

Metingen Luchtkwaliteit in de Leopold II tunnel

In uitvoering van het Besluit van 22 december 1994 van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering, betreffende de luchtkwaliteit in de wegtunnels, aangevuld met de omzendbrief van 9 januari 1997 aangaande de toepassing van voormeld besluit, werden in de loop van het jaar 2002 twee nieuwe permanente meetposten opgericht in de Leopold II tunnel, één in elke richting.

Het besluit over de luchtkwaliteit in wegtunnels legt de verplichting op om de luchtkwaliteit in tunnels op een meer systematische wijze (permanent) te volgen en de opgelegde grenswaarden zo goed mogelijk te laten respecteren. Dit besluit is een ver gevolg van de resultaten die bekomen werden bij enkele kortstondige meetcampagnes (telkens ongeveer één week) in diverse tunnels, destijds uitgevoerd door de diensten van het Nationale Ministerie van Volksgezondheid (1989-1992), meer bepaald door de afdeling “Lucht” van het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (1, 2, 3 en 4).

De nieuwe meetposten werden door het Bestuur Uitrusting en Vervoer (BUV) opgericht op basis van een bijzonder bestek, dat opgesteld werd in gemeenschappelijk overleg tussen de “Directie Bijzondere Technieken” van het BUV enerzijds en het Laboratorium voor Analyse en Onderzoek (LAO) van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM) anderzijds.

Beide meetposten zijn sedert december 2002 operationeel en zijn uitgerust met continue meetapparatuur voor de detectie van stikstofmonoxide (NO), stikstofdioxide (NO₂) en koolmonoxide (CO). Het LAO staat in voor de dagelijkse opvolging van de resultaten en voor de regelmatige controle en ijking van de meetapparatuur.

Het datasysteem van beide meetposten is verbonden met het centrale beheerssysteem van het Telemetrisch Meetnet ter controle van de kwaliteit van de omgevingslucht in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Dit meetnet wordt beheerd door het LAO. De resultaten van de vorige jaarperiodes werden reeds eerder gerapporteerd (5, 6).

1. *Luchtverontreinigingsmetingen in de Brusselse tunnels aansluitend op de invalswegen naar het centrum van de stad (IHE - mei 1989).*
2. *Luchtverontreinigingsmetingen in verkeerstunnels. Een evaluatie van de verkeersemisies aan de hand van de koolstofbalans (IHE - juli 1990).*
3. *Studie van de Luchtkwaliteit in twee autowegtunnels die aansluiten op de Antwerpse Ring (IHE - oktober 1991).*
4. *Studie van de Luchtkwaliteit in enkele verkeerstunnels te Brussel (IHE - maart 1992).*
5. *Metingen Luchtkwaliteit in de Leopold II tunnel. Periode “December 2002 – Maart 2004” (BIM-LAO - april 2004).*
6. *Metingen Luchtkwaliteit in de Leopold II tunnel. Periode “Januari 2004 – Maart 2005” (BIM-LAO – mei 2005).*

1. Meetposten

Eén van de meetposten, met codenaam 41LEC1, bevindt zich in het tunnelsegment richting centrum. Het aanzuigpunt van de lucht bevindt zich op enkele honderden meter van het einde van de tunnel, ter hoogte van de hulppost 111. Op deze plaats is er een grote kans op filevorming tijdens de ochtendspits.

De apparatuur werd opgesteld in een technisch lokaal aanpalend aan het tunnelsegment. Het was de bedoeling om de vervuiling van de meetapparatuur door roetdeeltjes zoveel mogelijk te voorkomen en de kans op technische defecten (kortsluiting) te beperken. De apparatuur bevindt zich bovendien in een gesloten kast met temperatuurregeling (koeling/verwarming).

De apparatuur van de andere meetpost, met codenaam 41LEB2, bevindt zich in één van de technische lokalen van het Simoniscomplex. Het aanzuigpunt bevindt zich in het tunnelsegment, richting Basiliek (Koekelberg). Dit meetpunt bevindt zich op meerdere honderden meters van het einde van de tunnel. Gezien de aanwezigheid van verkeerslichten aan het einde van de tunnel kunnen de gevolgen van de filevorming zich tot op deze plaats laten gevoelen, b.v. tijdens een drukke avondspits.

In beide meetposten wordt lucht vanuit de tunnel aangezogen via een teflonleiding van ca. 1 inch diameter. In de meetkast bevindt zich een verdeelsysteem (manifold) waarop meerdere apparaten kunnen aangesloten worden. Op de vertakkingen van het verdeelsysteem zijn filterhouders uit teflon gemonteerd met interne teflonmembraanfilter. De aangezogen lucht gaat vervolgens via soepele teflonleidingen (1/4 inch of 6 mm) naar de ingang van de meettoestellen. Op deze wijze wordt getracht om de inwendige vervuiling van de aanzuigleiding en van de meettoestellen (kleppen, detectiekamer, leidingen, ...) tot een minimum te beperken. De teflonmembraanfilters dienen regelmatig vervangen te worden; de frequentie hiervan is afhankelijk van de totale lading op de filter.

2. Meetprogramma

De meetposten zijn uitgerust met continue meetapparatuur voor de detectie van stikstofoxiden (NO en NO₂) en koolmonoxide (CO).

Hierna volgen het type toestel en het bijhorende detectieprincipe:

NO _x	NO _x -API 200	chemiluminescentie
CO	CO-API 300	gasfiltercorrelatie-IR-absorptie (GFIR)

De apparatuur werd eerst gedurende enkele maanden (juni – september 2002) grondig uitgetest in het laboratorium van het LAO, dat de gemeenschappelijke ijkbank van de drie gewesten huisvest. Bij deze testen werd vooral aandacht besteed aan de lineariteit, de stabiliteit, de reproduceerbaarheid en de nauwkeurigheid van de meettoestellen. Er werd in het bijzonder aandacht besteed aan de nauwkeurige detectie van een hoeveelheid NO₂ van enkele honderden µg/m³ in aanwezigheid van enkele duizenden µg/m³ NO.

Er werd bovendien gestreefd naar een ideale technische afstelling van de apparaten zodat, in overeenstemming met de opgelegde specificaties, een optimaal compromis bekomen werd tussen enerzijds een voldoende grote nauwkeurigheid en anderzijds een voldoende hoge responsnelheid van het detectiesignaal.

Na de testperiode in het labo werden de meettoestellen ingebouwd in de nieuwe meetposten, te samen met de bijhorende testapparatuur en de lokale computer. Beide meetposten waren vanaf december 2002 volledig operationeel. Met de bijhorende testapparatuur wordt op regelmatige basis een interne (intern aan de meetpost) ZERO en SPAN controletest uitgevoerd.

De datasystemen van beide meetposten zijn aangesloten op het centrale beheerssysteem van het telemetrisch meetnet ter controle van de luchtkwaliteit (Brussels Hoofdstedelijk Gewest). De meetposten worden op analoge wijze opgevolgd zoals de meetposten voor de controle van de kwaliteit van de omgevingslucht, die zich bovengronds bevinden: repatriëring van de meetwaarden om het uur, uitvoeren van regelmatige Zero- en Spantesten (interne controle om de 2 of 3 dagen), overdracht van de halfuursgegevens naar de databank voor “immissiegegevens lucht” van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, etc... . Tijdens de eerste jaarperiode werden de meettoestellen bovendien om de drie maanden ter plaatse gecontroleerd met behulp van externe ijkstandaarden. Vanaf de tweede jaarperiode gebeurt deze bijkomende controle om de zes maanden.

Met het oog op de controle van het naleven van de opgelegde grenswaarden, worden in de meetposten van de tunnel ook de minuutgemiddelden en de voortschrijdende 20-minuutsgemiddelden bewaard en overgeheveld naar het centrale beheerssysteem. Het voortschrijdend 20-minuutsgemiddelde is het gemiddelde over de laatste 20 minuten, dat elke minuut opnieuw wordt berekend.

Op jaarbasis worden voor de beide meetposten heel wat gegevens bewaard. In beide posten is een CO- en een NO_x-apparaat opgesteld. Per meetpost worden resultaten gemeten voor 4 parameters: CO, NO, NO₂ en NO_x. Dit betekent in totaal 8 parameterreeksen, waarvoor op jaarbasis (365 dagen) 140.160 halfuurswaarden worden bewaard.

Voor ieder van de 8 gemeten parameters worden ook twee reeksen minuutwaarden bewaard: de minuutgemiddelden en de voortschrijdende 20-minuutsgemiddelden. Voor een volledige jaarperiode (365 dagen) betekent dit 8.409.600 te bewaren minuutwaarden.

Tabel I: aantal POLLUTIEPARAMETERS, aantal HALFUURSWAARDEN en MINUUTWAARDEN in de tunnel

Jaar	Parameters Halfuurswaarden	Halfuurswaarden	Parameters Minuutwaarden	Minuutwaarden
2003	8	140.160	8 * 2	8.409.600
2004	8	140.544	8 * 2	8.432.640
2004	8	140.160	8 * 2	8.409.600

3. Reglementering

Het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering (22 december 1994), betreffende de luchtkwaliteit in wegtunnels, vermeldt grenswaarden voor CO en NO₂ die niet mogen overschreden worden:

- Voor koolmonoxide (CO):
 - o 100 ppm gemiddeld voor de monsterneming en de analysetoestellen in de beschouwde tunnel, voor een maximumblootstelling van een half uur
- Voor stikstofdioxide (NO₂):
 - o 1.000 µg/m³ (microgram per kubieke meter) voor een maximum blootstelling van 20 minuten
 - o 400 µg/m³ (microgram per kubieke meter) voor een blootstelling van één uur
 - o een lineaire variatie tussen de twee hierboven vermelde waarden voor een blootstelling van 20 minuten tot één uur

Hoewel ze gebaseerd zijn op de richtwaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie, onderscheiden deze bepalingen zich, op het gebied van hun formulering, van de doelstellingen voor de luchtkwaliteit in de omgevingslucht.

Grenswaarden voor de omgevingslucht geven een concentratieniveau op, gekoppeld aan een middelingstijd, dat hoogstens een aantal maal per jaar mag overschreden worden: b.v. een uurwaarde van 200 µg/m³ NO₂ in de omgevingslucht mag niet meer dan 18 maal per jaar overschreden worden.

Grenswaarden voor de luchtkwaliteit in tunnels koppelen expliciet de duur van de blootstelling aan de opgegeven concentratie. Dit betekent dat de uurwaarde voor NO₂ niet meer dan 400 µg/m³ mag bedragen als er een *effectieve blootstelling* is gedurende één uur.

Steekproefsgewijs kan vastgesteld worden dat het weinig waarschijnlijk is dat bestuurders gedurende één uur opgehouden worden in de Leopold II tunnel. Het komt echter meermaals voor, b.v. tijdens de ochtend- of de avondspits, dat bestuurders gedurende 20 minuten of langer opgehouden worden in deze tunnel. Bij langzaam verkeer of filevorming verhoogt de uitstoot aan NO₂ en CO. De bestuurders verblijven zo het langst op de plaatsen met de hoogste concentraties van deze pollutanten.

Voor de lineaire variatie tussen 20 minuten en één uur wordt, om praktische redenen, enkel aandacht besteed aan een blootstelling gedurende een half uur of 30 minuten. Lineaire interpolatie tussen 1.000 µg/m³ voor 20 minuten en 400 µg/m³ voor één uur (60 minuten) levert een grenswaarde op van 850 µg/m³ NO₂ voor een blootstelling gedurende 30 minuten. Periodes van 59 minuten, 58 minuten, ... , 22 en 21 minuten worden buiten beschouwing gelaten.

4. Resultaten

4.1 Grafische evolutie van de meetwaarden

Als voorbeeld worden de resultaten van beide meetposten, opgetekend gedurende een maandperiode, grafisch voorgesteld in de figuren 1 t/m 3. Voor NO₂ wordt de evolutie van de *uurwaarden* en van de *halfuurswaarden* in beide meetposten tijdens de maand oktober 2005 weergegeven in de grafieken van de figuur 1. De grafiek bovenaan geeft de evolutie weer van de NO₂-uurwaarden en de grafiek onderaan deze van de halfuurswaarden. Een horizontale lijn, over de gehele breedte van de grafiek, geeft de hoogte weer van de grenswaarde voor NO₂:

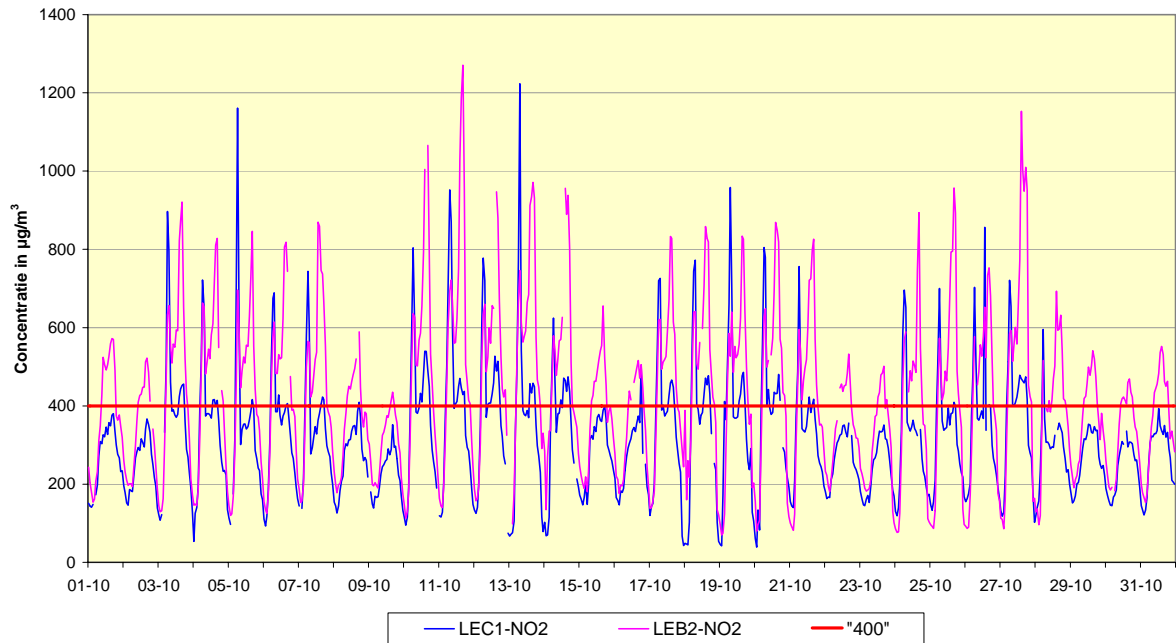
400 µg/m³ voor een blootstelling gedurende één uur
850 µg/m³ voor een blootstelling van 30 minuten

Op analoge wijze wordt in de figuren 2 en 3 de evolutie weergegeven van de uurwaarden en halfuurswaarden van respectievelijk NO en CO.

Het verloop van de CO-concentratie wordt weergegeven in mg/m³ (milligram per kubieke meter). Bij 20 °C en 1013 hPa geldt : 1 ppm CO = 1,165 mg/m³ CO.

De resultaten van de minuutwaarden en van het voortschrijdend 20-minuutsgemiddelde voor NO₂, vastgesteld in beide meetposten op woensdag 19 oktober 2005 (grafiek bovenaan) en op donderdag 27 oktober 2005 (grafiek onderaan), worden weergegeven in figuur 4.

**NO₂ - UURWAARDEN - TUNNEL LEOPOLD II
OKTOBER 2005**



**NO₂ - HALFUURSWAARDEN - TUNNEL LEOPOLD II
OKTOBER 2005**

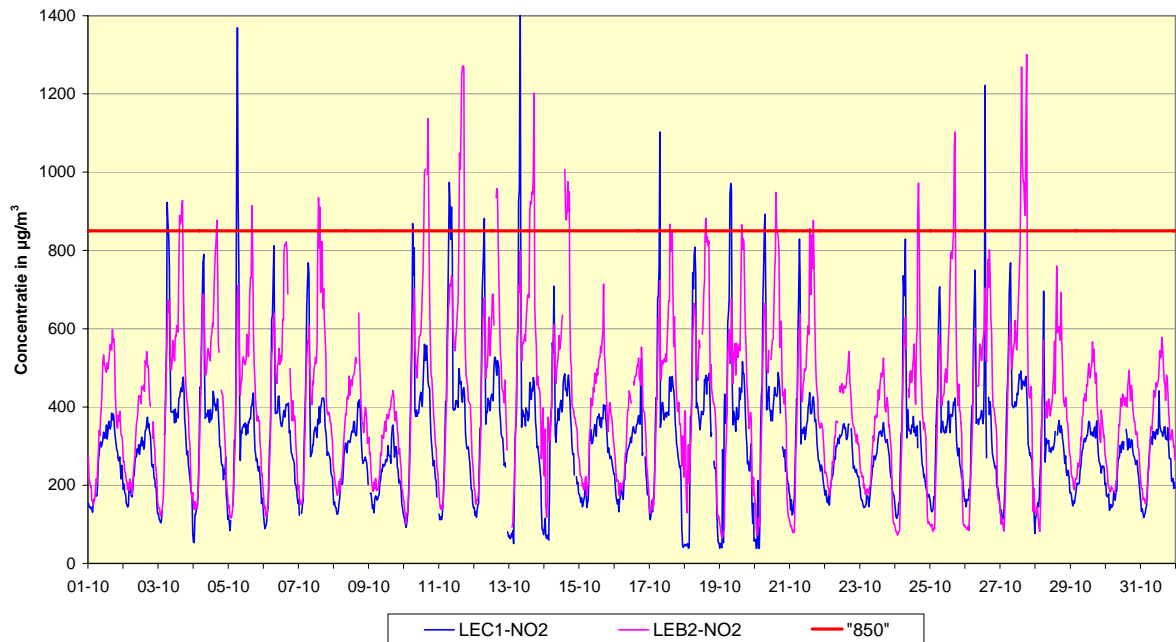
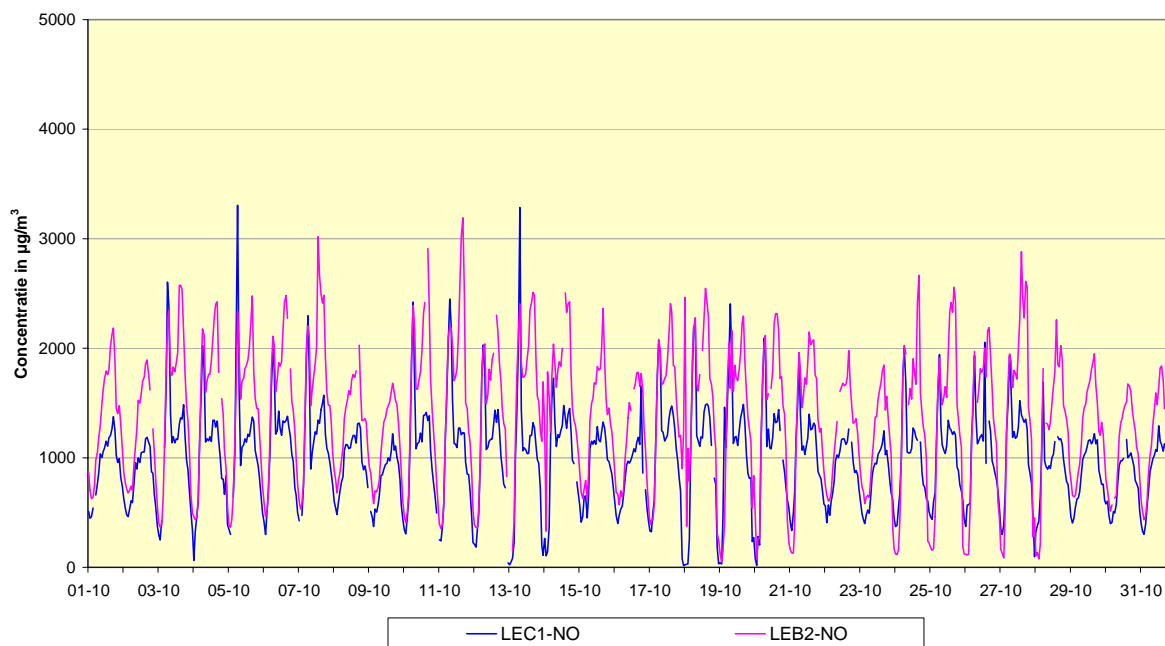


Fig. 1: NO₂ - Evolutie van de uurwaarden en de halfuurwaarden tijdens de maand oktober 2005
Meetplaats 41LEC1, richting Centrum - Meetplaats 41LEB2, richting Basiliek

NO - UURWAARDEN - TUNNEL LEOPOLD II OKTOBER 2005



NO - HALFUURSWAARDEN - TUNNEL LEOPOLD II OKTOBER 2005

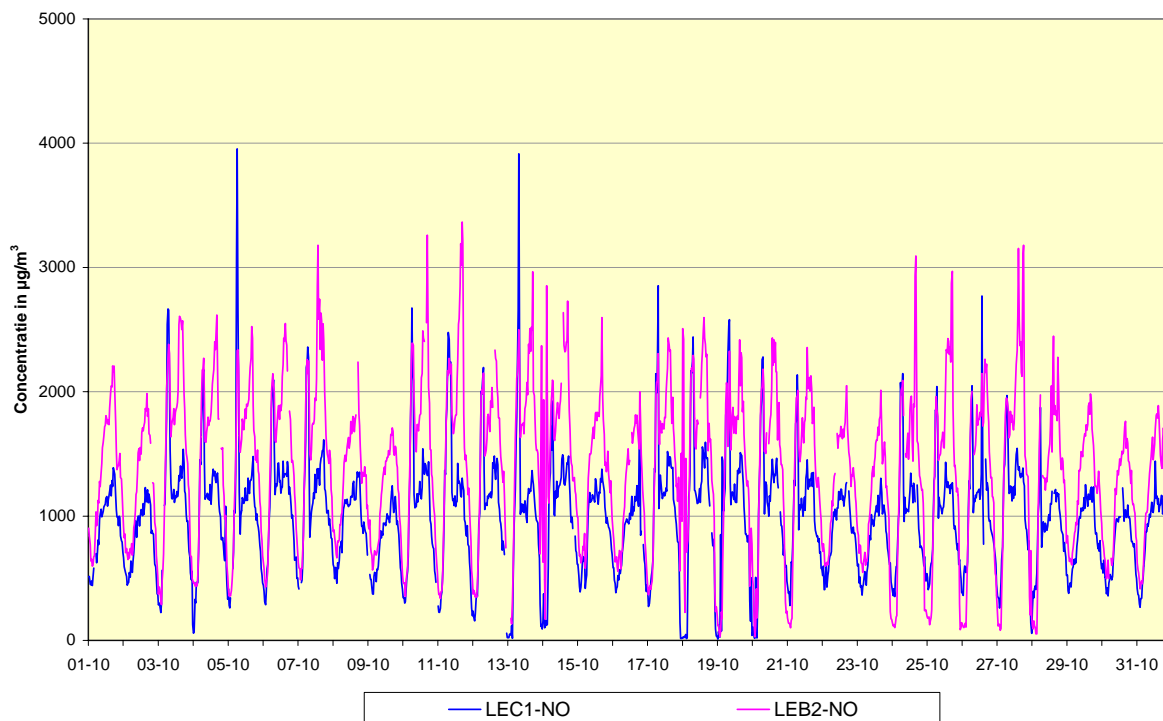
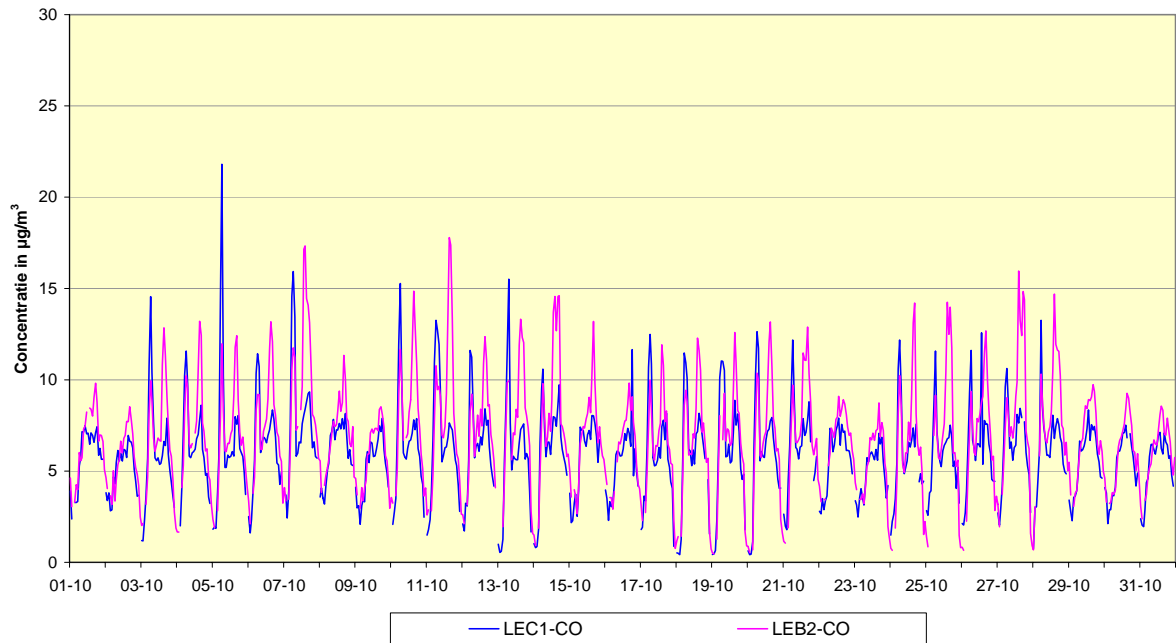


Fig. 2: NO - Evolutie van de uurwaarden en de halfuurwaarden tijdens de maand oktober 2005
Meetplaats 41LEC1, richting Centrum - Meetplaats 41LEB2, richting Basiliek

