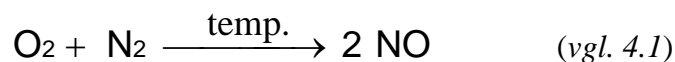


## 4. EVALUATIE MEETRESULTATEN

### 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).

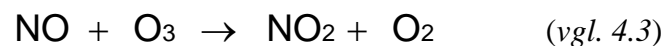


Bij lagere temperatuur (ook bij omgevingstemperatuur) is NO<sub>2</sub> thermodynamisch de meest stabiele component. In het gebied buiten het vlamfront of bij de afvoer van de rookgassen (200 à 400 °C) wordt een gedeelte van het pas gevormde NO met de overmaat zuurstof verder geoxideerd tot NO<sub>2</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 thans 20 tot 30 % van de NO<sub>x</sub>-fractie in de uitstoot als NO<sub>2</sub> aanwezig, de rest als NO. In de uitstoot van benzine-wagens, vóór de katalysator, is 6 tot 10% van de NO<sub>x</sub>-fractie 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 verkeersdrukte 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 nog steeds 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. 20 à 25 µg/m<sup>3</sup>. In agglomeraties wordt in een residentiële omgeving ca. 30 à 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 verkeersdrukte 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-richtlijnen 1999/30/EG van 22 april 1999 en 2008/50/EG van 21 mei 2008 geven voor NO<sub>2</sub> twee **grenswaarden**. Beide waarden dienen vanaf 1 januari 2010 bereikt te worden:

- **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 wordt vastgesteld met als doel schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen en dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, wanneer 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
2006	103	111	208	--	89	88	77	77	102	80	105	76
2007	102	114	196	--	97	89	82	80	113	86	106	71
2008	107	113	208	89	89	89	82	78	111	92	103	--

-- : 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 en 2008/50/EG

Tabel IV.2 geeft het aantal *uurperioden* weer met een concentratie *hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup>*. Volgens de richtlijnen 1999/30/EG en 2008/50/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
2006	0	1	216	(0)	0	0	0	0	0	0	2	0
2007	1	8	135	--	3	0	1	0	1	1	7	0
2008	4	4	142	0	1	1	0	0	6	0	2	--

( ) : 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>.

**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 in het jaar 1986 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.

**Overschrijdingsmarge voor NO<sub>2</sub>-uurwaarde** : 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 2006, 2007 en 2008 mogen er niet meer dan 18 uurwaarden hoger zijn dan respectievelijk 240, 230 en 220 µg/m<sup>3</sup>.

In het jaar 2007 en 2008 waren er niet alleen overschrijdingen op de meetpost Kunst-Wet, maar ook in de meetposten te Molenbeek, Elsene, Eastman-Belliard, het Europees Parlement, Haren en Woluwe.

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

	Grenswaarde + Overschrijdings 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
2006	240	0	0	63	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	230	1	4	40	--	0	0	0	0	0	0	1	0
2008	220	1	2	60	0	1	1	0	0	5	0	2	--

( ) : 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
2006	0	1	(0)	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2007	1	3	--	1	0	1	0	1	1	2	0	5
2008	2	2	0	1	1	0	0	3	0	2	--	5

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

#### 4.1.1.4 Grenswaarde NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde volgens richtlijnen 1999/30/EG en 2008/50/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, 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
2006	47	54	98	--	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	54	97	--	43	40	31	29	45	32	46	29
2008	44	54	101	41	37	38	28	27	46	35	42	--

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 NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde** : Voor het eerste beoordelingsjaar (2000) mag een marge gehanteerd worden van 50%. Deze marge vermindert van jaar tot jaar en dient tot 0% te dalen 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 2006, 2007 en 2008 mag niet hoger zijn dan respectievelijk 48, 46 en 44 µg/m<sup>3</sup>. Tot 2007 voldoen alle meetposten, op B003 (zie **Opmerking**) en R002 na, aan deze voorwaarden. Over het jaar 2008 wordt de waarde van 44 µg/m<sup>3</sup> overschreden in de meetposten R002 (Elsene) en N043 (Haren). De jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie bedraagt er respectievelijk 54 en 46 µg/m<sup>3</sup>.

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. Anderzijds kan ook een frequenter optreden van winterse pollutiepieken leiden tot een lichte verhoging van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie.

Het naleven van de norm van 40 µg/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde NO<sub>2</sub> vanaf 2010 zal wellicht in meerdere meetposten niet gehaald worden, meer bepaald te Molenbeek, Elsene, St.-Katelijne, Haren en Woluwe.

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

	Grenswaarde + Overschrijdingsmarge	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
2006	48	47	54	--	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	46	54	--	43	40	31	29	45	32	46	29
2008	44	44	54	41	37	38	28	27	46	35	42	--

( ) : 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

Zaterdagen	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
2006	44	49	--	35	33	26	28	36	26	41	30
2007	43	50	--	38	35	27	27	37	27	40	26
2008	38	48	38	30	31	22	21	35	27	34	--

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
2006	36	42	--	30	27	22	24	29	22	33	25
2007	36	43	--	32	29	23	22	30	24	34	23
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29	--

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

### NO<sub>2</sub> - JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE ALLE DAGEN (1981-2008)

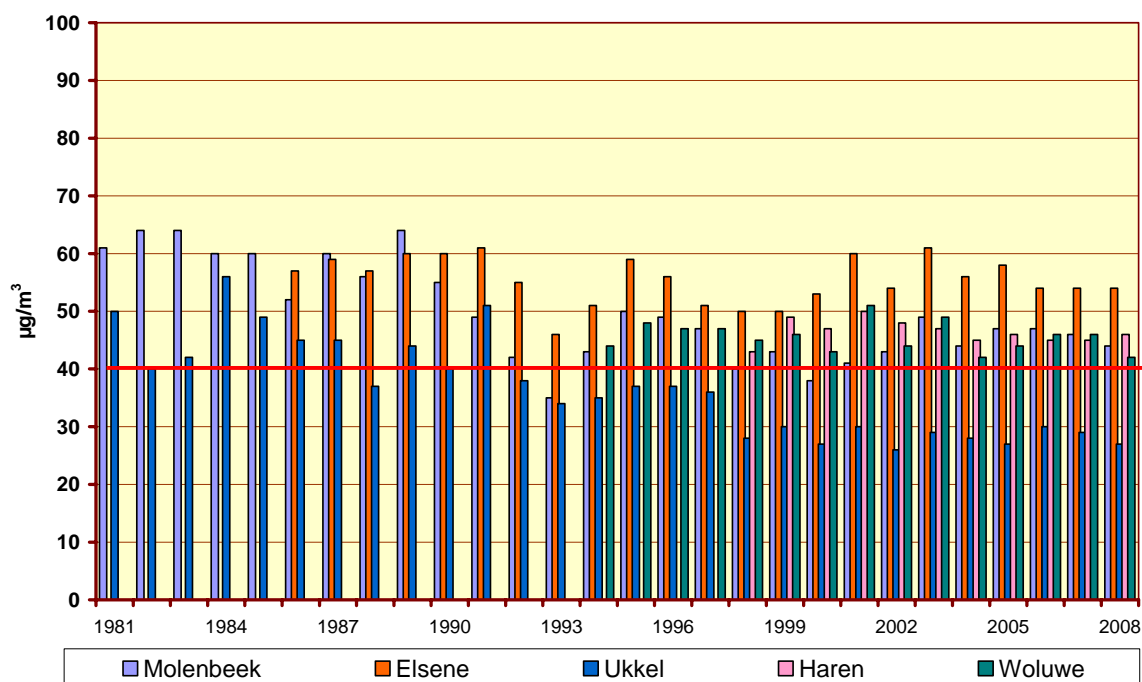


Fig. 4.1 : Evolutie jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie (*alle dagen*) – Periode 1981-2008

### NO<sub>2</sub> - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZATERDAGEN (1981-2008)

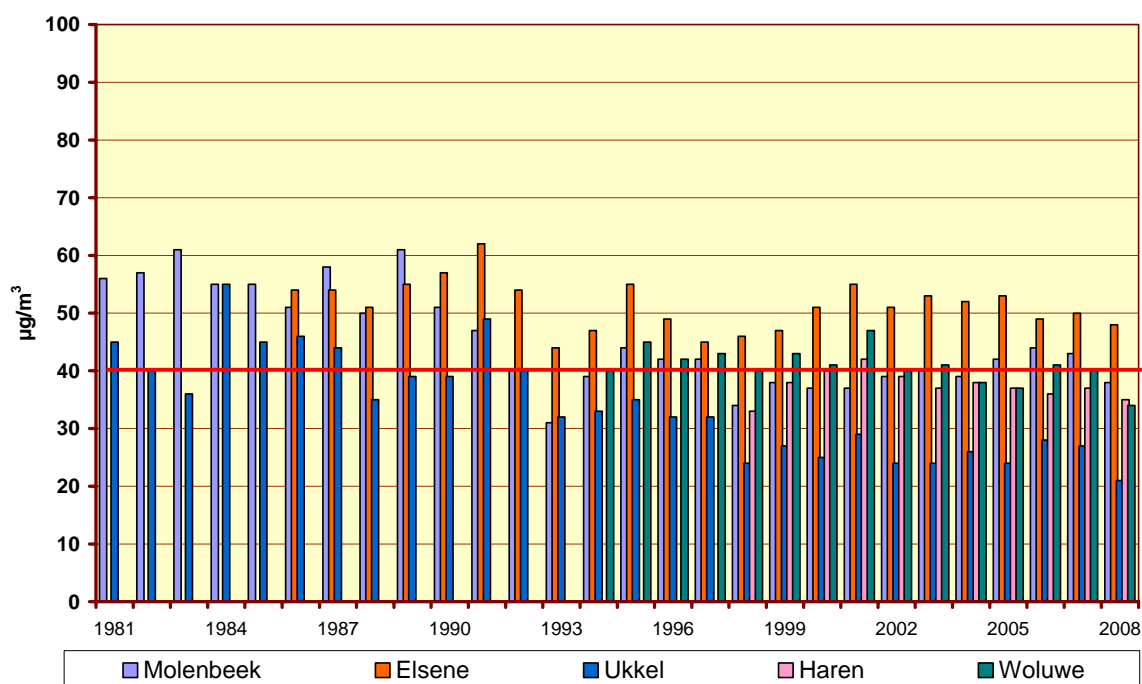


Fig. 4.2 : Evolutie gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op 'Zaterdag' – Periode 1981-2008

## NO<sub>2</sub> - GEMIDDELDE CONCENTRATIE op ZONDAGEN (1981-2008)

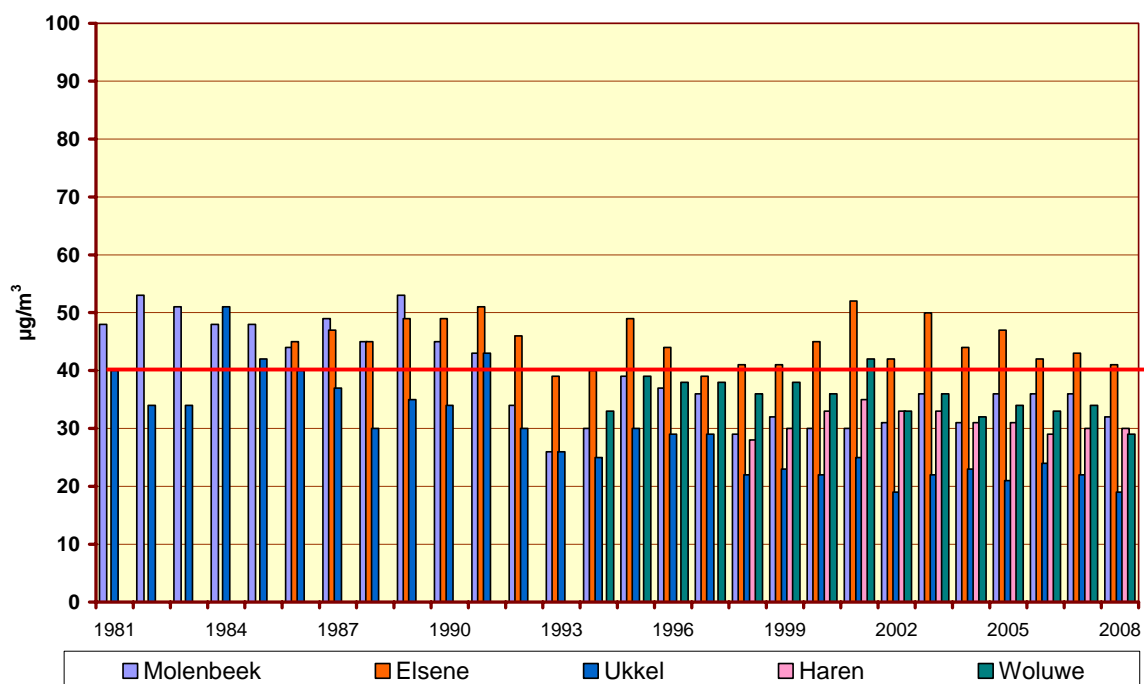


Fig. 4.3 : Evolutive gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie op 'Zondagen' – Periode 1981-2008

#### 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 2008.

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 (1981-2008) 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 2007 – maart 2008" en de grafiek onderaan naar de zomerperiode "april – september 2008". 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, MEU1, 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, zaterdag en zondag is eveneens beschikbaar.

