlijk om de vooropgestelde gezondheidsdoelstellingen te kunnen monitoren en de herkomst van de gemeten waarden te kunnen natrekken.

Sinds de jaren 1960 heeft België zich daarom voorzien van een luchtmeetnet dat zich in de loop der jaren heeft ontwikkeld in functie van de gedane wetenschappelijke en technische ontdekkingen, en de internationale kennis met betrekking tot de impact van de luchtvervuiling op de volksgezondheid. Voor de stofdeeltjes bijvoorbeeld werd vanaf het einde van de jaren 1960 gemeten met behulp van de 'zwarte-rookmethode'. Daarbovenop kwamen dan in de jaren 1980 de met deeltjesmeters uitgeruste telemetrische meetpunten (optische methode met behulp van nefelometrie). De huidige genormaliseerde methoden op basis van de oscillerende microbalans worden sinds 1996 gebruikt. De monsternemings- en analysemethoden worden in detail beschreven in IBGE-BIM 2009 (pagina's 4.77 tot 4.80 en pagina's 12 tot 15 van bijlage A).

De bijlagen B tot E van de driejaarlijkse technische rapporten die door het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM worden opgesteld, bevatten een gedetailleerd overzicht van de resultaten van de verrichte metingen, met vermelding van de cumulatieve frequentieverdeling van de PM10-dagwaarden, berekend voor de jaar-, zomer- (van april tot september) en winterperiodes (van oktober tot maart).

6.1. Telemetrische metingen van de PM10- en PM2,5-deeltjes in het Brussels Gewest

6.1.1. Monsternemings- en analysemethoden

Sinds 1996 worden de concentraties van de PM10- en PM2,5-deeltjes gemeten met behulp van een apparaat dat 'TEOM 1400Ab ('Tapered Element Oscillating Microbalance') genoemd wordt. Met dit apparaat kan de massaconcentratie van de deeltjes bepaald worden die tot een specifieke fractie behoren. De omgevingslucht waarin de deeltjes zich in suspensie bevinden, wordt door het apparaat aangezogen en de deeltjes zetten zich af op een aan een oscillator gekoppelde filter. Uit de frequentieverandering van deze oscillator kan men dan de massaconcentratie van de deeltjes in kwestie afleiden. De selectie van de diameter van de deeltjes gebeurt met behulp van een selector die men aan het TEOM-apparaat toevoegt. De EG-richtlijn schrijft voor dat de lidstaten moeten kunnen aantonen dat de met de geautomatiseerde methoden van hun meetnetten verkregen resultaten hetzij gelijkwaardig zijn aan degene die met de gravimetrische methode verkregen zouden zijn, hetzij dat er een constante verhouding met de referentiemethode zou bestaan. Door de Vlaamse Milieumaatschappij verrichte studies (in 2002 en 2004, alsook in 2006-2007) waarin de twee methoden op verschillende locaties gedurende verschillende periodes vergeleken werden, hebben een conversiefactor van 1,47 voorgesteld. In werkelijkheid komt deze factor overeen met een gemiddelde voor België. Voor de periode 1996-2004 werd de beoordeling van de luchtkwaliteit (EG-normen, gemiddelde concentratie, aantal overschrijdingen) dan ook verricht op basis van deze gecorrigeerde gegevens die 'PM10_EqRef' genoemd worden.

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

Tussen 2004 en 2006 werden alle TEOM-apparaten uitgerust met een 'FDMS'-systeem (wat staat voor 'Filter Dynamics Measurement System'), een methode die – volgens de vakliteratuur – een goede overeenstemming zou moeten opleveren met de referentiemethode. De TEOM PM10_FDMS bieden inderdaad het voordeel dat ze de opwarming van de lucht beperken, aangezien de lucht maar tot 30°C opgewarmd wordt in plaats van tot 50°C bij de TEOM zonder FDMS. Hierdoor verdampen er minder vluchtige deeltjes en wordt de vluchtige fractie gekwantificeerd: Deze omstandigheden sluiten

^{viii} Voor meer informatie: <http://www.leefmilieubrussel.be/Templates/etat/informer.aspx?id=3220&langtype=2067>



dan ook dichter aan bij de fysieke werkelijkheid, waardoor er resultaten verkregen worden die rechtstreeks vergelijkbaar zijn met de resultaten van de referentiemethode (d.w.z. zonder een conversiefactor te moeten gebruiken). Er werden parallelle metingen tussen TEOM-PM10-FDMS en TEOM-PM10 verricht in Molenbeek en Voorhaven (voor de resultaten, zie IBGE-BIM, 2009). Sinds 2005 gebeurt de beoordeling van de luchtkwaliteit op basis van de PM10-FDMS-gegevens.

Met uitzondering van de aanzuigkop die een andere fractie van de zwevende deeltjes tegenhoudt, worden voor het meten van de PM10- en de PM2,5-deeltjes dezelfde apparaten gebruikt.

Sinds 11 juni 2008, de datum waarop richtlijn 2008/50/EG van kracht werd, moeten de lidstaten ervoor zorgen dat hun meetnet instaat voor een erg hoog beschikbaarheidspercentage (meer dan 90 %) van de PM10- en PM2,5-metingen. Door middel van het verrichten van vergelijkende meetcampagnes tussen de automatische meetapparaten (die continu metingen verrichten) en de Europese referentiemethode voor PM10-deeltjes (nemen van monsters over een tijdsspanne van 24 uur, gevolgd door een gravimetrische analyse) moeten de lidstaten het bewijs leveren van de gelijkwaardigheid van het in hun netwerk toegepaste meetprincipe ('Demonstration of Equivalence') (VMM 2008). Voor de naleving van al deze bepalingen is meer dan ooit een kwaliteitsopvolging en een strikt onderhoud van de gebruikte meetapparaten in een metrologie- en onderzoekslaboratorium vereist.

6.1.2. Kenmerken van de meetstations

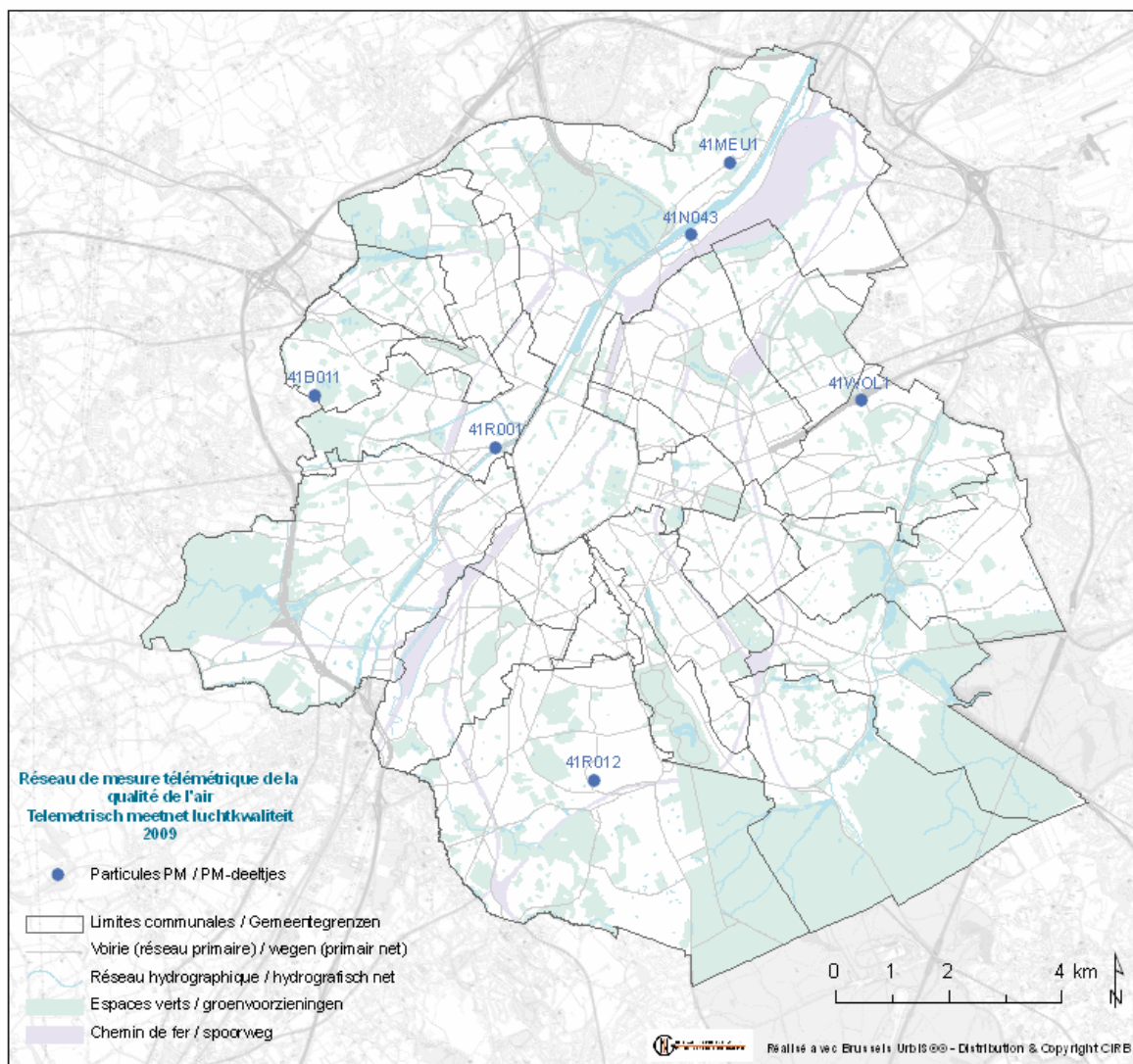
Sinds 1994 heeft het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn meetnet verder aangevuld teneinde de massaconcentratie van verschillende fracties van deeltjes te kunnen meten: na de PM10-deeltjes werden vanaf eind 1999 ook de PM2,5-deeltjes gemeten.

Op dit ogenblik beschikt het Brussels Hoofdstedelijk Gewest over 6 meetposten voor PM10- en PM2,5-deeltjes (zie kaart 23.5 en tabel 23.6). De apparaten die de PM2,5-deeltjes meten, bevinden zich op dezelfde locaties als de apparaten die de PM10-deeltjes meten. De data van ingebruikname van de verschillende stations staan vermeld in de tabellen 23.7 en 23.8.

Kaart 23.5

Telemetrische meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor het meten van de concentratie van PM10- en PM2,5-deeltjes in de omgevingslucht

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009



Tabel 23.6

Telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: code, adres en typologie van de meetposten			
Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009			
Code	Adres	Gemeente	Meetstation is representatief voor (...)
41B003	Kunst-Wet	Brussel	een belangrijk kruispunt met zeer druk verkeer
41B011	Maricollen	St.-Agatha-Berchem	een residentiële omgeving (stedelijke achtergrondvervuiling)
41B005	Eastman-Belliard	Brussel	stedelijke randzone (Europees district binnen een park)
41N043	Voorhaven	Brussel / Haren	een industriële omgeving met verkeer
41R002	Kroon	Elsene	een « canyon street » met zeer druk verkeer
41R001	Sluis 11	St.-Jans-Molenbeek	een omgeving met zeer druk verkeer, bewoning en industriële activiteiten
41MEU1	Meudonpark	Brussel / Neder-Over-Heembeek	een residentiële omgeving dichtbij een industriezone
41B006	EU-Parlement	Brussel	stedelijke randzone (Europees district binnen een voetgangerszone)
41B004	Baksteenkaai	Brussel	een omgeving met handelszaken, bewoning en verkeer
41R012	KMI-IRM	Ukkel	een residentiële omgeving (stedelijke achtergrondvervuiling)
41WOL1/2	Gulledelle	St.-Lambrechts-Woluwe	een zeer open omgeving met zeer druk verkeer
meetposten uitgerust om de concentratie van fijne deeltjes (PM10) en zeer fijne deeltjes (PM2,5) te meten in de omgevingslucht			



Tabel 23.7

Telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: adres van de PM10-meetposten, meetmethode, begin en einde van de metingen

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009

TEOM - PM10				
Stations	PM10_EqRef (1,47)		PM10_FDMS	
	Begin	Einde	Begin	Einde
Maricollen Berchem	3/05/1999	13/07/2005	14/07/2005	in werking
Voorhaven Bru-Haren	4/12/1997	18/01/2006	9/09/2004	in werking
Meudonpark Bru-NOH	10/11/1999	13/07/2005	5/04/2007	in werking
Sluis 11 Molenbeek	12/12/1996	11/01/2006	9/09/2003	in werking
KMI-IRM Ukkel	15/04/1996	10/05/2004	12/05/2004	in werking
Gulledelle Woluwe	10/01/2001	28/02/2005	11/03/2005	in werking

TEOM = Tapered Element Oscillating Microbalance
De TEOM PM10_Eq zijn de oude meetapparaten die stap voor stap werden omgebouwd tot TEOM_FDMS. Deze laatste zijn uitgerust met een "Filter Dynamics Measurement System"

Tabel 23.8

Telemetrisch meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: adres van de PM2.5-meetposten, meetmethode, begin en einde van de metingen

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009

TEOM - PM2,5				
Stations	PM2,5_Eq		PM2,5_FDMS	
	Begin	Einde	Begin	Einde
Maricollen Berchem			11/10/2007	in werking
Voorhaven Bru-Haren	20/07/2000	11/05/2004	21/01/2006	in werking
Meudonpark Bru-NOH	12/11/1999	31/03/2007	27/07/2005	in werking
Sluis 11 Molenbeek	1/07/2000	31/08/2003	14/01/2006	in werking
KMI-IRM Ukkel			21/03/2006	in werking
Gulledelle Woluwe	–	–	–	–

TEOM = Tapered Element Oscillating Microbalance
De TEOM PM2,5_Eq en TEOM_FDMS zijn de meetapparaten zonder FDMS en met FDMS respectievelijk (Filter Dynamics Measurement System)

Het net van meetstations voor de PM2,5-deeltjes werd pas later gerealiseerd omdat de Europese regelgeving aanvankelijk de nadruk legde op het meten van de PM10-deeltjes die indertijd een goede indicator voor de bescherming van de volksgezondheid leken. Later bleek echter dat de schadelijkste deeltjes voor het organisme de deeltjes zijn met een diameter van minder dan 2,5 µm.

Het onderzoekslaboratorium van het BIM begon in oktober 1999 met het meten van de PM2,5-deeltjes in het Meudonpark in Neder-over-Heembeek. Vanaf medio 2005 werden de TEOM-meetapparaten door TEOM FDMS-apparaten vervangen om de volatiele fractie van de PM2,5-deeltjes beter in rekening te kunnen brengen en zodoende preciezere metingen van de massaconcentratie van de PM2,5-deeltjes te bekomen.

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest beschikt vandaag over homogene PM2,5-meetreeksen op 5 meetpunten:

- Sinds medio 2005 voor het station in Neder-over-Heembeek in het Meudonpark,
- Sinds begin 2006 voor de stations in Molenbeek, Ukkel en Voorhaven
- En sinds medio 2007 in Sint-Agatha-Berchem (zie tabel 23.8).

6.1.3. Evolutie op middellange en lange termijn van de PM10-concentraties

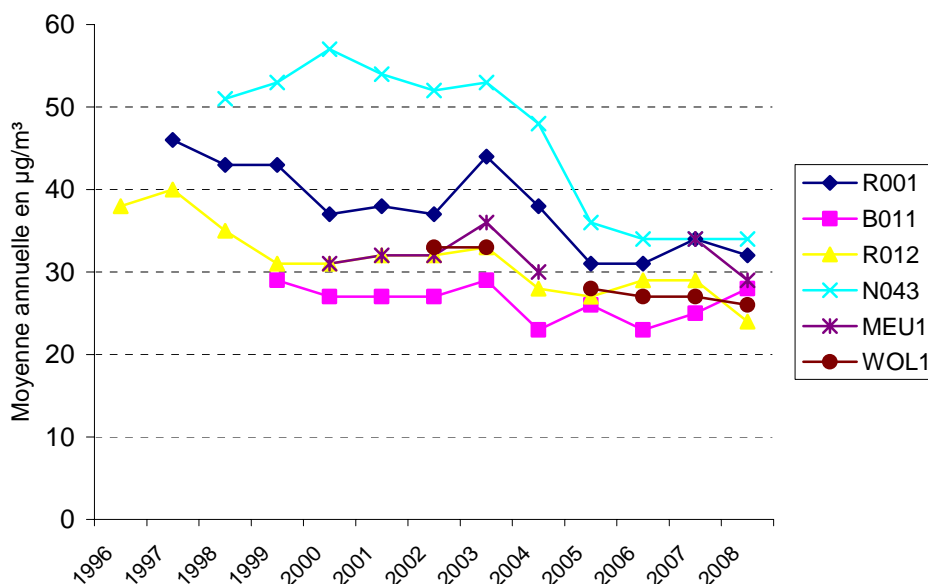


Uit een vergelijking van de jaargemiddelden en het 98ste percentiel (berekend op basis van de dagconcentraties) blijkt dat de hoogste waarden in de periode 1996 tot 2008 ter hoogte van de meetpost in Voorhaven (N043) geregistreerd werden, gevolgd door die van Molenbeek (R001). De hoge meetwaarden in Voorhaven kunnen we verklaren door de ligging van het meetpunt in de nabije omgeving van verschillende industriële bronnen (zoals de opslag en overslag van bouwmaterialen) en een druk vrachtwagenverkeer. De in Ukkel (R012), Sint-Agatha-Berchem (B011), Neder-over-Heembeek (MEU1) en Woluwe (WOL1) gemeten waarden, liggen beduidend lager.



Figuur 23.9
Evolutie van de jaargemiddelde PM10-concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de telemetrische meetposten (1996-2008)

Bron: BIM, Dep. luchtplan, klimaat en energie, 2009



Voor de kalenderjaren 1997 tot 2008 (figuur 23.9) blijkt uit de resultaten van het meetpunt in Molenbeek (R001) een licht dalende tendens voor het jaargemiddelde en de hoogste percentielen. In Voorhaven (N043) werd een dergelijke tendens pas vanaf 2003 opgemerkt. De relatieve stijging van de gemiddelde concentraties in 2003 houdt dan weer verband met de erg warme en droge zomer die we toen hadden.

Dankzij vergelijkende tests tussen de verschillende meetmethoden konden conversiefactoren bepaald worden die op de historische reeksen voor de periode 1981 tot 2008 werden toegepast: Uit de evolutie van de aldus geraamde PM10-concentraties in de posten van Molenbeek en Voorhaven blijkt dat de PM10-jaargemiddelden van de meest recente jaren nog slechts de helft bedragen van de meetwaarden die in het begin van de jaren 1980 werden opgetekend.

Uit de op basis van de halfuurswaarden (homogene reeks gegevens voor de periode 2005-2008) berekende pollutierozen blijkt ten slotte dat de gemiddelde PM10-concentratie iets groter is wanneer de wind uit de oostelijke sectoren waait (IBGE-BIM 2009).

6.1.4. Evolutie op middellange termijn van de PM2,5-concentraties

De tijdreeksen voor de PM2,5-deeltjes worden nog niet lang genoeg gemeten om er een duidelijke tendens uit te kunnen opmaken.

De op de halfuurswaarden gebaseerde pollutierozen duiden echter wel op een gemiddelde PM2,5-concentratie die iets groter is, wanneer de wind vanuit de zuidoostelijke sector waait, zoals dat ook voor de PM10-deeltjes het geval is (IBGE-BIM 2009).

6.2. Metingen met uitgestelde analyse van de zwarte rook in het BHG

6.2.1. Monsternemings- en analysemethoden

Niettegenstaande het feit dat de huidige wetgeving zich op de PM10-fractie baseert, blijft het BIM zwarte-rookmetingen verrichten om de evolutie van de concentratie ervan in het Brussels Gewest te kunnen opvolgen.

Bij het nemen van een monster wordt de lucht tegen een constant debiet door een 'val' gezogen, nl een filter die de pollutie vasthoudt. Het nemen van de stalen in situ gebeurt automatisch; na het verzamelen van de verschillende monsters (filters) worden deze in het laboratorium geanalyseerd.



Het gaat met andere woorden niet om een meting 'in realtime', zoals dat het geval is voor de PM10- en de PM2,5-fracties. Dit betekent ook dat met de zwarte-rookmethode een analyse van het dynamische aspect van de verontreiniging niet mogelijk is.

De zogenaamde zwarte-rookmethode legde aanvankelijk een verband tussen de zwarteheidsgraad van de vlek ten gevolge van de afzetting van stofdeeltjes die vastgehouden werden bij het doorstromen van de lucht doorheen een papieren filter, en de massaconcentratie van de deeltjes in de lucht. In de jaren 1960 stelde de OESO een standaardprocedure voor om tot een bemonsteringstechniek met een goede reproduceerbaarheid en een internationaal aanvaarde ijkcurve te komen: met behulp van een gestandaardiseerde schaal wordt de concentratie van een verontreinigende stof – die als 'standaardrook' omschreven kan worden – berekend op basis van de oppervlakkige concentratie, het oppervlak van de filtervlek en het totale bemonsterde luchtdebiet.

6.2.2. Kenmerken van de meetstations

Tot in 1994 was de monitoring van de concentraties aan zwarte rook gebaseerd op de metingen van 12 stations die zich in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en zijn omgeving bevonden. Sinds de exploitatie van de luchtmeetnetten aan de drie gewesten werd toevertrouwd, worden er vandaag door het BIM nog slechts drie meetstations geëxploiteerd (zie tabel 23.10).

Het station van Ukkel (2FR012) is representatief voor de achtergrondconcentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De stations van Elsene (2FR002) en Molenbeek (2FR001) zijn dan weer representatief voor een omgeving die sterk beïnvloed wordt door het wegverkeer.