**CO - UURWAARDEN - TUNNEL LEOPOLD II
OKTOBER 2005**



**CO - HALFUURSWAARDEN - TUNNEL LEOPOLD II
OKTOBER 2005**

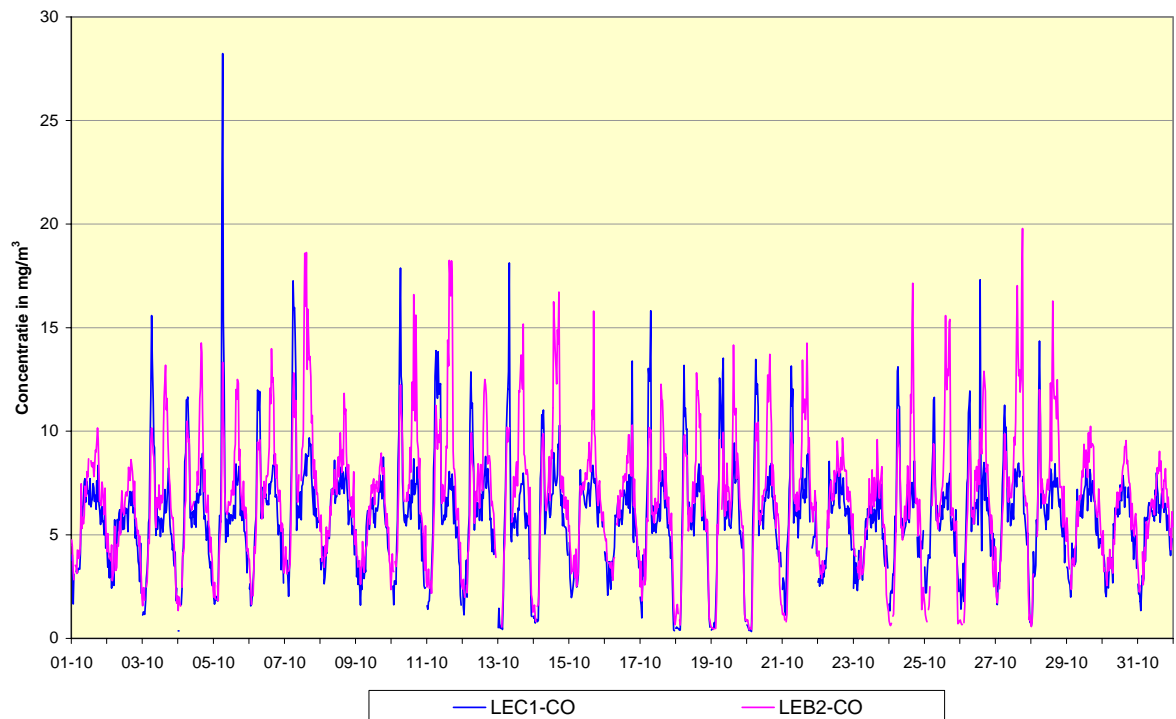
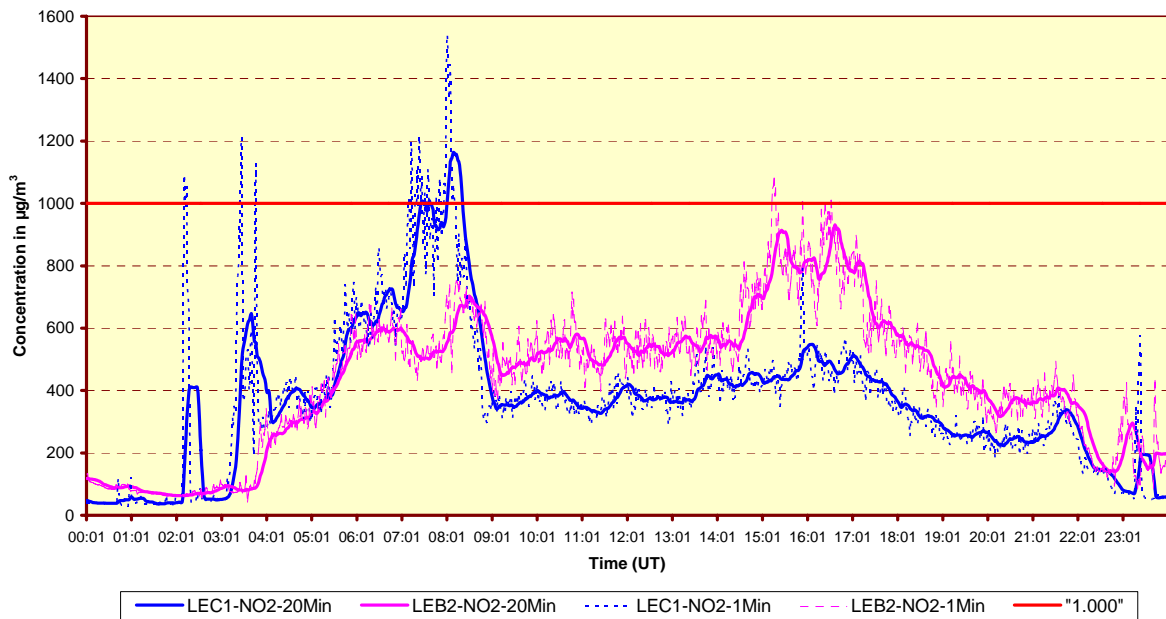


Fig. 3: CO - Evolutie van de uurwaarden en de halfuurswaarden tijdens de maand oktober 2005
Meetplaats 41LEC1, richting Centrum - Meetplaats 41LEB2, richting Basiliek

**NO₂ - 20-Minutes Average - Tunnel Leopold II
Wednesday 19 October 2005**



**NO₂ - 20-Minutes Average - Tunnel Leopold II
Thursday 27 October 2005**

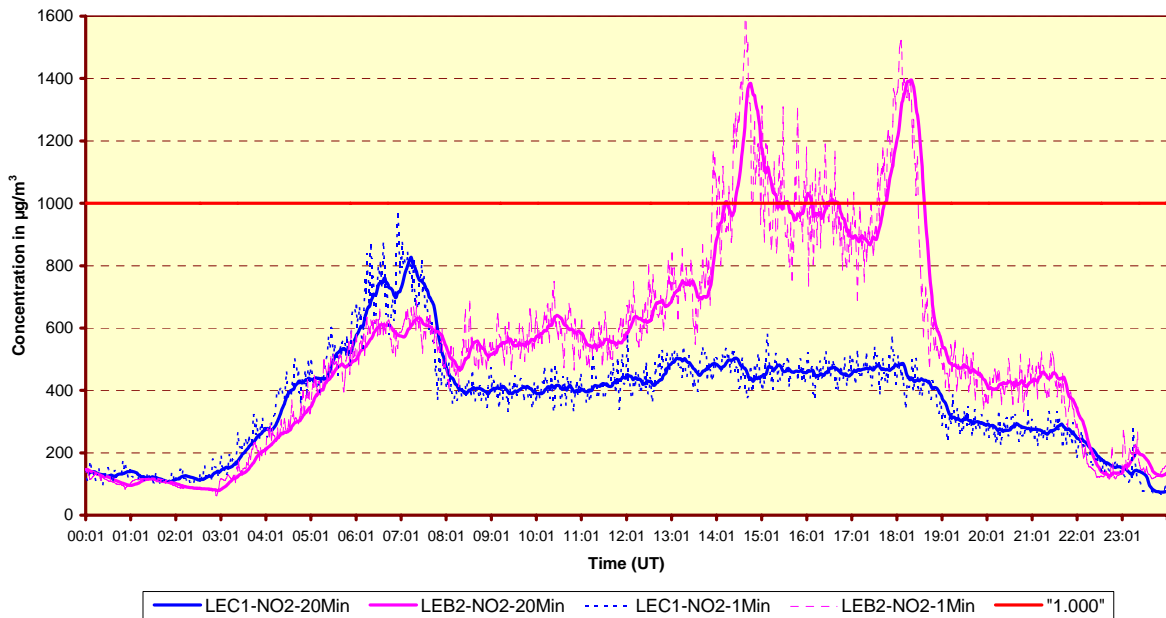


Fig. 4: NO₂ - evolutie minuutwaarden en voortschrijdend 20-minuutsgemiddelde in beide meetposten van de Leopold II tunnel
Woensdag 19 oktober en donderdag 27 oktober 2005

4.2 Cumulatieve Frequentieverdeling

Voor het kalenderjaar 2005 worden de resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling, berekend over alle beschikbare gegevens (*selectie alle dagen – alle waarden van de dag*), weergegeven in de tabellen II en III. De resultaten worden vergeleken met deze van de kalenderjaren 2003 en 2004. Tabel II geeft de resultaten weer voor de halfuurswaarden, terwijl de resultaten voor de uurwaarden terug te vinden zijn in tabel III.

Aan de linkerkant van elke rij wordt een verwijzing gegeven naar de meetpost (41LEC1 of 41LEB2), de jaarperiode en de gemeten pollutant (NO, NO₂, NO_x en CO). In de rijen worden de resultaten weergegeven van de voornaamste percentielen P30, P50, P70, P80, P90, P95, P98, P99.9 en van het rekenkundig gemiddelde (AM), het geometrisch gemiddelde (GM) en het percentage beschikbare gegevens (Np%).

Voor CO geldt een grenswaarde van 100 ppm (= 116,5 mg/m³) voor een blootstelling gedurende 30 minuten. Over het kalenderjaar 2005 bedraagt de maximale halfuurswaarde voor CO 69,35 mg/m³ in de meetpost 41LEC1 (centrum) en 22,81 mg/m³ in de meetpost 41LEB2 (basiliek). In het jaar 2005 wordt de grenswaarde voor CO niet overschreden. Over het kalenderjaar 2003 bedroeg de maximale waarde respectievelijk 62,34 mg/m³ (LEC1) en 32,58 mg/m³ (LEB2). In 2004 bedroeg het maximum respectievelijk 135,69 mg/m³ (één enkele overschrijding) in de meetpost LEC1 en 29,31 mg/m³ in de meetpost LEB2.

Voor NO₂ geldt een grenswaarde van 400 µg/m³ voor een blootstelling gedurende één uur en een grenswaarde van 850 µg/m³ voor een blootstelling gedurende 30 minuten. Het niveau van 850 µg/m³ bij de halfuurswaarden situeert zich tussen de percentielen P99 en P99.5 in de meetpost LEC1 en tussen P95 en P98 in de meetpost LEB2. Het aantal overschrijdingen van dit niveau in de meetpost LEC1 bedraagt, net als tijdens vorige jaarperiodes, minder dan één percent van alle halfuursperiodes. Het aantal overschrijdingen van dit niveau in het meetpunt LEB2 is toegenomen van minder dan 1% van het totaal aantal halfuurswaarden tot meer dan 2% van het aantal halfuurswaarden.

Het niveau van 400 µg/m³ bij de uurwaarden situeert zich tussen de percentielen P80 en P90 voor de meetpost 41LEC1 en tussen P50 en P60 voor de meetpost 41LEB2. Dit betekent dat het aantal uurwaarden hoger dan 400 µg/m³ meer dan 10% uitmaakt van het totaal aantal uurperiodes voor de meetpost richting centrum (41LEC1) en meer dan 40% van het totaal aantal uurwaarden voor de meetpost richting basiliek (41LEB2). De gemiddelde NO₂-uurwaarde voor het jaar 2005 bedraagt 283 µg/m³ in de meetpost 41LEC1 en 409 µg/m³ in de meetpost richting basiliek (41LEB2), tegenover respectievelijk 279 µg/m³ en 375 µg/m³ in 2004 en 278 µg/m³ en 363 µg/m³ voor het kalenderjaar 2003.

De tabellen IV (halfluurswaarden) en V (uurwaarden) geven de resultaten weer van de cumulatieve frequentieverdeling berekend voor alle werkdagen (*selectie alle werkdagen – alle waarden van de dag*). Tabel VI en VII geven analoge resultaten voor alle niet-werkdagen (*selectie alle niet-werkdagen – alle waarden van de dag*).

Voor de halfluurswaarden (tabel IV en VI) blijkt dat NO₂-concentraties hoger dan 850 µg/m³ bijna uitsluitend op *werkdagen* voorkomen. Over het jaar 2005 wordt er in de richting Centrum (41LEC1) voor de *niet-werkdagen* géén enkele overschrijding genoteerd, tegenover 24 overschrijdingen in 2004 en 5 in 2003. In de richting Basiliek (41LEB2) worden er in 2005 voor de niet-werkdagen 4 overschrijdingen vastgesteld tegenover géén enkele in 2004 en 2003.

Voor alle pollutanten zijn de gemeten concentraties *gemiddeld hoger* op *werkdagen* dan op niet-werkdagen. De gemiddelde uurwaarde voor NO₂ bedraagt 305 µg/m³ (41LEC1) en 443 µg/m³ (41LEB2) op werkdagen tegen respectievelijk 233 µg/m³ en 332 µg/m³ op niet-werkdagen.

Het valt op dat de gemiddelde waarde voor NO₂ in de meetpost 41LEC1 nagenoeg identiek is aan deze van 2004 en 2003. Deze vaststelling geldt voor de drie verschillende selecties: *alle dagen*, *alle werkdagen* en *alle niet-werkdagen*. In de meetpost 41LEB2 is er een lichte toename van de gemiddelde NO₂-concentratie.

Voor de meetpost richting basiliek (41LEB2) bedraagt het aantal uurwaarden hoger dan 400 µg/m³ meer dan 50% van het aantal uurwaarden op *werkdagen* en iets meer dan 20% van het aantal uurwaarden op *niet-werkdagen*. Voor de meetpost richting centrum (41LEC1) bedraagt dit meer dan 10% van het aantal uurwaarden op *werkdagen* en minder dan 1% van het aantal uurwaarden op *niet-werkdagen*.

De resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling van de uurwaarden voor NO₂, CO, NO en NO_x, berekend voor de kalenderjaren 2003, 2004 en 2005, worden grafisch weergegeven in de figuren 5 t/m 8. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer voor de meetpost richting centrum (41LEC1) en de grafiek onderaan deze voor de meetpost richting basiliek (41LEB2). In elk van de grafieken worden resultaten weergegeven, berekend voor drie verschillende selecties van dagen: de selectie "*alle dagen*" bevindt zich links in de grafiek, de selectie "*alle werkdagen*" in het midden en de selectie "*alle niet-werkdagen*" rechts in de grafiek.

De grafieken van figuur 5 geven aan dat er in 2005 in de meetpost 41LEB2 hogere NO₂-waarden vastgesteld werden dan tijdens de periode 2003-2004, terwijl de NO₂-waarden in de meetpost 41LEC1 ongeveer hetzelfde niveau hadden als voorheen. Voor CO, NO en NO_x wordt in 2005 op beide meetposten een lichte daling vastgesteld, zowel van de gemiddelde waarde als van het niveau van de hogere percentielen (b.v. P98). Dit wijst op een dalende tendens: in 2004 waren de niveaus reeds lager dan deze van 2003.

De evolutie van de maandgemiddelde concentraties voor NO₂ en NO wordt weergegeven in de grafieken van figuur 9 en deze voor NO_x en CO in de grafieken van figuur 10. Het betreft de maandgemiddelden voor de periode "*december 2002 – maart 2006*". Voor NO₂ is er een duidelijk stijgende tendens waarneembaar in het meetpunt LEB2 en een eerder lichte toename in het meetpunt LEC1. Voor NO, CO en de som van stikstofoxiden NO_x is er in beide meetpunten een duidelijk dalende tendens.

De massaconcentratie van NO_x wordt uitgedrukt in equivalenten NO₂:

$$\text{NO}_x [\mu\text{g}/\text{m}^3] = 1,53 \text{ NO} [\mu\text{g}/\text{m}^3] + \text{NO}_2 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$$

**Tabel II: CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
HALFUURSWAARDEN**

KALENDERJAAR

ALLE DAGEN – ALLE HALFUURSWAARDEN van de dag

Percentielen NO, NO₂ en NO_x in µg/m³ – CO in mg/m³

Post	Jaar	Pol	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	AM	GM	%Np
41LEC1	2003	NO	840	1111	1325	1441	1624	1828	2431	4395	1092	902	93,6
41LEC1	2004	NO	793	1037	1230	1340	1518	1846	2414	4664	1026	820	93,4
41LEC1	2005	NO	701	922	1109	1208	1366	1628	2204	4254	927	767	92,7
41LEB2	2003	NO	1274	1711	2063	2238	2445	2636	2912	3830	1631	1420	96,6
41LEB2	2004	NO	1126	1520	1835	1991	2195	2367	2617	3680	1447	1220	97,1
41LEB2	2005	NO	1051	1420	1713	1882	2134	2358	2578	3477	1377	1187	96,9
41LEC1	2003	NO ₂	204	271	325	355	408	506	673	1316	278	244	93,6
41LEC1	2004	NO ₂	203	268	321	351	415	543	734	1504	279	240	93,4
41LEC1	2005	NO ₂	204	269	328	363	420	539	734	1369	283	246	92,7
41LEB2	2003	NO ₂	264	360	449	498	567	634	727	985	363	323	96,6
41LEB2	2004	NO ₂	270	368	458	510	601	682	777	1124	375	330	97,1
41LEB2	2005	NO ₂	294	394	489	547	655	767	914	1401	409	360	96,9
41LEC1	2003	NO _x	1497	1975	2351	2555	2866	3279	4389	7940	1946	1643	93,6
41LEC1	2004	NO _x	1425	1863	2200	2389	2699	3344	4410	8560	1846	1518	93,4
41LEC1	2005	NO _x	1280	1680	2024	2203	2484	3008	4093	7846	1699	1436	92,7
41LEB2	2003	NO _x	2214	2985	3609	3912	4284	4612	5105	6695	2856	2505	96,6
41LEB2	2004	NO _x	1996	2698	3270	3556	3935	4271	4727	6598	2586	2215	97,1
41LEB2	2005	NO _x	1911	2568	3104	3415	3915	4347	4807	6412	2512	2188	96,9
41LEC1	2003	CO	6.36	8.11	9.38	10.23	11.67	14.30	20.65	41.14	8.12	6.82	95,2
41LEC1	2004	CO	5.65	7.04	8.18	8.93	10.47	13.49	18.11	40.60	7.15	5.86	94,3
41LEC1	2005	CO	4.83	5.99	6.98	7.62	8.72	10.88	14.40	28.24	6.07	5.18	88,5
41LEB2	2003	CO	6.60	8.53	10.19	11.34	13.05	14.68	16.99	24.51	8.46	7.39	96,3
41LEB2	2004	CO	5.84	7.46	8.78	9.76	11.51	12.94	14.80	22.09	7.34	6.26	95,2
41LEB2	2005	CO	5.38	6.65	7.81	8.72	10.51	12.16	13.98	19.49	6.71	5.87	96,5

Tabel III: **CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
UURWAARDEN**

KALENDERJAAR

ALLE DAGEN – ALLE UURWAARDEN van de dag

Percentielen NO, NO₂ en NO_x in µg/m³ – CO in mg/m³

Post	Jaar	Pol	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	AM	GM	%Np
41LEC1	2003	NO	840	1116	1330	1441	1620	1826	2405	4081	1092	911	93,4
41LEC1	2004	NO	794	1043	1234	1343	1520	1827	2366	4305	1026	832	93,2
41LEC1	2005	NO	697	924	1115	1208	1364	1654	2155	3974	927	778	92,7
41LEB2	2003	NO	1278	1720	2066	2235	2433	2627	2873	3611	1631	1428	96,4
41LEB2	2004	NO	1130	1523	1839	1989	2196	2362	2575	3362	1447	1230	97,0
41LEB2	2005	NO	1068	1422	1716	1873	2133	2346	2556	3224	1377	1195	96,9
41LEC1	2003	NO ₂	204	273	328	356	406	509	653	1230	278	245	93,4
41LEC1	2004	NO ₂	202	270	323	353	417	533	721	1340	279	241	93,2
41LEC1	2005	NO ₂	203	271	328	366	424	534	716	1326	283	248	92,7
41LEB2	2003	NO ₂	265	362	449	498	566	631	714	951	363	324	96,4
41LEB2	2004	NO ₂	271	368	458	510	602	680	769	1072	375	331	97,0
41LEB2	2005	NO ₂	294	395	489	549	656	767	894	1391	409	361	96,9
41LEC1	2003	NO _x	1498	1984	2360	2553	2858	3274	4317	7447	1946	1656	93,4
41LEC1	2004	NO _x	1422	1872	2211	2393	2701	3325	4338	8053	1846	1535	93,2
41LEC1	2005	NO _x	1273	1690	2039	2199	2486	3054	4001	7402	1699	1450	92,7
41LEB2	2003	NO _x	2221	3000	3611	3906	4271	4609	5040	6395	2855	2516	96,4
41LEB2	2004	NO _x	2003	2706	3268	3552	3932	4253	4686	6086	2586	2229	97,0
41LEB2	2005	NO _x	1926	2572	3111	3411	3907	4350	4782	5984	2513	2199	96,9
41LEC1	2003	CO	6,50	8,19	9,41	10,21	11,61	14,50	20,39	37,16	8,18	6,96	93,8
41LEC1	2004	CO	5,91	7,14	8,21	8,93	10,46	13,64	17,91	37,17	7,21	6,02	92,4
41LEC1	2005	CO	5,01	6,07	7,01	7,60	8,71	10,87	14,52	25,09	6,12	5,30	86,6
41LEB2	2003	CO	6,76	8,67	10,28	11,34	13,00	14,51	16,57	23,08	8,53	7,54	94,8
41LEB2	2004	CO	5,99	7,55	8,85	9,81	11,52	12,82	14,43	20,99	7,42	6,43	93,4
41LEB2	2005	CO	5,47	6,75	7,85	8,74	10,52	12,10	13,80	18,07	6,78	6,01	94,9

**Tabel IV: CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
HALFUURSWAARDEN**

KALENDERJAAR

ALLE WERKDAGEN – ALLE HALFUURSWAARDEN van de dag

Percentielen NO, NO₂ en NO_x in µg/m³ – CO in mg/m³

Post	Jaar	Pol	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	AM	GM	%Np
41LEC1	2003	NO	901	1170	1387	1500	1690	1974	2688	4707	1138	899	93,7
41LEC1	2004	NO	845	1096	1295	1412	1616	2057	2590	4794	1072	809	92,9
41LEC1	2005	NO	752	988	1168	1274	1448	1890	2427	4783	980	778	92,8
41LEB2	2003	NO	1398	1827	2166	2318	2524	2732	3033	3926	1698	1443	96,0
41LEB2	2004	NO	1234	1637	1927	2073	2269	2447	2706	3878	1508	1229	96,8
41LEB2	2005	NO	1170	1531	1823	1993	2247	2434	2656	3593	1452	1223	97,0
41LEC1	2003	NO ₂	223	297	346	376	446	560	749	1359	297	255	93,7
41LEC1	2004	NO ₂	218	295	343	377	462	606	788	1580	298	250	92,9
41LEC1	2005	NO ₂	221	294	354	390	468	624	791	1511	305	259	92,8
41LEB2	2003	NO ₂	297	402	489	536	603	670	762	1034	391	343	96,0
41LEB2	2004	NO ₂	302	414	500	554	643	722	825	1155	404	349	96,8
41LEB2	2005	NO ₂	328	440	535	599	715	829	970	1427	443	384	97,0
41LEC1	2003	NO _x	1612	2096	2463	2658	3007	3579	4845	8538	2036	1656	93,7
41LEC1	2004	NO _x	1525	1982	2323	2519	2880	3749	4749	8765	1936	1519	92,9
41LEC1	2005	NO _x	1378	1813	2139	2330	2662	3522	4461	8941	1803	1471	92,8
41LEB2	2003	NO _x	2441	3213	3804	4074	4432	4811	5362	6901	2986	2562	96,0
41LEB2	2004	NO _x	2194	2925	3453	3722	4088	4424	4908	6678	2708	2252	96,8
41LEB2	2005	NO _x	2127	2789	3325	3653	4146	4525	4981	6535	2662	2270	97,0
41LEC1	2003	CO	6.54	8.18	9.42	10.33	12.38	15.95	22.83	43.16	8.28	6.69	95,2
41LEC1	2004	CO	5.82	7.16	8.37	9.23	11.37	14.86	19.21	42.83	7.32	5.73	93,8
41LEC1	2005	CO	4.99	6.10	7.14	7.84	9.36	12.32	16.28	29.80	6.26	5.17	98,4
41LEB2	2003	CO	6.85	8.72	10.49	11.73	13.61	15.33	17.82	25.14	8.62	7.34	96,0
41LEB2	2004	CO	6.13	7.64	9.12	10.38	12.07	13.43	15.49	22.25	7.50	6.17	94,7
41LEB2	2005	CO	5.61	6.81	8.08	9.33	11.32	12.81	14.56	19.95	6.92	5.90	96,4

**Tabel V: CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
UURWAARDEN**

KALENDERJAAR

ALLE WERKDAGEN – ALLE UURWAARDEN van de dag

Percentielen NO, NO₂ en NO_x in µg/m³ – CO in mg/m³

Post	Jaar	Pol	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	AM	GM	%Np
41LEC1	2003	NO	903	1181	1392	1496	1685	1962	2621	4118	1138	912	93,4
41LEC1	2004	NO	851	1110	1298	1414	1617	2031	2496	4364	1071	826	92,7
41LEC1	2005	NO	755	994	1173	1275	1466	1827	2372	4284	981	791	92,7
41LEB2	2003	NO	1391	1840	2167	2314	2518	2695	2962	3659	1697	1453	95,8
41LEB2	2004	NO	1218	1651	1929	2070	2254	2426	2654	3533	1508	1242	96,6
41LEB2	2005	NO	1162	1536	1824	1987	2237	2420	2620	3239	1452	1234	97,0
41LEC1	2003	NO ₂	223	299	348	378	444	559	726	1282	297	257	93,4
41LEC1	2004	NO ₂	217	298	345	378	464	588	763	1402	298	252	92,7
41LEC1	2005	NO ₂	221	297	358	393	471	609	768	1349	305	261	92,7
41LEB2	2003	NO ₂	297	406	490	535	600	669	748	991	391	344	95,8
41LEB2	2004	NO ₂	299	417	500	554	640	717	803	1127	404	351	96,6
41LEB2	2005	NO ₂	325	445	537	599	713	822	952	1515	444	385	96,9
41LEC1	2003	NO _x	1611	2120	2472	2654	2986	3546	4723	7455	2035	1673	93,4
41LEC1	2004	NO _x	1537	2007	2335	2525	2884	3678	4566	8219	1935	1541	92,7
41LEC1	2005	NO _x	1378	1823	2147	2334	2682	3408	4387	7982	1803	1489	92,7
41LEB2	2003	NO _x	2417	3232	3799	4067	4430	4753	5192	6454	2984	2576	95,8
41LEB2	2004	NO _x	2164	2950	3454	3718	4070	4376	4827	6263	2708	2271	96,6
41LEB2	2005	NO _x	2112	2801	3323	3643	4128	4524	4886	6147	2662	2285	97,0
41LEC1	2003	CO	6.74	8.25	9.45	10.34	12.51	16.09	22.79	38.76	8.35	6.86	93,7
41LEC1	2004	CO	6.08	7.26	8.39	9.24	11.48	14.81	18.87	35.93	7.40	5.93	91,9
41LEC1	2005	CO	5.19	6.18	7.15	7.80	9.48	12.32	15.87	26.26	6.33	5.31	87,4
41LEB2	2003	CO	7.05	8.87	10.51	11.72	13.58	15.21	17.19	23.74	8.71	7.52	94,5
41LEB2	2004	CO	6.25	7.75	9.21	10.39	12.03	13.32	14.85	21.08	7.60	6.37	92,9
41LEB2	2005	CO	5.75	6.90	8.15	9.37	11.27	12.70	14.29	18.09	7.00	6.06	94,7

Tabel VI: **CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
HALFUURSWAARDEN**

