

## 4.2 OZON (O<sub>3</sub>)

In West-Europa is ozon een typische pollutant voor de zomerperiode. In de lagen van de troposfeer, juist boven de menglaag, is ozon steeds aanwezig in een vrij stabiele concentratie. In de onderste lagen van de troposfeer (de menglaag) is de ozonconcentratie minder stabiel en zo kan ze variëren van het nulniveau tot ca. 200 à 250 µg/m<sup>3</sup> op warme zomerdagen. Ozon wordt niet rechtstreeks in de atmosfeer uitgestoten, maar wordt als eindproduct gevormd in een complex fotochemisch reactieproces. Om deze reden wordt ozon een ‘*secundaire pollutant*’ genoemd.

Bij zonnige periodes met hoge temperatuur komt, onder invloed van de UV-straling uit het zonnespectrum, een reactieproces op gang in de luchtmassa's die reeds vooraf verontreinigd zijn met stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen (VOS). De ozonconcentratie neemt in de loop van de dag toe en bereikt een maximale waarde in de late namiddag of tijdens de avonduren. Stikstofoxiden en VOS worden de ‘*voorlopers*’ of ‘*precursoren*’ van de ozonvorming genoemd.

Het concentratieniveau dat wordt bereikt, is afhankelijk van tal van beïnvloedende parameters: de *intensiteit* en de *duur* van de *UV-straling*, de *temperatuur*, de *graad van bewolking*, de *luchtvochtigheid*, de *stabiliteit van de luchtlagen*, de *hoogte van de menglaag*, de *windsnelheid* en –*richting*, etc. ...

Lucht afkomstig van over het continent is droger en vooraf reeds meer verontreinigd dan lucht afkomstig van over de oceaan. Een felle wind zorgt voor een groter verdunnend effect dan een zwakke wind. Onstabiele lucht zorgt voor een betere doormenging in de hoogte, met lagere concentraties aan de grond tot gevolg.

Bij stabielere luchtlagen of bij een geringere mennghoogte blijft de vervuiling geconcentreerd in een nauwe luchtlaag dicht tegen de grond. In dit geval zijn de concentraties hoger dan gewoonlijk. Bij de bespreking van de meteorologische parameters (punt 2) wordt aangegeven dat de hoogste ozonconcentraties meestal voorafgegaan worden door een inversie van de temperatuur (grondinversie) tijdens de ochtenduren.

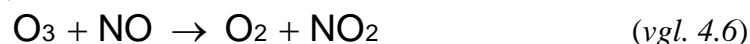
De ozonconcentratie op een bepaalde plaats gemeten, is steeds de resultante van twee simultaan verlopende processen: een eerder langzaam verlopende ‘*ozonvorming*’ (meerdere uren) en een vrij snel verlopende ‘*ozonafbraak*’ (één tot enkele minuten). Aan de basis van de ozonvorming ligt de fotolyse (splitsing onder invloed van fotonen) van een NO<sub>2</sub>-molecule.



Het vrijgekomen zuurstofatoom reageert met een zuurstofmolecule tot vorming van ozon:



De voornaamste reactie die aanleiding geeft tot afbraak van ozon is de directe titratie met stikstofmonoxide:



(*titratie is een chemische analytische methode voor de kwantitatieve bepaling van een bepaalde component via een gedoseerde toevoeging van een reactiestof tot het chemisch evenwicht wordt bereikt*)

Bij afwezigheid van vluchtige organische stoffen zou er een dynamisch evenwicht ontstaan tussen de ozonvorming (vgl. 4.4 en 4.5) en de ozonafbraak (vgl. 4.6). Het instellen van dit evenwicht wordt evenwel verstoord doordat het NO grotendeels geoxideerd wordt tot NO<sub>2</sub> in een reactie met radicalen, afkomstig van vluchtige organische stoffen. Hierdoor is het NO niet beschikbaar voor de vernietiging van ozon en het gevormde NO<sub>2</sub> kan opnieuw gesplitst worden onder invloed van de UV-straling en ozon vormen.

Eénzelfde molecule NO<sub>2</sub> kan a.h.w. aanleiding geven tot de vorming van meerdere O<sub>3</sub>-moleculen. Dit kettingproces kan zelfs bij lage concentraties van de *precursoren* leiden tot een overmatige ozonvorming.

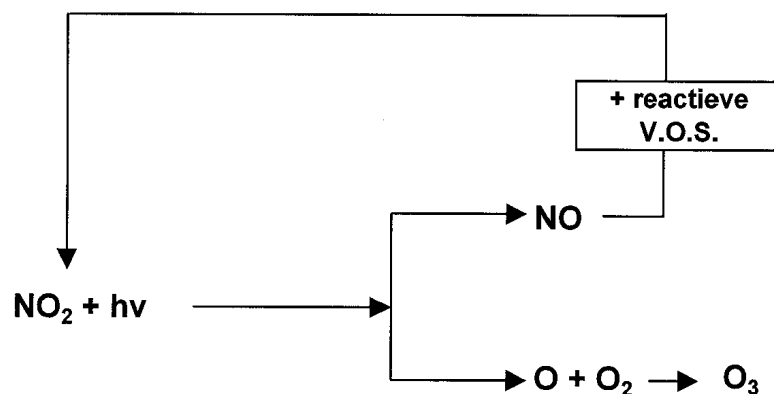


Fig. 4.20: vereenvoudigd reactieschema voor excessieve ozonvorming

De pollutanten verantwoordelijk voor ozonvorming en ozonafbraak behoren tot dezelfde groep en zijn in ruime mate van dezelfde bronnen (wegverkeer) afkomstig. Noodmaatregelen voor een onmiddellijke vermindering van de uitstoot van precursoren hebben eveneens een vermindering van de ozonafbraak tot gevolg. Hierdoor kunnen de ozonconcentraties toenemen, waardoor een resultaat bekomen wordt dat tegengesteld is aan het beoogde.

Algemeen wordt aangenomen dat er pas een duidelijke vermindering van de ozonvervuiling kan komen mits er emissiereducties (v/d precursoren) worden gerealiseerd die drastisch (minimum 50 à 60%), grootschalig (een groot gedeelte van West-Europa) en bestendig zijn in de tijd.

Weekendeffect: een aanwijzing voor een eventuele toename van de ozonconcentratie bij het nemen van noodmaatregelen vormt het opvallend onderscheid in de situatie op een “gemiddelde werkdag” enerzijds en een “gemiddelde weekend- of feestdag” anderzijds. Net als tijdens de vorige zomerperiodes (1994 t/m 2005) waren de ozonconcentraties ook tijdens de zomerperiodes van 2006, 2007 en 2008 gemiddeld hoger op niet-werkdagen.

De meteorologische situatie op werkdagen of niet-werkdagen is niet zeer verschillend en kan dus niet aan de basis liggen van de verschillen in gemiddelde ozonconcentratie. De meest waarschijnlijke hypothese voor de verschillen in ozonconcentratie op beide types dagen is het veranderende emissiepatroon (verkeerssituatie) op respectievelijk werkdagen en niet-werkdagen. Op niet-werkdagen zijn de verkeersmissies in het Gewest lager, waardoor er minder NO beschikbaar is voor de ozonafbraak.

In de ozonrapporten van het Europees Milieu-Agentchap wordt aan deze problematiek een apart hoofdstuk gewijd. In het overgrote deel van de meetposten van de lidstaten wordt een verschil vastgesteld tussen de gemiddelde ozonconcentratie op werkdagen en niet-werkdagen. In de Verenigde Staten is dit verschijnsel het voorwerp van een grootschalig onderzoeksprogramma, waarbij alle beschikbare informatie (emissies en concentraties) opnieuw intens wordt onderzocht, ten einde het weekend verschijnsel en zijn tendensen te verklaren t.o.v. de evoluties in de  $\text{NO}_x$ - en VOS-emissies.

Ruimtelijke verdeling van de ozonconcentratie: een proces met enkel maar ozonvorming zou wellicht leiden tot een enigszins homogene verdeling van de ozonconcentratie over het Gewest. De ruimtelijke verdeling van de ozonconcentratie is echter niet homogeen. Dit is vooral een gevolg van ozonafbraak, die van plaats tot plaats zeer verschillend kan zijn.

In een verkeersdrukke omgeving (b.v het centrum van de stad) is er een overmaat aan  $\text{NO}$  afkomstig van het verkeer. Het aanwezige ozon verdwijnt er gedeeltelijk door de oxidatie van  $\text{NO}$  tot  $\text{NO}_2$ . Aan de rand en windafwaarts van de brongebieden, waar er minder  $\text{NO}$  aanwezig is, kan de ozonvorming ongehinderd doorgaan. Daar komen ook de hoogste ozonconcentraties voor.

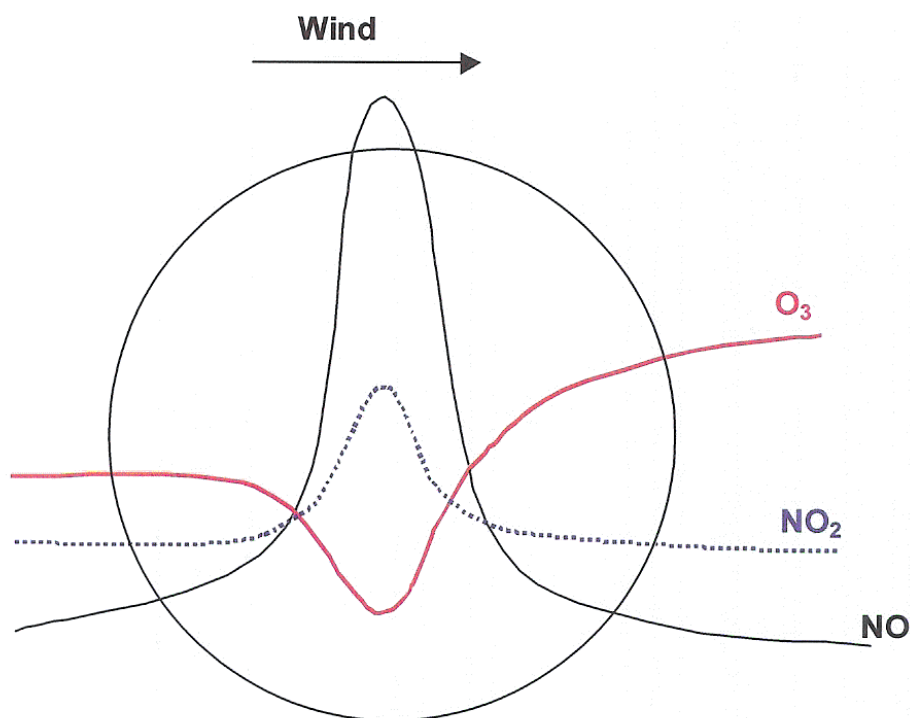


Fig. 4.21: Overmaat  $\text{NO}$  in het centrum zorgt voor een belangrijke ozonafbraak. In de rand en windafwaarts van het brongebied haalt de ozonvorming de bovenhand op de ozonafbraak.

Ozonconcentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden op 7 verschillende plaatsen van het telemetrisch meetnet permanent gemeten:

- Ukkel (41R012) sedert 1986
- St.-Ag.-Berchem (41B011) sedert januari 1993
- St.-Lambr.-Woluwe (41WOL1) sedert maart 1994
- Molenbeek (41R001) sedert september 1997
- Haren (41N043) sedert juli 1998
  
- St.-Katelijne (41B004) sedert december 2000
- Europees Parlement (41B006) sedert september 2001

#### 4.2.1 Reglementering O<sub>3</sub>

De richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG geven **twee streefwaarden**:

- **120 µg/m<sup>3</sup>** als **hoogste 8-uurwaarde van de dag**, niet te overschrijden op meer dan **25** dagen per kalenderjaar, gemiddeld over drie jaar
- **18.000 µg/m<sup>3</sup>.h** als **AOT-40**, gemiddeld over vijf jaar, berekend op basis van uurwaarden van mei tot juli (tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd)

Definitie “*streefwaarde*” : een niveau dat is vastgesteld met het doel om schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid en/of het milieu als geheel te vermijden, te voorkomen of te verminderen en dat voor zover mogelijk binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt.

De streefwaarden zijn te bereiken na 2010: m.a.w. 2010 zal het eerste jaar zijn, waarvan de gegevens worden gebruikt, om te berekenen of voor de volgende 3 of 5 jaar, naar gelang van het geval, aan de streefwaarden wordt voldaan.

De richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG geven verder twee langetermijndoelstellingen op:

- **120 µg/m<sup>3</sup>** als **hoogste 8-uurwaarde van de dag**, gedurende een kalenderjaar
- **6.000 µg/m<sup>3</sup>.h** als **AOT-40**, berekend op basis van uurwaarden van mei tot en met juli (tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd)

Definitie “*langetermijndoelstelling*” : een niveau dat op lange termijn zou moeten worden bereikt, behalve waar dit niet door proportionele maatregelen kan worden bereikt, met het doel de menselijke gezondheid en het milieu een doeltreffende bescherming te bieden

In de richtlijn 2008/50/EG wordt geen richtdatum meer opgegeven voor het bereiken van deze langetermijndoelstelling.

De richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG geven ook nog een **informatiedrempel** en een **alarmdrempel** :

- *informatiedrempel* : **180 µg/m<sup>3</sup>** als **uurwaarde**
- *alarmdrempel* : **240 µg/m<sup>3</sup>** als **uurwaarde**

Definitie "*informatiedrempel*" : een niveau waarboven kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor bijzonder kwetsbare bevolkingsgroepen, en voor wie een onmiddellijke en toereikende informatievoorziening noodzakelijk is.

Definitie "*alarmdrempel*" : een niveau waarboven een kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor de gezondheid van de bevolking als geheel, en bij het bereiken waarvan door de lidstaten onmiddellijk stappen dienen te worden ondernomen

*Voor de toepassing van artikel 24 (kortetermijnactieplannen) van de richtlijn 2008/50/EG moet gedurende drie opeenvolgende uren een overschrijding van de drempelwaarde worden gemeten of voorspeld.*

#### 4.2.2 Gemeten O<sub>3</sub>-waarden

De O<sub>3</sub>-niveaus P98, P50 en het rekenkundig gemiddelde (GEM), gemeten tijdens opeenvolgende zomerperiodes ‘*april – september*’, in de verschillende meetposten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, worden weergegeven in tabel IV.10. De evolutie van de jaargemiddelde O<sub>3</sub>-concentratie wordt weergegeven in tabel IV.11.

In de tabellen is te zien dat de O<sub>3</sub>-resultaten in het jaar 2003, met de uitzonderlijke warme zomerperiode, tot de hoogste behoren sedert het begin van de waarnemingen. Deze zomerperiode was de warmste sedert de zomerperiode van 1976, toen er te Brussel (afdeling “Lucht” van het IHE) oriënterende O<sub>3</sub>-metingen werden uitgevoerd, ter voorbereiding van de installatie van ozontoeellen in het telemetrisch meetnet. De resultaten van deze testen zijn niet bewaard gebleven, maar tijdens de toen heersende tropische periode van eind juni 1976 werden regelmatig (meerdere dagen) uurwaarden genoteerd in de buurt van 200 à 240 µg/m<sup>3</sup>.