Tabel 23.10

Meetnet voor uitgestelde analyse van zwarte rook in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest		
Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009		
Stations	Begin van de metingen	Einde van de metingen
2FR002 (Elsene)	April 1994	in werking
2FR012 (Ukkel)	November 2000	in werking
2FR001 (Molenbeek)	April 2008	in werking

6.2.3. Evolutie op lange termijn van de zwarte-rookconcentraties in het BHG

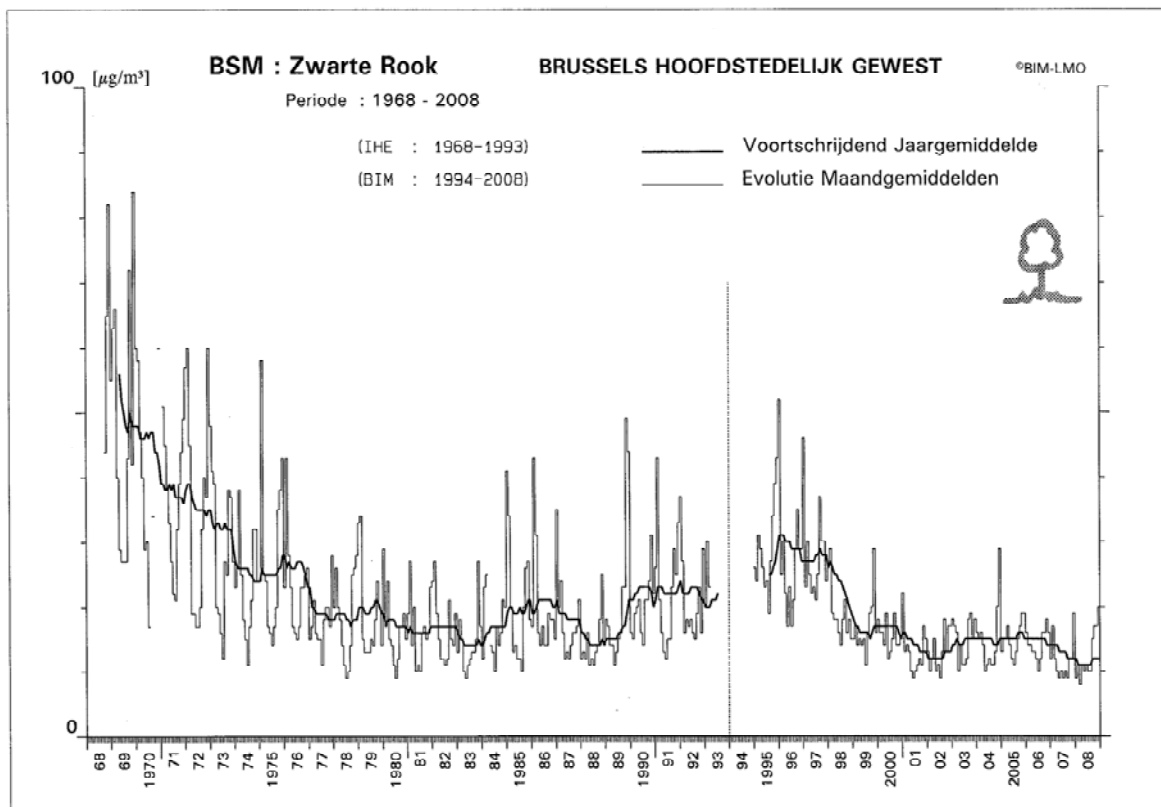
Tot eind de jaren 1970 daalden de zwarte-rookconcentraties ten gevolge van het afnemend verbruik van steenkool en stookolie door de industrie en voor de woningverwarming (zie figuur 23.11). De toename in de gemeten concentraties tussen 1996 en 1998 was te wijten aan de afbraak van het militair hospitaal, een bouwplaats die heel wat fijn stof in de lucht verspreidde, wat op zijn beurt dan weer een sterke invloed had op de metingen in het nabijgelegen meetstation van Elsene (2FR002). Sinds 2000 stellen we vast dat, na een aanvankelijke daling, de zwarte-rookconcentraties zich gestabiliseerd hebben.

Niettemin moeten we bij deze resultaten toch een zeker voorbehoud formuleren: zo werd het maandgemiddelde van de concentraties tot in 1994 berekend op basis van de meetgegevens van 12 meetstations die zich in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en zijn omgeving bevonden. Sinds 1994 telt het Brussels meetnet nog slechts drie stations en verhoogde daardoor het aandeel van de meetposten die zich in een omgeving met verkeer bevinden. Dat heeft natuurlijk zo zijn gevolgen voor de gemeten waarden. Bijgevolg is een vergelijking tussen de concentratiemetingen vóór en na 1994 ,vertekend.



Figuur 23.11
Maandgemiddelden van de zwarte-rookconcentratie, periode 1968 tot maart 2008
(opgelet : van de 12 meetposten in 1968, bleven er vanaf 1994 nog slechts 3)

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009



Tot 1 januari 2005 was de richtlijn 80/779/EG van kracht: Deze richtlijn schreef voor dat het jaargemiddelde van de zwarte-rookconcentraties (gemeten als dagwaarden) de drempel van $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niet mocht overschrijden. Zoals we op figuur 23.11 kunnen zien, werd deze 'gezondheidsnorm' voor zwarte rook ook nooit overschreden. Op 1 januari 2005 werd de richtlijn voor zwarte rook echter ingetrokken als gevolg van de richtlijn 1999/30/EG, die normen in termen van PM10-deeltjes invoerde. Niettemin wordt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, waar naast de PM10-deeltjes, ook nog de zwarte-rookconcentraties gemeten worden, nog altijd gebruik gemaakt van de drempelwaarde van $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als referentiewaarde voor de zwarte rook..

7. Analyse van de naleving van de 'gezondheidsnormen' in het BHG

De gezondheidsnormen staan in tabel 23.1 die een overzicht geeft van de verschillende Europese drempelwaarden voor fijne en erg fijne deeltjes.

7.1. Naleving van de dagnorm

7.1.1. De PM10-deeltjes

Sinds 1 januari 2005 laat richtlijn 1999/30/EG nog slechts een jaarlijks maximum van 35 overschrijdingen van de dagelijkse drempelwaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toe. Anders gezegd mogen er per jaar dus maximum 35 dagen zijn, waarop de gemiddelde dagconcentratie meer dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt.

Tabel 23.12 geeft het aantal dagen aan, waarop deze drempelwaarde overschreden werd. De gekleurde vakjes komen overeen met jaren waarin het aantal overschrijdingsdagen meer dan de toegelaten 35 bedroeg.



Tabel 23.12

Aantal dagen waarop de PM10-concentratie de daggemiddelde waarde van 50 µg/m³ overschreed : sinds 1/1/2005 mag deze grenswaarde, om gezondheidsredenen, hoogstens 35 keer per jaar overschreden worden**

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009

Meetpost	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Berchem (41B011)				21	16	19	29	5	17	17	30	25
Voorhaven (41N043)		152	160	164	152	152	159	125	66	56	68	66
Bru-NOH (41MEU1)				31	48	43	64	25	(...)	(...)	46	33
Molenbeek (41R001)	112	100	106	61	73	74	105	69	42	40	65	44
Ukkel (41R012)	72	56	27	24	36	39	42	18	23	25	42	15
Woluwe (41WOL1)						35	40	(...)	24	29	37	23
	**	de daggemiddelden werden berekend o.b.v. de halfuurw aarden										
	(...)	onderbreking van de metingen: onvoldoende aantal metingen										
		jaar w aarin de norm voor de bescherming van de gezondheid w erd overschreden										

In 2007 bleek alleen het station van Berchem aan de norm te voldoen. Verder stellen we vast dat in Voorhaven en Molenbeek de norm elk jaar overschreden wordt, terwijl dat in Ukkel en Woluwe eerder af en toe gebeurt. Hoewel Woluwe als een 'verkeersstation' (in de buurt van de autoweg) beschouwd kan worden, is door het open karakter van de omgeving het meetpunt toch minder beïnvloed door de gevolgen van de verkeersemisies. Bovendien zijn er geen industriële activiteiten in de buurt, zoals dat wel het geval is in Voorhaven en Molenbeek. Sinds 2004 is het aantal overschrijdingen in Voorhaven aanzienlijk gedaald dankzij het treffen van plaatselijke maatregelen: Zo worden zandhopen afgedekt met dekzeilen en bij droog weer bevochtigd.

Voor de jaren waarin de norm op het niveau van het Gewest overschreden wordt, bezorgt het BIM de Europese Commissie een rapport dat luistert naar de naam 'Plan against PM10 exceedances under the air quality Framework Directive 1996/62/EC'. Deze plannen vormen een jaarlijkse verplichting die door de Europese richtlijn 1999/30/EG van 22 april 1999 wordt opgelegd (zie luchtfiche nr. 3). Voormelde richtlijn schrijft ook de gemeenschappelijke methoden en criteria voor, die gebruikt moeten worden om de gemeten concentraties te beoordelen. De plannen in kwestie moeten de situatie op het terrein, alsook de maatregelen beschrijven die getroffen of voorzien werden om overschrijdingen te voorkomen of de duur ervan te beperken. Het eerste dergelijk Brussels plan werd in 2003 gepubliceerd en behandelde de overschrijdingen die in 2001 vastgesteld werden. Het meest recente rapport van die aard licht de overschrijdingen toe, die in 2005 en 2006 voor de PM10-deeltjes vastgesteld werden (IBGE-BIM, 2007b). Voor de in 2007 en 2008 vastgestelde overschrijdingen zal een nieuw rapport opgesteld moeten worden.

Ter verklaring van de in 2005 en 2006 vastgestelde overschrijdingen werden verschillende fenomenen naar voren geschoven die verband houden met bijzondere weersomstandigheden (IBGE-BIM, 2007b, pagina's 23 tot 28). In de loop der jaren is het inzicht in de processen die met zwevende deeltjes te maken hebben, geëvolueerd: punt 9.2 van voorliggende fiche geeft een overzicht van de vermoedelijke oorzaken voor de in het Brussels Gewest vastgestelde overschrijdingen en is een afspiegeling van onze huidige kennis ter zake.

7.2. Naleving van de jaarnorm

7.2.1. De PM10-deeltjes

Tabel 23.13 geeft per station de jaargemiddelde concentraties aan PM10-deeltjes sinds het jaar 1997. Deze jaargemiddelden worden verkregen door het gemiddelde van de dagconcentraties in de loop van een kalenderjaar (d.w.z. van 1 januari tot 31 december) te berekenen.

Sinds 1 januari 2005 mogen de jaargemiddelde concentraties niet meer bedragen dan de drempelwaarde van 40 µg/m³.



Tabel 23.13

Jaargemiddelde concentraties van PM10 in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: de grenswaarde die om gezondheidsredenen niet mag overschreden worden, bedraagt 40 µg/m³**

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009

Meetpost	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Berchem (41B011)			29	27	27	27	29	23	26	23	25	28
Voorhaven (41N043)		51	53	57	54	52	53	48	36	34	34	34
Bru-NOH (41MEU1)				31	32	32	36	30	(...)	(...)	34	29
Molenbeek (41R001)	46	43	43	37	38	37	44	38	31	31	34	32
Ukkel (41R012)	40	35	31	31	32	32	33	28	27	29	29	24
Woluwe (41WOL1)						33	33	(...)	28	27	27	26
	**	jaargemiddelden werden berekend o.b.v. de daggemiddelden										
	(...)	onderbreking van de metingen: onvoldoende aantal metingen										
		jaar waarin de norm voor de bescherming van de gezondheid werd overschreden										

De hoogste waarden werden telkens in Voorhaven gemeten, een station dat beïnvloed wordt door een intens verkeer en zich bevindt in de buurt van industriële bronnen (o.a. opslag, lading en lossing van bouwmaterialen).

Sinds 2005 wordt de geldende norm in alle Brusselse stations gehaald. Sinds 2004 is het jaargemiddelde in Voorhaven bovendien aanzienlijk gedaald omwille van de plaatselijk getroffen maatregelen (zie toelichting bij de dagnorm).

Dat neemt echter niet weg dat in alle meetposten, met inbegrip van de posten die gebruikt worden om de achtergrondniveaus te meten (Ukkel en Berchem), de jaargemiddelde concentratie – op enkele zeldzame uitzonderingen na – meer bedraagt dan 25 µg/m³, wat de waarde is die overeenstemt met de voor 2015 bepaalde doelstelling voor de PM_{2,5}-deeltjes.

7.2.2. De PM_{2,5}-deeltjes

Zich bewust van het feit dat de schadelijkste deeltjes degene zijn met een aerodynamische diameter van minder dan 2,5 µm, keurde het Europees Parlement de richtlijn 2008/50/EG goed, die sinds 11 juni 2008 een monitoring van de concentratie aan PM_{2,5}-deeltjes in de omgevingslucht oplegt. De doelstellingen die deze richtlijn voorziet voor de komende tien jaar worden geleidelijk aan strenger.. Bovendien werd er in de richtlijn voor het eerst ook een 'gezondheidsdoelstelling' geformuleerd in termen van 'blootstelling' van de bevolking in stedelijke gebieden (zie tabel 23.1). Onderstaande tabel 23.14 verduidelijkt de manier waarop we de overschrijdingsmarge moeten toepassen: Deze bedraagt 20 % op 11 juni 2008 om vervolgens voor het eerst op 1 januari en daarna om de 12 maanden met een gelijkblijvende jaarlijkse schijf te zakken, om op 01/01/2015 uiteindelijk 0 % te bedragen.



Tabel 23.14

Grenswaarden vanuit gezondheidsoogpunt voor PM _{2,5}			
Bron: Richtlijn 2008/50/EG, Bijlage XIV			
Berekening van het gemiddelde	Grens-waarde	Grenswaarde vermeerderd met haar overschrijdingsmarge in µg/m ³	Datum waarop grenswaarde moet nageleefd worden
FASE 1			
Kalenderjaar	25 µg/m ³	juni 2008: 25 + 5 = 30 01/01/2009: 25 + (5 - 0,71) = 29,29 01/01/2010: 25 + (5 - 2 x 0,71) = 28,58 (...) 01/01/2014: 25 + (5 - 6 x 0,71) = 25,74 01/01/2015: 25 + (5 - 7 x 0,71) = 25	1ste januari 2015
FASE 2 ⁽¹⁾			
Kalenderjaar	20 µg/m ³		1ste januari 2020
(1) Fase 2 : De richtgevende grenswaarde zal door de Commissie worden herzien in 2013 in het licht van de aanvullende informatie over de effecten op de gezondheid en het leefmilieu, de technische haalbaarheid en de ervaring die door de Lidstaten werd opgedaan m.b.t. de grenswaarde			

Op basis van de nu beschikbare meetgegevens zal de streefwaarde van 25 µg/m³ voor het jaargemiddelde wellicht gehaald kunnen worden (een concentratie die vanaf 2015 overigens de norm zal zijn). Op dit ogenblik is het evenwel nog te vroeg om ons al te kunnen uitspreken over de naleving tegen 2020 van de indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³.

In een aan fijn stof gewijde publicatie van het Vlaams Gewest (MMK, 2009) betreuren de Medisch Milieukundigen van het Lokaal Gezondheidsoverleg het feit dat de EU-gezondheidsnormen voor de PM_{2,5}-fractie uitgedrukt worden in massa (µg/m³), terwijl het gewicht weinig relevant is voor de ultrafijne deeltjes en de nanodeeltjes. Verschillende onderzoeksteams die de gehanteerde eenheden voor het bepalen van de gezondheidsnormen niet relevant vinden, zijn het hiermee eens (WHO 2003). De totale oppervlakte en het totale aantal deeltjes lijken relevantere parameters te zijn met het oog op een bescherming van de gezondheid. Zie ter zake ook de punten 8.4, 8.5, 8.9 en 11.

7.3. Prognose in verband met de naleving van de norm

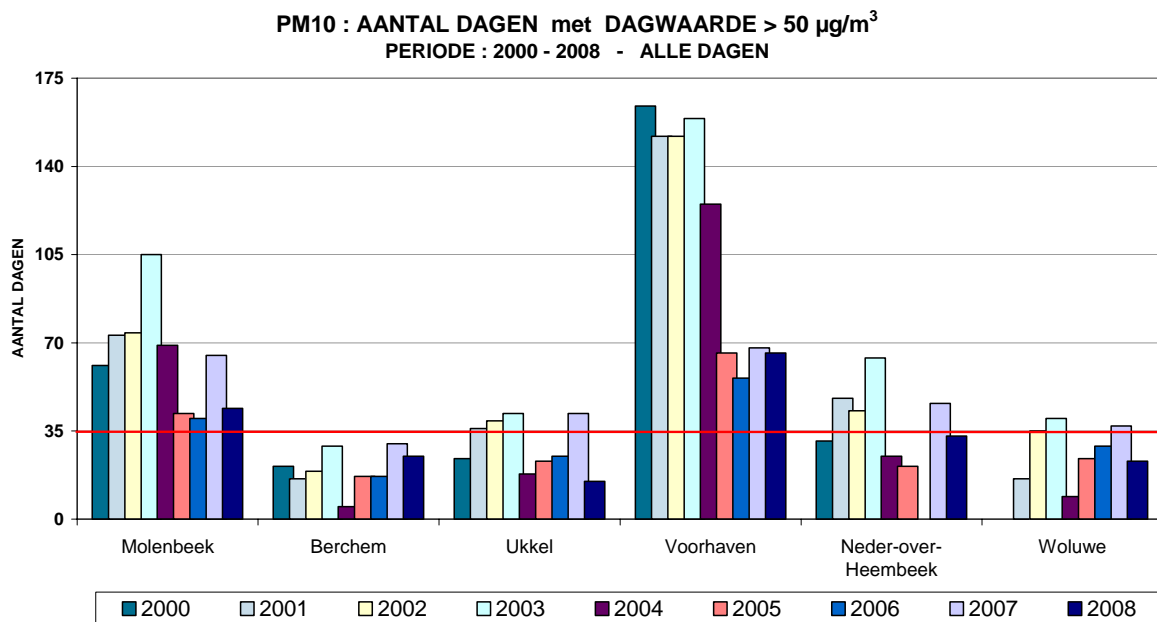
Voor het inschatten van de maatregelen die nodig zijn met het oog op een betere naleving van de normen, werd het verontreinigingsniveau tijdens het weekend nagegaan (wat overeenstemt met 104 dagen per jaar) en werd het aantal overschrijdingen geteld op een zaterdag of een zondag. Voor elk jaar werd dit aantal 'weekendoverschrijdingen' vervolgens met 3,5 vermenigvuldigd om de weekendsituatie naar een jaar van 365 dagen te extrapoleren (evenredigheidsregel).

De twee figuren hieronder hebben betrekking op de periode 2000-2008: Figuur 23.15 stemt overeen met de werkelijke situatie, terwijl figuur 23.16 het resultaat van de toepassing van de evenredigheidsregel toont.

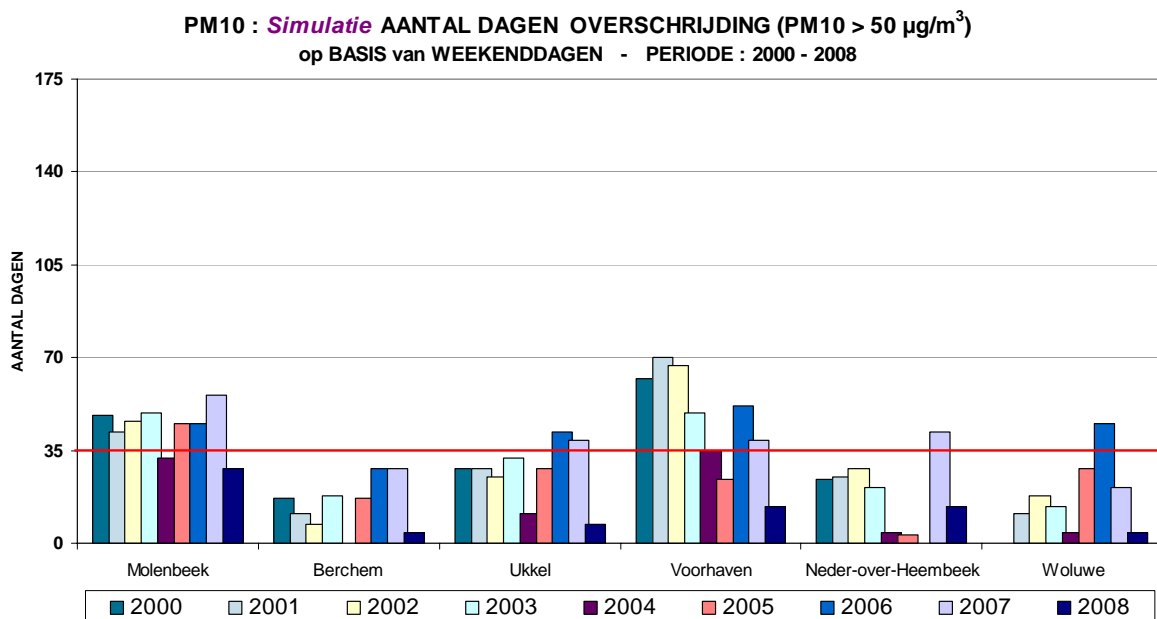
Bij het bekijken van beide figuren kunnen we niet anders dan vaststellen dat, zelfs al zouden we systematisch de gemiddelde emissieactiviteiten van het Gewest tot het niveau van de weekenddagen herleiden – wat toch een draconische maatregel zou zijn – er dan nog altijd op sommige plaatsen van het Gewest het risico op meer dan 35 overschrijdingsdagen (t.o.v. daggemiddelde concentratie > 50 µg/m³) zou blijven bestaan.

**Figuur 23.15**

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)

**Figuur 23.16 :**

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)



In het kader van de milieueffectenstudie van het noodplan voor vervuilingsspieken (IBGE-BIM 2008b) kon aan de hand van een berekening die vertrok vanuit het gemiddelde aantal overschrijdingen per jaar in 41R012-Ukkel (27) en 41R001-Molenbeek (56) gedurende de periode 2000-2007, een raming gemaakt worden van de impact van een vermindering van het verkeer op de naleving van de norm. Uit figuur 23.17 blijkt duidelijk dat om in Molenbeek onder de toegelaten 35 overschrijdingen te blijven van de dagdrempel van 50 µg/m³, de van het verkeer afkomstige emissies met 70 à 80 % verminderd zouden moeten worden. Dit percentage zou men naar beneden toe kunnen herzien in de veronderstelling van een afname van de stedelijke achtergrondvervuiling en/of het transgewestelijk vervoer van de deeltjes.