KALENDERJAAR

ALLE NIET-WERKDAGEN – ALLE HALFUURSWAARDEN van de dag

Percentielen NO, NO₂ en NO_x in µg/m³ – CO in mg/m³

Post	Jaar	Pol	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	AM	GM	%Np
41LEC1	2003	NO	754	1000	1185	1283	1423	1574	1752	3057	990	907	93,5
41LEC1	2004	NO	717	932	1085	1172	1292	1391	1566	4023	924	843	94,4
41LEC1	2005	NO	628	822	966	1058	1164	1243	1358	2033	808	745	92,6
41LEB2	2003	NO	1103	1511	1802	1977	2191	2351	2531	3002	1487	1371	97,8
41LEB2	2004	NO	969	1344	1582	1724	1920	2097	2294	2786	1311	1201	97,8
41LEB2	2005	NO	894	1240	1471	1599	1765	1895	2081	2841	1211	1110	96,7
41LEC1	2003	NO ₂	183	235	278	299	329	353	389	859	235	221	93,5
41LEC1	2004	NO ₂	183	231	270	288	313	337	414	1252	235	219	94,4
41LEC1	2005	NO ₂	184	233	275	298	328	352	381	627	233	220	92,6
41LEB2	2003	NO ₂	227	304	365	398	439	473	509	636	302	283	97,8
41LEB2	2004	NO ₂	234	310	370	401	441	473	528	726	309	290	97,8
41LEB2	2005	NO ₂	253	334	395	428	474	514	560	789	332	312	96,7
41LEC1	2003	NO _x	1338	1773	2088	2256	2485	2732	3018	5527	1748	1616	93,5
41LEC1	2004	NO _x	1281	1666	1929	2073	2270	2430	2757	7385	1646	1516	94,4
41LEC1	2005	NO _x	1145	1498	1754	1910	2097	2236	2431	3728	1468	1364	92,6
41LEB2	2003	NO _x	1911	2629	3132	3415	3772	4037	4329	5168	2574	2386	97,8
41LEB2	2004	NO _x	1710	2375	2786	3029	3369	3650	4012	4875	2312	2133	97,8
41LEB2	2005	NO _x	1610	2236	2640	2880	3160	3385	3713	5079	2183	2017	96,7
41LEC1	2003	CO	5.99	7.95	9.26	10.04	11.00	11.88	13.04	32.08	7.76	7.11	95,2
41LEC1	2004	CO	5.31	6.83	7.86	8.47	9.31	10.20	12.10	37.50	6.77	6.16	95,5
41LEC1	2005	CO	4.49	5.77	6.67	7.21	7.95	8.53	9.25	14.57	5.62	5.21	86,5
41LEB2	2003	CO	6.21	8.14	9.71	10.67	11.90	12.93	14.25	19.51	8.11	7.49	96,8
41LEB2	2004	CO	5.43	7.03	8.23	8.92	9.85	10.95	12.50	20.94	6.97	6.46	96,2
41LEB2	2005	CO	4.93	6.33	7.43	8.01	8.78	9.50	10.60	17.86	6.25	5.82	96,9

**Tabel VII: CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
UURWAARDEN**

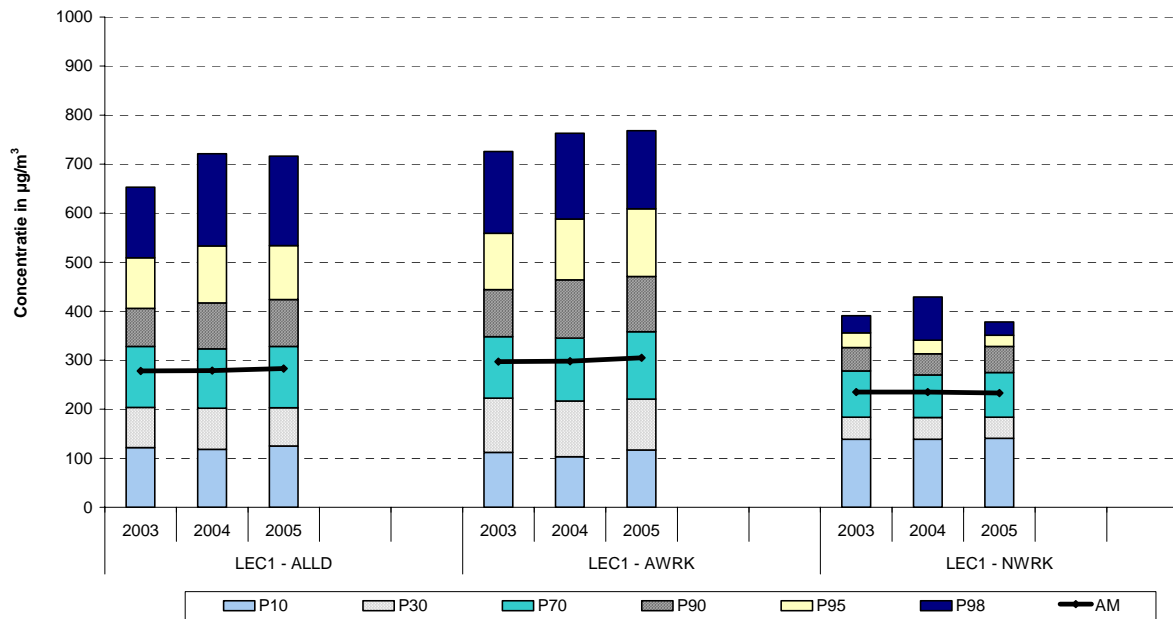
KALENDERJAAR

ALLE NIET-WERKDAGEN – ALLE UURWAARDEN van de dag

Percentielen NO, NO₂ en NO_x in µg/m³ – CO in mg/m³

Post	Jaar	Pol	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	AM	GM	%Np
41LEC1	2003	NO	759	1003	1181	1282	1422	1563	1747	2759	990	910	93,5
41LEC1	2004	NO	712	930	1088	1172	1295	1392	1585	3726	924	847	94,4
41LEC1	2005	NO	627	821	967	1057	1164	1237	1360	1957	808	748	92,6
41LEB2	2003	NO	1098	1517	1804	1975	2189	2342	2502	2881	1487	1374	97,8
41LEB2	2004	NO	967	1343	1580	1727	1920	2089	2268	2648	1311	1204	97,8
41LEB2	2005	NO	894	1240	1467	1598	1768	1895	2061	2674	1211	1112	96,7
41LEC1	2003	NO ₂	184	236	278	300	326	356	391	729	235	221	93,5
41LEC1	2004	NO ₂	183	232	270	288	313	341	429	1121	235	220	94,4
41LEC1	2005	NO ₂	184	234	275	297	328	351	378	575	233	221	92,6
41LEB2	2003	NO ₂	227	305	366	397	439	471	504	585	302	283	97,8
41LEB2	2004	NO ₂	233	311	370	401	441	474	524	679	309	290	97,8
41LEB2	2005	NO ₂	254	335	395	430	473	514	561	759	333	313	96,7
41LEC1	2003	NO _x	1337	1774	2092	2255	2479	2714	3035	4896	1749	1620	93,5
41LEC1	2004	NO _x	1278	1669	1932	2069	2281	2443	2871	6664	1647	1521	94,4
41LEC1	2005	NO _x	1144	1497	1750	1904	2090	2215	2426	3500	1469	1368	92,6
41LEB2	2003	NO _x	1916	2637	3122	3413	3770	4020	4295	4954	2574	2389	97,8
41LEB2	2004	NO _x	1717	2366	2787	3038	3367	3632	3976	4689	2312	2137	97,8
41LEB2	2005	NO _x	1616	2236	2644	2871	3146	3388	3688	4799	2183	2021	96,7
41LEC1	2003	CO	6.02	8.00	9.32	9.97	10.89	11.75	12.99	28.44	7.80	7.18	93,9
41LEC1	2004	CO	5,41	6,89	7,88	8,43	9,29	10,26	12,36	34,54	6,80	6,23	93,7
41LEC1	2005	CO	4.58	5.81	6.69	7.19	7.88	8.37	9.11	12.72	5.65	5.28	84,7
41LEB2	2003	CO	6.26	8.21	9.75	10.61	11.85	12.82	14.24	18.42	8.15	7.57	95,4
41LEB2	2004	CO	5.51	7.07	8.26	8.95	9.79	10.98	12.31	18.70	7.03	6.54	94,4
41LEB2	2005	CO	5.03	6.39	7.44	8.01	8.72	9.38	10.62	16.13	6.30	5.90	95,3

NO₂ - 41LEC1 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005



NO₂ - 41LEB2 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005

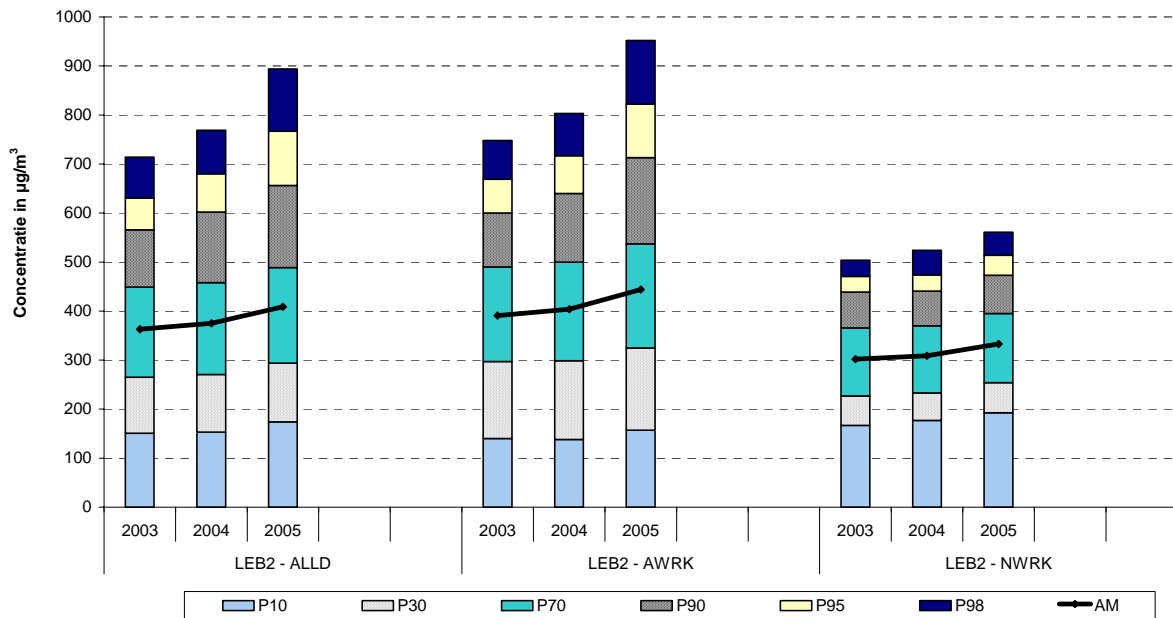
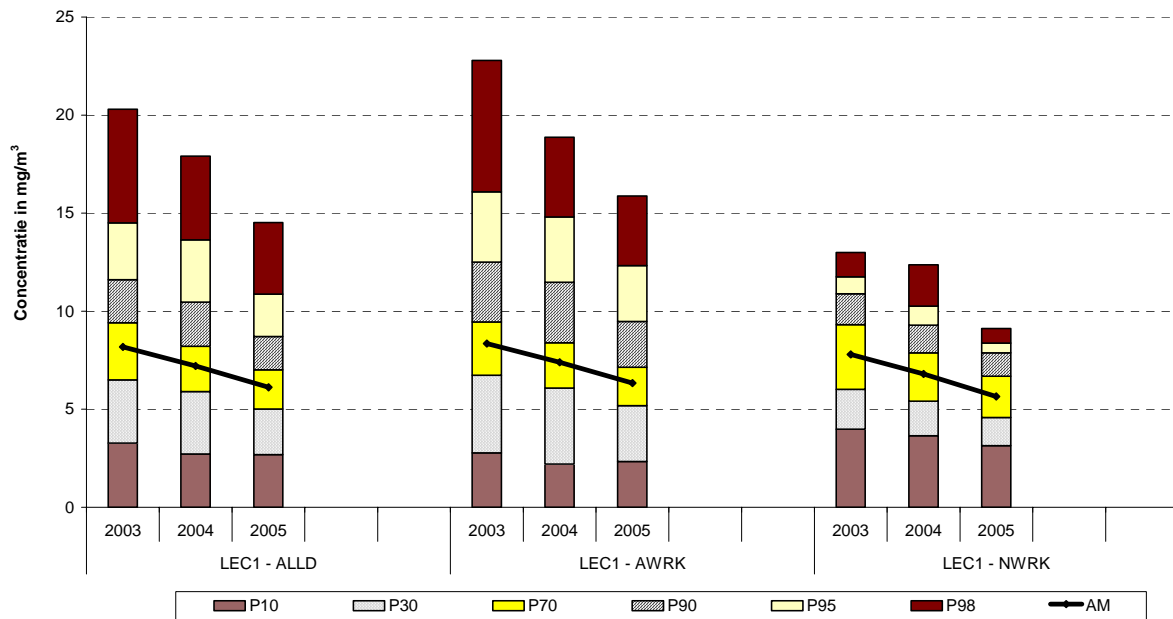


Fig. 5 : NO₂ - Cumulatieve Frequentieverdeling Uurwaarden in beide meetposten van de Leopold II tunnel. Selectie *alle dagen*, *alle werkdagen* en *alle niet-werkdagen* Jaarperiodes 2003, 2004 en 2005

CO - 41LEC1 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005



CO - 41LEB2 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005

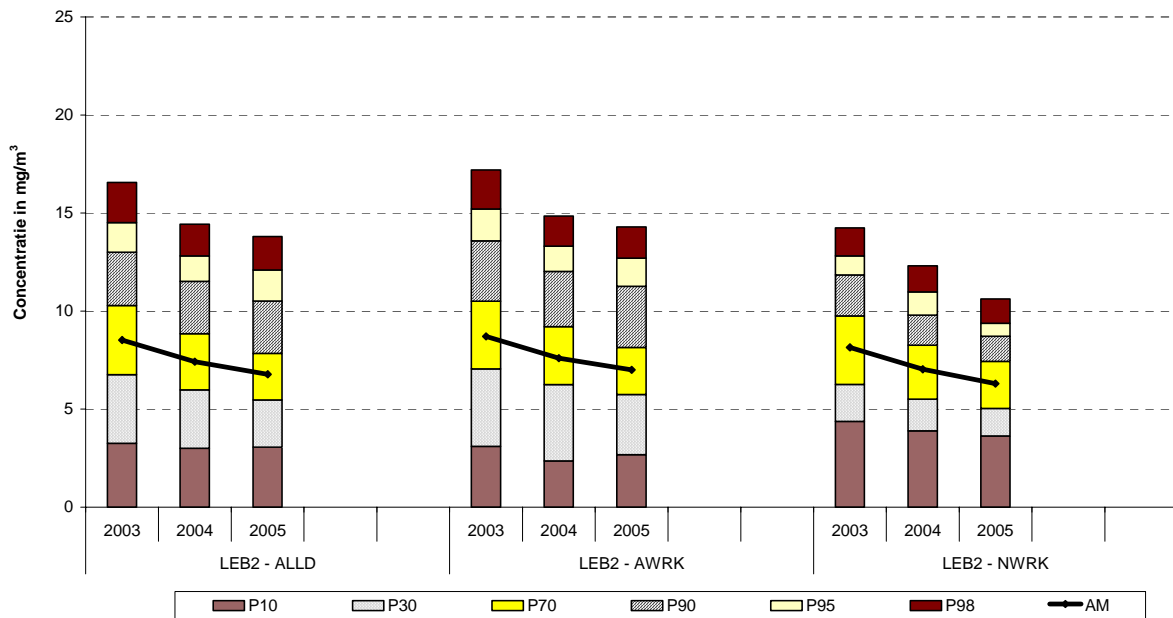
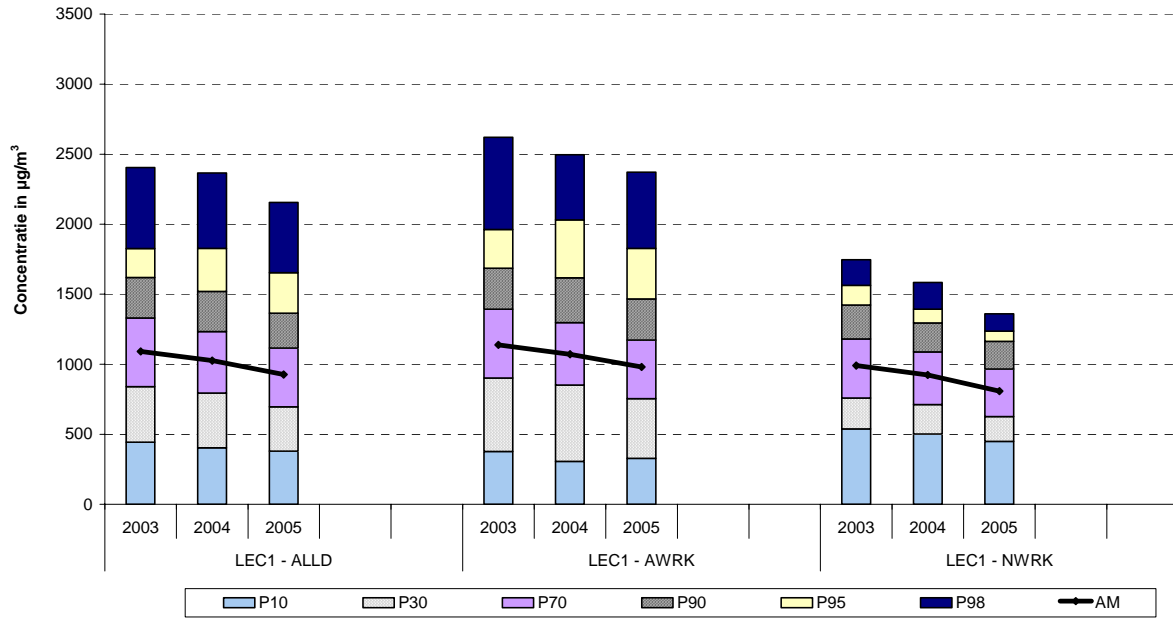


Fig. 6 : CO - Cumulatieve Frequentieverdeling Uurwaarden in beide meetposten van de Leopold II tunnel. Selectie *alle dagen*, *alle werkdagen* en *alle niet-werkdagen* Jaarperiodes 2003, 2004 en 2005

NO - 41LEC1 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005



NO - 41LEB2 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005

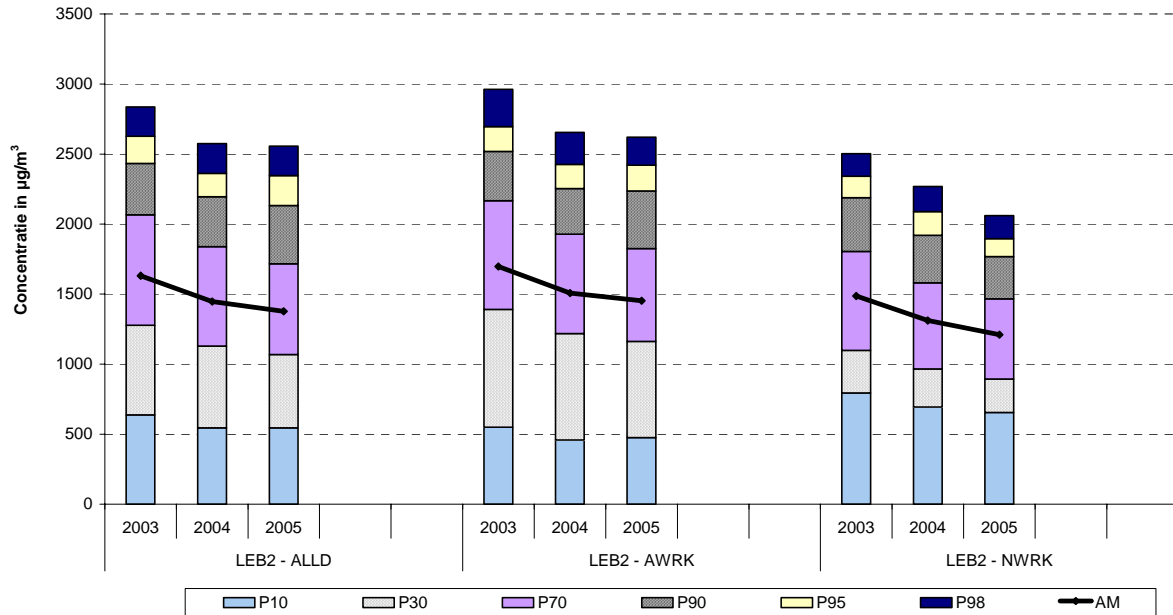
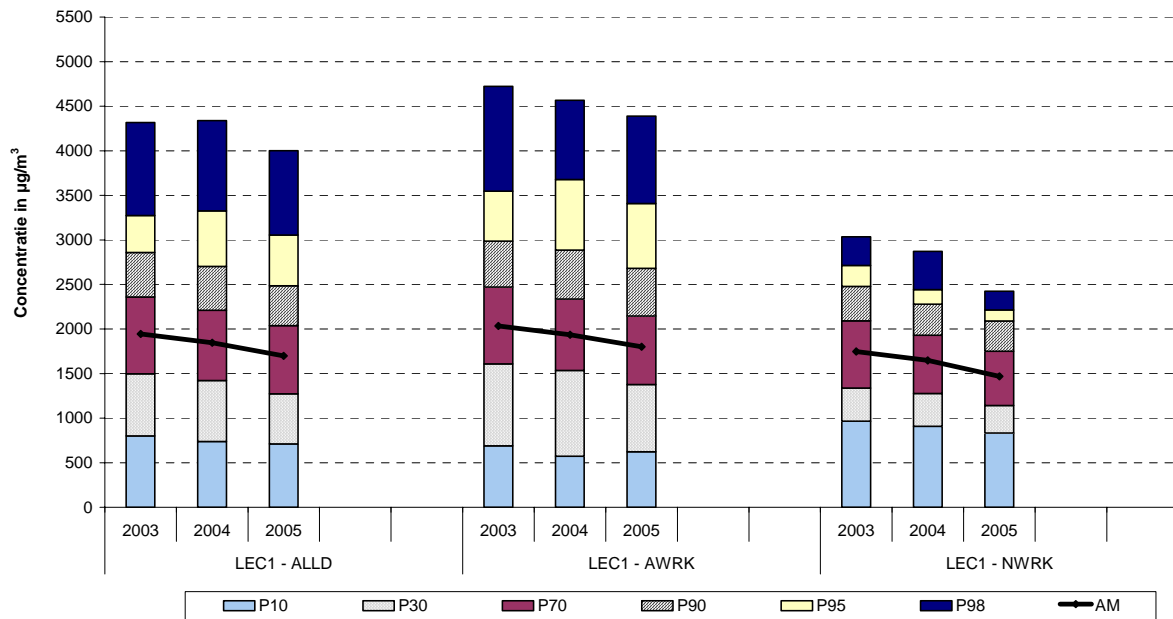


Fig. 7 : NO - Cumulatieve Frequentieverdeling Uurwaarden in beide meetposten van de Leopold II tunnel. Selectie *alle dagen*, *alle werkdagen* en *alle niet-werkdagen* Jaarperiodes 2003, 2004 en 2005

NO_x - 41LEC1 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005



NO_x - 41LEB2 - CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING
Alle DAGEN (ALLD) - WERKDAGEN (AWRK) - NIET-WERKDAGEN (NWRK)
UURWAARDEN - JAARPERIODES 2003 tot 2005

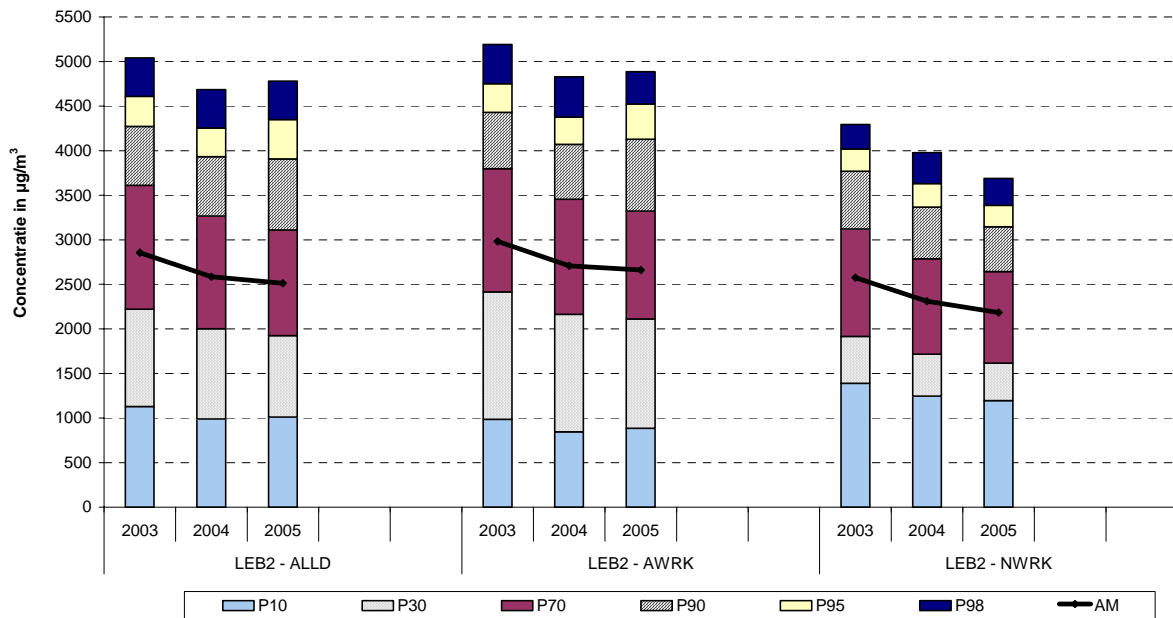
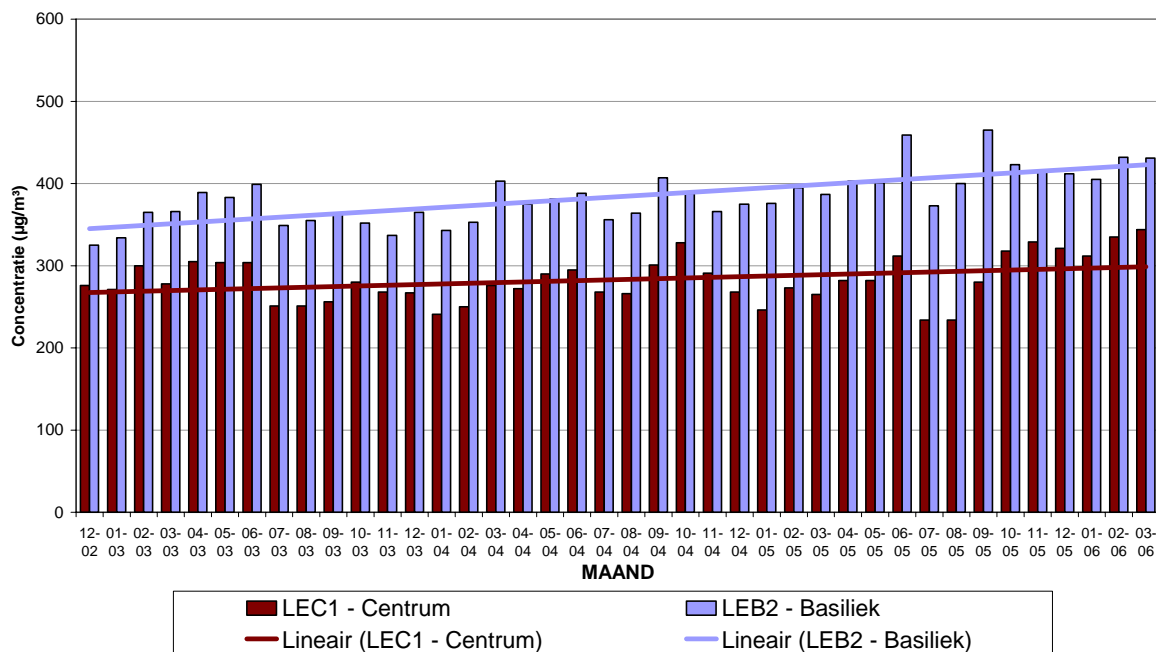


Fig. 8 : NO_x - Cumulatieve Frequentieverdeling Uurwaarden in beide meetposten van de Leopold II tunnel. Selectie *alle dagen*, *alle werkdagen* en *alle niet-werkdagen* Jaarperiodes 2003, 2004 en 2005

NO₂ - GEMIDDELDE CONCENTRATIE PER MAAND LEOPOLD II TUNNEL



NO - GEMIDDELDE CONCENTRATIE PER MAAND LEOPOLD II TUNNEL

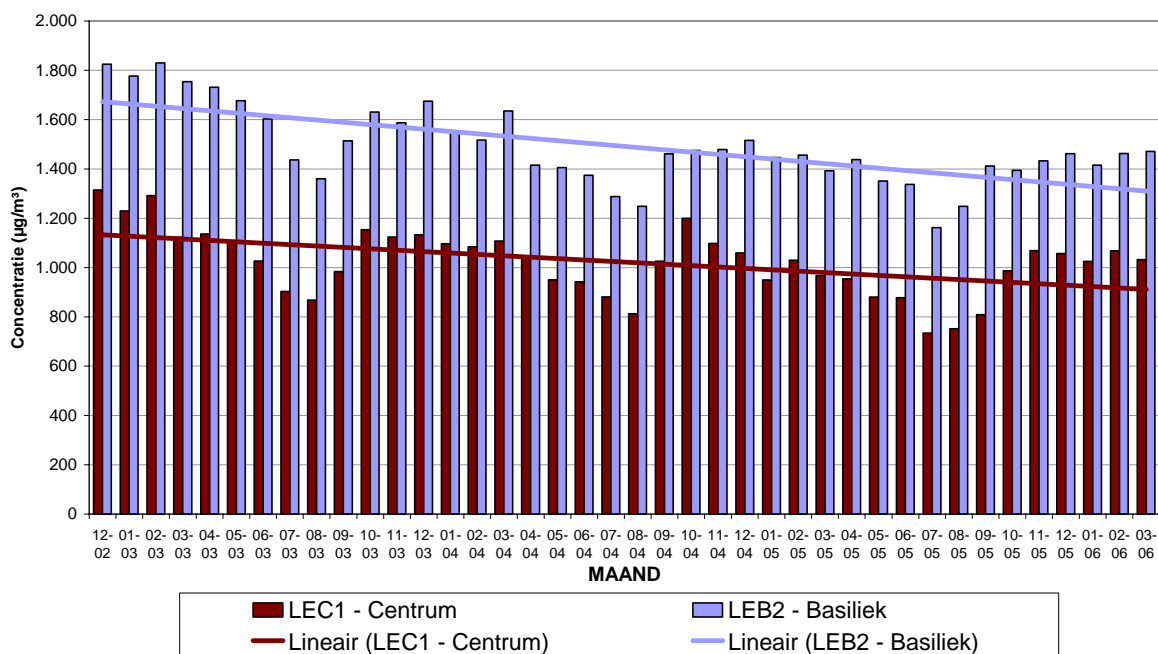
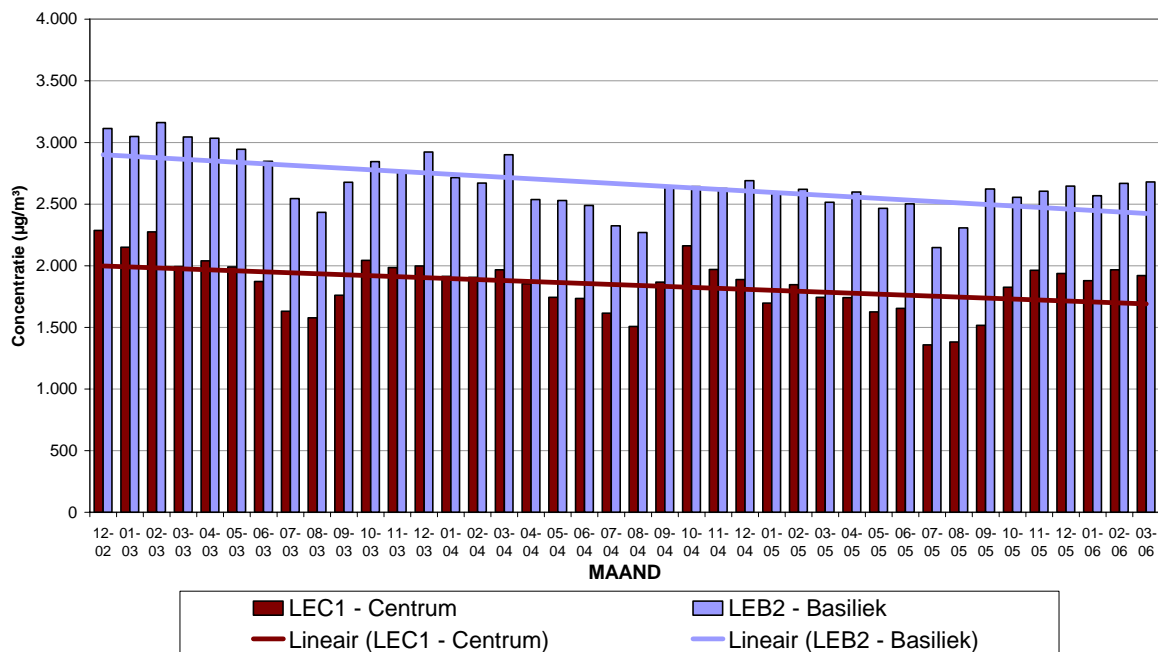


Fig. 9 : NO₂ en NO - Evolutie maandgemiddelde concentratie in beide meetposten van de Leopold II tunnel. Periode "December 2002 – Maart 2006"

NO_x - GEMIDDELDE CONCENTRATIE PER MAAND LEOPOLD II TUNNEL



CO - GEMIDDELDE CONCENTRATIE PER MAAND LEOPOLD II TUNNEL

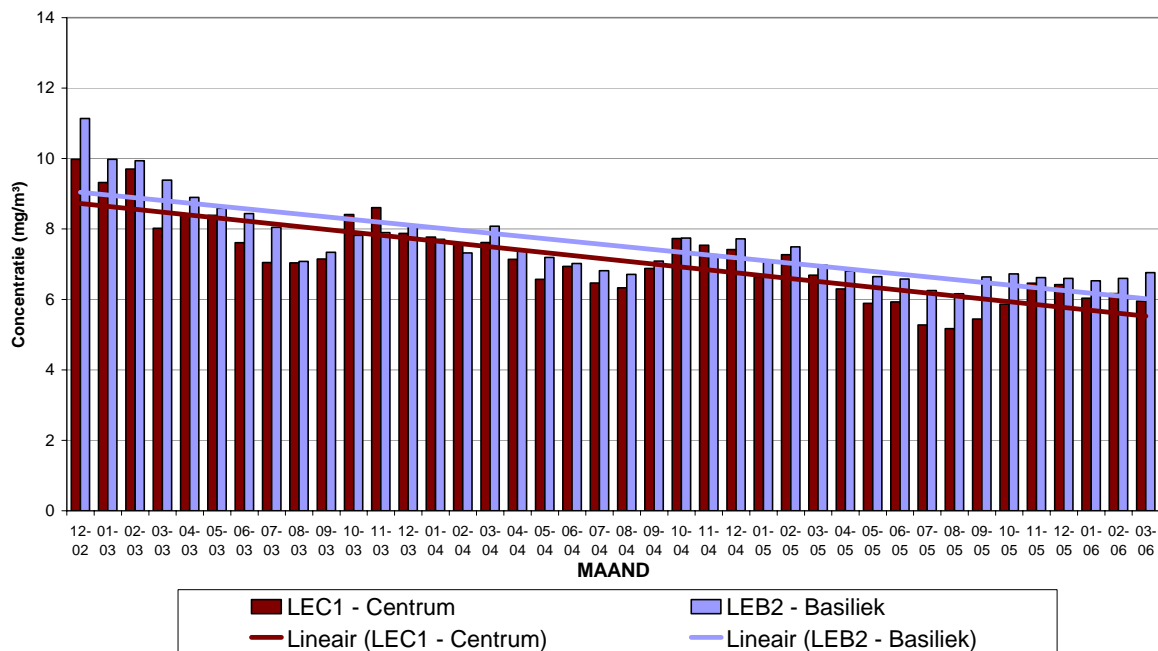


Fig. 10 : NO_x en CO - Evolutie maandgemiddelde concentratie in beide meetposten van de Leopold II tunnel. Periode "December 2002 – Maart 2006"

4.3 Overschrijdingen

De tabellen VIII t/m XI op blz. 28 tot 31 geven het aantal overschrijdingen weer, per maand en per jaar, van de concentratieniveaus vermeld in het besluit van 22 december 1994:

voor NO_2 :

- een glijdend 20-minuutsgemiddelde van $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NO₂-20 Min]
- een halfuurswaarde (interpolatie) van $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NO₂-HH]
- een uurwaarde van $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NO₂-1 HR]

voor CO :

- een halfuurswaarde van $116 \text{mg}/\text{m}^3$ (=100 ppm) [CO-HH]

De resultaten voor de periode *december 2002 – juni 2006* worden weergegeven per maand en per kalenderjaar.

Tabel VIII geeft de resultaten weer voor het glijdende 20-minuutsgemiddelde voor NO_2 . De twee tabellen bovenaan geven het totaal aantal overschrijdingen weer, respectievelijk voor de meetpost LEC1 en LEB2. De beide tabellen onderaan geven het aantal dagen weer met een 20-minuutsgemiddelde hoger dan $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Op analoge wijze worden in tabel IX de overschrijdingen weergegeven van de NO_2 -halfuurswaarden hoger dan $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en in tabel X deze van de NO_2 -uurwaarden hoger dan $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De overschrijdingen van de halfuurswaarden voor CO ($> 116 \text{mg}/\text{m}^3$) worden weergegeven in tabel XI.

De overschrijdingen van de NO_2 -drempel van $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 20-minuutsgemiddelde, van $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als halfuurswaarde en van $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als uurwaarde worden grafisch weergegeven in de figuren 11, 12 en 13 op blz. 32, 33 en 34. De grafieken bovenaan geven telkens het aantal overschrijdingen per maand weer en de grafieken onderaan het aantal dagen per maand met overschrijding.

De terugval van het aantal piekwaarden tijdens de zomermaanden (juli – augustus) is wellicht ten dele een gevolg van het verminderde verkeer tijdens deze periode. De verspreiding van het verkeer in de stad verloopt vlotter en hierdoor ontstaan minder frequent files op het einde van de tunnel.

1.000 µg/m³ NO₂ als 20-minuutswaarde: Het aantal piekwaarden van de drempelwaarde van 1.000 µg/m³ als 20-minuutsgemiddelde, was in 2003 en 2004 het hoogst voor het meetpunt richting centrum (41LEC1). Vanaf het midden van 2005 is het aantal overschrijdingen hoger in de meetpost richting basiliek (41LEB2). Over het kalenderjaar 2005 worden in de meetpost richting basiliek 458 overschrijdingen (20-minuutperiodes) vastgesteld, verdeeld over 90 dagen tegenover 205 perioden in 54 dagen voor de meetpost richting centrum (41LEC1). De overschrijdingen van deze drempelwaarde worden in detail weergegeven in de bijlage.

Voor de meetpost richting basiliek betekent dit een forse toename van het aantal overschrijdingen (meer dan een verdubbeling) tegenover het jaar 2004, toen er 184 perioden in 50 dagen werden vastgesteld. Voor de meetpost richting centrum is het aantal overschrijdingen verminderd: 205 perioden in 54 dagen in 2005 tegenover 278 perioden in 74 dagen in 2004.

In de meetpost richting centrum (41LEC1) komen de piekwaarden meestal voor op werkdagen, tijdens de ochtendspits. Een aantal situaties waarbij de doorstroming van het verkeer naar de Kleine Ring moeizaam verloopt, b.v. manifestaties, accidenten, etc., leiden tot overschrijdingen in de loop van de dag of de (late) namiddag. Verder is er 1 overschrijding tijdens het weekend, nl. op zaterdag 18 juni 2005 tijdens de namiddag. Overschrijdingen tijdens de nacht komen uitzonderlijk voor en zijn wellicht te wijten aan onderhoudswerken in de tunnel.

In de richting basiliek (41LEB2) komen de piekwaarden ook bijna uitsluitend voor op werkdagen, zij het tijdens de avondspits. Er zijn 2 overschrijdingen tijdens het weekeinde, namelijk op zaterdag 10 september en zondag 18 december 2005, telkens tegen het einde van de namiddag. Ook op dit meetpunt zijn de nachtelijke overschrijdingen vermoedelijk het gevolg van onderhoudswerken.

850 µg/m³ NO₂ als halfuurswaarde: de overschrijdingen van deze NO₂-drempel stemmen grotendeels overeen met de overschrijdingen van de drempel van 1.000 µg/m³ voor 20-minuutsgemiddelden.

Voor de meetpost richting basiliek (41LEB2) werd over het jaar 2005 eveneens een forse toename vastgesteld van het aantal overschrijdingen: 509 halfuurswaarden verdeeld over 137 dagen in 2005, tegenover 190 halfuurswaarden in 73 dagen gedurende het jaar 2004. Voor de meetpost richting centrum (41LEC1) is het aantal overschrijdingen verminderd: 160 halfuurswaarden verdeeld over 64 dagen in 2005 tegenover 189 halfuurswaarden over 81 dagen in 2004.

400 µg/m³ NO₂ als uurwaarde: In de meetpost richting basiliek (41LEB2) wordt de drempel van 400 µg/m³ frequent overschreden: met 300 à 400 uurwaarden per maand wordt de drempel in deze meetpost bijna dagelijks (28 à 31 dagen per maand) overschreden, ook tijdens het weekeinde. Per dag zijn er gemiddeld een tiental uurwaarden met overschrijding. Over het jaar 2005 is het aantal overschrijdende uurwaarden met meer dan 10 % toegenomen t.o.v. het jaar 2004: 4.125 uurwaarden in 354 dagen voor het jaar 2005, tegenover 3.664 uurwaarden in 345 dagen voor 2004.

In de meetpost richting centrum (41LEC1) wordt deze drempel minder vaak overschreden. Verspreid over 9 tot 24 dagen, zijn er tussen de 21 en de 152 overschrijdingen per maand (gemiddeld een viertal uurwaarden per dag). Over het jaar 2005 is het aantal uurwaarden in overschrijding met ongeveer 5% toegenomen t.o.v. het jaar 2004: 1.050 uurwaarden verdeeld over 215 dagen in 2005 tegenover 949 uurwaarden en 235 dagen in 2004.

Het hogere aantal overschrijdingen van deze waarde in de meetpost richting basiliek stemt overeen met de informatie vervat in de tabellen (tabel II t/m VII) en de grafieken met de cumulatieve frequentieverdeling (figuur 5): in het meetpunt richting basiliek (41LEB2) is de gemiddelde NO₂-concentratie en de toename van de gemiddelde NO₂-concentratie hoger dan in het meetpunt richting centrum (41LEC1).

116 mg/m³ CO als halfuurswaarde: deze waarde werd tot dusver éénmaal overschreden. Op woensdag 15 september 2004 om 23:30 h UT (01:30 h lokale tijd) werd in de meetpost richting centrum (41LEC1) de waarde van 135,69 mg/m³ CO gemeten. Wellicht betreft het hier een overschrijding naar aanleiding van onderhoudswerken in de tunnel.

In de loop van 2005 werden er geen overschrijdingen van deze drempel vastgesteld.

Vaststellingen: In de meetpost richting basiliek (LEB2) wordt vanaf de maand mei 2005 een opvallende toename genoteerd (meer dan verdubbeling) van het aantal piekwaarden (20-minuutsperiode) hoger dan $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$, van het aantal halfuurswaarden hoger dan $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en van het aantal uurwaarden hoger dan $400 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$. In deze meetpost wordt ook een duidelijke toename vastgesteld van de gemiddelde NO_2 -concentratie.

In de meetpost richting centrum is er een vermindering van het aantal piekwaarden (20-minuutsperiode) hoger dan $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ en van het aantal halfuurswaarden hoger dan $850 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$. Daarentegen wordt een lichte toename vastgesteld van het aantal uurwaarden hoger dan $400 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$.

Zoals reeds hoger vermeld, wordt de norm slechts overschreden indien er effectief een blootstelling is gedurende de opgegeven periode. Steekproefsgewijs kan vastgesteld worden dat een oponthoud van één uur in de tunnel niet zeer realistisch is. Een verblijftijd van ca. 20 minuten, b.v. tijdens het spitsuur op plaatsen met de hoogste concentratie (stapvoets verkeer), kan wel (regelmatig) voorkomen.

Het verdient dan ook een aanbeveling om prioritair het optreden van piekconcentraties te verhinderen door het uitwerken van een verbeterd en aanpasbaar ventilatieregime. Hiertoe zou het nuttig zijn om het NO_2 -meetsignaal mee op te nemen in het algoritme voor het opstarten van de ventilatie in de tunnel.

Om het aantal overschrijdingen van de drempel van $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (uurwaarde) op korte termijn te laten dalen is een meer permanente ventilatie tijdens de dag noodzakelijk.

Tabel VIII: NO₂ - **GLIJDENDE 20-MINUUTSWAARDEN > 1.000 µg/m³**

AANTAL OVERSCHRIJDINGEN per MAAND

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												73	
2003	19	22	18	34	54	20	0	2	6	2	24	11	212
2004	2	17	18	24	20	32	11	18	26	71	21	18	278
2005	1	11	15	16	17	39	6	2	2	17	47	32	205
2006	14	14	14	28	29	74							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												13	
2003	5	0	0	8	1	13	12	4	3	0	3	9	58
2004	2	9	20	5	17	29	6	15	72	3	4	2	184
2005	9	10	13	4	38	106	26	51	115	49	16	21	458
2006	6	2	8	27	76	127							

AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												13	
2003	6	12	8	7	13	4	0	1	3	1	7	4	66
2004	2	7	7	4	6	9	3	3	6	16	6	5	74
2005	1	3	3	3	4	10	2	1	1	5	12	9	54
2006	4	5	6	7	10	12							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												5	
2003	3	0	0	3	1	7	3	3	2	0	2	3	27
2004	1	3	6	2	3	9	3	7	11	2	2	1	50
2005	3	4	3	2	7	11	7	13	17	10	6	7	90
2006	2	2	4	8	13	18							

Tabel op basis van gegevens beschikbaar einde juni 2006

Tabel IX: **NO₂-HALFUURSWAARDEN > 850 µg/m³**

AANTAL OVERSCHRIJDINGEN per MAAND

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												52	
2003	13	14	9	24	41	12	1	1	4	10	16	7	152
2004	3	11	14	19	14	21	7	11	20	41	18	10	189
2005	3	8	8	9	11	28	4	1	2	20	40	26	160
2006	10	11	20	22	23	59							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												19	
2003	5	1	4	7	7	22	11	13	5	0	2	13	90
2004	2	8	17	6	15	30	6	24	69	5	5	3	190
2005	6	13	12	12	48	97	29	59	118	58	31	26	509
2006	7	6	13	43	92	128							

AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												17	
2003	6	12	7	9	12	4	1	1	3	5	6	5	71
2004	3	7	7	5	7	9	3	3	8	15	8	6	81
2005	2	5	3	3	4	10	2	1	1	10	14	9	64
2006	4	6	10	8	10	16							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												7	
2003	5	1	2	3	5	12	5	8	4	0	2	8	55
2004	1	5	8	4	5	10	4	13	15	3	3	2	73
2005	3	7	5	6	11	15	9	19	21	17	14	10	137
2006	5	4	7	12	18	20							

Tabel op basis van gegevens beschikbaar einde juni 2006

Tabel X: **NO₂-UURWAARDEN > 400 µg/m³**

AANTAL OVERSCHRIJDINGEN per MAAND

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												74	
2003	67	94	69	76	81	87	33	80	68	95	61	60	871
2004	21	46	84	86	91	100	56	67	122	140	78	58	949
2005	37	72	73	53	86	158	21	37	99	152	127	135	1.050
2006	139	162	252	162	155	201							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												215	
2003	249	278	312	356	332	335	251	244	284	298	240	299	3.478
2004	259	275	372	295	293	329	255	275	359	338	295	319	3.664
2005	313	297	309	355	335	381	290	341	394	386	352	372	4.125
2006	388	389	413	393	398	420							

AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												17	
2003	19	21	22	18	18	19	8	16	16	26	21	16	220
2004	12	20	23	18	18	23	12	17	24	26	22	20	235
2005	15	18	20	13	17	22	9	13	21	22	21	24	215
2006	22	25	28	20	22	26							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												26	
2003	26	25	30	29	30	30	29	26	27	30	27	29	338
2004	29	28	31	28	28	29	25	29	30	30	28	30	345
2005	29	27	28	30	31	29	29	30	29	31	30	31	354
2006	31	28	30	29	31	29							

Tabel op basis van gegevens beschikbaar einde juni 2006

Tabel XI: **CO-HALFUURSWAARDEN > 116 mg/m³**

AANTAL OVERSCHRIJDINGEN per MAAND

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												0	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												0	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0							

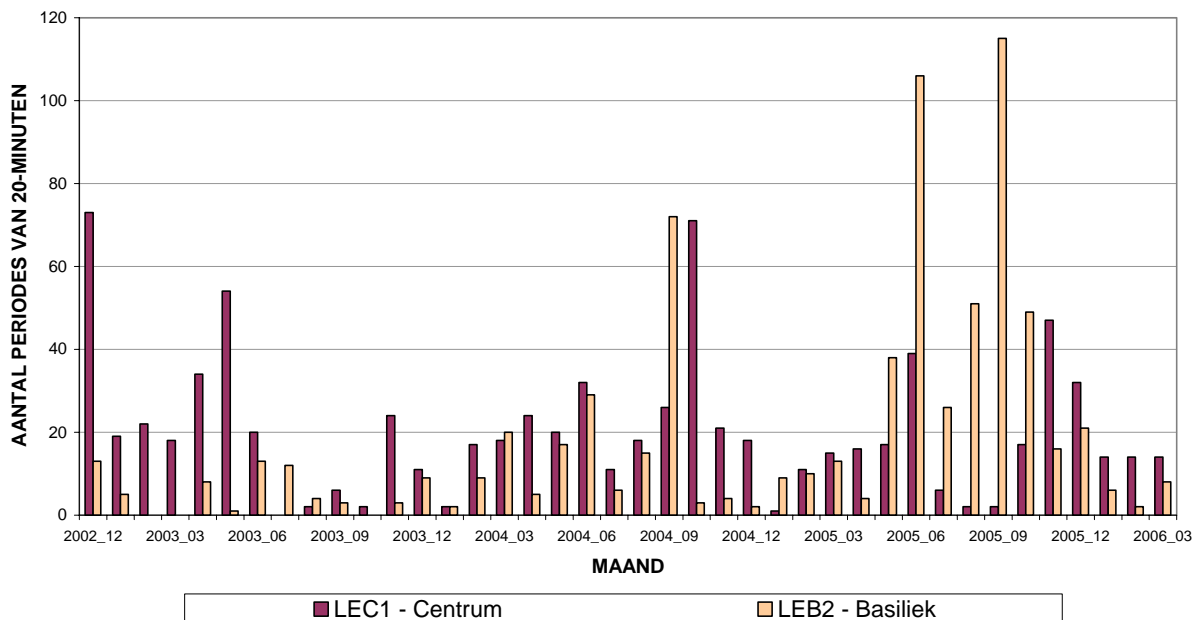
AANTAL DAGEN met OVERSCHRIJDING

LEC1	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												0	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0							

LEB2	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
2002												0	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel op basis van gegevens beschikbaar einde juni 2006

NO₂ - AANTAL 20-Min PERIODES > 1.000 µg/m³
TUNNEL LEOPOLD II - AANTAL OVERSCHRIJDINGEN PER MAAND



NO₂ - 20-Min GEMIDDELDEN > 1.000 µg/m³
TUNNEL LEOPOLD II - AANTAL DAGEN MET OVERSCHRIJDING PER MAAND

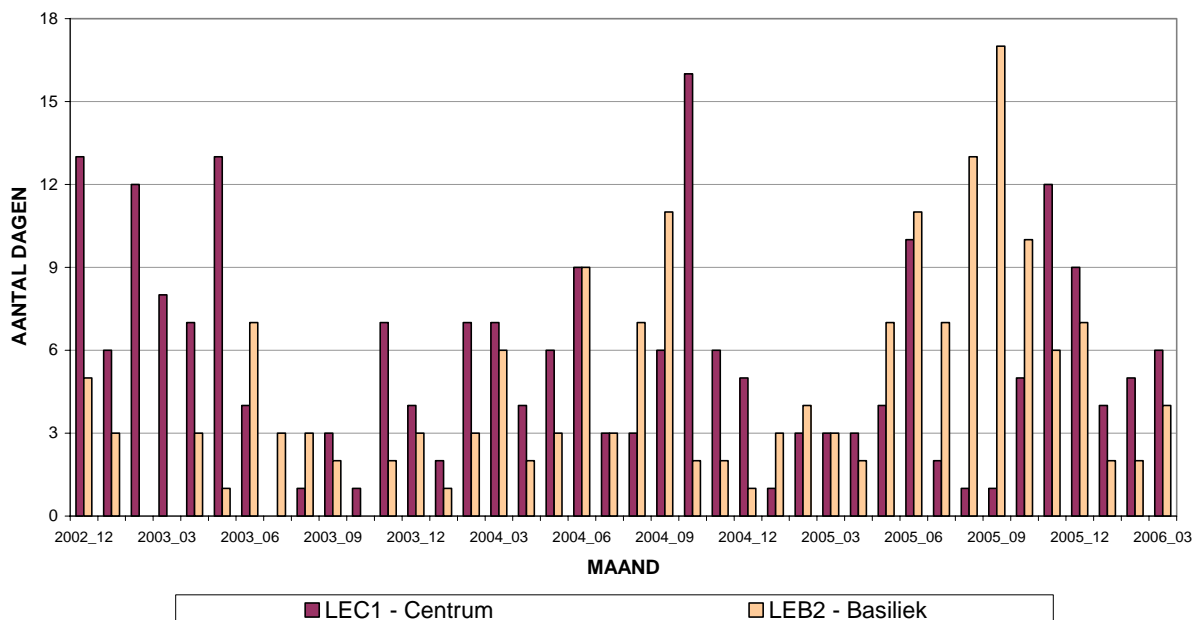
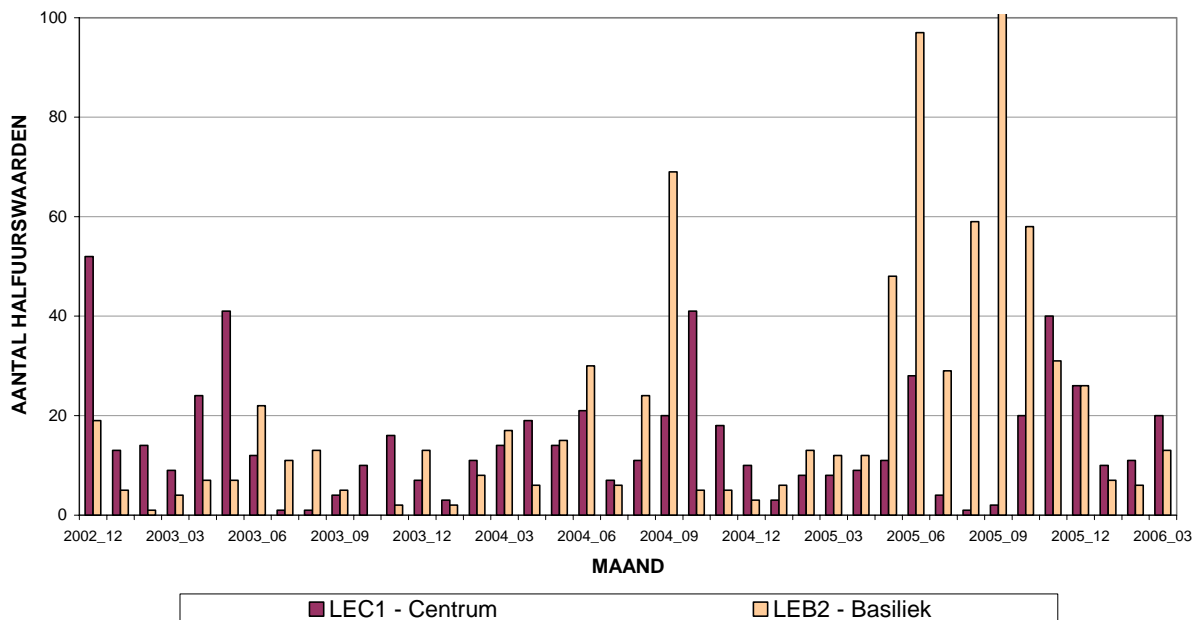


