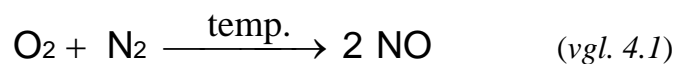


## 4. EVALUATIE MEETRESULTATEN

### 4.1 STIKSTOFOXIDEN [NO<sub>x</sub>]

Voor de luchtkwaliteit in stedelijke omgeving vormen stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) de belangrijkste componenten uit de groep van de stikstofoxiden. De term NO<sub>x</sub> staat voor de som van deze beide hoofdcomponenten: [NO<sub>x</sub>] = [NO] + [NO<sub>2</sub>]. Andere verbindingen uit deze groep zijn in geringe concentratie aanwezig in de buitenlucht.

Stikstofoxiden worden gevormd bij alle verbrandingsprocessen waarbij lucht wordt toegevoegd. Bij de hoge temperatuur in het vlamfront reageert een gedeelte van de luchtzuurstof met de luchtstikstof, met vorming van stikstofmonoxide tot gevolg. In het hoge temperatuurgebied (> 600 °C) is NO thermodynamisch de meest stabiele component. Een min of meer belangrijke opbrengst van deze reactie wordt evenwel pas bekomen bij veel hogere temperaturen (> 1000 °C).

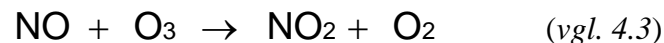


Bij lagere temperatuur (ook bij omgevingstemperatuur) is NO<sub>2</sub> thermodynamisch de meest stabiele component. In het gebied buiten het vlamfront of bij de afvoer van de rookgassen (200 à 400 °C) wordt een gedeelte van het pas gevormde NO met de overmaat zuurstof verder geoxideerd tot NO<sub>2</sub>. In dit temperatuurgebied is de reactiesnelheid voldoende groot zodat er, ondanks de relatief korte verblijftijd, toch een zekere hoeveelheid NO<sub>2</sub> gevormd wordt.



Bij verbrandingsprocessen worden stikstofoxiden grotendeels als NO uitgestoten en in mindere mate als NO<sub>2</sub>. Bij voertuigen uitgerust met een dieselmotor is 15 tot 25 % van de NO<sub>x</sub>-fractie in de uitstoot als NO<sub>2</sub> aanwezig, de rest als NO. In de uitstoot van benzine­wagens is 6 tot 10% van de NO<sub>x</sub>-fractie vóór de katalysator als NO<sub>2</sub> aanwezig. Slechts enkele zeer specifieke chemische processen leiden tot een meer massale uitstoot onder de vorm van NO<sub>2</sub> of hogere stikstofoxiden.

In de omgevingslucht wordt NO verder geoxideerd tot NO<sub>2</sub> volgens bovenstaande reactie (vgl. 4.2). Bij omgevingstemperatuur is deze reactie echter zeer traag. De omzetting van NO tot NO<sub>2</sub> in de omgevingslucht gebeurt wel snel (ca. 1 minuut) in aanwezigheid van ozon (O<sub>3</sub>).



Het stikstofmonoxide wordt in de omgevingslucht spontaan tot NO<sub>2</sub> omgezet (vgl. 4.2 en 4.3) waardoor het NO geleidelijk aan verdwijnt, terwijl er altijd en overal NO<sub>2</sub> aanwezig blijft. Vermits NO<sub>2</sub> niet goed oplosbaar is in water wordt het ook slechts in zeer geringe mate door neerslag uit de atmosfeer verwijderd.

NO<sub>2</sub> is één der belangrijkste ‘precursoren’ of ‘voorlopers’ van de ozonvorming. Doordat er altijd en overal NO<sub>2</sub> aanwezig is, zal er ook steeds ozon gevormd worden van zodra de meteorologische condities daartoe gunstig zijn.

De voornaamste bron van stikstofoxiden was en is nog steeds het wegverkeer. Uit de evolutie van de resultaten voor NO, CO en benzeen (zie verder), bekomen op plaatsen in een verkeersdrukke omgeving, blijkt dat er tijdens de jaren '90 een sterk dalende tendens was in de verkeersuitstoot. Uitgedrukt in equivalente (molaire) hoeveelheden zijn de NO-concentraties op die plaatsen beduidend hoger dan de NO<sub>2</sub>-concentraties. De NO<sub>x</sub>-uitstoot geschiedt nog steeds hoofdzakelijk onder de vorm van NO.

De schommelingen van de NO-concentratie in ruimte en tijd zijn opmerkelijk groter dan de schommelingen in de NO<sub>2</sub>-concentratie. De ruimtelijke verdeling van de NO<sub>2</sub>-concentratie is veel homogener dan voor NO. Dit kenmerkend verschil is niet beperkt tot een stedelijk gebied, maar is geldig voor een veel ruimer gebied. Streken met weinig luchtvervuiling hebben een jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie van ca. 25 µg/m<sup>3</sup>. In agglomeraties wordt in een residentiële omgeving ca. 35 µg/m<sup>3</sup> genoteerd en 40 tot 60 µg/m<sup>3</sup> op plaatsen met veel verkeer. De schommelingen van de NO-concentratie in ruimte en tijd bestrijken een veel ruimer concentratiegebied (factor 10 of meer).

In tegenstelling tot de NO-concentratie, die een rechtstreeks gevolg is van de NO-uitstoot, is de NO<sub>2</sub>-concentratie samengesteld uit meerdere bijdragen:

- een overal aanwezige achtergrondconcentratie door de trage omzetting van NO tot NO<sub>2</sub> met luchtzuurstof,
- een rechtstreekse uitstoot van NO<sub>2</sub>,
- een oxidatie van NO tot NO<sub>2</sub> in aanwezigheid van ozon.

Het surplus van NO<sub>2</sub> in steden en verkeersdrukke gebieden is vooral een gevolg van de bijdrage van beide laatste fenomenen.

Concentraties van stikstofoxiden worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest permanent op alle 11 meetplaatsen van het telemetrisch meetnet gemeten:

- Molenbeek (41R001) sedert 1981
- Ukkel-KMI (41R012) sedert 1981
- Elsene-Kroonlaan (41R002) sedert 1986
- Kruispunt Kunst-Wet (41B003) sedert 1993
- St.-Agatha-Berchem (41B011) sedert 1993
  
- St.-Lambrechts-Woluwe (41WOL1) sedert 1994
- Haren (41N043) sedert januari 1998
- Meudonpark (41MEU1) sedert oktober 1999
- St.-Katelijne (41B004) sedert december 2000
- Europees Parlement (41B006) sedert september 2001
  
- Eastman-Belliard (41B005) sedert oktober 2001

De resultaten van de meetpost van Electrabel (47E013), gelegen te Vorst (in werking sedert januari 1996), worden eveneens in dit rapport opgenomen.

## **4.1.1 STIKSTOFDIOXIDE (NO<sub>2</sub>)**

### **4.1.1.1 Reglementering NO<sub>2</sub>**

De EG-richtlijn 1999/30/EG van 22 april 1999 geeft voor NO<sub>2</sub> twee **grenswaarden**. Beide waarden dienen gerespecteerd te worden vanaf 1 januari 2010 :

- **200 µg/m<sup>3</sup>** als **uurwaarde**; mag hoogstens **18 maal** per jaar overschreden worden
- **40 µg/m<sup>3</sup>** als **jaargemiddelde**

Definitie “grenswaarde” : een niveau dat op basis van wetenschappelijke kennis is vastgesteld teneinde schadelijke stoffen voor de gezondheid van de mens en/of voor het milieu in zijn geheel te voorkomen, te verhinderen of te verminderen en dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, als het eenmaal is bereikt, niet meer mag worden overschreden.

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

- **200 µg/m<sup>3</sup>** als **98<sup>ste</sup> percentiel** van de uurwaarden over het jaar (deze limietwaarde blijft geldig tot 1 januari 2010). Volgens deze bepaling mogen er per jaar 176 uurwaarden (2%) hoger zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>

### **4.1.1.2 Grenswaarde NO<sub>2</sub> volgens vroegere richtlijn – P98 < 200 µg/m<sup>3</sup>**

In tabel IV.1 volgt een overzicht van de 98<sup>ste</sup> percentiel (P98) van de NO<sub>2</sub>-uurwaarden. Tot 1 januari 2010 mag deze waarde niet hoger zijn dan 200 µg/m<sup>3</sup>.

Tabel IV.1: **98<sup>ste</sup> PERCENTIEL van de NO<sub>2</sub>-UURWAARDEN [µg/m<sup>3</sup>]**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

| P98  | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1994 | 95   | 102  | 148  |      |      |      | 94   | 83   |      |      | 95   |      |
| 1995 | 109  | 113  | 161  |      |      |      | 85   | 86   |      |      | 104  |      |
| 1996 | 102  | 118  | 135  |      |      |      | 91   | 81   |      |      | 92   | 81   |
| 1997 | 110  | 110  | 138  |      |      |      | 96   | 87   |      |      | 101  | 91   |
| 1998 | 86   | 94   | 142  |      |      |      | 76   | 73   | 92   |      | 91   | 78   |
| 1999 | 94   | 91   | 137  |      |      |      | 81   | 75   | 102  | --   | 94   | 82   |
| 2000 | 83   | 95   | 126  | --   |      |      | 77   | 74   | 89   | 78   | 90   | 74   |
| 2001 | 92   | --   | 137  | 95   | --   | --   | 82   | 71   | 99   | 88   | --   | --   |
| 2002 | 94   | 98   | --   | 99   | 89   | 83   | 77   | 65   | 100  | 84   | 92   | 87   |
| 2003 | 114  | 125  | 171  | 106  | 94   | 91   | 96   | 75   | 108  | 99   | 108  | 96   |
| 2004 | 100  | 107  | 167  | 91   | 86   | 81   | 77   | 70   | 94   | 89   | 91   | 75   |
| 2005 | 99   | 114  | 184  | 92   | 84   | 83   | 77   | 69   | 94   | 80   | 96   | 79   |

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

De limietwaarde uit de richtlijn 85/580/EG wordt overal gerespecteerd. Geen enkele meetpost heeft een 98<sup>ste</sup> percentiel van de *uurwaarden* hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.3 Grenswaarde NO<sub>2</sub>-uurwaarde volgens richtlijn 1999/30/EG

Tabel IV.2 geeft het aantal *uurperioden* weer met een concentratie *hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>*. Volgens de richtlijn 1999/30/EG zijn er tegen 2010 nog hoogstens **18** overschrijdingen toegelaten, tegenover **176** (P98) volgens de vroegere reglementering (85/580/EG).

Met uitzondering van de meetpost Kunst-Wet (B003) worden er op geen enkele meetpost meer dan 18 uurwaarden vastgesteld hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>.

Tabel IV.2: **AANTAL NO<sub>2</sub>-UURWAARDEN hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

|      | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1981 | 25   |      |      |      |      |      |      | (17) |      |      |      |      |
| 1982 | 6    |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |
| 1983 | 5    |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
| 1984 | 13   |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
| 1985 | 15   |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |
| 1986 | 7    | (3)  |      |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      |
| 1987 | 10   | 15   |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |
| 1988 | 2    | 36   |      |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      |
| 1989 | 19   | 16   |      |      |      |      |      | 7    |      |      |      |      |
| 1990 | 10   | 1    |      |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      |
| 1991 | 0    | 0    |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |
| 1992 | 0    | 1    |      |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      |
| 1993 | 2    | 0    | 51   |      |      |      | 2    | 2    |      |      |      |      |
| 1994 | 0    | 0    | 15   |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 4    |      |
| 1995 | 0    | 4    | 7    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 2    |      |
| 1996 | 0    | 1    | 1    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 1    | 0    |
| 1997 | 1    | 0    | 7    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 0    | 0    |
| 1998 | 0    | 0    | 9    |      |      |      | 0    | 0    | 0    |      | 0    | 0    |
| 1999 | 0    | 0    | 3    |      |      |      | 0    | 0    | 0    | (0)  | 0    | 0    |
| 2000 | 0    | 0    | 2    | (0)  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2001 | 2    | (0)  | 8    | 4    | (0)  | (0)  | 0    | 0    | 0    | 0    | (0)  | (0)  |
| 2002 | 0    | 0    | (0)  | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 2003 | 2    | 4    | 37   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    |
| 2004 | 1    | 0    | 24   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 0    | 0    |
| 2005 | 0    | 0    | 90   | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

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

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

**Opmerking meetpost Kunst-Wet:** De ligging van de meetpost Kunst-Wet, gelegen op het kruispunt, maakt dat de resultaten van deze meetpost niet in aanmerking komen voor de beoordeling van de luchtkwaliteit in functie van de doelstellingen van de EG-richtlijnen (daartoe dient een meetpost minstens 25 meter verwijderd te zijn van een kruispunt).

De plaatsing van de meetpost op het kruispunt Kunst-Wet in 1992, zeven jaar vóór het uitvaardigen van de richtlijn 1999/30/EG, was een bewuste keuze bij de studie van de luchtverontreiniging door het verkeer. De resultaten van de meetpost geven zeer interessante informatie dienaangaande, maar kunnen niet geïnterpreteerd worden als een aanduiding van de algemene of gemiddelde luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De meetpost werd o.a. opgericht om, aan de hand van de evolutie van de concentraties op middellange termijn, de invloed van het verkeer op de luchtkwaliteit en het eventuele gunstige effect van emissiebeperkende maatregelen in de toekomst beter te kunnen evalueren. De luchtkwaliteit op het kruispunt wordt vrijwel in directe mate bepaald door de verkeersuitstoot van het vaak stapvoets rijdende verkeer.

Na de herinrichting van het kruispunt (2003) bevindt het aanzuigpunt van deze meetpost zich nog dichterbij de verkeersstroom. Een toename van het aantal hogere uurwaarden is daarvan het gevolg. Hoge NO<sub>2</sub>-meetwaarden op deze meetpost komen ook frequent voor tijdens de zomerperiode, simultaan met hoge ozonwaarden op andere meetposten. Een deel van het NO, afkomstig van het verkeer, wordt met ozon geoxideerd tot NO<sub>2</sub>.

**Overschrijdingsmarge** : Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mag een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge vermindert van jaar tot jaar en dient 0% te bedragen tegen 1 januari 2010. Voor het jaar 2000 mogen er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan 300 µg/m<sup>3</sup> (200 µg/m<sup>3</sup> + 50%), voor 2001 ligt het niveau op 290 µg/m<sup>3</sup> en voor 2002 op 280 µg/m<sup>3</sup>. Voor de jaargangen 2003, 2004 en 2005 mogen er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan respectievelijk 270, 260 en 250 µg/m<sup>3</sup>. Voor de komende jaarperiodes 2006, 2007 en 2008 bedraagt het niveau respectievelijk 240, 230 en 220 µg/m<sup>3</sup>.

Met uitzondering van de meetpost Kunst-Wet, wordt slechts één enkele overschrijding vastgesteld van de grenswaarde vermeerderd met de overschrijdingsmarge, namelijk in 2003 op de meetpost in de Kroonlaan te Elsene.

Tabel IV.3: **AANTAL NO<sub>2</sub>-UURWAARDEN hoger dan  
GRENSWAARDE + Overschrijdingsmarge**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

|      | Grenswaarde<br>+<br>Overschrijdings<br>marge | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2000 | 300  | 0    | 0    | 0    | (0)  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2001 | 290  | 0    | 0    | 0    | 0    | (0)  | (0)  | 0    | 0    | 0    | 0    | (0)  | (0)  |
| 2002 | 280  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2003 | 270  | 0    | 1    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2004 | 260  | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2005 | 250  | 0    | 0    | 15   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

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

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

Tabel IV.4 geeft het aantal dagen weer met een NO<sub>2</sub>-uurwaarde hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>. Bij de bepaling van het globale aantal dagen met overschrijding, in één of meerdere meetposten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, werd geen rekening gehouden met de overschrijdingen in de meetpost Kunst-Wet (zie opmerking hoger).

Tabel IV.4: **AANTAL DAGEN met NO<sub>2</sub>-uurwaarde hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
 Overschrijdingen per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

|      | R001 | R002 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 | BHG |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1981 | 9    |      |      |      |      |      | (5)  |      |      |      |      | 12  |
| 1982 | 3    |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 4   |
| 1983 | 2    |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 3   |
| 1984 | 5    |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 6   |
| 1985 | 7    |      |      |      |      |      | 3    |      |      |      |      | 10  |
| 1986 | 3    | (3)  |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      | 5   |
| 1987 | 5    | 4    |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      | 6   |
| 1988 | 2    | 10   |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      | 11  |
| 1989 | 7    | 6    |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      | 10  |
| 1990 | 6    | 1    |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      | 7   |
| 1991 | 0    | 0    |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      | 2   |
| 1992 | 0    | 1    |      |      |      |      | 0    |      |      |      |      | 1   |
| 1993 | 1    | 0    |      |      |      | 1    | 1    |      |      |      |      | 1   |
| 1994 | 0    | 0    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 2    |      | 2   |
| 1995 | 0    | 1    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 1    |      | 1   |
| 1996 | 0    | 1    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 1    | 0    | 2   |
| 1997 | 1    | 0    |      |      |      | 0    | 0    |      |      | 0    | 0    | 1   |
| 1998 | 0    | 0    |      |      |      | 0    | 0    | 0    |      | 0    | 0    | 0   |
| 1999 | 0    | 0    |      |      |      | 0    | 0    | 0    | (0)  | 0    | 0    | 0   |
| 2000 | 0    | 0    | (0)  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   |
| 2001 | 1    | (0)  | 1    | (0)  | (0)  | 0    | 0    | 0    | 0    | (0)  | (0)  | 1   |
| 2002 | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 2   |
| 2003 | 1    | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 5   |
| 2004 | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 0    | 0    | 3   |
| 2005 | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   |

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

**Meetpost Elsene Kroonlaan:** de meetpost te Elsene is gelegen in de Kroonlaan, een straat met aaneengesloten behuizing langs beide zijden van de straat (canyon street). De metingen werden er aangevat na een vraag vanuit de EG-werkgroep die belast was met het toezicht op de naleving van de vroegere NO<sub>2</sub>-richtlijn (1985). Er werd aan de lidstaten gevraagd minstens één meetpost op te richten in een canyonstraat. De meetpost in de Kroonlaan te Elsene is de **enige** in het land in een dergelijke typische verkeersomgeving.