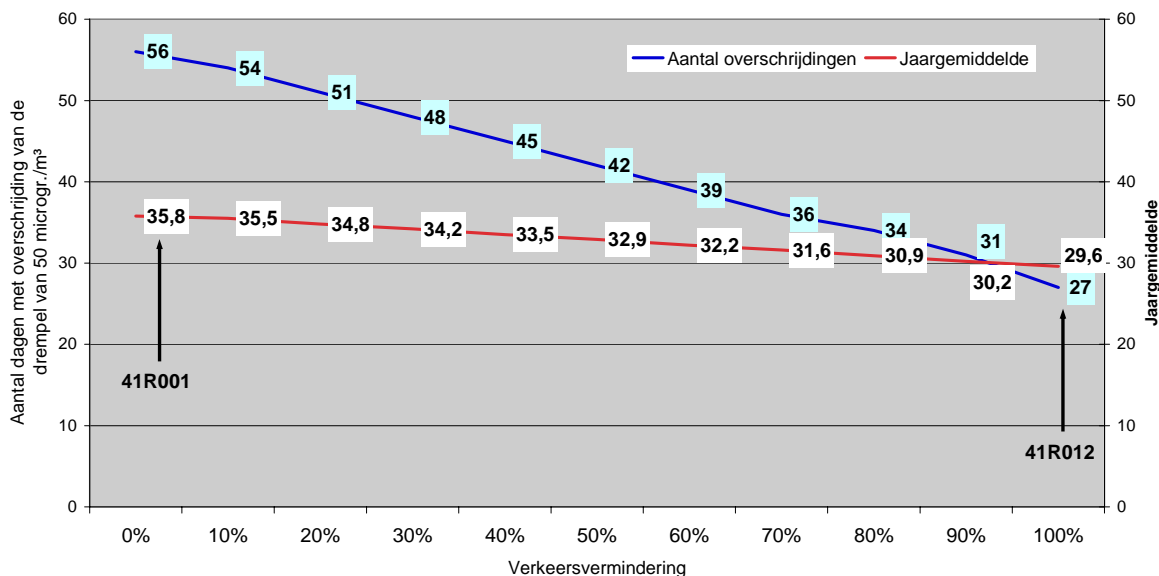


Figuur 23.17

Geschatte impact van een vermindering van het verkeer op het aantal dagen met overschrijding van de daggrenswaarde van 50 µg/m³ voor PM10 (primaire Y-as) en op de jaargemiddelde concentratie van PM10 (secondaire Y-as) in de meetpost van Molenbeek (41R001), uitgaande van de meetgegevens in de meetpost 41R012 in Ukkel

Bron: IBGE-BIM, 2008b

De vermindering van het verkeer wordt aangeduid op de x-as: evolueert tussen 0 (verkeer toegelaten) en 100% (verkeersverbod). De studie is gebaseerd op de meetwaarden van de jaren 2000 tot 2007.



De naleving van de dagnorm van 50 µg/m³ voor PM10-deeltjes vormt dus een probleem, zelfs in een omgeving die relatief afgeschermd is t.o.v. verkeersemissies (zoals het meetstation van Ukkel).

Ter hoogte van de meetpost van Voorhaven of in een gelijkaardige omgeving (stad + industrie + verkeer) wordt de norm systematisch overschreden. Het niet te overschrijden aantal overschrijdingen (maximum 35 per jaar), zal dus ongetwijfeld niet op korte termijn gerespecteerd kunnen worden.

Om de dagnorm voor PM10-deeltjes te doen naleven enkel door het nemen van plaatselijke maatregelen, zou men het verkeer in het Gewest moeten terugbrengen tot ver beneden het huidige weekendverkeer.

Voor meer informatie ter zake verwijzen we u door naar punt 8.6 om meer te weten te komen over de weersomstandigheden die als kenmerkend beschouwd kunnen worden voor de dagen waarop de drempelwaarde overschreden wordt, naar punt 8.7 voor meer informatie over achtergrondvervuiling en het transgewestelijk vervoer van PM10-deeltjes en ten slotte naar punt 9.2 als u meer wilt weten over de verschillende oorzaken voor het overschrijden van de norm.

8. Objectivering van het deeltjesgehalte in de omgevingslucht

8.1. Nabijheidseffect van de stedelijke activiteiten op de deeltjesconcentratie

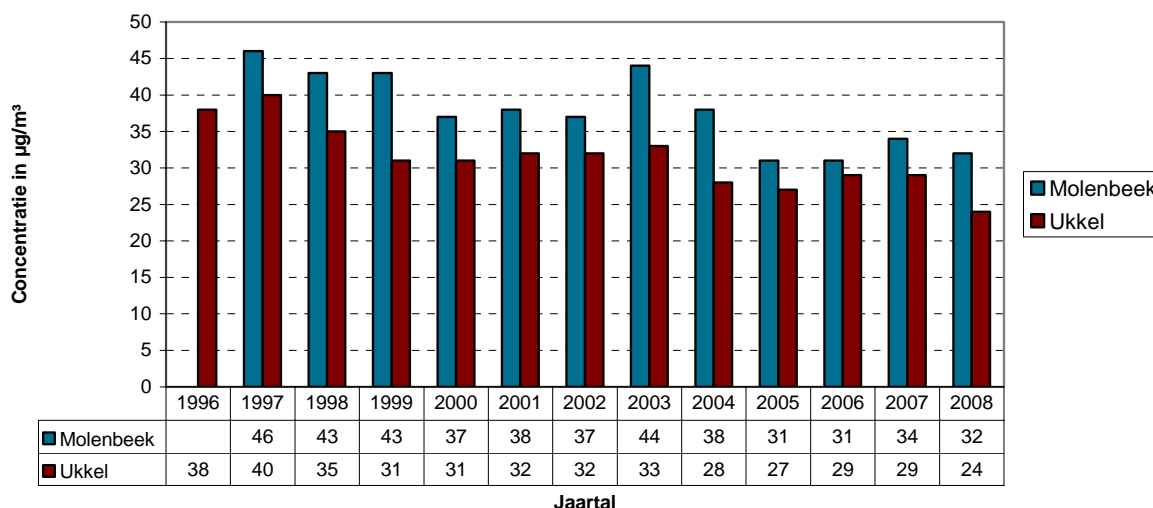
De meetwaarden in Molenbeek (R001) en zeker in Voorhaven (N043) wijzen op een beduidend grotere verontreiniging in de buurt van de industrie- en handelsas van het Gewest (zie bv. figuur 23.15).

Figuur 23.18 vergelijkt de jaargemiddelde PM10-concentraties die in Molenbeek (stadscentrum) opgetekend werden met degene die in Ukkel (buitenwijken van de stad) gemeten werden. Hieruit blijkt dat de gemiddelden in het stadscentrum systematisch hoger liggen: de gradiënt van de concentraties tussen het centrum en de buitenwijken schommelt tussen 6 en 26 % en bedraagt gemiddeld 18 %. Dit lijkt erop te wijzen dat gemiddeld 18 % van de gemeten PM10-concentraties zou te wijten zijn aan lokale gewestelijke emissies (alle bronnen door elkaar).



Figuur 23.18
Vergelijking van de gemeten jaargemiddelde PM10-concentraties in het stadscentrum (Molenbeek-R001) en in de buitenwijken van de stad (Ukkel-R012)

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek en Departement luchtplan, klimaat en energie, 2009



8.2. Beoordeling van het belang van het wegverkeer: impact van het weekend op de deeltjesconcentratie

De impact van het weekend bestaat uit een aanzienlijke vermindering van het verkeer op zaterdag en zondag.

8.2.1. Zwarte rook

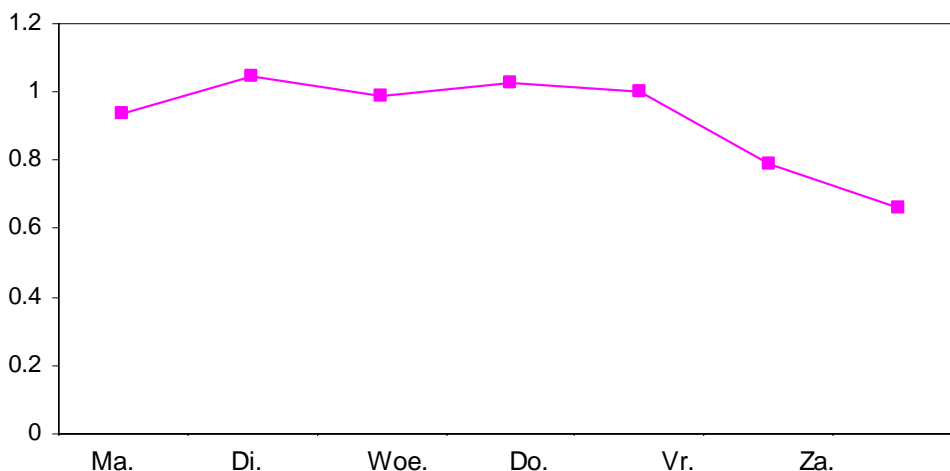
Figuur 23.19 toont het weekpatroon van de genormaliseerde concentraties aan zwarte rook ter hoogte van het station van Elsene voor de periode 1994-2007. Dit genormaliseerd weekpatroon wordt verkregen door de gemiddelde concentratie voor elke dag van de week te berekenen (d.w.z. de gemiddelden van de maandagen, de gemiddelden van de dinsdagen, enz.) en deze waarden vervolgens te delen door de gemiddelde concentratie van de werkdagen. De aldus verkregen resultaten situeren zich dicht bij 1,00 voor de werkdagen. Het reductiepercentage van de concentraties tijdens het weekend kan rechtstreeks van de grafiek afgelezen worden.

Voor Elsene, een omgeving met veel verkeer, stellen we vast dat de gemiddelde concentraties hoger liggen op werkdagen dan op niet-werkdagen. Verder blijkt de daling van de massaconcentraties aan zwarte rook groter op zondag (-34 %) dan op zaterdag (- 21 %), deze reducties zouden kunnen overeenstemmen met de reducties van het verkeer tussen de zondag en de zaterdag.

**Figuur 23.19**

Genormaliseerd gemiddeld weekprofiel van de massaconcentraties van zwarte rook (berekend o.b.v. de meetwaarden 1994 tot 2007 in de meetpost 2FROO2 in Elsene en genormaliseerd t.o.v. de gemiddelde concentratie op de werkdagen)

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek en Departement luchtplan, klimaat en energie, 2009



8.2.2. PM10 en PM2,5

Figuur 23.20 toont het genormaliseerde weekpatroon voor de parameters PM10-FDMS, PM2,5-FDMS, NO en NO₂ waardoor het gedrag van de zwevende deeltjes kan vergeleken worden met dat van 2 gasvormige pollutanten die nauw samenhangen met de emissies door het wegvervoer. De berekening is identiek als die voor zwarte rook (figuur 23.19). Om de invloed van een speciale periode op de berekeningen tot een minimum te herleiden, werden de gemiddelden berekend voor een tijdsspanne van 3 opeenvolgende kalenderjaren (van 2006 tot 2008) en voor alle PM10-metposten met uitzondering van de meetpost in Voorhaven,. Het aldus verkregen resultaat is dan ook representatief voor de verschillende types van vervuiling in de stad.

Uit een vergelijking van de reductiepercentages (tabel 23.20) blijkt dat de afname van het verkeer tijdens de twee dagen van het weekend een erg duidelijke daling van de stikstofoxidenconcentraties teweegbrengt (die vooral voor NO bijzonder sterk is) en een veel minder uitgesproken daling van de PM-concentraties. De daling van de NO-concentraties is van dezelfde grootteorde als de daling van de meetwaarden in de typische verkeersmeetposten (Kunst-Wet-N043 en Kroonlaan-R002) en stemt overeen met de grootteorde van de vermindering van de verkeersdrukke tijdens het weekend. NO₂ is een verontreinigende stof die slechts deels met het verkeer te maken heeft, het is immers ook een secundaire pollutant die zich in de atmosfeer vormt, voornamelijk door de oxidatie van NO door ozon. Bovendien is NO₂ thermodynamisch gezien de meest stabiele verbinding van de stikstofoxiden, zodat we overal te allen tijde een minimale concentratie van NO₂ kunnen aantreffen.

Tabel 23.20

Reductiepercentage van de concentraties van PM10, PM2,5, NO₂ en NO in verhouding tot de concentraties gemeten op werkdagen (kalenderjaren 2006, 2007, 2008 - ruimtelijk gemiddelde van de meetposten B011, MEU1, R001, R012 en WOL1)

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)

Polluent	Zaterdag	Zondag
NO	-48%	-60%
NO ₂	-20%	-33%
PM10_FDMS	-8%	-12%
PM2,5_FDMS	-5%	-5%

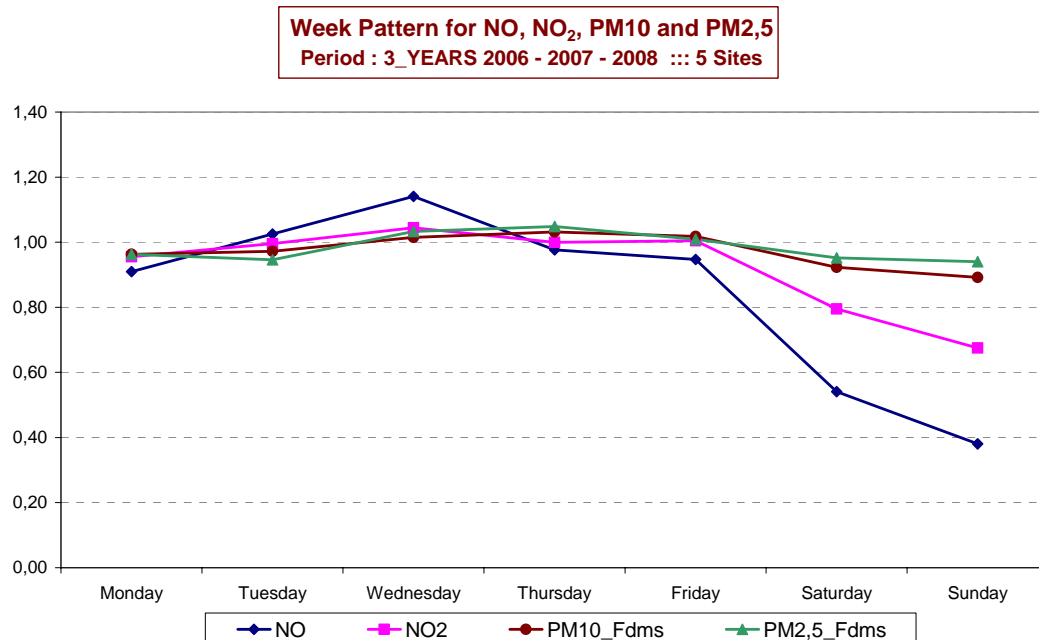


Figuur 23.21

Genormaliseerd gemiddeld weekprofiel van de concentraties van PM10, PM2,5, NO₂ en NO – uitgemiddeld over 5 meetposten en genormaliseerd t.o.v. de werkdagen

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)

Volgende meetposten werden in rekening gebracht: Berchem (B011), Molenbeek (R001), Elsene (R002), Ukkel (R012) en Woluwe (WOL1/2)



In bovenstaande tabel gaat het wel degelijk om gemiddelden voor het Gewest. Lokaal kunnen de in de lucht aanwezige concentraties dus aanzienlijk hiervan afwijken. Bovendien willen wij er eveneens op wijzen dat er zich in 2006 in verhouding meer PM-overschrijdingen hebben voorgedaan tijdens het weekend dan op werkdagen. Deze uitzonderlijke situatie in 2006 heeft ertoe geleid dat de verminderingpercentages voor PM extra werden afgezwakt.

Uit een analyse van het reductiepercentages tijdens de winterperiodes van de jaren 2000 tot 2007 (zie IBGE-BIM 2008b, § 4.1.1.1.1) is gebleken dat de totale eliminatie van het verkeer in het Brussels Gewest tot een vermindering met 80 % van de NO-concentraties leidt, terwijl de vermindering van het verkeer op een gemiddelde zondag zorgt voor een daling van 55 % in de NO-concentraties. Als we de evenredigheidsregel toepassen op de PM10-deeltjes tussen de NO-concentraties die op zondag waargenomen worden (-55 %) en de geraamde NO-concentraties bij afwezigheid van verkeer (-80 %), kunnen we hieruit afleiden dat het verkeer verantwoordelijk is voor ongeveer 23 % van de PM10-concentraties, waarbij dit percentage van 9 tot 32 % kan schommelen naargelang het meetstation.

Conclusie:

De relatief belangrijke verkeersafname tijdens het weekend (die zich vertaalt in een spectaculaire daling van de hoeveelheid NO in de lucht) leidt klaarblijkelijk niet tot een gelijkwaardige daling van de NO₂-, PM10- en PM2,5-concentraties. Voor de verontreinigende stoffen NO₂, PM10 en PM2,5 kan dus slechts een deel van de lokaal gemeten concentratie worden toegeschreven aan de lokale emissies binnen het Gewest. Daarentegen blijkt de achtergrondconcentratie die al aanwezig is in de naar de stad aangevoerde lucht, verre van verwaarloosbaar te zijn ten opzichte van de totale in de stad gemeten concentratie.

Het belang van de achtergrondconcentraties aan PM10-deeltjes wordt meer in detail besproken onder punt 8.7.

De verschillen tussen de dynamische evolutie van de PM-concentraties en van de NO- en NO₂-concentraties komen uitgebreider aan punt in de punten 8.3 en 8.4.



8.3. Beoordeling van het belang van het wegverkeer: impact van de autoloze dagen op de deeltjes

Sinds 2002 wordt de 'autoluwe zondag' over het hele grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest georganiseerd. Dat maakt dat op de zondag van de Europese Week van de Mobiliteit van 09u00 tot 19u00 het gemotoriseerd verkeer (bijna) volledig verboden is. Hoewel dit initiatief op een zondag plaats grijpt en niet op een werkdag, wanneer de verkeersemissies hun hoogtepunt bereiken, en het verkeersverbod pas vanaf 09u00 ingaat, d.w.z. op het ogenblik dat de turbulentie (ten gevolge van de opwarming) de verspreiding bevordert, vormt de autoluwe zondag niettemin een interessant evenement om de invloed van het verkeer op bepaalde verontreinigende stoffen na te gaan.

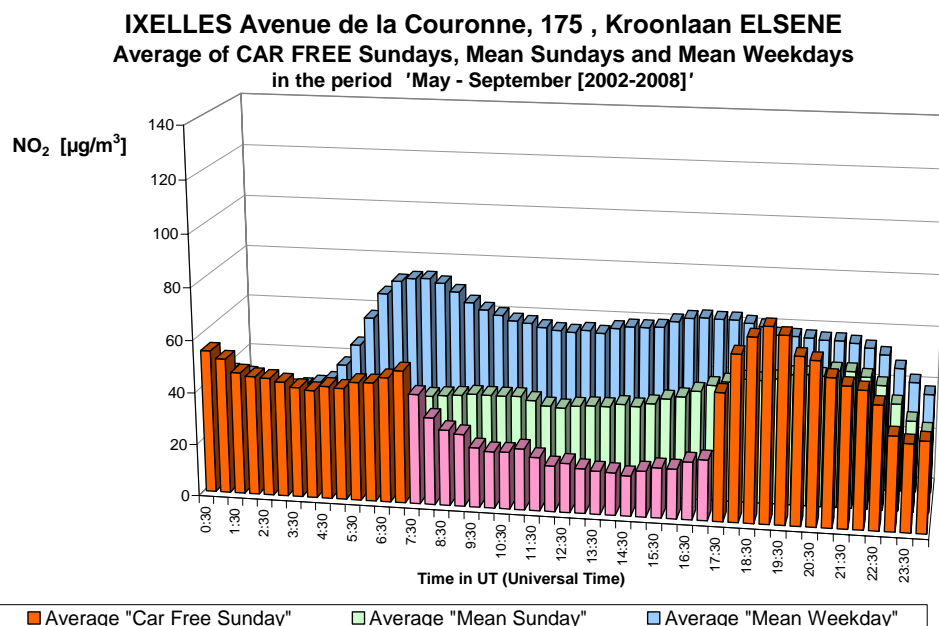
De luchtkwaliteitsmetingen op de autoluwe zondag maken het voorwerp uit van apart jaarrapport van Leefmilieu Brussel. In de editie 2008 van dit rapport (IBGE-BIM 2008a) vergelijken grafieken (per meetstation en verontreinigende stof) de uurgemiddelde concentraties op de 7 autoluwe zondagen (2002-2008) met de concentraties waargenomen tijdens alle zondagen en alle weekdays van de periode mei-september van de jaren 2002 tot 2008. De grootste verschillen in concentratie treden op voor de stikstofoxiden (NO_x) en voor koolstofmonoxide (CO): in alle meetposten zakken de concentraties van deze verontreinigende stoffen vrij snel zodra het verkeer beperkt wordt. De daling van deze concentraties is het scherpst in de meetposten die sterk aan het verkeer zijn blootgesteld. Figuur 23.22 illustreert deze situatie voor NO₂ ter hoogte van het station van Elsene dat van het 'canyon street'-type is, en figuur 23.23 voor de PM10-deeltjes in Molenbeek.