In de periode 2006-2008 waren er vooral hoge ozonwaarden tijdens de warme zomermaand van juli 2006. Ook tijdens de maand april 2007 werden opvallend hoge, bijna zomerse temperaturen opgetekend.

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat de hoogste ozonconcentraties gemeten worden te Ukkel (R012), St.-Agatha-Berchem (B011) en in de meetpost van het Europees Parlement (B006). De concentratieniveaus te Molenbeek (R001), St.-Katelijne (B004), Haren (N043) en Woluwe (WOL1) zijn lager.

De meetposten te Ukkel (R012) en St.-Agatha-Berchem (B011) staan niet bloot aan een directe uitstoot van het verkeer. Dit is ook, zij het in mindere mate, het geval voor de meetpost in het Europees Parlement (B006). Door de lagere NO-concentraties wordt er lokaal minder ozon afgebroken. De ligging van de meetposten is nagenoeg ideaal om, binnen een grootstedelijke agglomeratie, hogere ozonwaarden te kunnen meten.

Een grotere lokale ozonafbraak, o.a. door de verkeersgebonden NO-emissies ter hoogte van de meetposten te Molenbeek, St.-Katelijne, Haren en Woluwe, zorgt er voor lagere O<sub>3</sub>-concentraties. In het centrum van de stad en in nabijheid van de verkeersassen haalt de ozonafbraak het op de ozonvorming. Aan de rand en windafwaarts van de stad wordt de ozonvorming belangrijker dan de ozonafbraak.

Tabel IV.10: O<sub>3</sub>-UURWAARDEN : Centielen P98 en P50

ZOMERPERIODE : 1 APRIL – 30 SEPTEMBER  
[ Concentratie in µg/m<sup>3</sup> ]

P98	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				168	169		144
1995				182	183		168
1996				140	140		127
1997	--			161	149		124
1998	113			131	128	--	104
1999	120			138	146	126	109
2000	108			123	129	93	97
2001	128	122	--	149	151	135	--
2002	114	118	119	127	127	113	98
2003	144	150	152	162	169	147	139
2004	111	118	121	133	135	112	125
2005	118	127	123	134	139	114	112
2006	136	--	141	158	159	135	132
2007	103	--	120	124	132	113	103
2008	114	130	123	139	139	113	116

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

P50	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				43	51		35
1995				45	48		36
1996				42	44		32
1997	--			46	49		33
1998	43			48	51	--	36
1999	38			50	58	35	37
2000	38			45	50	27	30
2001	41	38	--	50	53	37	--
2002	41	41	48	47	51	36	32
2003	46	49	58	56	61	40	44
2004	41	43	50	49	55	35	45
2005	43	45	48	48	50	35	39
2006	45	--	53	54	58	38	43
2007	38	--	45	44	49	34	34
2008	44	45	50	50	57	32	40

Vervolg tabel IV.10: **GEMIDDELDE O<sub>3</sub>-CONCENTRATIE [µg/m<sup>3</sup>]**

**ZOMERPERIODE : 1 APRIL – 30 SEPTEMBER**

GEM	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				49	56		42
1995				53	58		45
1996				47	48		37
1997	--			52	53		38
1998	45			50	53	--	38
1999	42			54	61	41	40
2000	40			48	52	31	33
2001	44	42	--	53	57	43	--
2002	43	44	50	49	52	40	35
2003	50	53	61	59	64	46	48
2004	43	46	52	51	57	39	47
2005	45	47	51	50	54	39	42
2006	49	--	57	57	62	43	47
2007	40	--	48	47	53	38	37
2008	45	48	52	53	59	36	43

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



Tabel IV.11: JAARGEMIDDELDE O<sub>3</sub>-Concentratie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

GEM	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					35		
1987					32		
1988					30		
1989					37		
1990					38		
1991					31		
1992					29		
1993				30	34		
1994				35	41		37
1995				42	43		34
1996				31	34		28
1997	--			38	41		27
1998	34			38	41		29
1999	33			41	47	31	32
2000	33			40	43	25	27
2001	31	28	--	39	42	29	--
2002	33	32	38	38	41	30	27
2003	35	35	41	42	45	32	34
2004	31	32	38	38	43	28	34
2005	33	33	37	39	41	28	32
2006	35	--	40	43	47	31	35
2007	31	--	36	38	43	30	30
2008	35	37	40	42	47	29	34

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

#### 4.2.3 Overschrijdingen van de drempelwaarden voor ozon – richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG

##### Streefwaarde voor de volksgezondheid:

Volgens de richtlijnen mag het aantal dagen met een maximale 8-uurwaarde voor ozon, hoger dan  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemiddeld over 3 jaren, niet meer dan 25 bedragen vanaf het jaar 2010. Dit betekent dat 2010 het eerste jaar zal zijn waarvan de gegevens worden gebruikt om te berekenen of aan de streefwaarde voldaan zal worden tijdens de eerstvolgende periode van 3 jaar (2010-2011-2012).

In tabel IV.12 wordt de evolutie weergegeven van het aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid. De resultaten geven het aantal dagen met overschrijding, gemiddeld over 3 jaar, per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Tabel IV.12: **AANTAL DAGEN per jaar, gemiddeld over 3 jaar, met een MAXIMALE 8-UURWAARDE voor OZON hoger dan  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

PERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

Periode	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986 - 1988					(4)			
1987 - 1989					13			
1988 - 1990					18			
1989 - 1991					22			25
1990 - 1992					16			21
1991 - 1993					16			18
1992 - 1994					21			25
1993 - 1995				26	29			31
1994 - 1996				28	28		17	31
1995 - 1997				28	27		14	31
1996 - 1998				20	18		8	22
1997 - 1999				21	21		6	25
1998 - 2000	7			15	18		4	19
1999 - 2001	10			19	22	10	(4)	23
2000 - 2002	10			16	17	9	3	19
2001 - 2003	15	14		26	25	17	11	29
2002 - 2004	11	14	16	23	24	13	11	27
2003 - 2005	11	16	17	24	25	14	12	29
2004 - 2006	11	11	16	22	24	11	11	26
2005 - 2007	11	--	15	20	23	11	8	24
2006 - 2008	8	--	16	22	24	11	8	25

*Bij de opmaak van deze tabel wordt rekening gehouden met een 75%-beschikbaarheid van de berekende 8-uurwaarden vooraleer de maximale 8-uurwaarde van de dag kan bepaald worden. De resultaten in deze tabel kunnen dan ook licht verschillend zijn (1 tot 2 dagen) met deze vermeld in eerder gepubliceerde rapporten.*

Tijdens de jaren 2006, 2007 en 2008 waren er in het Gewest respectievelijk 36, 16 en 23 overschrijdingsdagen. Voor de individuele jaargangen met een warme zomerperiode, vooral de maanden juli en augustus, worden er meer dan 25 overschrijdingsdagen geteld, terwijl het aantal dagen lager blijft dan 20 voor de jaargangen met een eerder middelmatige zomer.

De ozonmetingen in Brussel gaan terug tot 1986. De jaargangen met ozonrijke zomerperiodes waren 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 en 2006. Het hoogste aantal dagen met overschrijding van de maximale 8-uurwaarde werd, op jaarbasis en globaal voor het Gewest, vastgesteld in 2003 (45 overschrijdingsdagen), gevolgd door 1995 (43) en 2006 (36). Het corresponderende driejaarlijkse gemiddelde kan hierdoor uitstijgen boven de 25 overschrijdingsdagen.

Gemiddeld over 3 jaar zijn er tussen de 20 en 30 overschrijdingsdagen per jaar. Twee behoorlijk goede zomerperiodes, of één excellente, over een periode van 3 jaar kunnen leiden tot een toename van het gemiddeld aantal dagen boven de 25, de streefwaarde vanaf 2010. Het gemiddeld aantal overschrijdingsdagen over langere termijn (1989-2008) bedraagt ongeveer 25. Gezien de licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie, is nog geen zekerheid inzake de haalbaarheid van deze doelstelling vanaf het jaar 2010.

De evolutie van het aantal dagen met overschrijding van de streefwaarde van  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als maximale 8-uurwaarde, wordt weergegeven in de figuren 4.22 en 4.23, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en te Berchem. De grafieken geven het aantal overschrijdingsdagen weer per jaar, het gemiddelde aantal over 3 jaar en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen. De grafiek in fig. 4.24 geeft analoge resultaten weer, zij het globaal voor het meetnet van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

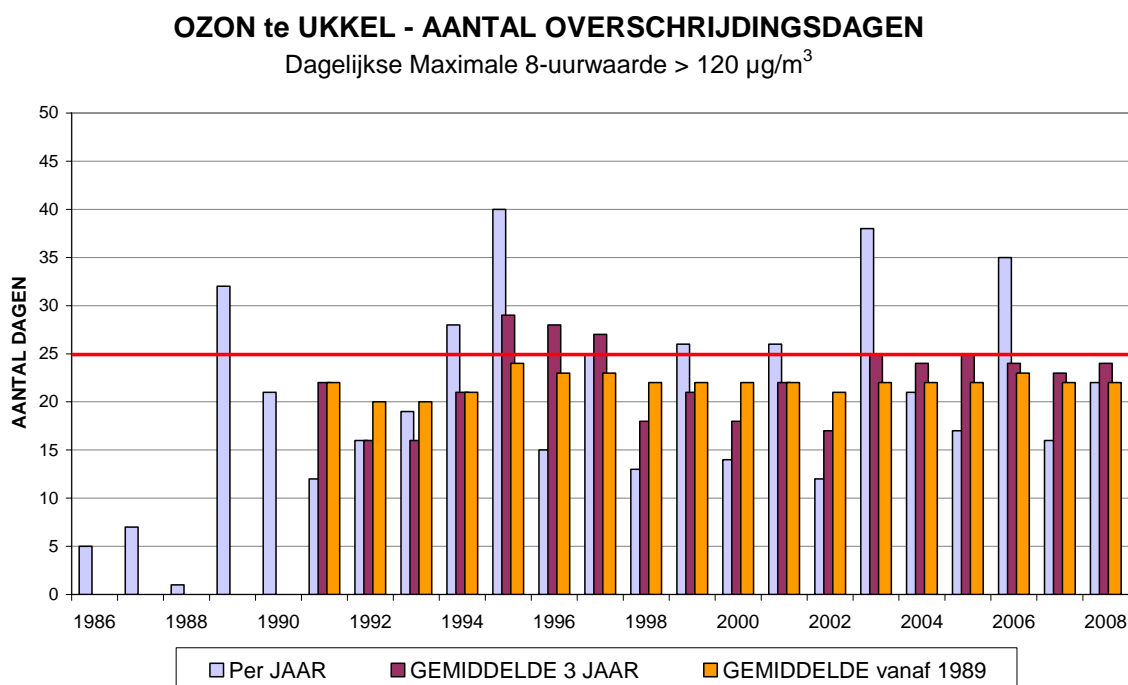


Fig. 4.22: Ozon te Ukkel: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid  
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar  
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

### OZON te BERCHEM - AANTAL OVERSCHRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup>

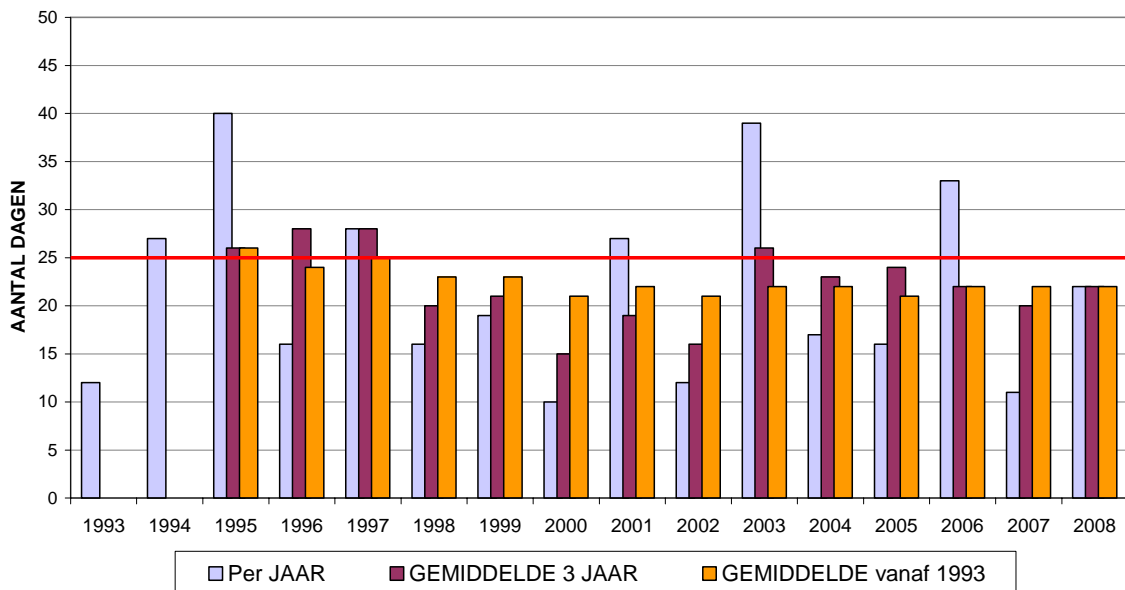


Fig. 4.23: Ozon te Berchem: Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid  
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar  
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen

### OZON - AANTAL OVERSCHRIJDINGSDAGEN

Dagelijkse Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup>  
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

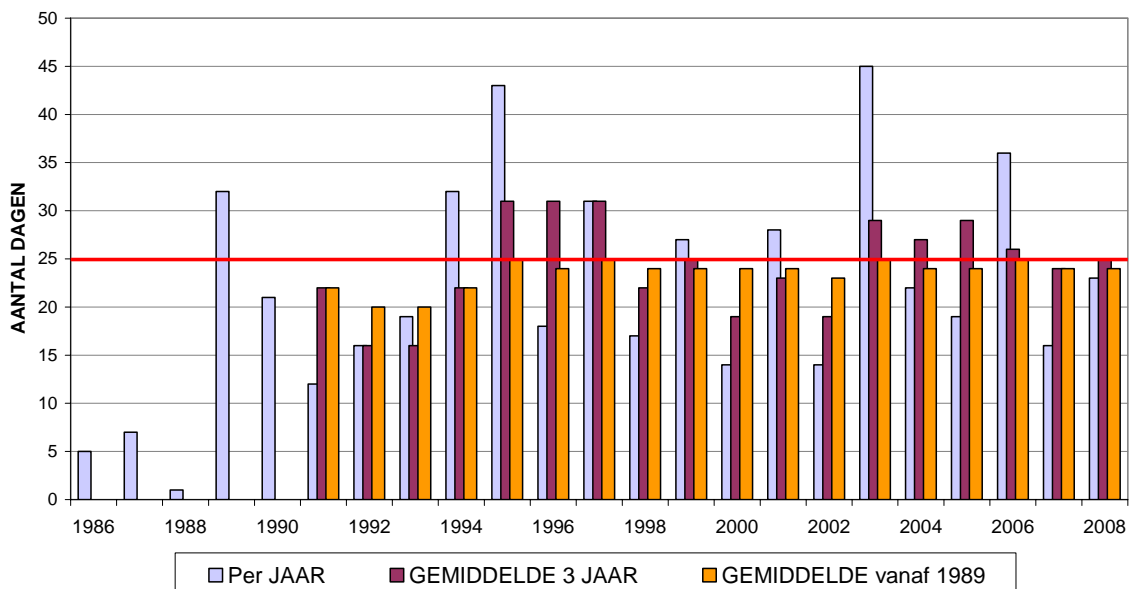


Fig. 4.24: Ozon : Aantal overschrijdingen van de streefwaarde voor de gezondheid  
Het aantal overschrijdingsdagen per jaar, gemiddeld over 3 jaar  
en het gemiddelde aantal sedert het begin van de metingen, globaal voor het Gewest

Streefwaarde voor de vegetatie:

De O<sub>3</sub>-richtlijn geeft een streefwaarde aan ter bescherming van de vegetatie. De **geraamde AOT40** (= gemeten AOT40 omgerekend naar 100%-uurperiodes), bekomen voor de periode mei tot juli, tussen 8 en 20 h Midden-Europese tijd (MET), mag niet hoger zijn dan **18.000 µg/m<sup>3</sup>.h**, gemiddeld over 5 jaar. De streefwaarde dient bereikt te worden vanaf het jaar 2010. Dit betekent dat 2010 het eerste jaar zal zijn waarvan de gegevens gebruikt zullen worden om te berekenen of aan de streefwaarde voldaan zal worden tijdens de eerstvolgende periode van 5 jaar (2010-2011-2012-2013-2014).