#### 4.1.1.4 Grenswaarde NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde volgens richtlijn 1999/30/EG

In tabel IV.5 wordt de evolutie weergegeven van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie in de verschillende meetpunten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De grenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde, te respecteren tegen 1 januari 2010 (1999/30/EG), wordt nog op meerdere meetpunten overschreden. Enkel in de meer residentiële meetpunten, met een minder directe blootstelling aan het verkeer, wordt nu reeds aan deze voorwaarde voldaan: het Europees Parlement (B006), St.-Ag.-Berchem (B011), Ukkel (R012), het Meudonpark (MEU1) en Vorst (E013).

Tabel IV.5: **JAARGEMIDDELTE NO<sub>2</sub>-Concentratie [µg/m<sup>3</sup>]**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
 Waarde te toetsen aan 40 µg/m<sup>3</sup> – te respecteren vanaf 1 januari 2010

|      | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1981 | 61   |      |      |      |      |      |      | (50) |      |      |      |      |
| 1982 | 64   |      |      |      |      |      |      | 40   |      |      |      |      |
| 1983 | 64   |      |      |      |      |      |      | 42   |      |      |      |      |
| 1984 | 60   |      |      |      |      |      |      | 56   |      |      |      |      |
| 1985 | 60   |      |      |      |      |      |      | 49   |      |      |      |      |
| 1986 | 52   | (57) |      |      |      |      |      | 45   |      |      |      |      |
| 1987 | 60   | 59   |      |      |      |      |      | 45   |      |      |      |      |
| 1988 | 56   | 57   |      |      |      |      |      | 37   |      |      |      |      |
| 1989 | 64   | 60   |      |      |      |      |      | 44   |      |      |      |      |
| 1990 | 55   | 60   |      |      |      |      |      | 40   |      |      |      |      |
| 1991 | 49   | 61   |      |      |      |      |      | 51   |      |      |      |      |
| 1992 | 42   | 55   |      |      |      |      |      | 38   |      |      |      |      |
| 1993 | 35   | 46   | 76   |      |      |      | 41   | 34   |      |      |      |      |
| 1994 | 43   | 51   | 69   |      |      |      | 38   | 35   |      |      | 44   |      |
| 1995 | 50   | 58   | 74   |      |      |      | 35   | 37   |      |      | 48   |      |
| 1996 | 49   | 56   | 69   |      |      |      | 38   | 37   |      |      | 47   | 38   |
| 1997 | 47   | 51   | 70   |      |      |      | 37   | 36   |      |      | 47   | 41   |
| 1998 | 40   | 50   | 74   |      |      |      | 29   | 28   | (43) |      | 45   | 34   |
| 1999 | 43   | 50   | 75   |      |      |      | 28   | 30   | 49   | 43   | 46   | 35   |
| 2000 | 38   | 53   | 69   | (50) |      |      | 31   | 27   | 47   | 36   | 43   | 33   |
| 2001 | 41   | (60) | 73   | 45   | (51) | (48) | 33   | 30   | 50   | 39   | (51) | (28) |
| 2002 | 43   | 54   | (72) | 46   | 41   | 36   | 31   | 26   | 48   | 35   | 44   | 36   |
| 2003 | 49   | 61   | 86   | 47   | 42   | 41   | 36   | 29   | 47   | 40   | 49   | 38   |
| 2004 | 44   | 56   | 87   | 42   | 41   | 37   | 31   | 28   | 45   | 37   | 42   | 32   |
| 2005 | 47   | 58   | 93   | 43   | 40   | 38   | 32   | 27   | 46   | 32   | 44   | 34   |

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

Gezien de stagnatie van de NO<sub>2</sub>-concentraties over de jaren heen, gezien de spontane omzetting van NO tot NO<sub>2</sub> en gezien de eerder moeizame verwijdering van NO<sub>2</sub> uit de atmosfeer wordt een significante daling van de NO<sub>2</sub>-concentratie niet direct verwacht. Het respecteren van de strenge grenswaarde tegen het jaar 2010 op plaatsen met veel verkeer, gelegen in *agglomeraties* en *verstedelijkte gebieden*, lijkt heden nog niet evident haalbaar.

**Overschrijdingsmarge** : Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mag een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge vermindert van jaar tot jaar en dient 0% te bedragen tegen 1 januari 2010. Het NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde van het jaar 2000 mag derhalve niet hoger zijn dan 60 µg/m<sup>3</sup> (40 µg/m<sup>3</sup> + 50%), dit van 2001 niet hoger dan 58 µg/m<sup>3</sup> en dat van 2002 niet hoger dan 56 µg/m<sup>3</sup>. De jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie van 2003, 2004 en 2005 mag niet hoger zijn dan respectievelijk 54, 52 en 50 µg/m<sup>3</sup>. Op de meetpost B003 (zie **Opmerking**) en R002 na, voldoen alle meetposten voorlopig aan deze voorwaarden.

De meetpost R002 is gelegen in de Kroonlaan te Elsene, een “*canyon street*”. Tijdens de jaren met een ozonrijke zomerperiode (1989, 1990, 1994, 1995 en 2003) is de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie er enkele microgrammen per kubieke meter hoger (~60 µg/m<sup>3</sup>). Een ruimer gedeelte van het NO, afkomstig van het verkeer, wordt er dan door ozon geoxideerd tot NO<sub>2</sub>, waardoor het jaargemiddelde met enkele eenheden toeneemt.

In de komende jaarperiodes 2006, 2007 en 2008 dient het jaargemiddelde lager te zijn dan respectievelijk 48, 46 en 44 µg/m<sup>3</sup>. In de meetpost R002 zal dit wellicht een probleem stellen.

Tabel IV.6: **JAARGEMIDDELTE NO<sub>2</sub>-Concentratie en OVERSCHRIJDINGSMARGE**  
JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER – waarden in µg/m<sup>3</sup>

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

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

In tabel IV.7 wordt, per kalenderjaar, de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie weergegeven voor respectievelijk *zaterdagen* en *zondagen*. In figuur 4.1 wordt de evolutie van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie (*alle dagen*) in enkele meetposten grafisch weergegeven. De evolutie van de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op zaterdagen en zondagen wordt weergegeven in figuur 4.2 en 4.3. De doelstelling voor de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie, 40 µg/m<sup>3</sup> te respecteren vanaf 2010, wordt aangegeven door een horizontale lijn over de gehele breedte van de grafieken.

Ondanks de sterk verminderde emissieactiviteit (minder verkeer) situeert de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op zaterdag zich in een aantal meetpunten nog steeds in de buurt van 40 µg/m<sup>3</sup>. In het meetpunt te Elsene (*canyon street*) blijft ze ruim boven deze doelstelling. Deze doelstelling wordt wel bijna overal gehaald, indien de emissieactiviteit voor alle dagen van het jaar zou zakken tot het niveau van een gemiddelde zondag. Enkel in het meetpunt te Elsene wordt de grens van 40 µg/m<sup>3</sup> dan nog overschreden.

Een belangrijke vermindering in de NO<sub>x</sub>-uitstoot dient nog gerealiseerd te worden vooraleer de grenswaarde voor het jaargemiddelde op alle meetposten kan gerespecteerd worden.



Tabel IV.7: **GEMIDDELDE NO<sub>2</sub>-Concentratie [µg/m<sup>3</sup>]**  
**op ZATERDAGEN en ZONDAGEN**  
 JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

| Zaterdag | R001 | R002 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2000     | 37   | 51   | (64) |      |      | 28   | 25   | 40   | 34   | 41   | 32   |
| 2001     | 37   | (55) | 42   | (48) | (46) | 29   | 29   | 42   | 34   | (47) | (24) |
| 2002     | 39   | 51   | 43   | 36   | 32   | 27   | 24   | 39   | 30   | 40   | 34   |
| 2003     | 40   | 53   | 41   | 33   | 32   | 29   | 24   | 37   | 30   | 41   | 32   |
| 2004     | 39   | 52   | 39   | 37   | 33   | 28   | 26   | 38   | 31   | 38   | 29   |
| 2005     | 42   | 53   | 39   | 35   | 32   | 27   | 24   | 37   | 26   | 37   | 30   |

| Zondagen | R001 | R002 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2000     | 30   | 45   | (50) |      |      | 23   | 22   | 33   | 29   | 36   | 27   |
| 2001     | 30   | (52) | 34   | (46) | (40) | 24   | 25   | 35   | 29   | (42) | (21) |
| 2002     | 31   | 42   | 34   | 30   | 26   | 22   | 19   | 33   | 25   | 33   | 28   |
| 2003     | 36   | 50   | 36   | 31   | 30   | 26   | 22   | 33   | 30   | 36   | 29   |
| 2004     | 31   | 44   | 32   | 32   | 28   | 23   | 23   | 31   | 26   | 32   | 25   |
| 2005     | 36   | 47   | 33   | 31   | 28   | 24   | 21   | 31   | 22   | 34   | 26   |

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

### NO<sub>2</sub> - JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE

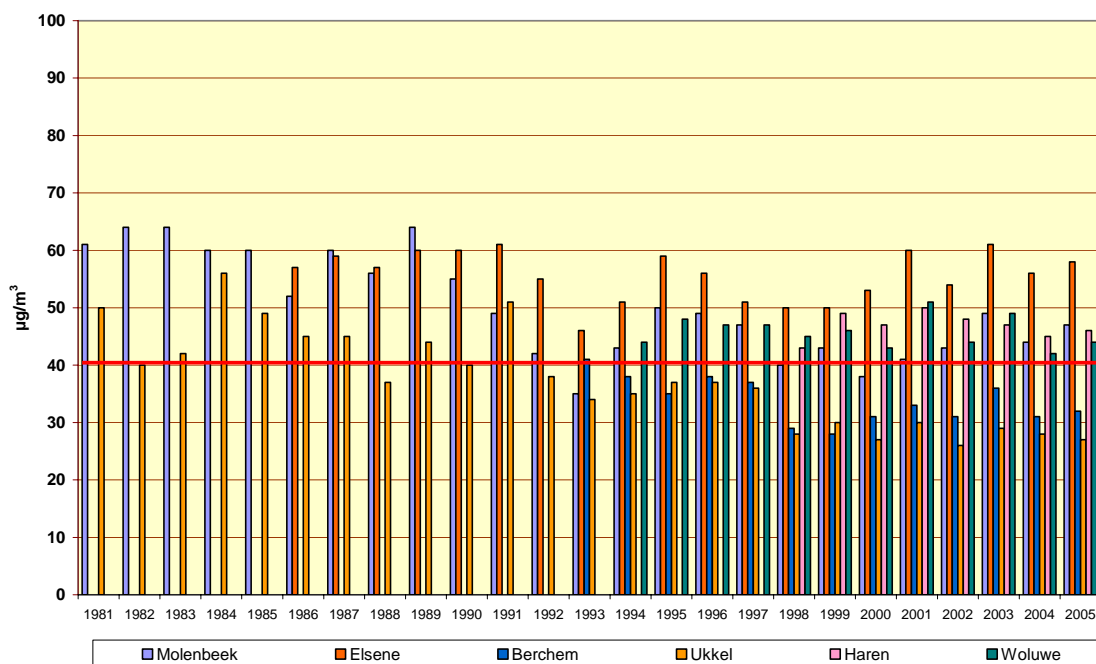


Fig. 4.1 : Evolutie jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie (*alle dagen*) – Periode 1981-2005

## NO<sub>2</sub> - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZATERDAGEN

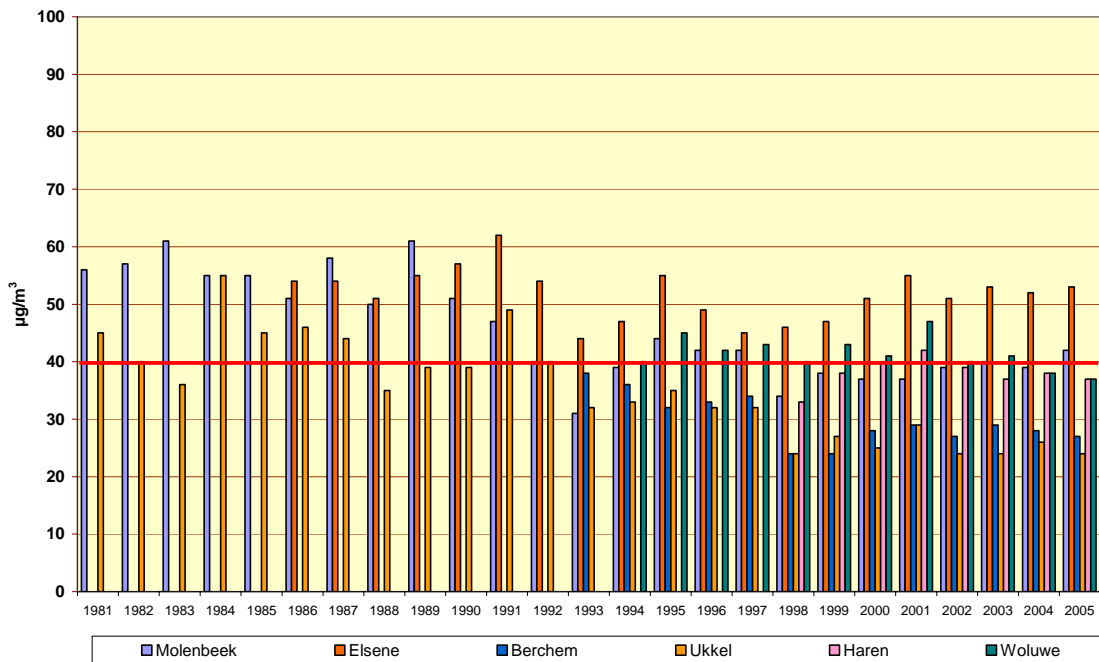


Fig. 4.2 : Evolutie gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op 'Zaterdag' – Periode 1981-2005

## NO<sub>2</sub> - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZONDAGEN

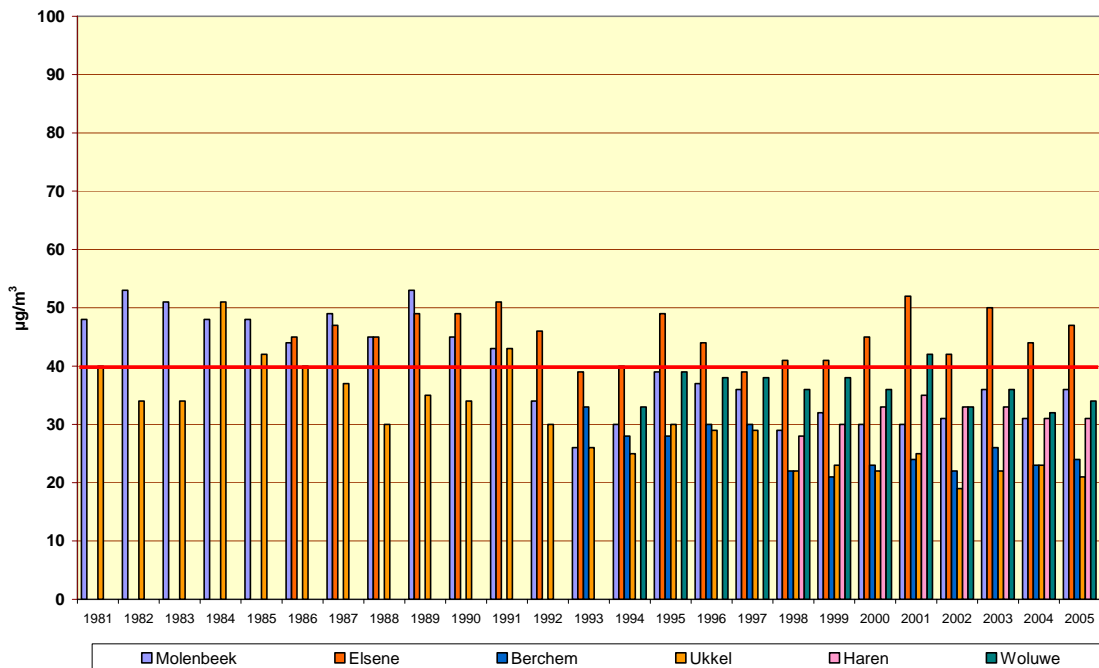


Fig. 4.3 : Evolutie gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op 'Zondag' – Periode 1981-2005

#### 4.1.1.5 Evolutie NO<sub>2</sub>-waarden over langere termijn

In figuur 4.4 wordt de evolutie van de NO<sub>2</sub>-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de resultaten voor de meetpost te Elsene-Kroonlaan (41R002) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost Kunst-Wet (B003). De periode betreft de kalenderjaren 1987 t/m 2005.