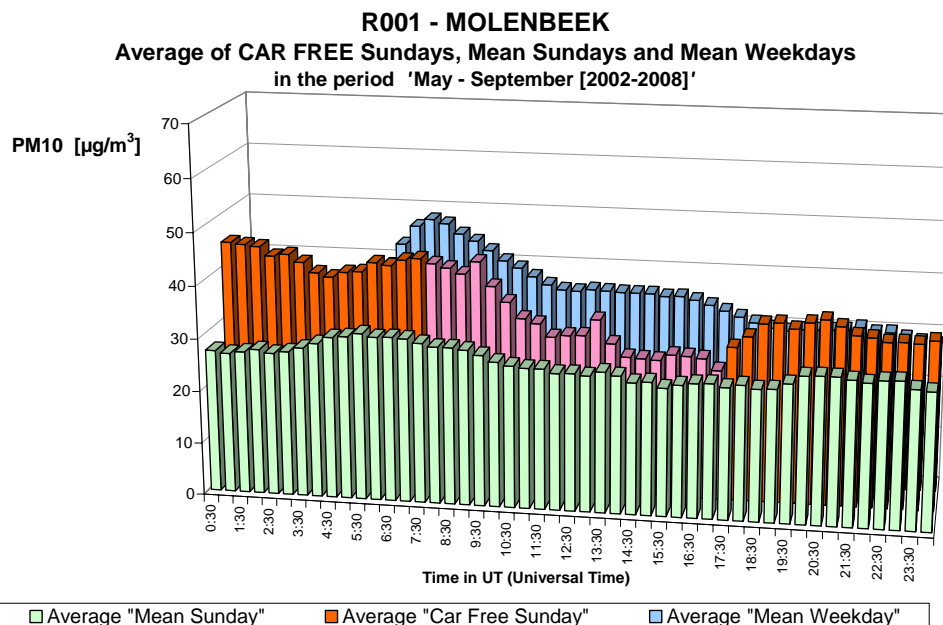
Figuren 23.22 en 23.23

NO₂ - respectievelijk PM10-concentratie op een gemiddelde « autoluwe zondag » (oranje en roze), een gemiddelde « normale zondag » (lichtgroen) en een gemiddelde « werkdag » (blauw)

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)

De berekeningen zijn gebaseerd op de meetwaarden van R002-Elsene (NO₂) respectievelijk R001-Molenbeek (PM10), in de jaren 2002 tot 2008, telkens voor de periode van mei tot september





De grafiek met de PM10-concentraties (figuur 23.23) toont ons een heel ander beeld dan de grafiek voor NO₂ (figuur 23.22): zo komen in het geval van de PM10-deeltjes het begin en het einde van de verkeersluwe uren niet duidelijk tot uiting. De gemiddelde concentratie op de 7 verkeersluwe zondagen haalt bovendien hetzelfde niveau, zo niet een hoger niveau, dan tijdens een gemiddelde zondag of een gemiddelde werkdag. De vervuiling op de verkeersluwe zondagen blijkt dus maar iets minder groot te zijn dan tijdens de 'gemiddelde werkdag'.

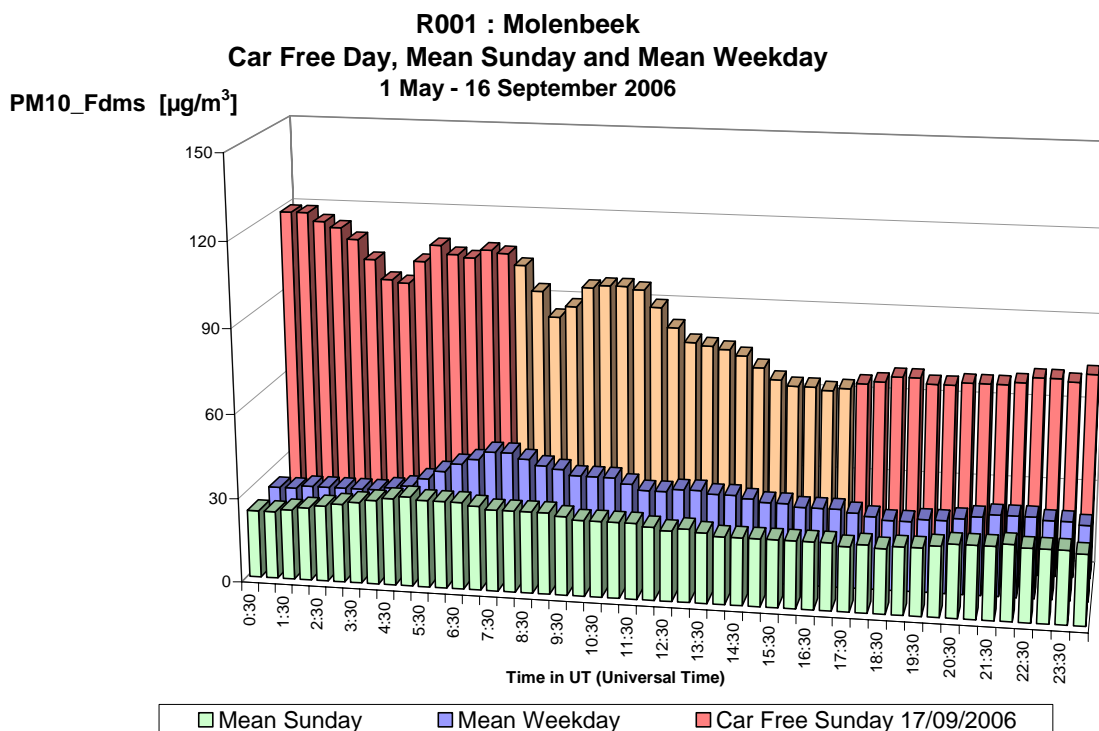
Een voorbeeld dat nog meer aanspreekt, is dat van de autoluwe zondag in 2006, zoals geïllustreerd door figuur 23.24: hier blijken de concentraties namelijk drie keer hoger te zijn dan op een gewone zondag of een gewone werkdag (IBGE-BIM 2009, p.4.107-109). Ander opmerkelijk feit is dat ondanks het verkeersverbod, de PM10-concentraties op die dag toch de dagnorm hebben overschreden.



Figuur 23.24

Autoluwe zondag op 17 september 2006 in R001-Molenbeek : PM10-concentratie op een gemiddelde « autoluwe zondag » (oranje en maïs), een gemiddelde « normale zondag » (lichtgroen) en een gemiddelde « werkdag » (blauw)

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)



De aanwezigheid van fijne deeltjes in hoge concentraties op dagen die gekenmerkt worden door zo goed als geen verkeer, quasi geen verwarming en een slechts beperkte emissie door handels- en industrieactiviteiten, wijst op de invloed van andere omstandigheden, die de stedelijke emissies domineren of maskeren.

Niettemin is een waarschuwing hier op zijn plaats (zie ook punt 10): zelfs indien een direct evenredig verband tussen de gemeten PM10-concentraties en de 'lokale' emissies van het wegvervoer ontbreekt, is het toch belangrijk om het plaatselijk verkeer te beperken. Een reductie van het verkeer zal immers niet alleen die fractie van de deeltjes beperken die het gevaarlijkst zijn voor de gezondheid (verbrandingsresten van diesel) in de nabijheid van de gebruikers van de openbare weg, maar ook de emissies van andere verontreinigende stoffen verminderen, waaronder de NO_x die omgezet worden in HNO₃, die een voorloper is van secundaire deeltjes. Op de impact van het plaatselijk verkeer op de samenstelling van de deeltjes komen wij later nog uitgebreider terug onder punt 8.8.

8.4. De vorming van secundaire aerosols

Bij gematigde temperaturen (8-20°C), een grote luchtvochtigheid (relatieve vochtigheid van ~90 %) en in aanwezigheid van ammoniak (NH₃), vormen er zich ammoniumzouten (voornamelijk ammoniumnitraat) die hoge dagconcentraties aan PM10- en PM2,5-deeltjes kunnen veroorzaken. In dergelijke omstandigheden is de PM2,5-fractie zelfs goed voor 80 à 90 % van de totale PM10-massa. Met het FDMS-meetsysteem kan ook de aanwezigheid van een volatiele fractie worden aangetoond, die quasi uitsluitend samenvalt met de PM2,5-fractie. Een analyse van de luchtstalen opgevangen op filters brengt ten andere de aanwezigheid van ammonium, nitraten en sulfaten aan het licht.

Tijdens dagen die gekenmerkt worden door de vorming van secundaire aerosols, stellen we bovendien vast dat de evolutie van de PM10-concentraties minder goed samenvalt met die van de gasvormige pollutanten NO, NO₂, CO en CO₂.

De vorming en persistentie van secundaire aerosols hangt nauw samen met de weersomstandigheden. Als in de loop van de namiddag de temperatuur bv. stijgt (> 25°C) en de relatieve vochtigheid gevoelig daalt (<60 % RV), kunnen secundaire aerosols opnieuw gasvormig

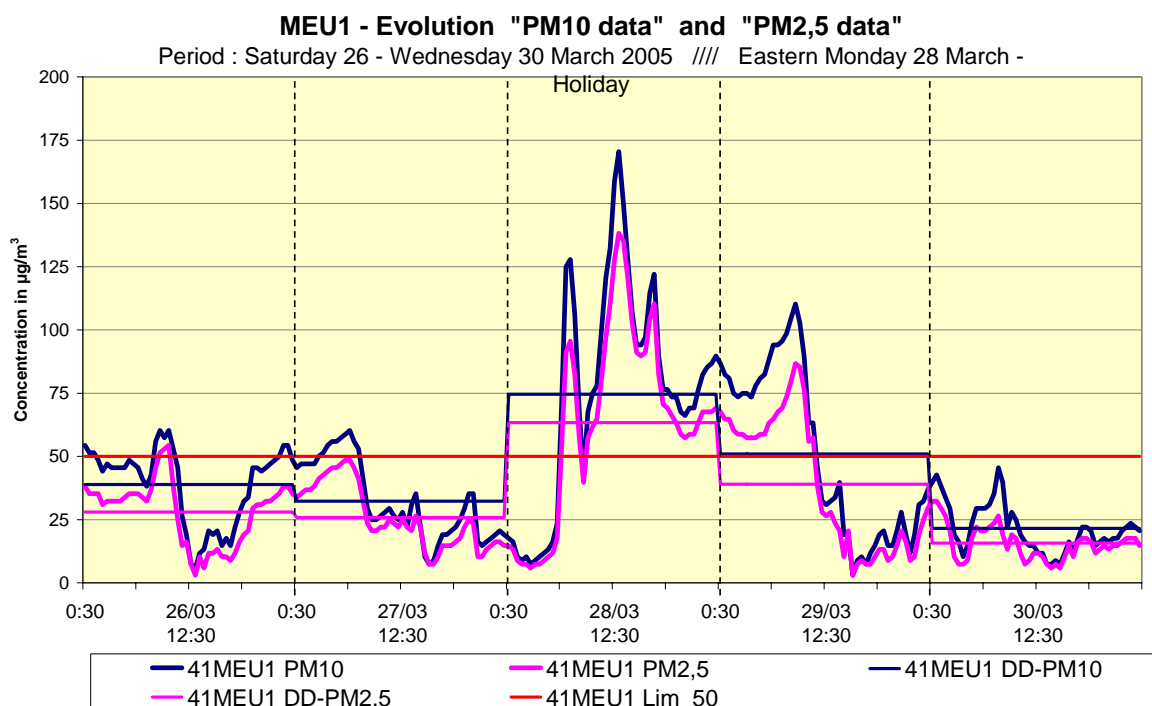


worden. Tegen het vallen van de avond, wanneer de temperatuur opnieuw zakt en de vochtigheid opnieuw stijgt, kunnen er zich opnieuw secundaire aerosols vormen. Het is onder dergelijke omstandigheden zelfs mogelijk om de vervuiling door erg fijne secundaire deeltjes met het blote oog waar te nemen: met de blik op de horizon ziet men hoe de zichtbaarheid in de loop van de dag verandert.

De hoge concentraties aan PM10- en PM2,5-deeltjes die te wijten zijn aan de aanwezigheid van secundaire aerosols, staan volledig los van de activiteiten in de stad: We kunnen ze namelijk ook waarnemen op dagen dat er maar weinig verkeer is (vakanties, weekends) en op dagen dat de uitstoot door de verwarming en de handels- en industrieactiviteiten erg beperkt is. Het rapport van het laboratorium van het BIM gewijd aan de immissies in 2003-2005 (IBGE-BIM 2006) illustreert dit fenomeen aan de hand van enkele typische voorbeelden zoals paasmaandag 28 maart 2005 (een officiële feestdag) en 7 en 8 februari (dagen tijdens de krokusvakantie). Tijdens deze dagen waarop de emissie-uitstotende activiteiten van de stad nochtans beperkt waren, waren de PM10-concentraties hoger dan normaal, terwijl de concentraties van de gasvormige pollutanten als niet abnormaal hoog golden. Zoals figuur 23.25 ook aantoont, bestond de massaconcentratie aan PM10-deeltjes op die paasmaandag in 2005 bijna volledig uit PM2,5-deeltjes en overschreden de concentraties de norm, hoewel die dag een feestdag was.

Figuur 23.25 : Meetpost in Neder-Over-Heembeek (MEU1): Evolutie van de PM10- en PM2,5-halfuurwaarden – Evolutie van de PM10- en PM2,5-dagwaarden – Periode : zaterdag 26 maart 2005 tot woensdag 30 maart 2005

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2006)



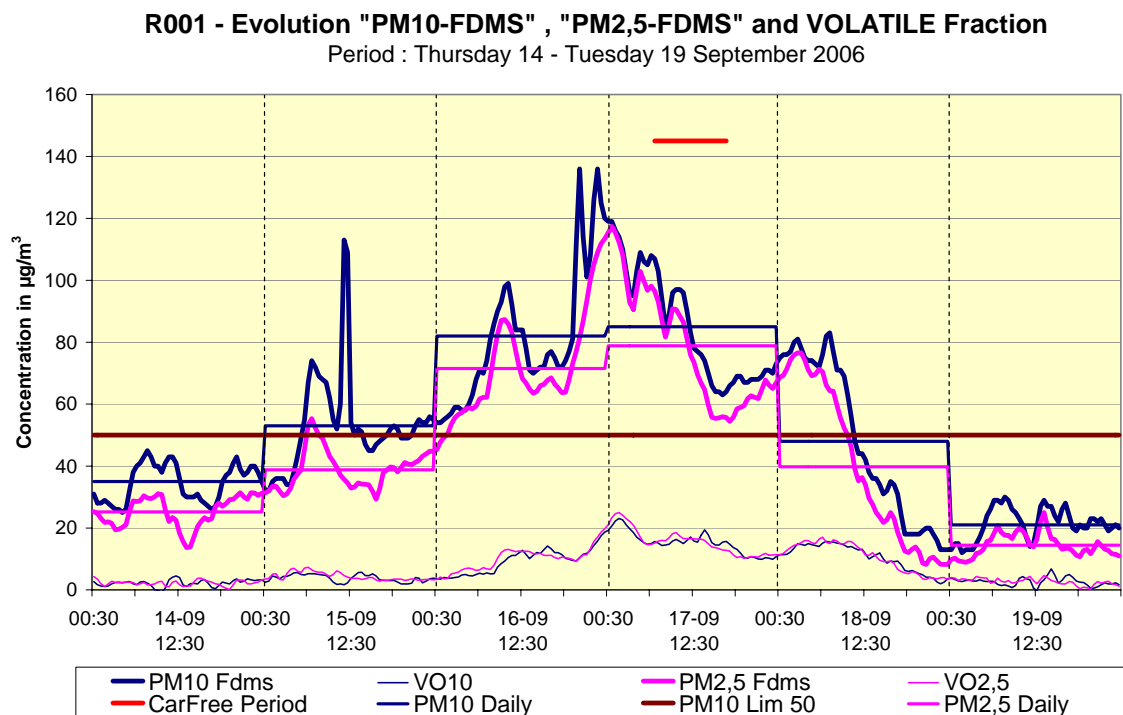
Het rapport van het BIM over de immissies in 2006-2008 (IBGE-BIM 2009) beschrijft dan weer hoe een gelijkaardige situatie waargenomen werd op de autoluwe zondag van 17 september 2006, alsook herhaaldelijk in de loop van de maand april van 2007.

Hieronder volgt een selectie van de uitvoerige documentatie over die 17^{de} september 2006: de dynamische evolutie van de gassen NO en NO₂ (figuur 23.27) bleek bv. totaal te verschillen van die van de zwevende deeltjes (figuur 23.26). De derde grafiek (figuur 23.28) toont een erg gelijkaardige dynamische evolutie van de PM10- en PM2,5-concentraties ter hoogte van ver uiteenliggende meetpunten, en dit zowel buiten het Brussels Gewest (Antwerpen, Mechelen) als erbinnen (Molenbeek, Ukkel, Voorhaven, Neder-over-Heembeek). Bijkomende metingen die ter hoogte van de meetpost van Ukkel werden verricht, bevestigden ook een verhoogde aanwezigheid van nitraten, sulfaten en ammonium in de vaste fractie van de deeltjes: de totale massa aan nitraten en sulfaten vertegenwoordigde ongeveer een derde van de totale massa van PM10-deeltjes die op die dag

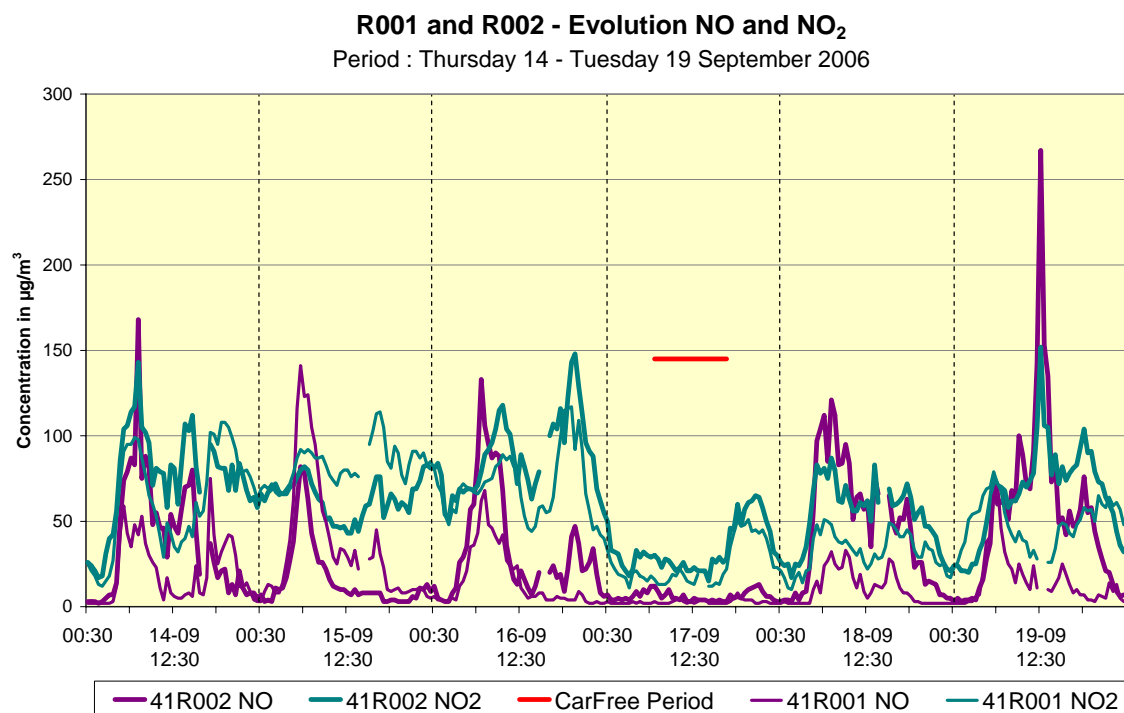


gemeten werden. De vierde grafiek (figuur 23.29) toont in welke mate de dynamische evolutie van de PM_{2,5}-deeltjes identiek verliep in 4 totaal verschillende stedelijke omgevingen op het ogenblik dat de concentraties zich geleidelijk opbouwden onder invloed van de vorming van secundaire aerosols.

Figuur 23.26 : Meetpost van Molenbeek (R001) : Evolutie van de PM10- en PM2,5-halfuurwaarden en van de vluchtige massa van de twee fracties (VO10 en VO2,5) – Evolutie van de PM10- en PM2,5-dagwaarden - Periode: donderdag 14 tot dinsdag 19 september 2006
Bron: Vanderstraeten et al (2009)

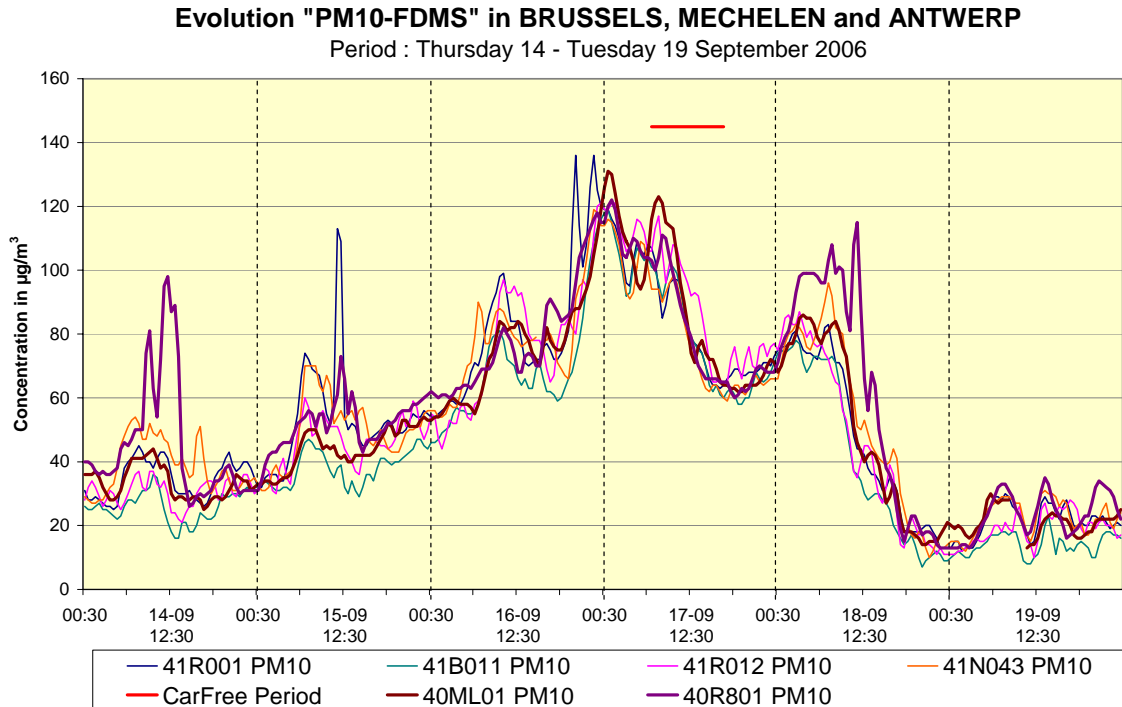


Figuur 23.27 : Meetposten van Elsene (R002) en van Molenbeek (R001) – Evolutie van de NO- en NO₂ –halfuurwaarden tijdens de periode van donderdag 14 tot dinsdag 19 september 2006
Bron: Vanderstraeten et al (2009)