Fig. 11 : NO₂ – 20-Minutsgemiddelden > 1.000 µg/m³. Totaal aantal overschrijdingen per maand en aantal dagen per maand met overschrijding (december 2002 – maart 2006)

NO₂ - AANTAL HALFUURSWAARDEN > 850 µg/m³
TUNNEL LEOPOLD II - AANTAL OverschRIJDINGEN PER MAAND



NO₂ - HALFUURSWAARDEN > 850 µg/m³
TUNNEL LEOPOLD II - AANTAL DAGEN MET OverschRIJDING PER MAAND

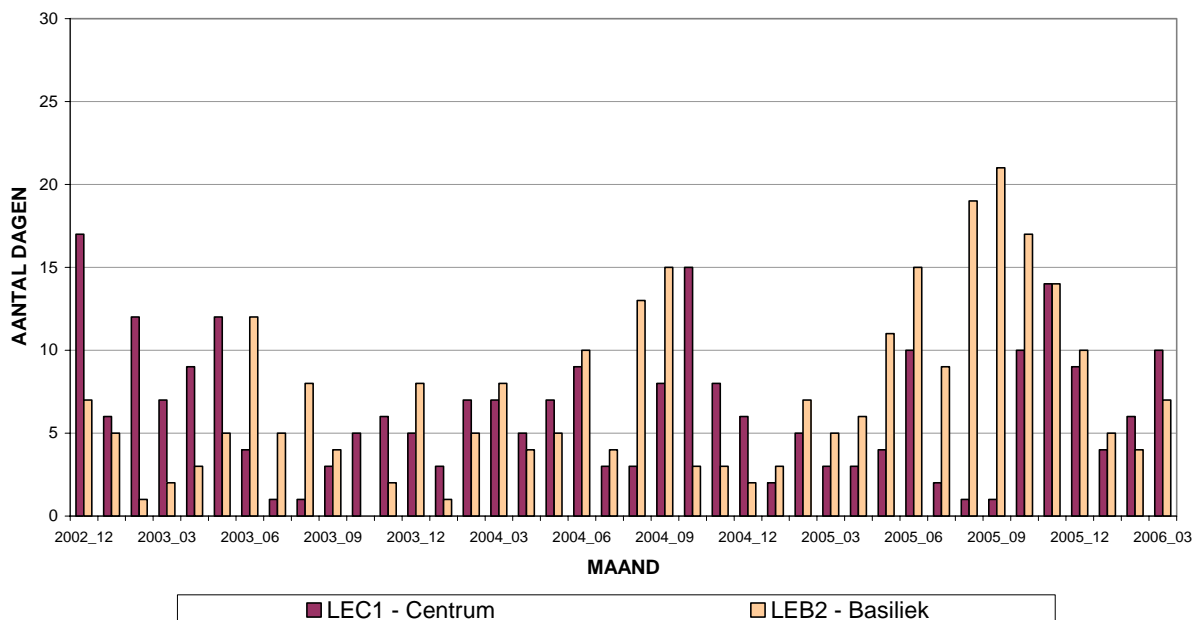
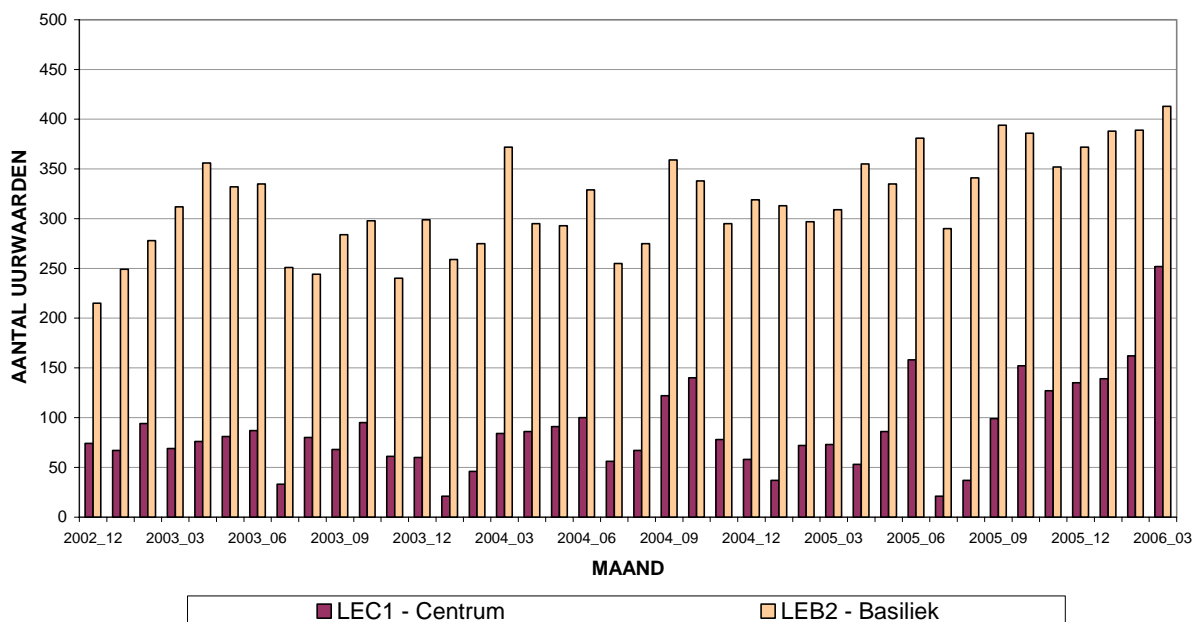


Fig. 12 : NO₂ – Halfuurswaarden > 850 µg/m³. Totaal aantal overschrijdingen per maand en aantal dagen per maand met overschrijding (december 2002 – maart 2006)

NO₂ - AANTAL UURWAARDEN > 400 µg/m³
TUNNEL LEOPOLD II - AANTAL OverschRIJDINGEN PER MAAND



NO₂ - UURWAARDEN > 400 µg/m³
TUNNEL LEOPOLD II - AANTAL DAGEN MET OverschRIJDING PER MAAND

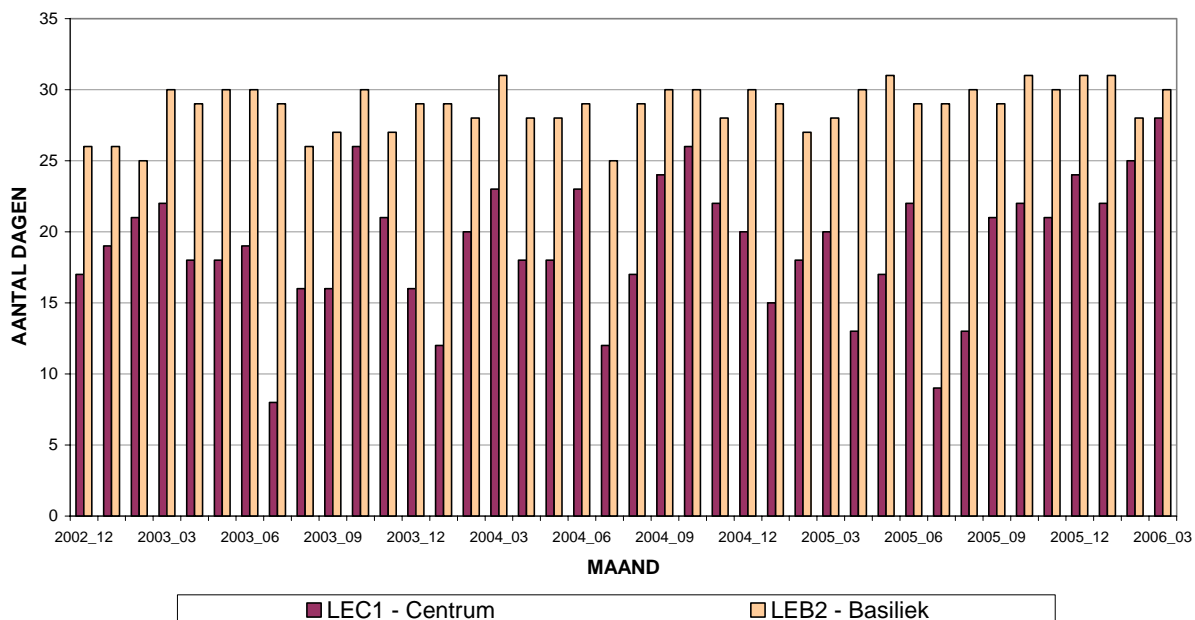


Fig. 13 : NO₂-Uurwaarden > 400 µg/m³. Totaal aantal overschrijdingen per maand en aantal dagen per maand met overschrijding (december 2002 – maart 2006)

4.4 Gemiddeld Dagverloop

In de grafieken van de figuren 14 t/m 19 wordt het dagverloop weergegeven voor een gemiddelde zondag, een gemiddelde zaterdag en een gemiddelde werkdag. De grafiek bovenaan geeft telkens de resultaten weer voor de winterperiode oktober 2005 – maart 2006 en de grafiek onderaan de resultaten voor de zomerperiode april – september 2005.

De NO₂-resultaten worden weergegeven in de figuren 14 en 15, respectievelijk voor de meetposten richting centrum (LEC1) en basiliek (LEB2). De NO-resultaten voor de meetpost richting centrum (LEC1) bevinden zich in figuur 16 en deze voor de meetpost richting basiliek (LEB2) in figuur 17. Het CO-dagverloop voor beide meetposten wordt respectievelijk weergegeven in figuur 18 en 19.

In beide meetposten en voor alle weergegeven parameters (NO₂, NO en CO) is de concentratie gemiddeld hoger op werkdagen dan op niet-werkdagen en ook gemiddeld hoger op zaterdag dan op zondag.

In de meetpost richting centrum (LEC1) wordt, voor de gemiddelde werkdag van de winterperiode *oktober 2005 – maart 2006*, een duidelijke ochtendpiek vastgesteld (zie grafieken bovenaan in de figuren 14, 16 en 18). Voor NO en NO₂ is de ochtendpiek minder nadrukkelijk aanwezig tijdens de zomerperiode *april – september 2005* (grafieken onderaan de figuren 14 en 16). Voor CO is er ook tijdens de zomerperiode een duidelijke ochtendpiek aanwezig (figuur 18).

De gemiddeld hogere concentraties voor NO₂ en CO tijdens de ochtendpiek wijzen op het regelmatig voorkomen van filevorming aan het einde van de tunnel.

In de meetpost richting basiliek (41LEB2) is er, voor de werkdagen tijdens de winterperiode 2005/2006, een geringe verhoging van de concentratie tijdens de ochtendspits. In de late namiddag tot de avond is er permanent een hogere concentratie (grafieken bovenaan in de figuren 15, 17 en 19). De ochtend- en avondpiek voor CO tekenen zich iets duidelijker af dan deze voor NO en NO₂.

Tijdens de zomerperiode van 2005 is er over het algemeen een verhoogde concentratie tijdens de namiddag en de avond. Voor NO₂ en CO is er tijdens de zomerperiode een duidelijke avondpiek waarneembaar (grafieken onderaan figuur 15 en 19). Dit beeld stemt overeen met de belangrijke toename van het aantal piekconcentraties, vastgesteld voor NO₂, vanaf de maand mei 2005.

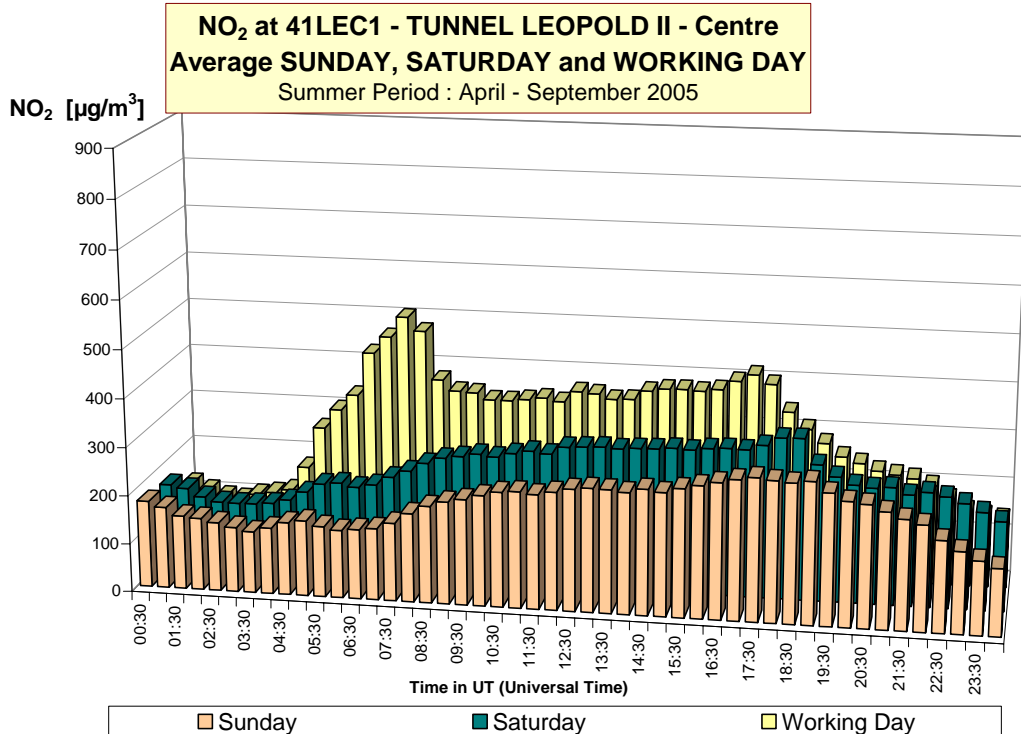
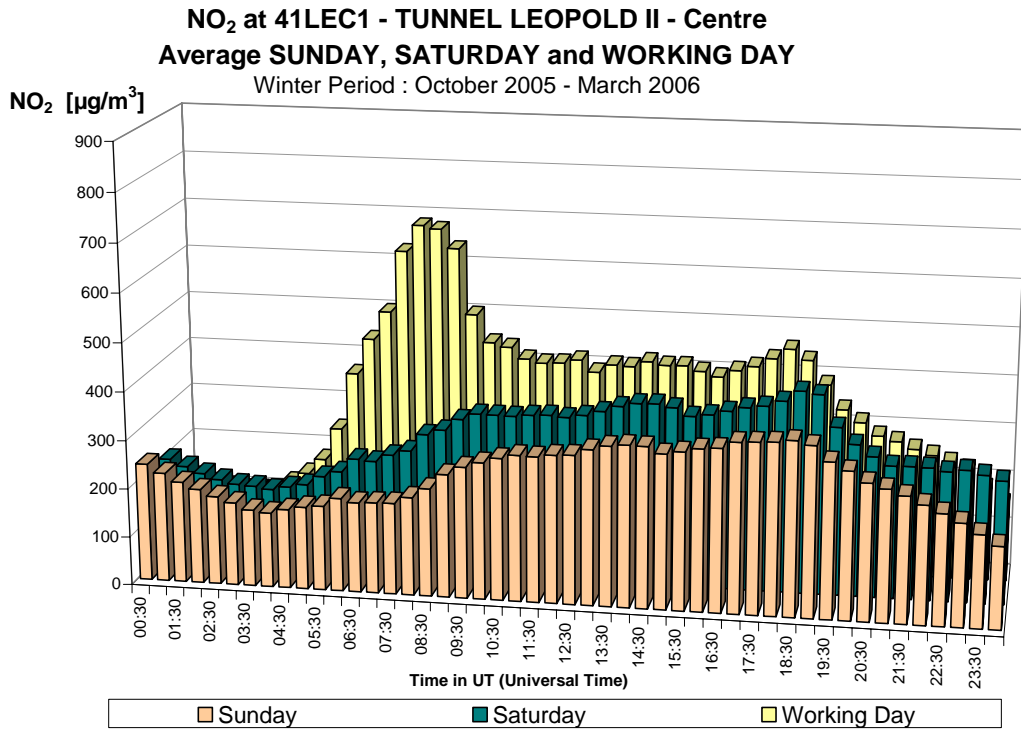
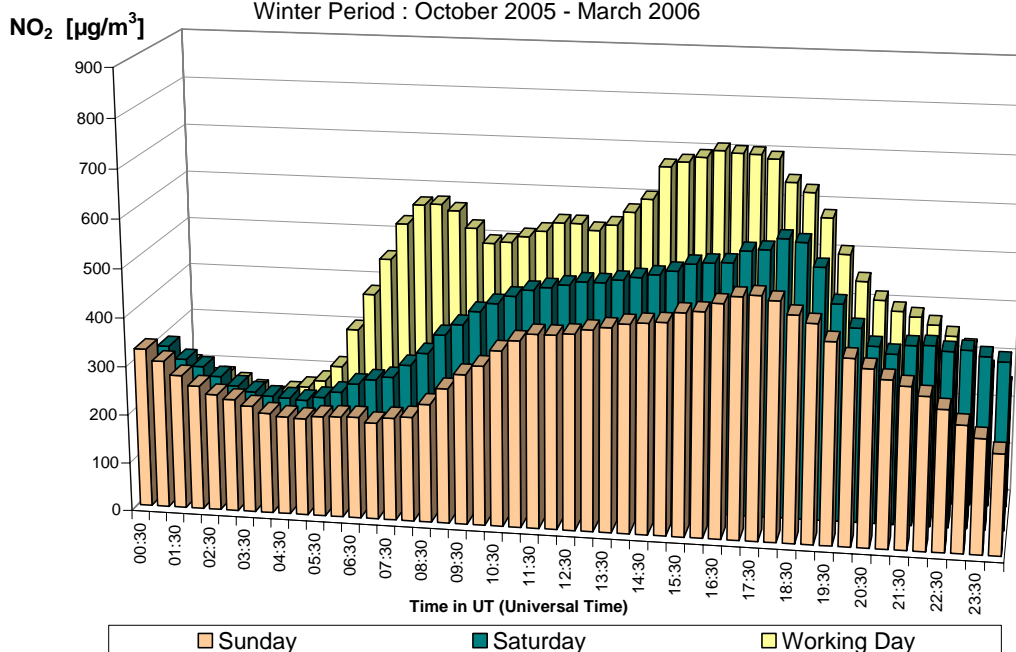


Fig. 14 : NO₂-dagverloop in de meetpost 41LEC1 (richting centrum)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

NO₂ at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : October 2005 - March 2006



NO₂ at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Summer Period : April - September 2005

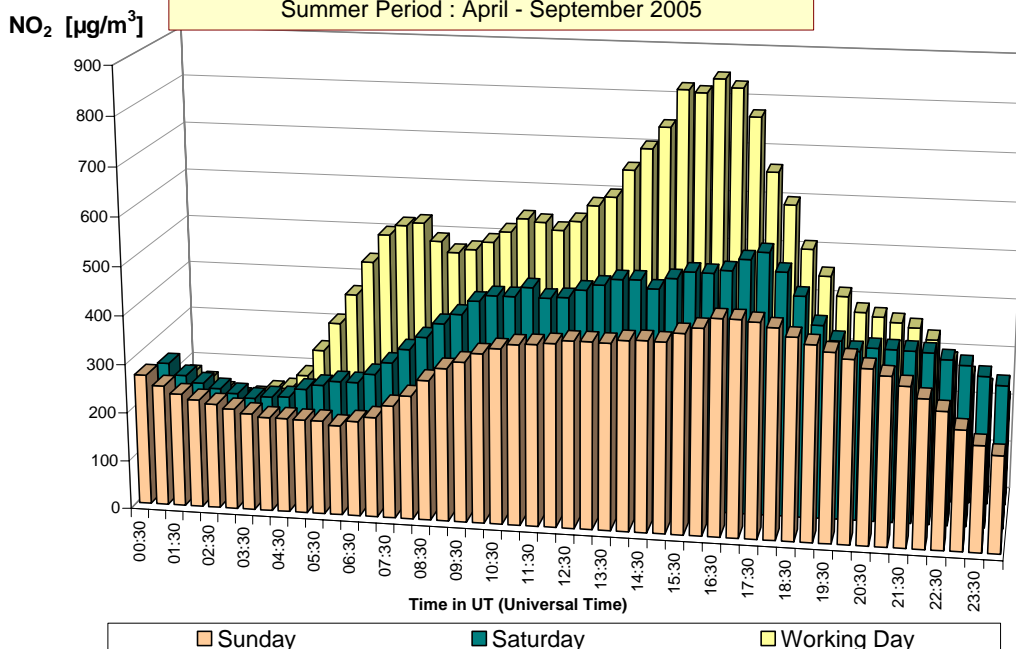
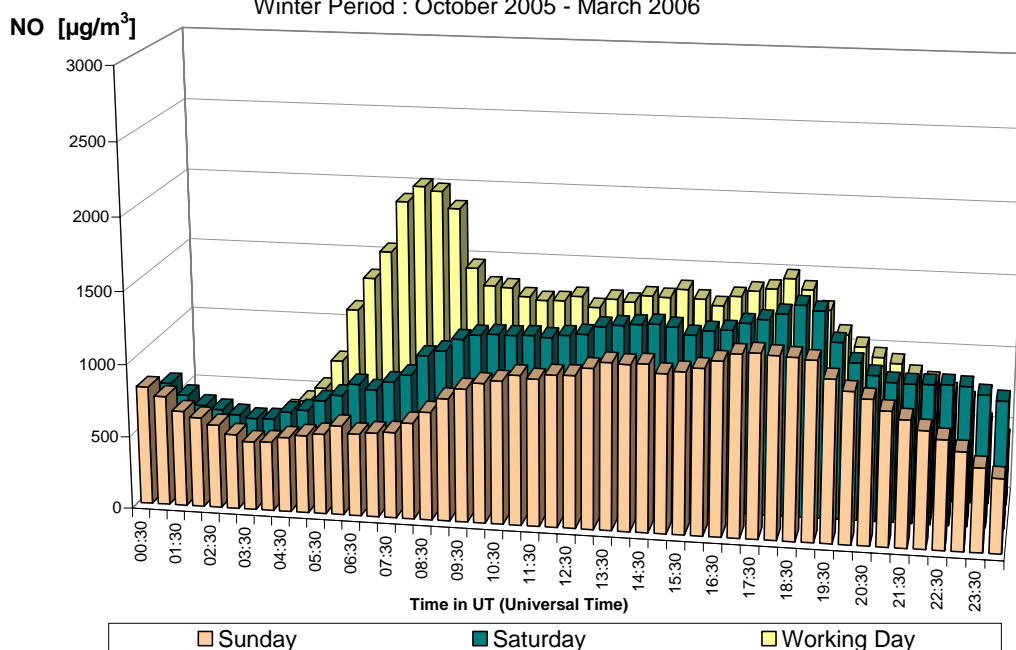


Fig. 15 : NO₂-dagverloop in de meetpost 41LEB2 (richting basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

NO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Winter Period : October 2005 - March 2006



NO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Summer Period : April - September 2005

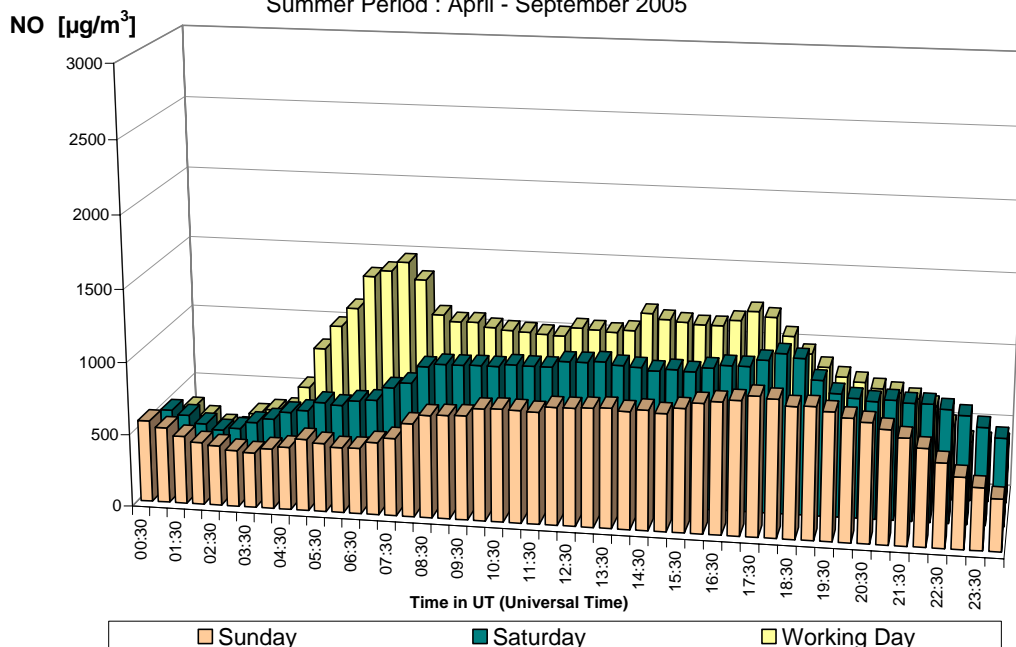
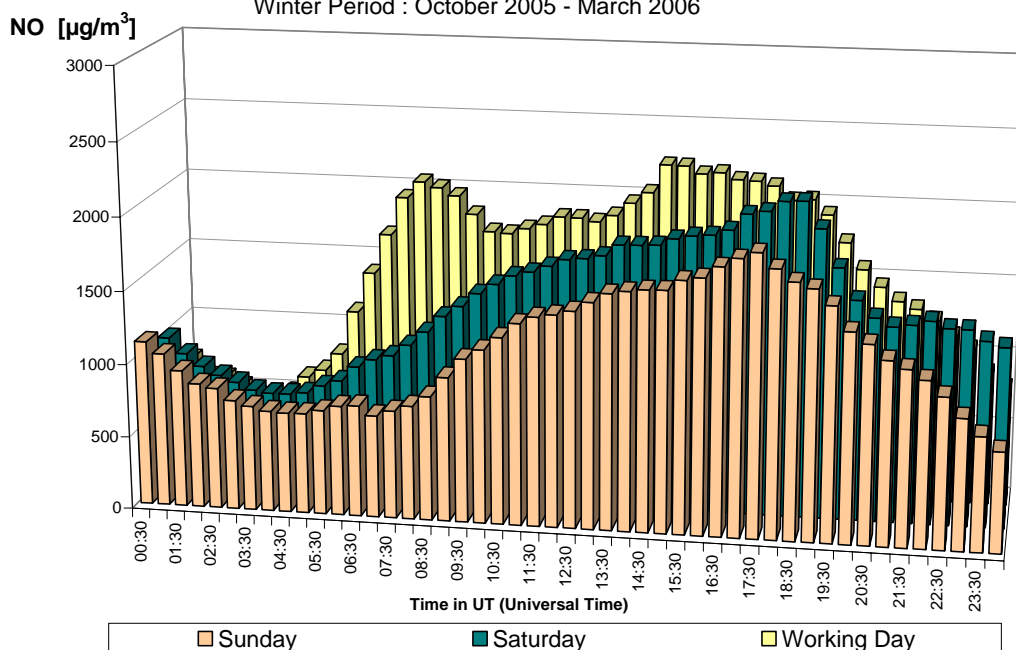


Fig. 16 : NO-dagverloop in de meetpost 41LEC1 (richting centrum)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

NO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Winter Period : October 2005 - March 2006



NO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Summer Period : April - September 2005

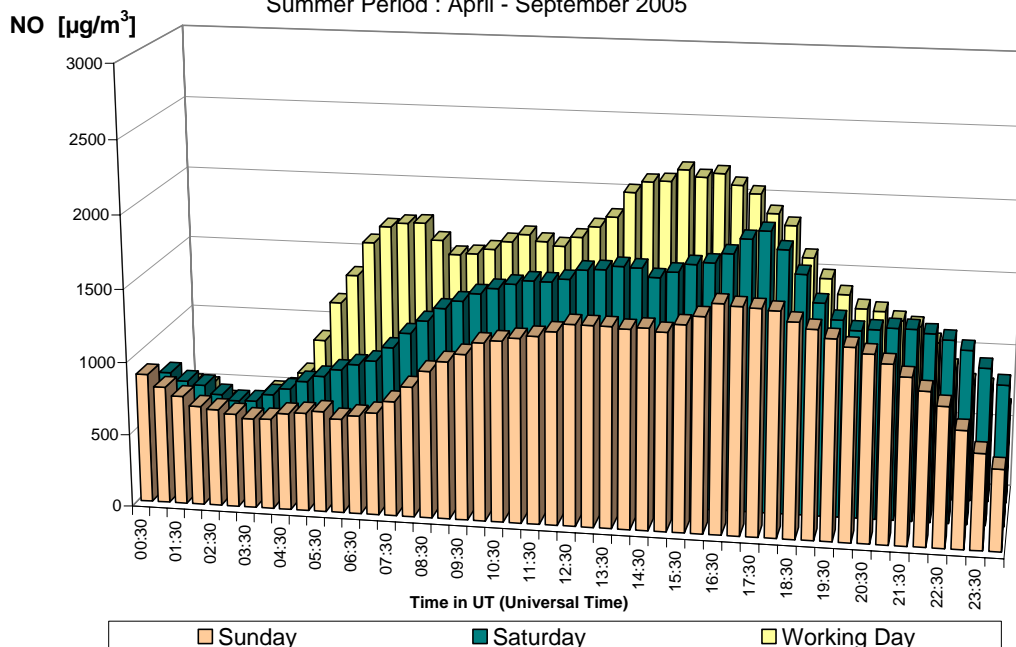
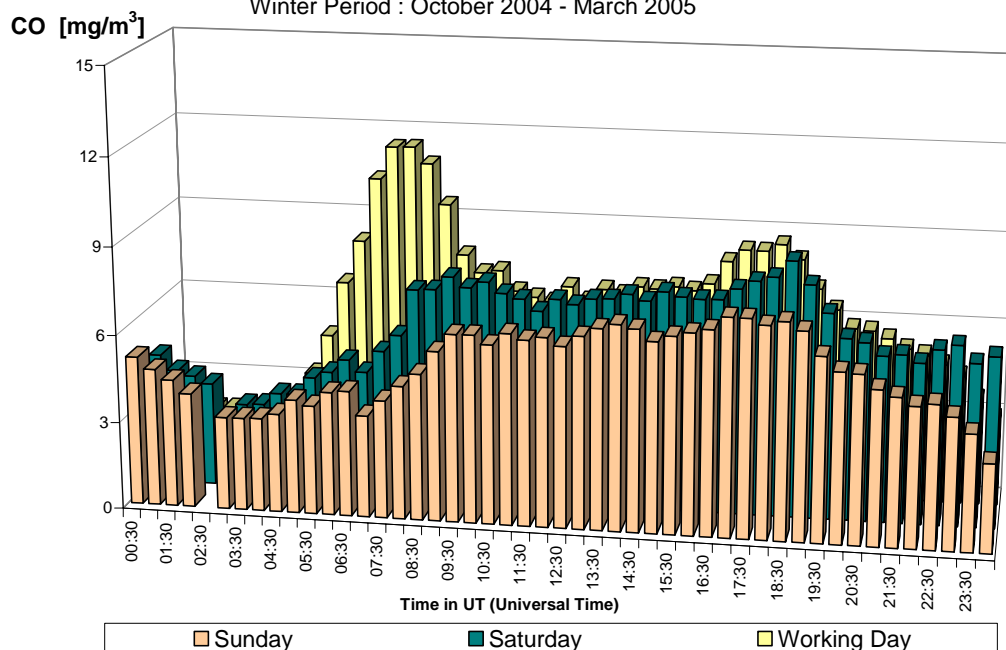


Fig. 17 : NO-dagverloop in de meetpost 41LEB2 (richting basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

CO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Winter Period : October 2004 - March 2005



CO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Summer Period : April - September 2005

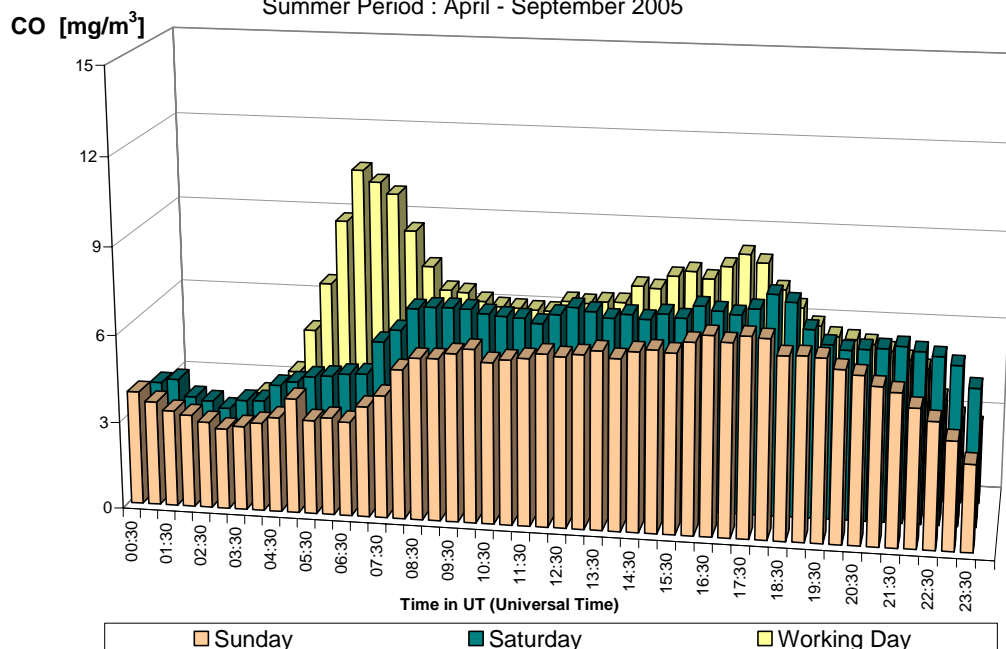
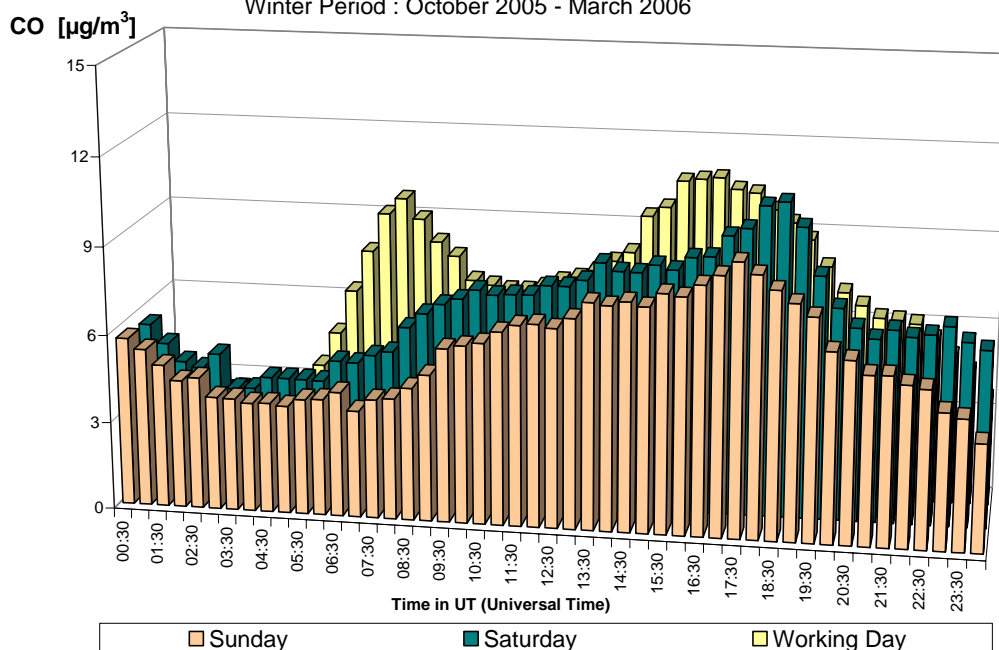


Fig. 18 : CO-dagverloop in de meetpost 41LEC1 (richting centrum)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

CO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : October 2005 - March 2006



CO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Summer Period : April - September 2005

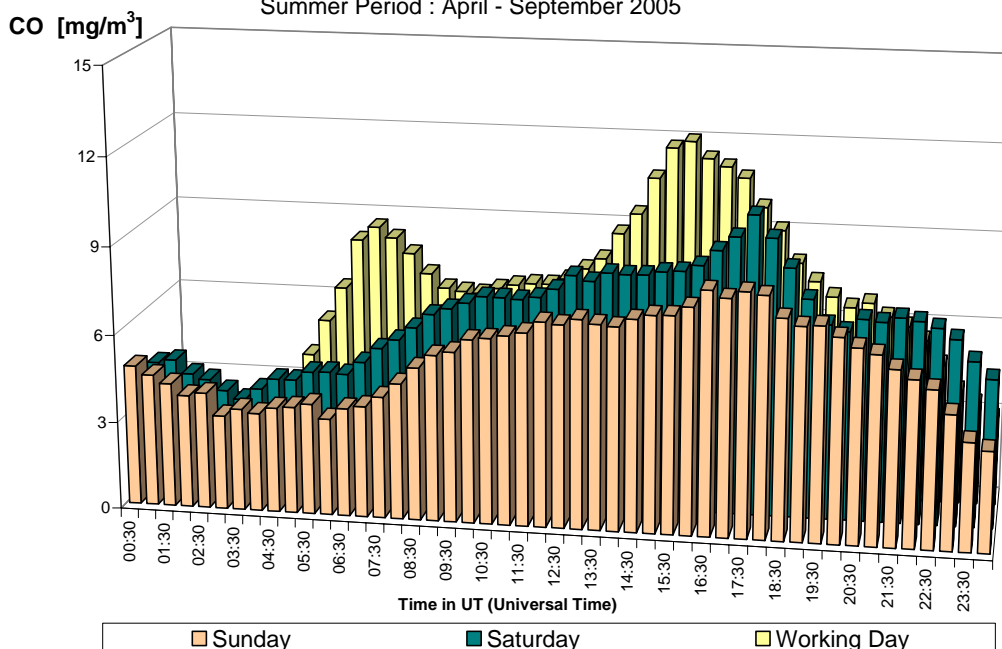


Fig. 19 : CO-dagverloop in de meetpost 41LEB2 (richting basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

4.5 Gemiddeld Weekverloop

In de figuren 20 t/m 25 wordt het gemiddeld weekverloop van de gemeten parameters grafisch weergegeven. De figuren 20 en 21 geven, respectievelijk voor de meetpost LEC1 (centrum) en LEB2 (basiliek), het verloop weer van het gemiddelde NO₂-weekverloop. De figuren 22 en 23 geven het weekverloop weer voor CO en de figuren 24 en 25 het weekverloop voor NO. In de grafieken worden per uurperiode het rekenkundig gemiddelde (AVG), de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie van dag tot dag schommelt.

De figuren bovenaan verwijzen naar de winterperiode “oktober 2005 – maart 2006” en de figuren onderaan naar de zomerperiode “april – september 2005”. De concentraties zijn gemiddeld hoger op werkdagen dan op weekenddagen en hoger op zaterdag dan op zondag.

Op de meetpost richting centrum (LEC1) worden tijdens de winterperiode 2005/2006 (grafieken bovenaan in de figuren 20, 22 en 24) op bijna alle werkdagen van de week piekconcentraties vastgesteld tijdens de ochtendspits: zowel de P90, de mediaan (P50) als de gemiddelde concentratie (AVG) zijn duidelijk hoger dan de concentratie tijdens de rest van de dag. Het verloop van de P90 geeft aan dat er ook een hogere concentratie kan worden vastgesteld op zaterdag tijdens de namiddag.

Voor de zomerperiode 2005 (grafieken onderaan in de figuren 20, 22 en 24) is de ochtendpiek nog merkbaar in de evolutie van de P90-waarde (10% van de gevallen is nog hoger dan de P90). Voor NO₂ en NO is dit minder duidelijk te merken in de P50-waarde (mediaan) en in de gemiddelde concentratie. Voor CO daarentegen is de ochtendpiek ook tijdens de zomerperiode duidelijk waarneembaar via de mediaan (P50) en het gemiddelde (AVG).

Met uitzondering van de ochtendpiek tijdens de winterperiode, is er een relatief geringe spreiding tussen de resultaten voor P10 en P90. Dit wijst erop dat de concentraties in dit tunnelsegment van dag tot dag (per type dag) niet erg verschillend zijn. Op de bovengrondse meetpunten, ter controle van de kwaliteit van de omgevingslucht, wordt een veel ruimere spreiding van de resultaten vastgesteld (een factor 4 tot 5 tussen P10 en P90).

In de tunnel zijn de concentraties ruim hoger dan in de buitenlucht. Bij een min of meer constant dagpatroon aan emissies (verkeer) wordt de gemeten concentratie vooral bepaald door de luchtverversing. In de tunnel wordt dit geregeld door het ventilatiedebiet (natuurlijk of geforceerd). In de omgevingslucht is de meteorologische situatie (windsnelheid, temperatuurgradiënt, etc...) bepalend voor de goede of minder goede verspreiding van de vervuiling.

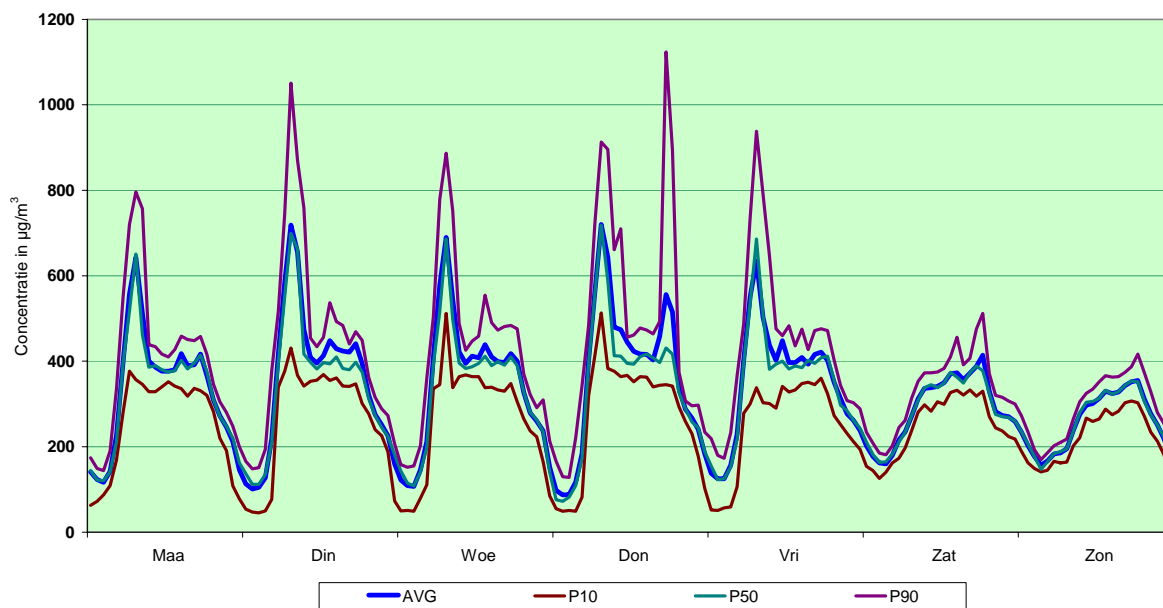
Op het meetpunt richting basiliek (LEB2) komen de hoogste concentraties voor tijdens de namiddag en de vooravond. Het verloop van de P90-waarde tijdens de winterperiode wijst op pieken tijdens de avondspits. Op dit meetpunt zijn de avondlijke piekconcentraties breder dan de ochtendlijke piekconcentraties op het andere meetpunt.

Ook tijdens de zomerperiode worden er tijdens de avondspits duidelijk hogere waarden vastgesteld voor de percentiel P90, de mediaan en het gemiddelde. Voor NO₂ is de verhouding tussen de concentratie in de tunnel en deze in de omgevingslucht minder groot dan dat dit het geval is voor NO en CO. Tijdens de zomerperiode wordt de NO₂-concentratie in de tunnel nog in lichte mate beïnvloed door de fotochemische activiteit in de omgevingslucht.

NO₂ - LEOPOLD II TUNNEL, richting CENTRUM (LEC1)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2005 - MAART 2006



NO₂ - LEOPOLD II TUNNEL, richting CENTRUM (LEC1)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

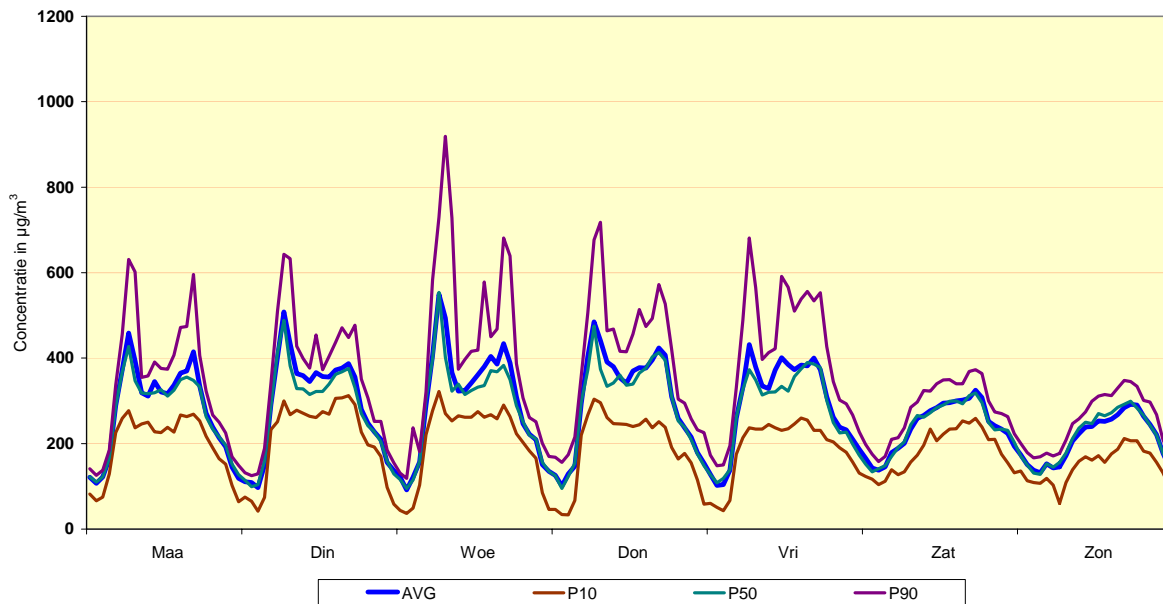
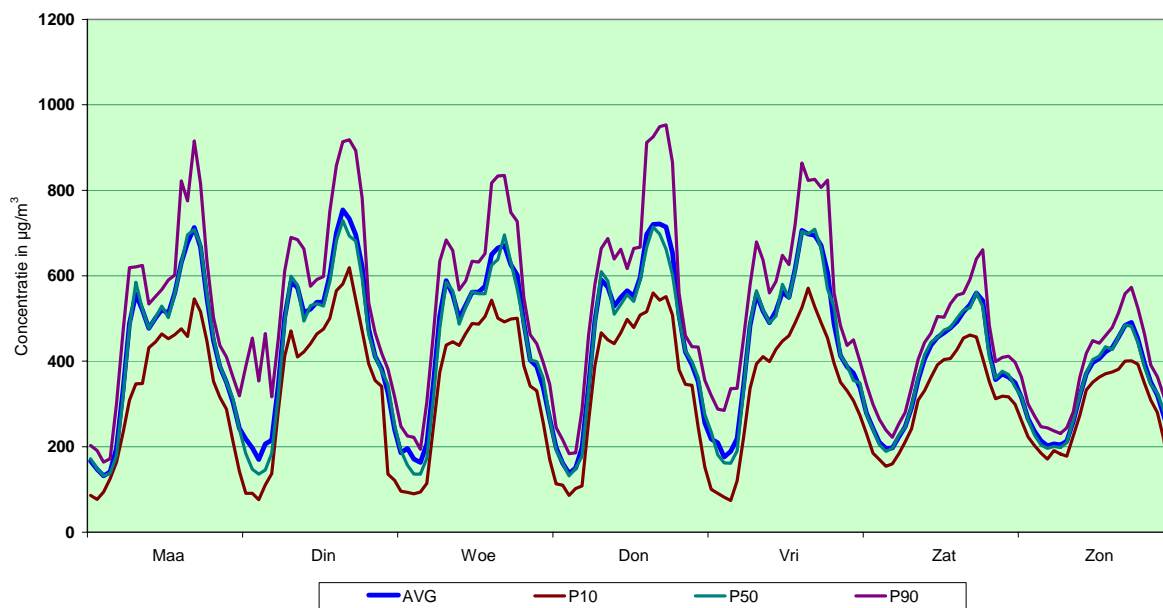


Fig. 20 : Meetpost 41LEC1 (centrum) - Gemiddeld weekverloop voor NO₂
Vergelijking winterperiode 2005 -2006 en zomerperiode 2005

NO₂ - LEOPOLD II TUNNEL, richting BASILIEK (LEB2)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2005 - MAART 2006



NO₂ - LEOPOLD II TUNNEL, richting BASILIEK (LEB21)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

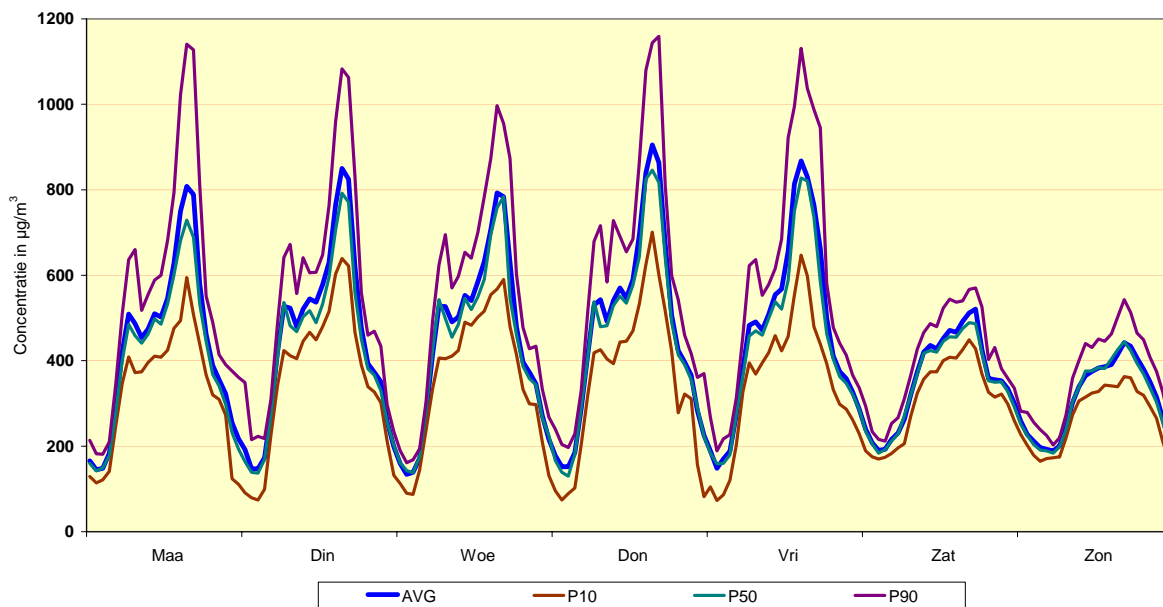
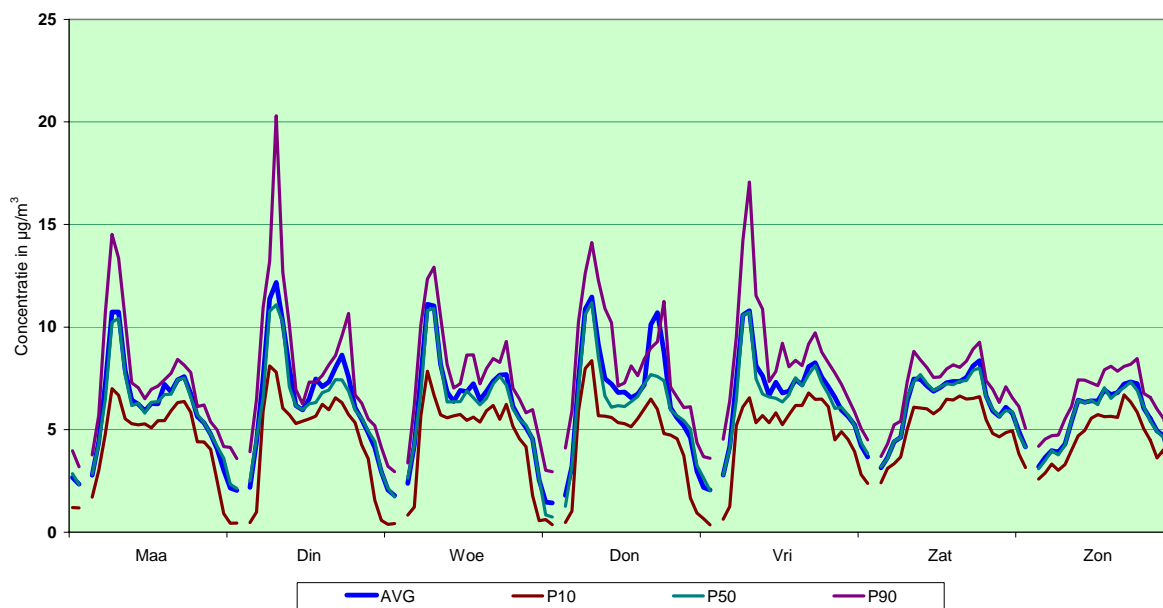