In de grafieken worden verschillende percentielen weergegeven, n.l. P10, P30, P70, P90, P95 en P98 alsook het numeriek gemiddelde [AM]. De resultaten zijn berekend op basis van uurwaarden. Er is geen duidelijke trend waar te nemen in de evolutie van de NO<sub>2</sub>-concentraties over de jaren heen. De resultaten voor NO<sub>2</sub> te Elsene wijzen op een status-quo gedurende een eerste periode (1987-1991), gevolgd door een daling in 1993 en vervolgens een status-quo vanaf 1995. In vergelijking met het einde van de jaren '80 zijn de hogere percentielen (piekwaarden) iets lager. De laatste paar jaren lijkt er een geringe toename te zijn van het NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde op de meetpost te Elsene. De toename op de meetpost Kunst-Wet houdt wellicht ook verband met de plaats van het aanzuigpunt: door het heraanleggen van het kruispunt (2003) bevindt het zich nu dichterbij de verkeersstroom.

In figuur 4.5 wordt in de grafiek bovenaan de evolutie in de tijd (1981-2005) weergegeven voor de meetpost te Molenbeek (41R001). De grafiek onderaan geeft de evolutie weer op het meetpunt te Ukkel (41R012). Er is tussen 1981 en 2002 op beide meetplaatsen een langzaam dalende trend waarneembaar voor de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie. Nadien lijkt de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie te stabiliseren (R012) of in lichte mate toe te nemen (R001).

In de grafiek van figuur 4.6 wordt een vergelijking gemaakt van de niveaus in de verschillende meetposten. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode "oktober 2004 – maart 2005" en de grafiek onderaan naar de zomerperiode "april – september 2005". De concentraties op het kruispunt Kunst-Wet (B003) overstijgen deze op alle andere meetpunten. De rangorde van de concentratieniveaus, opgetekend in de verschillende meetpunten (R002, R001, N043, WOL1, B004, B005, B006), is een maat voor de nabijheid van het verkeer. De laagste concentraties worden waargenomen op de meetpunten in residentiële zones, die beter afgeschermd zijn van een te directe invloed van het verkeer (B011 en R012).

Een uitgebreide historiek met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling voor jaarperiodes (alle jaargangen), zomerperiodes (april – september) en winterperiodes (oktober – maart) wordt gegeven in de bijlagen B, C en D. Een aanvullende historiek waarbij een onderscheid gemaakt wordt voor *werkdagen*, *niet-werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen* zal pas later geactualiseerd worden.

Figuur 4.7 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de NO<sub>2</sub>-concentratie. Hiervoor worden de pollutierozen getekend, met op de achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie voor de winterperiode 'oktober 2004 - maart 2005' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april - september 2005'. De concentraties zijn gemiddeld hoger in het centrum van het Gewest, maar de verschillen tussen de meetposten onderling zijn veeleer beperkt. Er is geen duidelijk verschil waarneembaar in de gemiddelde situatie tijdens de zomer- en de winterperiode.

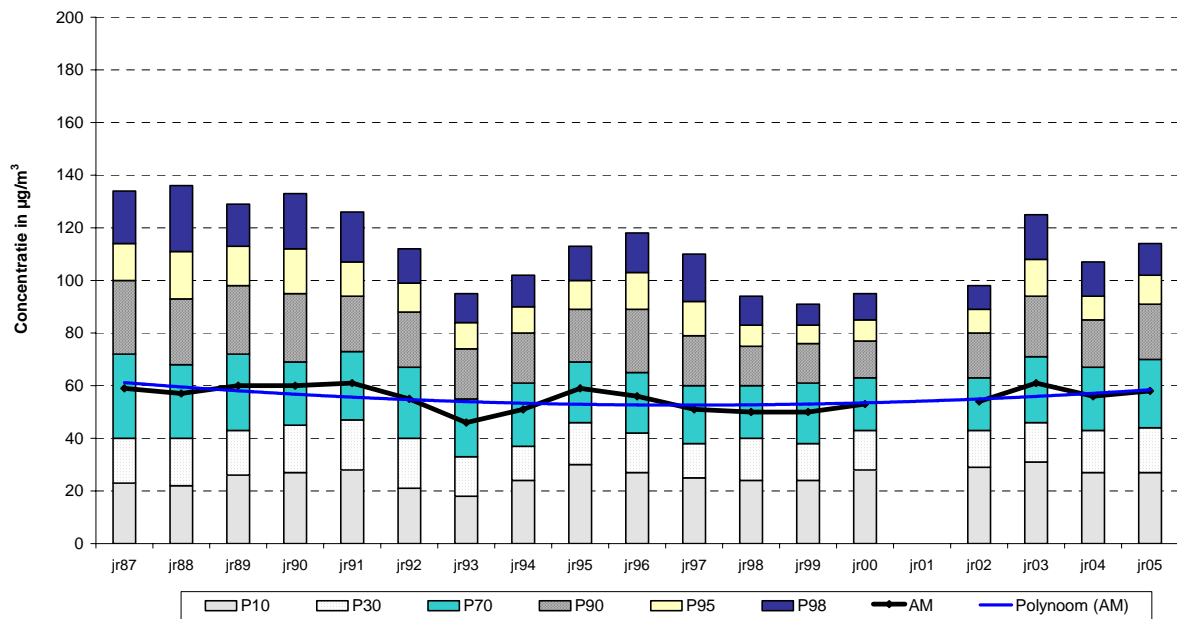
Op de meeste meetposten is de NO<sub>2</sub>-concentratie gemiddeld lichtjes hoger tijdens de winter dan tijdens de zomer. In de meer op het verkeer gerichte meetposten B003 en R002 is de NO<sub>2</sub>-concentratie soms hoger tijdens de zomer. De nabijheid van het verkeer zorgt voor een belangrijke uitstoot van NO, dat in aanwezigheid van ozon vrij snel tot NO<sub>2</sub> oxideert. In de zomerperiode leidt dit lokaal tot hogere NO<sub>2</sub>-piekwaarden tijdens de namiddag.

In figuur 4.8 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode en de grafiek onderaan naar de zomerperiode. In de grafieken worden per uurperiode het gemiddelde (AVG), de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 weergegeven. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag varieert.

In figuur 4.9 wordt het gemiddeld NO<sub>2</sub>-dagverloop gegeven voor de meetpost R002. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer van de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode 'april – september 2005'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen werkdagen, zaterdagen en zondagen. Gemiddeld gezien is de NO<sub>2</sub>-concentratie hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen.

In figuur 4.10 worden de niveaus gemeten in 1989 en 2005 met elkaar vergeleken. Daartoe wordt de evolutie van het dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' weergegeven. In de grafiek bovenaan worden de resultaten van de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2005 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. In tegenstelling tot andere pollutanten (NO en CO) wordt er voor NO<sub>2</sub> geen opmerkelijk verschil vastgesteld in het concentratieniveau tussen 1989 en 2005.

**NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO<sub>2</sub> te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

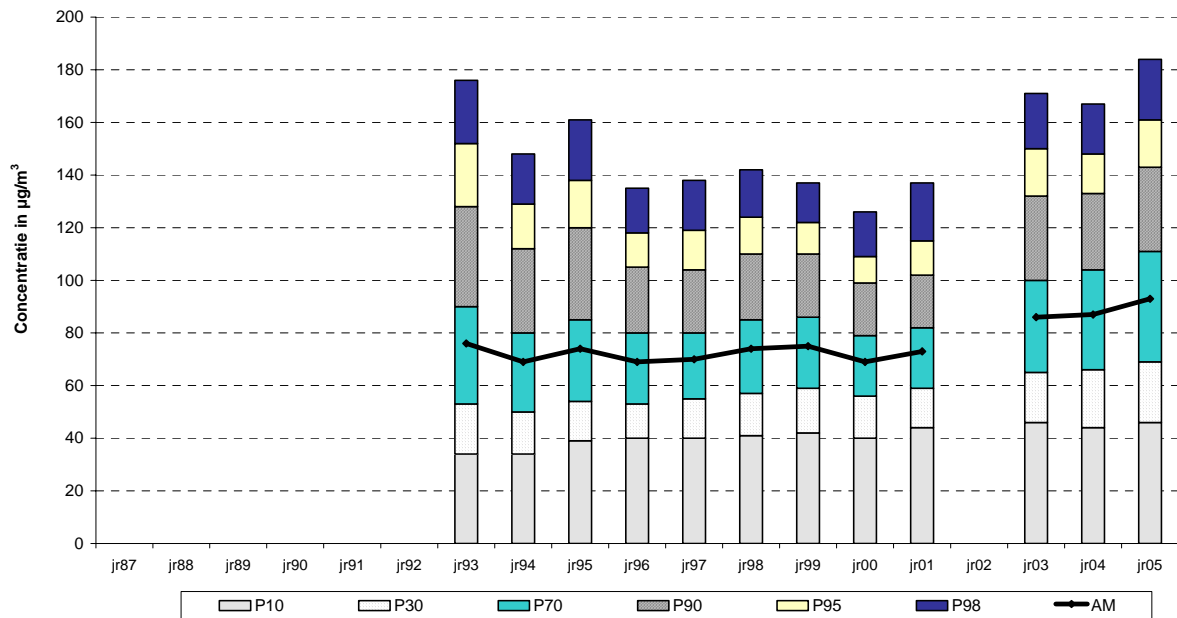
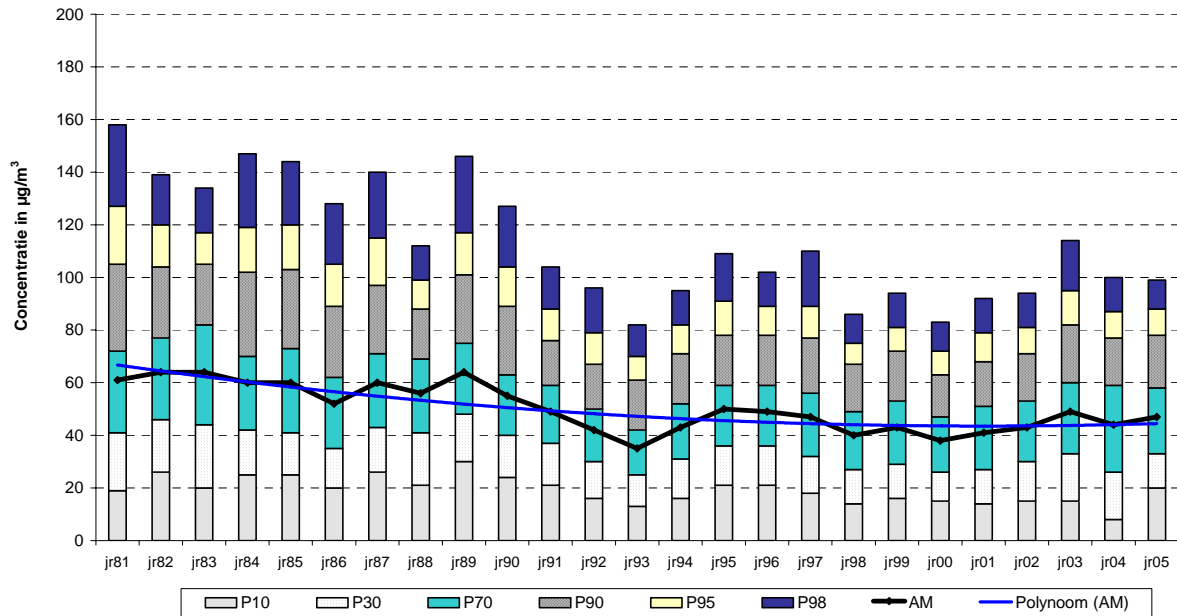


Fig. 4.4: Evolutie NO<sub>2</sub>-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2005

**NO<sub>2</sub> te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"**



**NO<sub>2</sub> te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"**

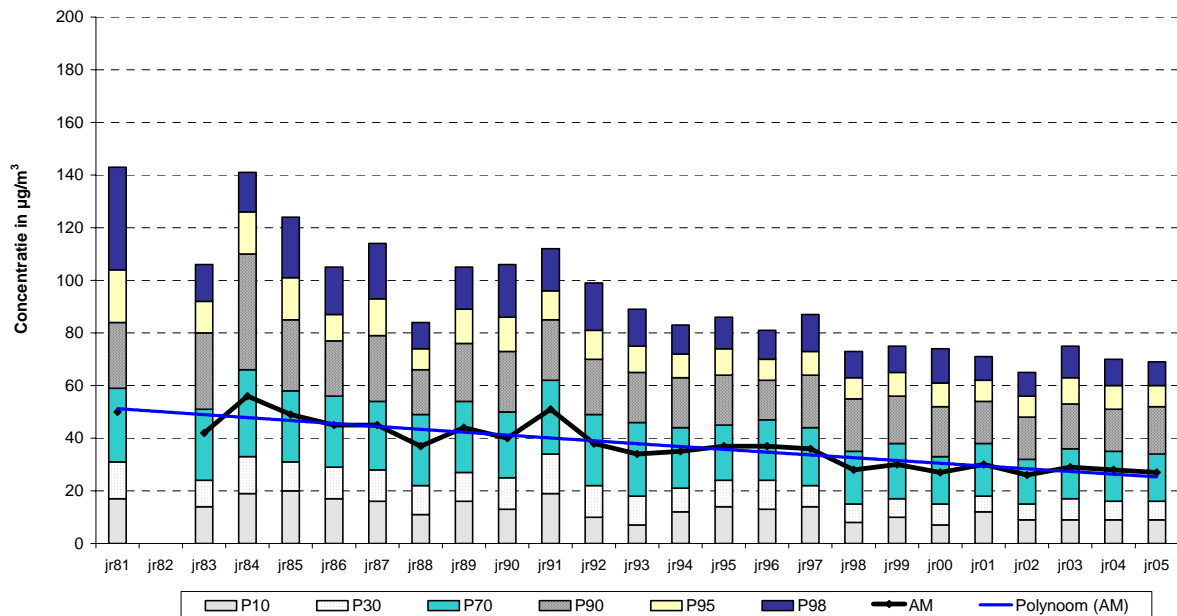
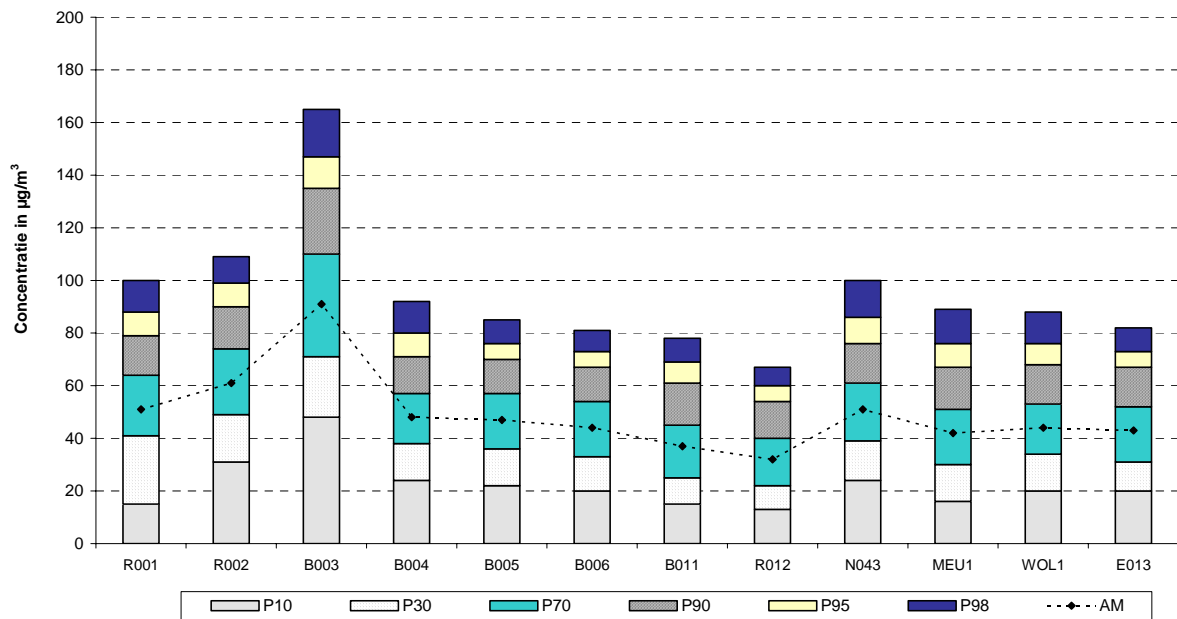


Fig. 4.5: Evolutie van de NO<sub>2</sub>-concentratie te Molenbeek (R001) en te Ukkel (R012).  
 Periode 1981 - 2005