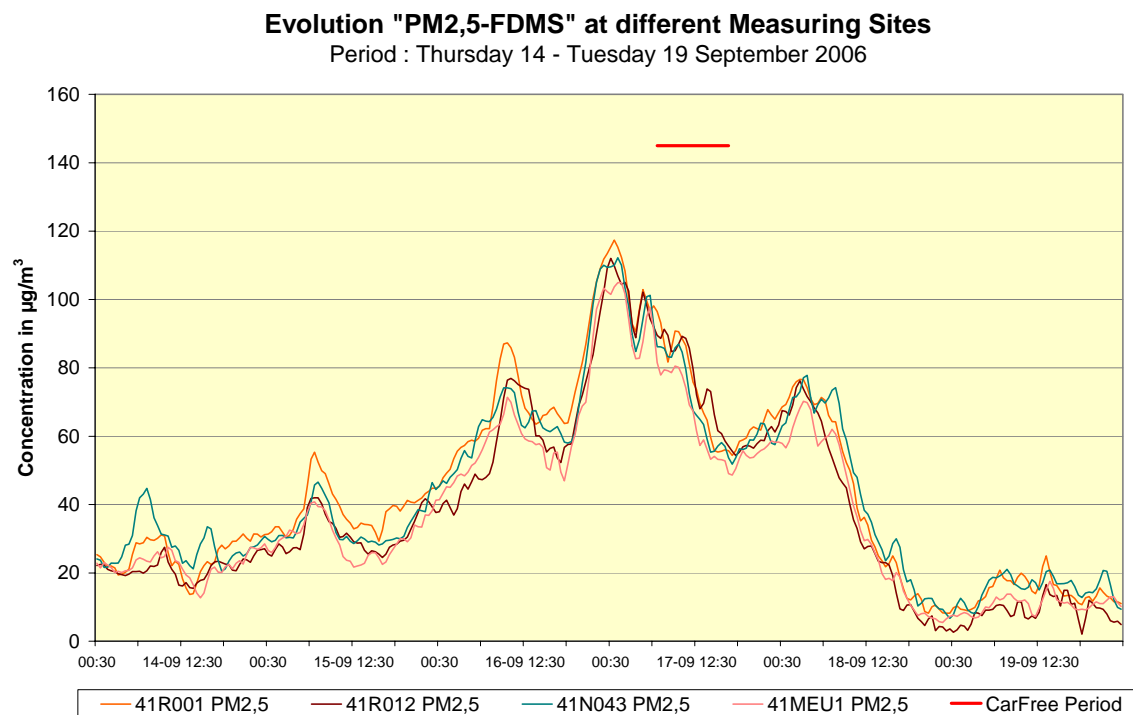




Figuur 23.28 : Evolutie van de PM10-halfuurwaarden tijdens de periode van 14 tot 19 september 2006 : vergelijking van de PM10-niveaus in verschillende meetposten van het Brussels Gewest (R001-Molenbeek, B011-Berchem, R012-Ukkel en N043-Voorhaven) en in de meetposten te Mechelen (40ML01) en Antwerpen–Borgerhout (40R801)
Bron: Vanderstraeten et al (2009)



Figuur 23.29 : Evolutie van de PM2,5-halfuurwaarden tijdens de periode van 14 tot 19 september 2006 : vergelijking van de PM2,5-niveaus in Molenbeek (R001), Ukkel (R012), Voorhaven (N043) en Neder-Over-Heembeek (MEU1)
Bron: Vanderstraeten et al (2009)





Fenomenen die gepaard gaan met de excessieve vorming van secundaire deeltjes:

De geleidelijke opbouw van de PM10- en PM2,5-concentraties, de duidelijke verschillen in het dynamisch concentratieverloop van de deeltjes en de gasvormige pollutanten, de aanwezigheid van verhoogde PM-concentraties over een ruimer gebied en de aanwezigheid van hoge concentraties aan ammoniumzouten wijzen erop dat de hoge PM-concentraties in dit geval grotendeels afkomstig zijn van een totaal ander fenomeen dan de rechtstreekse uitstoot van deeltjes door het verkeer of door andere plaatselijke bronnen.

Omstandigheden die bevorderlijk zijn voor de vorming van secundaire aerosols (nucleatieproces):

Het nucleatieproces vereist niet alleen specifieke weersomstandigheden (een gematigde temperatuur van 8 tot 20°C en een hoge relatieve vochtigheid van ~90%), maar ook de massale aanwezigheid van ammoniak. In het geval van het Brussels Gewest moet de bron van deze ammoniak gezocht worden bij de landbouwactiviteiten in de aangrenzende streken (uitrijden van drijfmest). De aanwezigheid van secundaire deeltjes wordt frequent vastgesteld in de maanden maart/april en september/oktober (Vanderstraeten et al 2009 en IBGE-BIM 2009), op voorwaarde weliswaar dat er in deze maanden niet teveel regen valt.

8.5. De ratio tussen de PM2,5- en de PM10-deeltjes in het Brussels Gewest

De verhouding van de massa van de PM2,5-deeltjes op de massa van de PM10-deeltjes werd berekend voor drie verschillende selecties van dagen:

- De eerste selectie komt overeen met alle dagen van het jaar,
- De tweede selectie omvat al de dagen van het jaar met een PM10-dagwaarde hoger dan 50 µg/m³ en
- De derde selectie bestaat enkel uit overschrijdingsdagen die niet op een werkdag vallen.

Deze berekeningen werden toegepast op drie opeenvolgende jaren (2006, 2007 en 2008) voor drie verschillende meetposten (R001-Molenbeek, N043-Voorhaven en R012-Ukkel). De resultaten van deze berekeningen (percentages) vindt u in onderstaande tabel.

Tabel 23.30

Verhouding (in %) tussen de PM2,5- en de PM10-concentraties zoals gemeten in drie meetposten, voor drie verschillende selecties van dagen in 2006, 2007 en 2008									
Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009									
	R001 - Molenbeek			R012 - Ukkel			N043 - Voorhaven		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Alle dagen van het jaar	76,5	72,4	70,6	58,6	71,4	75,4	71,2	77,1	62,9
Enkel de dagen met een overschrijding voor PM10	86	78,1	72,9	74	78,7	80,8	77	76,6	58,2
Enkel de niet-werkdagen met een overschrijding voor PM10	90,2	82,6	78,9	80,2	79,1	87,5	88,5	83,4	76,9

Uit de gemaakte berekeningen blijkt dat over een tijdspanne van drie jaar het gemiddeld PM2,5-aandeel slechts uitzonderlijk onder de 70 % zakt; anders gezegd: gemiddeld 70 % van de massa van de gemeten PM10-deeltjes heeft een diameter die kleiner is dan 2,5 µm. Figuur 23.31 toont bovendien hoe het aandeel van de PM2,5-deeltjes groot blijft ongeacht het seizoen, in 3 Brusselse stations die nochtans in erg verschillende stedelijke omgevingen gelegen zijn: zakte het gemiddelde aandeel van de PM2,5-deeltjes in de loop van 2007 nooit onder de 50 %.

Voor de meetposten van Molenbeek en Ukkel stellen we verder vast dat de PM2,5/PM10-ratio op dagen met een overschrijding voor PM10 hoger is dan voor het gemiddelde van alle dagen samen en dat deze ratio nog hoger is, wanneer het om overschrijdingsdagen gaat, die geen werkdagen zijn. Dat is een aanwijzing voor het feit dat de vorming van secundaire aerosols (en dus een grotere PM2,5-fractie) niet onbelangrijk is voor de verklaring van het grote aantal PM10-overschrijdingsdagen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

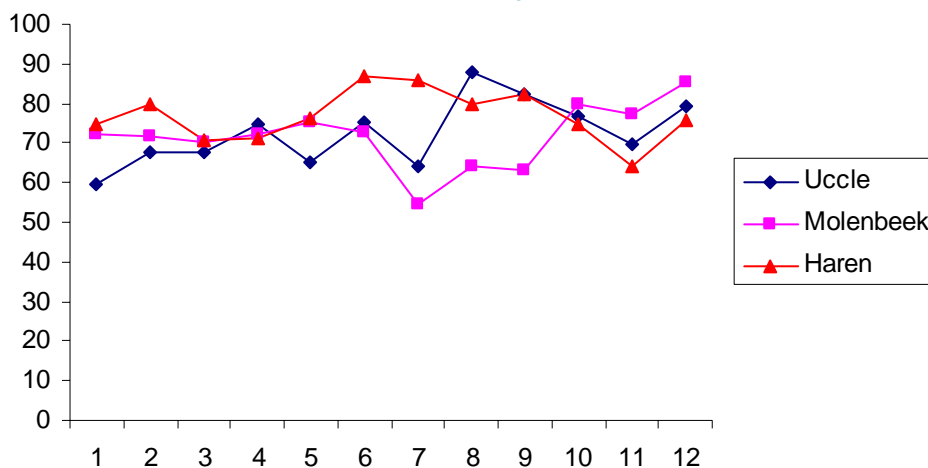


Voor de post in Voorhaven die in een industriële omgeving met veel verkeer gelegen is, is er geen significant verschil tussen de PM_{2,5}/PM₁₀-ratios voor de 'alle dagen'-selectie en de 'alle dagen met overschrijding voor PM₁₀'-selectie. Gezien de kenmerken van de omgeving van het station is in dit geval een groter aantal overschrijdingsdagen het gevolg van de aanwezigheid van een grovere fractie (tussen 2,5 en 10 µm) op dagen dat droge lucht wordt aangevoerd uit de oostelijke sectoren. De 'overschrijdingen op niet werkdagen'-selectie vertoont daarentegen wel een hogere PM_{2,5}/PM₁₀-ratio: tijdens het weekend en op feestdagen is er namelijk minder opwaaiend stof ter hoogte van deze meetpost, waardoor het aandeel van de PM_{2,5}-deeltjes en de secundaire aerosols een grotere rol speelt.

Figuur 23.31

Verhouding (%) tussen de PM_{2,5}-concentratie en de PM₁₀-concentratie in drie meetposten (Ukkel-R012, Molenbeek-R001, Haren/Voorhaven-N043) tijdens de maanden van het jaar 2007

Bron: BIM, Departement luchtplan, klimaat en energie, 2008



8.6. Weersomstandigheden tijdens PM₁₀-overschrijdingsdagen

Om de eerste waarnemingen op een meer objectieve wijze te kunnen beoordelen, werd een frequentieverdeling van de halfuurswaarden opgesteld en dat enerzijds voor de windrichting en anderzijds voor de relatieve luchtvochtigheid (die hier fungeert als maatstaf voor de mate waarin de lucht verwijderd is van het verzadigingspunt). Deze frequenties werden voor alle dagen van de jaren 2005 tot 2008 gecontroleerd alsook, in het geval van de stations die de PM₁₀-deeltjes meten, voor de dagen met een PM₁₀-dagwaarde van meer dan 50 µg/m³ (meer uitleg over deze studie in IBGE-BIM, 2009, pagina's 4.99-4.106).

Een vergelijking tussen het gemiddeld voorkomen van specifieke weersomstandigheden op alle dagen van het jaar en hun voorkomen op overschrijdingsdagen maakte de omstandigheden duidelijk, waarin overschrijdingen in verhouding vaker voorkomen. Het betreft:

- de periodes met winden vanuit de sectoren 'noordoost' en 'oost';
- de periodes met een geringe relatieve vochtigheid (< 36 à 52 % RV);
- de periodes met een hoge relatieve vochtigheid (van 92 tot 100 %).

Een onderlinge vergelijking van de resultaten per station en een grondige analyse van de overschrijdingsdagen die beperkt bleven tot de meetposten Voorhaven en Molenbeek brachten aan het licht dat er een duidelijk verband bestaat tussen het optreden van oostenwind en het surplus aan PM₁₀-overschrijdingen ter hoogte van deze twee meetposten. Dat geldt ook voor de periodes met droge lucht.

Tijdens de winterperiode, en dan vooral van november tot februari, komen temperatuurinversies in combinatie weinig wind, vaker voor. Een grootschalige thermische subsidentie-inversie^{ix}, vaak gecombineerd met een temperatuurinversie aan de grond tegen de ochtend, beperkt de menhoogte aanzienlijk en veroorzaakt daardoor een accumulatie van verontreinigende stoffen en dus een

^{ix} Inversie gekoppeld aan een anticyclon die een dalende beweging van de lucht veroorzaakt over een oppervlakte van duizenden km². Voor meer informatie over de verschillende soorten inversies, zie <http://www.answers.com/topic/temperature-inversion>



toename van de PM10-concentraties. Als de windsnelheid daarenboven laag is, zal de horizontale verspreiding nog meer worden beperkt.

8.7. Belang van achtergrondvervuiling en de aanvoer van PM10-deeltjes in het BHG

Wegens de kleine afmetingen van de PM10 deeltjes kunnen deze door de luchtmassa's over grote afstanden worden meegevoerd. De op een bepaalde plaats gemeten PM10-concentraties zijn dan ook het resultaat van de aanvoer van deze deeltjes over middellange of lange afstand en van emissies door lokale bronnen. Het verschil in concentratie tussen locaties in de buurt van het stadscentrum en locaties die afgeschermd zijn van de stedelijke activiteiten (waar men in feite de stedelijke achtergrondvervuiling meet), geeft een aanduiding van de hoeveelheid deeltjes te wijten aan de stedelijke activiteiten.

Het relatieve belang van de verschillende bijdragen (van binnen en buiten het Gewest) tot de gemeten concentraties kan achterhaald worden door de tijdreeksen te analyseren van de PM10-concentraties in bepaalde representatieve meetposten (IBGE-BIM, 2008b):

- De achtergrondvervuiling (station in Vielsalm 43N085, niet beïnvloed door lokale bronnen);
- De stedelijke achtergrondvervuiling in combinatie met de transgewestelijke bijdrage (station in Ukkel 41R012, relatief verwijderd van directie emissiebronnen);
- De stedelijke bijdrage, voornamelijk afkomstig van het verkeer (station in Molenbeek 41R001);
- De erg lokale bijdrage van het verkeer zoals die wordt aangetroffen in zones met een grote verkeersdichtheid (bijdrage geraamd op basis van een model).

Afhankelijk van de verplaatsing van de luchtmassa's in de loop van de laatste 24 uur kan de bron van de aangevoerde deeltjes of de plaats waar deze deeltjes zich vormden (transgewestelijke bijdrage), zich in België of in een buurland bevinden.

Tabel 23.32 geeft een raming van deze vier bijdragen, voor een doorsnee situatie en voor het geval er zich vervuilingsspieken voordoen. Volgens de definitie van het noodplan van de Brusselse Regering dat op 24 december 2008 in het Belgisch Staatsblad gepubliceerd werd, stemt een 'winterse vervuilingsspiek' overeen met een overschrijding van een PM10-daggemiddelde van $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in ten minste twee Brusselse meetstations tijdens de maanden november tot maart (het noodplan werd gepubliceerd onder de vorm van een besluit^x). De methode die aan de basis ligt van de resultaten in de onderstaande tabel wordt toegelicht in het milieueffectenrapport van het noodplan (IBGE-BIM, 2008b).

^x Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot bepaling van de dringende maatregelen om piekperiodes van luchtvervuiling door fijn stof en door stikstofdioxiden te voorkomen, aangenomen op 27 november 2008 en gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 24 december 2008



Tabel 23.32

Bijdrage (%) tot de gemeten PM10-concentratie: schatting gebaseerd op de meetwaarden van 01/01/2005 t/m 31/12/2008			
Bron: Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu en Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009			
Herkomst van de PM10	Stations	Gemiddelde situatie	Winterse vervuilingsspiek
Landelijke achtergrondvervuiling	Vielsalm (43N085)	39,0	26,3
Stedelijke achtergrondvervuiling + transgewestelijke bijdrage	Ukkel (41R012)	26,8	31,4
Stedelijke vervuiling door het verkeer	St.-Jans-Molenbeek (41R001)	12,2	16,9
Vervuiling in zones met grote verkeersdichtheid	Model	22,0	25,4
		100,0	100,0

De combinatie van achtergrondvervuiling en transgewestelijke bijdrage (grijze cellen) vertegenwoordigt een belangrijk deel (66 %) van de gemeten PM10-concentraties. Tijdens een winterse vervuilingsspiek (die te wijten is aan een slechte verspreiding van de verontreinigende stoffen ten gevolge van een temperatuurinversie en weinig wind) is de bijdrage van het stedelijk verkeer in verhouding veel groter: vooral in zones met een grote verkeersdichtheid (bv. canyon street) stijgt het aandeel dat afkomstig is van de lokale bronnen tot 42,3 % van de gemeten concentratie (gele cellen). Op plaatsen met veel verkeer maar met een goede ventilatie wordt de bijdrage van de lokale deeltjesemissie tijdens vervuilingsspieken evenwel geraamd op 22,7 %.

8.8. Enkele chemische parameters van de deeltjes in het Brussels Gewest

8.8.1. Gehalte aan PAK's, markers van verbrandingsprocessen

Sinds 1998 wordt de analyse van de particuliere PAK's in het Brussels Gewest door het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM verricht op basis van een permanente bemonstering tijdens zeven opeenvolgende dagen (voor meer informatie, zie IBGE-BIM 2009, bijlage A). Voor het in deze fiche behandelde onderwerp zullen we alleen de PAK's in volledig vaste staat bespreken: concreet gaat het om benzo(e)pyreen, benzo(a)pyreen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, indeno(123cd)pyreen, benzo(ghi)peryleen, coroneen en benzo(a)anthraceen. De gemiddelde concentraties (uitgedrukt in nanogram per kubieke meter lucht) worden per maand en per kalenderjaar berekend op basis van de wekelijkse resultaten. De bemonstering wordt verricht op de locatie van de meetstations die de apparaten bevatten voor de telemetrische detectie van de PM10-deeltjes, met uitzondering van de meetpost Belliard-BLD1 waar er overigens sinds september 2004 geen metingen meer verricht worden. Ter herinnering: de meetstations van de Kroonlaan (R002) en de Belliardstraat (BLD1) gelden als representatief voor een omgeving met veel verkeer, terwijl Gulledelle (WOL1) een open zone vertegenwoordigt die niettemin in de buurt van verkeer gelegen is, en de meetposten KMI/IRM (R012) en Meudonpark (MEU1) zich in een achtergrondvervuilingszone bevinden.

De particuliere fractie van de polyaromatische koolwaterstoffen die doorgaans 'dieseldeeltjes' genoemd worden, wordt hoofdzakelijk uitgestoten tijdens verbrandingsprocessen (van stookolie, steenkool, hout, enz.). Deze PAK's worden voornamelijk aangetroffen in de PM2,5-fractie. In Brussel zijn de belangrijkste bronnen van dergelijke verbrandingsprocessen het verkeer en de verwarming van woningen.

De PAK's kunnen gebruikt worden om de herkomst van deeltjes te achterhalen.

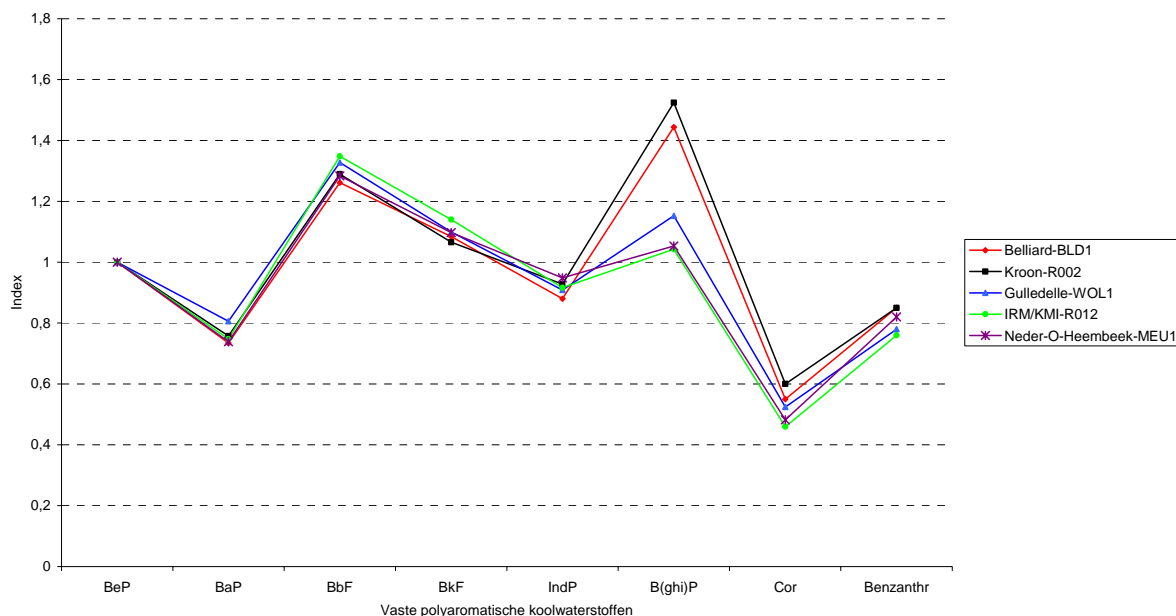
Door het normaliseren van de concentraties van de verschillende PAK's ten opzichte van de benzo(e)pyreenconcentratie (BeP), stellen we vast (zie figuur 23.33) dat de benzo(g,h,i)peryleenconcentratie – of afgekort B(ghi)P – sterk beïnvloed wordt door de dichtheid van



het verkeer. Dit blijkt uit de index 1,5 in de meetposten Belliardstraat en Kroonlaan ten opzichte van de index 1,05 voor de backgroundstations KMI/IRM en Meudonpark.