De doelstelling op langere termijn is een AOT40 (mei-juli) niet hoger dan **6.000 µg/m<sup>3</sup>.h**.

Bij de bepaling van de gemeten AOT40 wordt de blootstelling boven de 40 ppb (= 80 µg/m<sup>3</sup>) gecumuleerd: voor de gegeven periode '1 mei – 31 juli' wordt voor elke uurperiode nagegaan of de waarde hoger is dan 80 µg/m<sup>3</sup> en de som van alle positieve overschotten (gedeelte boven de 80 µg/m<sup>3</sup>) wordt gemaakt.

Deze **gemeten AOT40** wordt pas aanvaard als minstens 90% van de uurwaarden beschikbaar is. Vervolgens wordt de gemeten AOT40 gecorrigeerd naar 100%-beschikbaarheid van de uurwaarden. Voor de **geraamde AOT40** geldt:

$$\text{AOT40}_{\text{geraamd}} = \text{AOT40}_{\text{gemeten}} * (\text{totaal aantal uurperiodes} / \text{aantal beschikbare uurwaarden})$$

Er is een verband tussen de aldus berekende **AOT40-MJ** (*mei-juli*) en de gemiddelde opbrengst van landbouwgewassen en grasland. Voor schade aan bossen wordt een AOT40-niveau berekend (8 – 20 h MET) over een 6 maanden durende periode, nl. van april tot september. De streefwaarde van de **AOT40-AS**, berekend voor deze periode, bedraagt 20.000 µg/m<sup>3</sup>.h.

De tabel IV.13 geeft de evolutie weer van de berekende waarden voor **AOT40-MJ** (*mei – juli*), gemiddeld over 5 jaar. Voor een aantal meetposten wordt de evolutie ervan grafisch weergegeven in figuur 4.25. Het niveau van de streefwaarde (18.000 µg/m<sup>3</sup>.h), te bereiken vanaf 2010, en de doelstelling over langere termijn (6.000 µg/m<sup>3</sup>.h) worden beiden aangeduid door een horizontale lijn over de gehele breedte van de grafiek.

De waarde van 18.000 µg/m<sup>3</sup>.h, streefwaarde voor een **AOT40-MJ** (*mei-juli*), gemiddeld over 5 jaar, wordt tot heden altijd gerespecteerd. Waarden beneden de streefwaarde op lange termijn (6.000 µg/m<sup>3</sup>) zijn nog niet direct te verwachten in de meetposten te Ukkel en St.-Ag.-Berchem.

De tabel IV.14 geeft de evolutie weer van de berekende waarden voor **AOT40-AS** (*april-september*), gemiddeld over 5 jaar. Voor een aantal meetposten wordt de evolutie ervan grafisch weergegeven in figuur 4.26. Het niveau van de streefwaarde (20.000 µg/m<sup>3</sup>.h) wordt eveneens in de grafiek aangeduid.

De waarde van 20.000 µg/m<sup>3</sup> voor de **AOT40-AS** (april – september) wordt meestal benaderd of nog in lichte mate overschreden (meetpost te Ukkel).

Tabel IV.13: **AOT40-MJ, GEMIDDELD over 5 JAAR**

AOT40-MJ – periode **MEI – JULI** (8 – 20 h MET)

[ AOT40 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  – Berekening voor 100%-beschikbaarheid]

Periode	AOT40 – MEI-JULI						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 – 1990					13.223		
1987 – 1991					12.914		
1988 – 1992					14.292		
1989 – 1993					15.906		
1990 – 1994					15.086		
1991 – 1995					16.366		
1992 – 1996					17.404		
1993 – 1997				15.273	16.554		
1994 – 1998				15.656	16.181		8.654
1995 – 1999				13.691	14.810		6.545
1996 – 2000				11.134	11.398		4.606
1997 – 2001	5.111			11.522	12.049		3.165
1998 – 2002	6.100			10.614	11.885	5.462	2.735
1999 – 2003	6.846			11.797	13.736	7.226	3.626
2000 – 2004	5.901	5.862		10.420	12.056	6.138	3.713
2001 – 2005	6.856	7.906	7.164	11.359	13.295	7.158	4.422
2002 – 2006	8.527	(8.106)	10.708	13.313	15.178	7.851	7.033
2003 – 2007	8.108	(9.090)	10.499	13.011	15.033	7.784	7.087
2004 – 2008	7.574	(9.051)	9.736	12.660	14.634	7.313	6.998

Tabel IV.14: **AOT40-AS, GEMIDDELD over 5 JAAR**

AOT40-AS – periode **APRIL – SEPTEMBER** (8 – 20 h MET)

[ AOT40 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  – Berekening voor 100%-beschikbaarheid]

	<b>AOT40 – APRIL - SEPTEMBER</b>						
<b>Periode</b>	<b>R001</b>	<b>B004</b>	<b>B006</b>	<b>B011</b>	<b>R012</b>	<b>N043</b>	<b>WOL1</b>
1986 - 1990					20.116		
1987 – 1991					20.858		
1988 – 1992					21.949		
1989 – 1993					23.654		
1990 - 1994					22.947		
1991 - 1995					23.524		
1992 – 1996					23.943		
1993 – 1997				23.494	24.929		
1994 – 1998				24.266	24.482		13.981
1995 – 1999				22.811	23.757		12.038
1996 – 2000				18.464	18.739		7.618
1997 – 2001	7.060			18.710	19.598		5.469
1998 – 2002	8.313			15.386	17.926	7.677	4.169
1999 – 2003	10.750			18.828	22.491	11.358	6.464
2000 – 2004	10.313	10.516		18.036	21.162	10.575	7.324
2001 - 2005	11.247	13.103	12.567	19.047	22.250	11.636	8.145
2002 - 2006	12.380	(13.978)	16.490	20.457	23.615	11.867	10.793
2003 - 2007	12.071	(15.879)	16.444	20.519	24.046	11.878	11.017
2004 - 2008	9.650	(12.276)	13.301	17.621	20.666	9.396	9.276

### OZON - AOT40-MJ - GEMIDDELD over 5 JAAR

Periode : MEI - JULI - 8-20 h MET

Berekening voor 100%-gegevens

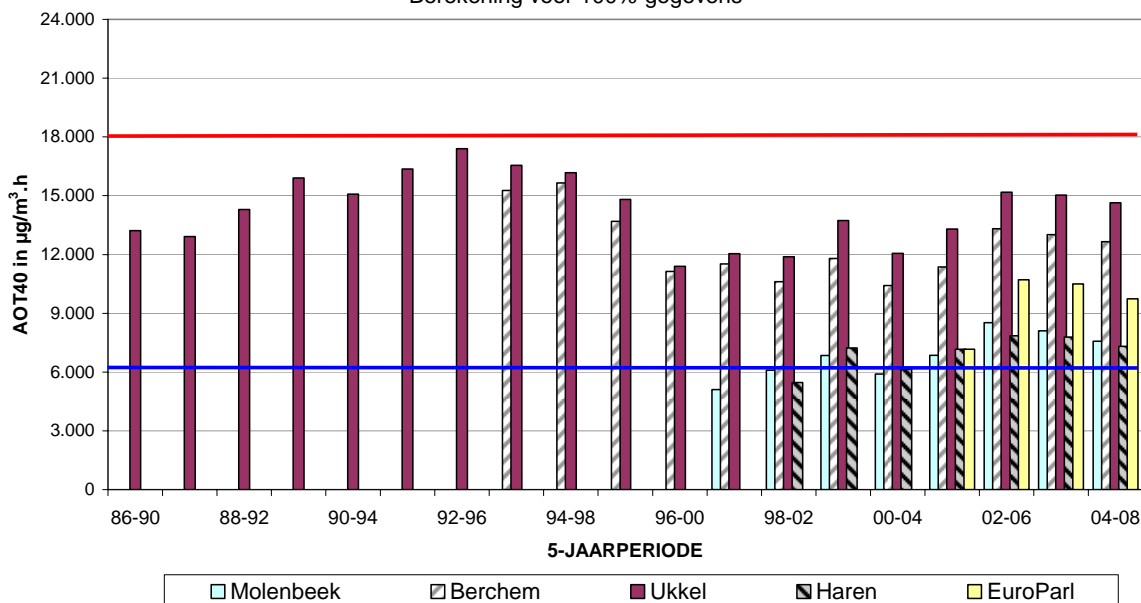


Fig. 4.25: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-MJ - Resultaten gemiddeld over 5 jaar AOT40 over de periode Mei-Juli, 8-20 h MET – Midden Europese tijd  
Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]

### OZON - AOT40-AS - GEMIDDELD over 5 JAAR

Periode : APRIL - SEPTEMBER - 8-20 h MET

Berekening voor 100%-gegevens

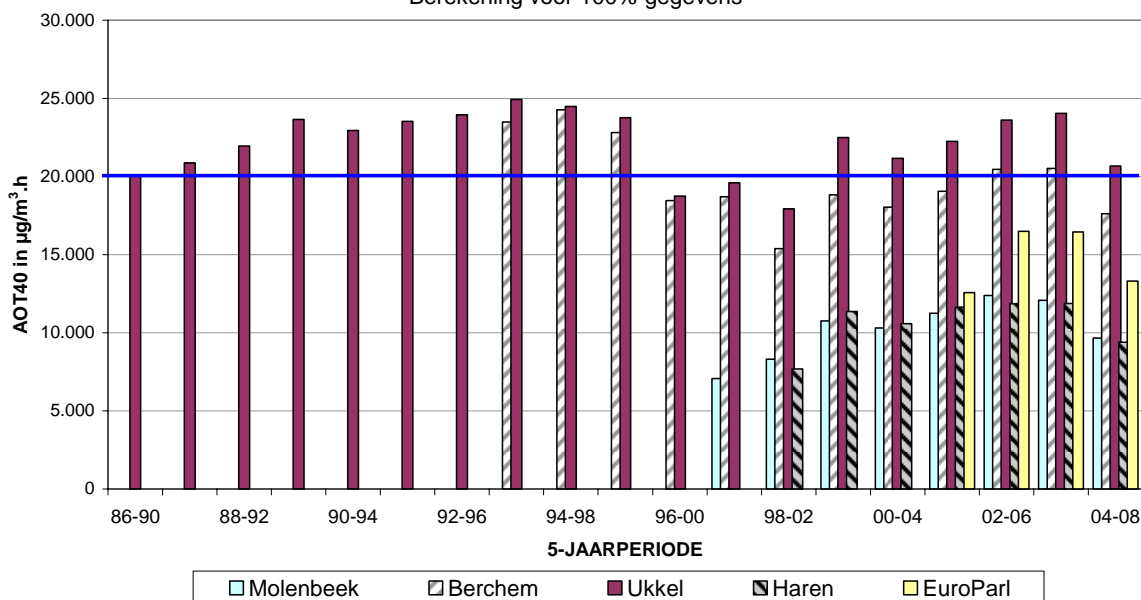


Fig. 4.26: Ozon – Evolutie in de tijd van AOT40-AS - Resultaten gemiddeld over 5 jaar AOT40 over de periode April-September, 8-20 h MET – Midden Europese tijd  
Geraamde AOT-waarden [100%-beschikbaarheid]



Informatiedrempel – 180 µg/m<sup>3</sup> als uurgemiddelde

In tabel IV.15 wordt de evolutie weergegeven van het aantal dagen met overschrijding van de informatiedrempel aan de bevolking. Het jaarlijkse aantal overschrijdingsdagen wordt weergegeven per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel IV.15: AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING  
van de INFORMATIEDREMPEL – 180 µg/m<sup>3</sup>**

PERIODE : JANUARI – DECEMBER  
Resultaten per meetpost en globaal voor het Gewest (BHG)

JAAR	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986					(1)			1
1987					(1)			1
1988					(0)			0
1989					12			12
1990					10			10
1991					3			3
1992					6			6
1993				(1)	7			7
1994				9	12		(6)	13
1995				19	20		14	24
1996				1	2		0	2
1997				8	4		0	8
1998	(0)			4	4		1	4
1999	0			4	2	(1)	0	4
2000	0	(0)		1	1	1	0	1
2001	0	0	(0)	3	5	2	(0)	6
2002	0	0	0	1	2	1	0	2
2003	4	7	8	11	11	9	5	12
2004	0	2	0	3	4	3	1	4
2005	2	2	2	3	4	1	2	4
2006	2	(0)	2	8	7	3	1	9
2007	0	--	0	1	1	1	0	1
2008	1	1	1	1	2	1	2	2

() : minder dan 90% van de gegevens beschikbaar

Het hoogste aantal dagen met overschrijding van de drempelwaarden van korte duur (uurwaarden) wordt opgetekend tijdens de ozonrijke zomerperiode van 1995 (24 dagen in het Gewest), gevolgd door de zomerperiode van 1994 (13 dagen), 2003 en 1989 (12 dagen), 1990 (10 dagen) en 2006 (9 dagen). Deze vaststelling is in overeenstemming met wat kan afgeleid worden uit de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling (zie verder), namelijk hogere of meer frequent voorkomende O<sub>3</sub>-piekwaarden tijdens de warmere zomerperiodes.