**NO<sub>2</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE "OKTOBER 2004 - MAART 2005"**



**NO<sub>2</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2005"**

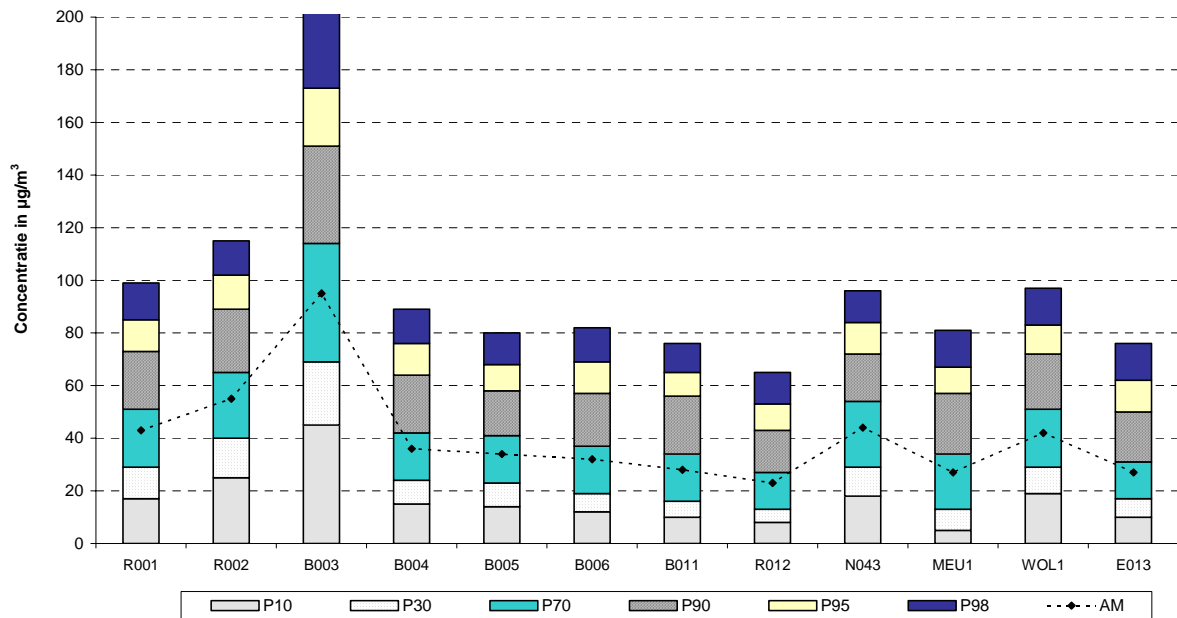


Fig. 4.6: Vergelijking van de NO<sub>2</sub>-concentraties in de verschillende meetposten. Winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en Zomerperiode 'april – september 2005'

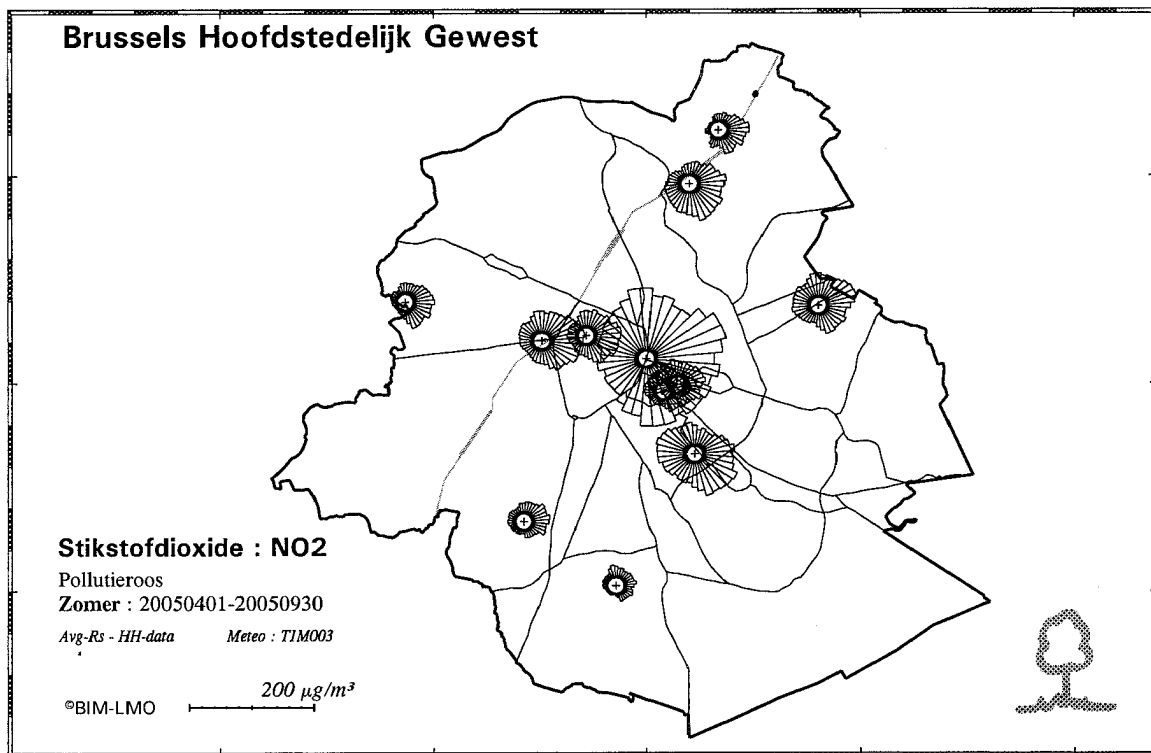
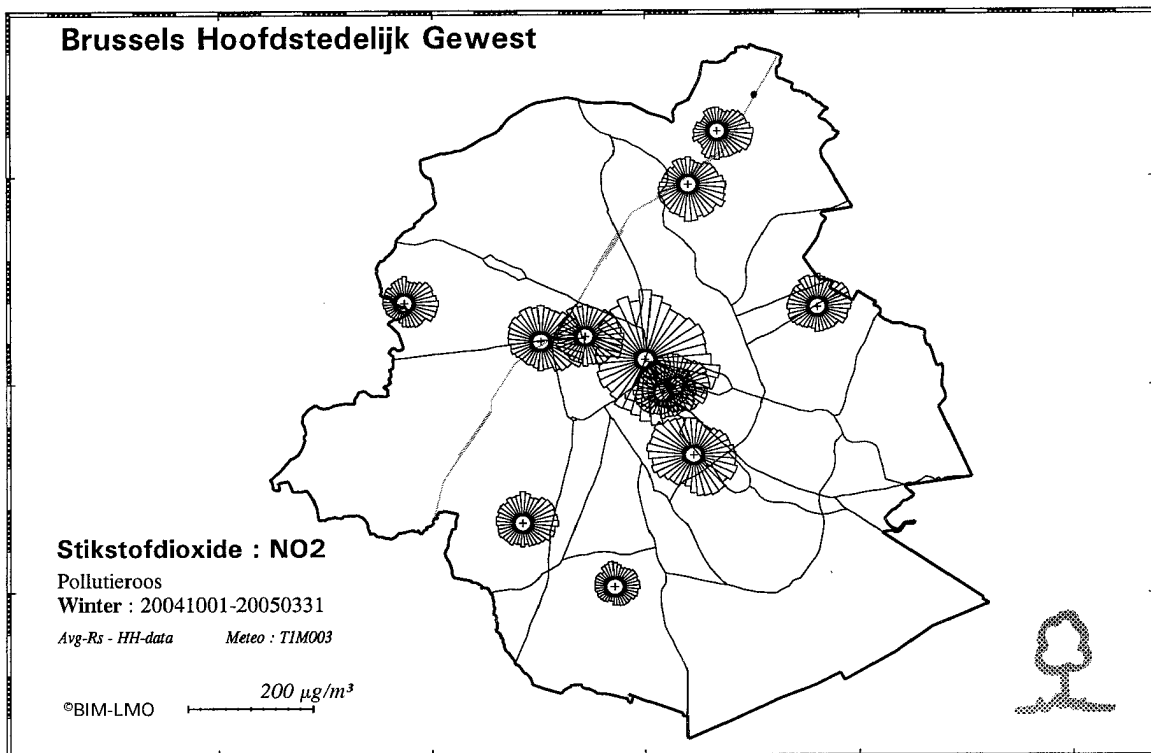
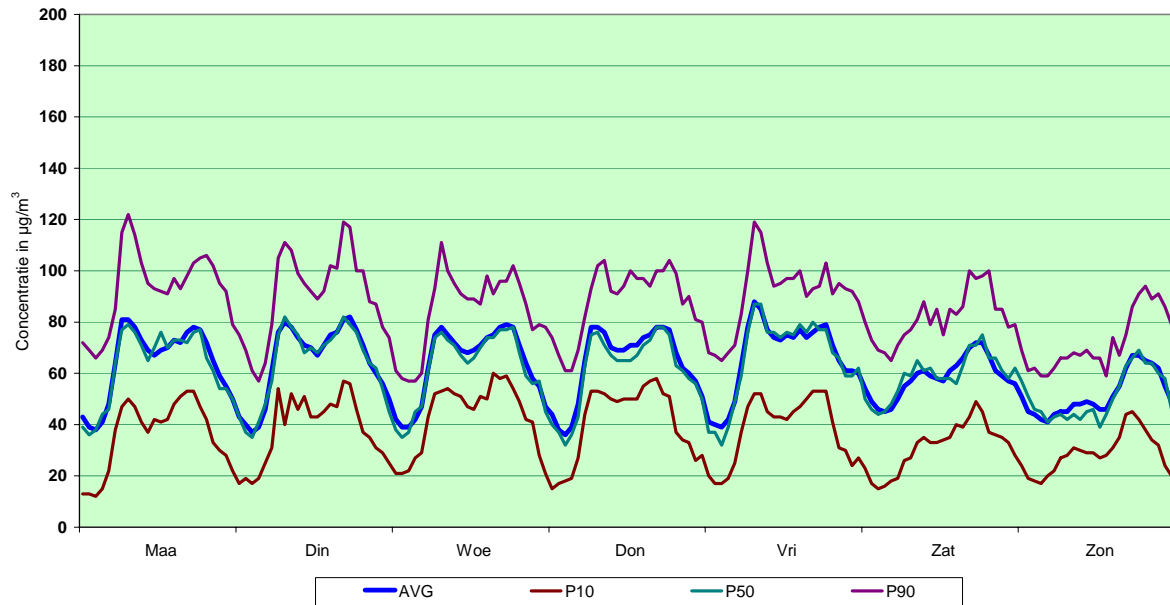


Fig. 4.7: NO<sub>2</sub>-pollutierozen - ruimtelijke spreiding NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer



**NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2004 - MAART 2005



**NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

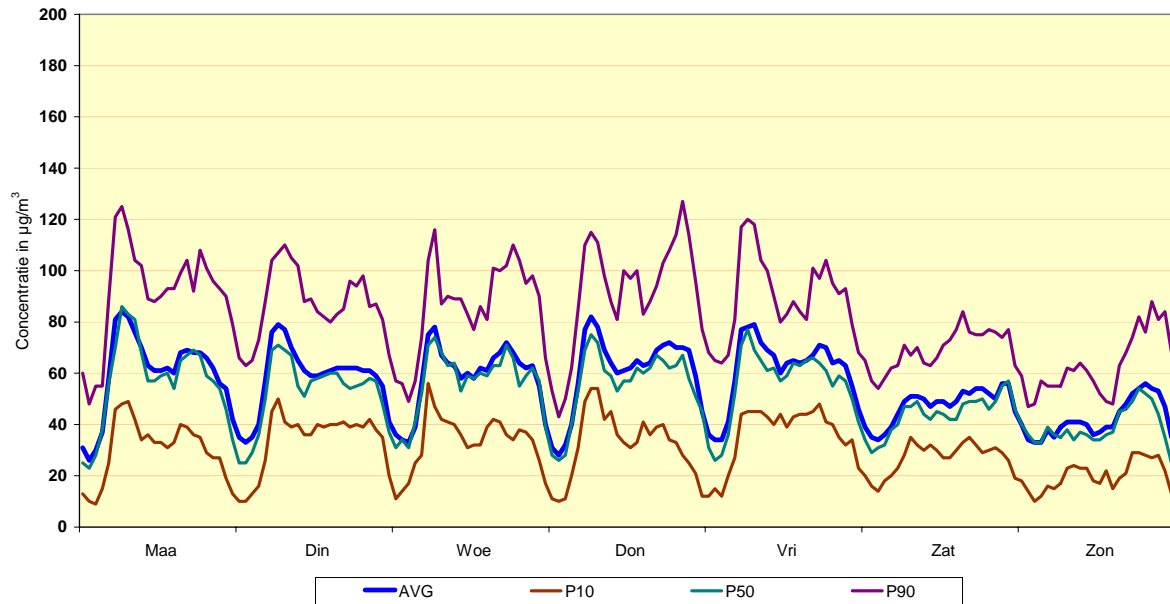


Fig. 4.8: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

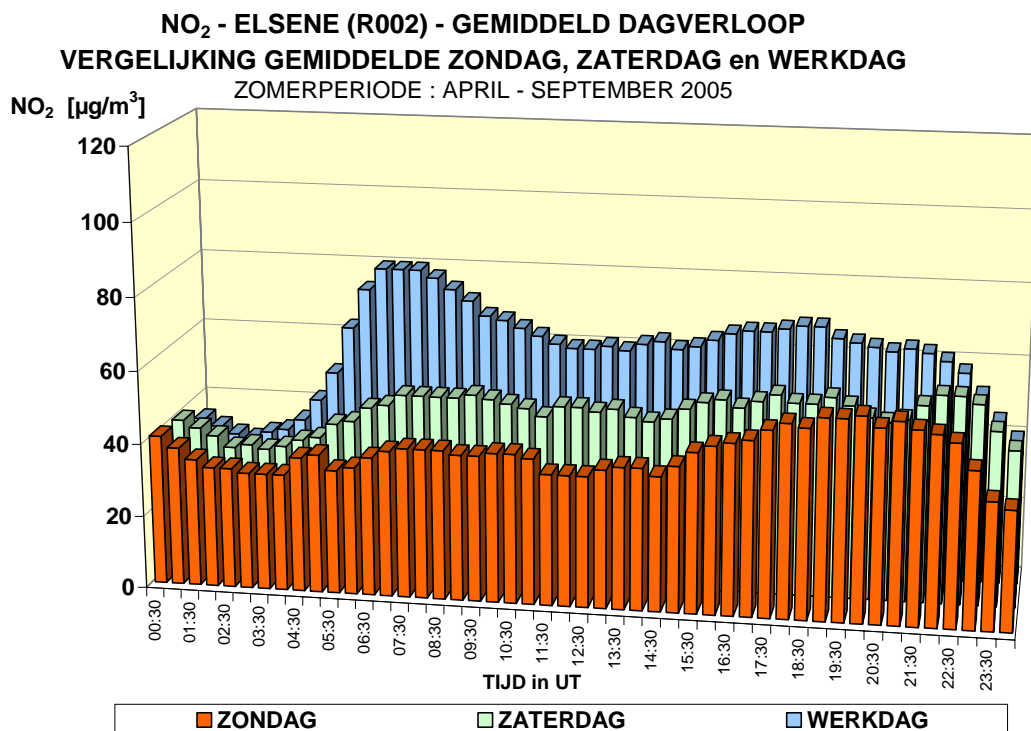
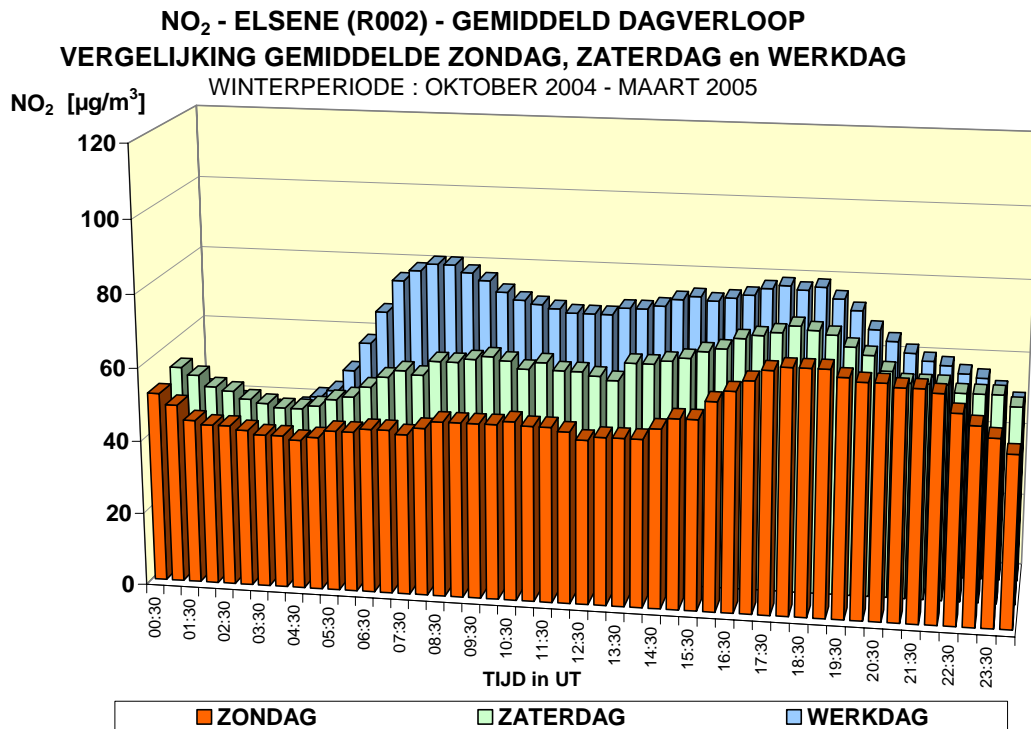