Figuur 23.33: Genormaliseerde jaargemiddelde concentraties van acht PAK's (2001) - gemiddelde waarden van 5 meetposten genormaliseerd t.o.v. de benzo(e)pyreen-concentratie

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009

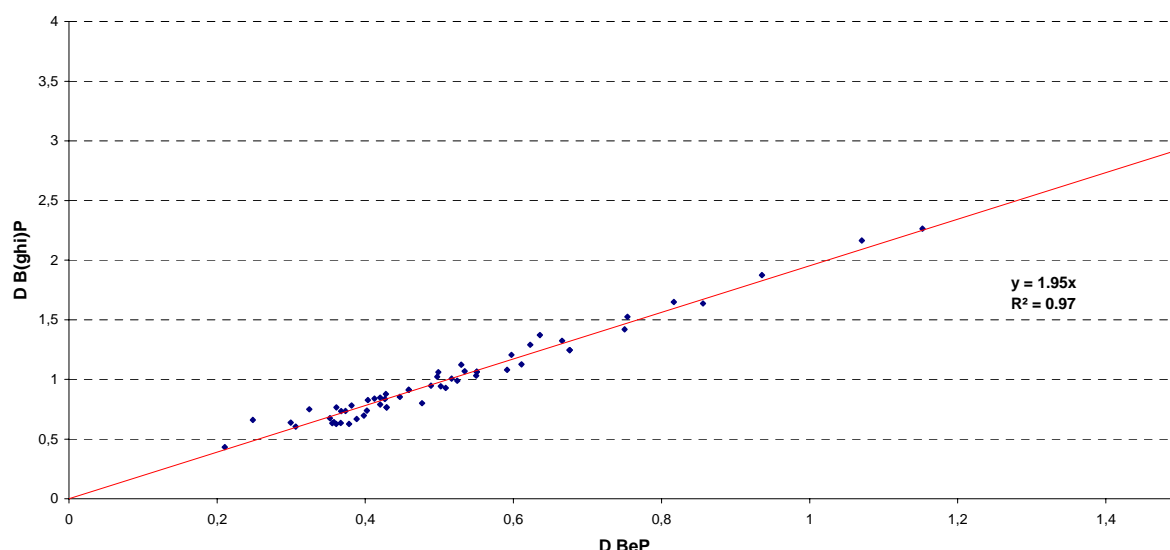


Aan de hand van de verschillen in benzo(g,h,i)peryleen- en benzo(e)pyreenconcentratie (BeP) tussen de meetposten met druk verkeer in de Belliardstraat en de Kroonlaan en het backgroundstation KMI/IRM bekomen wij een emissieprofiel van het verkeer (zie figuur 23.34).

Figuur 23.34: Correlatie tussen de verschillen in concentratie (weekgemiddelden van 2001) van B(ghi)P en van BeP gemeten in twee meetposten met druk verkeer (Belliard- BLD1 en Kroon-R002) enerzijds en een backgroundstation (KMI/IRM-R012) anderzijds

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009

Profiel van de PAK-emissie door het verkeer



Door de verhoudingen tussen benzo(ghi)peryleen en benzo(e)pyreen te analyseren, kunnen we de bijdrage van het plaatselijk verkeer ('traffic') nagaan en de bijdrage van de emissiebronnen die niets

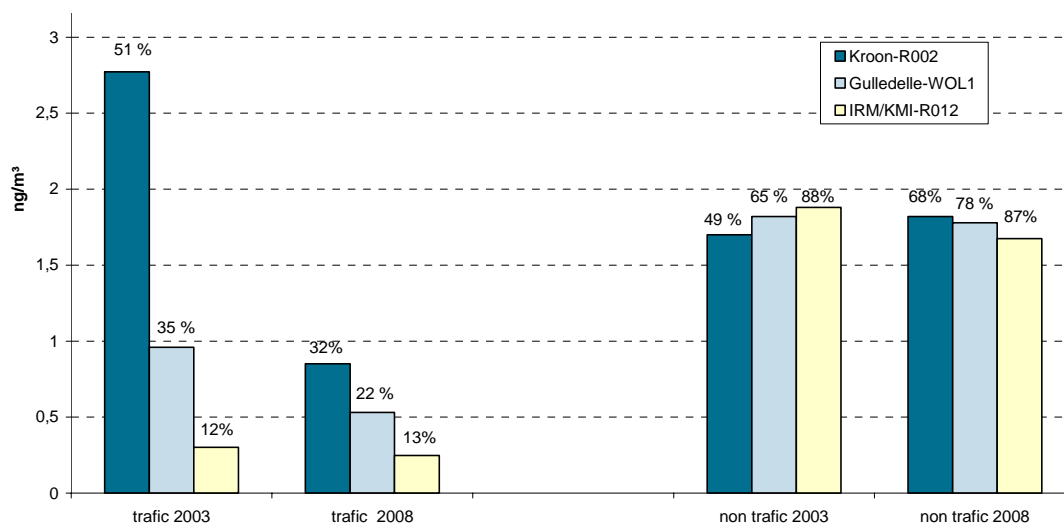


met het verkeer te maken hebben ('non trafic') De 'non trafic'-bijdrage omvat de emissies afkomstig van verwarmingsinstallaties en van elders aangevoerde deeltjes.

Figuur 23.35 toont, voor twee verschillende jaren, zowel in massa (ng/m^3) als in percentage, de 'trafic'- en de 'non trafic'-bijdrage aan de totale particulaire PAK-concentraties.

Figuur 23.35 : Vaste PAK-deeltjes (totaal) volgens oorsprong « Verkeer » (trafic) en « Niet-verkeer » (non trafic) in 2003 en 2008, in drie meetposten: vergelijking in jaarlijkse concentratie en in percentage

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek, 2009



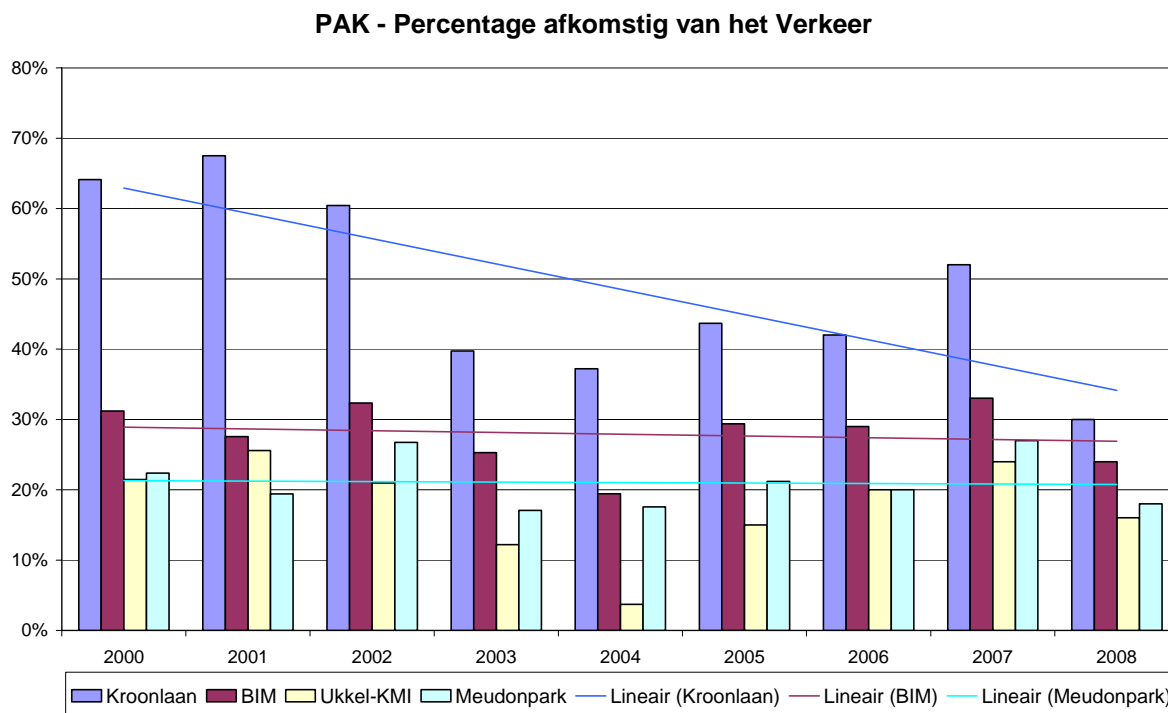
We stellen vast dat de concentraties aan PAK-deeltjes die te wijten zijn aan 'non trafic'-bronnen, d.w.z. verwarming (stookolie) en aanvoer, voor de drie meetstations relatief stabiel gebleven zijn. Daarentegen zien wij voor de 'trafic'-bijdrage een duidelijke vermindering ter hoogte van de Kroonlaan, waar deze bijdrage overheersend was; voor de andere stations is er geen duidelijke evolutie.

Op grafiek 23.36 worden de percentages PAK-deeltjes getoond die van het verkeer afkomstig zijn.



Figuur 23.36: Evolutie van het percentage vaste PAK-deeltjes afkomstig van het verkeer - periode : 2000-2008

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)

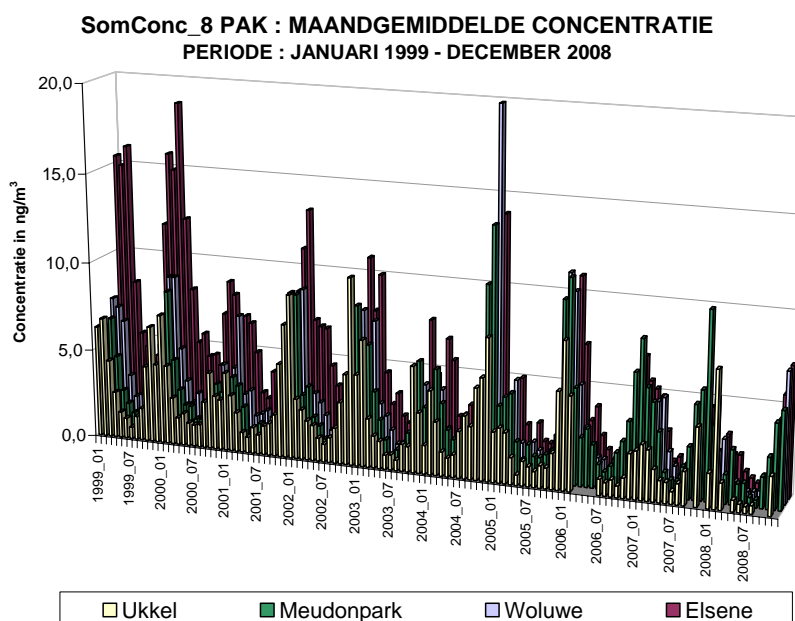


Voor de meetpost Kroonlaan is de bijdrage van het verkeer in het totale aantal PAK-deeltjes sinds 2000 sterk gedaald en belooft het nu nog minder dan 50 %. Deze evolutie is wellicht het gevolg van de technologische evolutie van de dieselmotoren. Voor de andere meetstations die minder rechtstreeks door het verkeer beïnvloed worden, is de vermindering klein of onbestaand.

De evolutie van de maandgemiddelde concentraties voor de som van 8 verschillende PAK's wordt grafisch weergegeven in figuur 23.37.

Figuur 23.37: Evolutie van de maandgemiddelde concentratie voor de som van acht verschillende PAK's in vier meetposten – periode : januari 1999-december 2008

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)





Uit figuur 23.37 blijkt duidelijk dat in alle meetpunten de hoogste concentraties aan PAK-deeltjes gemeten worden tijdens de wintermaanden. Dat is het geval voor alle gemeten PAK's. Een verklaring hiervoor zijn enerzijds de grotere bijdrage van de verwarminginstallaties in de totale emissies en anderzijds de weersomstandigheden die in de wintermaanden vaak minder bevorderlijk zijn voor de verspreiding van de pollutanten.

8.8.2. PAK's en de menselijke gezondheid

Verschillende PAK's werden door de Wereldgezondheidsorganisatie als mogelijk kankerverwekkende stoffen geklasseerd (IARC 2008: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthgr01.php>). Het als kankerverwekkend (klasse 1) en mutageen erkende benzo(a)pyreen is niettemin de enige PAK waarvan de monitoring aan een norm gekoppeld werd. Deze norm wordt bindend in 2013. Eén van de metabolieten van benzo(a)pyreen hecht zich vast op cellulair DNA-niveau en veroorzaakt mutaties die tot de ontwikkeling van kankers kunnen leiden. Vandaag zijn de concentraties benzo(a)pyreen in het BHG niet verontrustend hoog. Het feit dat de norm voor benzo(a)pyreen gerespecteerd wordt, zegt echter niets over de bescherming van de volksgezondheid tegen alle PAK's. De andere zorgwekkende PAK's (benzo(a)anthraceen, benzo(b)fluorantheen, benzo(j)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, indeno(1,2,3-cd)pyreen en dibenzo(a,h)anthraceen) worden beschouwd als vermoedelijk kankerverwekkende stoffen (klasse 2A en klasse 2B) (IARC 2008: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthgr01.php>).

Eén van de belangrijkste bronnen van blootstelling aan PAK's is onze voeding. Tijdens hun vorming (in het bijzonder via onvolledige verbrandingsprocessen, pyrolyse en luchtvervuiling) komen de PAK's terecht op de granen, het fruit en de groenten die wij nadien consumeren (WHO 2000). Ook via inademing komt een mengsel van PAK's, al dan niet in combinatie met andere chemische stoffen en deeltjes, in onze longen terecht.

8.8.3. Bestanddelen aangevoerd van buiten de stad

Een aantal publicaties van het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM over de samenstelling van deeltjes hebben bijgedragen tot het aantonen van het belang van het vervoer over lange en middellange afstand (Vanderstraeten et al, 2008a et 2008b).

Zo vestigden Vanderstraeten et al (2008a) de aandacht op de minerale deeltjes (voornamelijk Si, Fe en Al in de vorm van oxiden) die door zandstormen ('dust storms') vanuit de woestijnen van Noord-Afrika meegevoerd werden: zij veroorzaakten niet alleen een verhoging van de PM10-concentraties maar leidden ook tot overschrijdingen van de dagnorm in alle Brusselse meetpunten. Vanderstraeten et al (2008b) detecteerden ook de aanwezigheid van aluminiumsilicaatdeeltjes (klei) afkomstig van landbouwactiviteiten in het gebied rond Brussel, op het ogenblik van overschrijdingen van de PM10-norm tijdens bepaalde seizoenen. Zie ter zake ook punt 9.2.

8.8.4. Precursoren van aerosols

De precursoren van de secundaire aerosols zijn voornamelijk NO_x, SO₂ en NH₃.

Uit de door het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek van het BIM verrichte analyse van de anionische en kationische verbindingen van de atmosferische aerosol blijkt dat 40 à 50 % van de PM10-massa uit anorganische zouten (NO₃⁻, SO₄⁻ en NH₄⁺) bestaat, wat ook strookt met de waarden die tijdens tal van studies zowel in België (bv VMM 2009) als in het buitenland waargenomen werden.

8.9. Telling van het aantal deeltjes

Sinds begin juli 2008 telt een Grimm GR187-apparaat van het laser-nefelometertype het aantal deeltjes op de Gulledelelocatie (WOL1). Het apparaat in kwestie maakt een onderscheid tussen 31 verschillende klassen van deeltjesgrootte (aerodynamische diameter tussen 0,25 µm en 32 µm). De interpretatie van al deze gegevens is evenwel geen sinecure. De telling brengt immers fenomenen aan het licht, die we met behulp van onze huidige kennis nog niet kunnen verklaren.

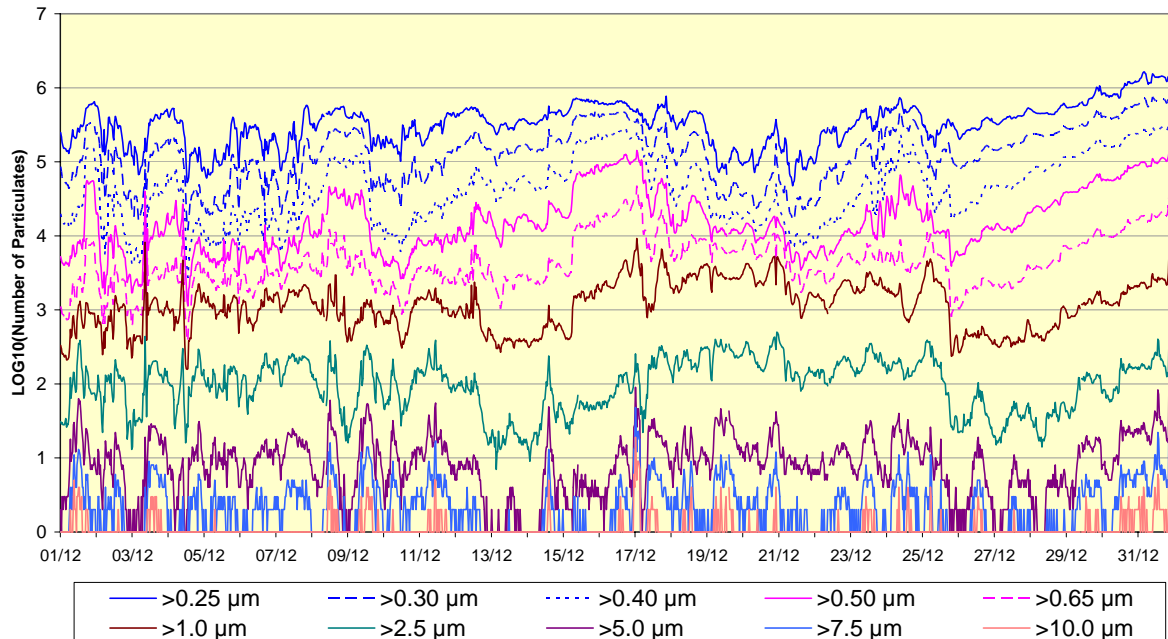
Zoals ook blijkt uit de resultaten die in de nacht van 30 op 31 december 2008 waargenomen werden, wordt het grootste aantal deeltjes soms waargenomen tijdens periodes die bijzonder kalm zijn op de plaats waar de tellingen verricht worden.

Figuur 23.38: Verloop volgens deeltjesgrootte van de halfuurwaarden van het logaritme van het aantal deeltjes (meetpost WOL1-Woluwe) – periode: december 2008

Bron : BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM, 2009)



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



Uit andere tellingen bleek dan weer dat het in het station WOL1 getelde aantal deeltjes (1.500.000 deeltjes per liter) tijdens het weekend 's nacht (tussen 2 en 6 uur 's ochtends) tot drie keer groter kan zijn dan het aantal deeltjes dat door de VITO gemeten werd in de Wetstraat op een werkdag temidden van het verkeer (zie Shapes-studie in punt 11).

Klaarblijkelijk is een groot deel van de deeltjes dus niet uitsluitend van het verkeer afkomstig en ligt ook het nucleatiefenomeen aan de basis van tal van partikels.

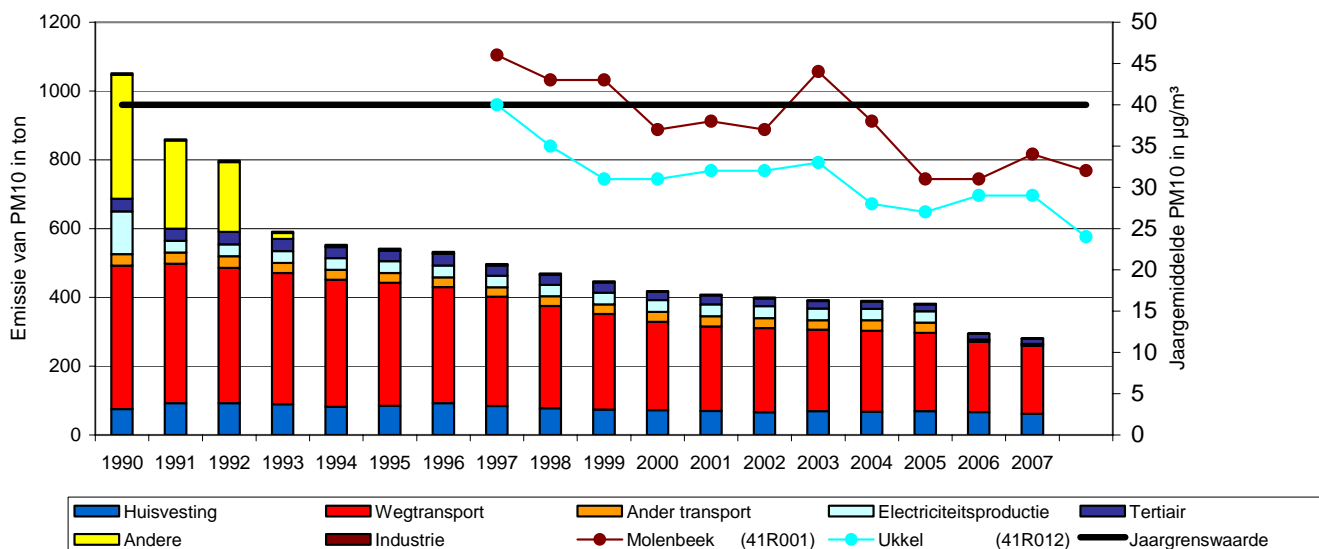
In dit stadium van onze waarnemingen is er in elk geval geen eenduidige correlatie gebleken tussen de massa van de deeltjes en hun aantallen: Zo zijn er momenten dat een groot aantal deeltjes gepaard gaat met een grote massa, een groot aantal deeltjes gepaard gaat met een geringe massa, een gering aantal deeltjes gepaard gaat met een grote massa en een gering aantal deeltjes gepaard gaat met een geringe massa.

9. Conclusies op basis van de verrichte vaststellingen

9.1. De massaconcentratie van de PM wordt niet hoofdzakelijk bepaald door de lokale uitstoot van het verkeer

Figuur 23.39 : Evolutie van de berekende PM10-uitstoot (ton) in het Brussels Gewest per economische sector en evolutie van de jaargemiddelde PM10-concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in een meetpost met druk verkeer (Molenbeek) en een meetpost met backgroundvervuiling (Ukkel)

Bron: BIM, Dep. Luchtplan, klimaat en energie, 2009



Hoewel figuur 23.39 de indruk wekt dat de verminderde uitstoot van PM10-deeltjes in het Brussels Gewest gepaard gaat met een afname van de jaargemiddelde concentraties in het Gewest, is de problematiek van de PM10-deeltjes in werkelijkheid veel complexer. Daarbij dient eerst en vooral opgemerkt dat de hierboven weergegeven emissies het resultaat zijn van berekeningen, deze zijn gebaseerd op hypothesen en stemmen niet overeen met de totale, daadwerkelijk uitgestoten hoeveelheden (waarvoor de landen trouwens niet over metingen beschikken, aangezien er geen algemene verplichting bestaat voor dergelijke metingen). Gezien uit studies (IBGE-BIM 2008b) gebleken is dat meer dan 60 % van de PM10-deeltjes van buiten het Gewest afkomstig is, is de daling van de gemiddelde immissiewaarden in Brussel wellicht te wijten aan een daling van de uitgestoten hoeveelheid PM10-deeltjes op Europees niveau.