Fig. 21 : Meetpost 41LEB2 (basiliek) - Gemiddeld weekverloop voor NO₂
Vergelijking winterperiode 2005 - 2006 en zomerperiode 2005

CO - LEOPOLD II TUNNEL, richting CENTRUM (LEC1)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2005 - MAART 2006



CO - LEOPOLD II TUNNEL, richting CENTRUM (LEC1)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

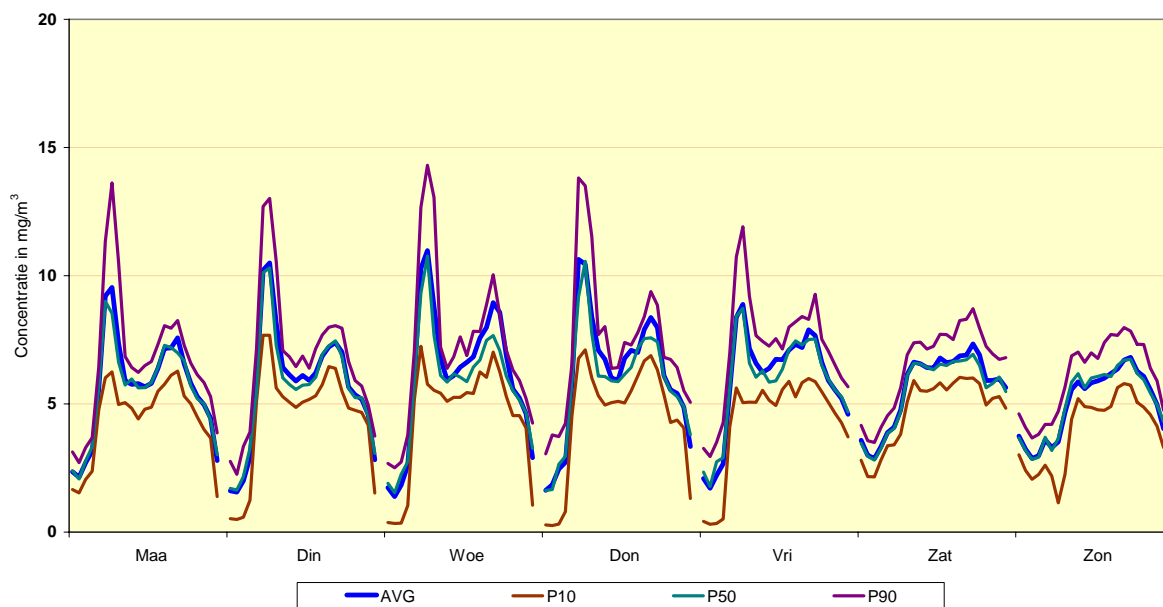
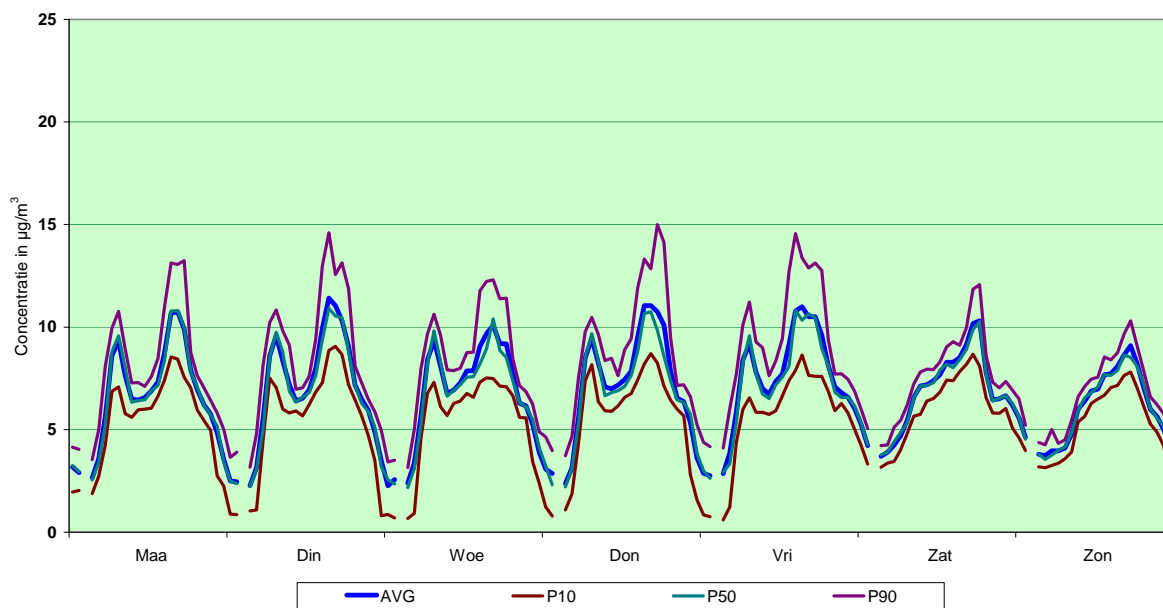


Fig. 22 : Meetpost 41LEC1 (centrum) - Gemiddeld weekverloop voor CO
Vergelijking winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

CO - LEOPOLD II TUNNEL, richting BASILIEK (LEB2)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2005 - MAART 2006



CO - LEOPOLD II TUNNEL, richting BASILIEK (LEB21)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

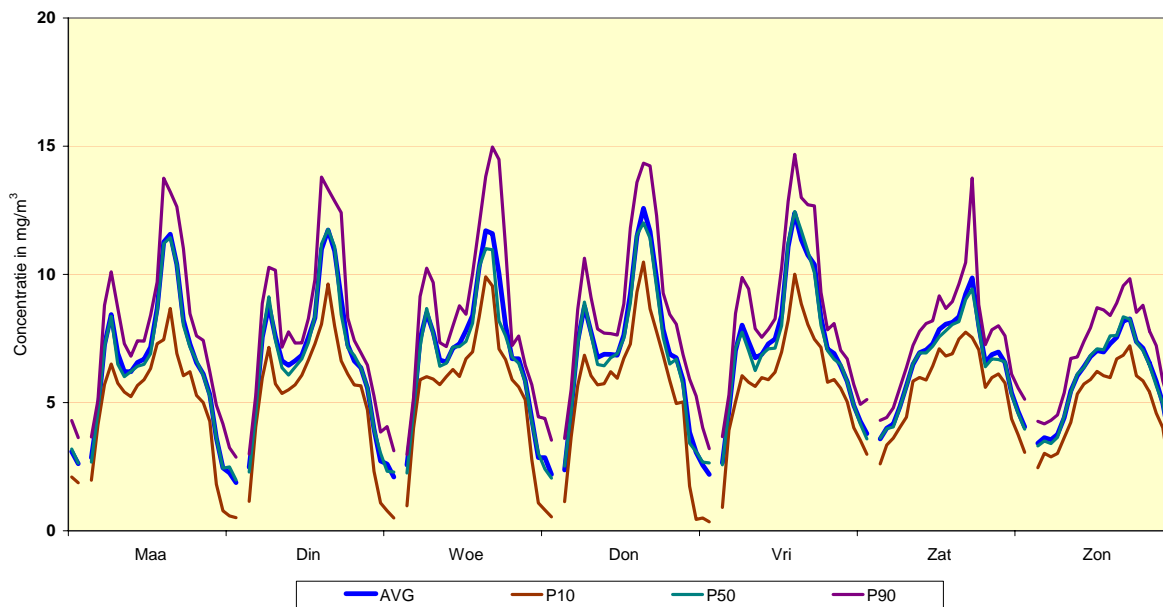
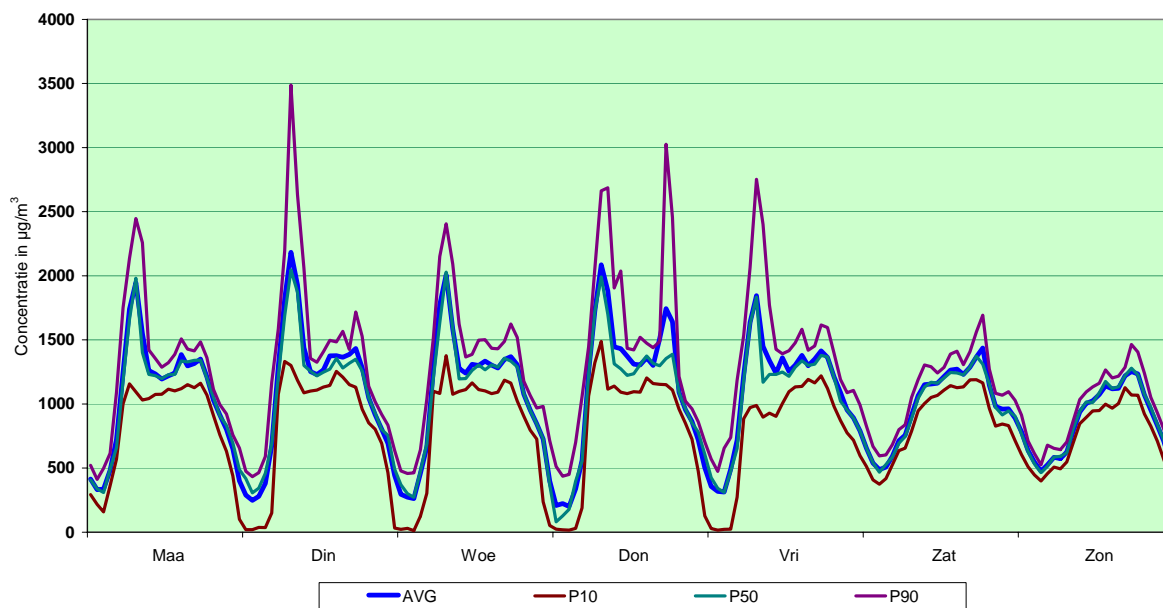


Fig. 23 : Meetpost 41LEB2 (basiliek) - Gemiddeld weekverloop voor CO
Vergelijking winterperiode 2005 - 2006 en zomerperiode 2005

NO - LEOPOLD II TUNNEL, richting CENTRUM (LEC1)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2005 - MAART 2006



NO - LEOPOLD II TUNNEL, richting CENTRUM (LEC1)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

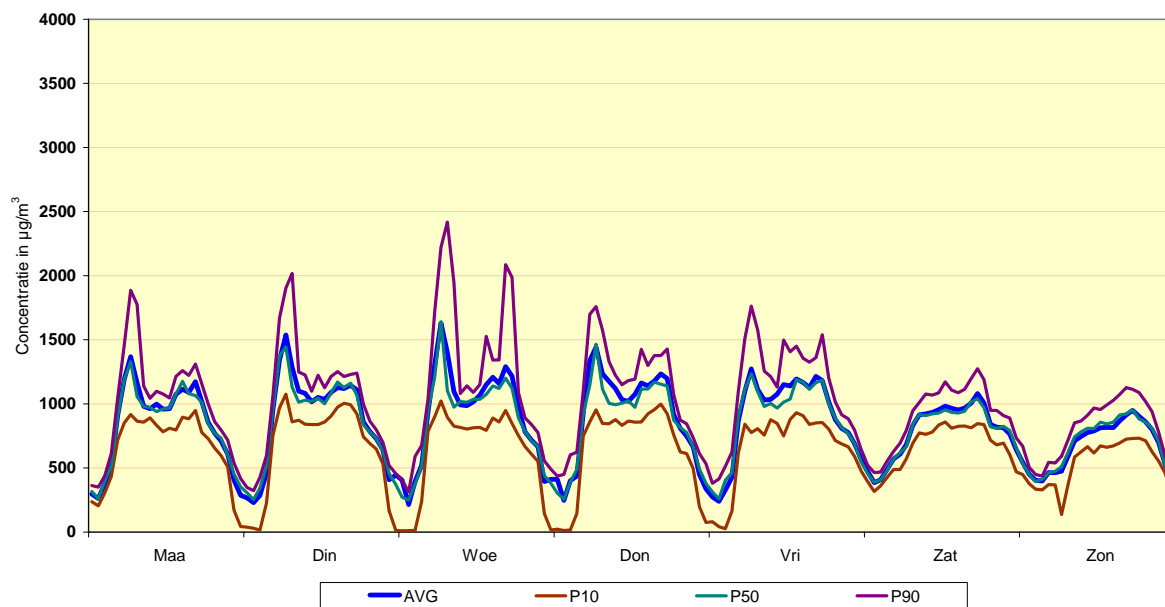
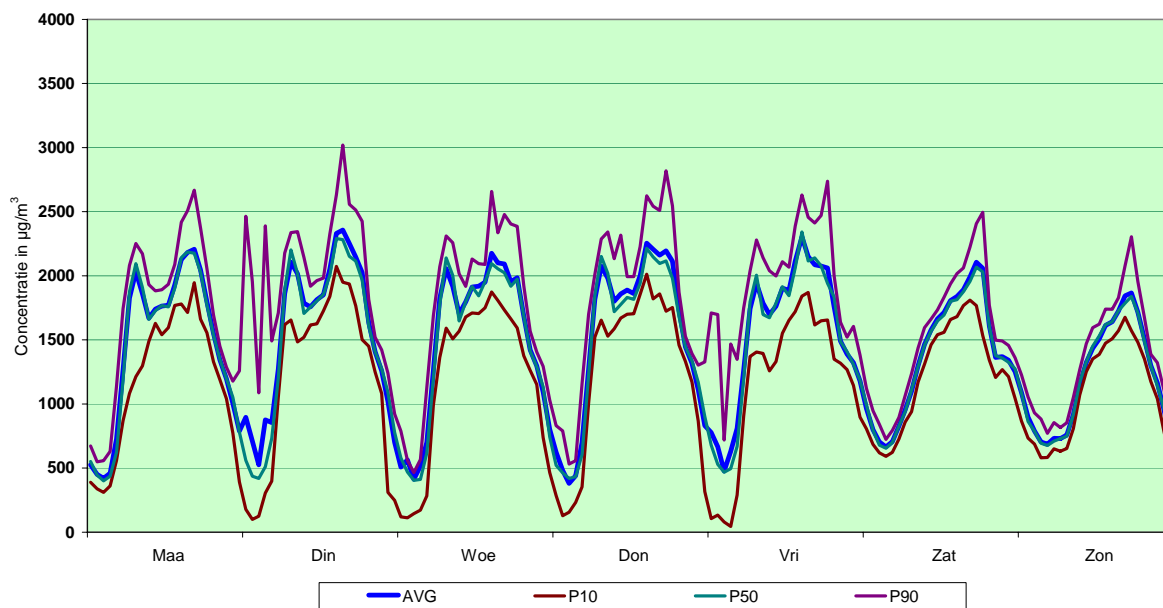


Fig. 24 : Meetpost 41LEC1 (centrum) - Gemiddeld weekverloop voor NO
Vergelijking winterperiode 2005-2006 en zomerperiode 2005

NO - LEOPOLD II TUNNEL, richting BASILIEK (LEB2)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

WINTERPERIODE : OKTOBER 2005 - MAART 2006



NO - LEOPOLD II TUNNEL, richting BASILIEK (LEB21)

GEMIDDELD WEEKVERLOOP UURWAARDEN

ZOMERPERIODE : APRIL - SEPTEMBER 2005

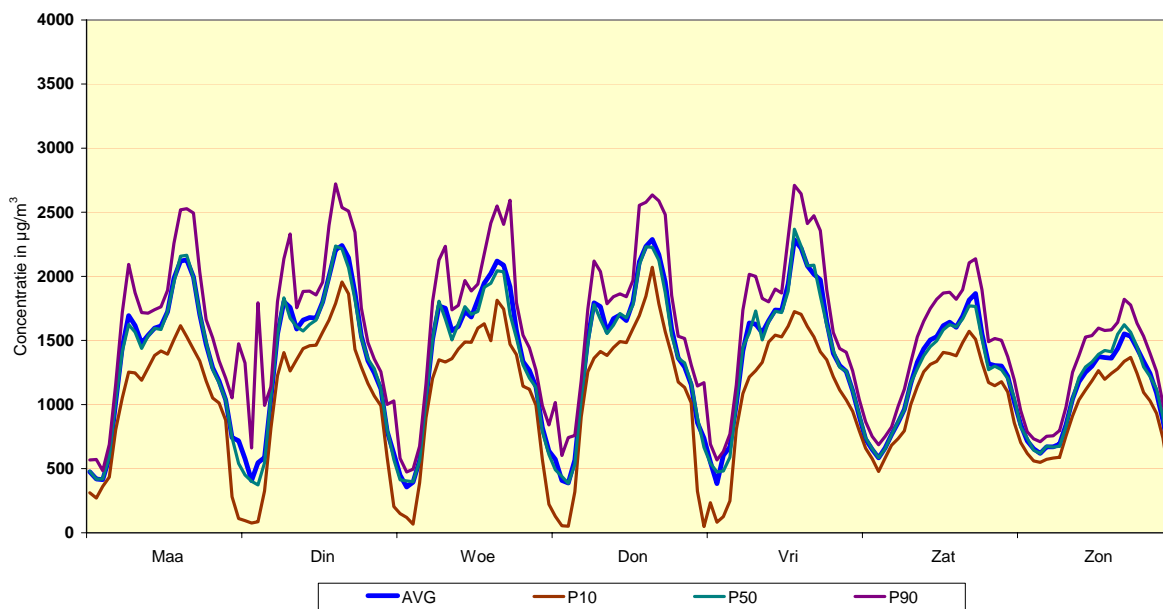


Fig. 25 : Meetpost 41LEB2 (basiliek) - Gemiddeld weekverloop voor NO
Vergelijking winterperiode 2005 - 2006 en zomerperiode 2005

4.6 Resultaten voor een autoluwe zondag

Op zondag 18 september 2005 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest reeds voor de vierde maal een autoluwe zondag georganiseerd. Tussen 9 en 19 h lokale tijd (7 tot 17 h UT) was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest.

De figuren 26, 27 en 28 geven, in volgorde, het dagverloop weer van de concentraties voor NO₂, NO en CO. De grafieken bovenaan de figuur geven de situatie weer in de meetpost richting centrum (LEC1). De grafieken onderaan verwijzen naar de meetpost richting basiliek (LEB2).

Elke grafiek geeft het verloop weer van 3 reeksen gegevens : evolutie van de halfuurswaarden van de autoluwe zondag (18 september 2005), het dagverloop van een gemiddelde zondag uit de periode 1 mei - 17 september 2005 en het dagverloop van een gemiddelde werkdag uit dezelfde periode.

Uit de grafieken van de onderscheiden parameters kan opgemaakt worden dat, op de autoluwe zondag, de concentraties in de tunnel tijdens de sperperiode voor het verkeer drastisch lager zijn dan op een gemiddelde zondag.

In beide meetposten wordt vrijwel meteen vanaf het begin en voor de totale duur van de sperperiode, vanaf 7 h UT (9 h lokale tijd) tot 17 h UT (19 h lokale tijd), een afname van de concentraties vastgesteld. Na het einde van de sperperiode nemen de concentraties opnieuw snel toe en binnen het halfuur worden de gangbare concentraties in de tunnel bereikt.

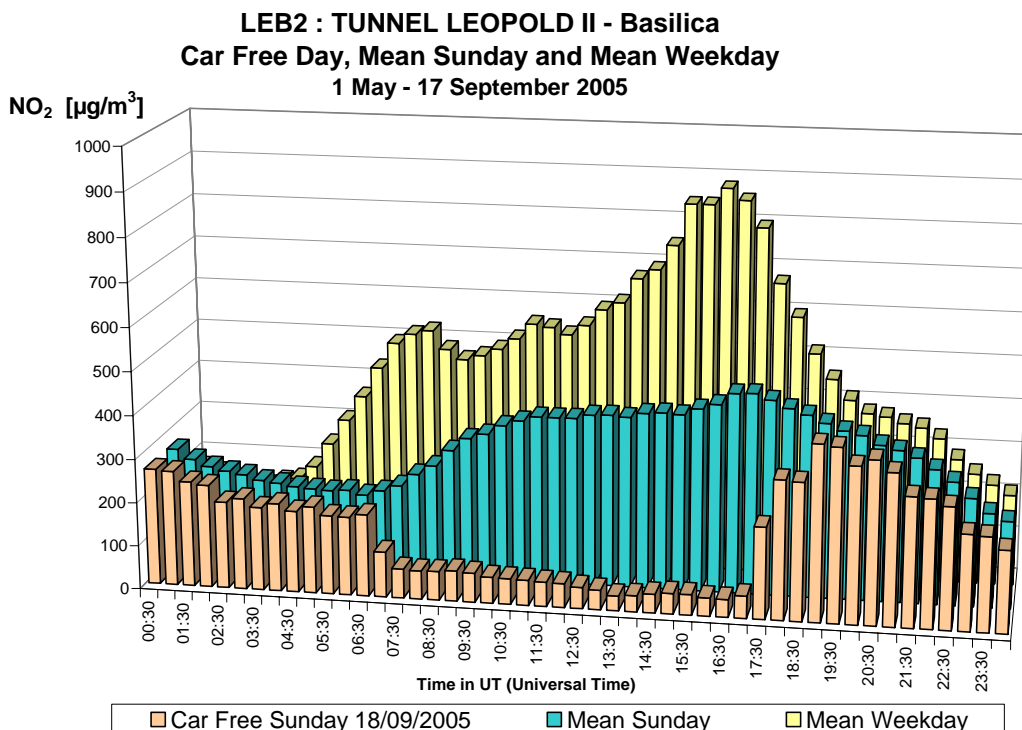
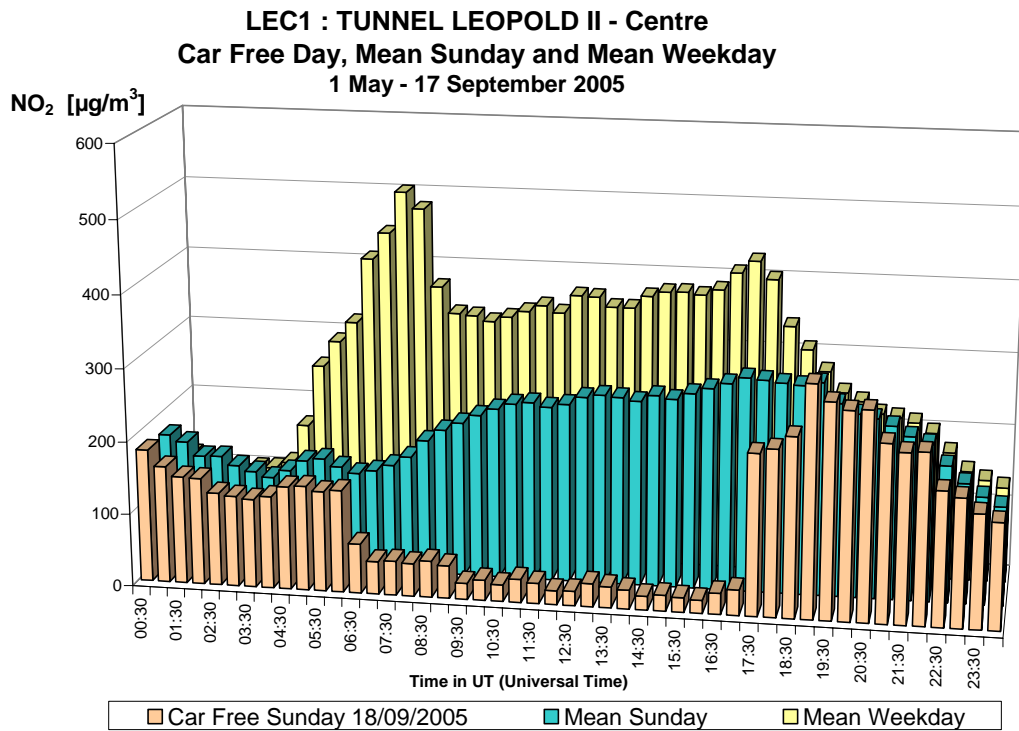
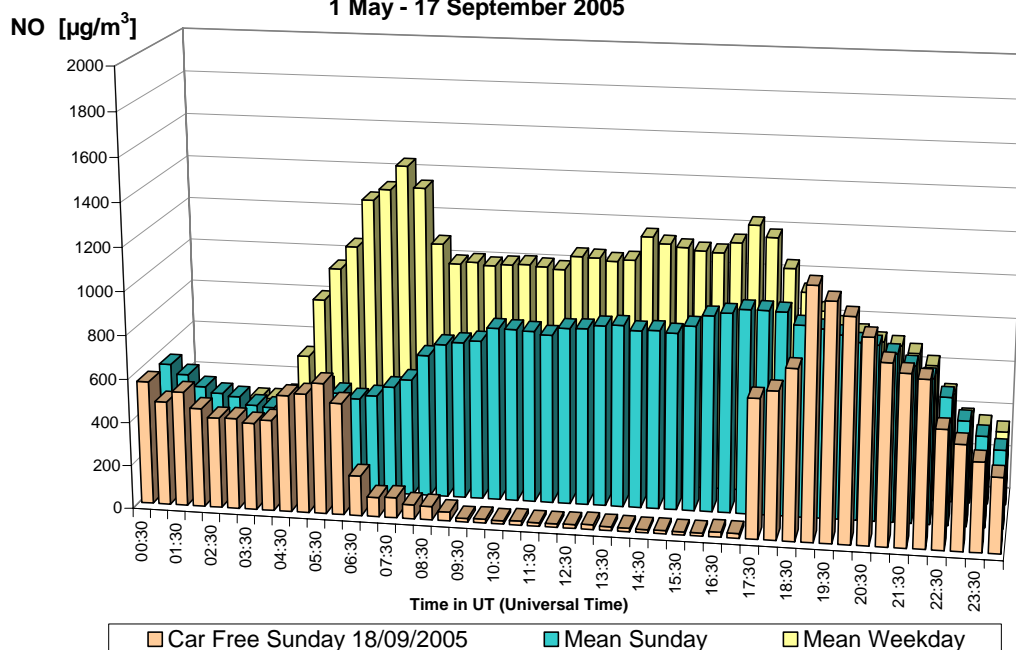


Fig. 26 : NO₂-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek)
 Vergelijking voor een autoluwe zondag (18/09/2005), een gemiddelde zondag en een
 gemiddelde werkdag uit de periode mei – september 2005

LEC1 : TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Car Free Day, Mean Sunday and Mean Weekday
1 May - 17 September 2005



LEB2 : TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Car Free Day, Mean Sunday and Mean Weekday
1 May - 17 September 2005

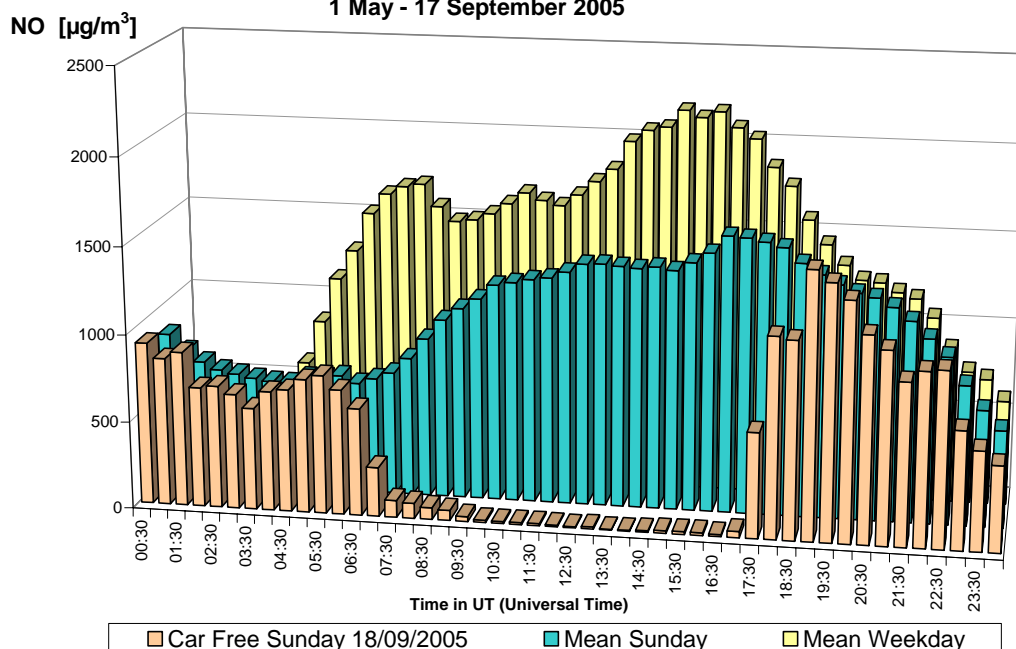


Fig. 27 : NO-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek) Vergelijking voor een autoluwe zondag (18/09/2005), een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode *mei – september 2005*

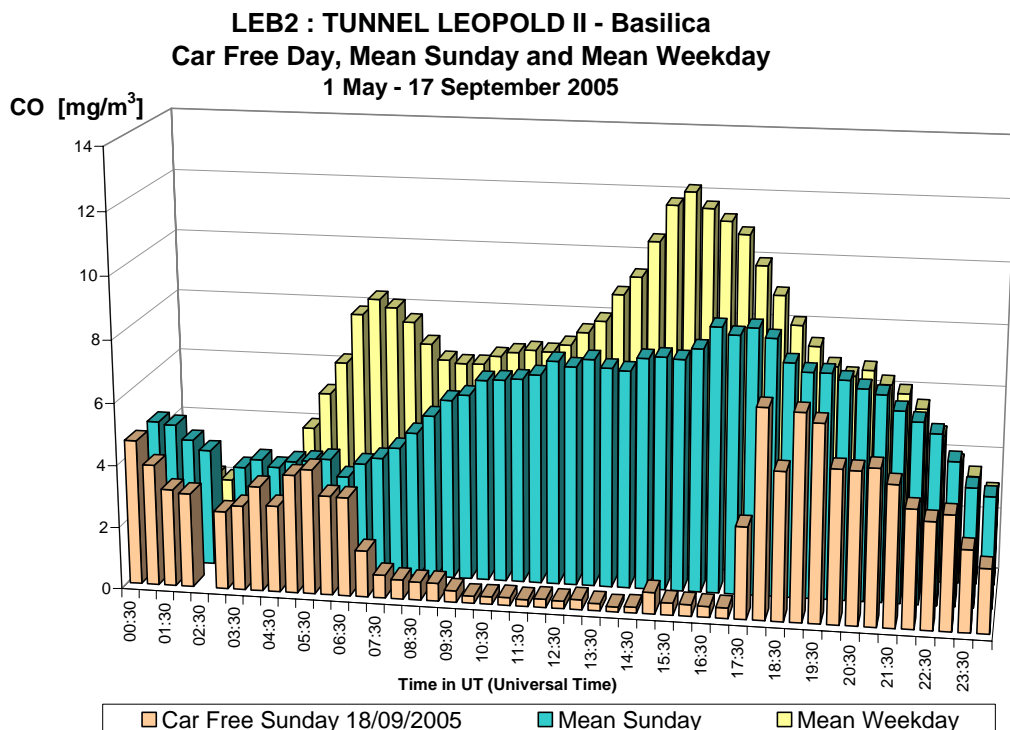
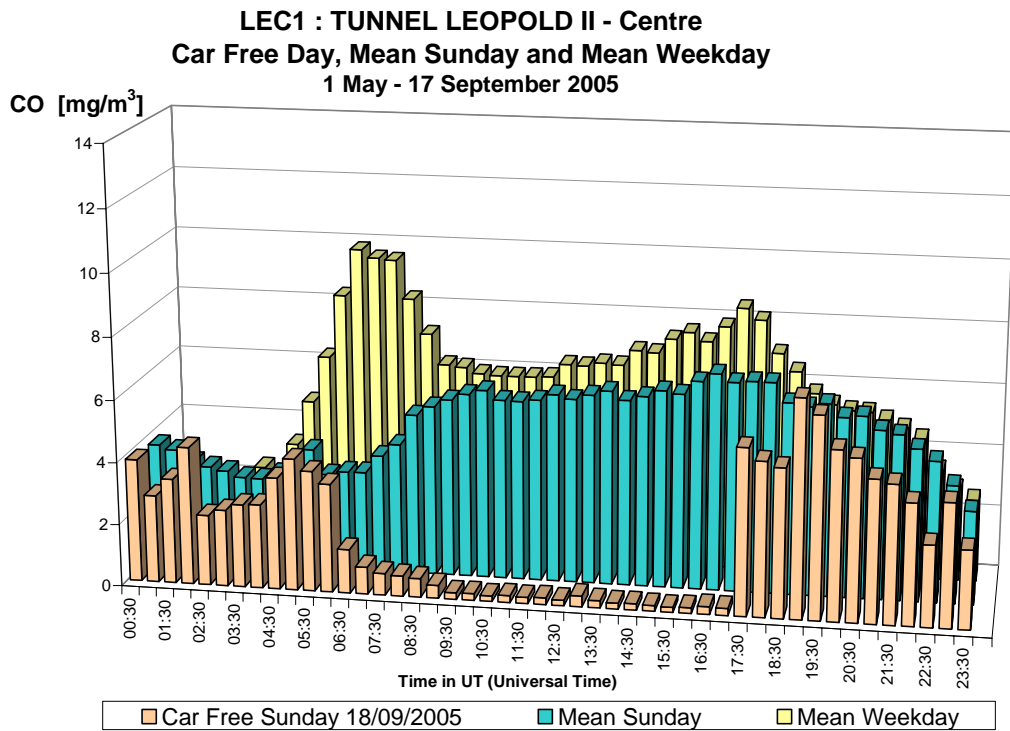


Fig. 28 : CO-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek) Vergelijking voor een autoluwe zondag (18/09/2005), een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode mei – september 2005

4.7 Vergelijking Tunnel en Meetposten Verkeer

Het niveau van de concentraties in de tunnel is meerdere malen hoger dan het niveau vastgesteld in de omgevingslucht, op meetplaatsen met druk verkeer.

Het telemetrisch meetnet ter controle van de luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft twee meetposten die specifiek op het verkeer gericht zijn: de Kroonlaan te Elsene (R002), een “canyon”-straat met relatief veel verkeer en de meetpost Kunst-Wet (B003).

Voor de werkdagen tijdens de winterperiode *oktober 2005 – maart 2006* wordt het gemiddeld dagverloop, vastgesteld op deze plaatsen, vergeleken met dit van de meetpunten in de Leopold II tunnel. Voor CO worden de resultaten weergegeven in figuur 29 en voor NO₂ en NO in figuur 30.

Voor CO en NO zijn de gemiddelde concentraties in de tunnel ongeveer 10 maal en voor NO₂ ongeveer 5 maal hoger dan op verkeersdrukke plaatsen in de buitenlucht.

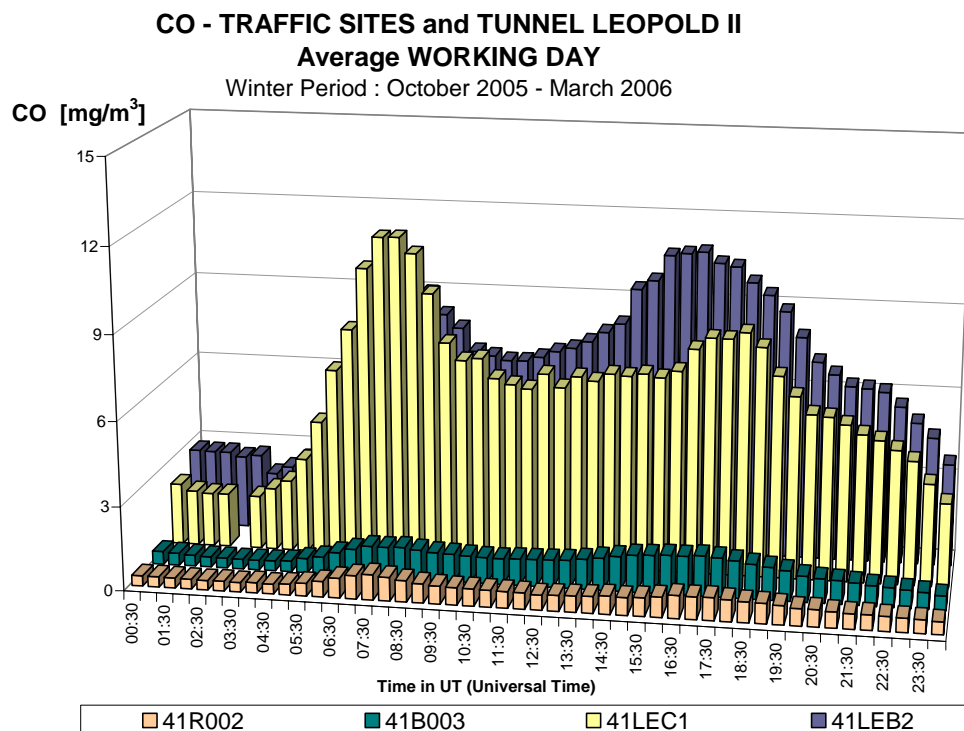


Fig. 29 : CO-dagverloop voor een gemiddelde werkdag tijdens de winter 2005-2006
Meetposten verkeer in de omgevingslucht - Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)
Meetposten in de tunnel Leopold II – LEC1 (centrum) en LEC2 (basiliek)

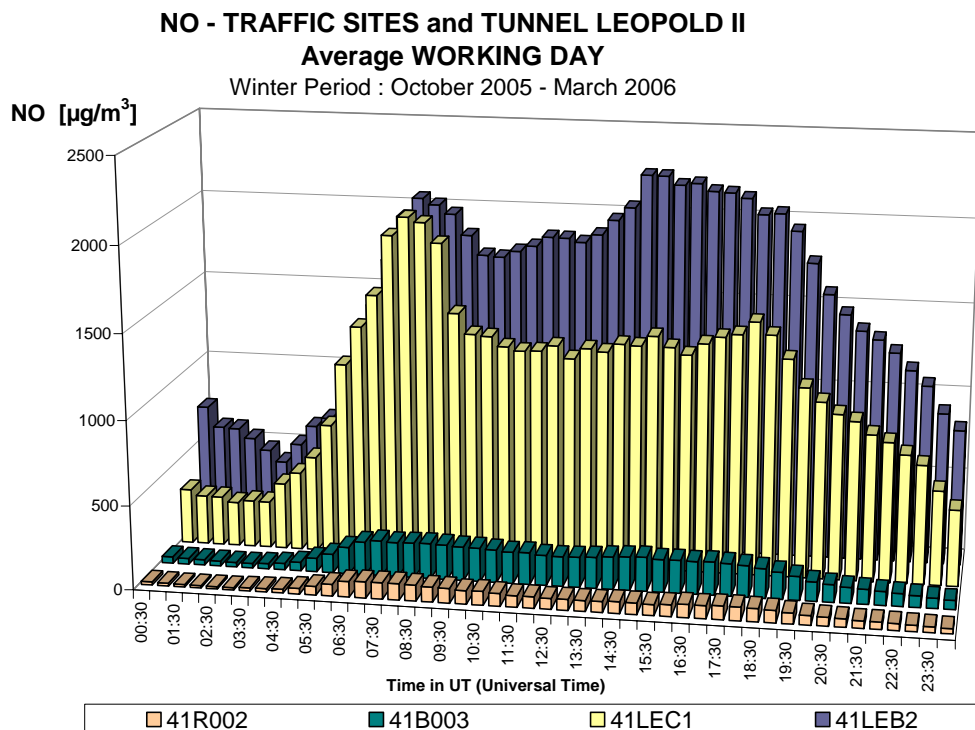
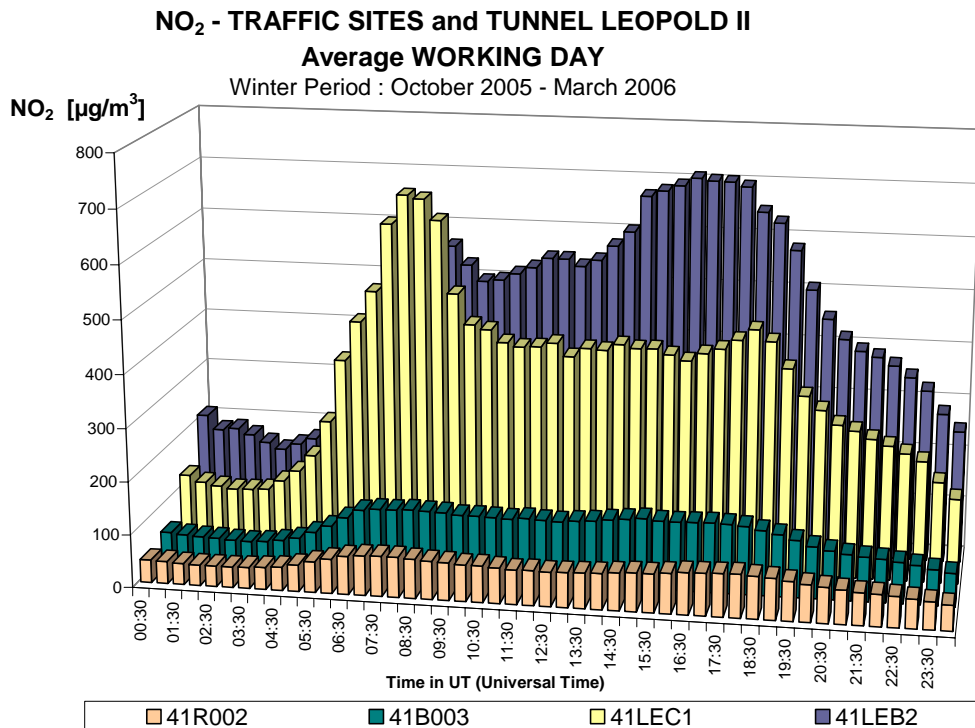


Fig. 30 : Dagverloop NO₂ en NO voor een gemiddelde werkdag tijdens de winter 2005-2006
 Meetposten verkeer in de omgevingslucht - Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)
 Meetposten in de tunnel Leopold II – LEC1 (centrum) en LEC2 (basiliek)

Samenvatting

Meetposten: in de loop van het jaar 2002 werden twee nieuwe permanente meetposten opgericht in de Leopold II tunnel, één in elke richting. Eén van de meetposten, met codenaam 41LEC1, bevindt zich in het tunnelsegment richting centrum. Het aanzuigpunt van de lucht bevindt zich op enkele honderden meter van het einde van de tunnel (hulppost 111), waar er een behoorlijke kans bestaat op filevorming tijdens de ochtendspits.

De andere meetpost, met codenaam 41LEB2, bevindt zich in de technische lokalen van het Simoniscomplex. Het aanzuigpunt bevindt zich in het tunnelsegment richting basiliek (Koekelberg), op meerdere honderden meters van het einde van de tunnel. Door de aanwezigheid van verkeerslichten ter hoogte van de basiliek kunnen de gevolgen van de filevorming zich tot op dit meetpunt laten gevoelen (b.v. tijdens een drukke avondspits).

Reglementering: het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering (22 december 1994), betreffende de luchtkwaliteit in wegtunnels, vermeldt grenswaarden voor CO en NO₂ die niet mogen overschreden worden:

- Voor koolmonoxide (CO):
 - o 100 ppm gemiddeld voor de monsterneming en de analysetoestellen in de beschouwde tunnel, voor een maximumblootstelling van een half uur
- Voor stikstofdioxide (NO₂):
 - o 1.000 µg/m³ (microgram per kubieke meter) voor een maximum blootstelling van 20 minuten
 - o 400 µg/m³ (microgram per kubieke meter) voor een blootstelling van één uur
 - o een lineaire variatie tussen de twee hierboven vermelde waarden voor een blootstelling van 20 minuten tot één uur (b.v. 850 µg/m³ voor 30 minuten)

Grenswaarden voor de luchtkwaliteit in tunnels koppelen expliciet de duur van de blootstelling aan de opgegeven concentratie. Dit betekent dat de uurwaarde voor NO₂ niet meer dan 400 µg/m³ mag bedragen als er een effectieve blootstelling is gedurende één uur.

Steekproefsgewijs kan vastgesteld worden dat het weinig waarschijnlijk is dat de autobestuurders gedurende één uur opgehouden worden in de Leopold II tunnel. Daarentegen is het best mogelijk dat zij gedurende 20 minuten of langer opgehouden worden in deze tunnel, b.v. tijdens de ochtend- of de avondspits. Bij langzaam verkeer of filevorming verhoogt de uitstoot aan NO₂ en CO. De bestuurders verblijven zo het langst op de plaatsen met de hoogste concentraties.

Resultaten: Voor CO geldt een grenswaarde van 100 ppm (= 116,5 mg/m³) voor een blootstelling gedurende 30 minuten. Over het kalenderjaar 2005 worden er geen overschrijdingen vastgesteld van deze grenswaarde voor CO.

Voor NO₂ geldt een grenswaarde van 400 µg/m³ voor een blootstelling gedurende één uur en een grenswaarde van 850 µg/m³ voor een blootstelling gedurende 30 minuten. In de meetpost richting centrum (LEC1) situeert het niveau van 850 µg/m³ zich tussen de percentielen P99 en P99.5 en in de meetpost richting basiliek (LEB2) tussen de P95 en P98. Dit betekent dat, in 2005, het aantal overschrijdingen van het niveau van 850 µg/m³ minder dan één percent uitmaakt van alle halfuursperioden in de meetpost richting centrum en meer dan 2% van alle halfuursperioden in de meetpost richting basiliek.

Voor het niveau van 850 µg/m³ werd over het jaar 2005 voor de meetpost richting basiliek een forse toename vastgesteld van het aantal overschrijdingen: 509 halfuurswaarden verdeeld over 137 dagen in 2005, tegenover 190 halfuurswaarden in 73 dagen over het jaar 2004. Voor de meetpost richting centrum is het aantal overschrijdingen verminderd: 160 halfuurswaarden verdeeld over 64 dagen in 2005 tegenover 189 halfuurswaarden in 81 dagen in 2004.

Het niveau van 400 µg/m³ situeert zich tussen P80 en P90 voor de meetpost 41LEC1 en tussen P50 en P60 voor de meetpost 41LEB2. Dit betekent dat het aantal uurwaarden hoger dan 400 µg/m³ meer dan 10% uitmaakt van het totaal aantal uurperioden op de meetpost richting centrum en meer dan 40% van het totaal aantal uurwaarden op de meetpost richting basiliek.

Voor de meetpost richting basiliek bedraagt het aantal uurwaarden hoger dan 400 µg/m³ meer dan 50 % van het aantal uurwaarden op *werkdagen* en iets meer dan 20 % van het aantal uurwaarden op *niet-werkdagen*. Voor de meetpost richting centrum bedraagt het aantal overschrijdingen meer dan 10 % van het aantal uurwaarden op *werkdagen* en minder dan 1 % van het aantal uurwaarden op *niet-werkdagen*.

Voor alle pollutanten zijn de gemeten concentraties *gemiddeld hoger op werkdagen* dan op niet-werkdagen. De gemiddelde uurwaarde voor NO₂ bedraagt 305 µg/m³ (richting centrum) en 443 µg/m³ (richting basiliek) op werkdagen tegen respectievelijk 233 µg/m³ en 332 µg/m³ op niet-werkdagen.

Voor het jaar 2005 worden er in de meetpost LEB2 (basiliek) hogere NO₂-waarden vastgesteld dan tijdens de periode 2003-2004, terwijl de NO₂-waarden in de meetpost 41LEC1 (centrum) ongeveer hetzelfde niveau hadden als voorheen. Voor CO, NO en NO_x wordt in 2005 op beide meetposten een lichte daling vastgesteld, zowel van de gemiddelde waarde als van het niveau van de hogere percentielen (b.v. P98). Dit wijst op een dalende tendens: in 2004 waren de niveaus reeds lager dan deze van 2003.

Het concentratieniveau in de tunnel is beduidend hoger dan in de omgevingslucht. Voor CO en NO zijn de gemiddelde concentraties in de tunnel ongeveer 10 maal hoger en voor NO₂ ongeveer 5 maal hoger dan op verkeersdrukke plaatsen in de buitenlucht.

Overschrijdingen: Het aantal piekwaarden voor NO₂, nl. de overschrijdingen van de drempelwaarde van **1.000 µg/m³** als **20-minuutsgemiddelde**, is duidelijk het hoogst voor het meetpunt richting basiliek. Over het kalenderjaar 2005 worden er 458 overschrijdingen in 90 dagen vastgesteld tegenover 205 in 54 dagen op de meetpost richting centrum.

Voor de meetpost richting basiliek betekent dit een forse toename van het aantal overschrijdingen (meer dan verdubbeling) tegenover het jaar 2004, toen er 184 perioden in 50 dagen werden vastgesteld. Voor de meetpost richting centrum is het aantal overschrijdingen verminderd: 205 perioden in 54 dagen in 2005 tegenover 278 perioden in 74 dagen in 2004.

In de meetpost richting centrum komen de piekwaarden meestal voor op werkdagen tijdens de ochtendspits en in mindere mate tijdens de dag of de (late) namiddag. In 2005 worden er in dit meetpunt geen overschrijdingen vastgesteld tijdens het weekend. In het meetpunt richting basiliek worden er slechts 4 overschrijdingen vastgesteld op niet-werkdagen.

Op het meetpunt richting centrum kan het aantal piekwaarden (namiddag) wellicht nog verminderd worden indien het signaal van de gemeten NO₂-concentratie mee zou opgenomen worden in het algoritme, dat instaat voor het opstarten van de ventilatie in de tunnel.

In de meetpost richting basiliek wordt de NO₂-drempel van **400 µg/m³** als **uurwaarde** frequent overschreden: 300 à 400 uurwaarden per maand, 28 à 31 dagen per maand of gemiddeld een tiental uurwaarden per dag. In de meetpost richting centrum wordt deze drempel minder vaak overschreden: 21 à 152 uurwaarden per maand, 9 tot 24 dagen per maand of gemiddeld een viertal uurwaarden per dag.

Om het aantal overschrijdingen van dit niveau te laten dalen, is een meer permanente ventilatie noodzakelijk.

Gemiddeld dagverloop en weekverloop: op beide meetposten is de concentratie van alle gemeten parameters (NO₂, NO en CO) gemiddeld hoger op werkdagen en gemiddeld hoger op zaterdag dan op zondag.

In de meetpost richting centrum wordt, voor de gemiddelde werkdag van de winterperiode *oktober 2005 – maart 2006*, een duidelijke ochtendpiek vastgesteld. De ochtendpiek is minder nadrukkelijk aanwezig tijdens de zomerperiode *april – september 2005*.

De hogere concentraties tijdens de ochtendpiek wijzen op het regelmatig voorkomen van filevorming aan het einde van de tunnel. De afwezigheid van deze gemiddeld hogere concentraties tijdens de zomerperiode is wellicht gedeeltelijk te danken aan het minder frequent voorkomen van files (minder verkeer).

In de meetpost richting basiliek is er, voor de werkdagen tijdens de winterperiode 2005/2006, een geringe verhoging van de concentratie tijdens de ochtendspits. In de late namiddag tot de avond is er permanent een hogere concentratie. Voor NO en NO₂ is er geen sprake van een uitgesproken piekconcentratie. De concentraties blijven op een relatief hoog niveau tijdens de daluren. De ochtend- en avondpiek voor CO zijn duidelijker waarneembaar.

Autoluwe zondag: op zondag 18 september 2005 werd, in het kader van een Europese actie, door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest een autoluwe zondag georganiseerd. Tussen 9 en 19 h lokale tijd (7 tot 17 h UT) was het gemotoriseerde privé vervoer nagenoeg integraal verboden over het totale grondgebied van het Gewest.

Uit het dagverloop van de concentraties (figuren 26 t/m 28) kan opgemaakt worden dat, tijdens de sperperiode van de autoluwe zondag, de concentraties in de tunnel drastisch lager zijn dan op een gemiddelde zondag.

Inhoudstafel

Metingen Luchtkwaliteit in de Leopold II tunnel	1
1. Meetposten	2
2. Meetprogramma	2
3. Reglementering	4
4. Resultaten	5
4.1 Grafische Evolutie van de meetwaarden	5
4.2 Cumulatieve Frequentieverdeling	10
4.3 Overschrijdingen	24
4.4 Gemiddeld dagverloop	35
4.5 Gemiddeld weekverloop	42
4.6 Resultaten voor een autoluwe zondag	49
4.7 Vergelijking Tunnel en Meetposten Verkeer	53
Samenvatting	55