Alarmdrempel – 240 µg/m<sup>3</sup> als uurgemiddelde

In tabel IV.16 wordt een overzicht gegeven van het aantal dagen met overschrijding van de alarmdrempel. De jaarlijkse resultaten worden weergegeven per meetpost en globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

**Tabel IV.16: AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING  
van de ALARMDREMPEL – 240 µg/m<sup>3</sup>**

PERIODE : JANUARI – DECEMBER  
Resultaten per meetpost en globaal voor het Gewest (BHG)

JAAR	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	BHG
1986					(0)			0
1987					(0)			0
1988					(0)			0
1989					3			3
1990					0			0
1991					0			0
1992					0			0
1993				0	1			1
1994				1	1		(0)	2
1995				2	3		0	3
1996				0	0		0	0
1997				0	0		0	0
1998	(0)			0	0		0	0
1999	0			0	0	(0)	0	0
2000	0	(0)		0	0	0	0	0
2001	0	0	(0)	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	2	1	0	2
2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	(0)	0	1	1	1	0	1
2007	0	--	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	1	0	0	1

() : minder dan 90% van de gegevens beschikbaar

Piekconcentraties van ozon hoger dan 240 µg/m<sup>3</sup> te Brussel werden enkel opgetekend tijdens de ozonrijke zomers van 1994, 1995, 2003 en 2006. Ook tijdens de minder fraaie ozonperiode van 2008 werd één overschrijding opgetekend.

Overzicht Overschrijdingdagen volgens richtlijnen 2002/3/EG en 2008/50/EG:

In tabel IV.17 wordt een overzicht gegeven van het aantal dagen met overschrijding van de informatiedrempel ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurwaarde), de alarmdrempel ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurwaarde) en de streefwaarde ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als maximale 8-uurwaarde van de dag). Het betreft het aantal dagen waarop in minstens één meetpost van het gewest een overschrijding wordt vastgesteld. De evolutie van het aantal overschrijdingen, globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, wordt grafisch weergegeven in figuur 4.27. Voor de meetposten te Ukkel en Berchem worden de overschrijdingen weergegeven in de figuren 4.28 en 4.29.

Aantal dagen met :

- uurwaarden hoger dan  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Nd\_1Hr > 180]
- uurwaarden hoger dan  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Nd\_1Hr > 240]
- maximale 8-uurwaarde hoger dan  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Nd\_8HrMax > 120]
- max. 8-uurwaarde >  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemiddeld over 3 jaar [Nd\_3Yr\_8HrMax > 120]

Tabel IV.17: **OZON - AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING in het GEWEST**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

JAAR	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 240	Nd_8HrMax > 120	Nd_3Yr_8HrMax > 120
1986	1	0	5	
1987	1	0	7	
1988	0	0	1	
1989	12	3	32	
1990	10	0	21	
1991	3	0	12	22
1992	6	0	16	16
1993	7	1	19	16
1994	13	2	32	22
1995	24	3	43	31
1996	2	0	18	31
1997	8	0	31	31
1998	4	0	17	22
1999	4	0	27	25
2000	1	0	14	19
2001	6	0	28	23
2002	2	0	14	19
2003	12	2	45	29
2004	4	0	22	27
2005	4	0	19	29
2006	9	1	36	26
2007	1	0	16	24
2008	2	1	23	25

Het hoogste aantal dagen met overschrijding voor de drempelwaarden van korte duur (uurwaarden) wordt opgetekend tijdens de warme en ozonrijke zomerperiodes van 1995, gevolgd door de zomerperiodes van 2003 en 2006.

Deze vaststelling is in overeenstemming met wat kan afgeleid worden uit de grafische voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling (zie verder), namelijk een frequente aanwezigheid van hogere O<sub>3</sub>-piekwaarden tijdens de warmere zomerperiodes.

Het hoogste aantal perioden met een langer durende blootstelling (8-uurwaarden) wordt ook tijdens de ozonrijke zomerperiodes opgetekend. Het verschil met het aantal overschrijdingsdagen van de andere kalenderjaren is evenwel minder uitgesproken dan bij de uurwaarden.

Volgens de richtlijn mag het aantal dagen met een maximale-8-uurwaarde voor ozon hoger dan 120 µg/m<sup>3</sup>, uitgemiddeld over drie jaren, niet meer dan 25 bedragen tegen het jaar 2010. Voor de individuele jaargangen met warmere zomerperiodes wordt dit aantal steeds overschreden, terwijl het aantal lager blijft dan 20 voor de jaargangen met een eerder middelmatige zomer. Gezien de licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie, is er nog geen zekerheid inzake de haalbaarheid van deze doelstelling vanaf het jaar 2010.

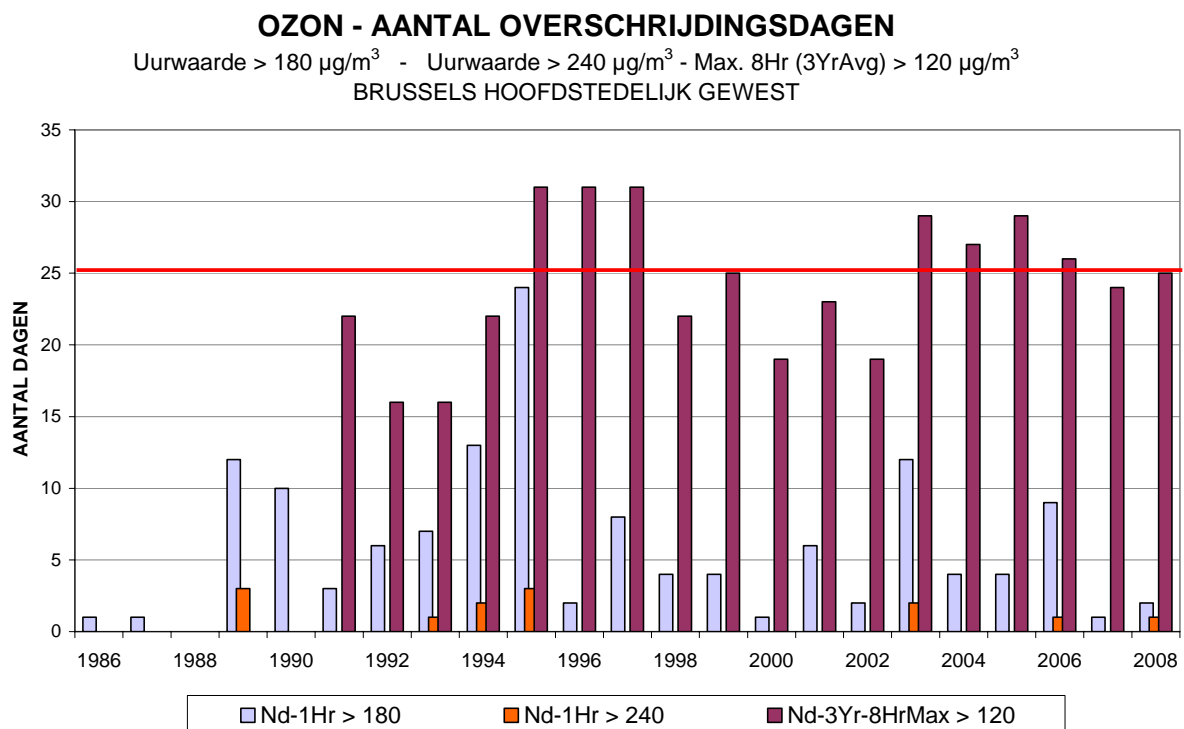


Fig. 4.27: Ozon - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen  
 Globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest  
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup>  
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup> (gemiddelde over 3 jaar)

### OZON te UKKEL - AANTAL Overschrijdingsdagen

Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup> - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 µg/m<sup>3</sup>

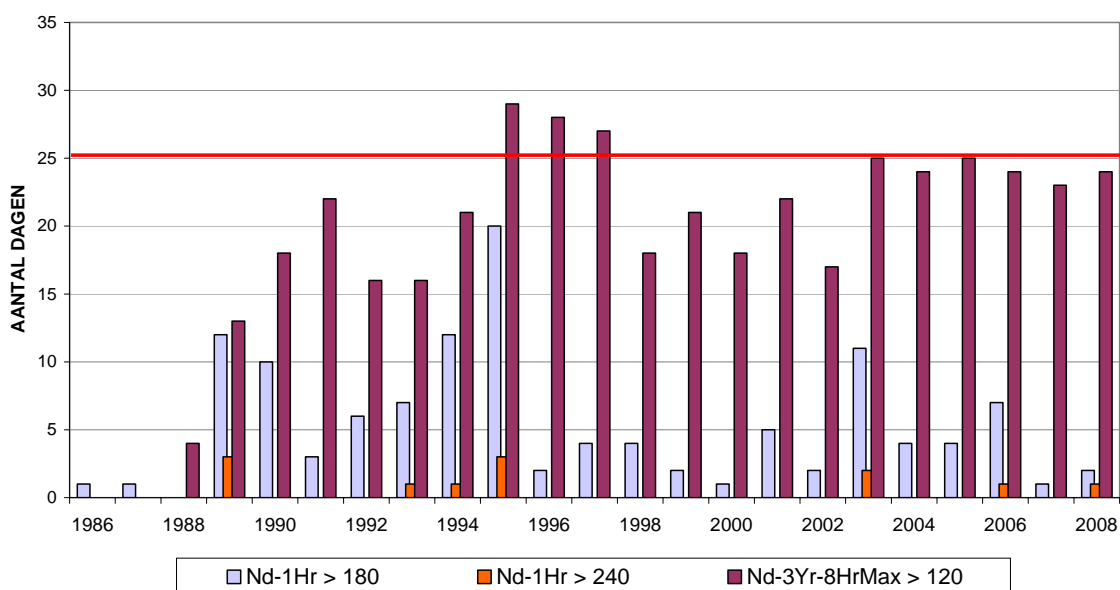


Fig. 4.28: Ozon te Ukkel - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen  
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup>  
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup> (gemiddelde over 3 jaar)

### OZON te BERCHEM - AANTAL Overschrijdingsdagen

Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup> - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 µg/m<sup>3</sup>

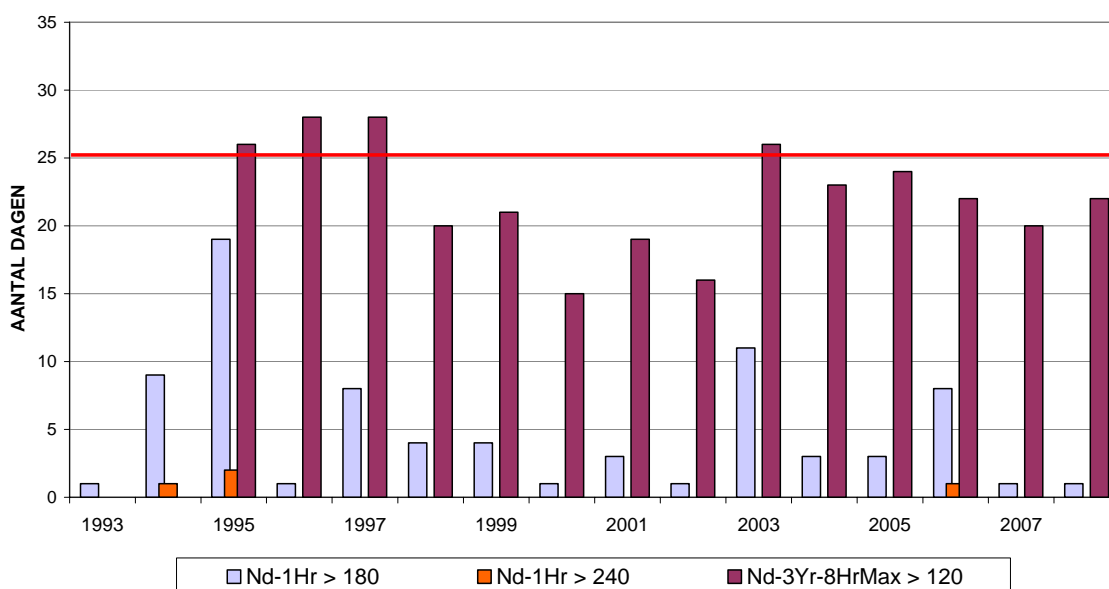


Fig. 4.29: Ozon te Berchem - Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen  
 Jaarperioden : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup> - Uurwaarde > 240 µg/m<sup>3</sup>  
 Maximale 8-uurwaarde > 120 µg/m<sup>3</sup> (gemiddelde over 3 jaar)

#### 4.2.4 Overschrijdingen van de O<sub>3</sub>-drempelwaarden volgens de vroegere richtlijn 1992/72/EG

Deze voormalige richtlijn is opgeheven met ingang van 9 september 2003. In tabel IV.18 wordt een beknopt overzicht gegeven van het aantal overschrijdingen volgens deze richtlijn.

Aantal dagen met :

- uurwaarden hoger dan 180 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_1Hr > 180]
- uurwaarden hoger dan 200 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_1Hr > 200]
- dagwaarde hoger dan 65 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_24Hr > 65]
- 8-uurwaarden hoger dan 110 µg/m<sup>3</sup> [Nd\_8Hr > 110]

Tabel IV.18: **OZON - AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING in het GEWEST**

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 200	Nd_24Hr > 65	Nd_8Hr > 110
1986	1	1	19	12
1987	1	1	15	12
1988	0	0	10	5
1989	12	7	41	40
1990	10	7	31	28
1991	3	1	17	14
1992	6	3	24	22
1993	7	4	24	22
1994	13	8	56	36
1995	24	12	57	45
1996	2	0	38	23
1997	8	1	51	33
1998	4	2	50	17
1999	4	0	79	35
2000	1	0	39	17
2001	6	2	60	30
2002	2	1	59	20
2003	12	6	91	51
2004	4	3	64	24
2005	4	2	49	23
2006	9	4	65	37
2007	1	0	52	23
2008	2	2	77	30

Overschrijdingen van de uurwaarde van 360 µg/m<sup>3</sup> werden tot heden nog nooit vastgesteld. Het hoogste aantal overschrijdingen, wijzend op een meer permanente blootstelling aan ozon, n.l. dagwaarden > 65 µg/m<sup>3</sup>, komen voor tijdens de zomerperiode van 2003 (91 dagen), gevolgd door 1999 (79 dagen) en 2008 (77 dagen). Gemiddeld gezien zijn er, vanaf het einde van de jaren '90, meer overschrijdingen dan tijdens de voorgaande periode.

Het hoogste aantal overschrijdingen van dit type komt niet noodzakelijk voor tijdens de ozonrijke zomerperiodes (zie 1994 en 1995). De licht stijgende tendens van de gemiddelde ozonconcentratie is in overeenstemming met de toename van het aantal dagen met een dagwaarde hoger dan  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozon.