Op basis van een grondige analyse van de meetwaarden van de PM10- en PM2,5-niveaus wijzen verschillende elementen erop dat de massaconcentratie van de deeltjes niet hoofdzakelijk bepaald wordt door de van het verkeer afkomstige lokale uitstoot van deeltjes. Denken wij hierbij aan:

- Het beperkte concentratieverschil tussen de rand van de stad en het stadscentrum (punt 8.1);
- Het duidelijk verschillend weekprofiel van de PM10- en PM2,5-concentraties enerzijds en van de NO- en NO₂-concentraties anderzijds;
- De ervaring met de autoluwe zondagen van 21 september 2003 en 17 september 2006, alsook andere vakantie- of weekenddagen met weinig verkeer, maar waarop er niettemin hoge PM-concentraties gemeten werden;
- Het verschillend dynamisch verloop van de PM10-, NO- en NO₂-concentraties;
- Het feit dat de gemiddelde PM10-concentraties op autoluwe zondagen quasi even groot zijn als de gemiddelde concentraties die op gewone zondagen gemeten worden;
- Het ontbreken van een duidelijke verandering in het concentratieniveau van PM10 en PM2,5 op het ogenblik dat de sperperiode van de autoluwe zondagen begint of eindigt;
- De vrij uniforme PM10-concentratie over een ruim gebied in het geval dat er zich secundaire aerosols vormen;
- Het feit dat, zelfs in de denkbeeldige situatie dat de emissies op werkdagen permanent teruggebracht worden tot een weekendregime, er nog het risico bestaat dat het aantal dagen met een PM10-daggemiddelde boven de 50 µg/m³ het toegelaten maximaantal van 35 dagen per jaar overschrijdt.

9.2. Oorzaken van de overschrijdingen van de PM10-normen

Het ligt voor de hand dat de plaatselijke stedelijke activiteiten niet de enige verklaring kunnen zijn voor de hoge concentraties aangezien er ook heel wat weekenddagen zijn waarop de drempelwaarden overschreden worden.



Soms beperkt de overschrijding zich tot één of twee meetpunten in de buurt van een verkeersas, terwijl andere overschrijdingen tegelijk plaatsvinden in meerdere meetstations die verspreid liggen over een ruim gebied. Uit de analyse van de waarnemingen is gebleken dat de fenomenen die aan de basis liggen van deze twee types overschrijdingen, verschillend zijn (IBGE-BIM 2009, samenvatting).

9.2.1. Overschrijdingen die tegelijk in meerdere meetpunten optreden

Wat de 'veralgemeende' overschrijdingen betreft, kunnen we stellen dat deze in de meeste gevallen te wijten zijn aan een slechte verspreiding, of aan omstandigheden die de vorming van secundaire aerosols (o.a. ammoniumzouten) bevorderen. Een combinatie van beide fenomenen is ook mogelijk. De aanvoer van deeltjes over middellange en lange afstanden kan eveneens simultane overschrijdingen in een uitgestrekt gebied veroorzaken, hoewel dit veeleer uitzonderlijk is.

In het geval van **atmosferische omstandigheden die ongunstig zijn voor de verspreiding**, verhoogt de concentratie van de pollutanten (met uitzondering van ozon) en is het verloop van de PM10-concentraties gelijkaardig met dit van de gasvormige pollutanten (NO, NO₂, CO en CO₂). Volgens het rapport van het BIM aan de Europese Commissie (IBGE-BIM, 2007b) was er in bijna twee derde van de gevallen waarin de dagnorm voor PM10-deeltjes overschreden werd in 2005, sprake van dergelijke nadelige atmosferische omstandigheden. Dit was ook het geval voor bijna de helft van de overschrijdingsdagen in 2006. Wat het meer recente verleden betreft, ligt de slechte atmosferische dispersie ook aan de basis van de 'algemene' overschrijdingen in december 2007, februari en december 2008 en januari 2009.

Een andere zeer frequente oorzaak voor algemene en gelijktijdige overschrijdingen is, zoals gezegd, de **overvloedige vorming van secundaire aerosols**. Voor meer uitleg over dit fenomeen verwijzen wij naar punt 8.4. In Brussel komt dit type van overschrijding het vaakst voor tijdens de maanden maart-april en september-oktober, d.w.z. vóór en na het landbouwseizoen ten gevolge van het grootschalig uitspreiden van drijfmest op de velden in de gebieden die grenzen aan het Gewest. Dit fenomeen deed zich herhaaldelijk voor in april 2008, alsook in de loop van april 2007 toen het aan de basis lag van 16 overschrijdingsdagen (dus bijna de helft van het toegelaten aantal overschrijdingen voor een heel jaar!). Ook in de loop van april 2009 kende het Gewest 14 overschrijdingsdagen (waarvan de oorzaken nog geanalyseerd moeten worden).

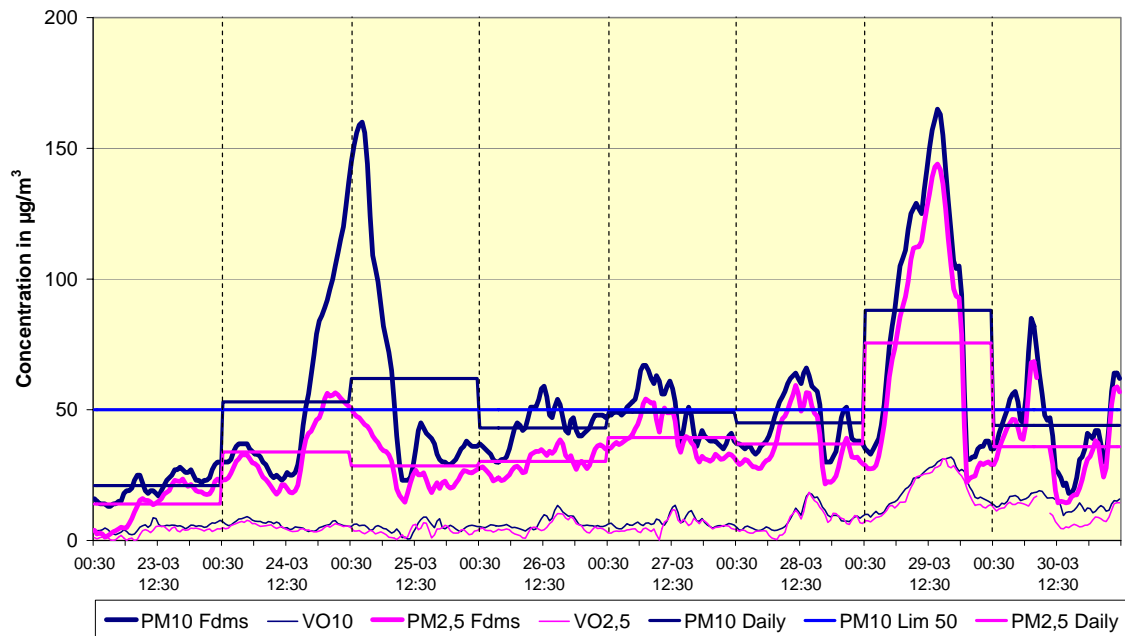
Het belang van een **massale aanvoer van deeltjes over lange en middellange afstand** kan sterk verschillen van het ene jaar tot het andere. Vanderstraeten et al (2008b) stelden vast dat gedurende bepaalde periodes van het jaar de gemeten PM10-concentraties in verschillende meetstations van het Gewest gelijktijdig toenamen, terwijl de weersomstandigheden op dat ogenblik als 'normaal' beschouwd konden worden. Zij slaagden erin om de link te leggen met het voorkomen van bepaalde deeltjesuitstotende landbouwactiviteiten in de aanpalende gebieden: zo werd er na het inzaaien van de velden in 5 Brusselse meetpunten een toename van de PM10-concentraties vastgesteld en overschreden de gemeten PM10-concentraties op de dagen dat de tarweoogst werd binnengehaald, overal de drempelwaarde van 50 µg/m³. Bovendien bevestigde de chemische en micromorfologische analyse van de deeltjes in kwestie dat het merendeel van de massa van de gemeten PM10-fractie uit deeltjes van natuurlijke herkomst bestond. De deeltjesemissies door de landbouw kunnen dus een significante invloed hebben op de concentraties die in een stedelijk gebied gemeten worden.

Onderstaande figuur 23.40 illustreert een andere overschrijding die door dit fenomeen van vervoer over lange afstand veroorzaakt werd. Tijdens de nacht van 24 op 25 maart 2007 (eerste piek van de grafiek) werden er erg hoge PM10-concentraties gemeten in alle Brusselse meetstations, alsook in die van de aanpalende gewesten en landen. Het is duidelijk te zien dat de concentratie aan PM2,5-deeltjes beduidend lager is dan die van de PM10-deeltjes (de PM2,5 zijn goed voor ongeveer 45 % van de totale PM10-concentratie). Uit het profiel van de de volatiele massa VO10 en VO2,5 blijkt bovendien dat er amper sprake is van enige volatiele massa. Vanderstraeten et al (2008a) hebben dit verklaard door de massale aanvoer van zand vanuit het noordoosten ten gevolge van een storm boven de woestijnen van Noord-Afrika. Dat er inderdaad sprake was van een zandwolk, werd ook bevestigd door het Koninklijk Meteorologisch Instituut aan de hand van de door de luchtmassa afgelegde trajecten (figuur 23.41) en satellietfoto's. De tweede piek van figuur 23.40 (29 maart 2007) ziet er helemaal anders uit: de dynamische evolutie van de concentraties, de erg grote PM2,5-fractie en de aanwezigheid van een volatiele massa wijzen stuk voor stuk in de richting van hoge concentraties als gevolg van de vorming van secundaire aerosols.



Figuur 23.40 : Verloop van de PM10- en PM2,5-concentraties tussen vrijdag 23 maart en vrijdag 30 maart 2007 in de meetpost R012-Ukkel: aanvoer van Sahara-zand in de nacht van 24 op 25 maart – Vorming van secundair aerosol op donderdag 29 maart
Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (Vanderstraeten en al, 2008a)

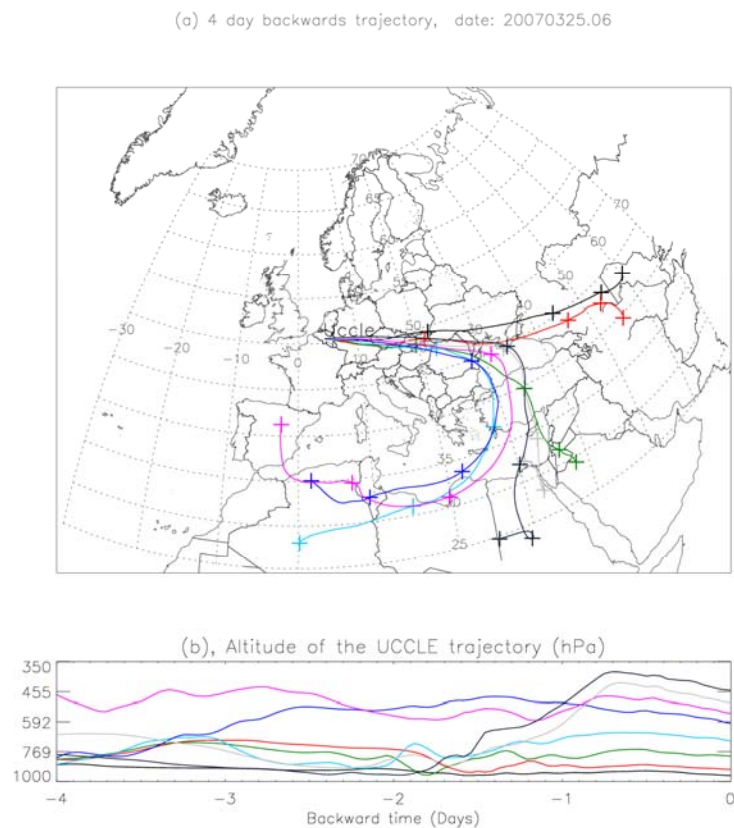
R012 - Evolution "PM10-FDMS" , "PM2,5-FDMS" , VOLATILE Fraction
Period : Friday 23 - Friday 30 March 2007





Figuur 23.41 : Traject van de met fijne deeltjes beladen luchtmassa komend uit de Sahara

Bron: Vanderstraeten et al (2008a)



9.2.2. Overschrijdingen die zich beperken tot een industriële omgeving en/of een omgeving met veel verkeer

Uit de analyse van de omstandigheden op de overschrijdingsdagen (zie punt 8.6) bleek dat het surplus van het aantal overschrijdingen in Voorhaven en, in mindere mate, in Molenbeek, overeenkwam met dagen waarop er drogere lucht vanuit oostelijke richting aangevoerd werd. Onder dergelijke weersomstandigheden en in aanwezigheid van emissiebronnen van grotere deeltjes, worden deze laatste door de wind, door een plaatselijke activiteit of door de turbulentie die gevolg is van het verkeer, opgewaaid. Zoals onderstaande figuur 23.42 ook aantoont, worden de overschrijdingen die te wijten zijn aan het **opwaaien van grote deeltjes** gekenmerkt door een lagere totale PM₁₀-concentratie en door een geringere volatie fractie, dan bij algemene overschrijdingen het geval is. De massaconcentratie van grove deeltjes (d.w.z. de fractie tussen 2,5 en 10 μm) is zichtbaar groter. Een toename van deze fractie geldt dan ook als een indicator voor de resuspensie van deeltjes (die zowel een natuurlijke als een antropogene herkomst kunnen hebben).

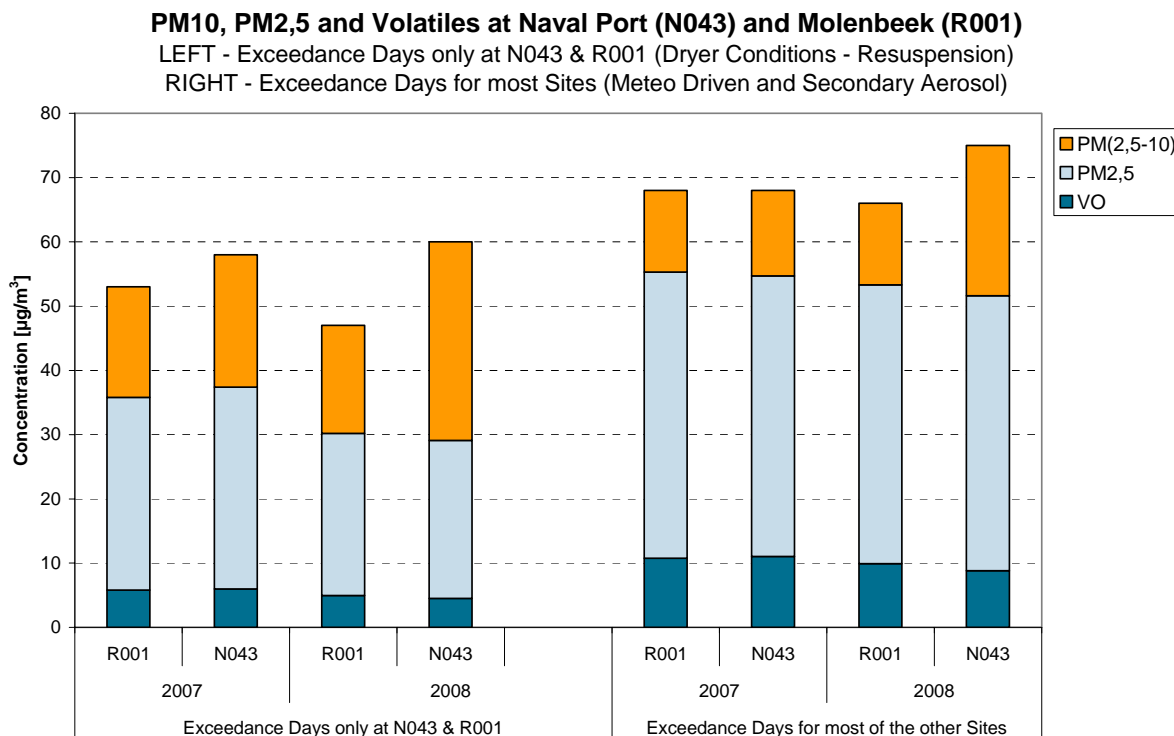
**Figuur 23.42**

PM10, PM2,5 en volatiele fractie in de meetposten Voorhaven-N043 en Molenbeek-R001 op de dagen waarop een overschrijding van de daggrenswaarde wordt gemeten

Bron: BIM, Laboratorium voor Milieuonderzoek (IBGE-BIM 2009).

Links: toestand op die dagen waarop enkel in de meetposten N043 en R001 een overschrijding wordt gemeten (aanvoer van droge lucht uit oostelijke sector).

Rechts: toestand op de dagen waarop zich een overschrijding voordoet in de meerderheid van de meetposten (vorming van secundair aerosol en/of algemeen ongunstige meteorologische omstandigheden)



Er zijn dus minstens drie fenomenen die, alleen of in combinatie met elkaar, tot hoge deeltjesconcentraties kunnen leiden: een slechte verspreiding, de vorming van secundaire aerosols, en het opnieuw in suspensie brengen en – zij het minder courant – de aanvoer van deeltjes over lange en middellange afstand. Elk van deze fenomenen is verantwoordelijk voor een groot aantal overschrijdingen.

Aangezien de problematiek van de PM10-deeltjes zo complex is, zijn er ook geen mirakeloplossingen waarmee men het aantal overschrijdingen onder controle kan houden. De vermindering op grote schaal van de gassen die als precursoren fungeren, is weliswaar dringend en onontbeerlijk, maar garandeert niet dat wij gevrijwaard zullen blijven van erg hoge PM10-concentraties die op de eerste plaats van de weersomstandigheden afhangen. Het relatieve belang binnen een bepaald jaar van de verschillende types overschrijdingen zal van het voorkomen en de prevalentie van de weersomstandigheden in kwestie afhangen.

10. Kanttekeningen bij de relatie tussen de fijne deeltjes en het wegverkeer

Om het relatieve belang van het wegverkeer in de ruimere problematiek van de deeltjes te kunnen plaatsen (IBGE-BIM, 2009, samenvatting van het rapport), is het belangrijk dat we de hypothesen die aan de basis van de berekening van de emissie-inventarissen liggen, vergelijken met de objectieve analyse van de gegevens van het telemetrisch meetnet (zie hoofdstuk 8 en de daar geformuleerde conclusies) en met de effectenstudies in het kader van het noodplan voor vervuilingsspieken (zie punt 8.7).



Het verkeer wordt erkend als één van de belangrijkste bronnen voor de uitstoot van verontreinigende stoffen in België. Voor de PM10-deeltjes vertegenwoordigt deze sector ongeveer driekwart van de (primaire) plaatselijke emissies in het Brussels Gewest. Haar directe bijdrage aan de lokaal gemeten massaconcentraties blijkt echter minder groot te zijn. Op basis van de analyse van het weekendeffect en het weekprofiel van de PM10- en NO-concentraties menen we zelfs te kunnen stellen dat de bijdrage van het verkeer tot de gemeten PM10-concentraties varieert van 7 % (voor een residentiële omgeving) tot 25 % (in een stedelijke omgeving in de buurt van veel verkeer). Deze schatting vergt enige toelichting:

- De totale bijdrage van het verkeer omvat niet alleen de directe uitstoot van deeltjes via de uitlaat (te wijten zijn aan de verbranding van dieselolie), maar ook het opwaaien van de deeltjes ten gevolge van de turbulentie die door de verplaatsing van de voertuigen gecreëerd wordt. In de vakliteratuur is men van mening dat beide processen evenveel bijdragen tot de van het verkeer afkomstige emissies.
- De berekening van de directe emissies van de voertuigen is gebaseerd op het afgelegde aantal kilometers en het type brandstof dat daarbij verbruikt wordt. Gezien de configuratie van het Belgische wegennet, de concentratie aan bedrijfswagens op het Brussels grondgebied en de complexiteit van de in- en uitgaande vervoersstromen rond het Brussels Gewest dat een belangrijk werkgelegenheidsgebied vormt, kan echter moeilijk nagegaan worden, welk aandeel van de hoeveelheid brandstof die op het grondgebied gekocht wordt, ook daadwerkelijk op datzelfde grondgebied verbruikt wordt.
- Het verschil tussen het belangrijke aandeel van de Brusselse emissies dat aan het verkeer wordt toegeschreven, en de eerder geringe, meetbare bijdrage van het verkeer aan de lokaal gemeten concentraties, kan verklaard worden door het feit dat de deeltjes over grote afstanden vervoerd worden en doordat noch de natuurlijke emissies, noch de vorming van secundair aerosol geregistreerd worden in de emissie-inventaris.
- De bovenstaande inschatting van de totale bijdrage van het verkeer is een gemiddelde waarde. Tijdens vervuilingsspieken die voortvloeien uit weersomstandigheden die ongunstig zijn voor een verspreiding van de verontreinigende stoffen, spelen lokale bronnen in vergelijking een belangrijker rol en is het waarschijnlijk dat in dat geval de relatieve bijdrage van het verkeer aan de PM10-concentraties groter zal zijn. In andere situaties, met name wanneer er sprake is van een overvloedige vorming van secundaire deeltjes, is de rol van het verkeer dan weer beduidend kleiner. Bij wijze van voorbeeld verwijzen we naar de hoge concentraties aan PM10- en PM2,5-deeltjes die op dagen met weinig verkeer werden vastgesteld (officiële verlofdagen, de autoluwe zondag van 2006): in die specifieke omstandigheden bleek 80 à 90 % van de PM10-massa immers uit PM2,5-deeltjes te bestaan.
- Maatregelen die ten opzichte van het verkeer getroffen worden met als enige doel, het respecteren op korte termijn van de Europese PM10-normen, vergen een drastische vermindering van het gebruik van voertuigen (of tenminste van hun emissies). Er bestaat een raming dat om de PM10-dagnorm in Sint-Jans-Molenbeek te kunnen respecteren, 70 à 80 % van het wegverkeer (of van de door dit verkeer veroorzaakte uitstoot) zou moeten verdwijnen. Deze raming is gebaseerd op een analyse van de weekconcentraties: uit een louter op de weekenddagen gebaseerde simulatieberekening van het aantal overschrijdingsdagen blijkt dat zelfs voor een jaarperiode die uitsluitend uit weekenddagen is samengesteld, de naleving van de grenswaarden nog niet gegarandeerd zou zijn. Wij willen er ook op wijzen dat een veralgemeende installatie van roetfilters wellicht evenmin zal volstaan om de naleving van de PM10-dagnorm te garanderen, aangezien de directe emissies van voertuigen maar ongeveer 50 % van de totale bijdrage van het verkeer vertegenwoordigen. Nochtans zijn dergelijke maatregelen sterk aan te bevelen, aangezien ze zouden leiden tot een vermindering van de totale blootstelling aan de voor de gezondheid meest schadelijke deeltjes (resten van de verbranding van diesel) en tot een reductie van de gassen die optreden als precursoren van secundaire deeltjes, zoals de NOx die voor 48 % van de transportsector afkomstig zijn (berekening voor 2007). Gezien het belang van het transgewestelijke vervoer van de fijne deeltjes, moet elk Gewest ter zake wel degelijk zijn verantwoordelijkheid opnemen en de eigen plaatselijke PM10-emissies verminderen om zodoende bij te dragen tot de Europese inspanning op het vlak van luchtkwaliteit.