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 2007 - maart 2008' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april - september 2008'. De concentraties zijn gemiddeld hoger in het centrum van het Gewest, maar de verschillen tussen de meetposten onderling zijn veeleer beperkt. Er is ook geen groot verschil waarneembaar in de gemiddelde situatie tijdens de zomer- en de winterperiode.

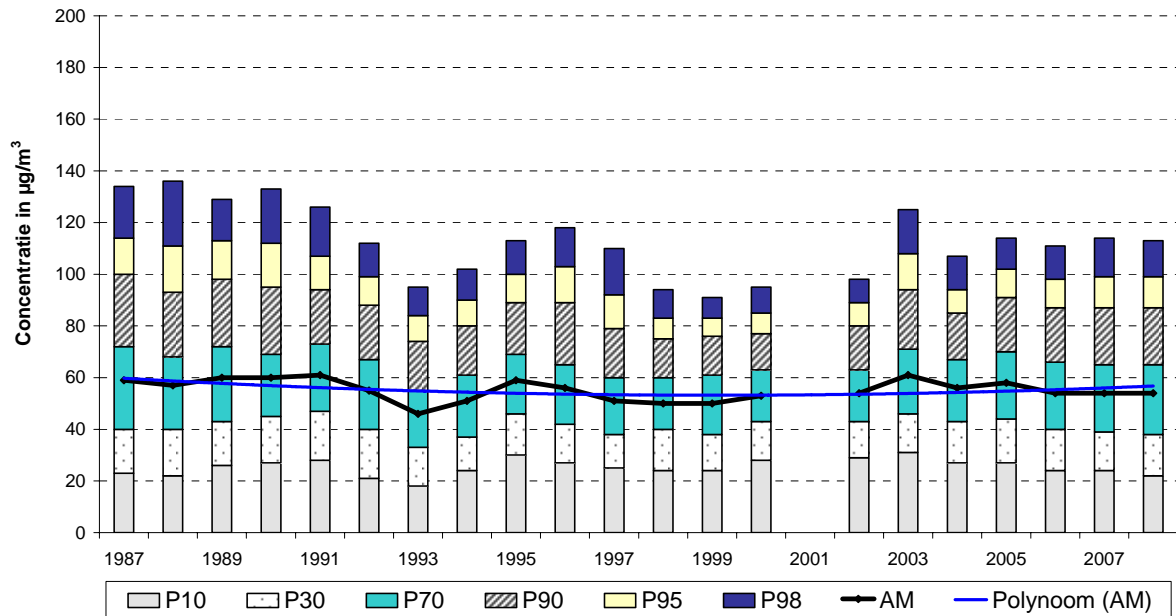
Op de meeste meetposten is de NO<sub>2</sub>-concentratie gemiddeld lichtjes hoger tijdens de winter dan tijdens de zomer. In de meer op het verkeer gerichte meetposten B003 en R002 is de NO<sub>2</sub>-concentratie soms even hoog tijdens de zomer. De nabijheid van het verkeer zorgt voor een belangrijke 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 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan deze van de zomerperiode 'april – september 2008'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen werkdagen, zaterdag en zondag. 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 2008 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 2007 – maart 2008' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2008 (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 2008. De NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens de winterperiode 2007/08 is zelfs hoger dan tijdens de winterperiode 1988/89.

**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"

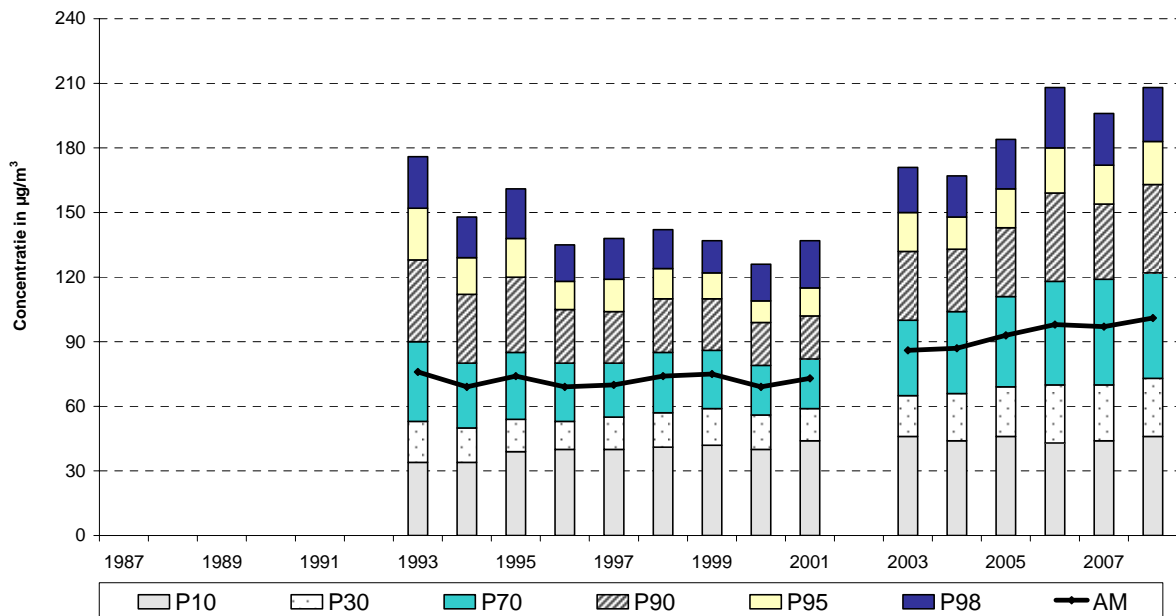
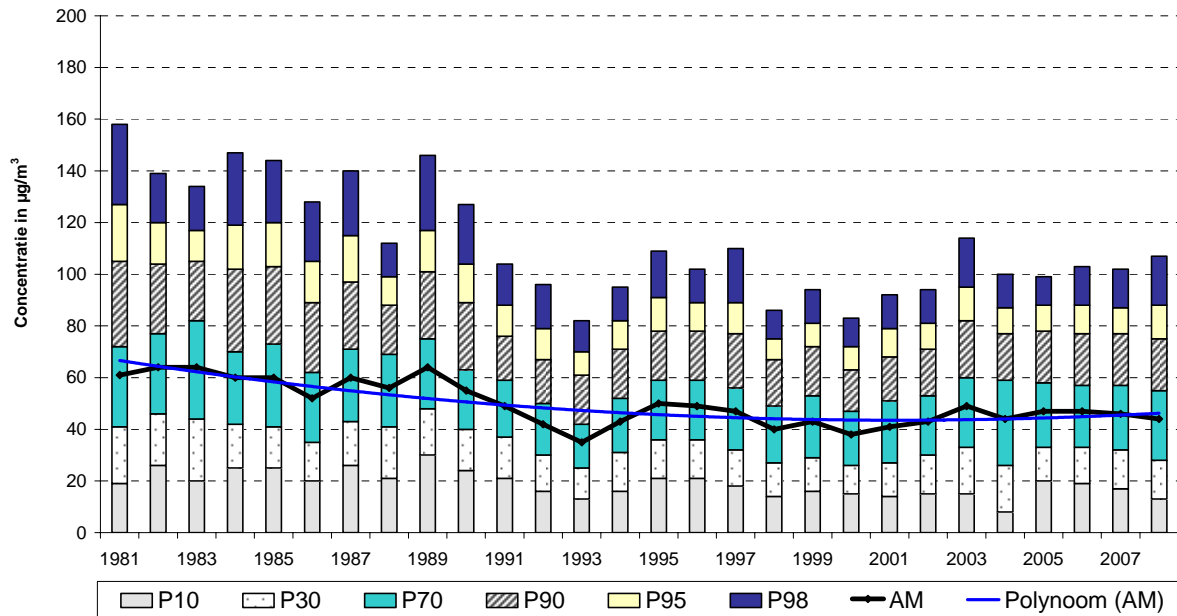


Fig. 4.4: Evolutie NO<sub>2</sub>-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

**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"

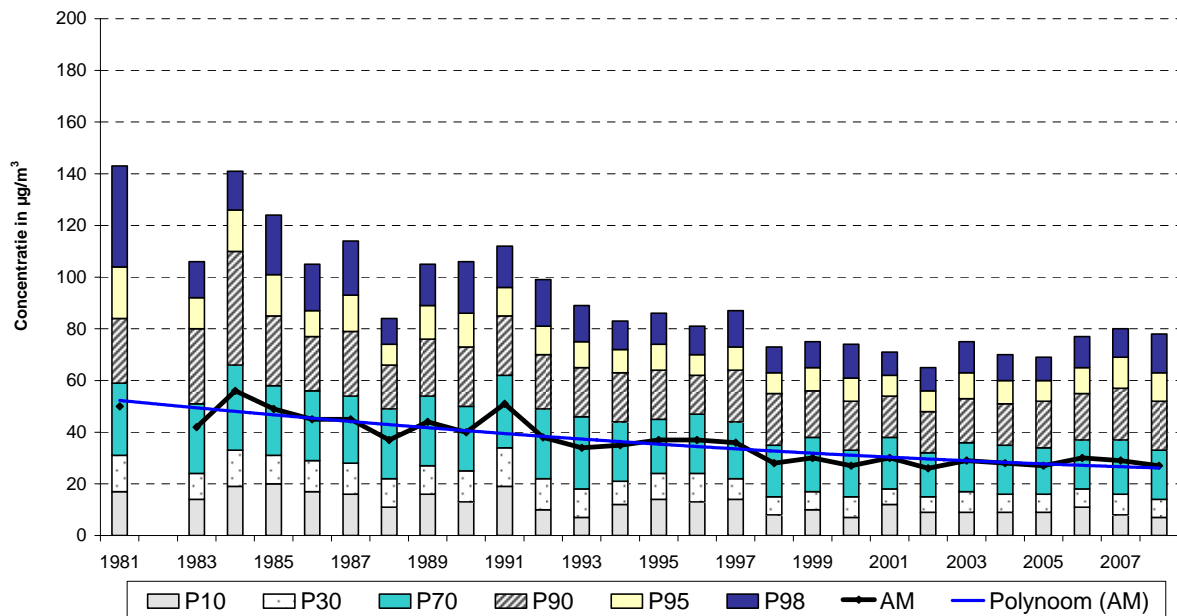
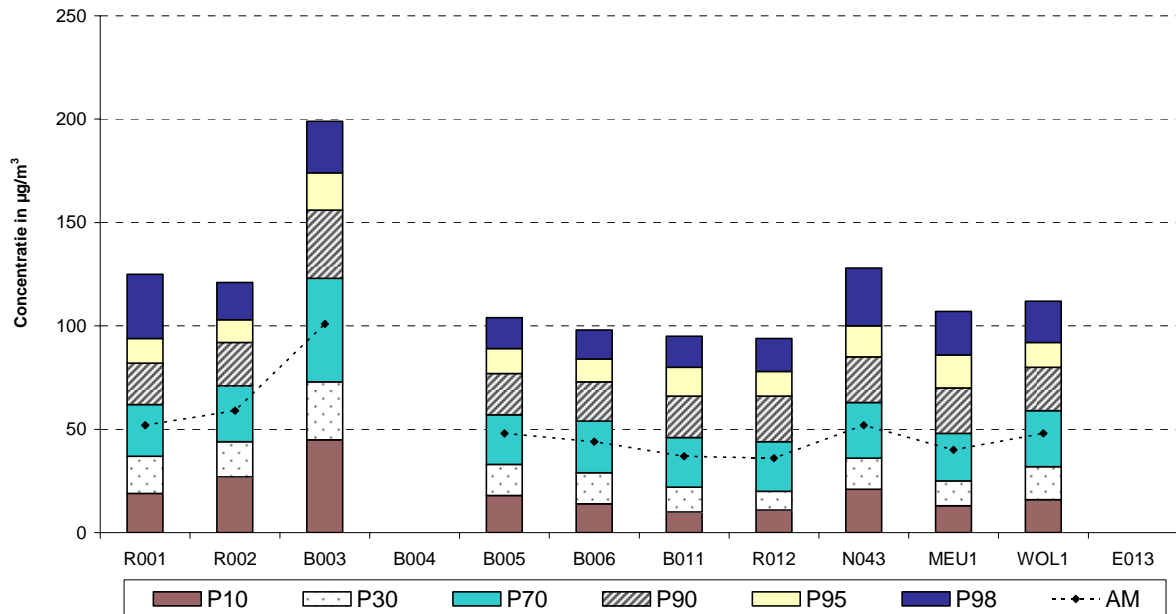


Fig. 4.5: Evolutie van de NO<sub>2</sub>-concentratie te Molenbeek (R001) en te Ukkel (R012).  
 Periode 1981 - 2008



**NO<sub>2</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"**



**NO<sub>2</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"**

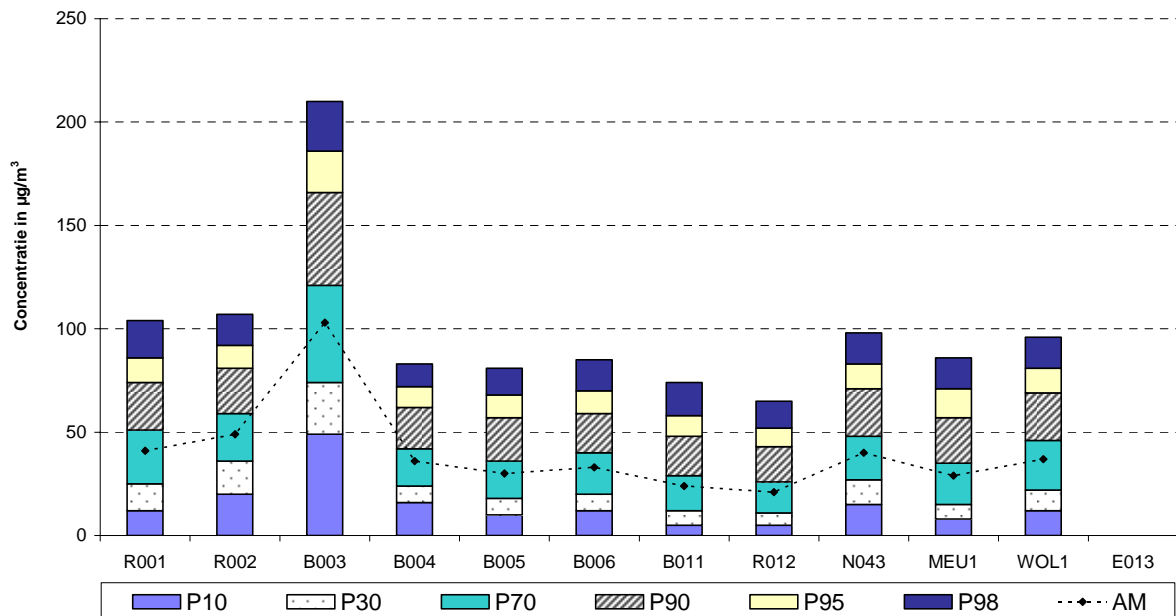


Fig. 4.6: Vergelijking van de NO<sub>2</sub>-concentraties in de verschillende meetposten. Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

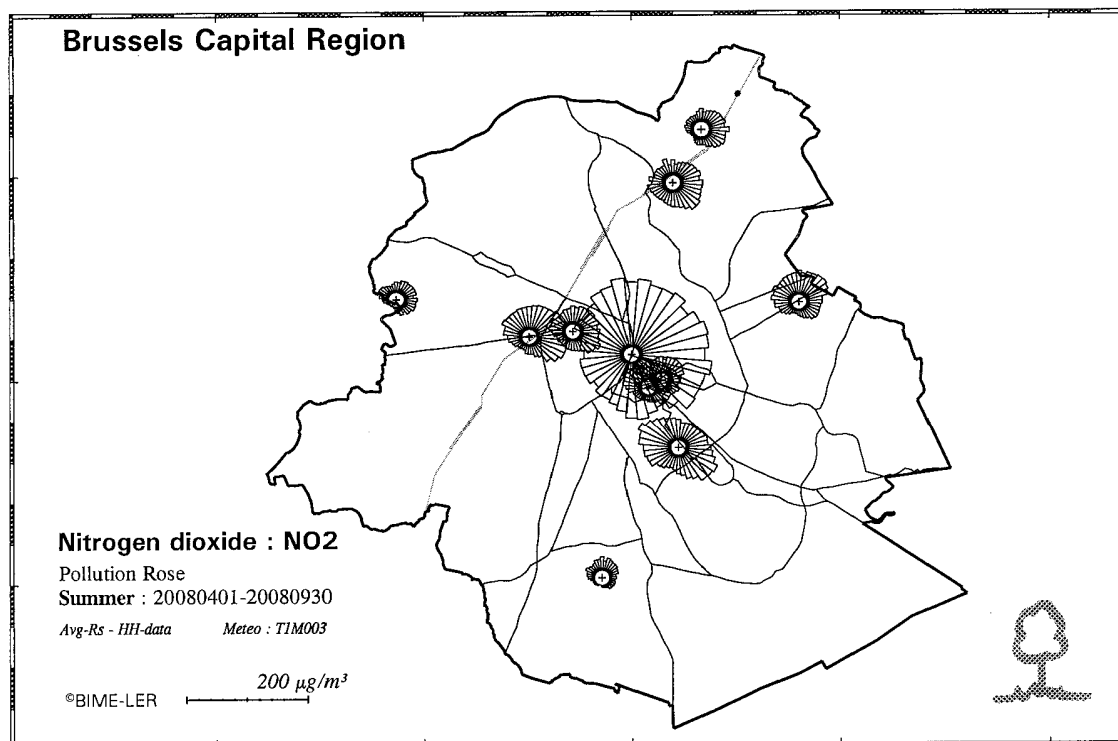
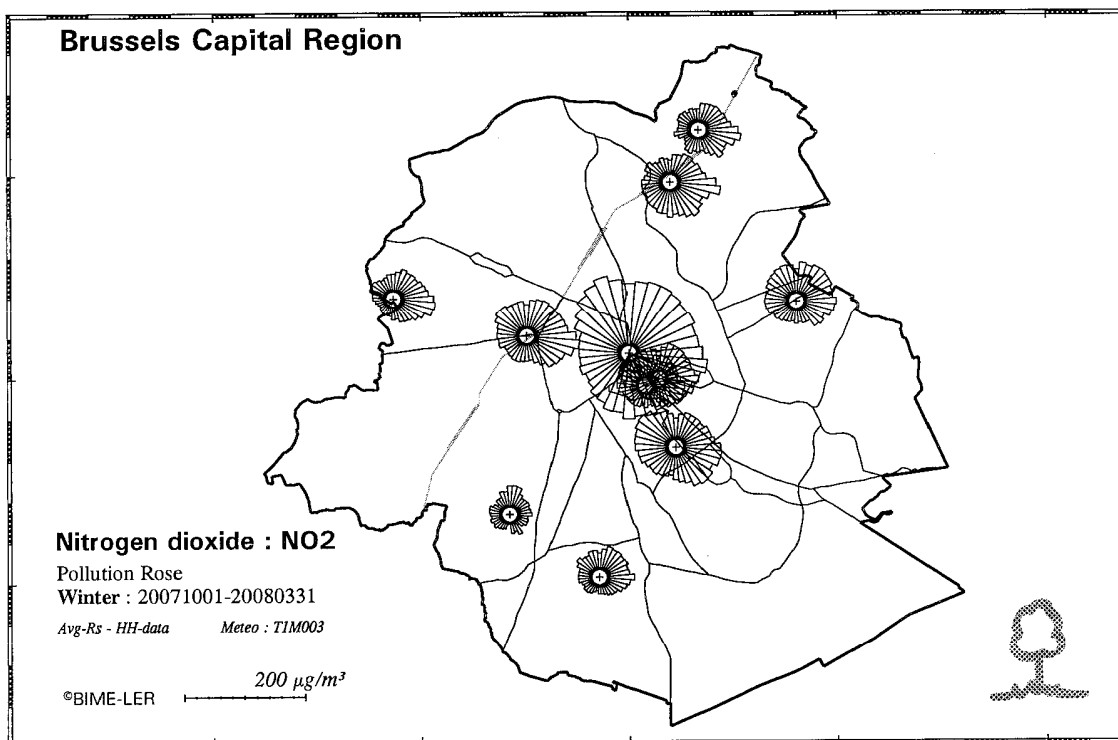
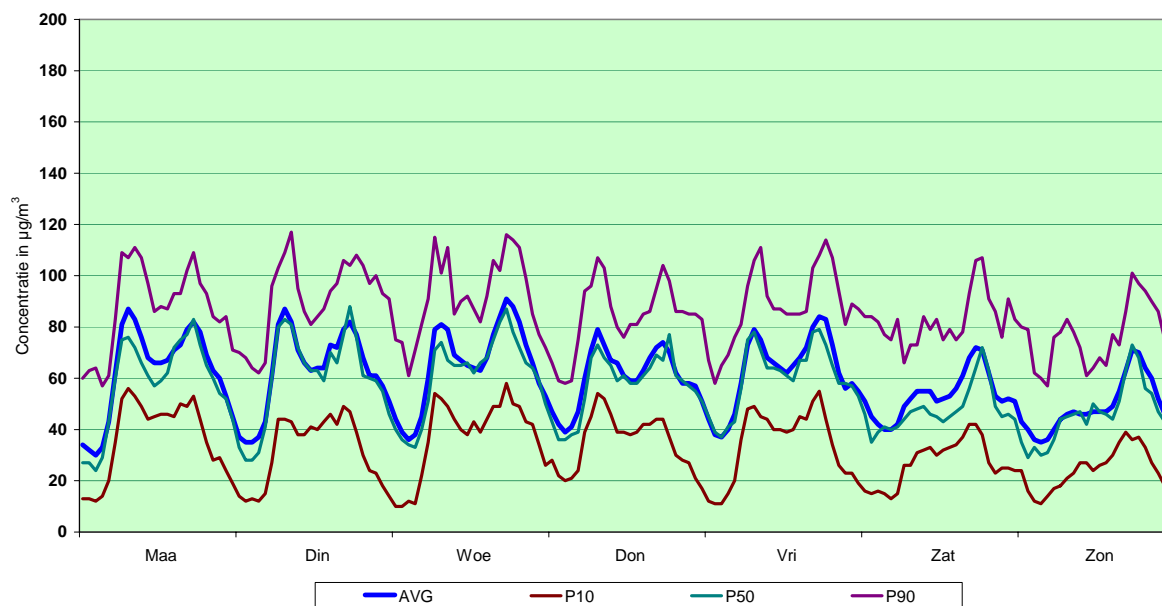


Fig. 4.7: NO<sub>2</sub>-pollutierozen - ruimtelijke spreiding NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer

**NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**NO<sub>2</sub> te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

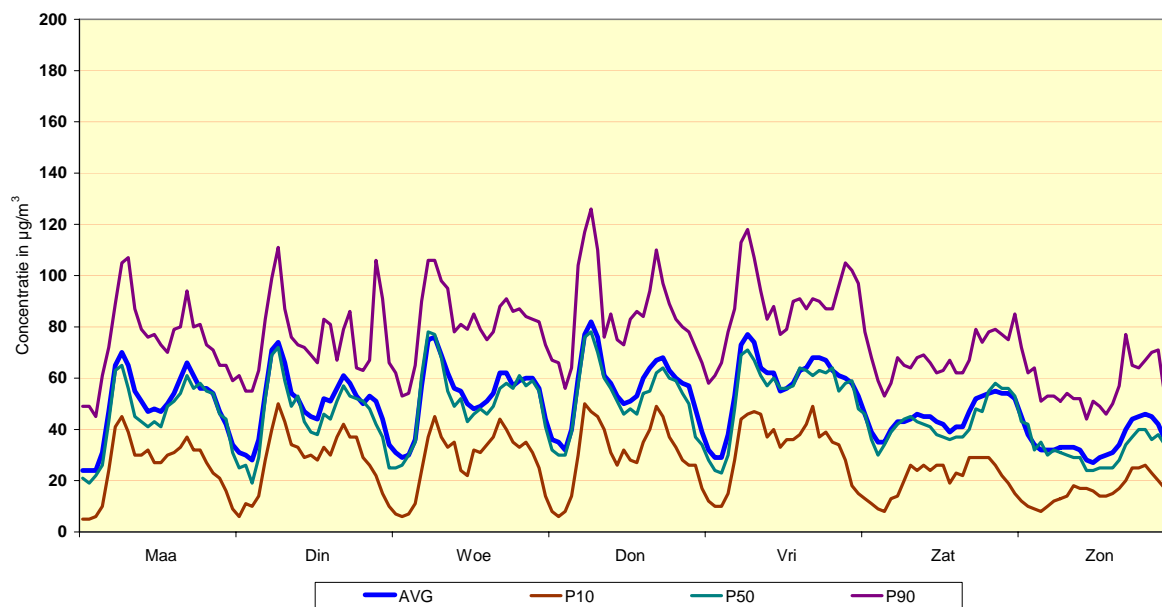


Fig. 4.8: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO<sub>2</sub>-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

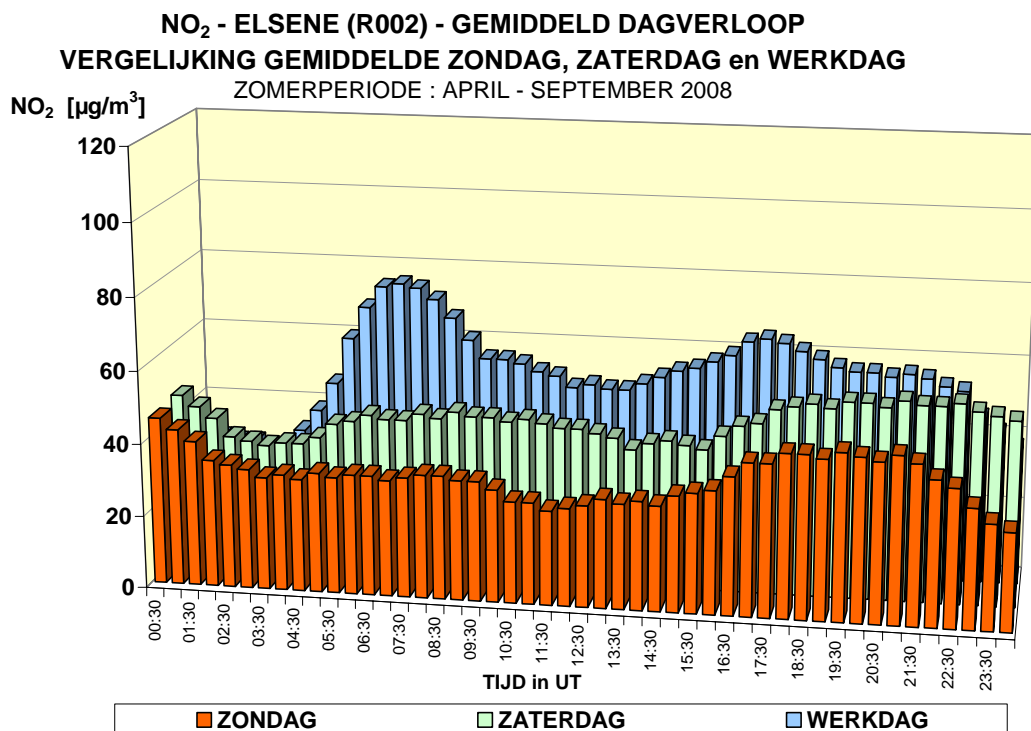
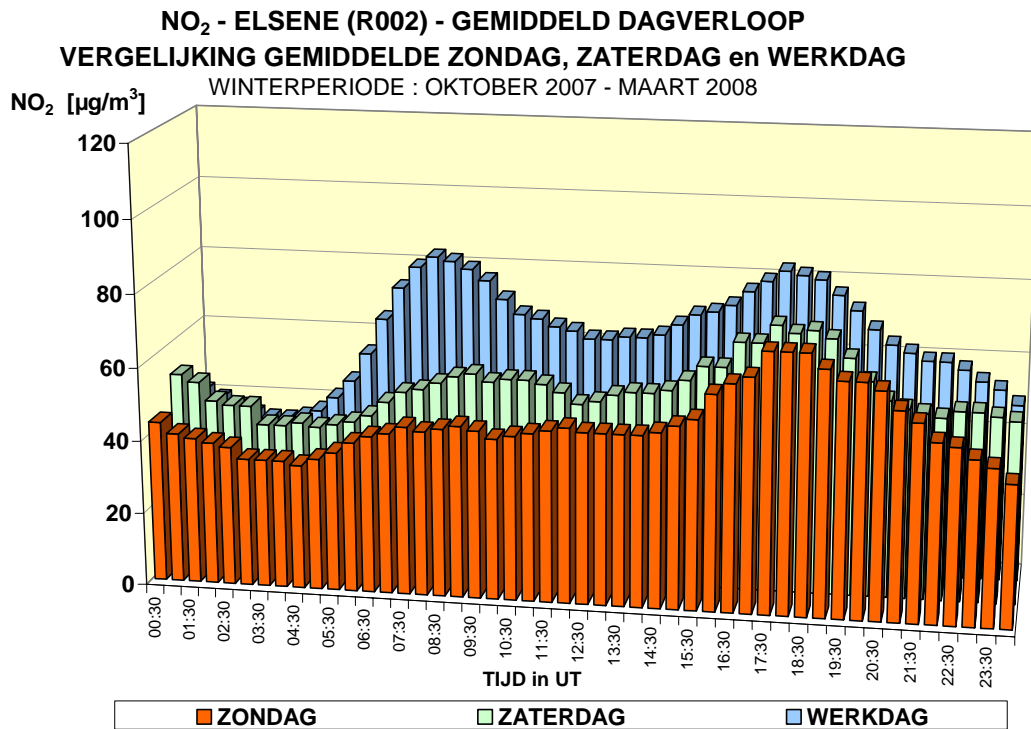


Fig. 4.9: Gemiddeld NO<sub>2</sub>-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

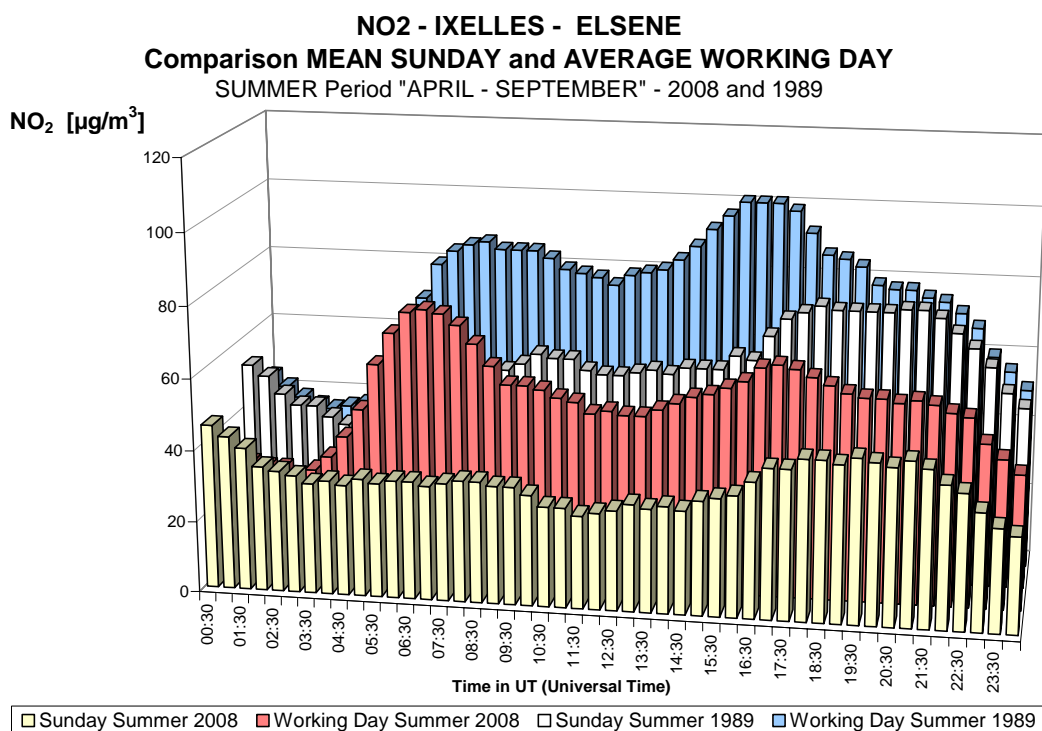
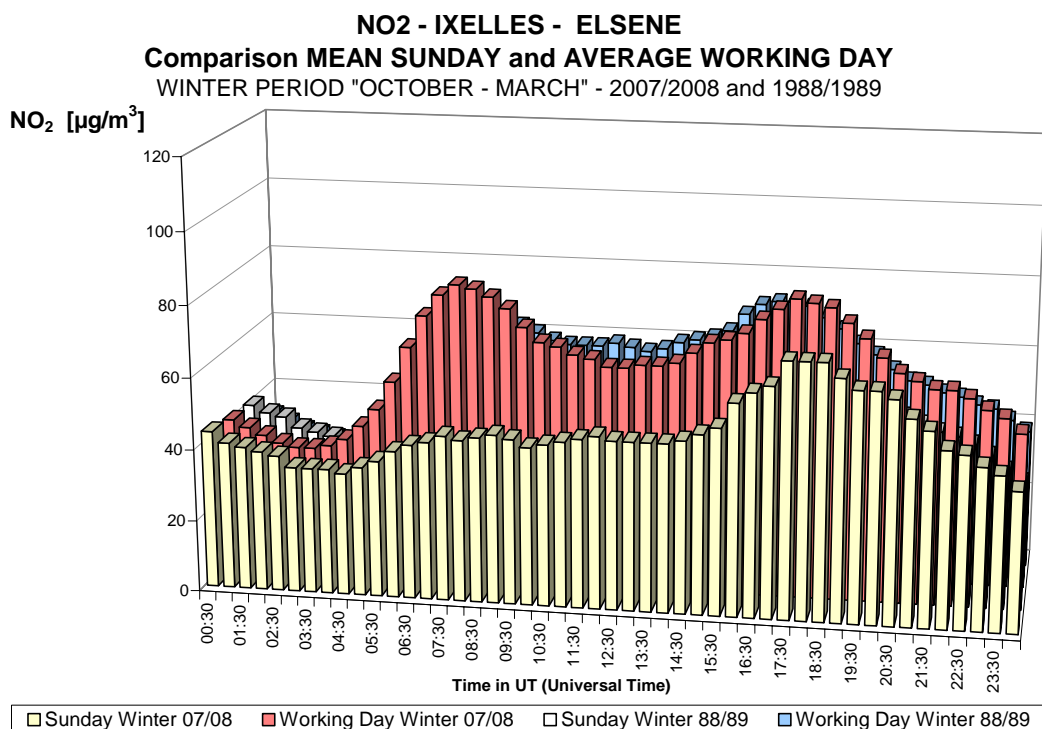


Fig. 4.10: Evolutie NO<sub>2</sub>-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) - Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2007-2008 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2008 (grafiek onderaan).

## **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
2006	143	162	285	--	90	88	87	61	210	103	123	77
2007	156	170	275	--	102	82	87	76	209	114	128	64
2008	160	154	236	111	84	78	91	62	240	116	111	--

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
2006	10	22	78	--	4	3	3	3	12	3	6	3
2007	12	23	77	--	7	3	3	2	14	3	6	3
2008	9	23	63	7	5	3	3	2	17	3	4	--

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
2006	23	36	95	--	13	11	10	8	33	12	17	10
2007	28	38	95	--	17	12	12	10	36	14	19	9
2008	24	36	79	18	13	11	10	8	39	13	15	--

-- : 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 2008.

De resultaten te Elsene-Kroonlaan vertonen een geleidelijke daling van alle niveaus vanaf 1990/91. De resultaten in 2008 bedragen zowat een derde 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 de intensiteit van deze dalende tendens afneemt. Dit houdt vermoedelijk verband met het feit dat inmiddels het overgrote deel van de benzineauto's 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 2008. 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 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. 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 2007 – maart 2008' en de kaart onderaan verwijst naar de zomerperiode 'april - september 2008'. 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 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. 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 grafieken in *bijlage F* is 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.

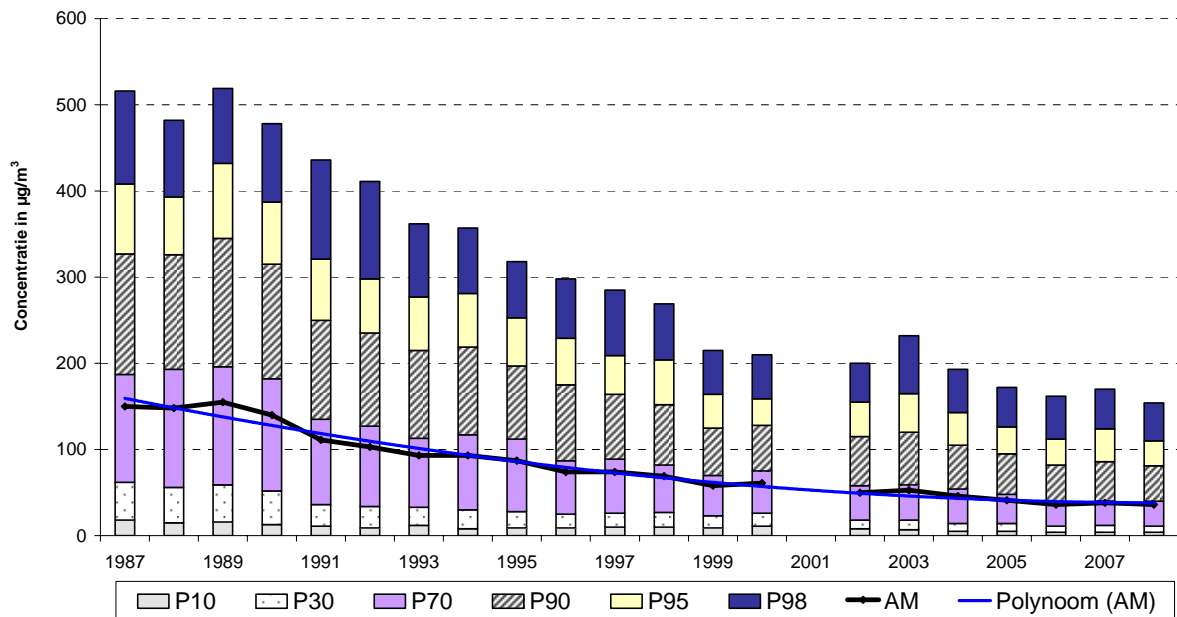
In de figuren 4.16 wordt het gemiddeld NO-dagverloop grafisch weergegeven voor de meetpost te Elsene. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en de grafiek onderaan naar de zomerperiode 'april – september 2008'. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen *werkdagen*, *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 2008 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 2007 – maart 2008' vergeleken met deze van de winterperiode 'oktober 1988 – maart 1989'. In de grafiek onderaan worden de resultaten van de zomerperiode 2008 (april – september) vergeleken met deze van de zomerperiode 1989. De concentraties gemeten in de periode 2007/08 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"

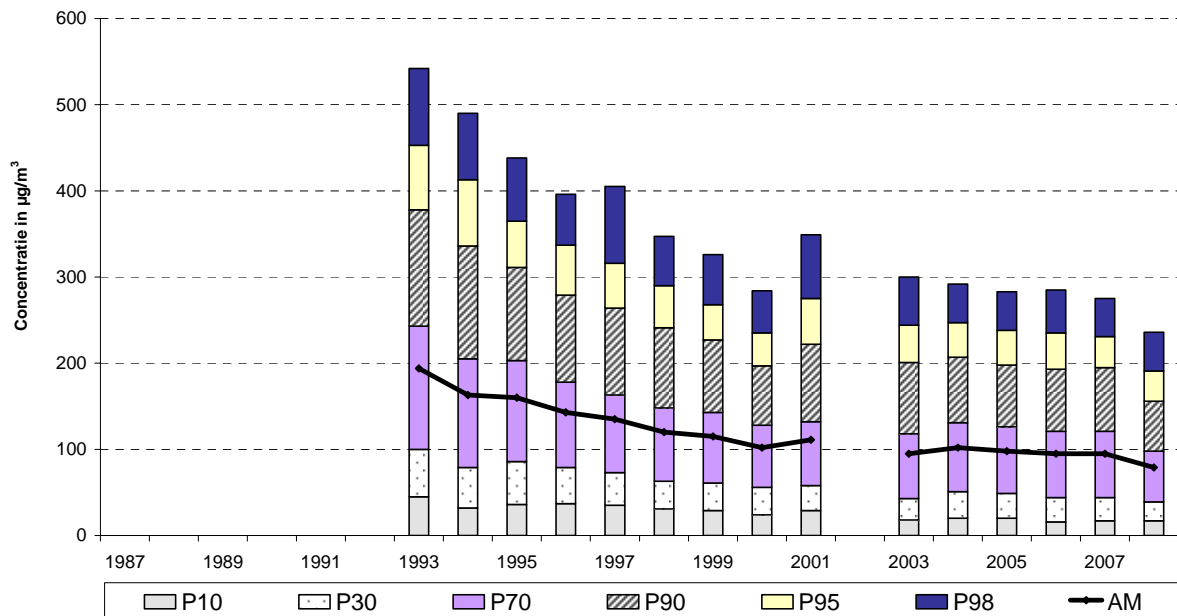
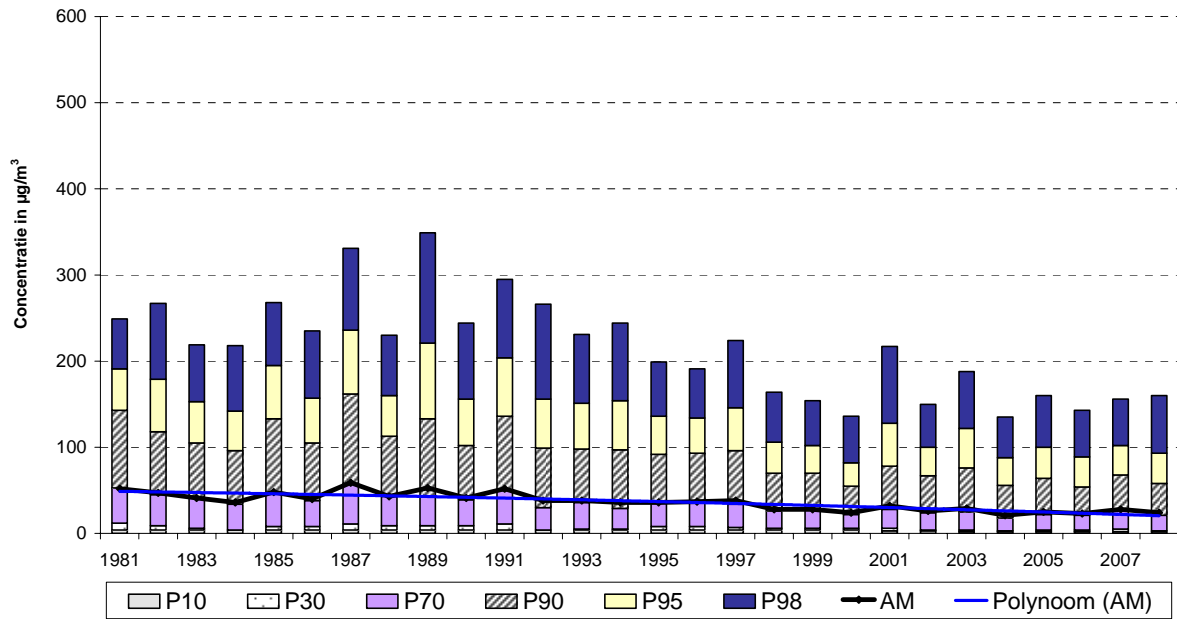


Fig. 4.11: Evolutie NO-concentratie te Elsenekroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

**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"

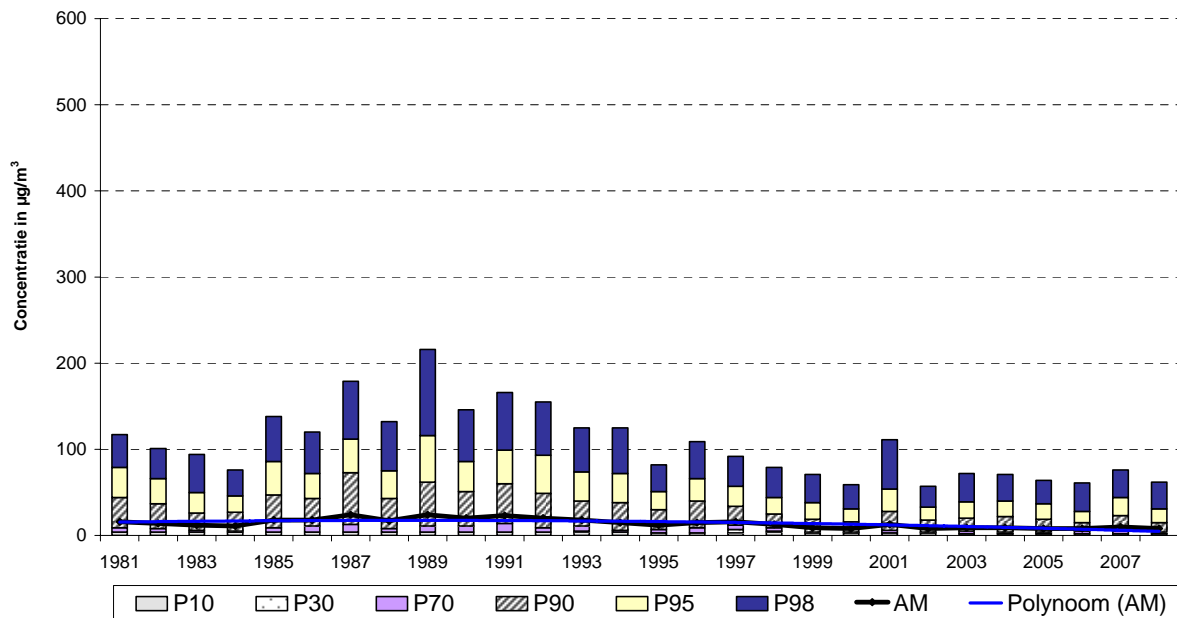
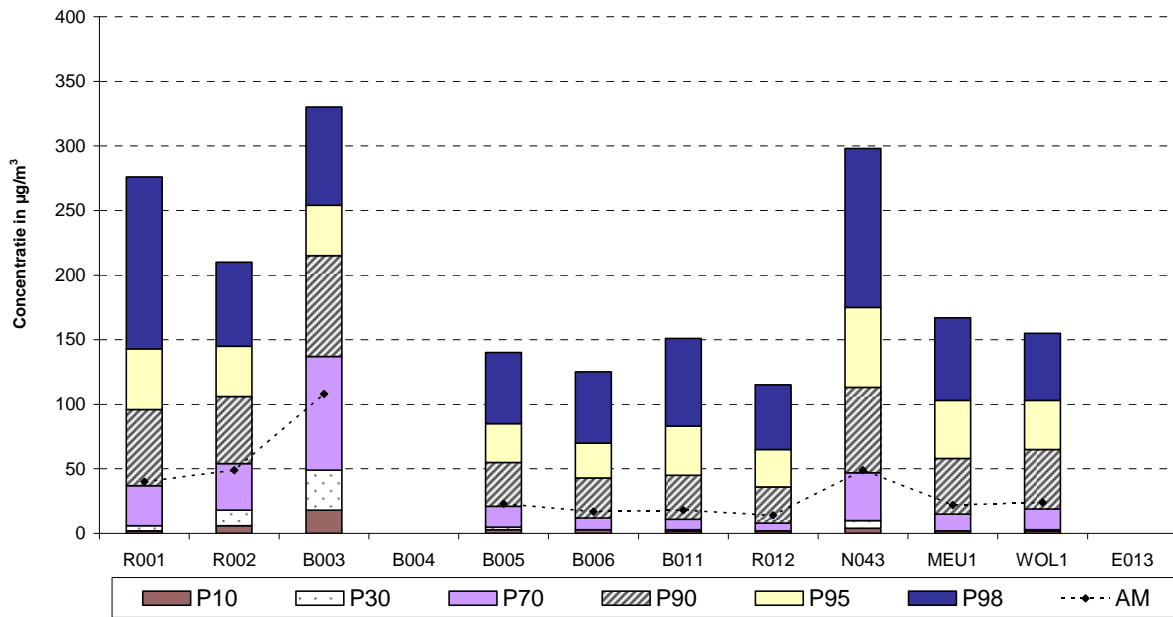


Fig. 4.12: Evolutie van de NO-concentratie te Molenbeek (R001) en Ukkel (R012)  
 Periode 1981 - 2008

**NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"



**NO - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"

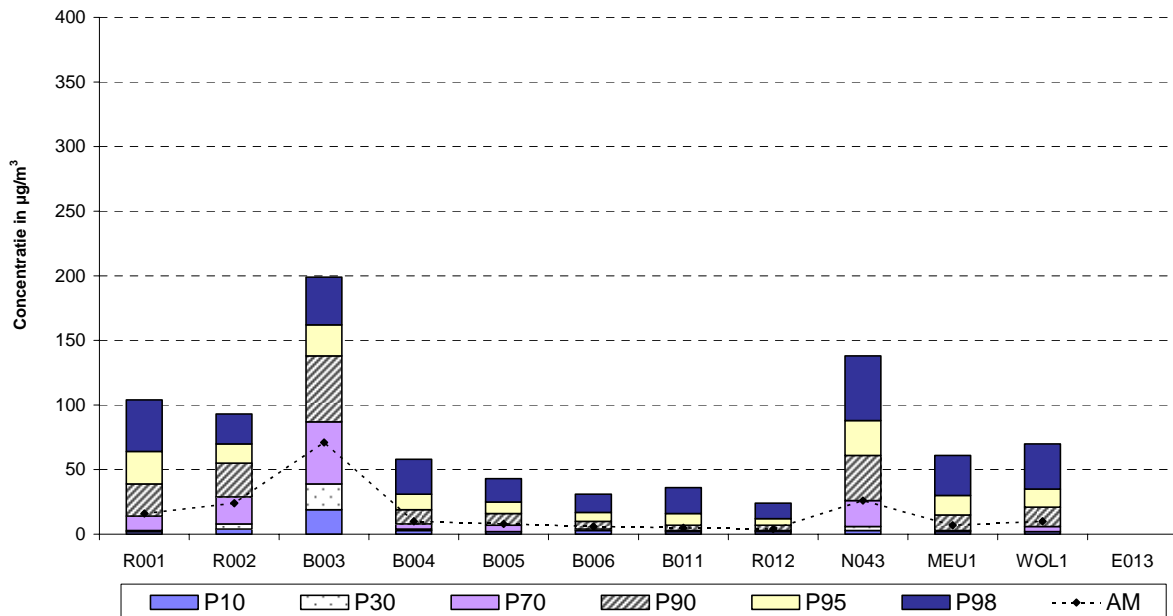


Fig. 4.13: Vergelijking van de NO-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

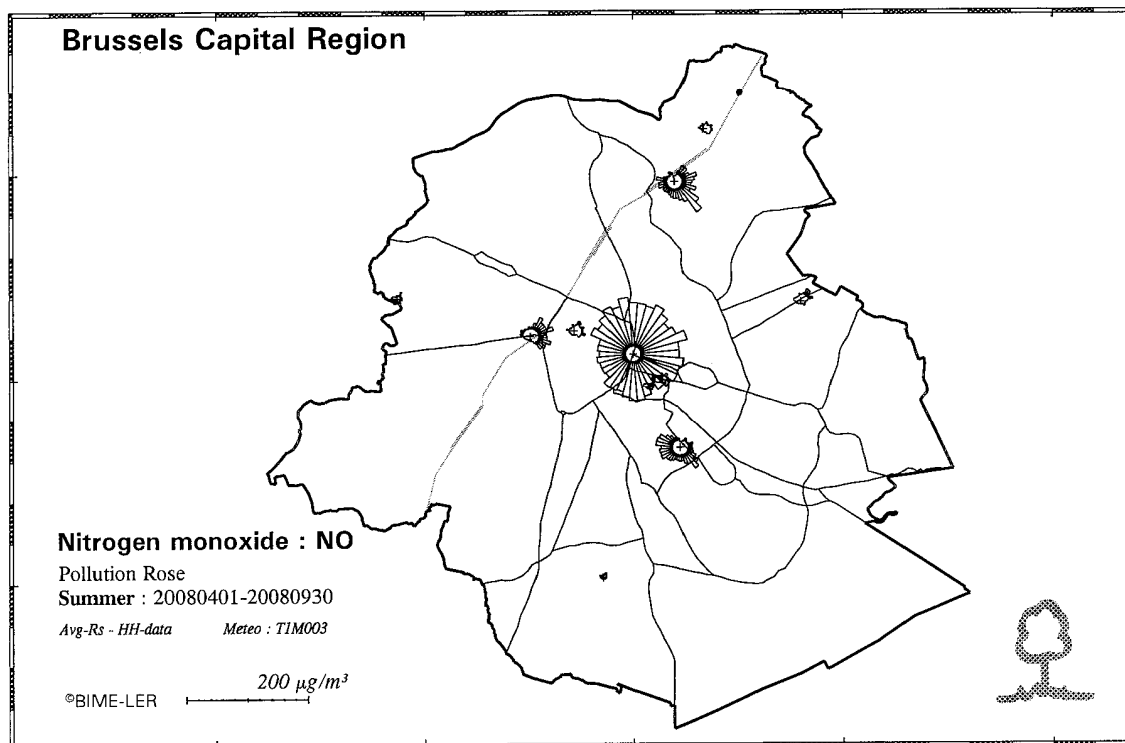
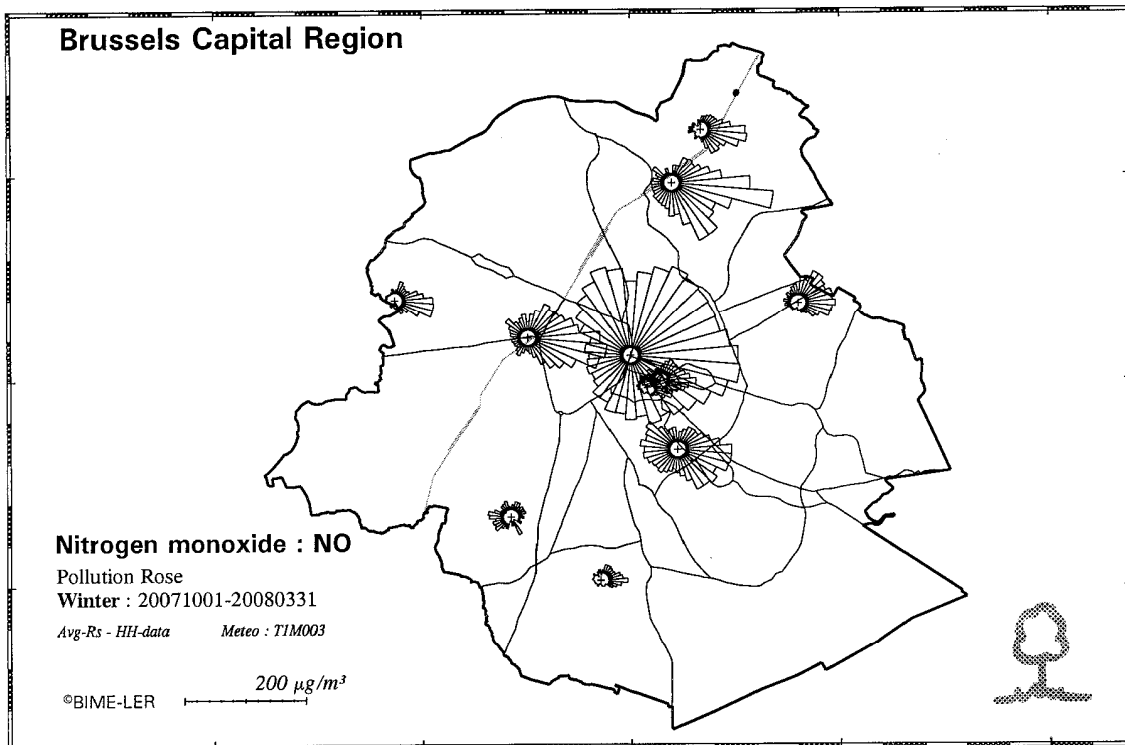
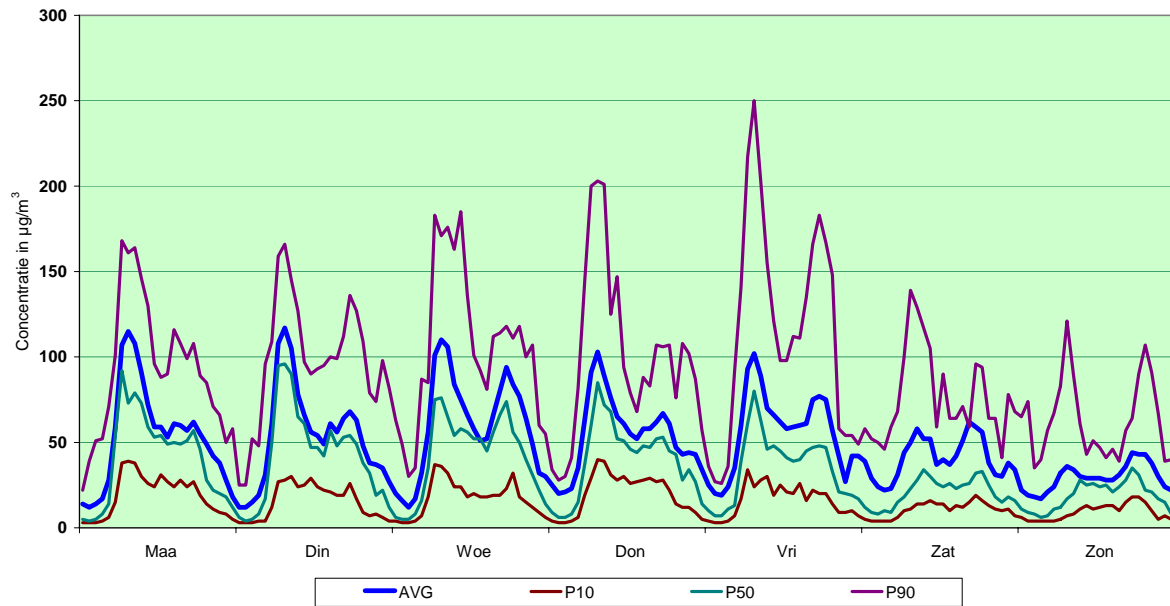


Fig. 4. 14: NO-pollutierozen: ruimtelijke spreiding NO-concentratie tijdens winter en zomer

**NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**NO te ELSENE (R002) - CANYON STREET**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

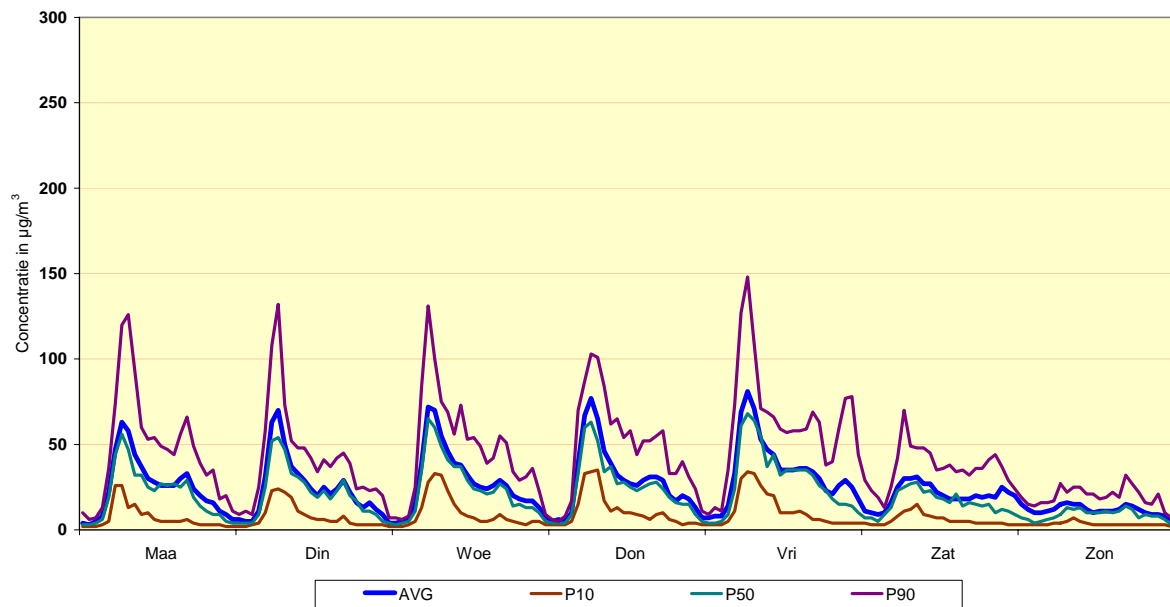
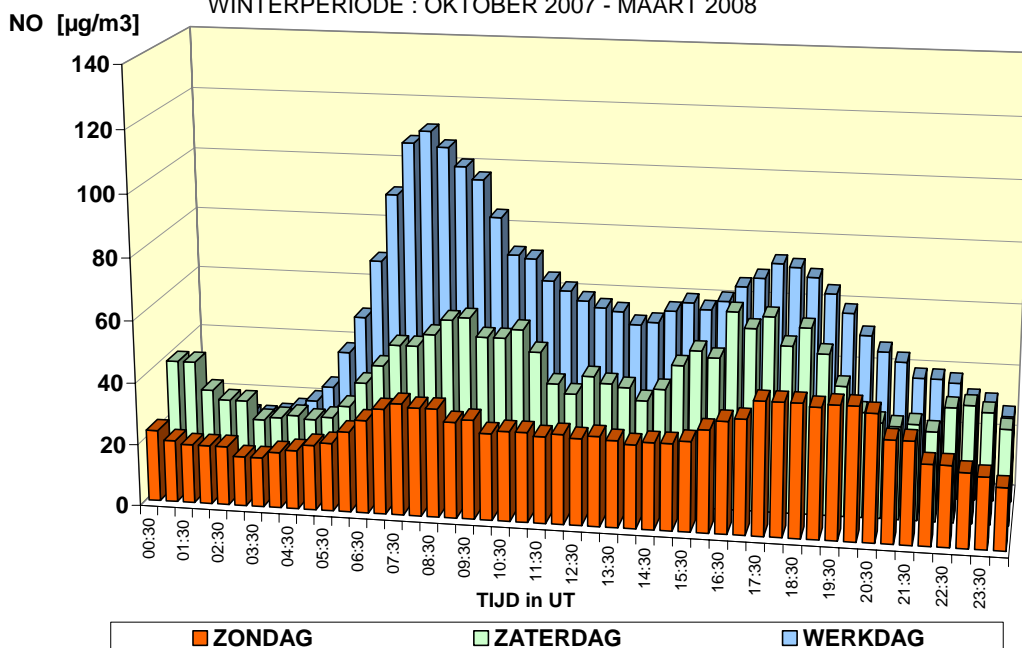


Fig. 4.15: Meetpost Elsene - gemiddeld weekverloop NO-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

**NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**NO - ELSENE (R002) - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**VERGELIJKING GEMIDDELDE ZONDAG, ZATERDAG en WERKDAG**  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

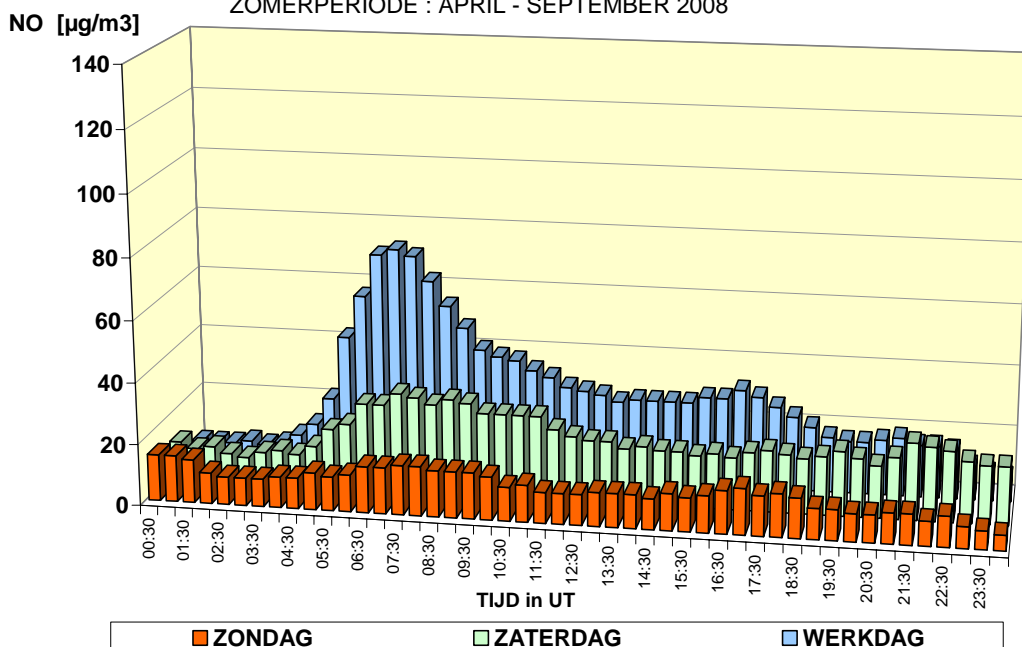


Fig. 4.16: Gemiddeld NO-dagverloop tijdens winter en zomer (zondag, zaterdag, werkdag)  
 Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002)

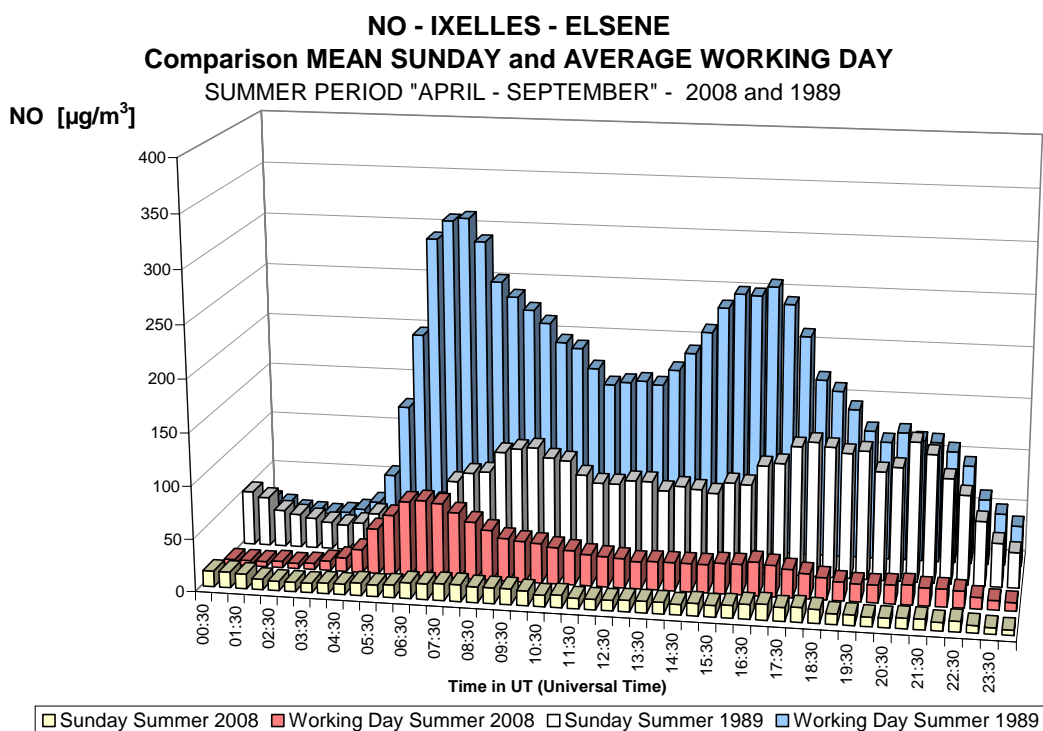
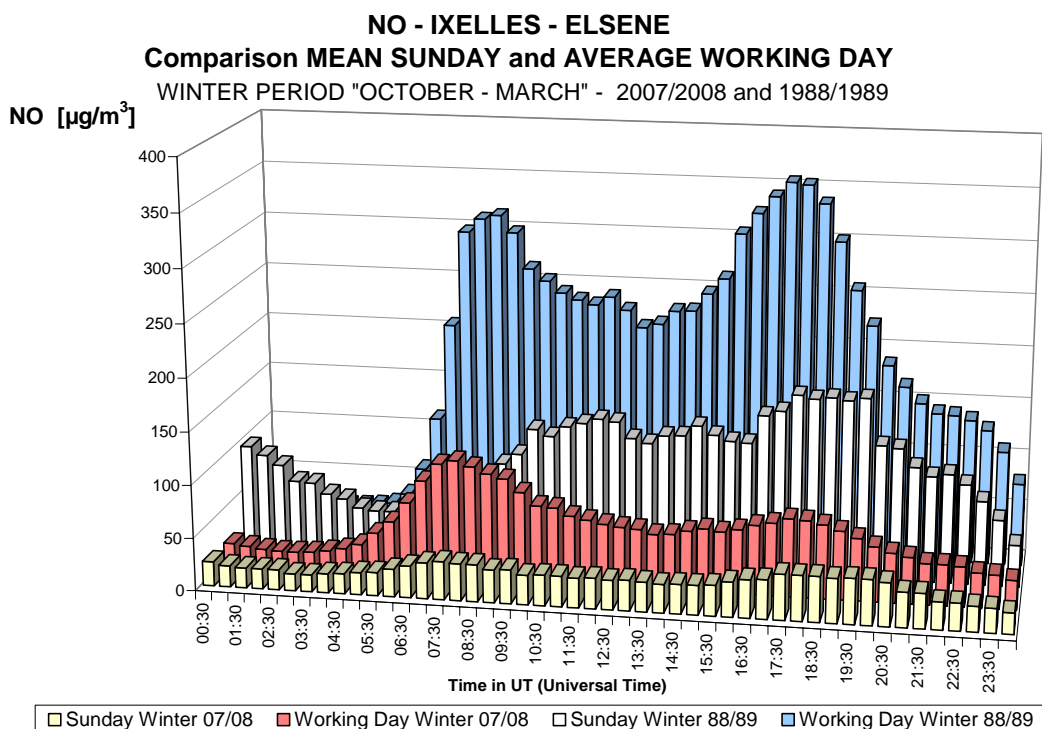


Fig. 4.17: Evolutie NO-dagverloop op een 'gemiddelde zondag' en een 'gemiddelde werkdag' Meetpost Kroonlaan te Elsene (R002) – Vergelijking Winterperiodes 88-89 en 2007-2008 (grafiek bovenaan) en Zomerperiodes 1989 en 2008 (grafiek onderaan)



### 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>:  $[NO_x] = 1.53 [NO] + [NO_2]$ ; eenheden 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, 2005 en 2008. 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*).

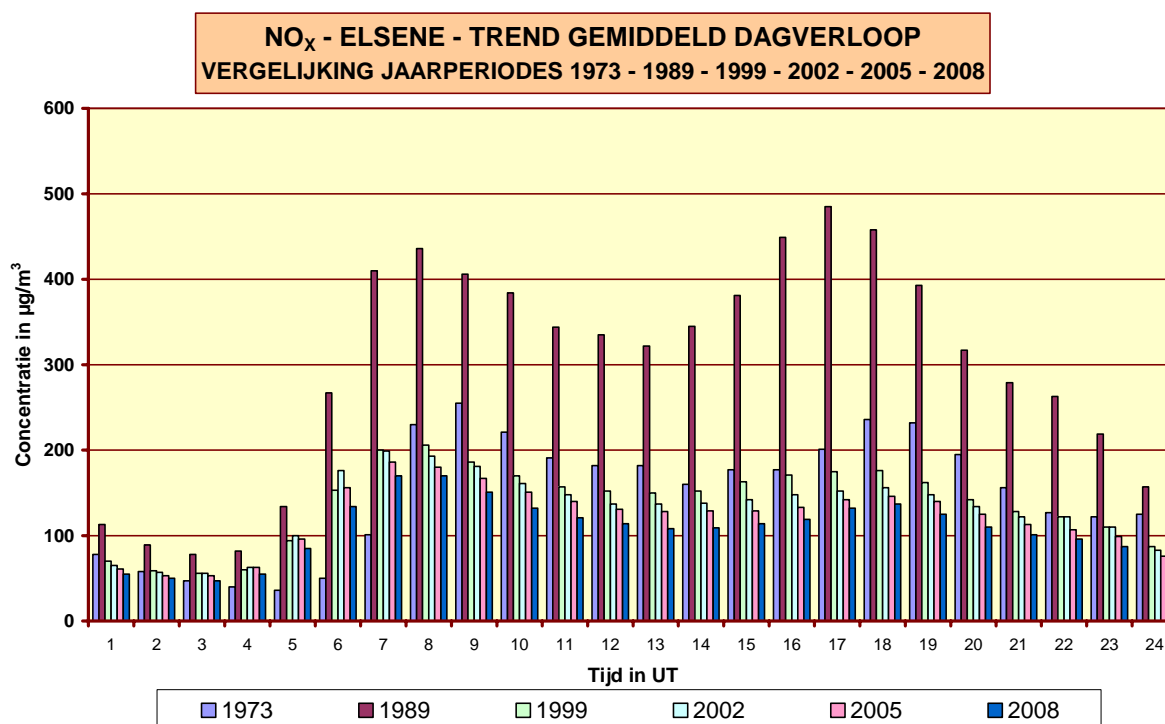
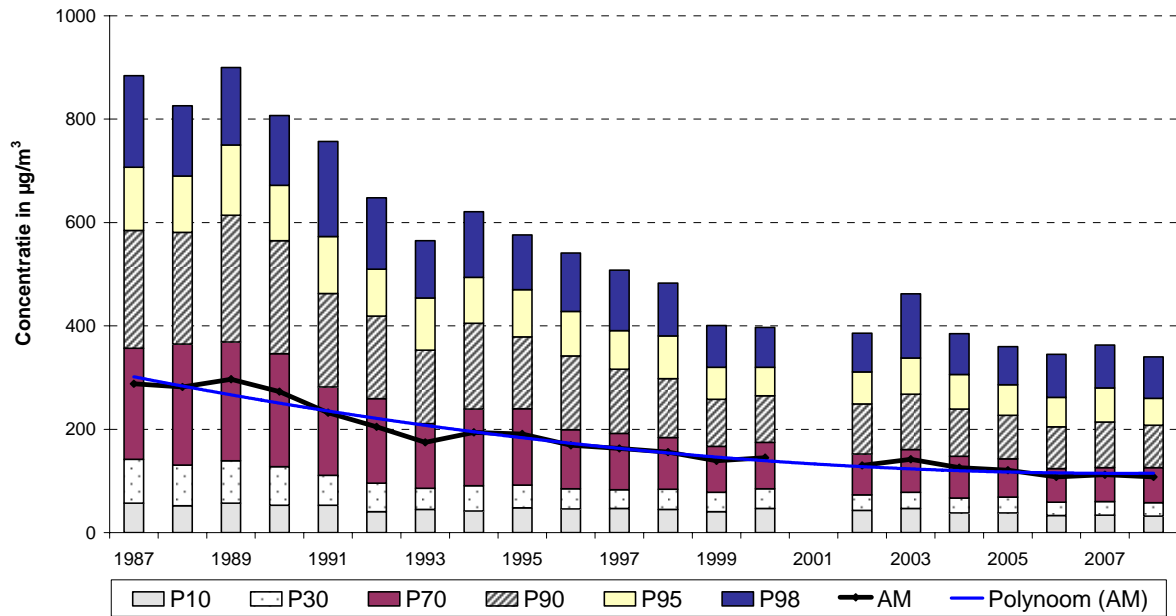


Fig. 4.18: NO<sub>x</sub> te Elsene - Evolutie gemiddeld dagverloop in 1973, 1989, 1999, 2002, 2005 en 2008

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"

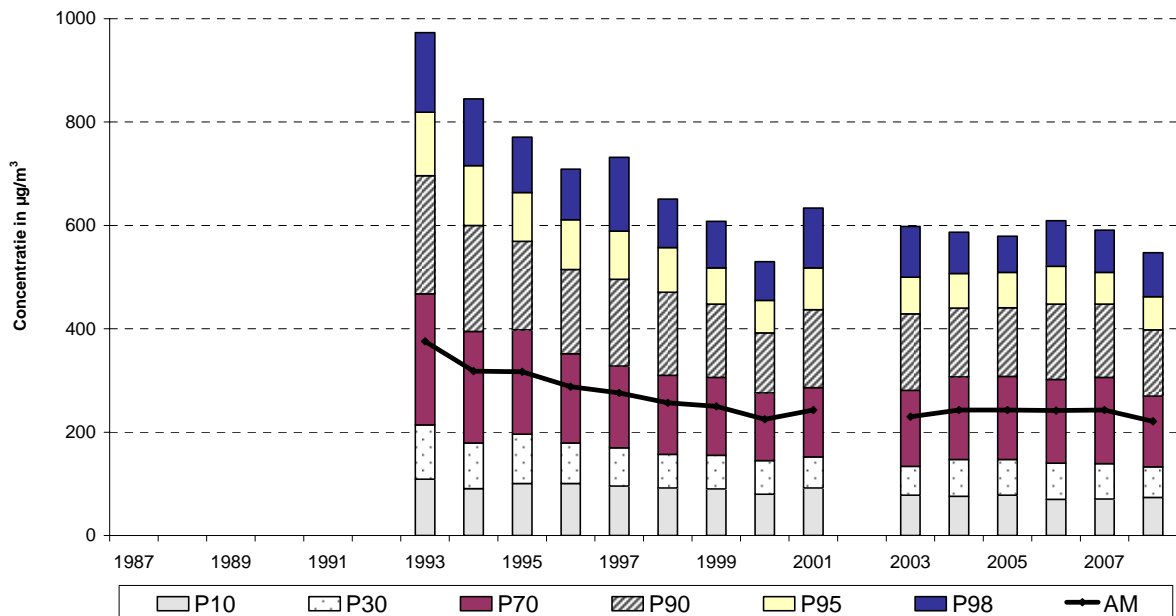


Fig. 4.19: Evolutie NO<sub>x</sub>-concentratie te Elsene-Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)  
 Periode 1987 - 2008

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

In bijlage VIII van de richtlijn 1999/30/EG en bijlage I van de richtlijn 2008/50/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. In 2006 nam het Issep deel aan een WHO/JRC campagne te Langen en de VMM nam in 2007 deel aan een campagne te Essen. 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
2006	95.7	94.3	95.4	16.1	95.0	95.0	93.3	96.9	91.5	96.3	92.6	93.7
2007	96.3	96.7	94.9		90.1	90.1	96.8	96.8	93.1	88.2	91.8	73.0
2008	96.3	97.4	60.8	76.8	96.7	97.0	94.4	95.6	86.8	96.2	95.8	16.3

Reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen

Meer dan 90% opbrengst van gegevens