Fig. 4.9: Gemiddeld NO<sub>2</sub>-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

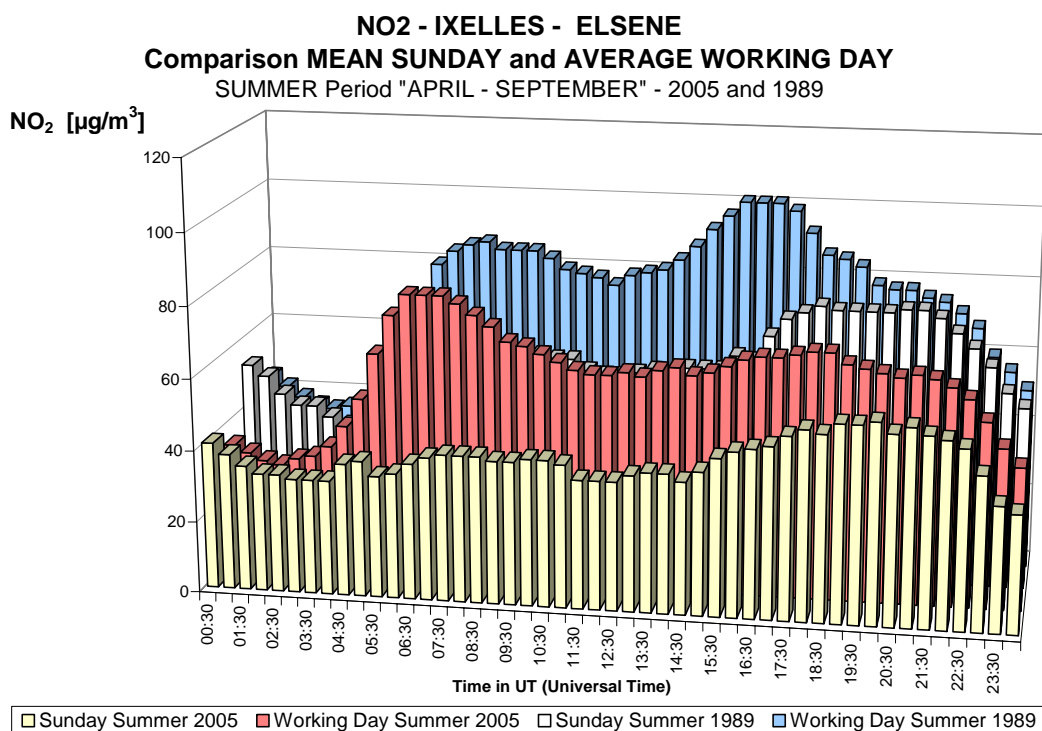
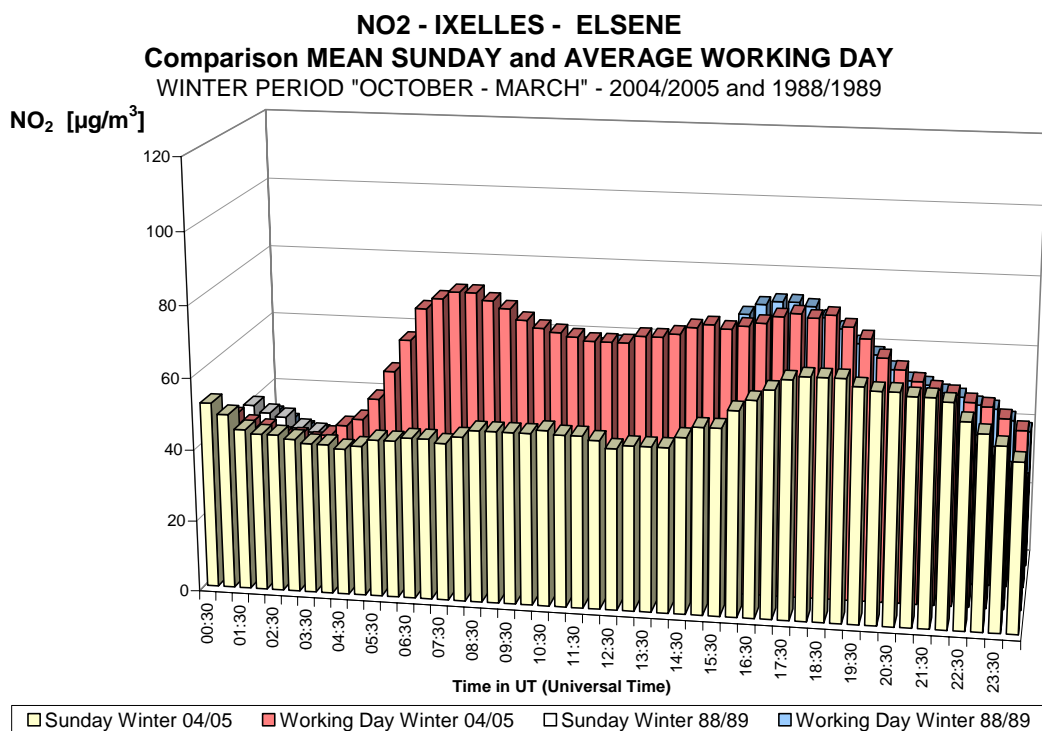


Fig. 4.10: Evolutie NO<sub>2</sub>-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) - Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2004-2005 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2005 (grafiek onderaan).

## **4.1.2 STIKSTOFMONOXIDE (NO)**

### **4.1.2.1 Reglementering NO**

De concentraties voor NO in de omgevingslucht zijn vele malen lager dan het toxische concentratieniveau. Er worden dan ook geen normwaarden opgelegd voor NO in de omgevingslucht. Deze pollutant verdient nochtans alle aandacht bij de studie van de luchtverontreiniging. Het is een belangrijke pollutant in de uitstoot van verbrandingsprocessen, en vormt één der karakteristieke pollutanten voor het wegverkeer. Alleen al omwille van het aandeel van deze sector in de totaliteit van de emissies is het raadzaam aandacht te besteden aan de evolutie van de NO-verontreiniging.

Een andere reden voor de studie van de NO-verontreiniging ligt in de spontane omzetting van NO tot NO<sub>2</sub>. Voor deze laatste pollutant zijn wel normen van kracht, maar belangrijker is wellicht de rol van *precursor* bij de fotochemische vervuiling (ozonvorming). Anderzijds leidt de aanwezigheid van een overmaat NO tot de afbraak van ozon met vorming van NO<sub>2</sub>.

Er is ook een louter praktische reden: de metingen van NO<sub>2</sub> in de omgevingslucht zijn gebaseerd op de detectie van NO, na voorafgaande reductie van NO<sub>2</sub> tot NO. De continue meetapparaten meten dan ook simultaan NO en NO<sub>2</sub> (zie *bijlage A*).

### **4.1.2.2 Gemeten NO-waarden**

In tabel IV.8 wordt aan de hand van statistische parameters (P98, P50 en het jaargemiddelde), een vergelijking gemaakt van de NO-concentraties in de verschillende meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel IV.8: NO-UURWAARDEN : P98 – P50 - JAARGEMIDDELDE (GEM)**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER  
[ Concentratie in µg/m<sup>3</sup> ]

| <b>P98</b> | <b>R001</b> | <b>R002</b> | <b>B003</b> | <b>B004</b> | <b>B005</b> | <b>B006</b> | <b>B011</b> | <b>R012</b> | <b>N043</b> | <b>MEU1</b> | <b>WOL1</b> | <b>E013</b> |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1994       | 244         | 357         | 490         |             |             |             | 170         | 125         |             |             | 166         |             |
| 1995       | 199         | 318         | 438         |             |             |             | 130         | 82          |             |             | 162         |             |
| 1996       | 191         | 298         | 396         |             |             |             | 136         | 109         |             |             | 193         | 118         |
| 1997       | 224         | 285         | 405         |             |             |             | 120         | 92          |             |             | 165         | 139         |
| 1998       | 164         | 269         | 347         |             |             |             | 105         | 79          | 258         |             | 147         | 91          |
| 1999       | 154         | 215         | 326         |             |             |             | 99          | 71          | 249         | --          | 132         | 83          |
| 2000       | 136         | 210         | 284         | --          |             |             | 86          | 59          | 216         | 110         | 120         | 74          |
| 2001       | 217         | --          | 349         | 211         | --          | --          | 150         | 111         | 302         | 193         | --          | --          |
| 2002       | 150         | 200         | --          | 133         | 102         | 81          | 85          | 57          | 218         | 124         | 124         | 85          |
| 2003       | 188         | 232         | 300         | 176         | 123         | 96          | 115         | 72          | 291         | 155         | 157         | 107         |
| 2004       | 135         | 193         | 292         | 127         | 88          | 76          | 91          | 71          | 218         | 120         | 109         | 86          |
| 2005       | 160         | 172         | 283         | 140         | 94          | 88          | 96          | 64          | 215         | 114         | 107         | 96          |

| P50  | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1994 | 11   | 66   | 135  |      |      |      | 5    | 4    |      |      | 10   |      |
| 1995 | 17   | 62   | 140  |      |      |      | 5    | 4    |      |      | 10   |      |
| 1996 | 18   | 50   | 122  |      |      |      | 5    | 4    |      |      | 13   | 6    |
| 1997 | 16   | 53   | 113  |      |      |      | 5    | 9    |      |      | 12   | 6    |
| 1998 | 13   | 51   | 99   |      |      |      | 5    | 7    | 22   |      | 10   | 2    |
| 1999 | 13   | 43   | 98   |      |      |      | 4    | 3    | 15   | --   | 9    | 3    |
| 2000 | 12   | 47   | 89   | --   |      |      | 4    | 3    | 25   | 4    | 9    | 5    |
| 2001 | 14   | --   | 90   | 9    | --   | --   | 3    | 4    | 21   | 4    | --   | --   |
| 2002 | 11   | 34   | --   | 7    | 6    | 3    | 3    | 3    | 15   | 4    | 10   | 3    |
| 2003 | 10   | 33   | 72   | 8    | 7    | 4    | 3    | 2    | 17   | 4    | 8    | 3    |
| 2004 | 6    | 30   | 85   | 8    | 5    | 4    | 3    | 2    | 18   | 4    | 6    | 2    |
| 2005 | 11   | 28   | 81   | 7    | 5    | 3    | 3    | 3    | 18   | 3    | 6    | 3    |

| GEM  | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1994 | 36   | 93   | 163  |      |      |      | 21   | 15   |      |      | 27   |      |
| 1995 | 36   | 87   | 160  |      |      |      | 18   | 12   |      |      | 27   |      |
| 1996 | 37   | 74   | 143  |      |      |      | 20   | 15   |      |      | 31   | 18   |
| 1997 | 38   | 74   | 135  |      |      |      | 17   | 16   |      |      | 28   | 20   |
| 1998 | 28   | 69   | 120  |      |      |      | 14   | 13   | 46   |      | 24   | 12   |
| 1999 | 28   | 58   | 115  |      |      |      | 13   | 9    | 41   | --   | 22   | 11   |
| 2000 | 24   | 61   | 102  | --   |      |      | 11   | 8    | 45   | 14   | 20   | 13   |
| 2001 | 32   | --   | 111  | 28   | --   | --   | 16   | 13   | 47   | 22   | --   | --   |
| 2002 | 26   | 50   | --   | 21   | 17   | 12   | 12   | 8    | 37   | 17   | 22   | 12   |
| 2003 | 29   | 53   | 95   | 25   | 20   | 14   | 14   | 9    | 44   | 20   | 24   | 15   |
| 2004 | 21   | 46   | 102  | 21   | 15   | 12   | 12   | 9    | 41   | 17   | 18   | 12   |
| 2005 | 25   | 41   | 98   | 20   | 14   | 12   | 11   | 8    | 39   | 15   | 17   | 12   |

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

De hoogste gemiddelde NO-waarden worden bereikt in de twee verkeersspecifieke meetposten Kunst-Wet (B003) en Elsene-Kroonlaan (R002), gevolgd door Haren (N043), Molenbeek (R001), St.-Katelijne (B004) en St.-Lambr.-Woluwe (WOL1). Deze meetplaatsen zijn in een verkeersdrukte, maar vrij open omgeving gelegen. De meetplaatsen St.-Ag.-Berchem (B011), Ukkel (R012), het Europees Parlement (B006) en Vorst (E013) zijn meer van het verkeer afgeschermd.

Een uitgebreide historiek met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling worden gegeven in *bijlage B* (alle jaarperiodes). Tabellen met resultaten voor zomer- en winterperiodes worden weergegeven in de *bijlagen C en D*.

#### 4.1.2.3 Evolutie NO-waarden over langere termijn

In figuur 4.11 wordt de evolutie van de NO-vervuiling in de tijd weergegeven aan de hand van de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling. De grafiek bovenaan geeft de jaarstatistiek weer voor de meetpost te Elsene-Kroonlaan (R002) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost Kunst-Wet (B003). De periode betreft de kalenderjaren 1987 t/m 2005.

De resultaten te Elsene-Kroonlaan vertonen een geleidelijke daling van alle niveaus vanaf 1990/91. De resultaten in 2000 bedragen zowat de helft van de resultaten van 1991, zowel voor de hogere percentielen als voor de jaargemiddelde concentratie. Een analoge daling van de niveaus wordt opgetekend op de meetplaats Kunst-Wet. Op deze meetpost zijn er resultaten beschikbaar vanaf 1993.

De daling van de NO-concentraties op deze beide meetplaatsen is waarschijnlijk het gevolg van de introductie van de driewegkatalysator. Vanaf 1989 is de katalysator verplicht op de nieuwe benzineauto's met een cilinderinhoud van meer dan 2000 cc. en vanaf 1993 op alle nieuwe auto's met benzine motor. Op deze beide meetposten wordt een even grote daling vastgesteld van de CO-concentratie (zie verder) en met enkele jaren vertraging ook van het benzeengehalte in de lucht. Uit de meest recente gegevens, vanaf de periode 2002-2003, blijkt dat er wellicht een einde gekomen is aan deze dalende tendens. Dit houdt vermoedelijk verband met het feit dat inmiddels het overgrote deel van het wagenpark, voorzien van een benzine motor, uitgerust is met een driewegkatalysator.

De daling van de NO-concentratie is spectaculair in de meetposten die onderhevig zijn aan de directe NO-uitstoot van het verkeer. In andere meetposten, gelegen in een meer open omgeving of in de periferie, is de daling minder uitgesproken. De link tussen NO-concentratie en NO-uitstoot is er minder duidelijk, vermits een gedeelte van het NO reeds omgezet is tot NO<sub>2</sub>. In figuur 4.12 wordt de evolutie van de jaarstatistiek gegeven voor de meetposten te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012). Het betreft resultaten van 1981 t/m 2005. Vanaf 1991 kan een geleidelijke daling vastgesteld worden van de hogere percentielen (P98 en P95). De resultaten voor de jaarperiodes na 2001 geven aan dat wellicht ook in deze meetposten een einde gekomen is aan de dalende trend.

In figuur 4.13 worden de NO-resultaten van de verschillende meetposten met elkaar vergeleken. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2005'. De hoogste resultaten worden vastgesteld op de meetposten met een directe blootstelling aan het verkeer en de laagste op de meetposten gelegen in residentiële zones. Er wordt een opvallend verschil in concentratieniveau vastgesteld tijdens de winter en de zomer. Tijdens de zomerperiode wordt een deel van het NO door ozon geoxideerd tot NO<sub>2</sub>.

Figuur 4.14 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de NO-concentratie. De NO-pollutierozen worden getekend met als achtergrond een kaart van het Gewest. De kaart bovenaan geeft de situatie tijdens de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april - september 2005'. In beide gevallen is er een opvallend verschil in gemiddelde vervuiling op de diverse meetpunten. De ruimtelijke spreiding is meer heterogeen dan in het geval van NO<sub>2</sub>. De hoogste vervuiling wordt vastgesteld in het centrum van het Gewest en op plaatsen met veel verkeer.

Tijdens de zomerperiode is de NO-concentratie in de perifere meetposten beduidend lager dan tijdens de winterperiode. In de meetposten die minder sterk onderhevig zijn aan de directe invloed van de verkeersemisies is er tijdens de zomer een overmaat ozon aanwezig. Het aanwezige NO wordt er quasi integraal omgezet tot NO<sub>2</sub>.

In figuur 4.15 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. Per uurperiode worden het gemiddelde (AVG), de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 in grafiek uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag kan schommelen.

De grafiek bovenaan in de figuur verwijzen naar de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2005'. Het weekpatroon volgt de bewegingen van het verkeer. De gemiddelde concentraties zijn duidelijk hoger op werkdagen dan op zaterdag of zondag. De grenzen P10 en P90 geven anderzijds aan dat de concentratie op een welbepaalde weekenddag hoger kan zijn dan op een welbepaalde dag in de week.