11. De blootstelling van de gebruikers van de openbare ruimte

De gebruikers willen een antwoord op erg concrete vragen:

- Is de keuze van reisweg belangrijk: is het beter om door rustige straten te rijden of heeft dat geen belang?
- Wanneer een fietser halt houdt aan een kruispunt, doet hij er dan goed aan om voor de wachtende auto's plaats te nemen, om op die manier minder deeltjes in te ademen?
- Hoe zit het met de deeltjesconcentratie bij files? En in een tunnel?
- Is men in de eigen wagen beter beschermd dan als fietser of als voetganger?
- Wanneer een huis zich in een straat met veel verkeer bevindt, kan men dan beter verluchten via de ramen aan de kant van het binnenterrein van het huizenblok?

De individuele blootstelling van voetgangers en fietsers aan de verkeerspartikels kan niet gemeten worden met de traditionele meetnetten, aangezien deze metingen op vaste punten gebeuren en de waarden van de verrichte metingen vervolgens samengevoegd worden tot dag- en jaargemiddelden waarbij maar zelden een onderscheid gemaakt wordt tussen de ultrafijne fractie en de grovere fracties. Bovendien is het hele monitoringsysteem gebaseerd op een massa-eenheid, dus zonder opvolging van de chemische samenstelling van de deeltjes of van hun mogelijke toxiciteit.

Niettemin zijn er verschillende recente studies, waarvan sommige nog volop aan de gang zijn, die zoeken om op deze vragen een antwoord te formuleren. Enkele voorbeelden:

- Het project 'Fietsbalans' van de Fietsersbond van Nederland (<http://www.fietsbalans.nl>) is een grootschalig onderzoek naar verschillende aspecten van het fietsklimaat dat van 2000 tot 2004 met financiële steun van het ministerie van Verkeer en Waterstaat in 125 gemeenten in Nederland gevoerd werd. Het vervolg van dit onderzoek, dat 'Fietsbalans 2' genoemd wordt, werd in 2006 gelanceerd om te zien of er vooruitgang werd geboekt ten opzichte van bepaalde aspecten van de eerste fase, en om in samenwerking met de Universiteit van Utrecht met behulp van een speciale fiets luchtkwaliteitsmetingen te verrichten. De aldus verzamelde resultaten vormen een eerste benadering van de blootstellingsproblematiek. Dit onderzoek buigt zich ook over de gezondheidseffecten van de verplaatsing per fiets.
- Het Europese project 'Vector' (wat staat voor 'Visualisation of the Exposure of Cyclists to Traffic on Roads') dat van januari 2007 tot juli 2009 liep, heeft metingen verricht met betrekking tot de blootstelling aan deeltjes (uitgedrukt in massa en in aantal) en tegelijk video-opnames gemaakt. Het onderzoek had plaats in de steden Berlijn, Vilnius, Boedapest en Utrecht (<http://www.vectorproject.eu/>), dit alles in samenwerking met IVAM UvA (Universiteit van Amsterdam) en plaatselijke fietsverenigingen. Dit door het 'Fietsbalans'-project geïnspireerde project wil fietsers en lokale beleidsmakers adviseren over manieren om de blootstelling aan het verkeer te verminderen en maakt daartoe ook gebruik van informatiefilmpjes. (<http://www.ivam.uva.nl/index.php?id=130&L=1%2Findex.php%3Fpage%3Dhttp%3A%2F%2Fwww.evergreenford.com%2Flong.swf>).
- Een door het (Belgisch) Federaal Wetenschapsbeleid bestelde grootschalige interdisciplinaire studie die naar de naam 'Shapes' luistert (wat staat voor 'Systematic Analysis of Health Risks and physical Activity associated with cycling Policies') wil verbanden leggen tussen volksgezondheid en het gebruik van de fiets, alsook een kosten-batenanalyse maken van de vervanging van de wagen door de fiets. Daartoe werden gegevens ingezameld over de blootstelling van automobilisten en fietsers aan fijne deeltjes (PM10-, PM2,5- en ultrafijne deeltjes) langs wegen in Brussel, Luik, Louvain-La-Neuve, Mol en Antwerpen. De partners van dit project dat in maart 2008 van start ging, zijn de VITO (coördinator) en de universiteiten VUB en UCL (<http://www.shapes-ssd.be>).

Een beknopte samenvatting van de methodologie en de tussentijdse resultaten van de projecten 'Shapes' en 'Vector' staat op de website van Velocity Brussels 2009 (<http://www.velocity2009.com/assets/files/VC09-subplenary-7.1.pdf>).

- Een door het (Belgisch) Federaal Wetenschapsbeleid bestelde multidisciplinaire studie genaamd 'Parhealth' (over de gezondheidseffecten van fijne deeltjes in relatie tot hun fysisch-chemische eigenschappen en de aangewende meetmethodes) wil de chemische en fysische samenstelling van de deeltjes identificeren en hun rol in de nefaste gevolgen voor de menselijke gezondheid. De studie vertrekt vanuit een benadering die toxiciteit, chemie en



metrologie combineert. Het project ging in december 2006 van start; de partners van dit project zijn de universiteiten KUL (coördinator), UCL, Gent, Antwerpen en het KMI.

- Een cluster tussen de projecten SHAPES en PARHEALTH wil de samenwerking tussen de wetenschappers in de domeinen gezondheid, luchtverontreiniging en verkeer verbeteren. Het clusterproject zelf luistert naar de naam 'PM²-TEN' (wat staat voor 'Particles, Mobility, Physical activity, Morbidity and the Environment Network') en werd door het (Belgisch) Federaal Wetenschapsbeleid besteld. De doelstellingen van 'PM²-TEN' zijn het nagaan van de effecten van de fijne deeltjes op de gezondheid, het onderzoeken van de componentspecifieke toxiciteit gekoppeld aan metrologie en modellering, het bespreken van het verband tussen het gedrag van bepaalde risicogroepen en de gevolgen in termen van besluitvorming op het vlak van geluidshinder, verkeersongevallen, lichaamsbeweging, slaap, alsook de interactie hiertussen. Het project ging in 2007 van start. De partners van het project zijn de VITO (coördinator) en de universiteiten VUB en KUL.

Dankzij de analyse van de metingen van de Fietzersbond Nederland door de Universiteit van Utrecht ('Institute for Risk Assessment Sciences') konden de PM_{2,5}- en PM_{0,1}-concentraties waaraan de fietsers en de automobilisten zich langs hun dagelijkse trajecten in 12 verschillende steden blootstellen, met elkaar vergeleken worden (Slütter, 2008). Daaruit blijkt dat de blootstelling aan de vervuiling binnenin de wagen erger is dan op de fiets, maar de fietser ademt meer deeltjes in omwille van de inspanning die hij levert. Brom- en motorfietsen stellen de fietsers bloot aan hoge concentraties van ultrafijne deeltjes. Uit de reeds verzamelde meetresultaten blijkt dat fietsers er alle belang bij hebben om fietspaden te gebruiken die hen afscheiden van auto's en bromfietsen, om het gezondheidsrisico te beperken.

De mobiele metingen van de blootstelling aan ultrafijne deeltjes die met speciaal hiertoe uitgeruste fietsen werden verricht, tonen dat het aantal deeltjes het grootst is in straten met veel verkeer en tunnels, en dat elke voorbijrijdende vrachtwagen of motorfiets een aanzienlijke uitstoot van deeltjes veroorzaakt. Factoren die een rol spelen bij de inademing van de ultrafijne deeltjes door fietsers, zijn:

- het aantal deeltjes dat in de lucht aanwezig is langs het af te leggen traject (hierbij spelen de dichtheid van het verkeer, het profiel van de straat, de wind en de regen een rol),
- de afstand en de mate waarin de fietser afgescheiden is van de emissiebron (vandaar ook het grote belang van de keuze van de locatie en de zorgvuldige aanleg van een fietspad) en
- de ventilatie van de fietser die beïnvloed wordt door de snelheid en de helling van het terrein.

Van juni 2008 tot eind 2010 nemen vijftientig steden deel aan het Europees project 'Aphekom' (<http://www.aphekom.org>); ook het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werkt hieraan mee dankzij de betrokkenheid van het BIM bij het project. Het doel van het project: 'Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe' ('verbeteren van kennis en communicatie voor het nemen van beslissingen in verband met luchtvervuiling en gezondheid in Europa'). Het onderzoek wil voortbouwen op de resultaten van een eerder project dat 'Aphis Health Impact Assessment' heette. Eén van de taken van werkgroep 4 zal erin bestaan om het aantal vermijdbare chronische en acute gevallen van cardiopulmonaire ziektes die verband houden met de nabijheid van verkeer (door de blootstelling aan PM₁₀- en PM_{2,5}-deeltjes), alsook de factoren die daarbij een rol spelen, na te gaan.

12. Conclusies

De ononderbroken reeks immissiegegevens inzake zwarte rook (sinds 1968) en PM₁₀-deeltjes (sinds 1994), gerealiseerd dankzij het luchtkwaliteitsnet in het Brussels Gewest, vormt een ware goudmijn aan informatie die door het Laboratorium voor Milieu-Onderzoek in tal van rapporten en publicaties werd verwerkt. Nadat de meeste bevoegdheden op het vlak van het milieubeleid werden overgeheveld naar het gewestelijk niveau, werd een deel van dit laboratorium - begin 1994 - in de gewestelijke administratie, Leefmilieu Brussel - BIM geïntegreerd en werd de monitoring onverminderd verdergezet.

Ondanks het feit dat er op diverse vlakken aanzienlijk wat vooruitgang geboekt werd (zie de punten 6.1.3 en 6.2.3), blijft de naleving van de door de Europese richtlijnen opgelegde luchtkwaliteitsnormen problematisch voor de fijne deeltjes (PM₁₀, PM_{2,5}), voor troposferisch ozon en voor stikstofdioxide. De achtergrondconcentraties voor deze drie pollutanten zijn hoog, het zijn ook alle drie secundaire pollutanten die deels voortkomen uit chemische reacties tussen andere verontreinigende stoffen in de lucht. Deze twee kenmerken maken dat lokale acties om hun emissie te bestrijden, niet volstaan en



dat het moeilijker is om rechtstreeks iets tegen dit soort vervuiling te ondernemen. Zelfs in de meetposten die gelegen zijn in een relatief verkeersluwe omgeving (zoals bijvoorbeeld in Ukkel en Berchem, waar de PM10-maatwaarden het laagst zijn van het Gewest), zal de grenswaarde voor de daggemiddelde concentratie aan PM10-deeltjes (dwingend sinds 2005) op korte termijn niet nageleefd kunnen worden. Vermits de norm in kwestie van dezelfde grootteorde is als de achtergrondvervuiling die heerst in sterk verstedelijkte gebieden zoals België en zijn buurlanden, zal voormelde norm alleen maar gerespecteerd kunnen worden, mits er draconische, aanhoudende en onderling afgesproken supraregionale maatregelen getroffen worden om de respectieve bijdragen van de verschillende emissiebronnen te verminderen.

De verstrenging van de door Europa opgelegde grenswaarden (in termen van gedulde niveaus en aantal toegelaten overschrijdingen) stelt verder ook hoge eisen aan het gebruikte meetnet: Zo eist de nieuwe richtlijn een beschikbaarheidspercentage van de gegevens van ten minste 90 % in combinatie met een afdoend niveau van juistheid. Dit impliceert een grote betrouwbaarheid en stabiliteit van de systemen die dienen voor het verrichten van de metingen en het doorsturen van de gegevens, en dat 7 dagen per week, 24 uur per dag. De verplichtingen in verband met een snelle verspreiding van de informatie (via het internet) en het informeren van de bevolking bij een overschrijding (noodplan voor vervuilingsspieken) vergen niet alleen een optimale werking van de apparaten, maar eveneens strikte werkmethoden en een grote betrokkenheid van het personeel in de opvolging van de controle- en validatieprocedures.

Deze technische vereisten moeten bovendien gekoppeld worden aan een verdieping en objectivering van de kennis over de deeltjes in de omgevingslucht en de bescherming van de volksgezondheid. De problematiek van de zwevende deeltjes is erg complex, zowel met betrekking tot de te gebruiken meettechnieken en het inzicht in het fenomeen, als het uitwerken van doeltreffende oplossingen. De problematiek van de PM10-deeltjes mag niet herleid worden tot de emissies van deeltjes door het plaatselijk verkeer. Er kunnen zich nl hoge concentraties voordoen in weersomstandigheden die voor de meeste andere verontreinigende stoffen geen hoge waarden met zich meebrengen, met name bij vochtig weer (vorming van secundaire deeltjes) of bij droog weer (opwerveling van deeltjes).

Voormelde complexiteit vloeit voort uit de zowel lokale als ingevoerde herkomst van de deeltjes, uit hun transport over middellange en lange afstand en hun vermogen tot interactie met andere chemische verbindingen in de lucht. De weersomstandigheden spelen een belangrijke rol bij alle vormen van luchtvervuiling, aangezien ze bepalend zijn voor het vervoer, de verspreiding en de eliminatie (regen) van de aanwezige pollutanten. Voor de zwevende deeltjes is dat nog sterker het geval, omdat – net zoals bij ozon – de weersomstandigheden van essentieel belang zijn voor de vorming en stabiliteit van secundaire aerosols.

Over het algemeen kunnen we stellen dat een vermindering van de emissies van lokale bronnen een des te grotere impact zal hebben, naarmate deze bronnen een aanzienlijke bijdrage leveren aan de concentraties die op die plaats gemeten worden. Op het niveau van het Gewest zal men een inspanning moeten leveren niet alleen ten opzichte van de energieprestatie van de gebouwen maar vooral ten opzichte van het wegverkeer.

Uit de analyse van de overschrijdingsdagen blijkt dat de impact van de secundaire deeltjes aanzienlijk genoemd mag worden. Gezien een vermindering van de secundaire deeltjes hand in hand gaat met een vermindering van hun precursoren (ammoniak NH_3 , NO_x , SO_x), zal een 'globale aanpak' nodig zijn, wil men erin slagen de emissies van deze precursoren te beperken.

Om de deeltjesconcentratie te beperken, is er nood aan maatregelen die het gewestelijk kader overstijgen:

- Een vermindering van de aanvoer van deeltjes van buiten Brussel in combinatie met maatregelen ter vermindering van de emissies op het niveau van het Gewest zal een wezenlijk effect hebben op de in Brussel gemeten concentraties.
- In het kader van deze internationale problematiek zal de vermindering van de Brusselse emissies eveneens bijdragen tot een vermindering van de aanvoer van externe deeltjes naar de omliggende gebieden.
- Om de blootstelling van de bevolking aan de toxische gevolgen van de deeltjes te kunnen monitoren, moet het BHG zijn medewerking verlenen aan grote Europese epidemiologische studies.



Bronnen

1. Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot bepaling van de dringende maatregelen om piekperiodes van luchtvervuiling door fijn stof en door stikstofdioxiden te voorkomen, aangenomen op 27 november 2008 en gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 24 december 2008 (http://www.leefmilieubrussel.be/Templates/download/20081127_agb_pic_pollution.pdf?langtype=2067)
2. EMEP (2005), EMEP-report 1/2005, Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe in 2003, EMEP de pollution »
3. IBGE-BIM (2009), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest : Immissiemetingen 2006 - 2007 – 2008, Technisch Rapport (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/QAir_Rpt0608_ssAnn_B_C_D_E_bis_nl.PDF)
4. IBGE-BIM (2008a), Immissiemetingen op een autoluwe dag, rapport van het jaar 2008 (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/rptO3_2008_nl_AnnexCompleet_CarFree.PDF)
5. IBGE-BIM (2008b), Milieu-effectenrapport van het « Noodplan voor vervuilingsspieken » (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/RIE_pic_pollution_20080528_NL.PDF)
6. IBGE-BIM (2007a), Verslag over de staat van het leefmilieu in Brussel 2003-2006, II. Kwaliteit van het leefmilieu en levenskwaliteit, 1. Buitenlucht, 44 bladzijden (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/EE2006NL_volet2_air.PDF).
7. IBGE-BIM (2007b), Plan against PM10 exceedances under the air quality framework directive 96/62/EC, The Brussels Capital Region (Zone BEB10A), years 2005-2006, December 2007 (http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/PlanAgainstExceedances_2007.PDF)
8. IBGE-BIM (2006), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest : Immissiemetingen 2003 - 2004 – 2005, Samenvatting van het Technisch Rapport (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/Rpt0305_ch7_Samenvatting_nl.PDF)
9. IBGE-BIM (2003), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest : Immissiemetingen 2000 - 2001 – 2002, Samenvatting van het Technisch Rapport (http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/LuchtK_0002_nl_ch7_Samenvatting.PDF).
10. IBGE-BIM (2000), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest : Immissiemetingen 1997 - 1998 – 1999, Technisch rapport.
11. IBGE-BIM (1997), Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest : Immissiemetingen 1994 - 1995 - 1996”, Technisch rapport.
12. INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE (IPCC), Climate Change 2001: The Scientific basis. Cambridge University Press, 896 pp.
13. MMK (2009), Medisch Milieukundigen bij de LOGO's, Fiche fijn stof (<http://www.mmk.be/vrij.cfm?id=194>)
14. MIRA (2007), Achtergronddocument Verspreiding van zwevend stof, 8 december 2007 (http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/02_THEMAS/02_05/AG_ZWEVEND_STOF.PDF)
15. SLUETTER M., Brommers zijn ultrafijn stofkanonnen, Vogel/VrijeFietser, mars-avril 2008 <http://www.onderzoekinformatie.nl/nl/oi/nod/onderzoek/OND1328156/>
16. VANDERSTRAETEN et al (2009): P. Vanderstraeten, M. Forton, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, Z.Y. Offer and E. Zaady (2009), Elevated PM10 concentrations and high PM2,5/PM10 ratio in the Brussels Urban Area during the 2006 Car-free Sunday, International Journal for Environment and Waste Management, Vol. 3, Issue 4, IJEW-07-0108.
17. VANDERSTRAETEN et al (2008a): P. Vanderstraeten, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, A. Delcloc, Z.Y. Offer and E. Zaady (2008), Dust storm originate from Sahara covering Western Europe - A case study, Atmospheric Environment Vol. 42 (2008), 5489-5493, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2008.02.063.



18. VANDERSTRAETEN et al (2008b): P. Vanderstraeten, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, Z.Y. Offer and E. Zaady, Micromorphology and chemistry of airborne particles in Brussels during agriculture working periods in surrounding region. *Environ Monit Assess* (2008) 146:33-39, DOI: 10.1007/s10661-007-0057-9
19. VANDERSTRAETEN et al (2007): P. Vanderstraeten, Y. Lénelle, A. Meurrens, D. Carati, L. Brenig, and Z.Y. Offer, Temporal variations of airborne particles concentration in the Brussels environment, *Journal of Environmental Monitoring and Assessment* (2007) 132:253-262, DOI 10.1007/s10661-006-9531-z (16.12.2006).
20. VERORDENING (EG) Nr. 715/2007 van het Europees Parlement en de Raad van 20 juni 2007 betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen met betrekking tot emissies van lichte personen- en bedrijfsvoertuigen (Euro 5 en Euro 6) en de toegang tot reparatie- en onderhoudsinformatie (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:171:0001:01:NL:PDF>)
21. VMM (2008), Comparative PM10 and PM2,5 Measurements in Flanders (Belgium), Period 2005-2006
22. VMM (2009), Chemkar PM₁₀: Chemische karakterisatie van fijn stof in Vlaanderen, 2006-2007 http://www.vmm.be/publicaties/2009/CK_PM10_TW.pdf
23. WANG, K., Dickinson, R.E. and Liang, S. (2009). Clear Sky Visibility Has Decreased over Land Globally from 1973 to 2007. *Science*. 323: 1468-1470 (<http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/151na5.pdf>).
24. WHO (2000), Air quality guidelines for Europe
25. WHO (2003), Health Aspects of Air Pollution (2003) chapter 5, particulate matter (PM), section 5.2 answers and rationale, question 7, Report on a WHO Working Group, Bonn, Germany, 13–15 January 2003

Andere fiches in verband hiermee

Thema « Lucht » :

- 3. De internationale en regionale overeenkomsten voor de bescherming van de volksgezondheid op lokaal vlak
- 4. De internationale overeenkomsten voor het beperken van de globale luchtverontreiniging met het oog op de bescherming van de ecosystemen en de mens
- 6. Zwaveldioxide
- 7. Ammoniak
- 8. Stikstofoxiden (NO_x)
- 24. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK)
- 25. Vewijdering van de doelstellingen : luchtkwaliteit en emissies
- 28. Inventarisatie van de atmosferische emissies : het CorinAir-model toegepast in Brussel
- 40. De luchtkwaliteitsnormen van de WereldGezondheidsOrganisatie
- 41. Indicatoren voor de luchtkwaliteit in Brussel
- 53. Inventarisatie van de atmosferische emissies veroorzaakt door de sector van het wegtransport: het COPERT-model
- 59. De bescherming van de luchtkwaliteit

Thema « Gezondheid en leefmilieu »

- 2. Hulpmiddelen voor analyse van de relaties tussen milieu en gezondheid
- 14. Astma
- 15. Chronisch obstructieve longziekte (COPD)



Auteur(s) van de fiche

DEBROCK Katrien, CHEYMOL Anne, VANDERSTRAETEN Peter

Herlezen door : BOULAND Catherine, BRASSEUR Olivier, HOLLANDER Sarah, LÉNELLE Yves,
MEURRENS Annick, SQUILBIN Marianne, VERBEKE Véronique

Update : juli 2009