Voor de jaarperiodes vanaf 1986 wordt in figuur 4.30 de historiek weergegeven van het aantal dagen met overschrijding van volgende drempelwaarden: uurwaarde hoger dan  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , een 8-uurwaarde hoger dan  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en een 24-uurwaarde hoger dan  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

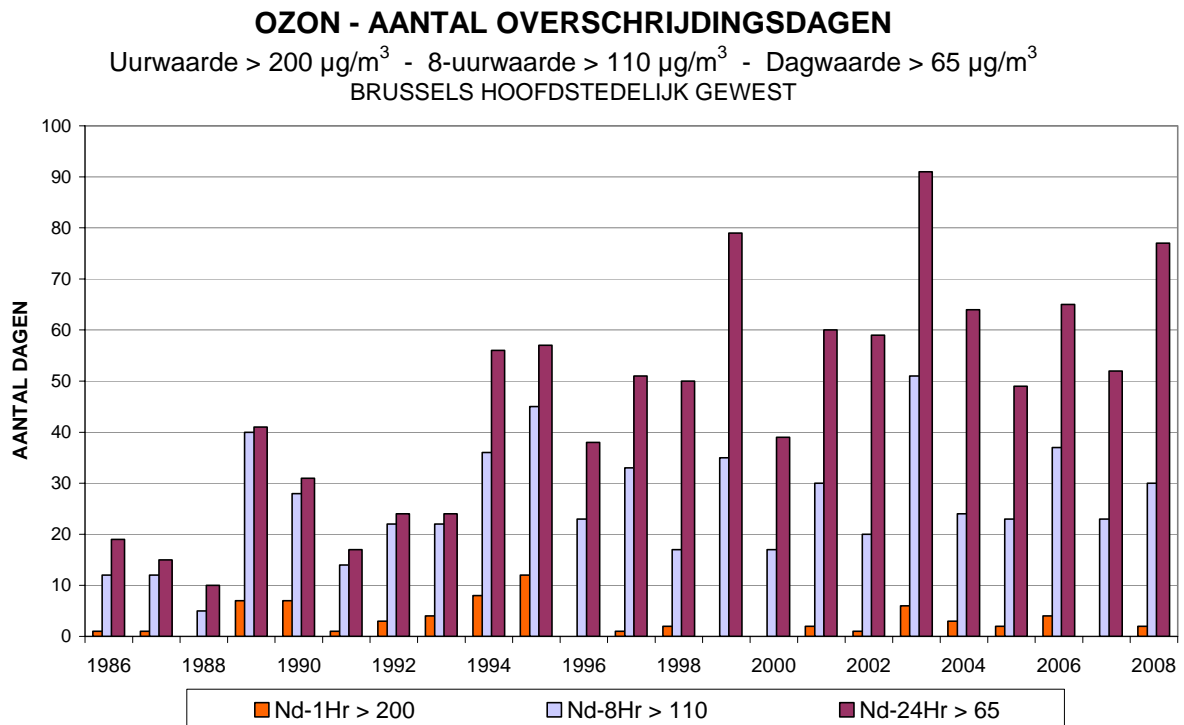


Fig. 4.30: Overzicht evolutie aantal overschrijdingsdagen – Richtlijn 1992/72/EG  
 Globaal voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest  
 Jaarperiodes : 1 januari – 31 december  
 Uurwaarde >  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 8-Uurwaarde >  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - Dagwaarde >  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

#### 4.2.5 Evolutie O<sub>3</sub>-waarden over langere termijn

In figuur 4.31 wordt de evolutie van de O<sub>3</sub>-vervuiling in de tijd weergegeven voor de periodes 1986 t/m 2008. De grafieken geven de voorstelling van de cumulatieve frequentieverdeling voor de jaarlijkse zomerperiodes ‘1 april – 30 september’. De resultaten voor de verschillende centielen zijn berekend op basis van de uurwaarden.

De grafiek bovenaan geeft de evolutie in de meetpost te Ukkel (R012), waar reeds sinds 1986 ozonmetingen uitgevoerd worden. In de evolutie van de waarden, meer bepaald hogere niveaus voor de hogere centielen (P70 t/m P98), vallen duidelijk de warmere zomerperiodes op van 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 en 2006. De grafiek onderaan geeft de evolutie weer in de meetpost te St.-Agatha-Berchem (B011), waar ozon vanaf 1993 wordt gemeten. De warme en ozonrijke zomerperiodes van 1994, 1995, 2003 en 2006 worden ook hier opgemerkt. Uit het aantal overschrijdingen van de drempelwaarden voor een korte blootstelling (uurwaarden - b.v. informatiedrempel), blijkt een vermindering van het aantal of van de intensiteit van de O<sub>3</sub>-piekwaarden.

Over de beschouwde periode is er een licht stijgende tendens waarneembaar van de gemiddelde ozonconcentratie. Mogelijk is dit een gevolg van de verminderde NO-uitstoot waardoor er minder NO aanwezig is om het ozon af te breken.

In figuur 4.32 wordt een vergelijking gemaakt van de niveaus van 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 tijdens de zomerperiode zijn beduidend hoger dan tijdens de winterperiode. De hoogste waarden worden waargenomen in de meetposten die afgeschermd zijn van de directe invloed van het verkeer, zoals Ukkel (R012) en St.-Ag.-Berchem (B011).

Een uitgebreide historiek met berekende resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling voor jaarperiodes, zomerperiodes (april – september) en winterperiodes (oktober – maart), wordt gegeven in de bijlagen B, C en D.

Figuur 4.33 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van de ozonconcentratie. De pollutierozen, een afbeelding van de gemiddelde ozonconcentratie per windsector, worden getekend met op de 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’. De concentraties zijn gemiddeld hoger tijdens de zomerperiode alsook op plaatsen die minder direct blootstaan aan de vervuiling van het verkeer. In het centrum van het Gewest en op plaatsen met een overaanbod aan NO wordt ozon vernietigd met lokale NO<sub>2</sub>-vorming tot gevolg. In de periferie en op plaatsen met weinig verkeer gaat de ozonvorming ongehinderd door en het weinige NO verdwijnt er nagenoeg volledig.



In figuur 4.34 wordt het gemiddeld weekverloop grafisch voorgesteld voor de meetpost te Ukkel. Per uurperiode worden de gemiddelde concentratie (AVG), de mediaan (P50) en de centielen P10 en P90 in grafiek uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag kan variëren. De grafiek bovenaan verwijst naar de winterperiode ‘oktober 2007 – maart 2008’ en de grafiek onderaan naar de zomerperiode ‘april – september 2008’. Tijdens de zomerperiode zijn de ozonconcentraties duidelijk hoger dan tijdens de winter. De variaties in het dagprofiel komen tijdens de zomer beter tot uiting en de waarden variëren over een breder concentratiegebied.

De grafieken in de figuren 4.35 en 4.36 geven, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en Molenbeek, het genormeerd weekpatroon weer voor de concentraties voor NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], uitgemiddeld over drie opeenvolgende zomerperiodes “april – september” 2006, 2007 en 2008. De normering op 1 wordt bekomen door de gemiddelde concentratie voor elke dag van de week te delen door de gemiddelde concentratie van de werkdagen. Op deze wijze bekomt men een waarde ongeveer gelijk aan één voor de werkdagen. De procentuele afname (NO, NO<sub>2</sub>) of toename (O<sub>3</sub>) van de concentratie tijdens het weekeinde kan eenvoudig afgelezen worden. Voor de meetposten te Ukkel en Molenbeek nemen de gemiddelde O<sub>3</sub>-concentraties toe met respectievelijk 10 en 15% op zaterdag en met 20 en 30% op zondag.

In figuur 4.37 wordt het gemiddeld O<sub>3</sub>-dagverloop, berekend voor de selectie ‘alle dagen’ tijdens de periode ‘mei – augustus’, weergegeven. De situatie in 3 verschillende meetposten wordt vergeleken. De meetposten te Ukkel en Berchem zijn afgeschermd van de directe invloed van het verkeer en vertonen het hoogste dagprofiel. In de omgeving van de meetpost te Haren is er heel wat verkeer en het aanwezige NO zorgt voor de afbraak van een gedeelte van het ozon. Het ozondagprofiel te Haren is dan ook lager dan op beide andere meetposten. De grafiek bovenaan verwijst naar de ozonrijke zomerperiode van 2003 en de grafiek onderaan naar de meer gematigde zomerperiode van 2006. Tijdens de ozonrijke zomerperiode van 2003 wordt een hoger dagprofiel vastgesteld dan tijdens de zomerperiode van 2006.

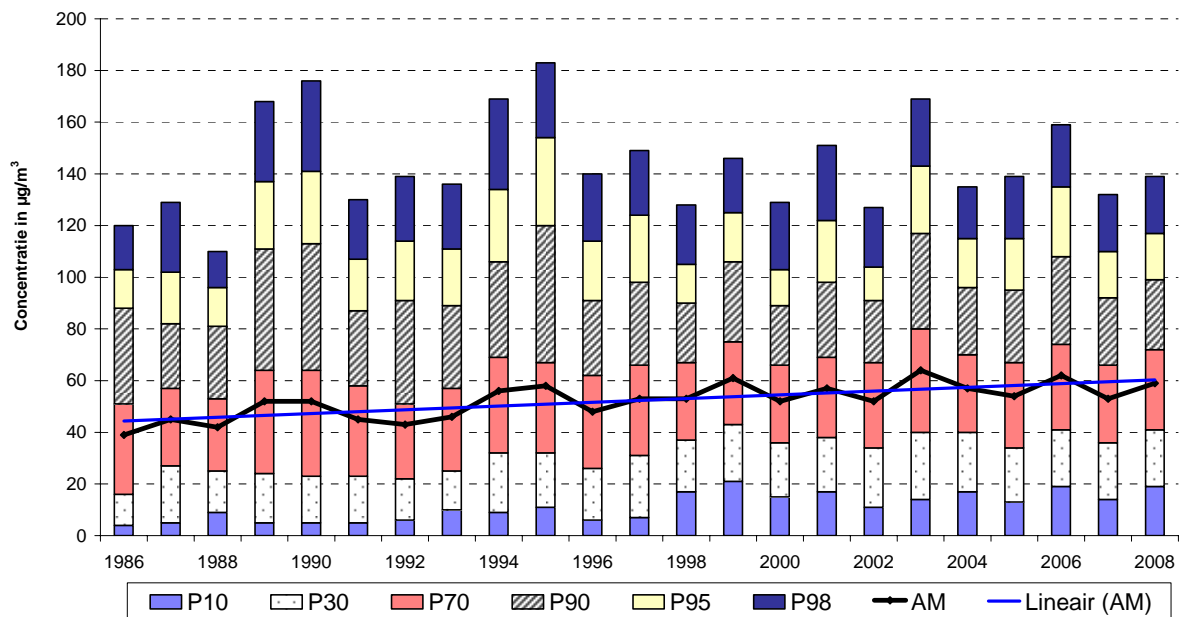
In figuur 4.38 wordt het gemiddeld dagverloop weergegeven voor NO<sub>2</sub> en voor de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. De resultaten hebben betrekking op dezelfde drie meetposten en op de selectie ‘alle dagen’ van de periode ‘mei-augustus’ 2006. Het NO<sub>2</sub>-dagverloop vertoont een complementair beeld aan het O<sub>3</sub>-dagverloop. Het hoogste NO<sub>2</sub>-dagprofiel wordt opgetekend in de meetpost te Haren: een gedeelte van het surplus aan NO (verkeer) wordt geoxideerd tot NO<sub>2</sub>. Het complementaire karakter van beide dagprofielen blijkt overduidelijk uit de grafiek onderaan met het gemiddeld dagverloop voor [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>].

De grafieken in figuur 4.39 geven, respectievelijk voor de meetposten te Ukkel en te Haren, het O<sub>3</sub>-dagverloop weer tijdens de zomerperiode 'april – september 2006'. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de situatie op werkdagen en op niet-werkdagen.

De O<sub>3</sub>-concentraties zijn gemiddeld hogere op niet-werkdagen (zaterdag, zon- en feestdagen) en gemiddeld lager op werkdagen. De verschillen van de O<sub>3</sub>-niveaus tussen beide types dagen zijn groter op meetplaatsen in de nabijheid van het verkeer (Haren). Dit verschil tussen de situatie op werkdagen en niet-werkdagen wordt elk jaar opnieuw vastgesteld (zie BIM-rapporten over de luchtkwaliteit tijdens de zomerperiode: 1994 t/m 2008). Op werkdagen is er meer verkeer en door de grotere beschikbaarheid van NO wordt er meer ozon vernietigd. Tijdens het weekend en op feestdagen is er globaal minder verkeer. Door de geringere aanwezigheid van NO wordt er minder ozon afgebroken.

In figuur 4.40 wordt het gemiddeld dagverloop weergegeven voor de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], uitgedrukt in equivalente hoeveelheden ozon. Het complementair gedrag van de dagprofielen voor O<sub>3</sub> en NO<sub>2</sub> blijkt opnieuw zeer duidelijk, tussen meetposten onderling, maar ook tussen werkdagen en niet-werkdagen. Deze complementariteit tussen ozon en NO<sub>2</sub> blijkt elk jaar opnieuw, met lagere NO<sub>2</sub>-waarden op de niet-werkdagen en hogere NO<sub>2</sub>-waarden op werkdagen. De som van de O<sub>3</sub>- en NO<sub>2</sub>-concentraties en het dagprofiel ervan is nagenoeg identiek op alle meetplaatsen van het Gewest.

**OZON te UKKEL (R012) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 Zomerperiode "APRIL - SEPTEMBER"



**OZON te St.-Ag.-BERCHEM (B011) - EVOLUTIE in de TIJD**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
 Zomerperiode "APRIL - SEPTEMBER"

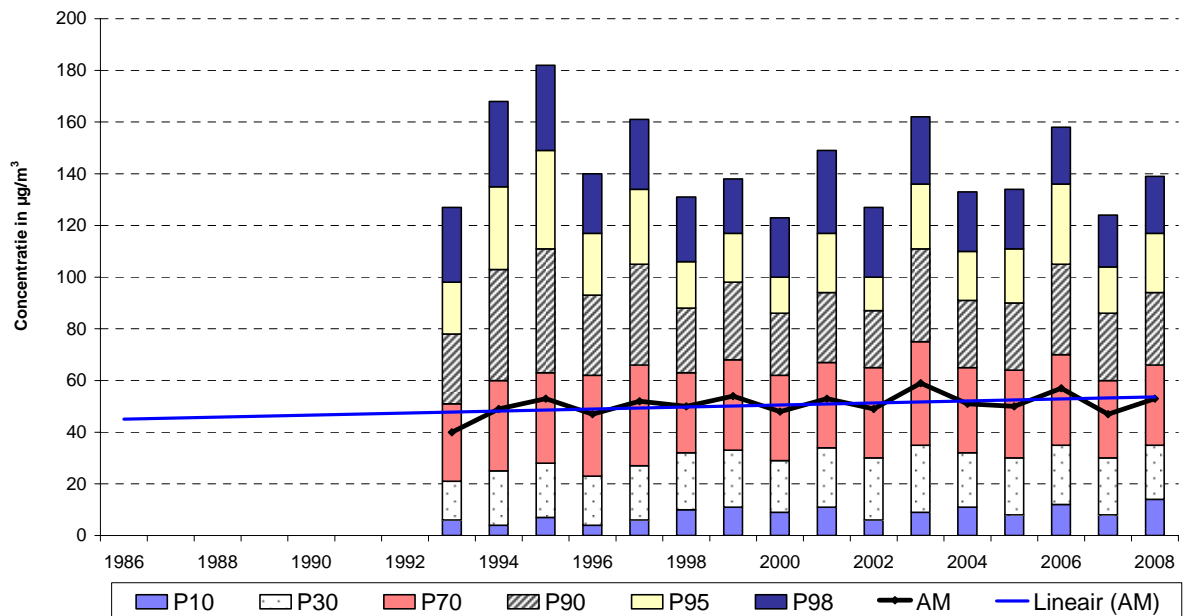
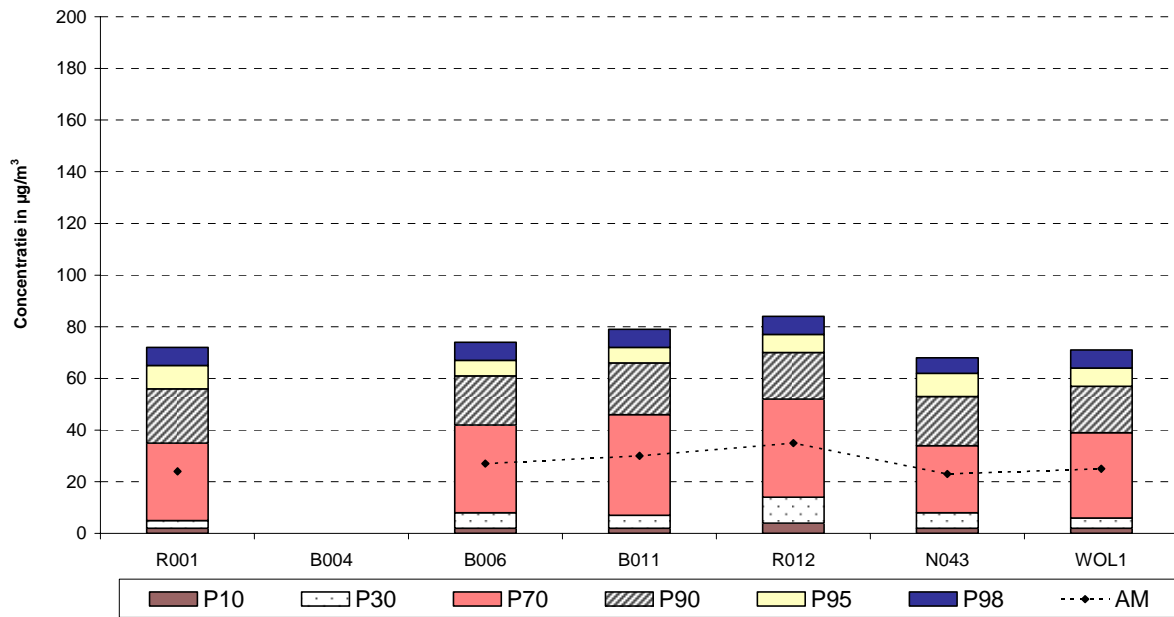


Fig. 4.31 : Evolutive O<sub>3</sub>-concentratie te Ukkel (R012) en Berchem (B011)  
 Zomerperiodes 1986 – 2008

**O<sub>3</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**WINTERPERIODE "OKTOBER 2007 - MAART 2008"**



**O<sub>3</sub> - VERGELIJKING MEETPOSTEN**  
**CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING - UURWAARDEN**  
**ZOMERPERIODE "APRIL - SEPTEMBER 2008"**

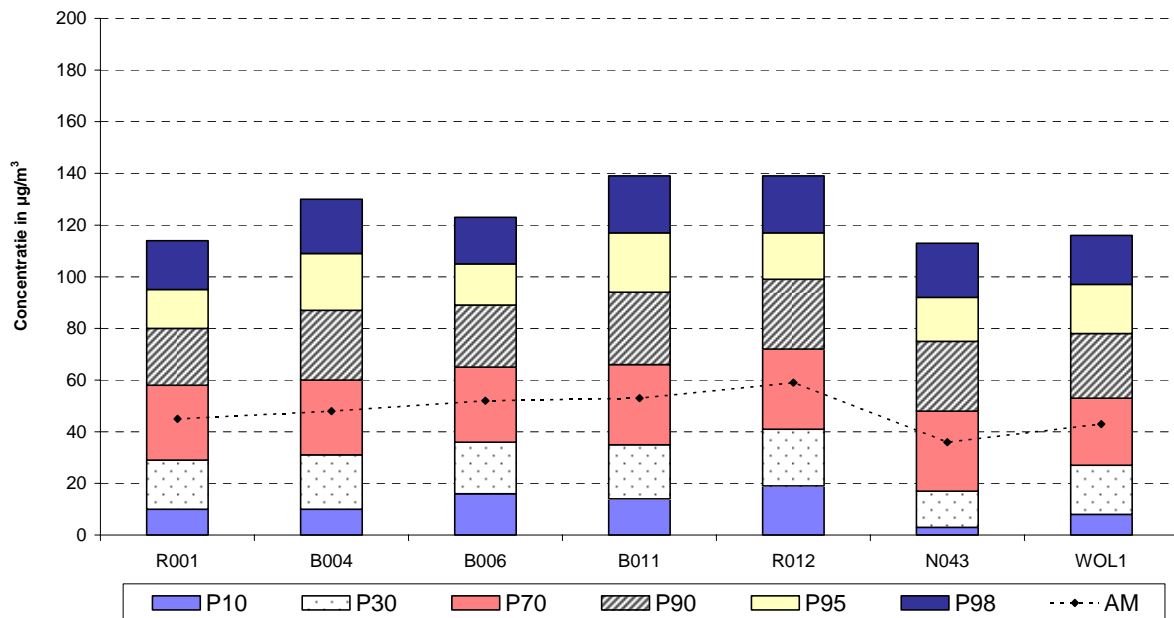


Fig. 4.32: Vergelijking van de O<sub>3</sub>-concentraties in de verschillende meetposten Winterperiode 'oktober 2007 – maart 2008' en Zomerperiode 'april – september 2008'

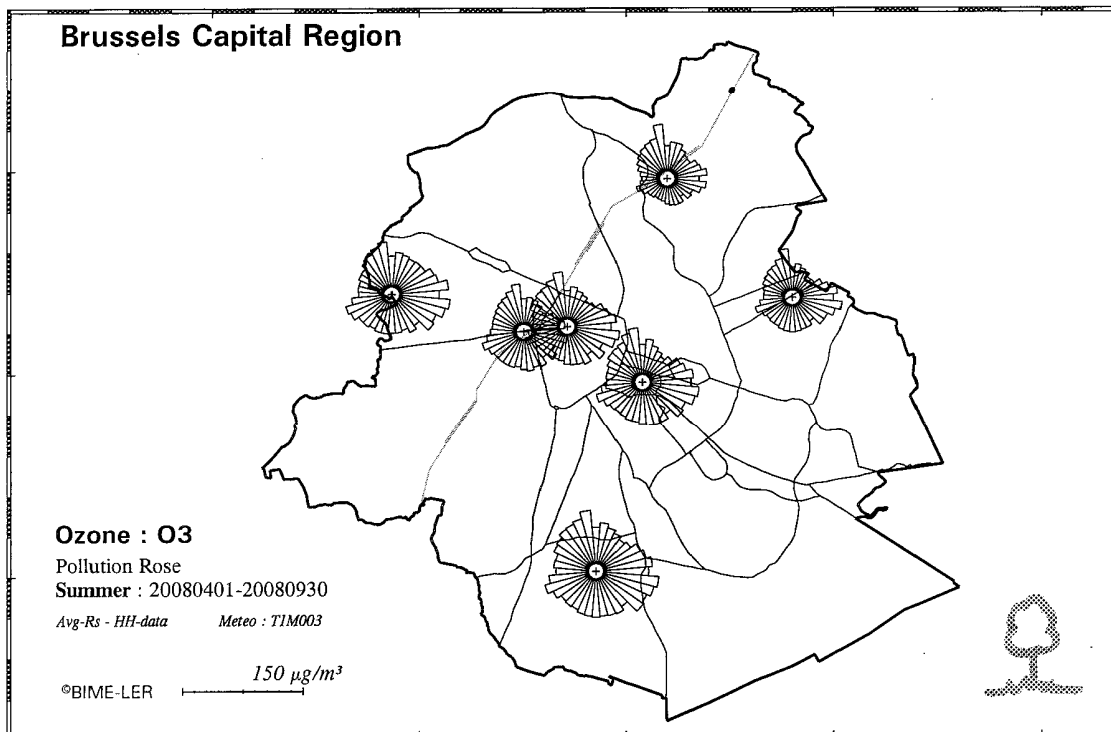
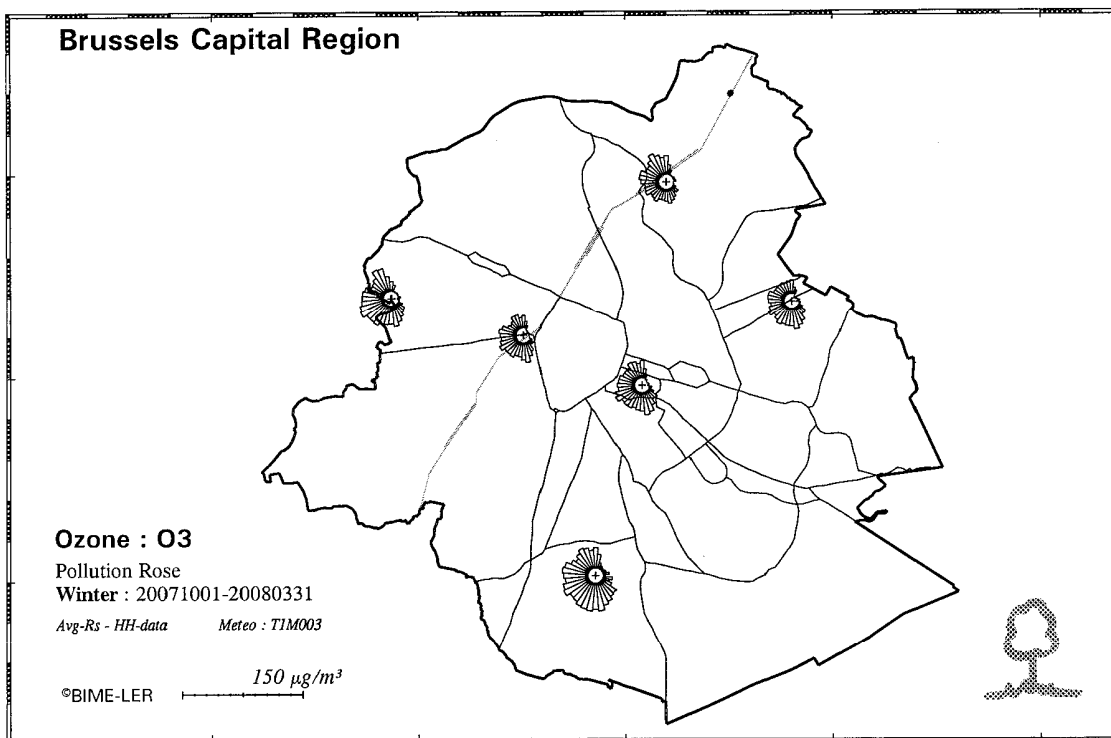
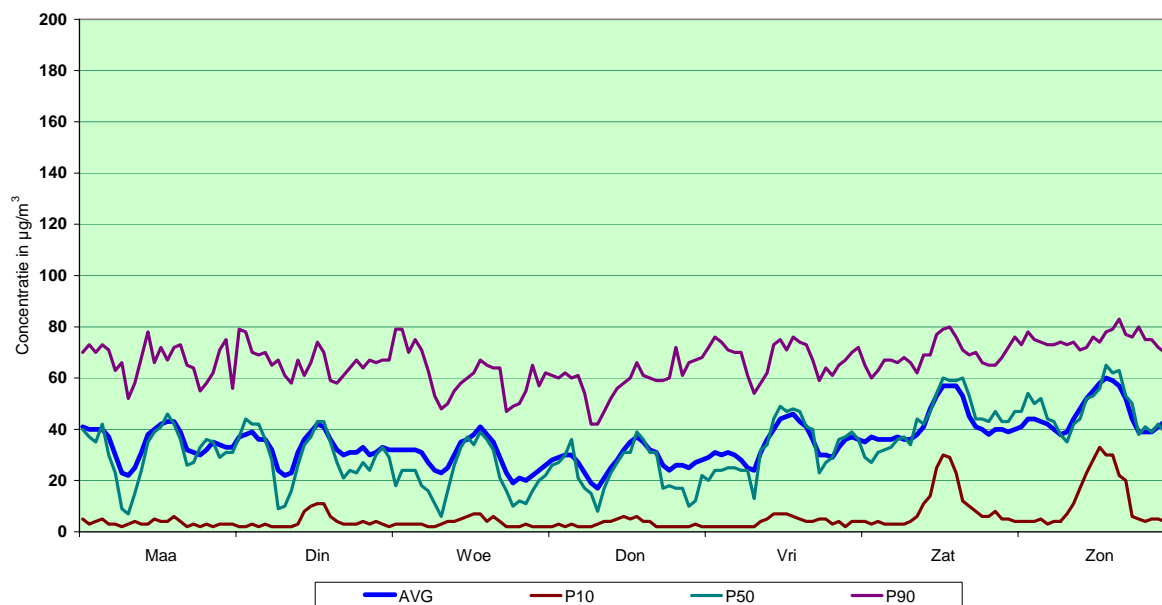


Fig. 4.33: Pollutierozen - Ruimtelijke spreiding O<sub>3</sub>-concentraties tijdens winter en zomer

**O<sub>3</sub> te UKKEL (R012)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 WINTERPERIODE : OKTOBER 2007 - MAART 2008



**O<sub>3</sub> te UKKEL (R012)**  
 GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN  
 ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2008

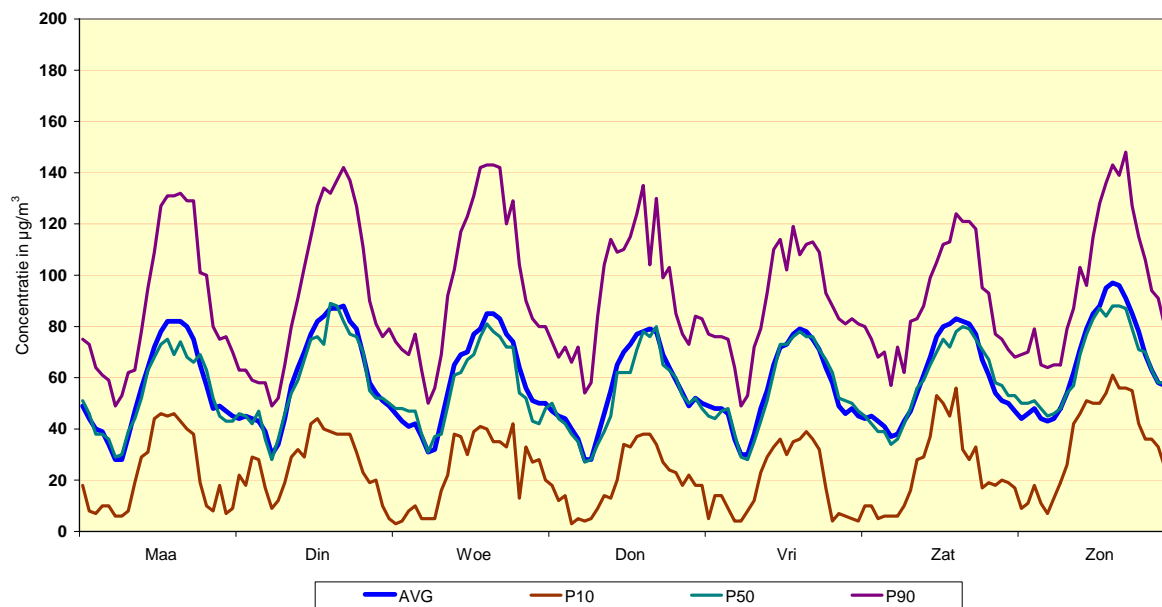


Fig. 4.34: Meetpost te Ukkel – Gemiddeld weekverloop O<sub>3</sub>-concentratie tijdens winter en zomer  
 Gemiddelde concentratie (AVG), P10, mediaan (P50) en P90