Tijdens de zomerperiode is de namiddagpiek afgezwakt. De grotere aanwezigheid van ozon tijdens een zomerse namiddag zorgt voor een titratie-effect, waarbij NO geoxideerd wordt tot NO<sub>2</sub> met behulp van ozon. Op de grafiek is eveneens te zien dat de spreiding van de resultaten veel ruimer is dan bij NO<sub>2</sub>. Dit geldt zowel tussen de hogere (P90) en de lagere (P10) waarden van eenzelfde meetpost als tussen de meetposten onderling.

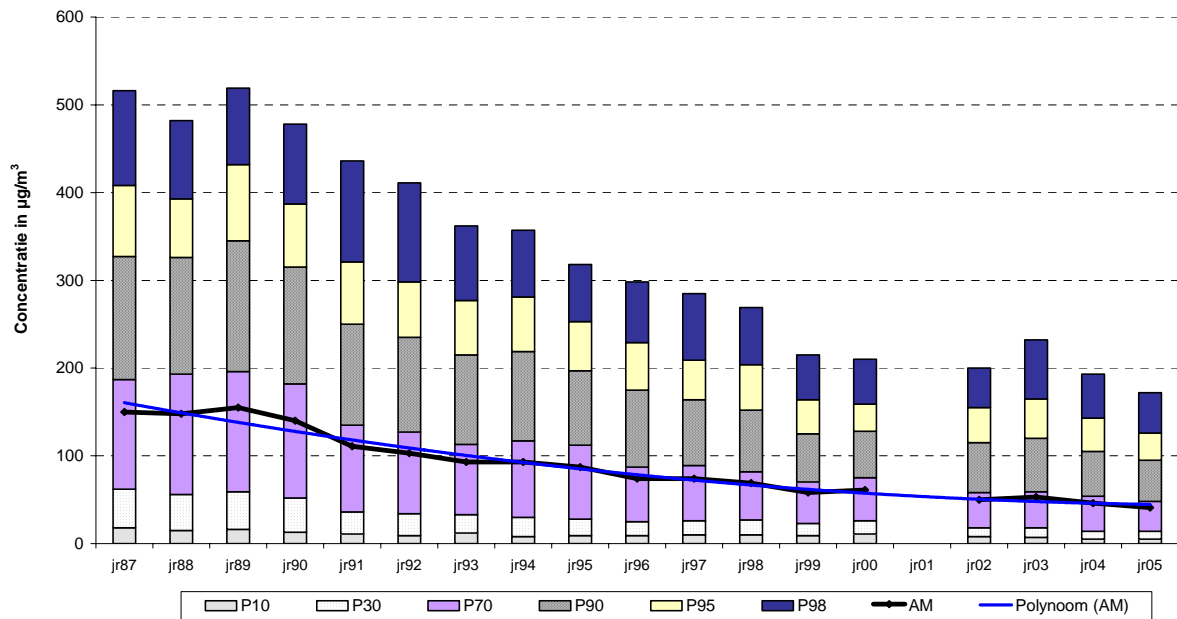
In de figuren 4.16 wordt het gemiddeld NO-dagverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2005'. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *zaterdagen* en *zondagen*.

In de op het verkeer gerichte meetposten zijn de NO-concentraties gemiddeld hoger op werkdagen en hoger op zaterdag dan op zondag. Tussen werkdag, zaterdag en zondag treedt er bovendien een verschuiving in de tijd op van het dagprofiel. De ochtendpiek op zaterdag valt later op de dag en is minder uitgesproken. In de late uren van de nacht van zaterdag op zondag is er een lichte toename van de NO-concentratie. Op zondag is er helemaal geen ochtendpiek en de avondpiek is breed uitgesmeerd vanaf de namiddag tot aan het begin van de nacht.

De NO-concentraties zijn systematisch hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen, hoger op zaterdag dan op zondag en hoger tijdens de winter- dan tijdens de zomerperiode.

In figuur 4.17 worden de niveaus gemeten in 1989 en 2005 met elkaar vergeleken. Daartoe wordt de evolutie van het dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' weergegeven. In de grafiek bovenaan worden de resultaten van de winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2005 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. De concentraties gemeten in 2004/05 zijn beduidend lager dan de meetwaarden uit de periode 1989/90.

**NO te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

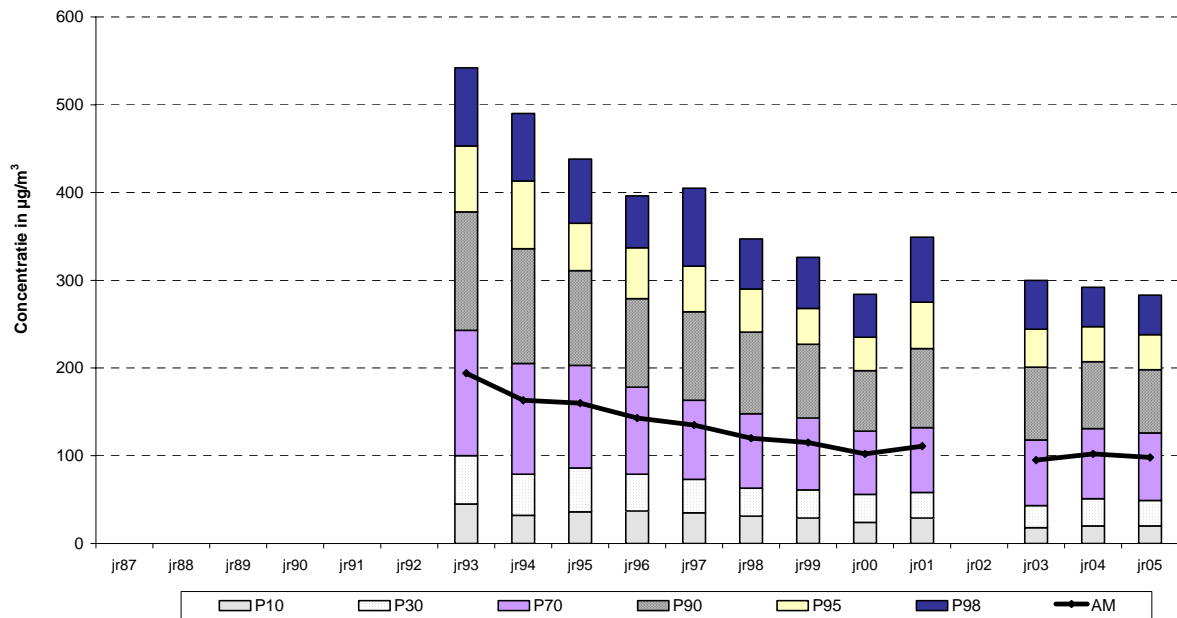
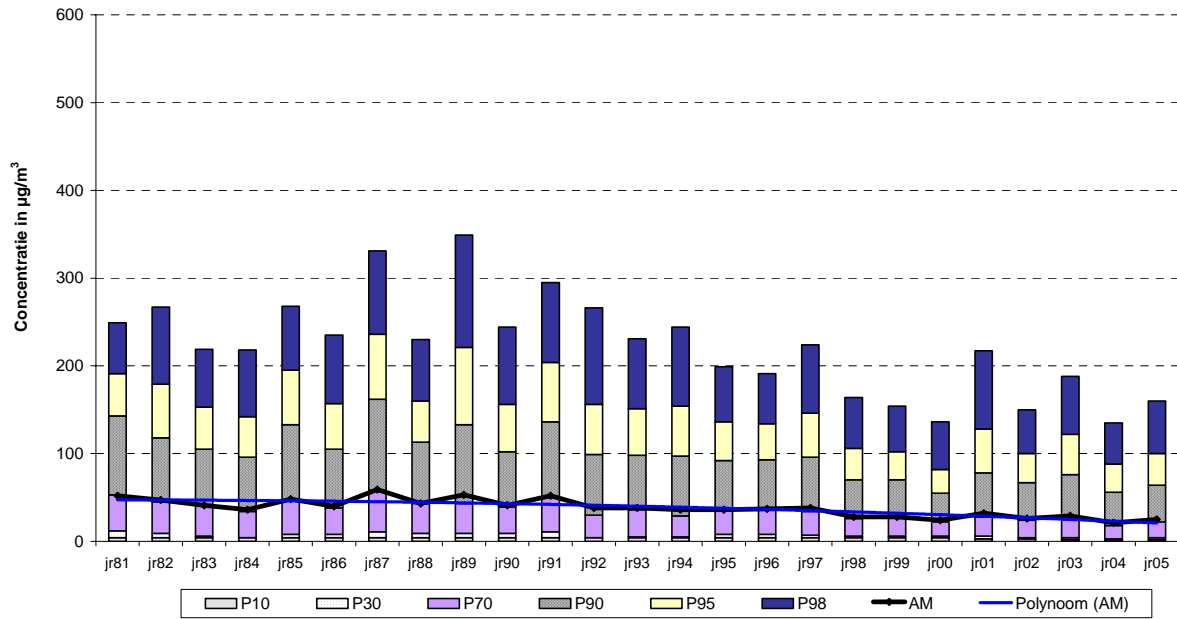


Fig. 4.11: Evolutie NO-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003) Periode 1987 - 2005



**NO te MOLENBEEK (R001) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

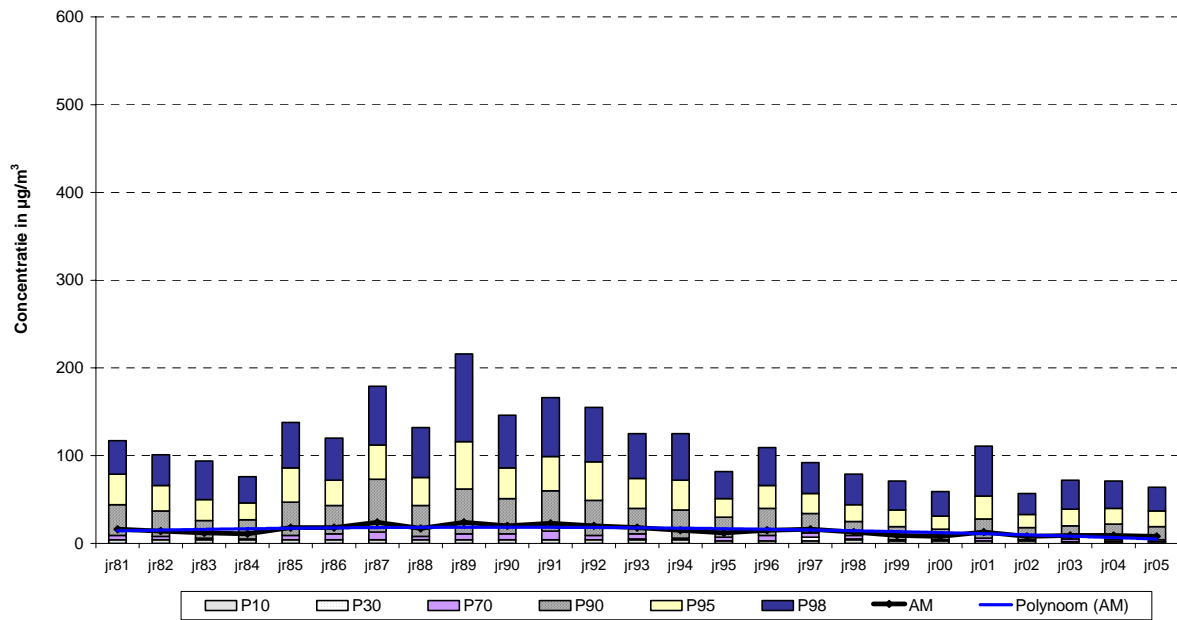
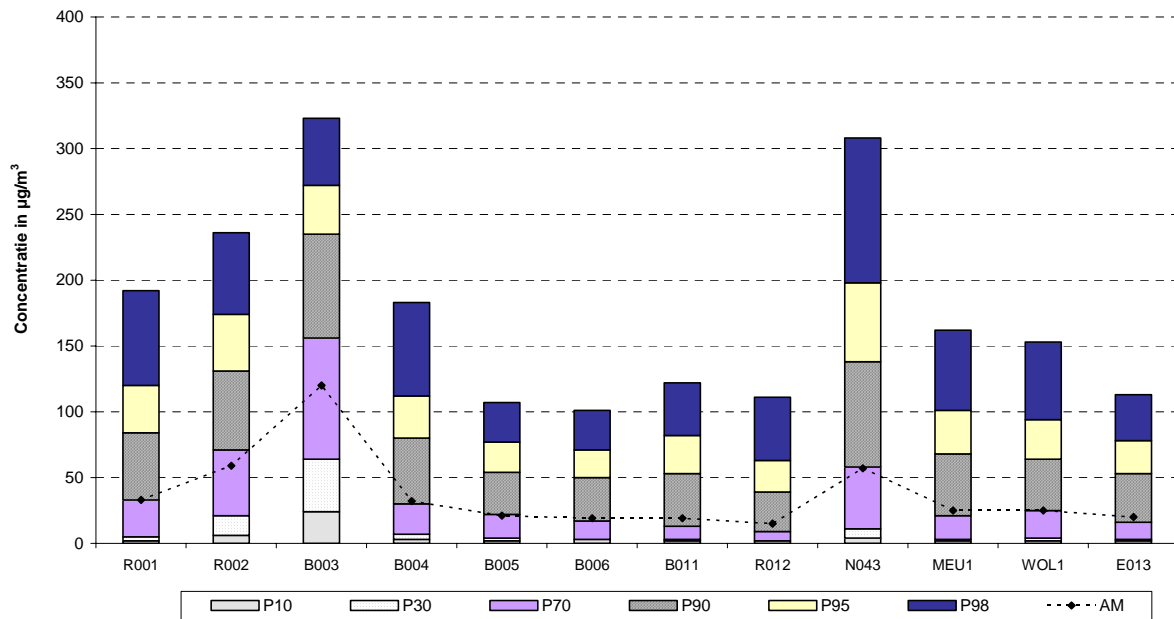


Fig. 4.12: Evolutie van de NO-concentratie te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012)  
 Periode 1981 - 2005

**NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 WINTERPERIODE "OKTOBER 2004 - MAART 2005"



**NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2005"

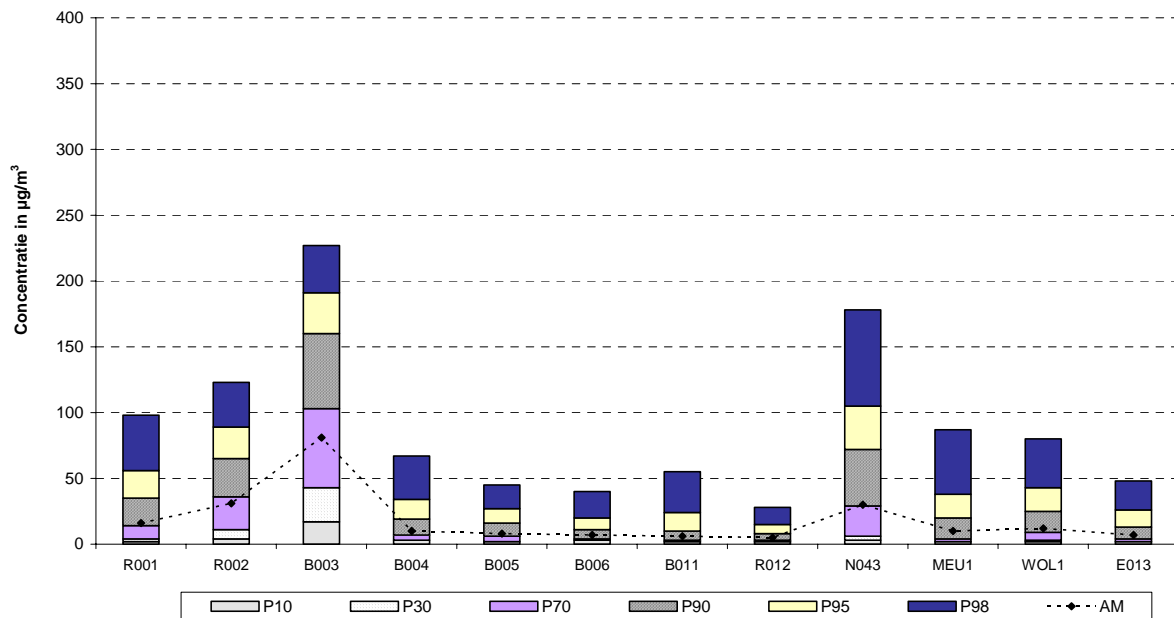


Fig. 4.13: Vergelijking van de NO-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2004 – maart 2005' en Zomerperiode 'april – september 2005'