**R012 - Week Pattern for NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and [NO<sub>2</sub>+O<sub>3</sub>]**  
 Period : Average Summer "April-September" (2006 - 2007 - 2008)

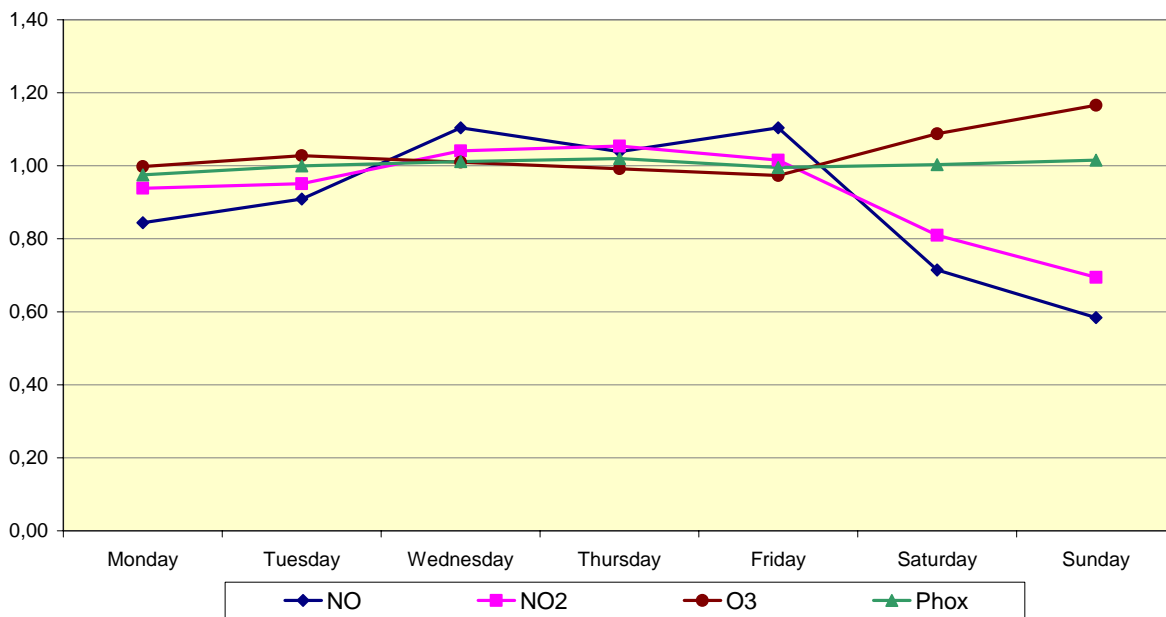


Fig. 4.35: Meetpost te Ukkel – Genormeerd weekpatroon voor NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], over drie opeenvolgende zomerperiodes 'april – september' 2006, 2007 en 2008

**R001 - Week Pattern for NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and [NO<sub>2</sub>+O<sub>3</sub>]**  
 Period : Average Summer "April-September" (2006 - 2007 - 2008)

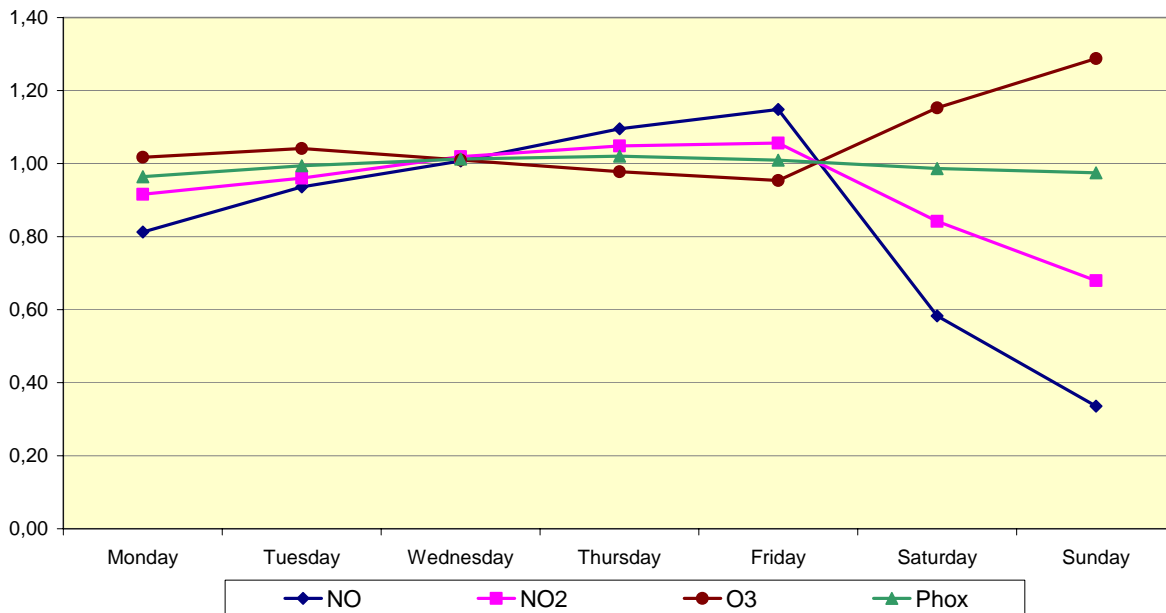


Fig. 4.36: Meetpost te Molenbeek – Genormeerd weekpatroon voor NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>], over drie opeenvolgende zomerperiodes 'april – september' 2006, 2007 en 2008

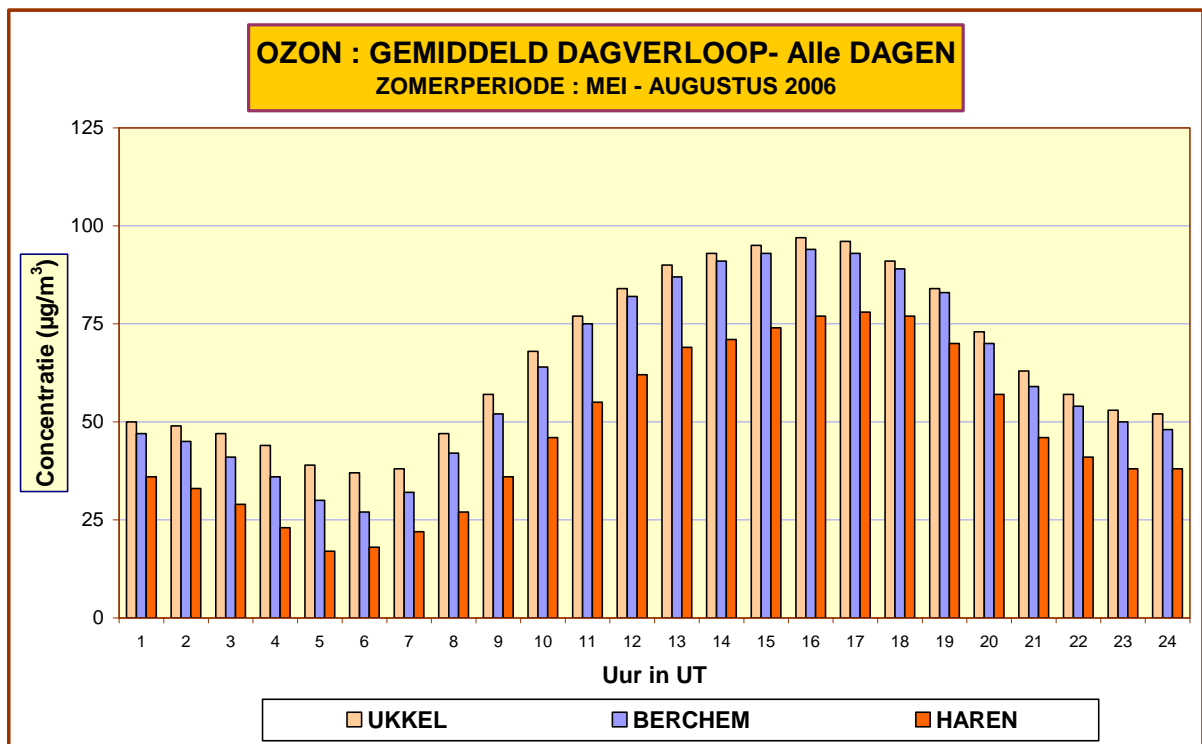
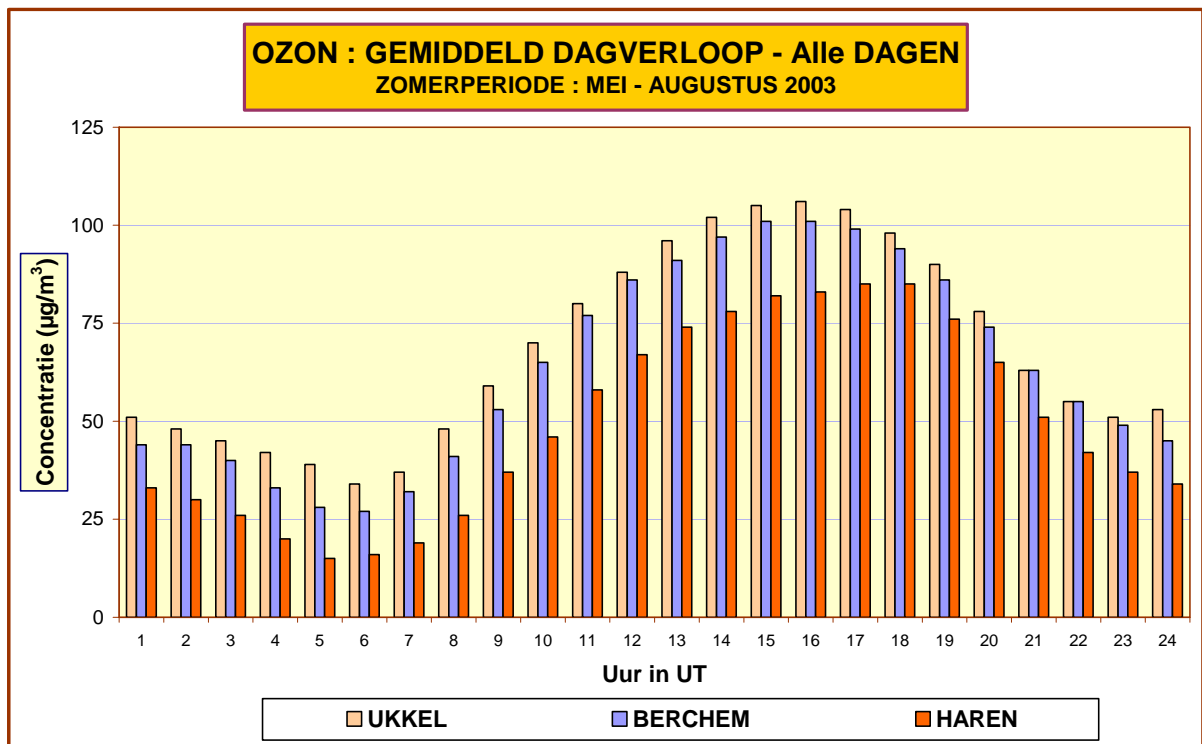


Fig. 4.37: Ozon – Vergelijking van het gemiddeld dagverloop (*alle dagen*) tussen 3 meetposten Periode 'mei – augustus' 2003 en 2006



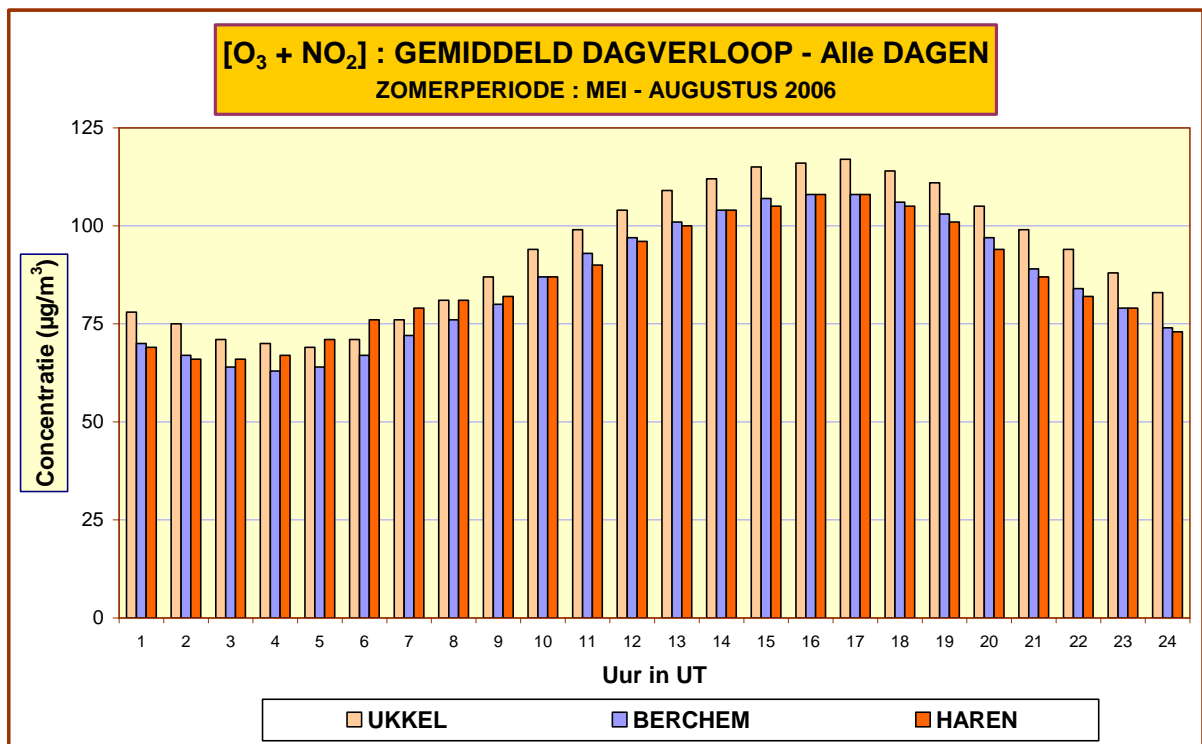
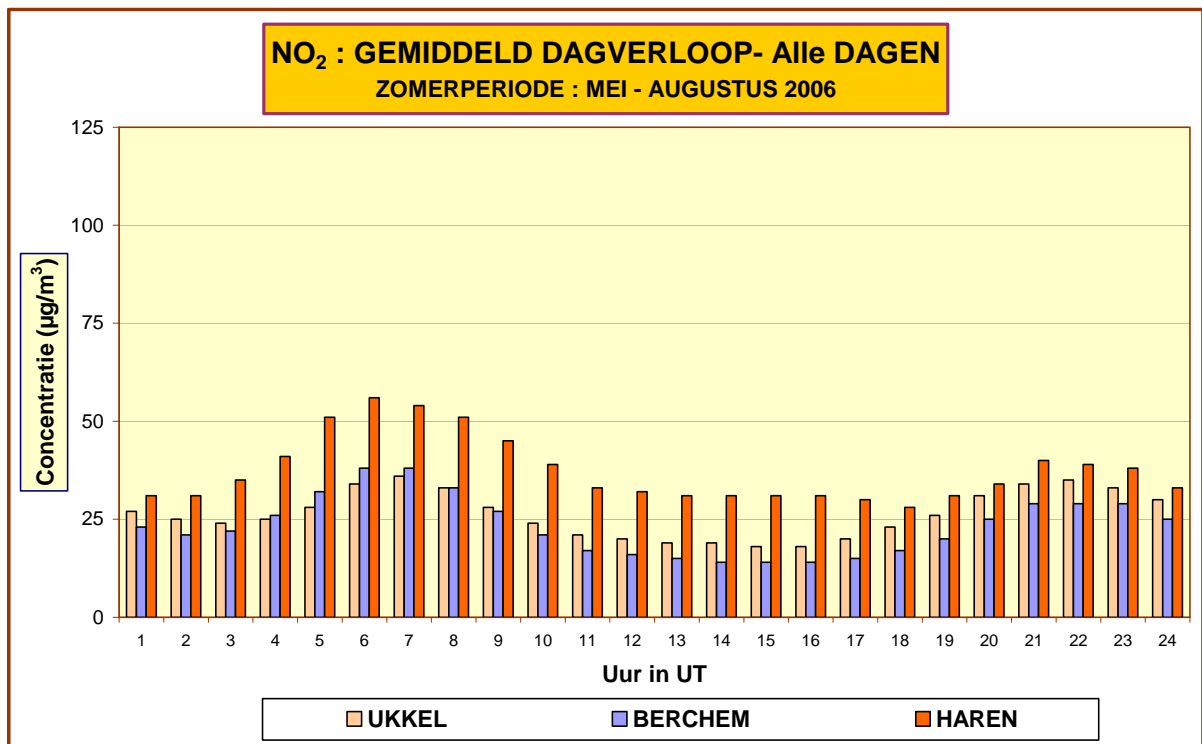
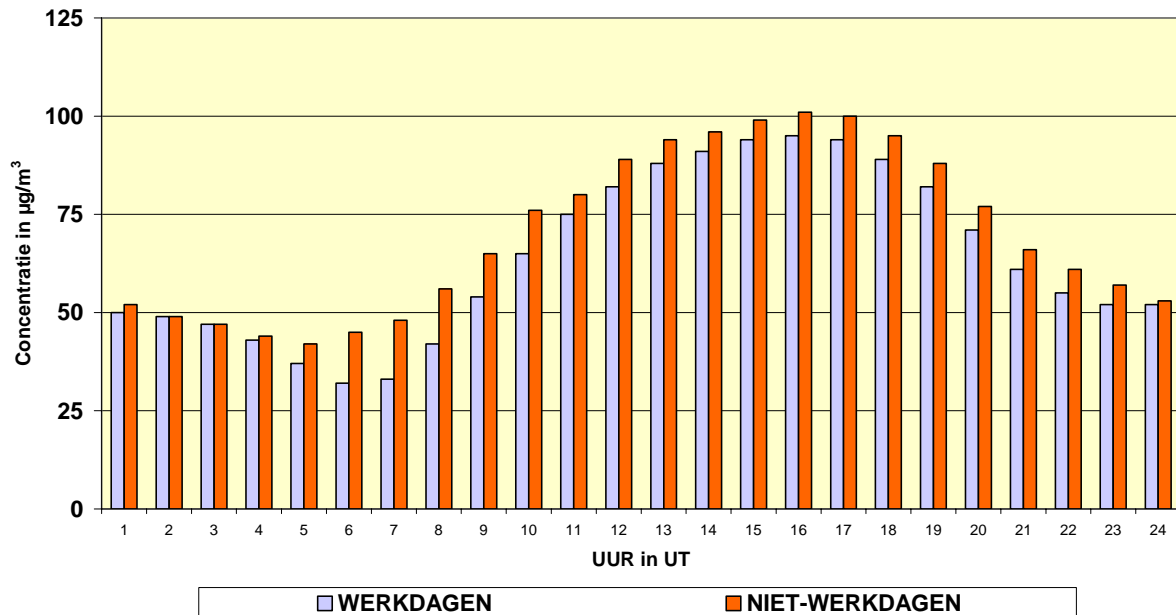


Fig. 4.38: Gemiddeld dagverloop NO<sub>2</sub> en van de som van [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>]  
Vergelijking tussen 3 meetposten – Periode 'mei – augustus 2006'

**OZON - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN**  
 ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006



**OZON - HAREN - GEMIDDELD DAGVERLOOP**  
**WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN**  
 ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006

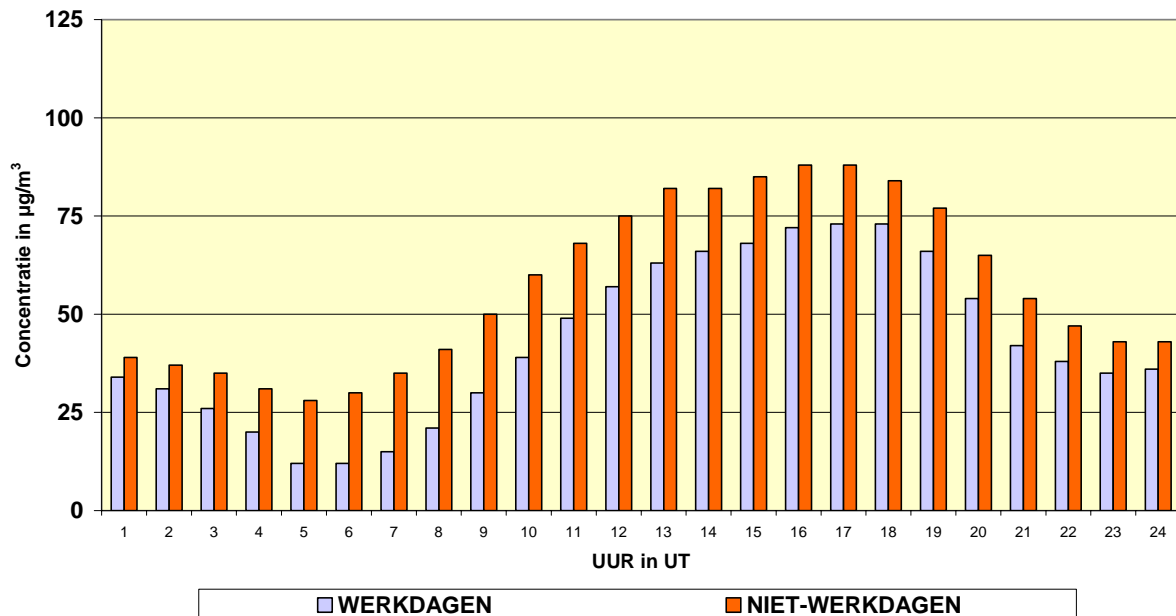
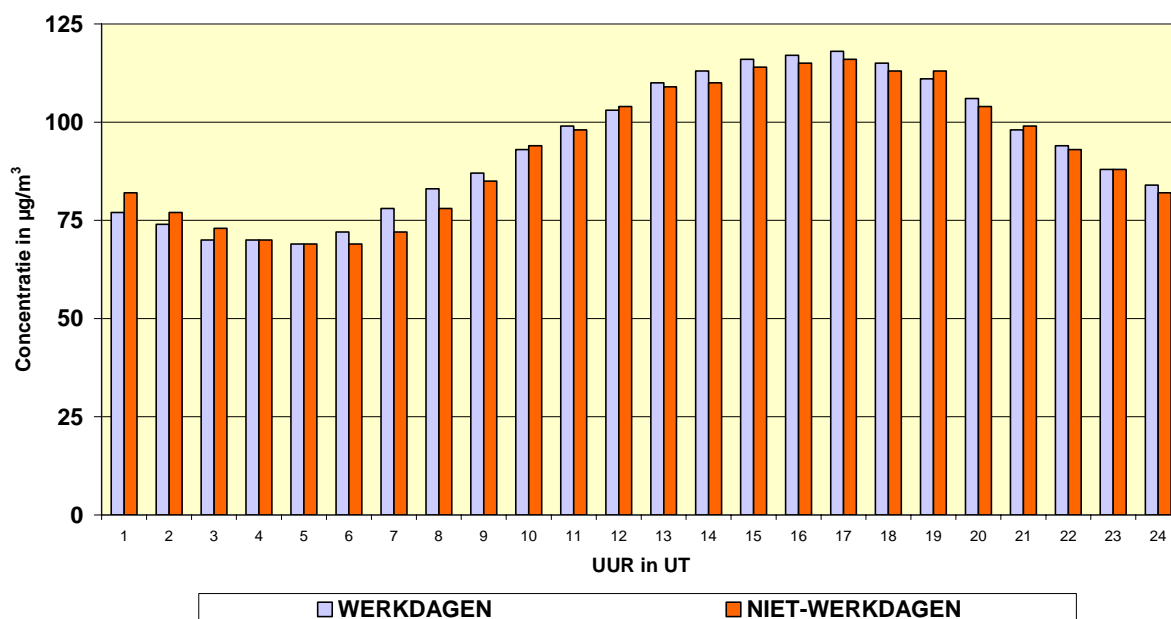


Fig. 4.39: Ozon – Vergelijking gemiddeld dagverloop op werkdagen en niet-werkdagen Meetposten te Ukkel en Haren (verkeer) – Periode ‘mei – augustus 2006’

### [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - UKKEL - GEMIDDELD DAGVERLOOP

WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006



### [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] - HAREN - GEMIDDELD DAGVERLOOP

WERKDAGEN EN NIET-WERKDAGEN

ZOMERPERIODE : MEI - AUGUSTUS 2006

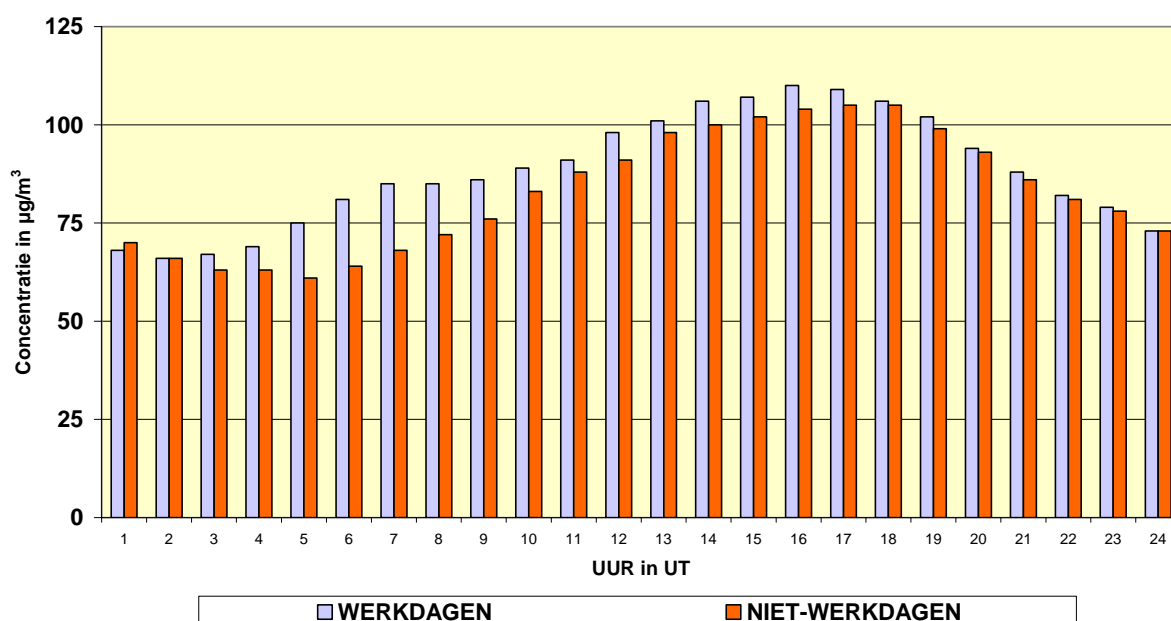


Fig. 4.40 [O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>] – Vergelijking gemiddeld dagverloop op *werkdagen* en *niet-werkdagen* Meetposten te Ukkel en Haren – Periode ‘mei – augustus 2006’

#### 4.2.6 Rendement en nauwkeurigheid van de ozonmetingen

In tabel IV.19 hierna wordt een overzicht gegeven van de rendementen (%-opbrengst) van de O<sub>3</sub>-meetgegevens. De nauwkeurigheid van de O<sub>3</sub>-resultaten wordt vastgesteld bij de 6-maandelijkse controletesten t.o.v. de primaire standaard op de ijkbank. Daaruit blijkt dat een absolute nauwkeurigheid bereikt kan worden van ca. 4%.

Tabel IV.19: **O<sub>3</sub>-uurwaarden : Rendement Meetgegevens**

%-opbrengst = aantal gevalideerde uurwaarden / totaal aantal uurperiodes

JAARPERIODE : 1 JANUARI – 31 DECEMBER

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					60.9		
1987					61.4		
1988					78.1		
1989					83.9		
1990					59.4		
1991					75.1		
1992					85.3		
1993				89.9	88.6		
1994				83.9	83.9		(51.4)
1995				84.3	80.4		55.8
1996				82.3	84.5		85.0
1997	(23.3)			80.9	84.0		87.6
1998	89.8			89.5	92.0	44.6	90.0
1999	91.5			89.5	93.8	94.6	87.4
2000	92.7	(5.8)		89.6	92.6	88.5	91.8
2001	93.9	94.7	(28.2)	92.5	90.7	95.4	(24.6)
2002	95.5	93.8	94.6	94.8	94.6	95.8	89.7
2003	93.5	96.7	96.1	96.6	94.1	91.6	91.8
2004	95.6	97.3	96.6	96.3	96.2	94.5	93.0
2005	95.8	96.6	96.9	96.8	95.9	87.9	93.3
2006	96.3	(16.2)	97.1	94.9	96.1	96.1	91.7
2007	96.6	--	90.7	96.5	97.1	94.5	94.9
2008	96.8	77.1	96.9	94.7	96.9	95.2	93.4

( ): reeks gegevens onvolledig – (her)opstarten van de metingen