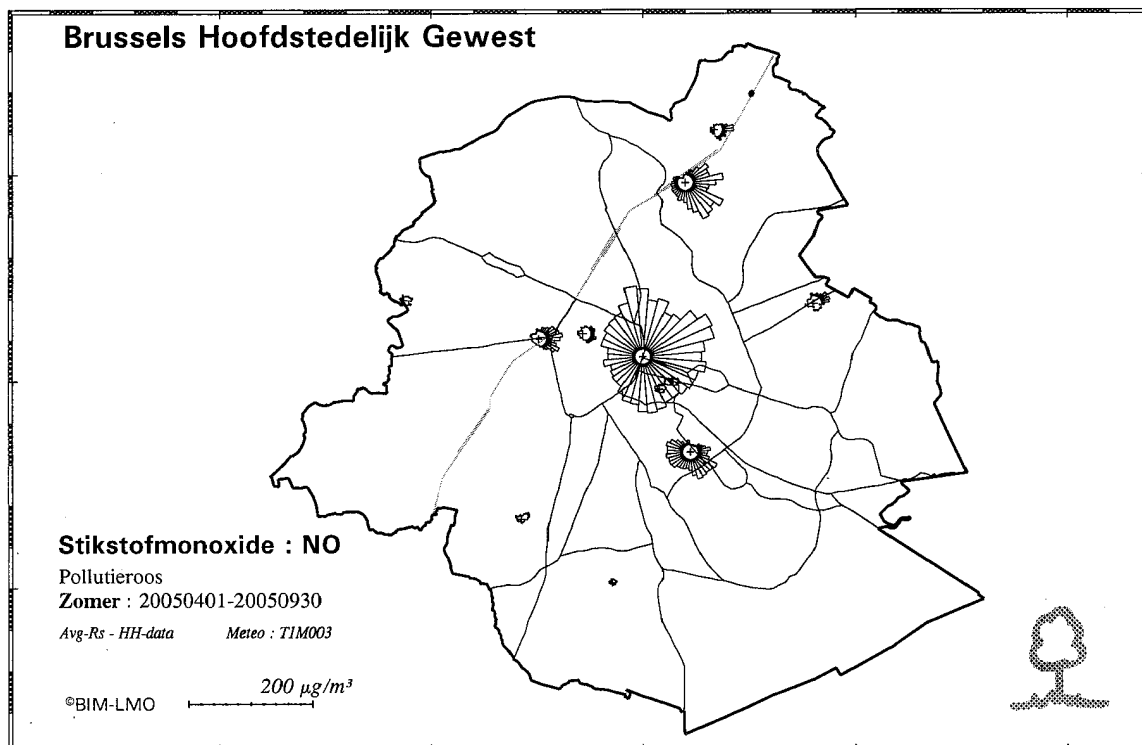
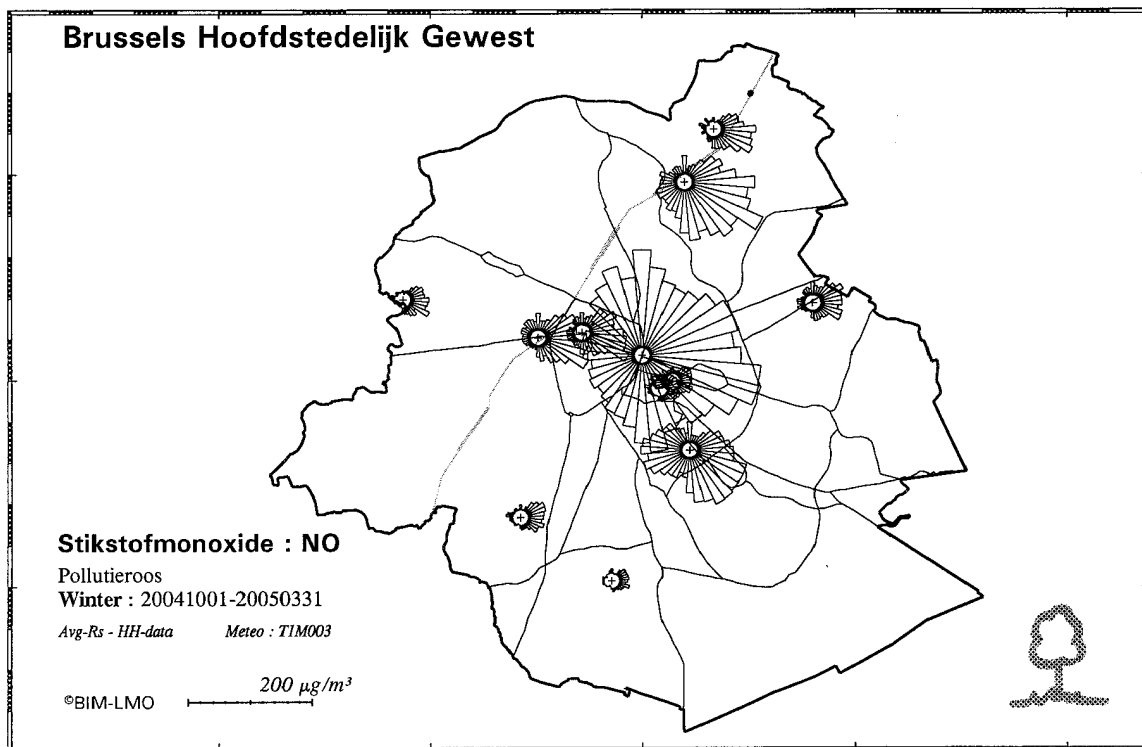
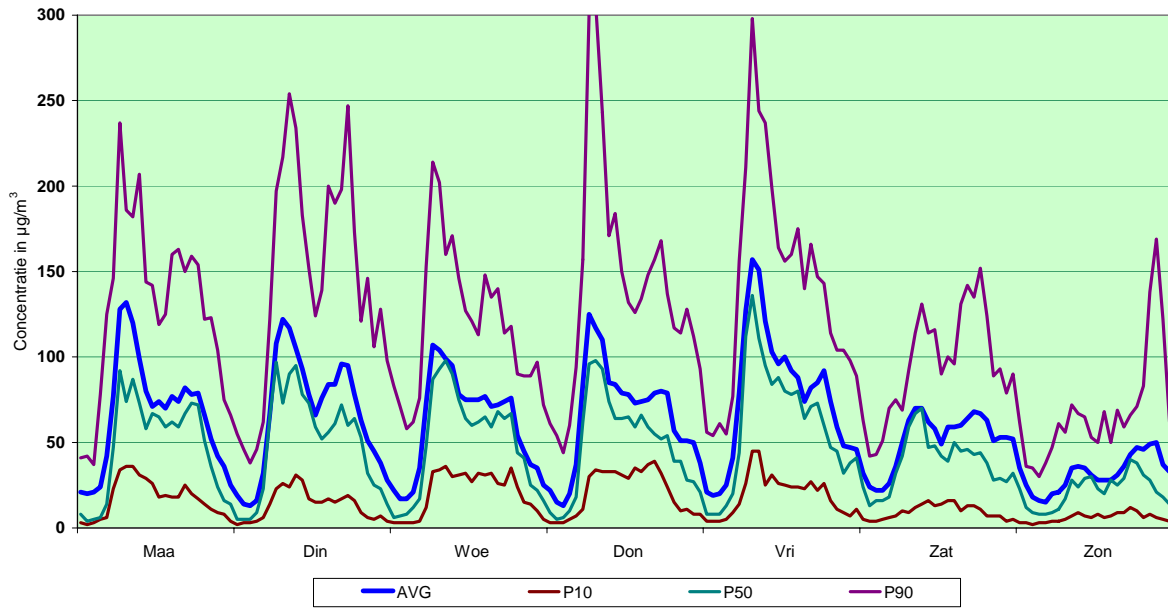


Fig. 4. 14: NO-pollutierozen: ruimtelijke spreiding NO-concentratie tijdens winter en zomer

**NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2004 - MAART 2005



**NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

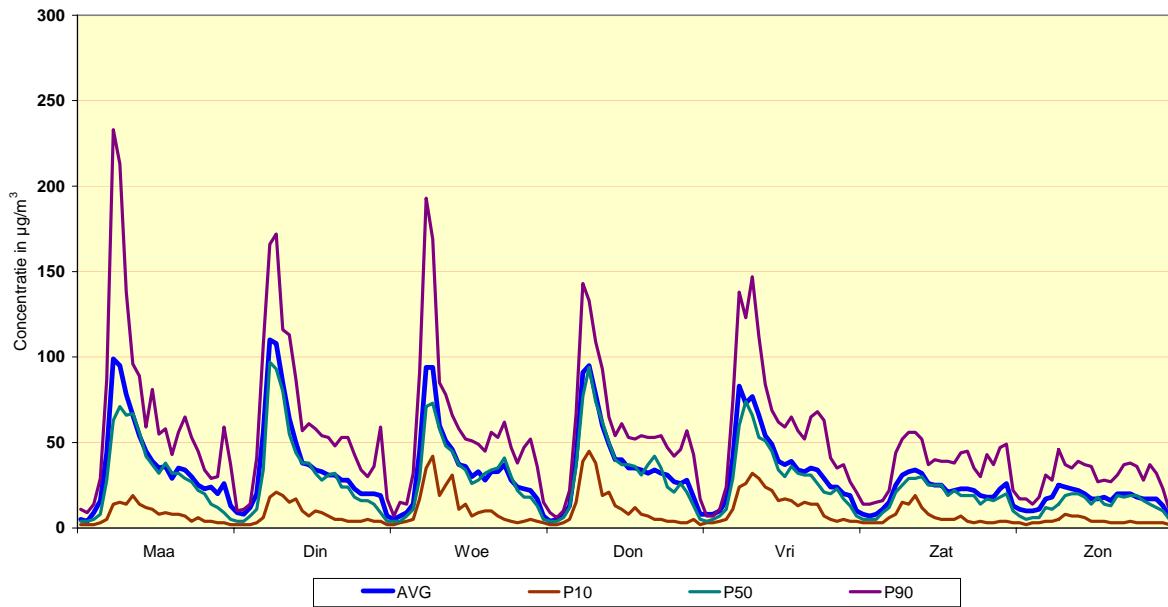
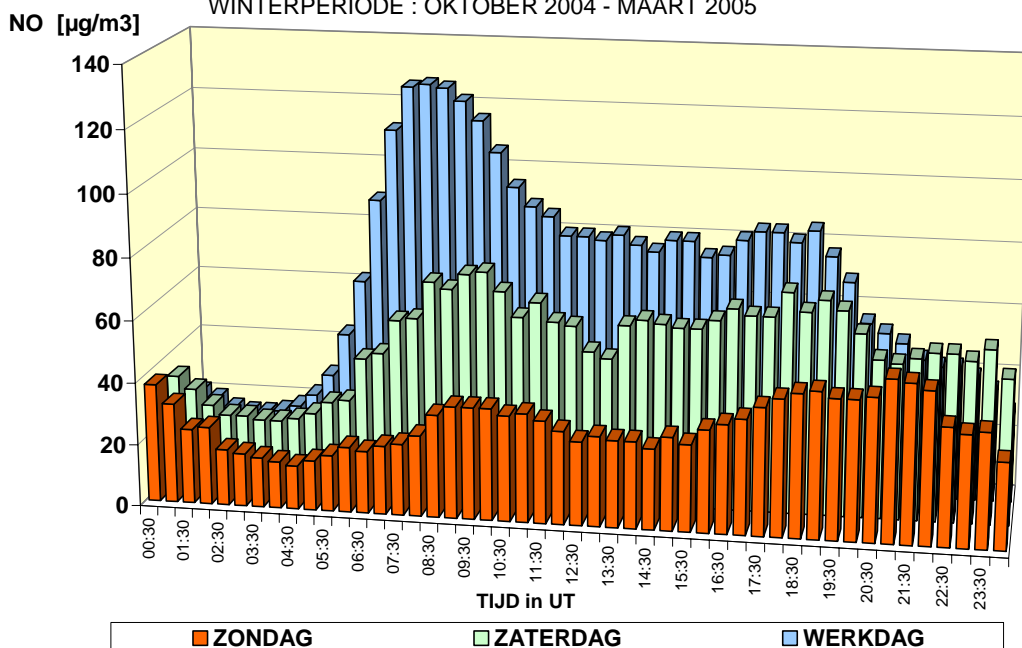


Fig. 4.15: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

**NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2004 - MAART 2005



**NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

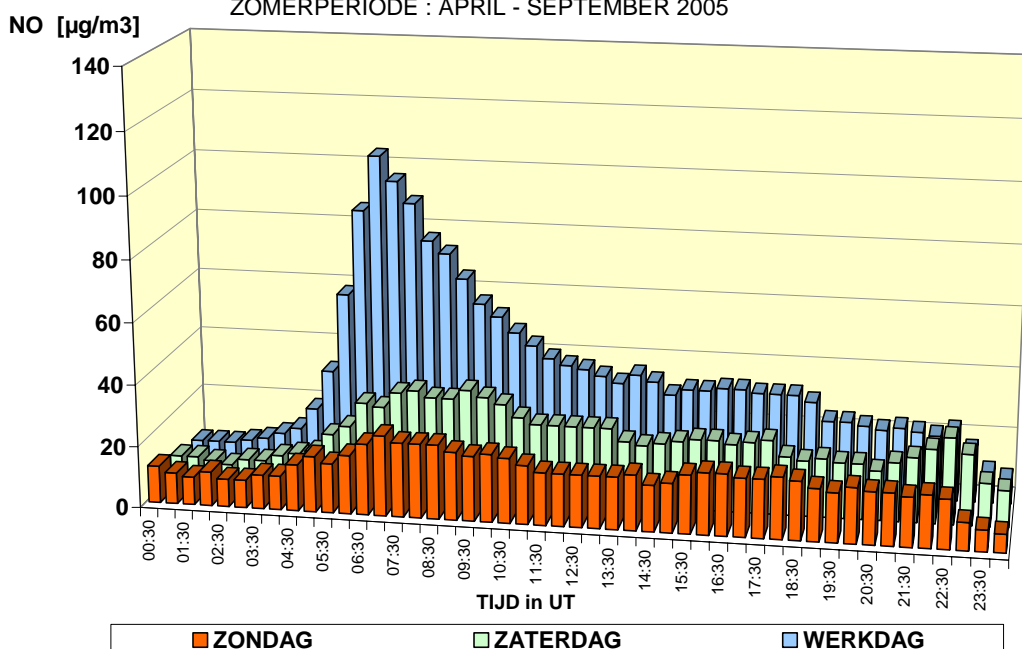


Fig. 4.16: Gemiddeld NO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

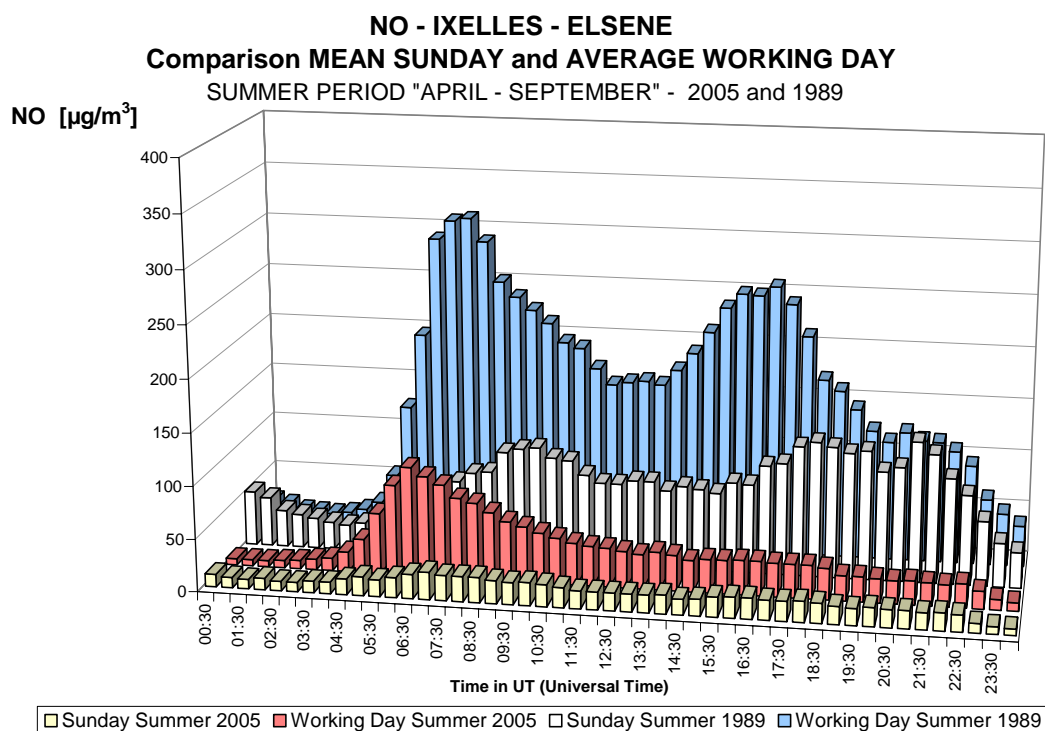
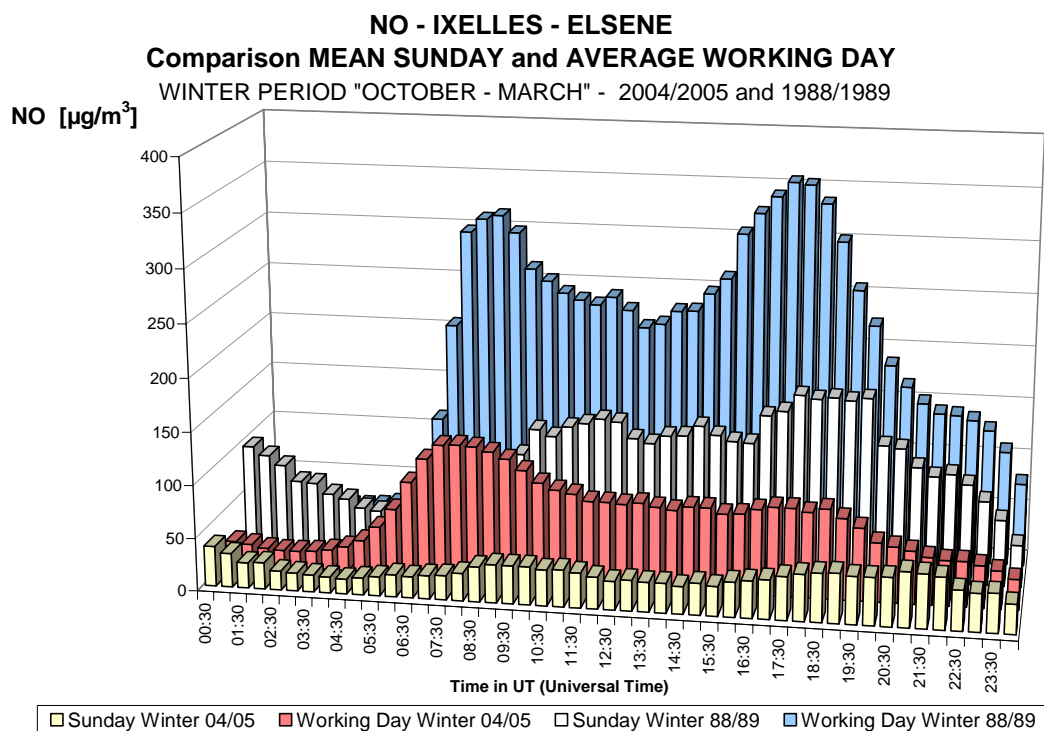


Fig. 4.17: Evolutie NO-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) – Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2004-2005 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2005 (grafiek onderaan)

### 4.1.3 STIKSTOFOXIDEN (NO<sub>x</sub>)

De NO<sub>x</sub>-concentratie is de som van de concentraties van NO en NO<sub>2</sub>, beide uitgedrukt in equivalente massaconcentratie NO<sub>2</sub>:  $[NO_x] = 1.53 [NO] + [NO_2]$ ; in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De eerste systematische NO<sub>x</sub>-metingen in België werden in 1973 door de afdeling “Lucht” van het IHE (Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie) uitgevoerd in de Kroonlaan te Brussel. De resultaten van de metingen zijn niet in detail bewaard gebleven. Naar aanleiding van de toenmalige autoloze zondagen (oliecrisis) is evenwel het gemiddeld NO<sub>x</sub>-dagprofiel, berekend voor het gehele kalenderjaar 1973 en voor de autoloze zondagen, bewaard gebleven.

In figuur 4.18 wordt het gemiddeld NO<sub>x</sub>-dagprofiel van 1973 vergeleken met het NO<sub>x</sub>-dagprofiel berekend voor de kalenderjaren 1989, 1999, 2002 en 2005. In 1973 gebeurden de metingen op dezelfde plaats als het huidige meetpunt in de Kroonlaan te Elsene. Dit meetpunt is typisch voor een straat met veel verkeer en met aaneengesloten bebouwing langs beide zijden van de weg (*canyon street*).

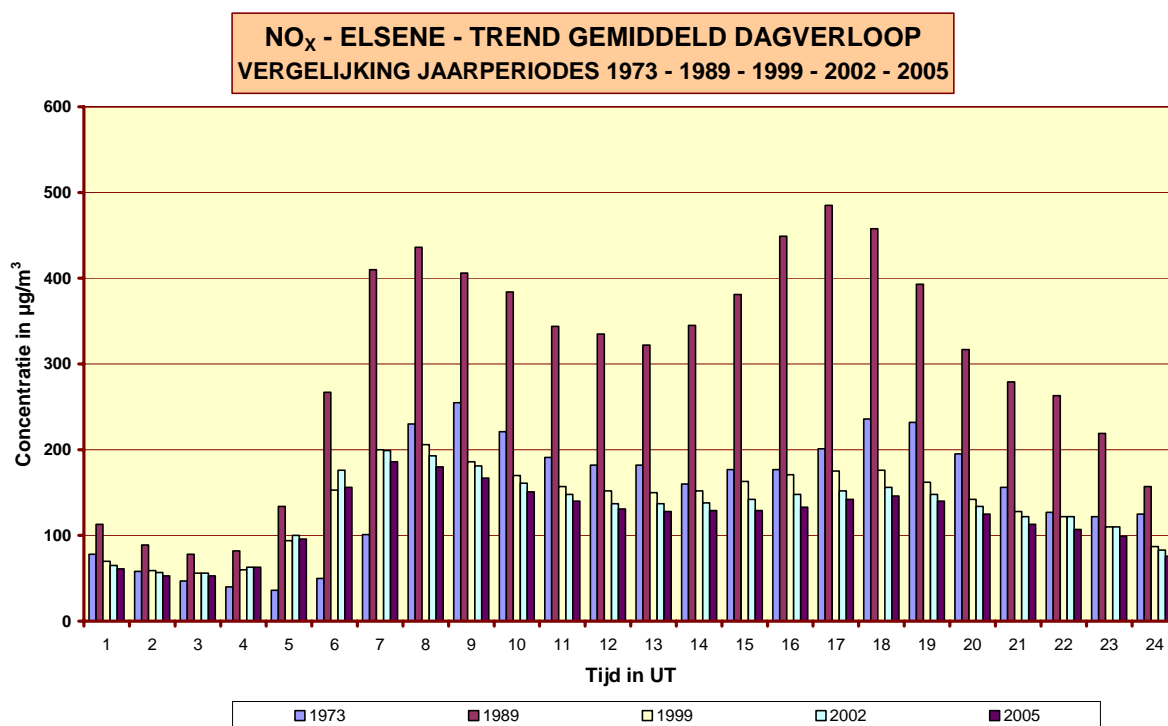
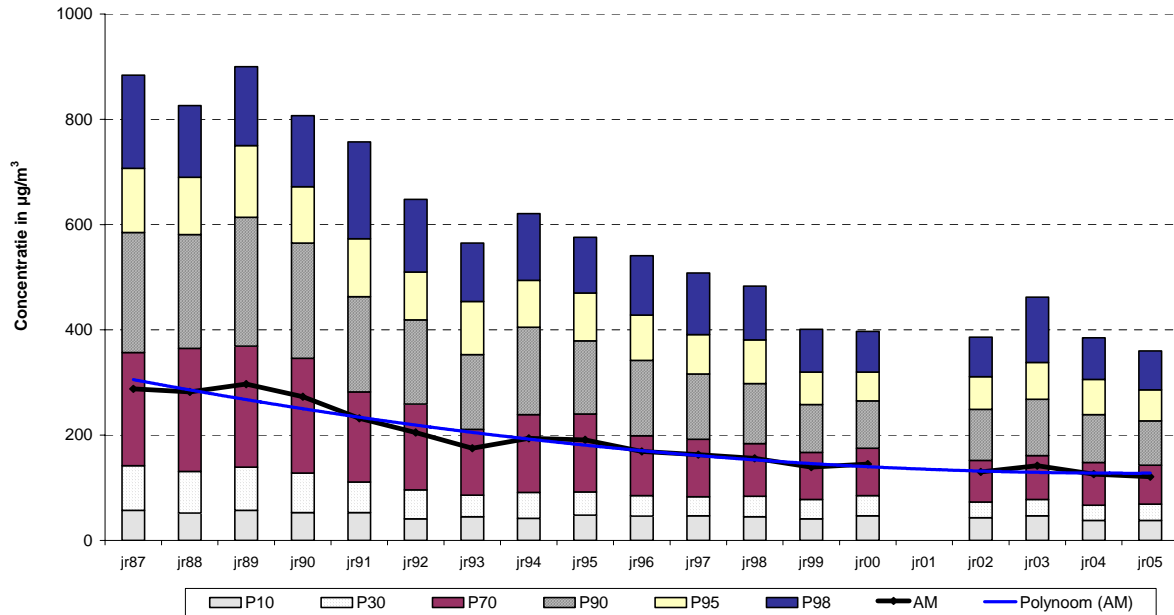


Fig. 4.18: NO<sub>x</sub> te Elsene - Evolutie gemiddeld dagverloop in 1973, 1989, 1999, 2002 en 2005

Tussen 1973 en 1986 werden er in deze omgeving geen systematische NO<sub>x</sub>-metingen uitgevoerd. In die periode evenwel zijn de NO<sub>x</sub>-concentraties gevoelig toegenomen als gevolg van het steeds toenemende verkeer. De NO<sub>x</sub>-concentraties bereiken zowat een maximum rond 1989/1990 om van dan af opnieuw te dalen. Dit kan opgemaakt worden uit de evolutie in de tijd van de NO-concentratie (fig. 4.11 en 4.12) en de NO<sub>x</sub>-concentratie (fig. 4.19). Vanaf 1989 was de driewegkatalysator verplicht op nieuwe wagens met een benzinemotor van meer dan 2000 cc. en vanaf 1993 geldt de verplichting voor alle nieuwe wagens met benzinemotor.

**NO<sub>x</sub> te ELSENE (R002) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"



**NO<sub>x</sub> te KUNST-WET (B003) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 JAARPERIODE "JANUARI - DECEMBER"

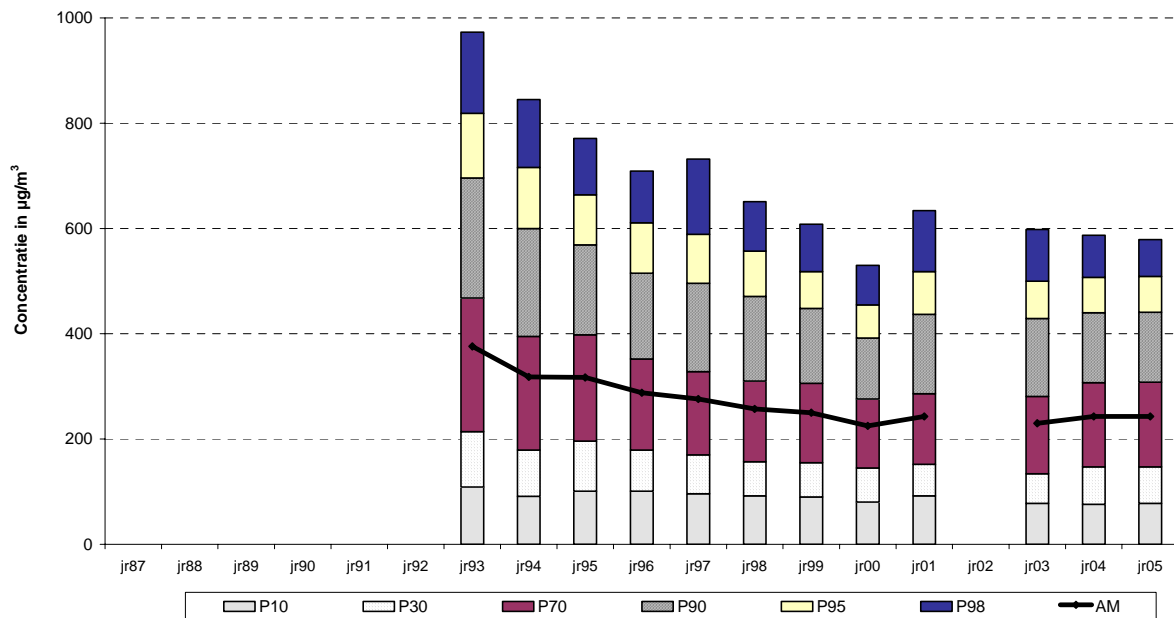


Fig. 4.19: Evolutie NO<sub>x</sub>-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2005



#### **4.1.4 Rendement NO<sub>x</sub>-metingen en betrouwbaarheid**

In bijlage VIII van de richtlijn 1999/30/EG worden doelstellingen geformuleerd betreffende de kwaliteit van de meetgegevens en de verzameling van de resultaten ter beoordeling van de luchtkwaliteit. Voor continue metingen wordt een nauwkeurigheid van 15% vereist en een minimale gegevensvastlegging van 90%.

De kwaliteit van de meetresultaten wordt o.m. bepaald door de nauwkeurigheid van de referentiestandaard en de transferstandaard (ca. 2%), de reproduceerbaarheid van de interne standaard van elke meetpost (ca. 1%) en de toegelaten afwijking bij de uitvoering van de regelmatige controletesten (6% voor NO en 7% voor NO<sub>2</sub>).

De betrouwbaarheid van de referentiestandaard (IRCEL-ijkbank) wordt regelmatig gecontroleerd door deelname aan internationale vergelijkende testen in het kader van de kwaliteitsprogramma's georganiseerd door de EG of de WHO. Na overleg in de intergewestelijke cel voor leefmilieu (interregionale samenwerking) werd in 1998 door het BIM en het Waals Gewest deelgenomen aan testen van de WHO (Offenbach) over NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO en BTeX, en in 1999 door de VMM aan de EG-testen (Essen) over NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO en SO<sub>2</sub>.

In 1999, 2000 en 2004 werd door de VMM, met ondersteuning van de intergewestelijke ijkbank en het BIM, deelgenomen aan campagnes te Essen (1999 - SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> en CO), te Londen (2000 - O<sub>3</sub>) en bij AirParif in Parijs (2004 - NO<sub>x</sub> en O<sub>3</sub>). In 2004 en 2005 werd door Issep deelgenomen aan vergelijkende testen met Franse meetnetten. Telkens werden bijzonder goede resultaten behaald.

Het grootste deel van de metingen heeft een nauwkeurigheid die beduidend beter is dan de opgelegde 15%-onzekerheid. Dank zij technische verbeteringen is het gehele meetsysteem stabiel geworden in de tijd en op de verschillende meetplaatsen bedraagt de opbrengst van gegevens thans ca. 90% (zie tabel IV.9). Als voornaamste technische verbeteringen gelden de installatie van onderhoudsarme "*permapure-drogers*" in het circuit van de "*zero- en span-lucht*", de ingebruikname van massadebietregelaars voor de verdunning van de ijkgasconcentraties en het gebruik van NO<sub>x</sub>-toestellen die slechts een beperkte drift van het meetsignaal vertonen.

Tabel IV.9: **NO<sub>x</sub>-UURWAARDEN : RENDEMENT Meetgegevens**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperiodes

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

| %    | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1981 | 66.8 |      |      |      |      |      |      | 48.8 |      |      |      |      |
| 1982 | 56.7 |      |      |      |      |      |      | 31.1 |      |      |      |      |
| 1983 | 49.4 |      |      |      |      |      |      | 59.8 |      |      |      |      |
| 1984 | 67.3 |      |      |      |      |      |      | 64.5 |      |      |      |      |
| 1985 | 58.1 |      |      |      |      |      |      | 56.8 |      |      |      |      |
| 1986 | 68.5 | 33.2 |      |      |      |      |      | 68.5 |      |      |      |      |
| 1987 | 71.4 | 94.0 |      |      |      |      |      | 72.6 |      |      |      |      |
| 1988 | 69.4 | 95.5 |      |      |      |      |      | 73.0 |      |      |      |      |
| 1989 | 76.5 | 95.8 |      |      |      |      |      | 80.6 |      |      |      |      |
| 1990 | 73.6 | 94.0 |      |      |      |      |      | 66.1 |      |      |      |      |
| 1991 | 79.9 | 71.2 |      |      |      |      |      | 84.1 |      |      |      |      |
| 1992 | 79.2 | 75.0 |      |      |      |      |      | 74.1 |      |      |      |      |
| 1993 | 81.6 | 66.5 | 76.3 |      |      |      | 88.5 | 82.9 |      |      |      |      |
| 1994 | 76.6 | 83.5 | 77.3 |      |      |      | 89.0 | 84.5 |      |      | 67.2 |      |
| 1995 | 83.2 | 81.3 | 50.0 |      |      |      | 85.5 | 84.3 |      |      | 89.5 |      |
| 1996 | 74.7 | 79.8 | 83.1 |      |      |      | 84.2 | 84.6 |      |      | 91.8 | 58.8 |
| 1997 | 80.0 | 77.0 | 86.8 |      |      |      | 77.8 | 86.1 |      |      | 82.1 | 73.6 |
| 1998 | 83.9 | 84.0 | 86.5 |      |      |      | 84.9 | 88.4 | 88.0 |      | 89.7 | 86.7 |
| 1999 | 91.0 | 90.0 | 89.2 |      |      |      | 88.8 | 92.6 | 91.9 | 14.2 | 87.7 | 86.9 |
| 2000 | 90.6 | 90.1 | 92.9 | 5.8  |      |      | 92.9 | 93.2 | 88.9 | 86.1 | 93.6 | 71.7 |
| 2001 | 94.7 | 37.3 | 87.9 | 93.9 | 19.5 | 27.9 | 92.4 | 93.0 | 91.9 | 92.4 | 25.0 | 46.7 |
| 2002 | 93.4 | 59.8 | 43.9 | 93.6 | 92.1 | 95.1 | 86.8 | 89.5 | 86.7 | 93.2 | 88.5 | 69.4 |
| 2003 | 94.4 | 94.2 | 92.1 | 95.3 | 94.2 | 92.6 | 95.6 | 94.2 | 95.5 | 95.2 | 91.3 | 91.3 |
| 2004 | 94.9 | 97.0 | 95.0 | 97.0 | 93.8 | 96.9 | 90.0 | 96.6 | 94.6 | 95.6 | 92.0 | 90.8 |
| 2005 | 96.4 | 96.6 | 92.5 | 92.1 | 95.6 | 96.8 | 96.9 | 94.2 | 94.9 | 94.4 | 89.4 | 92.7 |

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens