

Metingen Luchtkwaliteit in de Leopold II tunnel

In navolging 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.

De uitvaardiging van het besluit over de luchtkwaliteit in wegtunnels heeft tot doel 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 bekomen 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 Milieu-Onderzoek (LMO) van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM) anderzijds.

Beide meetposten zijn sedert december 2002 operationeel en zijn voorzien van continue meetapparatuur voor de detectie van stikstofmonoxide (NO), stikstofdioxide (NO₂) en koolmonoxide (CO). Het LMO 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 voor Luchtvervuiling van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Dit meetnet, ter controle van de kwaliteit van de omgevingslucht, wordt beheerd door het LMO.

1. *Luchtverontreinigingsmetingen in de Brusselse tunnels aansluitend op de invalswegen naar het centrum van de stad (mei 1989).*
2. *Luchtverontreinigingsmetingen in verkeerstunnels. Een evaluatie van de verkeersemmissies aan de hand van de koolstofbalans (juli 1990).*
3. *Studie van de Luchtkwaliteit in twee autowegtunnels die aansluiten op de Antwerpse Ring (oktober 1991).*
4. *Studie van de Luchtkwaliteit in enkele verkeerstunnels te Brussel (maart 1992).*

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 behoorlijke kans op filevorming tijdens de ochtendspits.

De apparatuur bevindt zich in een gesloten kast met temperatuurregeling, die opgesteld staat in een aanpalend technisch lokaal. De bedoeling hiervan is de vervuiling van de apparatuur door zwevende roetdeeltjes, o.m. de optische en elektronische componenten, zoveel mogelijk te voorkomen en de kans op technische defecten (kortsluiting) te beperken.

De apparatuur van 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). 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 gepoogd 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, 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 LMO, 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 specifiek aandacht besteed aan de nauwkeurige detectie van een hoeveelheid NO₂ van enkele honderden µg/m³ in aanwezigheid van enkele duizenden µg/m³ NO.

Hierbij 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 responssnelheid van het detectiesignaal.

Na de testperiode in het labo werden de meettoestellen ingebouwd in de nieuwe meetposten, samen met de bijhorende testapparatuur en met de meetpostcomputer. Beide meetposten waren vanaf december 2002 volledig operationeel. Met de bijhorende testapparatuur worden op regelmatige basis ZERO en SPAN-testen uitgevoerd.

De meetpostcomputers 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 als 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 (om de 2 of 3 dagen), overdracht van de halfuursgegevens naar de databank voor “immissie-gegevens lucht” van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, etc... .

Bijkomend, 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. Dit gemiddelde wordt elke minuut opnieuw 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 140.160 halfuurswaarden bewaard worden.

Voor ieder van de 8 gemeten parameters worden ook twee reeksen minuutwaarden bewaard: de minuutgemiddelden en de voortschrijdende 20-minuutsgemiddelden. Voor een volledige jaarperiode 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

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, inzake 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. Daarentegen komt het 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 polluenten.

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

Bij wijze van voorbeeld worden de resultaten van de maand december 2003 van beide meetposten grafisch voorgesteld in de figuren 1 t/m 4. De evolutie van de halfluurswaarden van de meetpost 41LEC1 (richting centrum) wordt weergegeven in de grafieken van figuur 1. De evolutie van de uurwaarden van deze meetpost wordt weergegeven in figuur 2. Op analoge wijze wordt de evolutie van de halfluurswaarden en van de uurwaarden van de meetpost 41LEB2 (richting basiliek) weergegeven in de figuren 3 en 4.

Elke figuur (1-4) bevat 4 grafieken. De grafiek bovenaan geeft de evolutie weer van de concentraties (halfluurs- of uurwaarden) voor stikstofmonoxide (NO). De tweede grafiek geeft de evolutie weer van de concentraties voor stikstofdioxide (NO₂). Een horizontale lijn, over de gehele breedte van de grafiek, geeft de hoogte weer van de grenswaarde voor NO₂: 850 µg/m³ voor een blootstelling van 30 minuten en 400 µg/m³ voor een blootstelling gedurende één uur.

De derde grafiek geeft de resultaten weer voor NO_x, dit is de som van NO en NO₂ uitgedrukt als equivalente massaconcentratie NO₂. Er geldt: $[NO_x] = 1,53 * [NO] + [NO_2]$, waarbij de massaconcentraties [NO_x], [NO] en [NO₂] uitgedrukt zijn in µg/m³.

De vierde grafiek geeft de evolutie weer van de CO-concentratie, 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 het voortschrijdend 20-minuutsgemiddelde voor NO₂, vastgesteld op donderdag 4 december 2003, wordt grafisch weergegeven in figuur 5. De grafiek bovenaan geeft de resultaten weer voor de meetpost 41LEC1 (richting centrum) en de grafiek onderaan de resultaten voor de meetpost 41LEB2 (richting basiliek).

In december 2003 bedraagt de halfuursgemiddelde CO-concentratie 7,88 mg/m³ in de meetpost richting centrum (41LEC1) en 8,10 mg/m³ in de meetpost richting basiliek (41LEB2). De maximale halfuursconcentratie bedraagt respectievelijk 34,47 en 25,87 mg/m³.

De resultaten van het meetpunt 41LEC1 (hulppost 111) kunnen vergeleken worden met de resultaten van de metingen begin december 1991, toen er ongeveer op dezelfde plaats (hulppost 107) werd gemeten. De gemiddelde en maximale concentratie van december 2003 is beduidend lager dan deze vastgesteld tijdens de campagne van 1991. In hetzelfde tunnelsegment, richting centrum, lag de gemiddelde concentratie begin december 1991 tussen 20 en 30 mg/m³. De piekconcentraties waren van de orde van 50 tot 100 mg/m³.

Voor ditzelfde meetpunt zijn de gemiddelde NO-concentraties, vastgesteld in 2003 (1.100 à 1.600 µg/m³), zowat de helft lager dan de gemiddelde NO-concentraties vastgesteld tijdens de campagne van 1991 (2.200 à 3.000 µg/m³).

Daarentegen zijn de gemiddelde NO₂-concentraties van dezelfde grootteorde of iets hoger dan tijdens de campagne van december 1991: 290 à 380 µg/m³ in december 2003 tegen 250 à 350 µg/m³ tijdens de campagne van 1991.

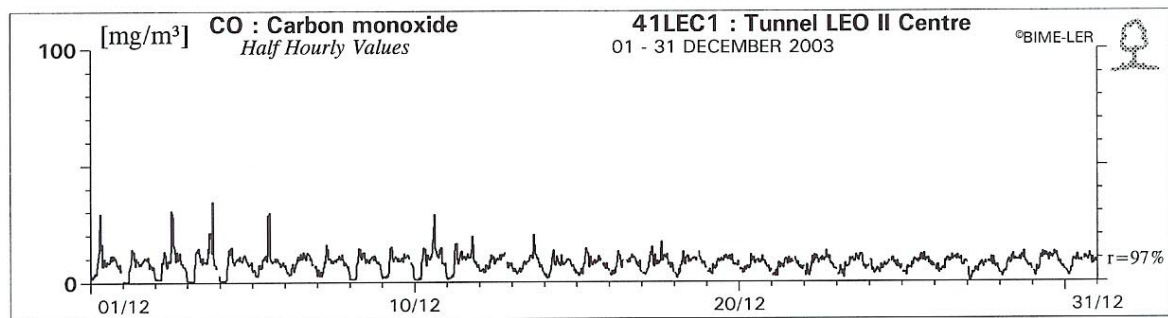
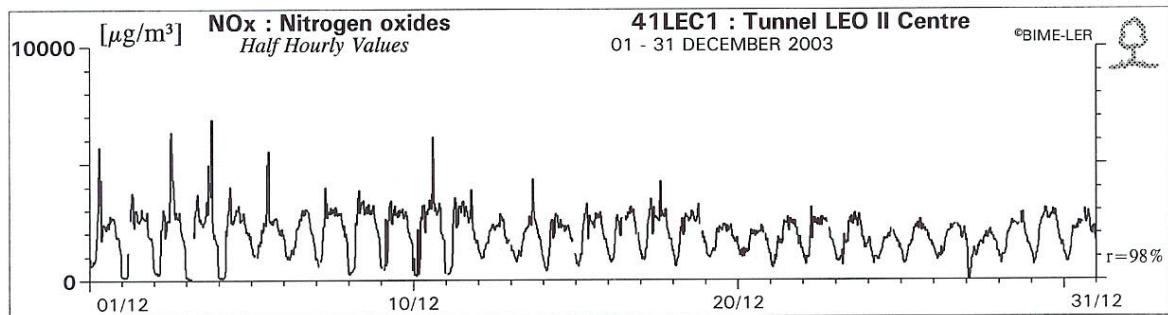
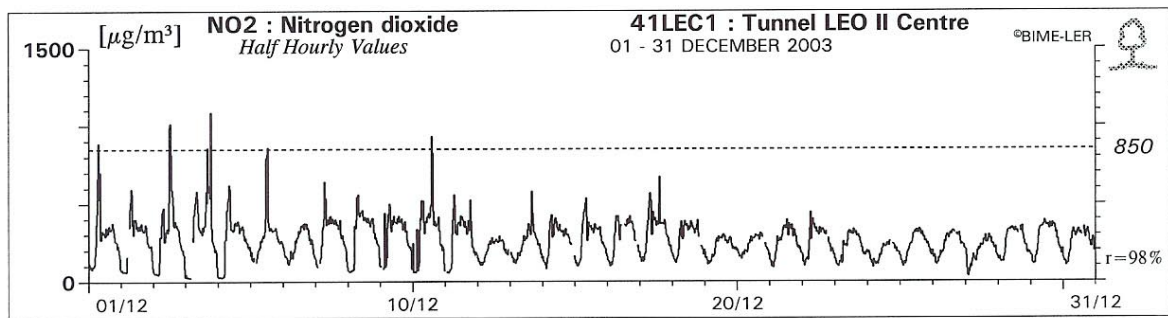
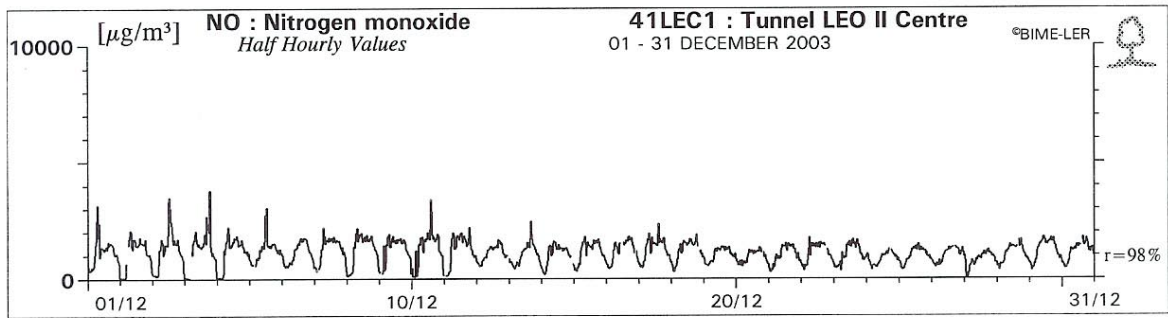


Fig. 1: Evolutie halfuurswaarden tijdens de maand december 2003
Meetplaats 41LEC1, richting Centrum

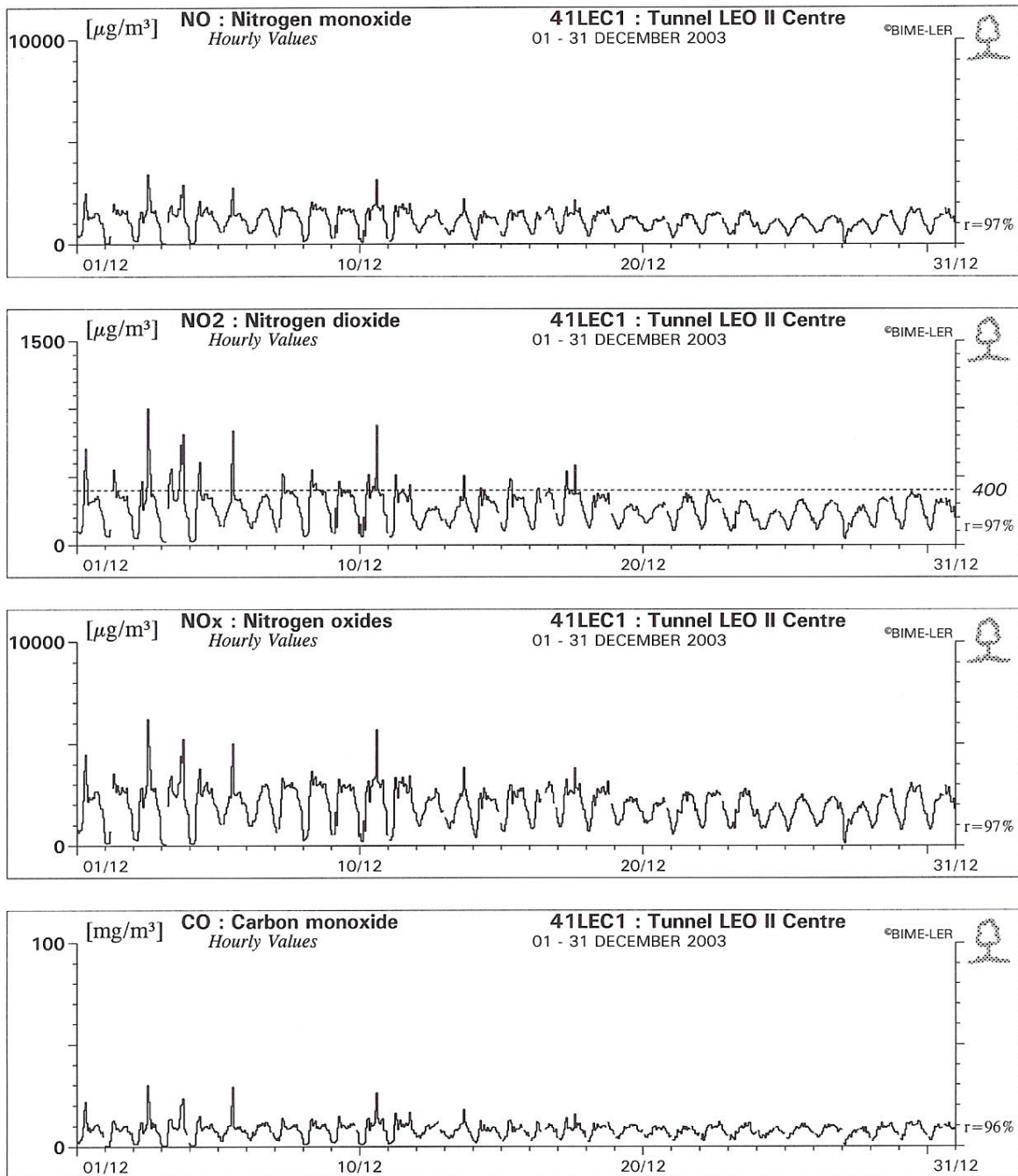


Fig. 2: Evolutie uurwaarden tijdens de maand december 2003
 Meetplaats 41LEC1, richting Centrum

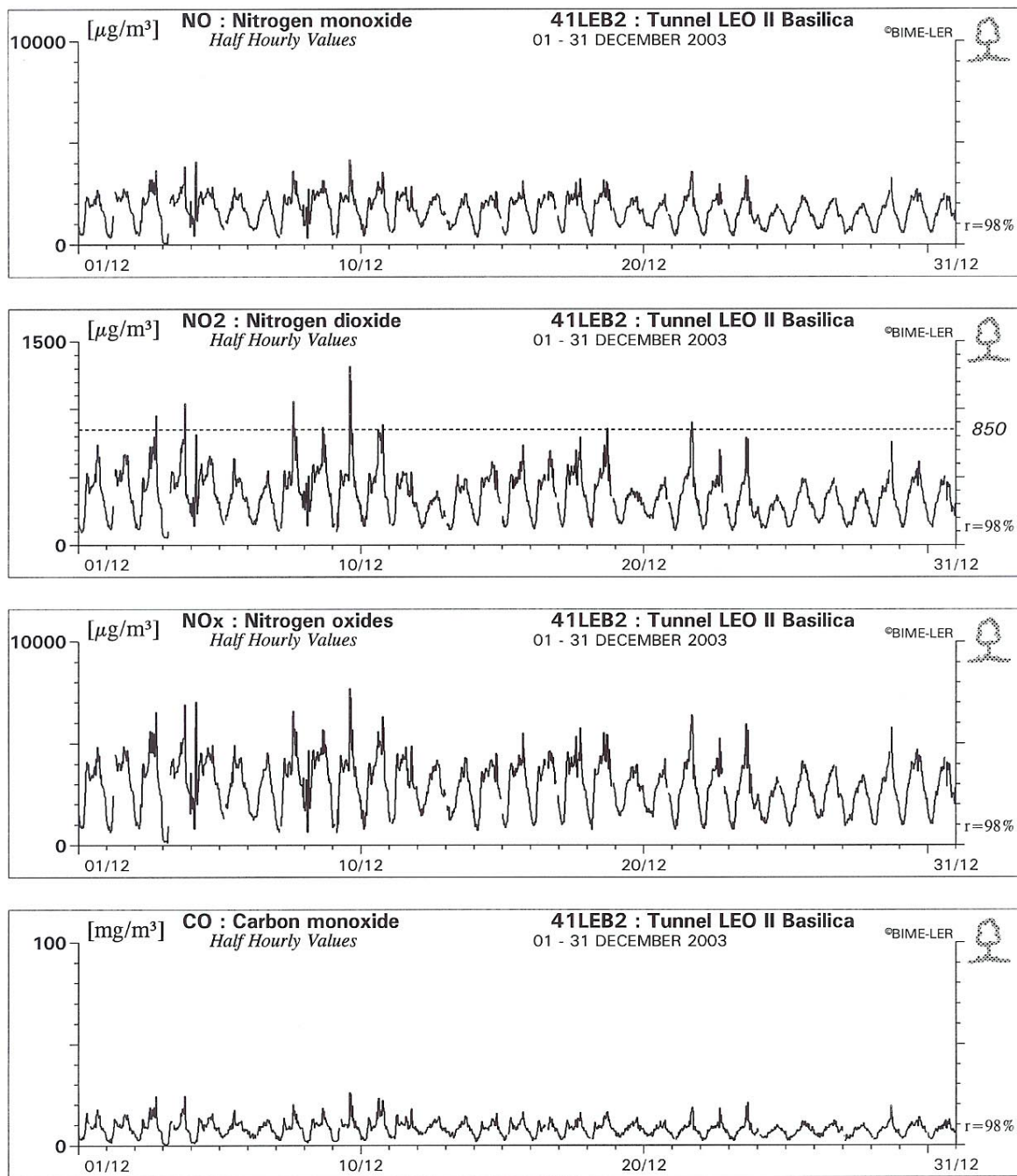


Fig. 3: Evolutie halfuurswaarden tijdens de maand december 2003
 Meetplaats 41LEB2, richting Basiliek

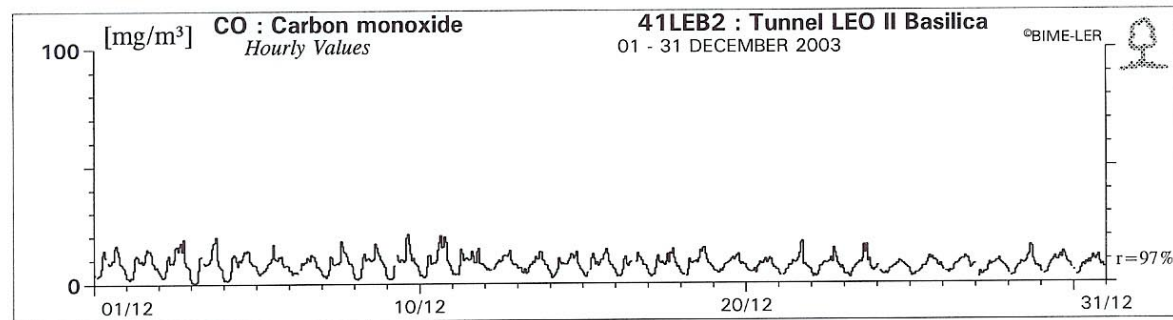
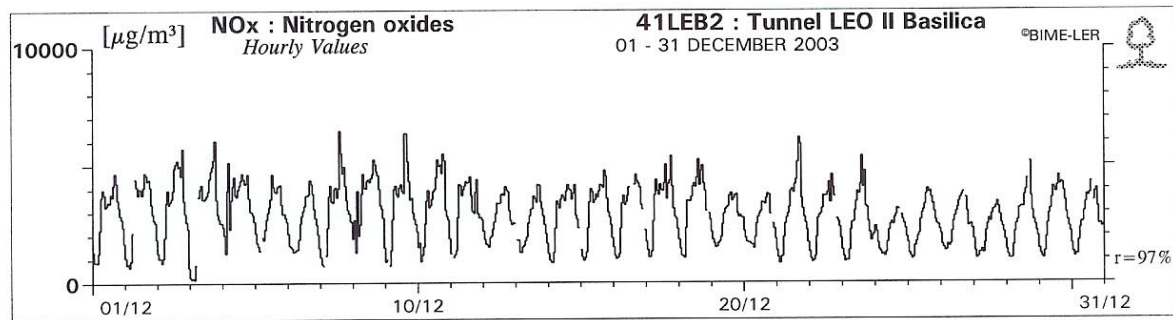
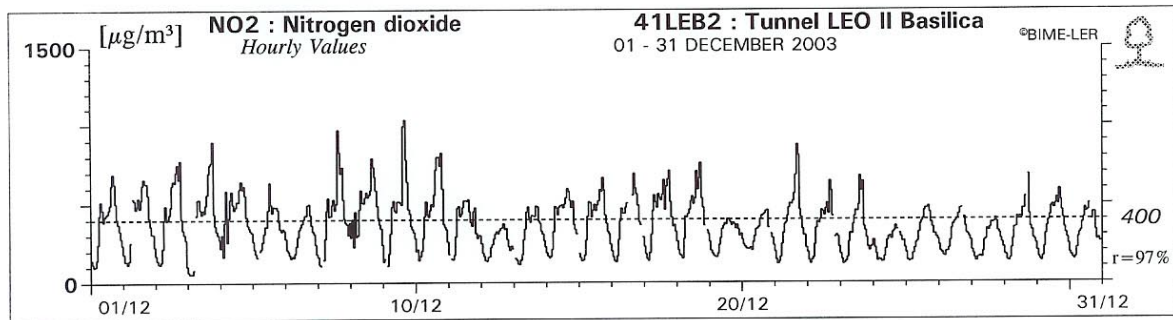
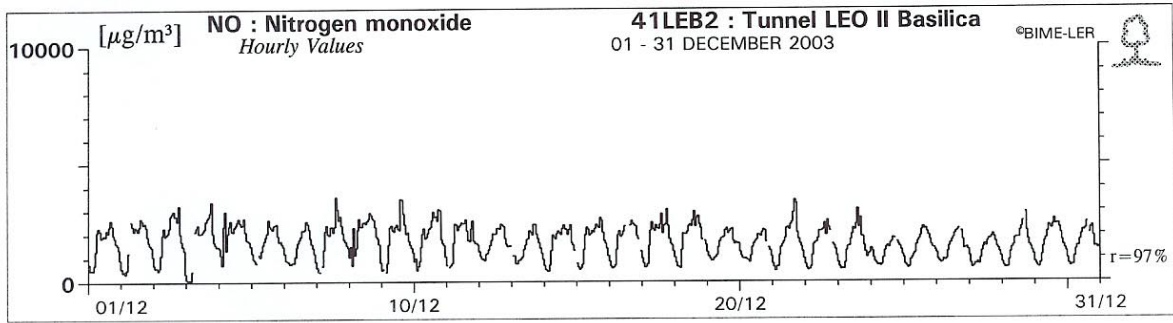


Fig. 4: Evolutie uurwaarden tijdens de maand december 2003
Meetplaats 41LEB2, richting Basiliek

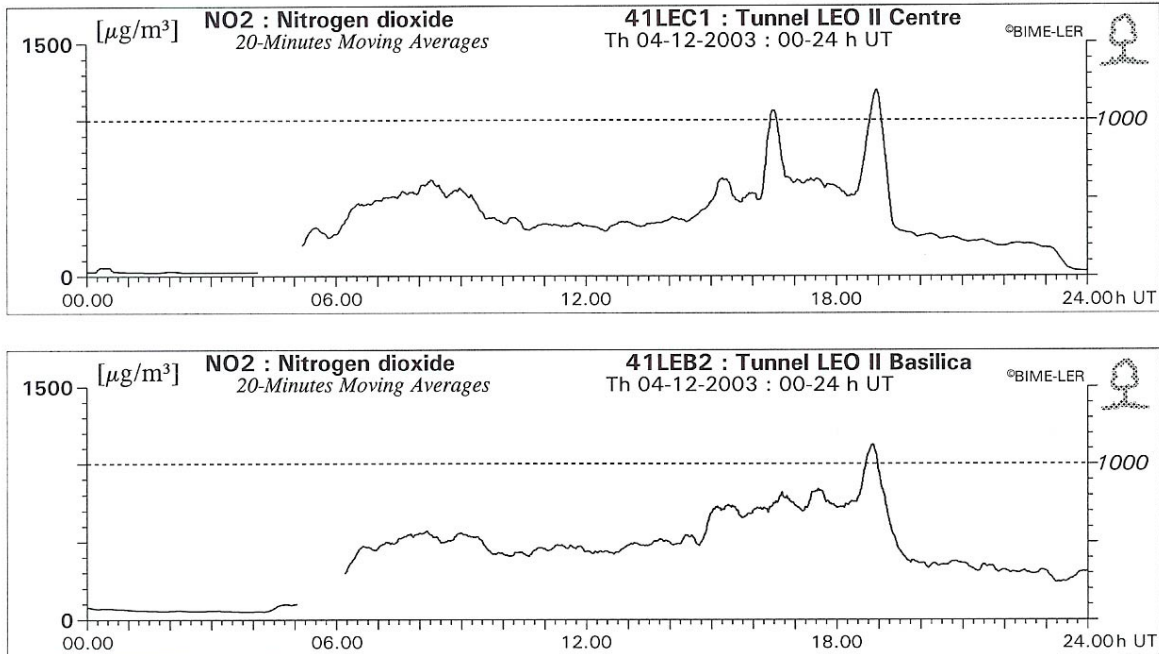


Fig. 5: NO₂ - evolutie voortschrijdend 20-minuutsgemiddelde
in beide meetposten van de Leopold II tunnel
Donderdag 4 december 2003

4.2 Cumulatieve Frequentieverdeling

Voor het kalenderjaar 2003 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. Tabel II geeft de resultaten weer voor de halfuurswaarden, terwijl de resultaten voor de uurwaarden terug te vinden zijn in tabel III.

Bovenaan elke kolom wordt een verwijzing gegeven naar de meetpost (41LEC1 of LEB2), de gemeten pollutant (NO, NO₂, NO_x en CO) en de eenheid (µg/m³ of mg/m³) waarin de concentratie wordt uitgedrukt. In de kolommen worden de resultaten weergegeven voor het minimum (Min), de opeenvolgende percentielen, P10, P20, P30,, P99.5, P99.9 en het maximum (Max), het rekenkundig gemiddelde (AM), de standaardafwijking op het rekenkundig gemiddelde (ASD), het geometrisch gemiddelde (GM), de geometrische standaardafwijking (GSD), het aantal beschikbare gegevens (Nval) en het percentage van de totale periode waarvoor gegevens beschikbaar zijn (Nval%). De lijst wordt aangevuld met enkele statistische waarden nabij het maximum: de op één na hoogste waarde (Max-1), de op twee na hoogste waarde (Max-2),..., en de op 23 na hoogste waarde (Max-23).

Voor CO geldt een grenswaarde van 100 ppm (= 116,5 mg/m³) voor een blootstelling gedurende 30 minuten. Over het kalenderjaar 2003 bedraagt de maximale halfuurswaarde voor CO 62,34 mg/m³ in de meetpost 41LEC1 (centrum) en 32,58 mg/m³ in de meetpost 41LEB2 (basiliek). In het jaar 2003 wordt de grenswaarde voor CO niet overschreden.

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 tabel II (cumulatieve frequentie halfuurswaarden) situeert het niveau van 850 µg/m³ zich voor beide meetposten tussen de percentielen P99 en P99.5. Dit betekent dat in 2003 de overschrijdingen van het niveau van 850 µg/m³ minder dan één percent van alle halfuursperioden uitmaken.

In tabel III (cumulatieve frequentie uurwaarden) situeert het niveau van 400 µg/m³ 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 (41LEC1) en meer dan 40% van het totaal aantal uurwaarden op de meetpost richting basiliek (41LEB2). De gemiddelde NO₂-uurwaarde bedraagt 278 µg/m³ in de meetpost 41LEC1 en 363 µg/m³ in de meetpost richting basiliek.

De resultaten van de cumulatieve frequentieverdeling van de halfuurswaarden voor NO₂ en CO (*selectie alle dagen – alle halfuurswaarden van de dag*), berekend voor het jaar 2003, worden grafisch weergegeven in figuur 6. De cumulatieve frequentieverdeling van de uurwaarden voor NO₂ (*selectie alle dagen – alle uurwaarden van de dag*) wordt grafisch voorgesteld in figuur 7.

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

Voor de halfuurswaarden (tabel IV en VI) blijkt dat NO₂-concentraties hoger dan 850 µg/m³ bijna uitsluitend op *werkdagen* voorkomen. Voor de *niet-werkdagen* worden slechts 5 overschrijdingen genoteerd voor de meetpost richting centrum (41LEC1) en géén enkele voor de meetpost richting basiliek (41LEB).

Voor alle pollutanten zijn de gemeten concentraties *gemiddeld hoger* op *werkdagen* dan op niet-werkdagen. De gemiddelde uurwaarde voor NO₂ bedraagt 297 µg/m³ (41LEC1) en 391 µg/m³ (41LEB2) op werkdagen tegen respectievelijk 235 µg/m³ en 302 µg/m³ op niet-werkdagen.

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 ongeveer 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 2% van het aantal uurwaarden op *niet-werkdagen*.

Tabel II: HALFUURSWAARDEN Cumulatieve Frequentieverdeling

KALENDERJAAR 2003
Alle DAGEN – Alle HALFUURSWAARDEN van de dag

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION : Half Hourly Values

Calendar Year : 01 January - 31 December 2003

Selection Days : All Days

All Half Hourly Periods : yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy

Total Number of Periods = 17520

Site Symb Unit	41LEC1 NO µg/m ³	41LEC1 NO ₂ µg/m ³	41LEC1 NO _x µg/m ³	41LEC1 CO mg/m ³	41LEB2 NO µg/m ³	41LEB2 NO ₂ µg/m ³	41LEB2 NO _x µg/m ³	41LEB2 CO mg/m ³
Min	4	23	29	0,11	9	39	55	0,11
P-10	439	120	798	3,11	633	150	1121	3,38
P-20	638	162	1136	4,86	918	200	1606	5,01
P-30	840	204	1497	6,36	1274	264	2214	6,60
P-40	994	241	1768	7,37	1528	318	2665	7,72
P-50	1111	271	1975	8,11	1711	360	2985	8,53
P-60	1217	299	2162	8,73	1890	403	3302	9,32
P-70	1325	325	2351	9,38	2063	449	3609	10,19
P-80	1441	355	2555	10,23	2238	498	3912	11,34
P-90	1624	408	2866	11,67	2445	567	4284	13,05
P-95	1828	506	3279	14,30	2636	634	4612	14,68
P-98	2431	673	4389	20,65	2912	727	5105	16,99
P-99	2950	826	5332	26,68	3141	797	5544	18,85
P-99.5	3456	1001	6223	32,52	3385	854	5941	21,03
P-99.9	4395	1316	7940	41,14	3830	985	6695	24,51
Max	5769	1798	10439	62,34	5653	1552	10191	32,58
AM	1092	278	1946	8,12	1631	363	2856	8,46
ASD	543	145	966	4,52	695	163	1213	3,80
GM	902	244	1643	6,82	1420	323	2505	7,39
GSD	2,20	1,72	2,01	1,98	1,86	1,68	1,80	1,81
Nval	16412	16410	16412	16695	16927	16926	16927	16873
Nval%	93,6	93,6	93,6	95,2	96,6	96,6	96,6	96,3
Max-1	5577	1656	9564	55,58	4463	1315	7684	30,65
Max-2	5307	1626	9561	54,55	4331	1210	7651	30,50
Max-3	5206	1545	9521	51,78	4247	1198	7629	29,49
Max-7	4909	1400	8772	45,21	4066	1062	7172	28,19
Max-8	4837	1397	8683	44,96	4018	1055	7044	27,48
Max-17	4301	1292	7785	41,14	3830	985	6695	24,51
Max-23	4168	1255	7526	39,49	3774	958	6542	24,19

**Tabel III: UURWAARDEN
Cumulatieve Frequentieverdeling**

KALENDERJAAR 2003
Alle DAGEN – Alle UURWAARDEN van de dag

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION : Hourly Values								
Calendar Year : 01 January - 31 December 2003								
Selection Days : All Days								
All Hourly Periods : yyyyyy yyyyyy yyyyyy yyyyyy								
Total Number of Periods = 8760 data								

Site Symb Unit	41LEC1 NO µg/m ³	41LEC1 NO ₂ µg/m ³	41LEC1 NO _x µg/m ³	41LEC1 CO mg/m ³	41LEB2 NO µg/m ³	41LEB2 NO ₂ µg/m ³	41LEB2 NO _x µg/m ³	41LEB2 CO mg/m ³
Min	5	24	36	0,11	14	42	63	0,11
P-10	444	122	802	3,28	638	151	1130	3,56
P-20	642	164	1142	5,03	919	201	1607	5,14
P-30	840	204	1498	6,50	1278	265	2221	6,76
P-40	997	242	1774	7,52	1524	317	2660	7,83
P-50	1116	273	1984	8,19	1720	362	3000	8,67
P-60	1224	301	2180	8,79	1900	405	3318	9,43
P-70	1330	328	2360	9,41	2066	449	3611	10,28
P-80	1441	356	2553	10,21	2235	498	3906	11,34
P-90	1620	406	2858	11,61	2433	566	4271	13,00
P-95	1826	509	3274	14,50	2627	631	4609	14,51
P-98	2405	653	4317	20,39	2873	714	5040	16,57
P-99	2837	805	5128	25,42	3031	770	5343	18,24
P-99.5	3220	936	5779	29,37	3234	829	5735	19,86
P-99.9	4081	1230	7447	37,16	3611	951	6395	23,08
Max	4686	1417	8374	56,05	4950	1307	8871	29,47
AM	1092	278	1946	8,18	1631	363	2855	8,53
ASD	526	140	935	4,32	684	160	1195	3,68
GM	911	245	1656	6,96	1428	324	2516	7,54
GSD	2,14	1,70	1,97	1,93	1,83	1,66	1,77	1,76
Nval	8188	8187	8188	8218	8450	8449	8450	8307
Nval%	93,4	93,4	93,4	93,8	96,4	96,4	96,4	94,8
Max-1	4551	1345	8183	53,17	4195	1051	7212	29,42
Max-2	4357	1329	7864	50,40	3912	1032	6896	28,86
Max-3	4280	1328	7691	40,94	3901	1005	6886	25,30
Max-7	4105	1230	7454	38,35	3628	969	6397	23,17
Max-8	4081	1230	7447	37,16	3611	951	6395	23,08
Max-17	3874	1096	6906	34,48	3443	898	6063	21,82
Max-23	3457	1020	6329	32,25	3389	874	5928	21,04

Tabel IV: HALFUURSWAARDEN Cumulatieve Frequentieverdeling

KALENDERJAAR 2003
Alle WERKDAGEN – Alle HALFUURSWAARDEN van de dag

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION : Half Hourly Values

Calendar Year : 01 January - 31 December 2003

Selection Days : All Working Days

All Half Hourly Periods : yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy

Total Number of Periods = 12048

Site Symb Unit	41LEC1 NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 CO mg/m^3	41LEB2 NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 CO mg/m^3
Min	4	23	29	0,11	10	39	55	0,11
P-10	373	110	682	2,59	540	139	965	2,90
P-20	633	165	1128	4,74	897	208	1584	4,75
P-30	901	223	1612	6,54	1398	297	2441	6,85
P-40	1052	263	1878	7,46	1631	353	2855	7,91
P-50	1170	297	2096	8,18	1827	402	3213	8,72
P-60	1284	322	2293	8,78	2010	448	3530	9,55
P-70	1387	346	2463	9,42	2166	489	3804	10,49
P-80	1500	376	2658	10,33	2318	536	4074	11,73
P-90	1690	446	3007	12,38	2524	603	4432	13,61
P-95	1974	560	3579	15,95	2732	670	4811	15,33
P-98	2688	749	4845	22,83	3033	762	5362	17,82
P-99	3164	914	5729	28,63	3250	828	5732	19,95
P-99.5	3741	1082	6793	34,32	3535	885	6155	21,91
P-99.9	4707	1359	8538	43,16	3926	1034	6901	25,14
Max	5769	1798	10439	62,34	5653	1552	10191	32,58
AM	1138	297	2036	8,28	1698	391	2986	8,62
ASD	599	162	1069	5,01	748	177	1308	4,11
GM	899	255	1656	6,69	1443	343	2562	7,34
GSD	2,44	1,82	2,20	2,15	1,99	1,75	1,91	1,92
Nval	11291	11289	11291	11481	11573	11572	11573	11571
Nval%	93,7	93,7	93,7	95,2	96,0	96,0	96,0	96,0
Max-1	5577	1656	9564	55,58	4463	1315	7684	30,65
Max-2	5307	1626	9561	54,55	4331	1210	7651	30,50
Max-3	5206	1545	9521	51,78	4247	1198	7629	29,49
Max-7	4909	1400	8772	45,21	4066	1062	7172	28,19
Max-8	4837	1397	8683	44,96	4018	1055	7044	27,48
Max-17	4301	1292	7785	41,14	3830	985	6695	24,51
Max-23	4168	1252	7526	39,46	3774	958	6542	24,19

Tabel V: UURWAARDEN
Cumulatieve Frequentieverdeling

KALENDERJAAR 2003
Alle WERKDAGEN – Alle UURWAARDEN van de dag

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION : Hourly Values
Calendar Year : 01 January - 31 December 2003
Selection Days : All Working Days
All Hourly Periods : yyyyyy yyyyyy yyyyyy yyyyyy
Total Number of Periods = 6024

Site Symb Unit	41LEC1 NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 CO mg/m^3	41LEB2 NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 CO mg/m^3
Min	6	24	36	0,11	14	42	63	0,11
P-10	378	112	691	2,78	550	140	988	3,11
P-20	642	166	1150	5,03	909	213	1602	5,02
P-30	903	223	1611	6,74	1391	297	2417	7,05
P-40	1063	267	1898	7,64	1638	355	2865	8,06
P-50	1181	299	2120	8,25	1840	406	3232	8,87
P-60	1293	325	2307	8,83	2013	449	3537	9,64
P-70	1392	348	2472	9,45	2167	490	3799	10,51
P-80	1496	378	2654	10,34	2314	535	4067	11,72
P-90	1685	444	2986	12,51	2518	600	4430	13,58
P-95	1962	559	3546	16,09	2695	669	4753	15,21
P-98	2621	726	4723	22,79	2962	748	5192	17,19
P-99	3053	878	5558	26,43	3147	803	5523	19,20
P-99.5	3374	1005	6167	31,28	3365	864	5877	20,87
P-99.9	4118	1282	7455	38,76	3659	991	6454	23,74
Max	4686	1417	8374	56,05	4950	1307	8871	29,47
AM	1138	297	2035	8,35	1697	391	2984	8,71
ASD	578	156	1032	4,78	735	174	1286	3,97
GM	912	257	1673	6,86	1453	344	2576	7,52
GSD	2,36	1,80	2,15	2,08	1,94	1,73	1,88	1,86
Nval	5628	5627	5628	5648	5774	5773	5774	5695
Nval%	93,4	93,4	93,4	93,7	95,8	95,8	95,8	94,5
Max-1	4551	1345	8183	53,17	4195	1051	7212	29,42
Max-2	4357	1329	7864	50,40	3912	1032	6896	28,86
Max-3	4280	1328	7691	40,94	3901	1005	6886	25,30
Max-7	4105	1230	7454	38,35	3628	969	6397	23,17
Max-8	4081	1230	7447	37,16	3611	951	6395	23,08
Max-17	3874	1096	6906	34,32	3443	898	6063	21,82
Max-23	3457	1020	6329	32,08	3389	874	5928	21,04

Tabel VI: HALFUURSWAARDEN Cumulatieve Frequentieverdeling

KALENDERJAAR 2003
Alle NIET-WERKDAGEN – Alle HALFUURSWAARDEN van de dag

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION : Half Hourly Values
Calendar Year : 01 January - 31 December 2003
Selection Days : Non Working Days
All Half Hourly Periods : yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy yyyyyyyyyy
Total Number of Periods = 5472

Site Symb Unit	41LEC1 NO µg/m ³	41LEC1 NO ₂ µg/m ³	41LEC1 NO _x µg/m ³	41LEC1 CO mg/m ³	41LEB2 NO µg/m ³	41LEB2 NO ₂ µg/m ³	41LEB2 NO _x µg/m ³	41LEB2 CO mg/m ³
Min	4	32	55	0,30	9	47	62	0,26
P-10	533	137	959	3,94	788	166	1378	4,26
P-20	640	161	1140	4,95	926	196	1615	5,20
P-30	754	183	1338	5,99	1103	227	1911	6,21
P-40	887	208	1565	7,10	1337	267	2328	7,26
P-50	1000	235	1773	7,95	1511	304	2629	8,14
P-60	1093	256	1940	8,62	1660	335	2878	8,89
P-70	1185	278	2088	9,26	1802	365	3132	9,71
P-80	1283	299	2256	10,04	1977	398	3415	10,67
P-90	1423	329	2485	11,00	2191	439	3772	11,90
P-95	1574	353	2732	11,88	2351	473	4037	12,93
P-98	1752	389	3018	13,04	2531	509	4329	14,25
P-99	1912	466	3309	15,52	2658	527	4534	15,38
P-99.5	2384	579	4158	23,32	2782	549	4749	17,20
P-99.9	3057	859	5527	32,08	3002	636	5168	19,51
Max	3740	1255	6969	40,67	3187	738	5437	22,04
AM	990	235	1748	7,76	1487	302	2574	8,11
ASD	372	84	644	3,17	537	104	916	2,98
GM	907	221	1616	7,11	1371	283	2386	7,49
GSD	1,63	1,44	1,55	1,57	1,57	1,46	1,53	1,53
Nval	5121	5121	5121	5214	5354	5354	5354	5302
Nval%	93,5	93,5	93,5	95,2	97,8	97,8	97,8	96,8
Max-1	3504	946	6301	39,37	3144	679	5393	21,96
Max-2	3356	918	5988	37,10	3138	657	5302	21,36
Max-3	3239	912	5863	36,89	3024	645	5199	20,93
Max-7	2870	830	5182	29,89	2978	633	5073	19,41
Max-8	2870	816	5103	29,58	2965	625	5073	19,03
Max-17	2544	639	4507	27,09	2857	572	4905	17,81
Max-23	2427	597	4325	24,41	2796	555	4833	17,28

**Tabel VII: UURWAARDEN
Cumulatieve Frequentieverdeling**

KALENDERJAAR 2003
Alle NIET-WERKDAGEN – Alle UURWAARDEN van de dag

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION : Hourly Values
Calendar Year : 01 January - 31 December 2003
Selection Days : Non Working Days
All Hourly Periods : yyyyyy yyyyyy yyyyyy yyyyyy
Total Number of Periods = 2736

Site Symb Unit	41LEC1 NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEC1 CO mg/m^3	41LEB2 NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 NO _x $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41LEB2 CO mg/m^3
Min	5	44	71	0,33	14	57	80	0,30
P-10	538	139	967	3,99	795	167	1391	4,37
P-20	641	162	1140	5,03	923	197	1609	5,28
P-30	759	184	1337	6,02	1098	227	1916	6,26
P-40	887	208	1571	7,24	1340	268	2329	7,39
P-50	1003	236	1774	8,00	1517	305	2637	8,21
P-60	1093	256	1940	8,69	1660	336	2881	8,94
P-70	1181	278	2092	9,32	1804	366	3122	9,75
P-80	1282	300	2255	9,97	1975	397	3413	10,61
P-90	1422	326	2479	10,89	2189	439	3770	11,85
P-95	1563	356	2714	11,75	2342	471	4020	12,82
P-98	1747	391	3035	12,99	2502	504	4295	14,24
P-99	1877	445	3250	16,27	2634	528	4524	15,56
P-99.5	2186	560	3904	21,34	2763	544	4766	16,57
P-99.9	2759	729	4896	28,44	2881	585	4954	18,42
Max	3187	872	5742	35,73	3030	656	5128	20,39
AM	990	235	1749	7,80	1487	302	2574	8,15
ASD	366	82	632	3,05	533	103	909	2,92
GM	910	221	1620	7,18	1374	283	2389	7,57
GSD	1,61	1,43	1,54	1,55	1,56	1,45	1,52	1,51
Nval	2560	2560	2560	2570	2676	2676	2676	2612
Nval%	93,5	93,5	93,5	93,9	97,8	97,8	97,8	95,4
Max-1	2957	868	5210	29,48	2995	638	5121	19,02
Max-2	2762	838	5028	29,02	2930	601	5024	18,89
Max-3	2759	729	4896	28,44	2881	585	4954	18,42
Max-7	2570	641	4483	26,39	2849	563	4833	17,52
Max-8	2514	632	4481	25,42	2847	562	4814	17,45
Max-17	2028	536	3571	19,77	2720	539	4651	16,06
Max-23	1885	460	3352	17,76	2664	531	4566	15,77

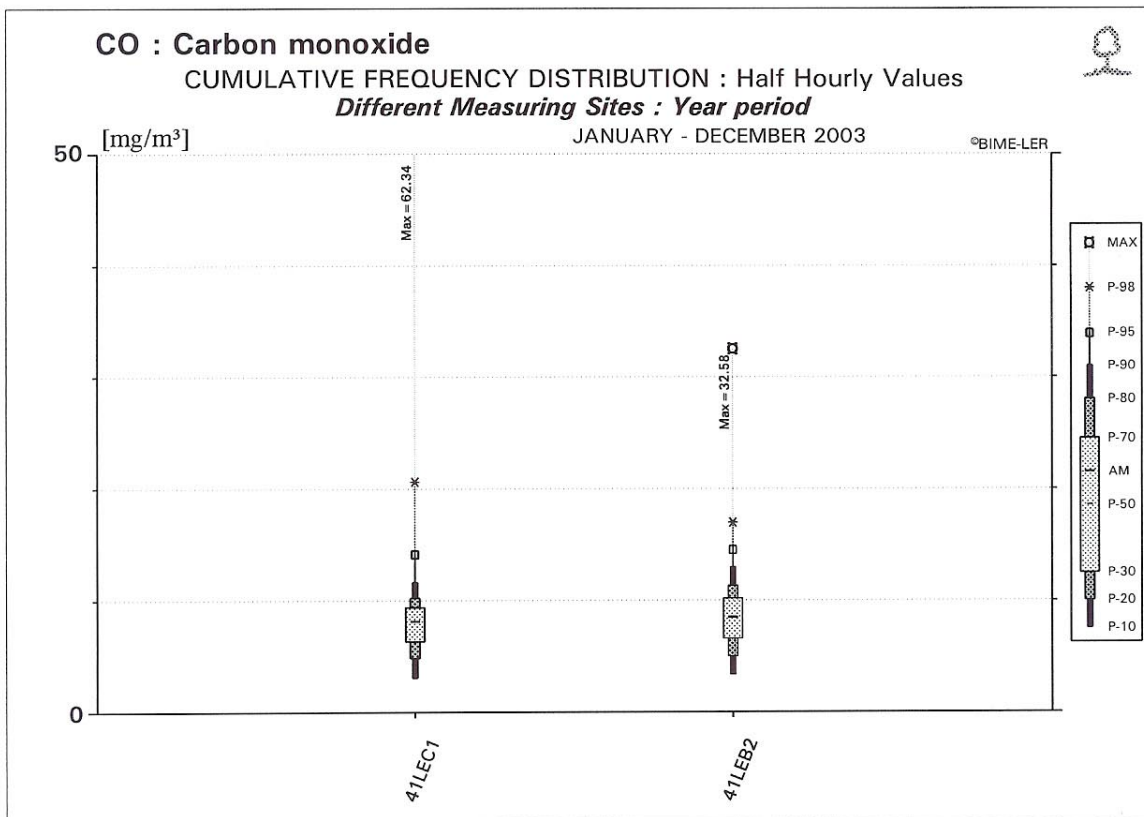
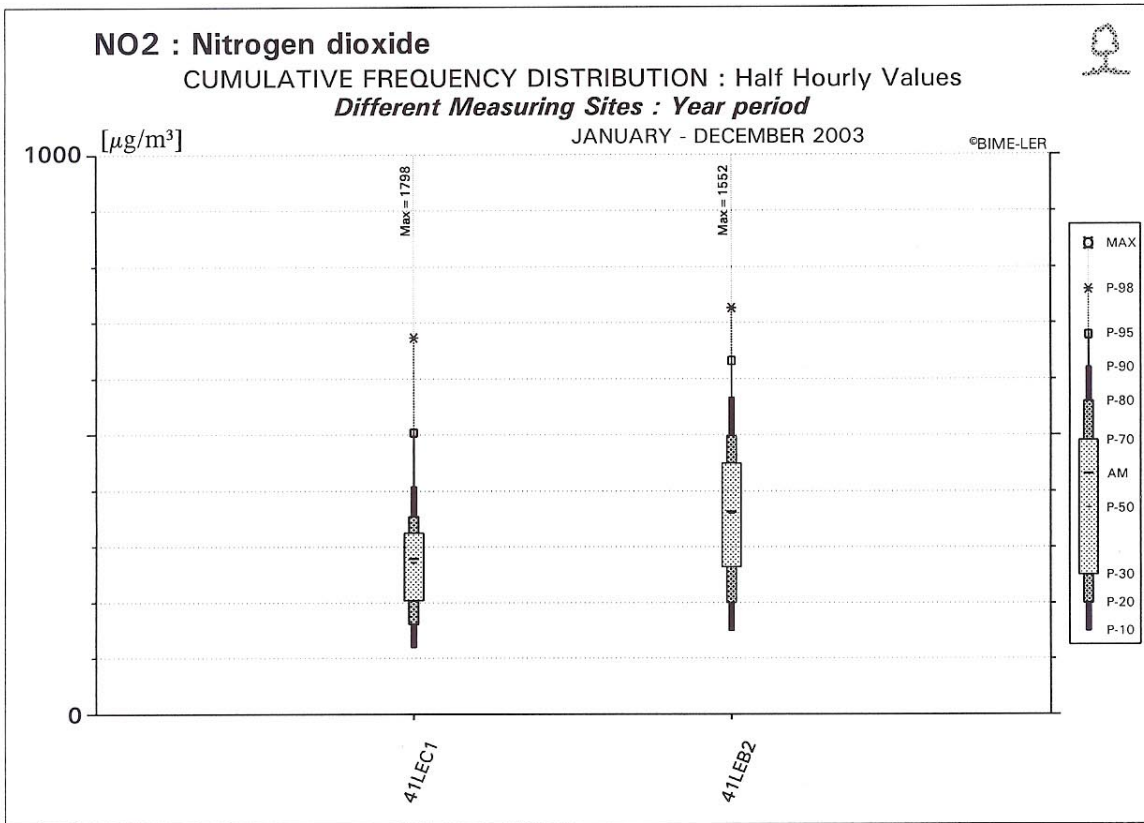


Fig. 6 : Cumulatieve Frequentieverdeling halfuurswaarden NO₂ en CO in beide meetposten van de Leopold II tunnel.

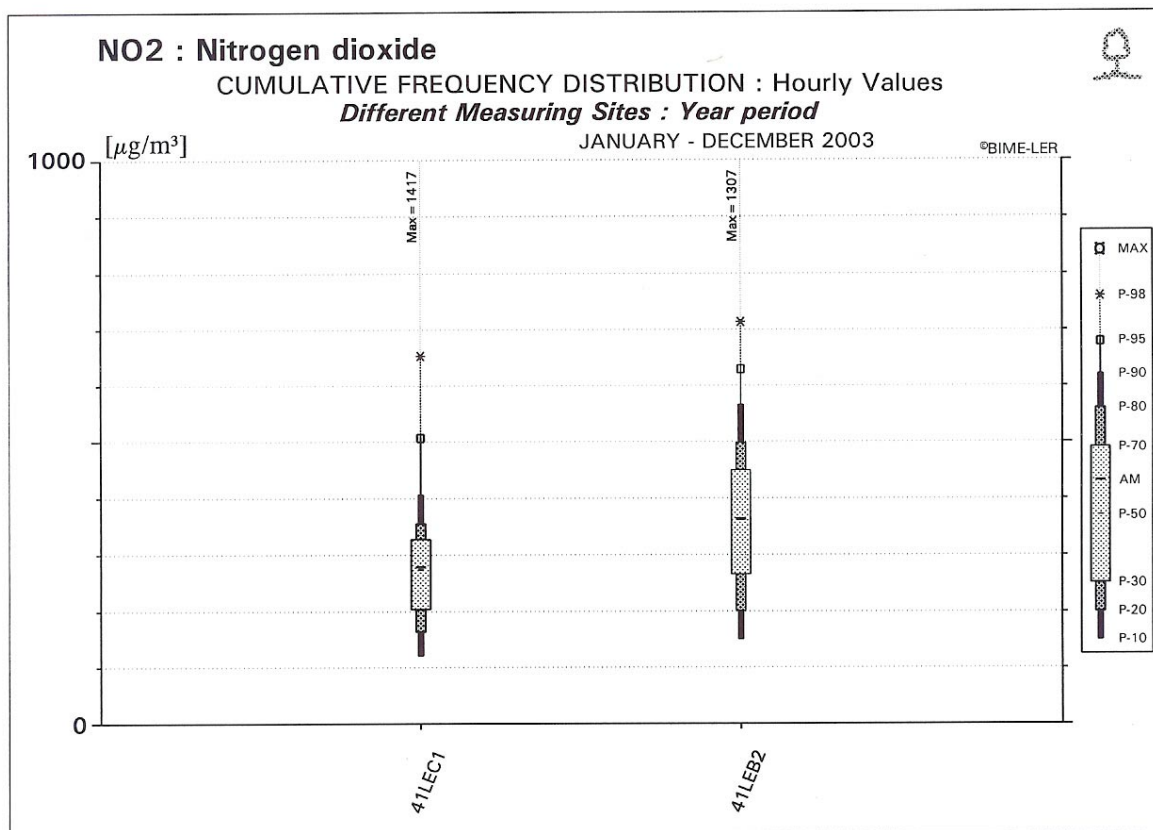


Fig. 7 : Cumulatieve Frequentieverdeling uurwaarden NO₂ in beide meetposten van de Leopold II tunnel.

4.3 Overschrijdingen

De tabellen VIII en IX op de volgende bladzijden geven, per maand, voor de periode van *december 2002 tot maart 2004* het aantal overschrijdingen weer van de concentratieniveaus vermeld in het besluit van 22 december 1994:

voor NO_2 :

- een uurwaarde van $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NO₂-1H]
- een glijdend 20-minuutsgemiddelde van $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NO₂-20 Min]
- de hieruit afgeleide halfuurswaarde van $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [NO₂-HH]

voor CO :

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

Tabel VIII geeft de resultaten weer voor de meetpost richting centrum (41LEC1). Per maand wordt het aantal overschrijdingen van de verschillende concentratieniveaus en het aantal dagen met overschrijding (tussen haakjes) weergegeven. In tabel IX worden analoge resultaten gegeven voor de meetpost richting basiliek (41LEB2).

De overschrijdingen van de NO_2 -drempel van $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als uurwaarde en van $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 20-minuutsgemiddelde worden respectievelijk grafisch weergegeven in figuur 8 en 9. De grafiek bovenaan geeft het aantal overschrijdingen per maand weer en de grafiek onderaan het aantal dagen met overschrijding.

In meetpost richting basiliek (41LEB2) wordt de drempel van $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ frequent overschreden: met 250 à 350 uurwaarden per maand wordt de drempel op deze meetpost bijna dagelijks (26 à 30 dagen per maand) overschreden, ook tijdens het weekeinde. Per dag zijn er gemiddeld een tiental uurwaarden met overschrijding.

In de meetpost richting centrum (41LEC1) wordt deze drempel minder vaak overschreden. Verspreid over 8 tot 22 dagen, zijn er tussen de 20 en de 90 overschrijdingen per maand (gemiddeld een viertal uurwaarden per dag). Op deze meetpost zijn er slechts uitzonderlijk overschrijdingen tijdens het weekeinde. Op basis van de tabellen met de cumulatieve frequentieverdeling (tabel II t/m VII) kon reeds afgeleid worden dat de NO_2 -concentratie gemiddeld hoger is op het meetpunt richting basiliek (41LEB2) dan op het meetpunt richting centrum (41LEC1).

Het aantal piekwaarden daarentegen, nl. de overschrijdingen van de drempelwaarde van $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 20-minuutsgemiddelde, is duidelijk het hoogst voor het meetpunt richting centrum (41LEC1). Over het kalenderjaar 2003 worden in deze meetpost in totaal 212 overschrijdingen (20-minuutspriodes) vastgesteld tegenover slechts 58 op de meetpost richting basiliek. Deze overschrijdingen worden gedetailleerd weergegeven in de annex.

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 zijn er een vijftal overschrijdingen op zaterdag(na)middag. 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 uitsluitend voor op werkdagen, tijdens de avondspits. De nachtelijke overschrijdingen zijn zeldzaam en vermoedelijk ook hier het gevolg van onderhoudswerken.

Een analyse van de overschrijdingen van de NO₂-drempel van 850 µg/m³ als halfuurswaarde leert dat deze grotendeels overeenstemmen met de overschrijdingen van de drempel van 1000 µg/m³ voor 20-minuutsgemiddelden.

Uit de maandelijkse resultaten blijkt dat het aantal piekwaarden een *dalende tendens* vertoont. Dit geldt in het bijzonder voor het meetpunt 41LEC1 (richting centrum). Dit wordt duidelijk weergegeven in figuur 9 (blz. 26), zowel voor wat betreft het aantal overschrijdingen per maand (grafiek bovenaan) als voor het aantal dagen met overschrijding (grafiek onderaan).

Het geringe aantal piekwaarden tijdens de zomermaanden is wellicht ten dele een gevolg van het verminderde verkeer tijdens deze periode van het jaar. De verspreiding van het verkeer in de stad verloopt vlotter en hierdoor ontstaan minder frequent files op het einde van de tunnel. De dalende tendens in het najaar van 2003 is vermoedelijk een gevolg van een verbeterd ventilatieregime. Volgend op een voorlopige analyse van de eerste resultaten (december 2002 – januari 2003) werd door de uitbater beslist om het ventilatieregime tijdelijk bij te sturen, om zoveel mogelijk piekwaarden tijdens de ochtend- en avondspits te vermijden.

Het aantal piekwaarden, vooral op het meetpunt 41LEC1, kan 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.

Voor het aantal overschrijdingen van de drempel van 400 µg/m³ (uurwaarde) wordt geen duidelijke tendens vastgesteld. Op de maand juli 2003 na, wordt dit niveau frequent overschreden. Om dit niveau op korte termijn te laten dalen is een meer permanente ventilatie tijdens de dag noodzakelijk.

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 intelligent gestuurd ventilatieregime.

Tabel VIII: 41LEC1 – Meetpost richting Centrum

AANTAL OVERSCHRIJDINGEN per MAAND
en
(AANTAL DAGEN per MAAND met OVERSCHRIJDING)

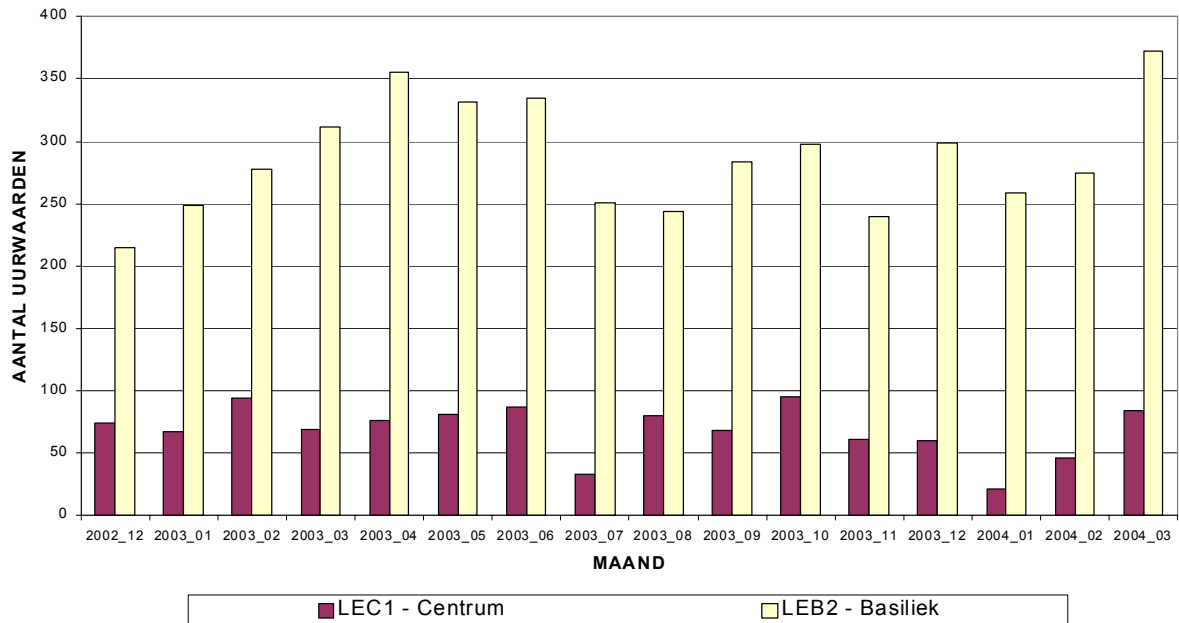
MaandPeriode	NO₂-1H > 400 µg/m³	NO₂-20 Min > 1.000 µg/m³	NO₂-HH > 850 µg/m³	CO-HH > 116 mg/m³
2002_12	74 (17)	73 (13)	52 (17)	0 (0)
2003_01	67 (19)	19 (6)	13 (6)	0 (0)
2003_02	94 (21)	22 (12)	14 (12)	0 (0)
2003_03	69 (22)	18 (8)	9 (7)	0 (0)
2003_04	76 (18)	34 (7)	24 (9)	0 (0)
2003_05	81 (18)	54 (13)	41 (12)	0 (0)
2003_06	87 (19)	20 (4)	12 (4)	0 (0)
2003_07	33 (8)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
2003_08	80 (16)	2 (1)	1 (1)	0 (0)
2003_09	68 (16)	6 (3)	4 (3)	0 (0)
2003_10	95 (26)	2 (1)	10 (5)	0 (0)
2003_11	61 (21)	24 (7)	16 (6)	0 (0)
2003_12	60 (16)	11 (4)	7 (5)	0 (0)
2004_01	21 (12)	2 (2)	3 (3)	0 (0)
2004_02	46 (20)	17 (7)	11 (7)	0 (0)
2004_03	84 (23)	18 (7)	14 (7)	0 (0)

Tabel IX: 41LEB2 – Meetpost richting Basiliek

AANTAL OVERSCHRIJDINGEN per MAAND
en
(AANTAL DAGEN per MAAND met OVERSCHRIJDING)

MaandPeriode	NO₂-1H > 400 µg/m³	NO₂-20 Min > 1.000 µg/m³	NO₂-HH > 850 µg/m³	CO-HH > 116 mg/m³
2002_12	215 (26)	13 (5)	19 (7)	0 (0)
2003_01	249 (26)	5 (3)	5 (5)	0 (0)
2003_02	278 (25)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
2003_03	312 (30)	0 (0)	4 (2)	0 (0)
2003_04	356 (29)	8 (3)	7 (3)	0 (0)
2003_05	332 (30)	1 (1)	7 (5)	0 (0)
2003_06	335 (30)	13 (7)	22 (12)	0 (0)
2003_07	251 (29)	12 (3)	11 (5)	0 (0)
2003_08	244 (26)	4 (3)	13 (8)	0 (0)
2003_09	284 (27)	3 (2)	5 (4)	0 (0)
2003_10	298 (30)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2003_11	240 (27)	3 (2)	2 (2)	0 (0)
2003_12	299 (29)	9 (3)	13 (8)	0 (0)
2004_01	259 (29)	2 (1)	2 (1)	0 (0)
2004_02	275 (28)	9 (3)	8 (5)	0 (0)
2004_03	372 (31)	20 (6)	17 (8)	0 (0)

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

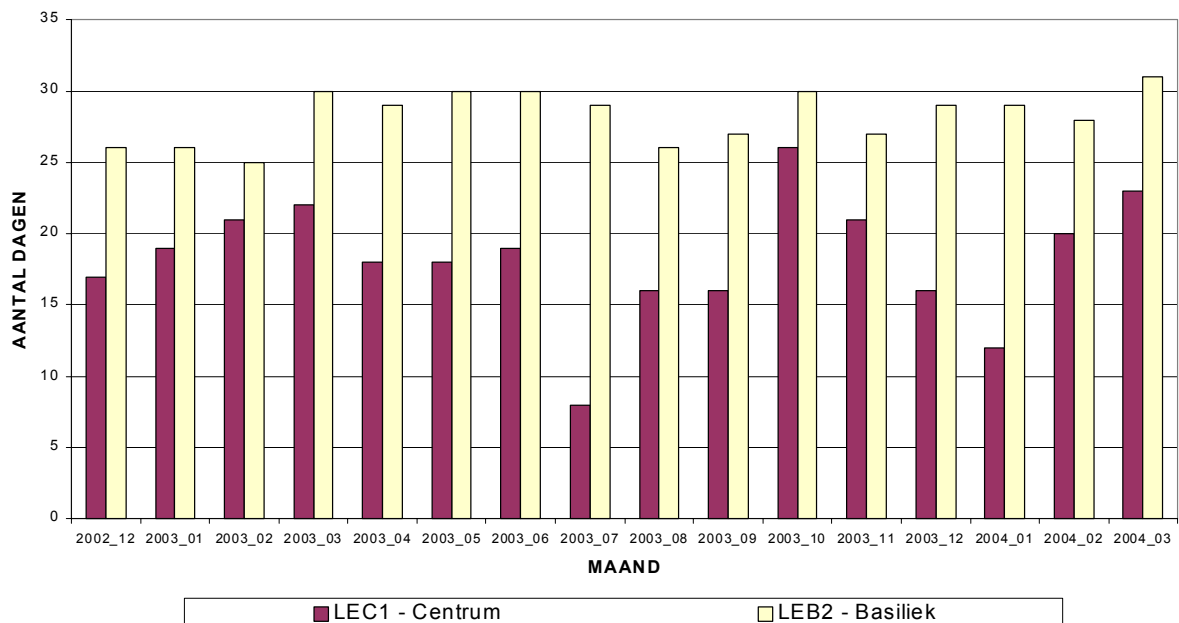
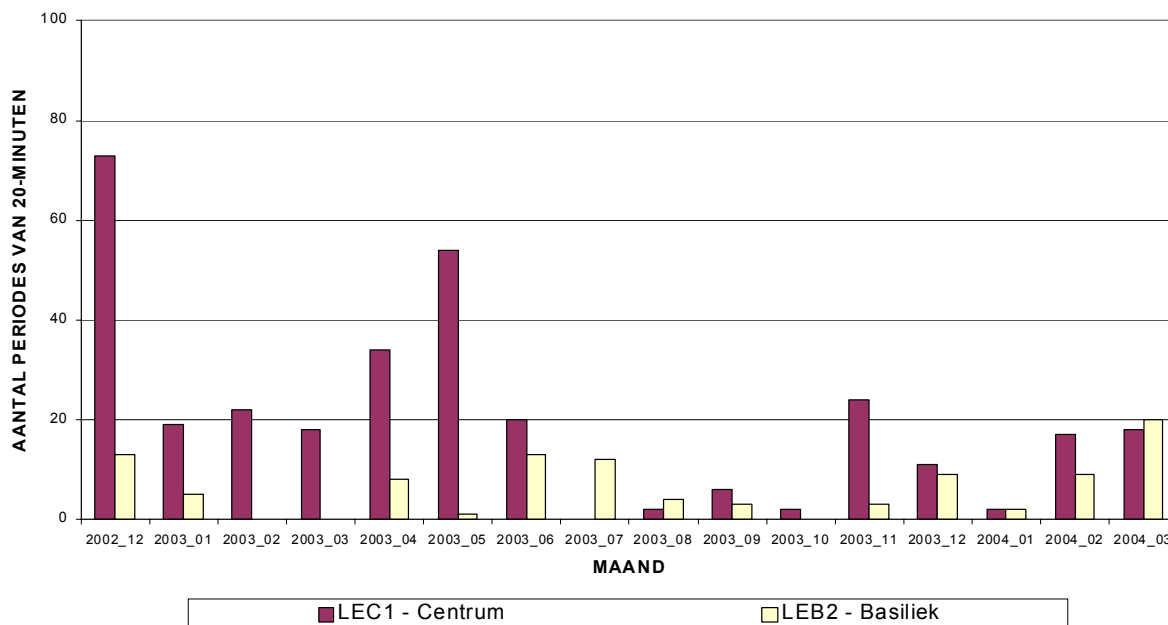


Fig. 8 : NO₂-Uurwaarden > 400 µg/m³. Aantal overschrijdingen per maand en aantal dagen per maand met overschrijding

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

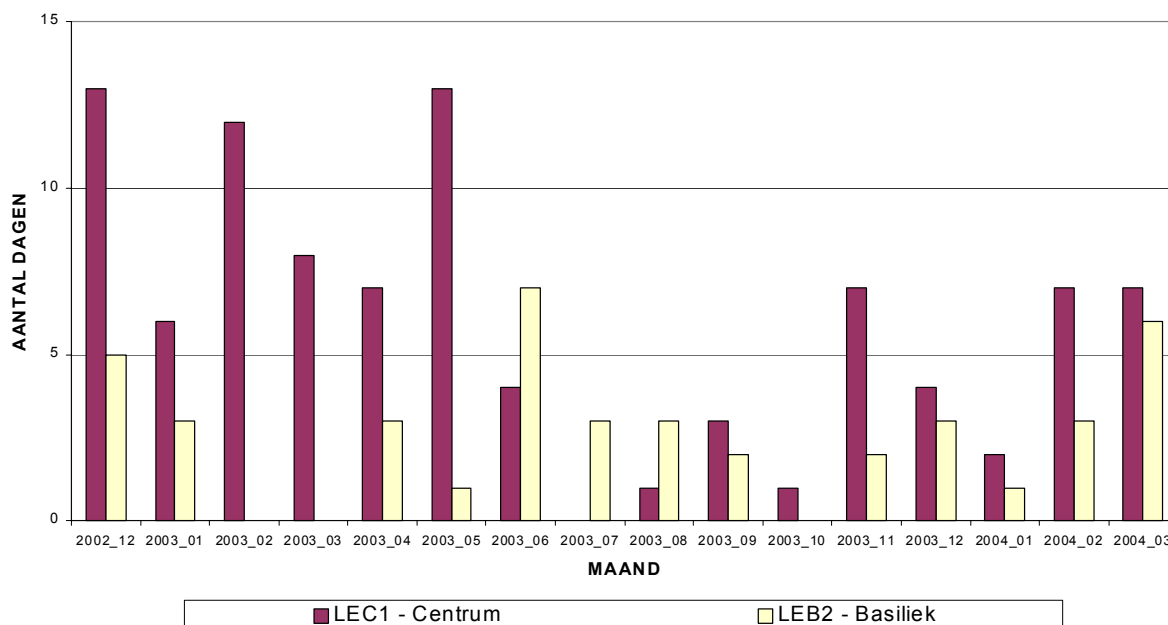


Fig. 9 : NO₂ – 20-Minuutsgemiddelden > 1.000 µg/m³. *Aantal overschrijdingen* per maand en *aantal dagen* per maand met overschrijding

4.4 Gemiddeld Dagverloop

In de grafieken van de figuren 10 t/m 15 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 december 2002 – maart 2003 en de grafiek onderaan de resultaten voor de zomerperiode april – september 2003.

De NO₂-resultaten worden weergegeven in de figuren 10 en 11, respectievelijk voor de meetposten richting centrum (LEC1) en basiliek (LEB2). De NO-resultaten voor de meetpost richting centrum (LEC1) bevinden zich in figuur 12 en deze voor de meetpost richting basiliek (LEB2) in figuur 13. Het CO-dagverloop voor beide meetposten wordt respectievelijk weergegeven in figuur 14 en 15.

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

Op de meetpost richting centrum (LEC1) wordt, voor de gemiddelde werkdag van de winterperiode *december 2002 – maart 2003*, een opvallende ochtendpiek vastgesteld (zie grafieken bovenaan in de figuren 10, 12 en 14). Deze ochtendpiek is grotendeels (CO) of volledig verdwenen (NO en NO₂) tijdens de zomerperiode *april – september 2003* (grafieken onderaan de figuren 10, 12 en 14). Dit beeld stemt overeen met de dalende tendens voor het aantal vastgestelde piekwaarden voor NO₂ (20-minuutswaarden > 1.000µg/m³).

De gemiddeld 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), maar wellicht ook aan het inmiddels gewijzigde ventilatieregime, nl. een meer systematische ventilatie tijdens de ochtendpiek.

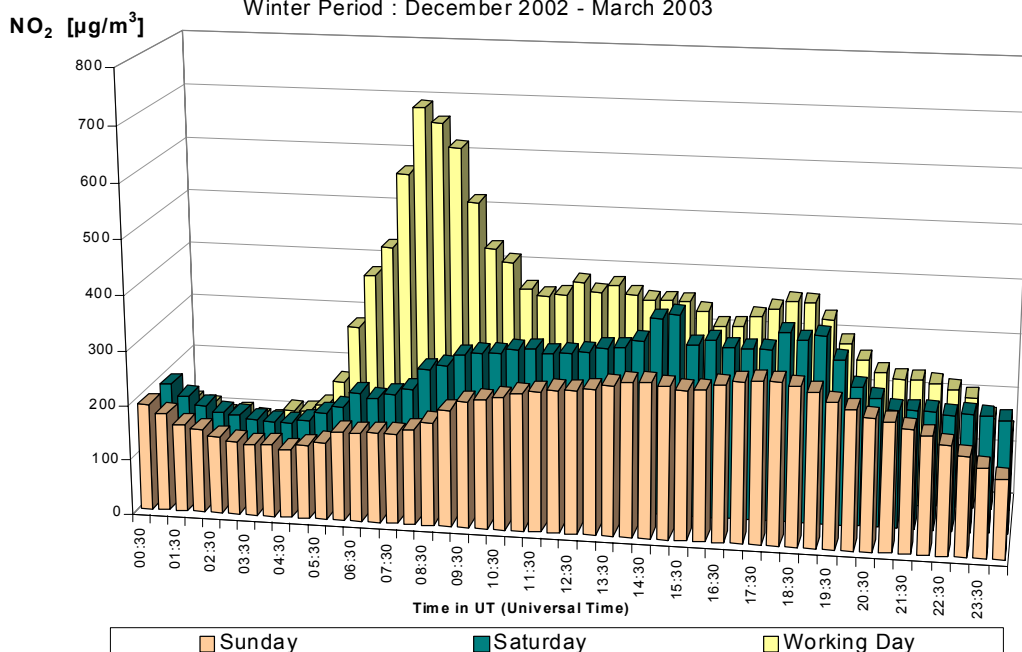
De resultaten van de winterperiode *oktober 2003 – maart 2004* (grafieken bovenaan in de figuur 16, 17 en 18) geven aan dat de piekconcentratie 's ochtends gemiddeld lager is dan tijdens de vorige winterperiode (*december 2002 – maart 2003*).

In de meetpost richting basiliek (41LEB2) is er, voor de werkdagen tijdens de winterperiode 2002/2003, 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 11, 13 en 15). Voor NO en NO₂ is er echter geen sprake van een uitgesproken piekconcentratie, wat overeenstemt met het geringer aantal piekconcentraties voor NO₂ op dit meetpunt. De ochtend- en avondpiek voor CO tekenen zich evenwel iets duidelijker af.

Tijdens de zomerperiode van 2003 is er over het algemeen een verhoogde concentratie tijdens de namiddag en de avond. Voor CO is er tijdens de zomerperiode nog een afgezwakte ochtend- en avondpiek waarneembaar (grafiek onderaan figuur 15).

De resultaten van de winterperiode *oktober 2003 – maart 2004* (grafieken onderaan in de figuur 16, 17 en 18) zijn vergelijkbaar of net iets lager dan deze van de vorige winterperiode (*december 2002 – maart 2003*).

NO₂ at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Winter Period : December 2002 - March 2003



NO₂ at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Summer Period : April - September 2003

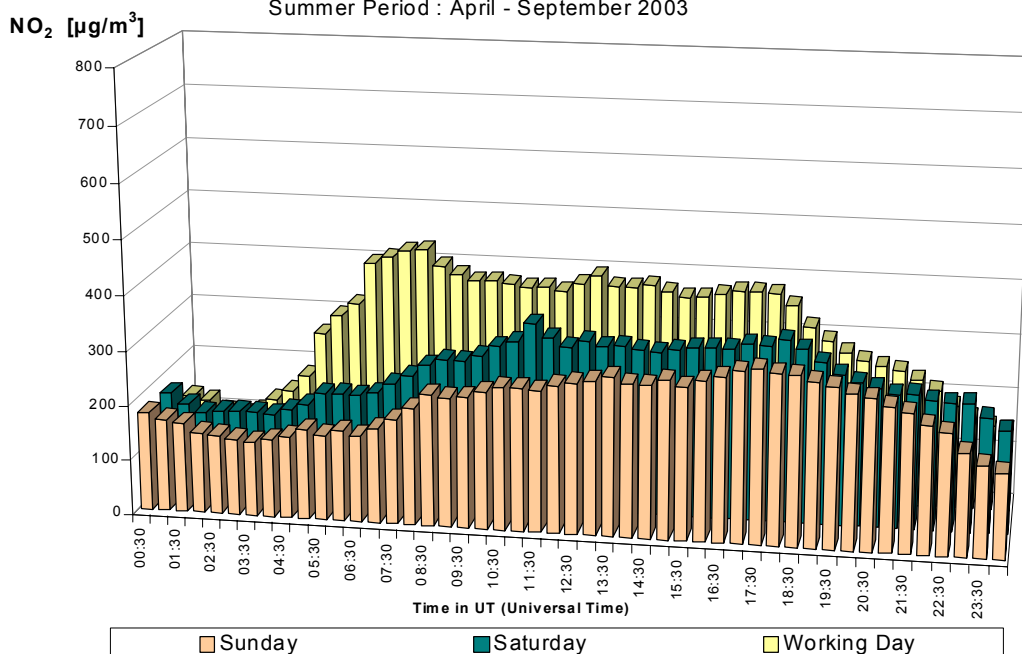
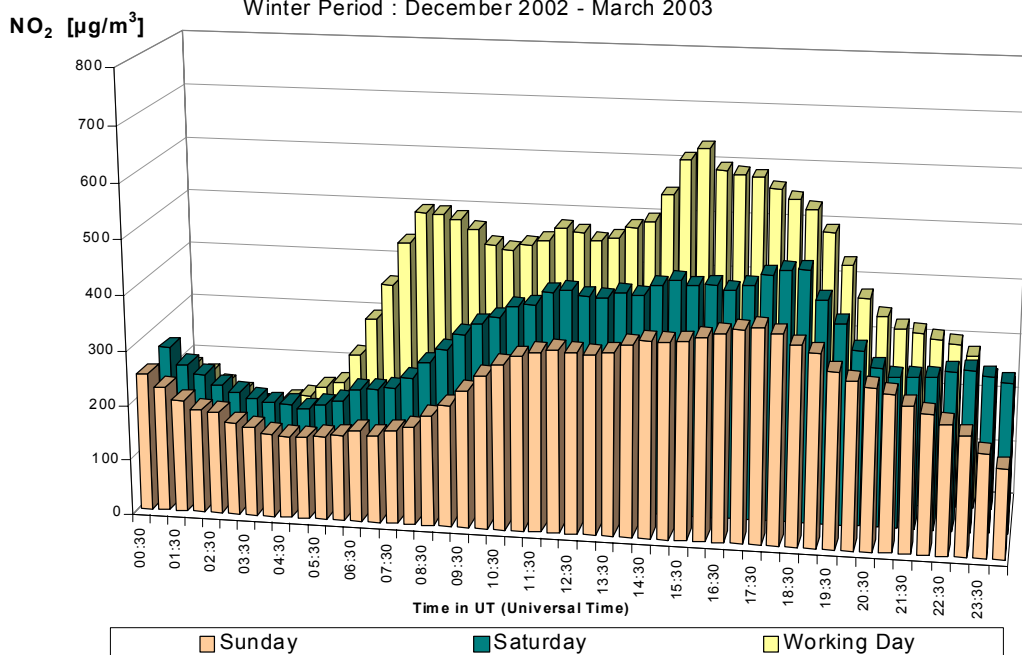


Fig. 10 : NO₂-dagverloop in de meetpost 41LEC1 (richting centrum)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

NO₂ at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Winter Period : December 2002 - March 2003



NO₂ at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY
 Summer Period : April - September 2003

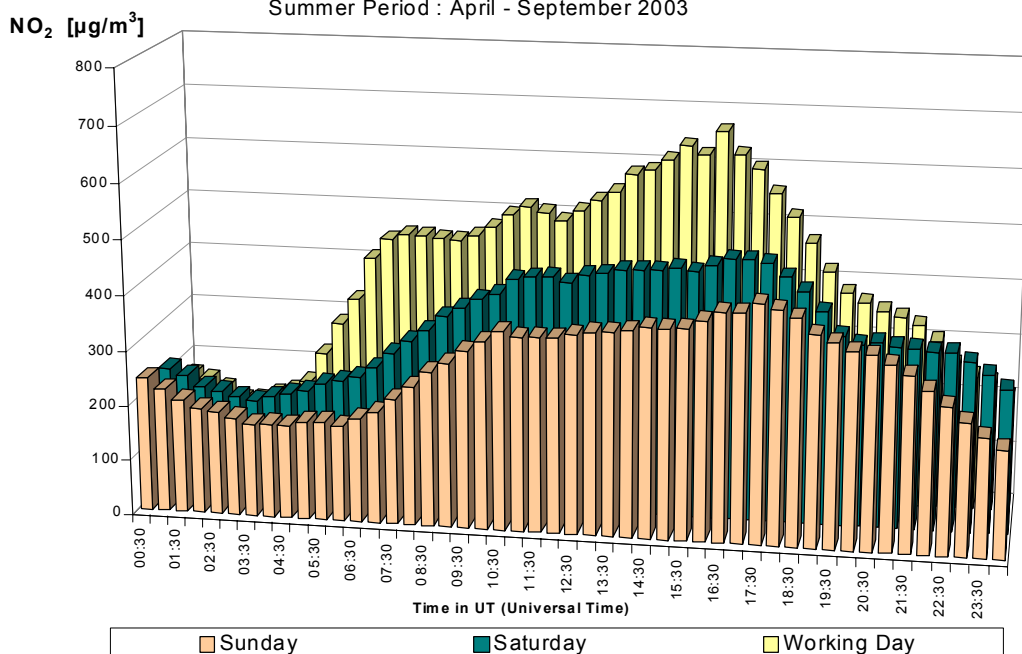
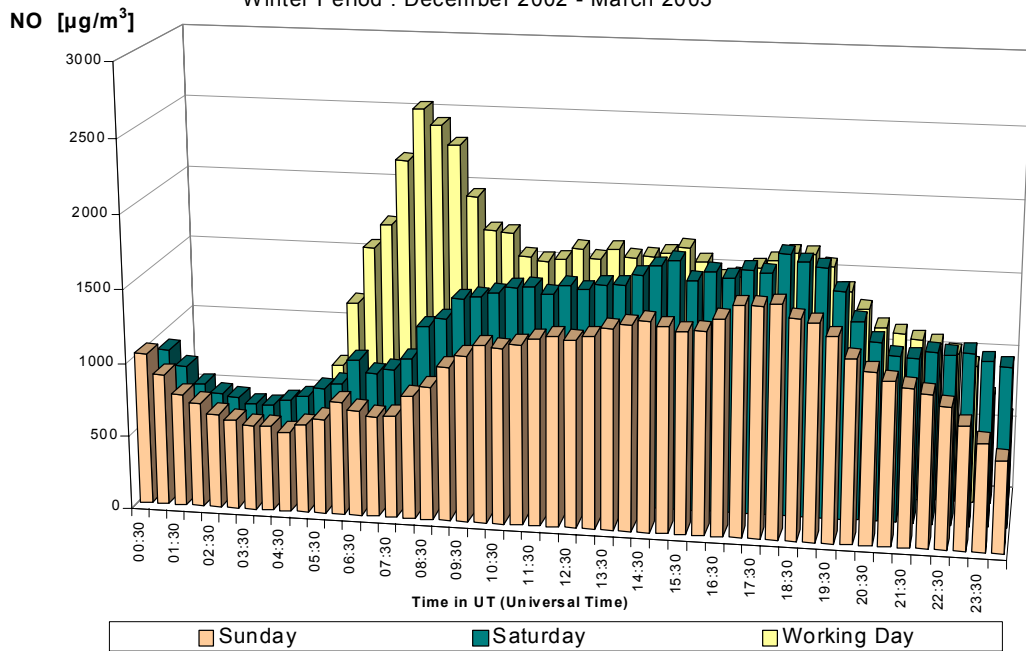


Fig. 11 : NO₂-dagverloop in de meetpost 41LEB2 (richting basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

NO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : December 2002 - March 2003



NO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Summer Period : April - September 2003

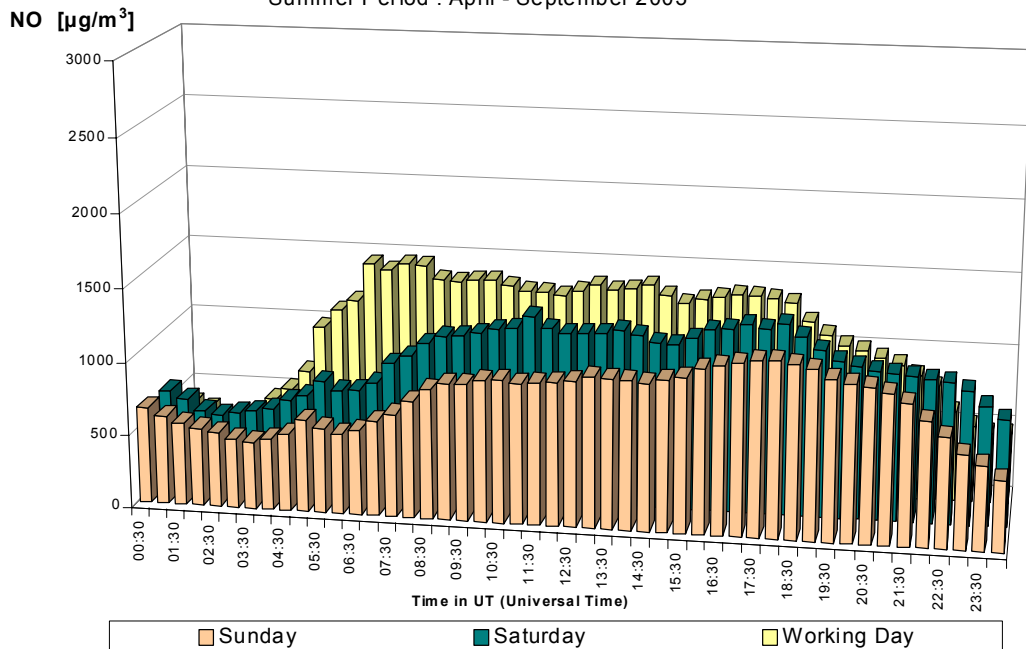
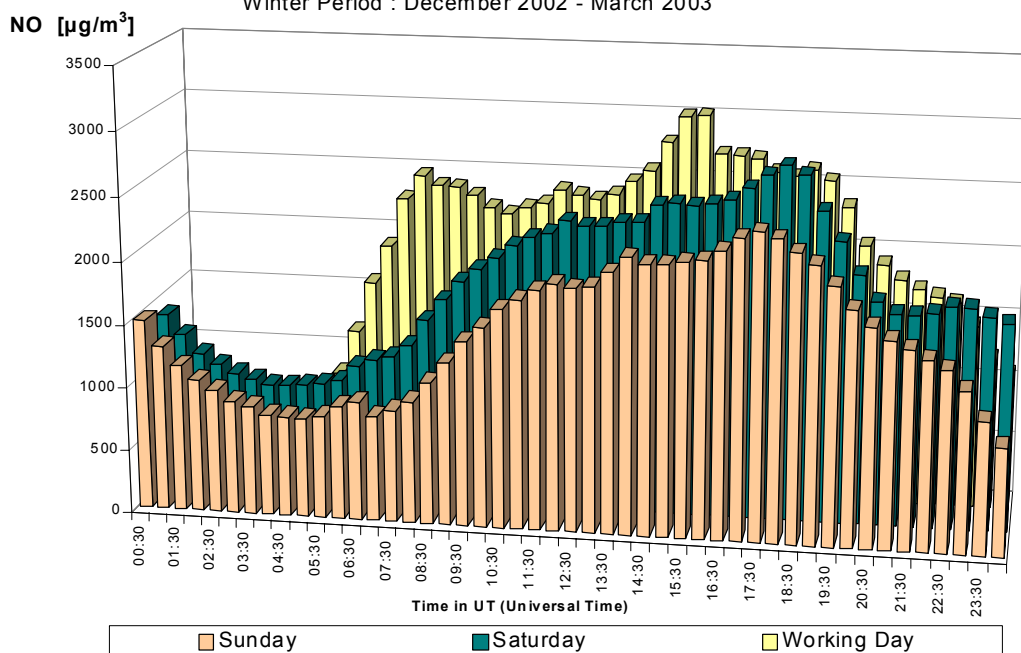


Fig. 12 : NO-dagverloop in de meetpost 41LEC1 (richting centrum)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

**NO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY**

Winter Period : December 2002 - March 2003



**NO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY**

Summer Period : April - September 2003

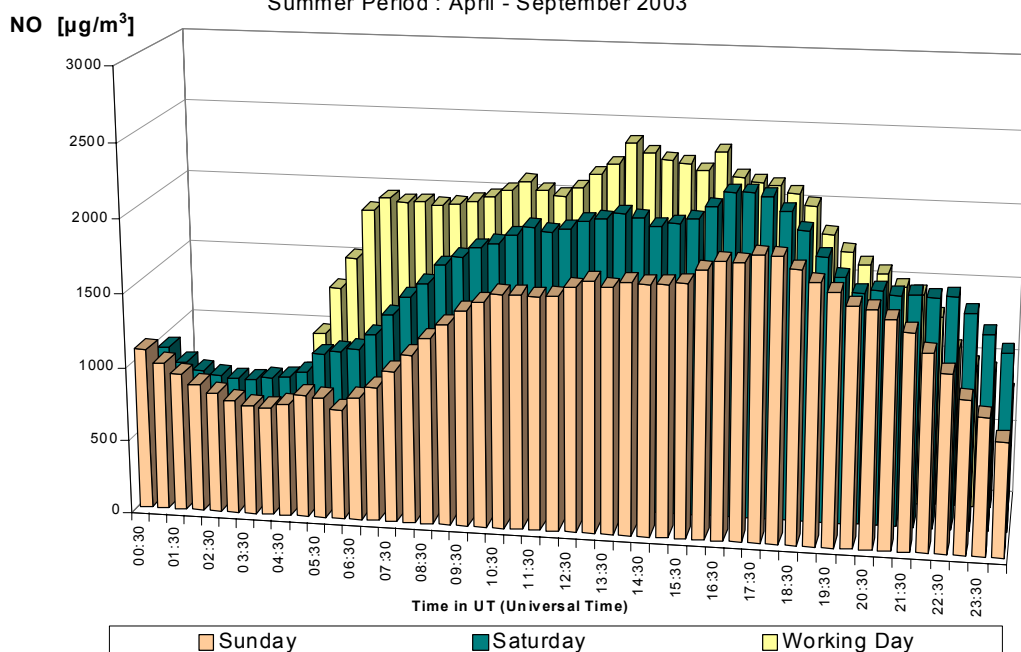
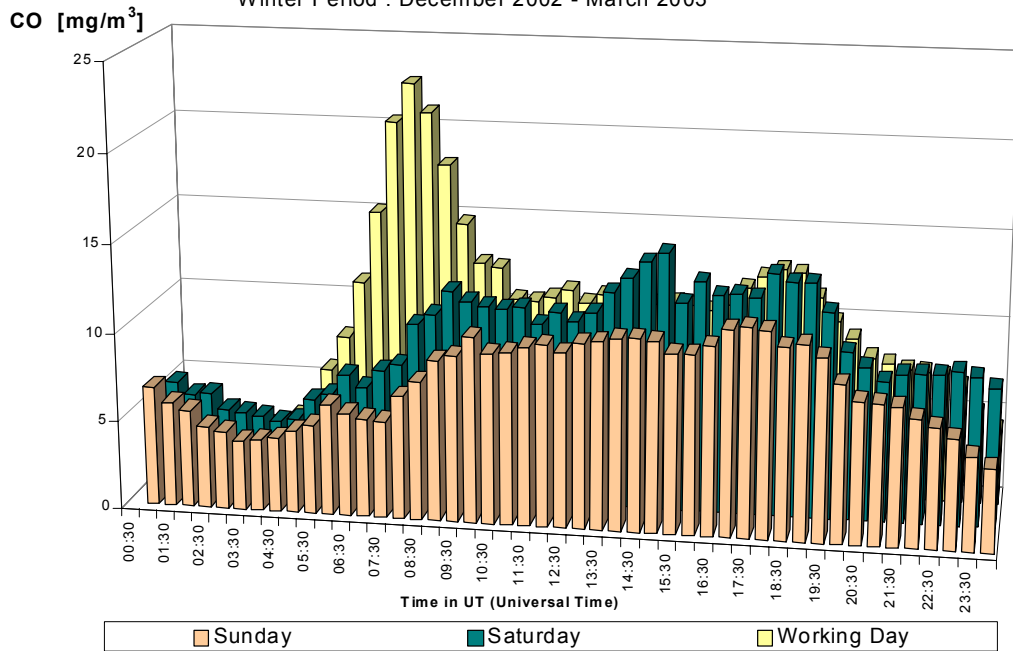


Fig. 13 : NO-dagverloop in de meetpost 41LEB2 (richting basiliek)
Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
Winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

CO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : December 2002 - March 2003



CO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Summer Period : April - September 2003

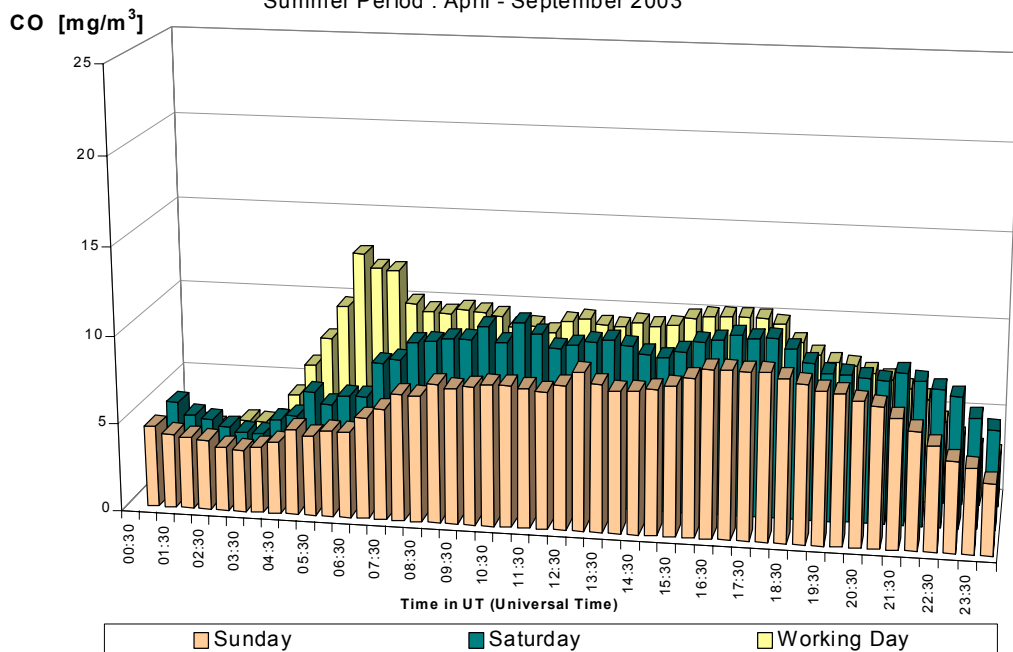
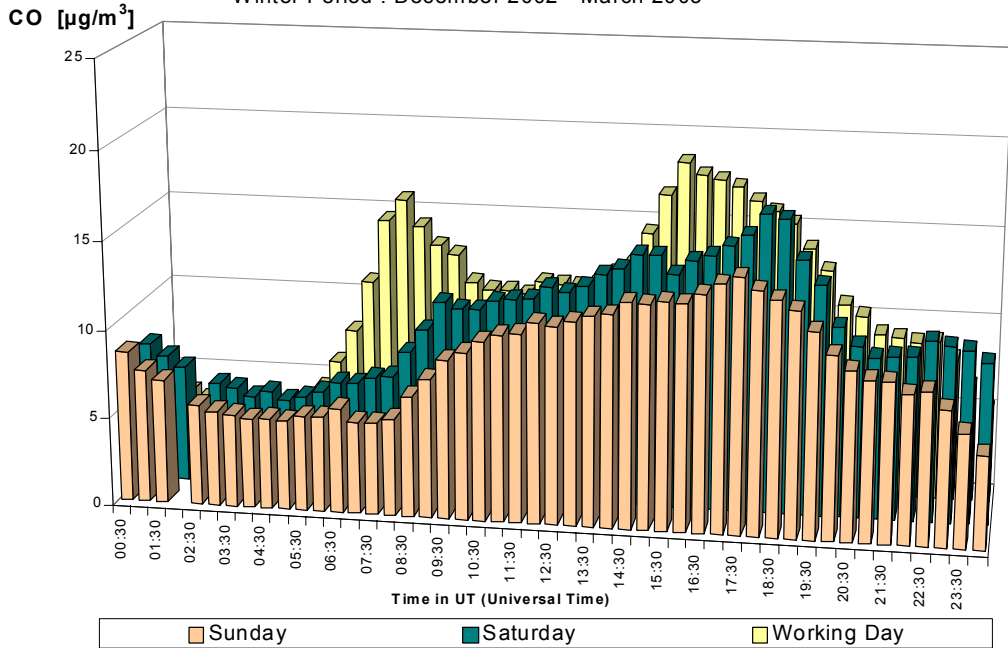


Fig. 14 : CO-dagverloop in de meetpost 41LEC1 (richting centrum)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

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

Winter Period : December 2002 - March 2003



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

Summer Period : April - September 2003

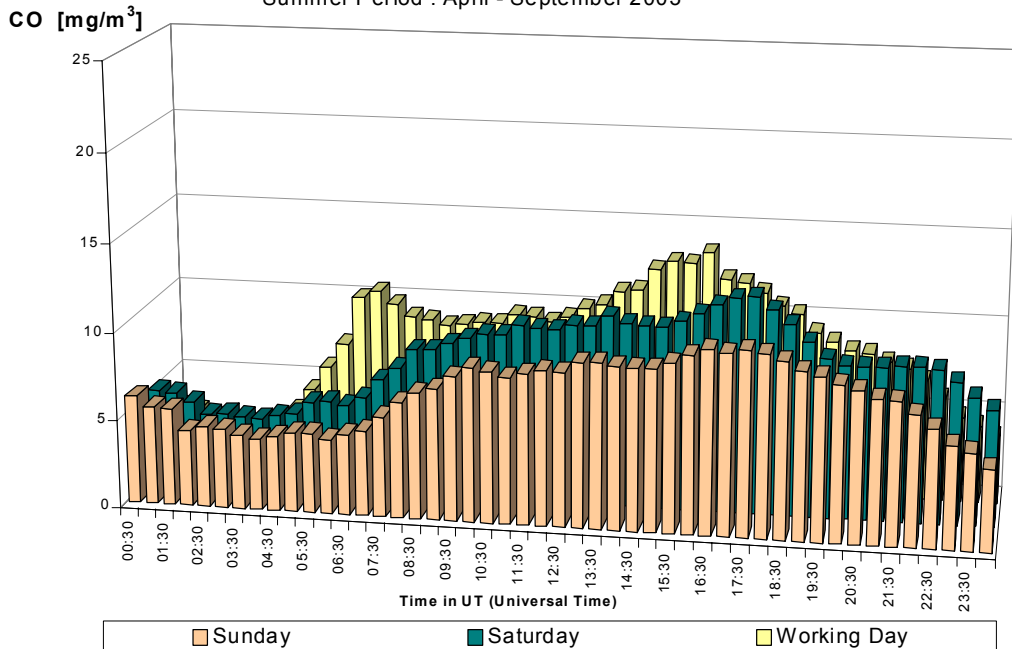
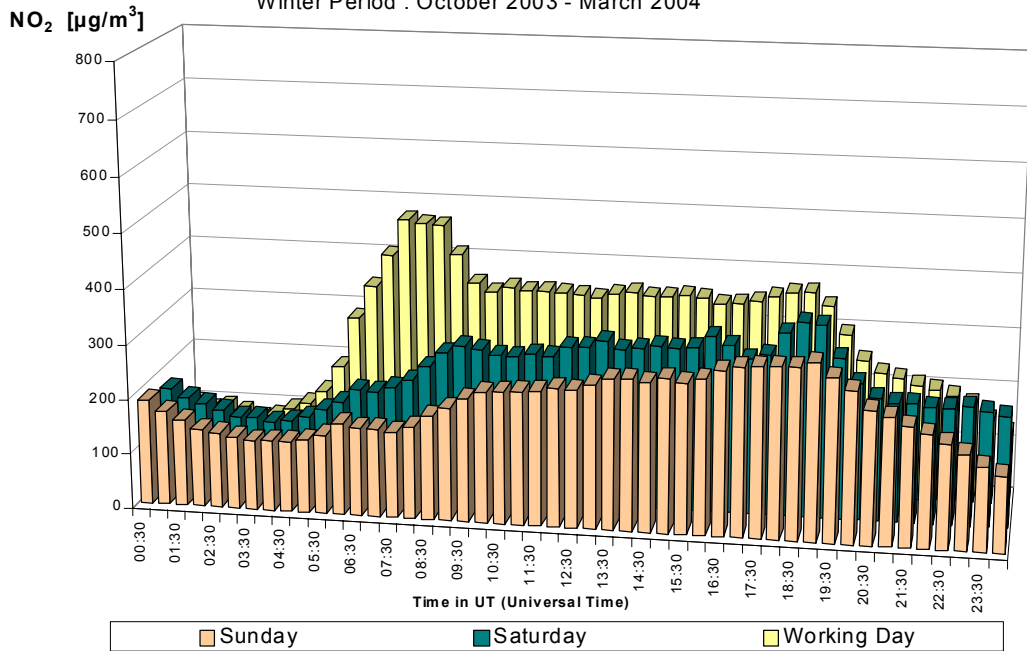


Fig. 15 : CO-dagverloop in de meetpost 41LEB2 (richting basiliek)
Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
Winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

NO₂ at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : October 2003 - March 2004



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

Winter Period : October 2003 - March 2004

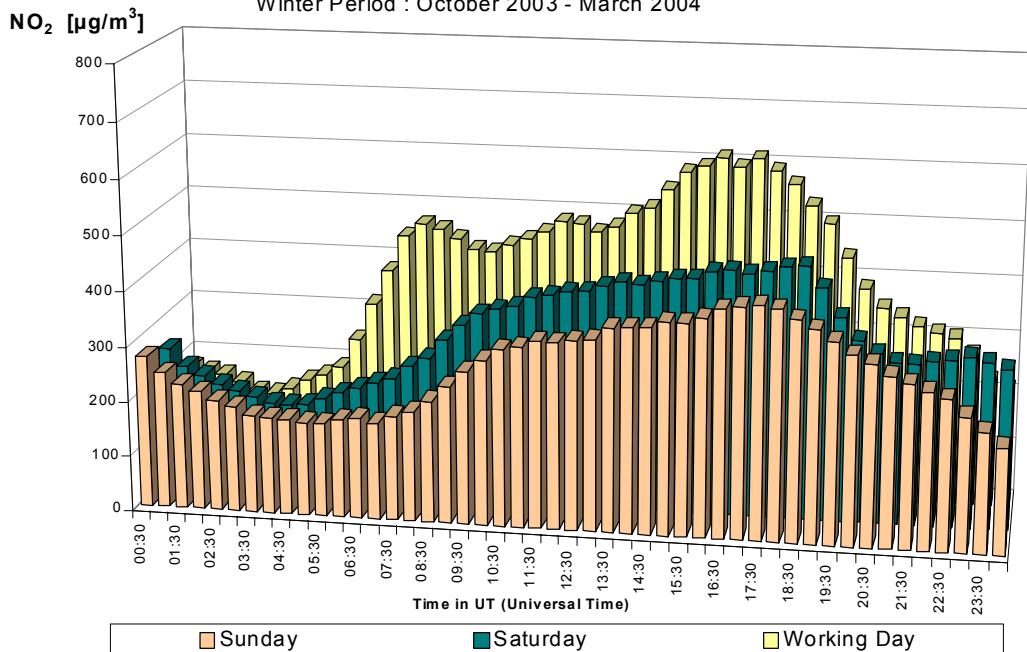
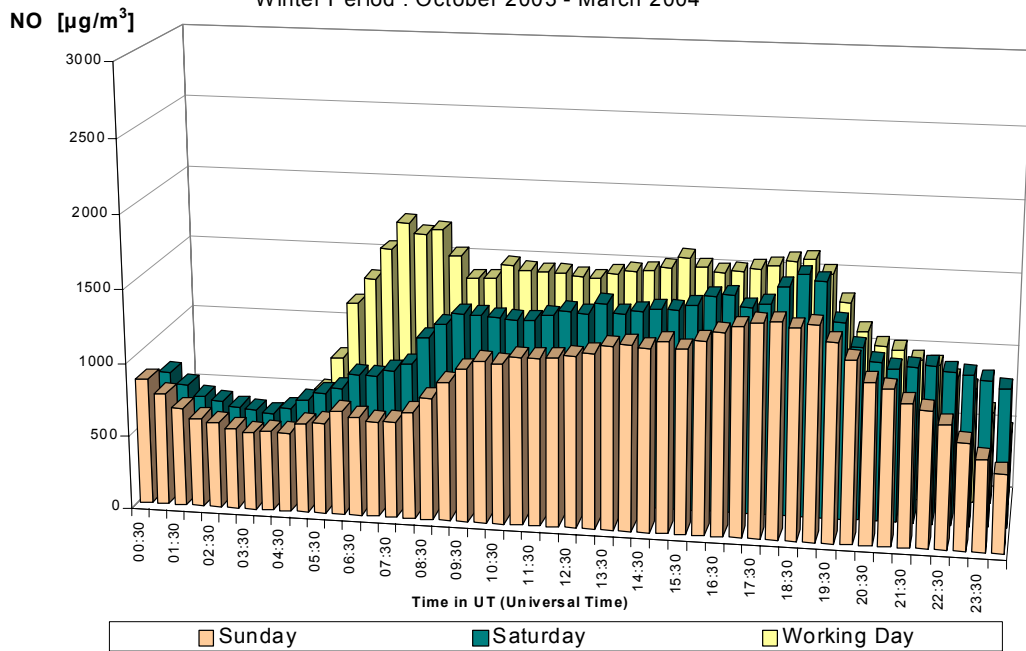


Fig. 16 : NO₂-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2003-2004

NO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : October 2003 - March 2004



NO at 41LEB2 - TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : October 2003 - March 2004

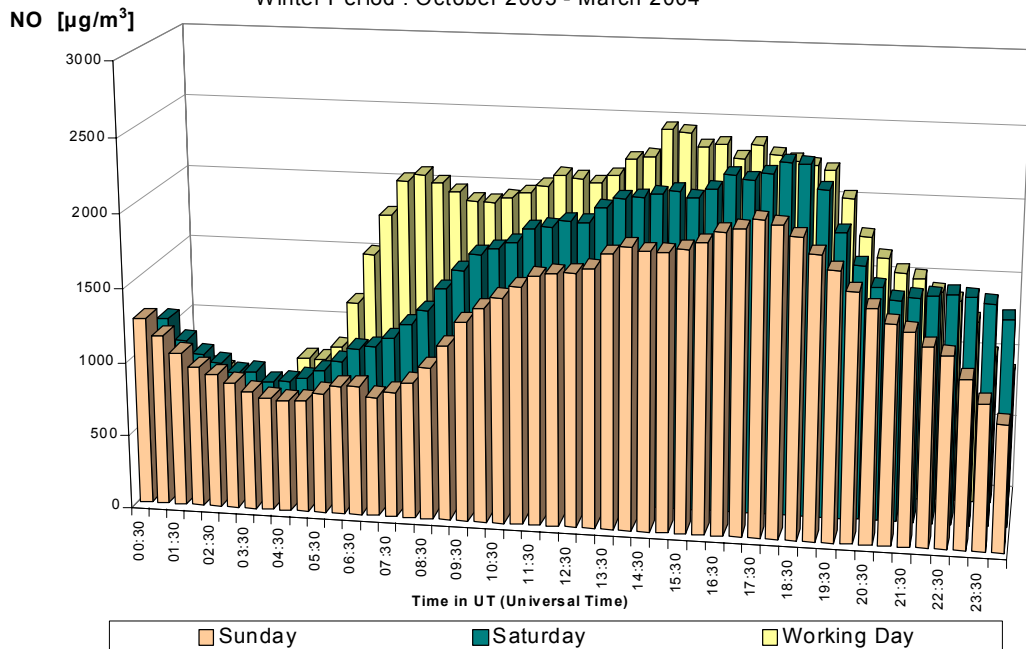
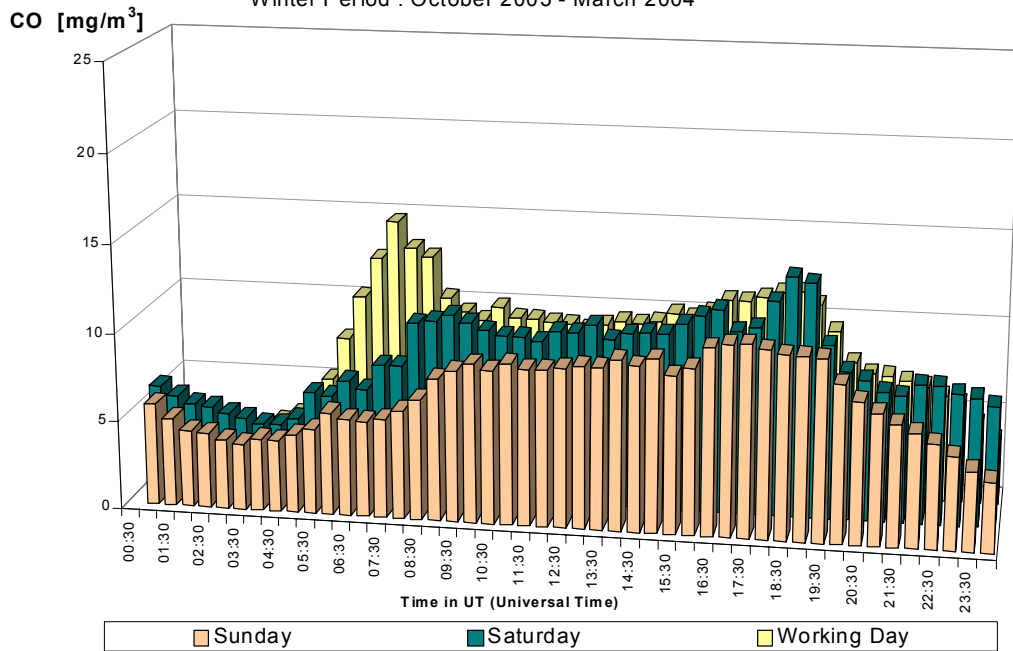


Fig. 17 : NO-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2003-2004

CO at 41LEC1 - TUNNEL LEOPOLD II - Centre
Average SUNDAY, SATURDAY and WORKING DAY

Winter Period : October 2003 - March 2004



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

Winter Period : October 2003 - March 2004

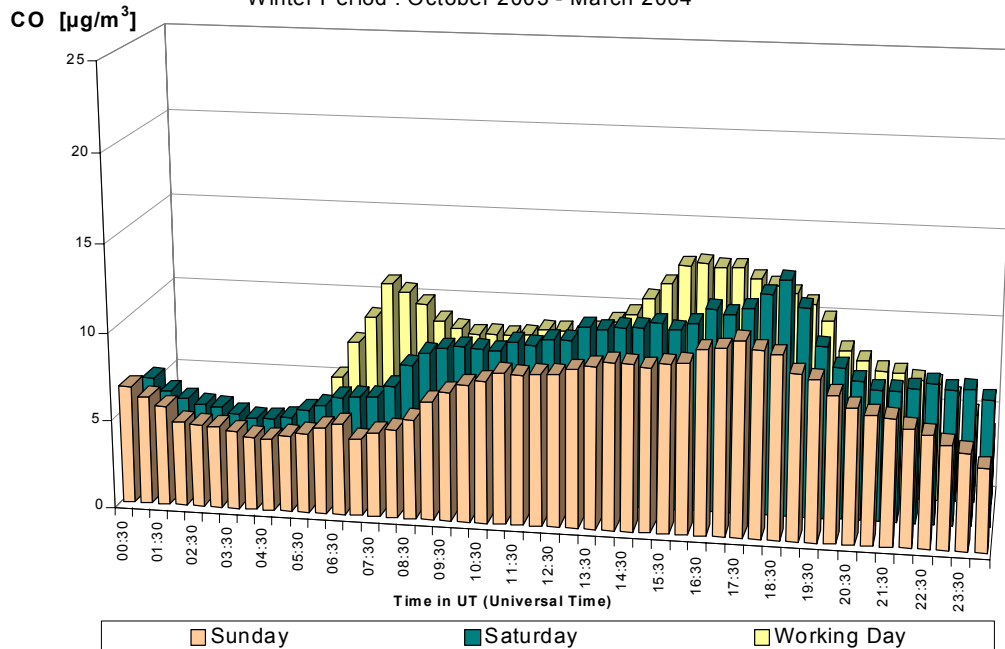


Fig. 18 : CO-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek)
 Vergelijking voor een gemiddelde zondag, zaterdag en werkdag
 Winterperiode 2003-2004

4.5 Gemiddeld Weekverloop

In de figuren 19 en 20 wordt het gemiddeld weekverloop van de gemeten parameters grafisch weergegeven, respectievelijk voor de meetpost richting centrum (LEC1) en richting basiliek (LEB2). In de grafieken wordt per uurperiode het gemiddelde, de mediaan (P50) en de percentielen P10 en P90 uitgezet. Deze beide laatste waarden begrenzen ongeveer het gebied waarin de concentratie normalerwijze van dag tot dag schommelt. De grafieken links in de figuur verwijzen naar de winterperiode december 2002 – maart 2003 en de grafieken op de rechterzijde naar de zomerperiode april – september 2003. De concentraties zijn gemiddeld iets hoger op werkdagen dan op zaterdag of zondag.

Op de meetpost richting centrum (LEC1) worden tijdens de winterperiode 2002/2003 (grafieken links in figuur 19) op bijna alle werkdagen van de week piekconcentraties vastgesteld tijdens de ochtendspits: zowel de P90, de mediaan als de gemiddelde concentratie is duidelijk hoger dan de concentratie tijdens de rest van de dag. Het verloop van de P90 geeft aan dat er ook hogere concentraties vastgesteld worden op vrijdagavond en zaterdag(na)middag.

Voor de zomerperiode 2003 (grafiek rechts in figuur 19) is de ochtendpiek nog merkbaar in de evolutie van de P90-waarde (10% van de gevallen is nog hoger dan de P90), maar niet of veel minder in de P50-waarde (mediaan) en/of in de gemiddelde concentratie.

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 de tunnel van dag tot dag (per type dag) niet erg verschillend zijn. Op de meetpunten ter controle van de kwaliteit van de omgevingslucht (bovengronds) is deze spreiding veel ruimer (soms een factor 4 tot 5).

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, maar minder hoog dan de ochtendlijke piekconcentraties op het andere meetpunt.

Tijdens de zomerperiode is enkel de P90-waarde voor NO₂ duidelijk hoger dan de gemiddelde concentratie. De verhouding tussen de NO₂-concentratie in de tunnel en de NO₂-omgevingsconcentratie is minder groot dan dat dit het geval is voor de NO- en CO-concentratie. Tijdens de uitzonderlijke zomer van 2003 werden, onder invloed van de hogere ozonconcentraties, tijdens de namiddag hogere NO₂-waarden vastgesteld op plaatsen met veel verkeer. Dit kan geleid hebben tot een hogere achtergrondconcentratie voor de tunnel.

Het gemiddeld weekverloop in beide meetposten tijdens de winterperiode *oktober 2003 – maart 2004* wordt voorgesteld in figuur 21. Er blijkt dat de ochtendpiek voor het meetpunt richting centrum (LEC1) lager is dan tijdens de winterperiode *december 2002-maart 2003*.

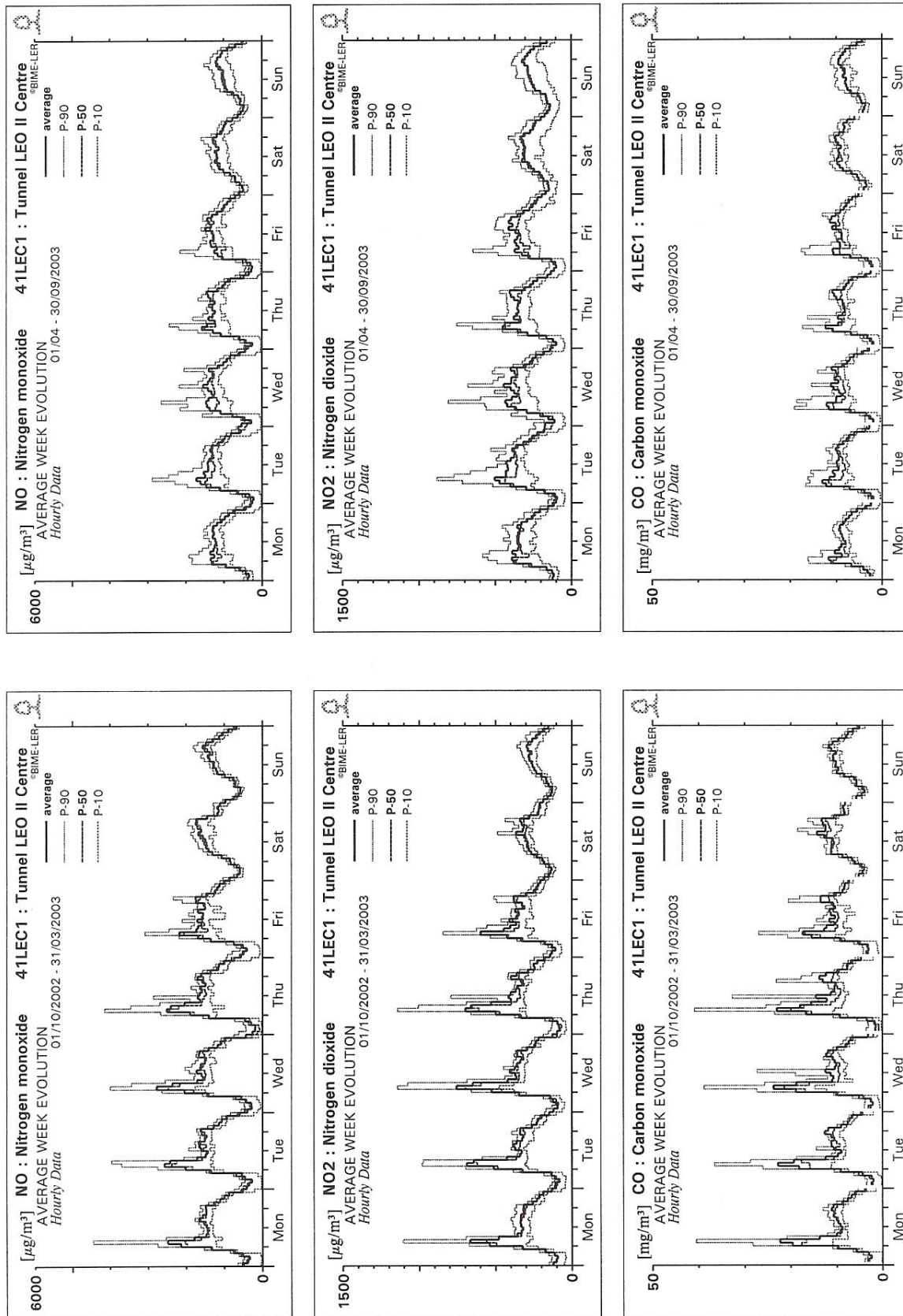


Fig. 19 : Meetpost 41LEC1 (centrum) - Gemiddeld weekverloop NO, NO₂ en CO
 Vergelijking winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

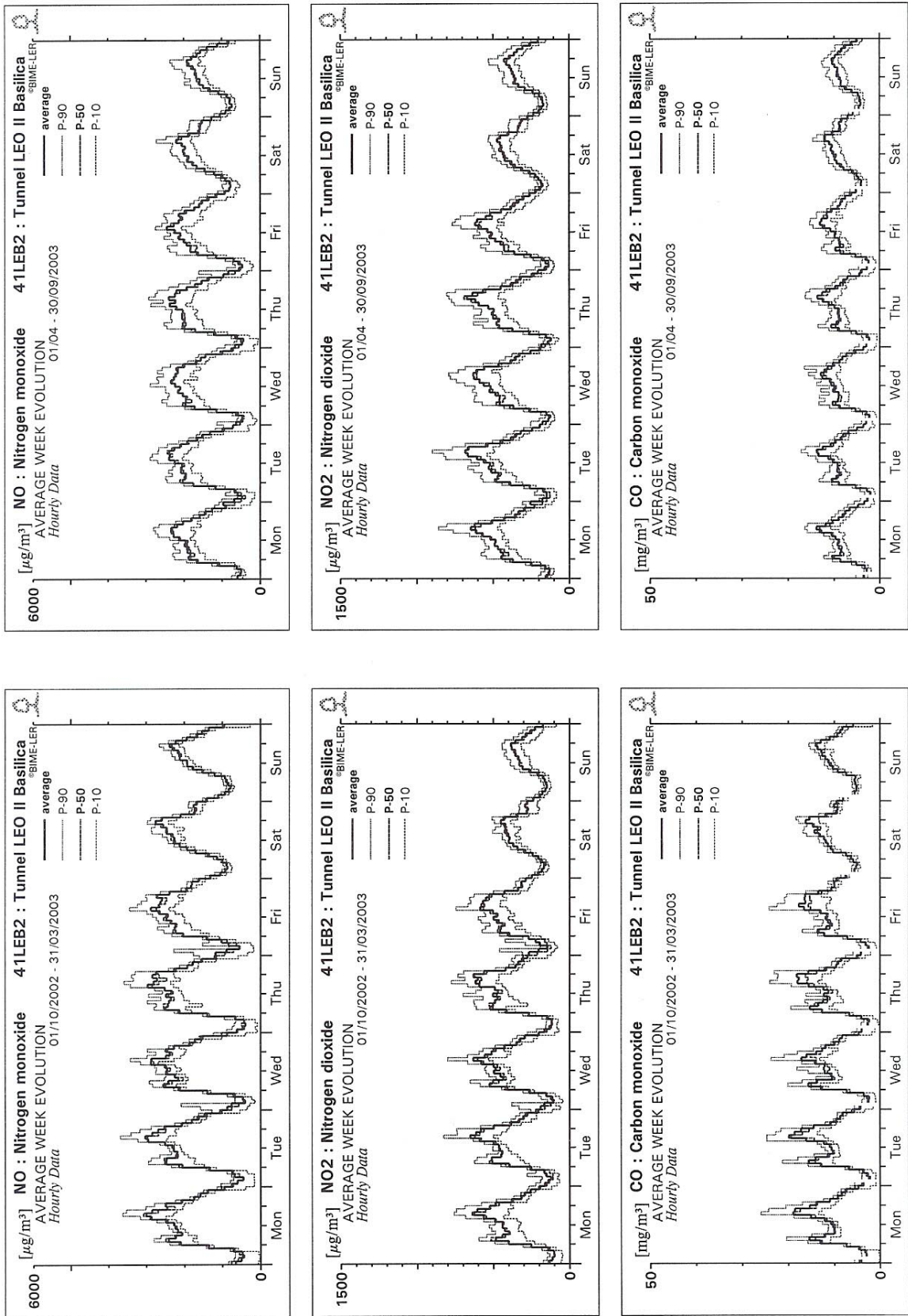


Fig. 20 : Meetpost 41LEB2 (basiliek) - Gemiddeld weekverloop NO, NO₂ en CO
 Vergelijking winterperiode 2002-2003 en zomerperiode 2003

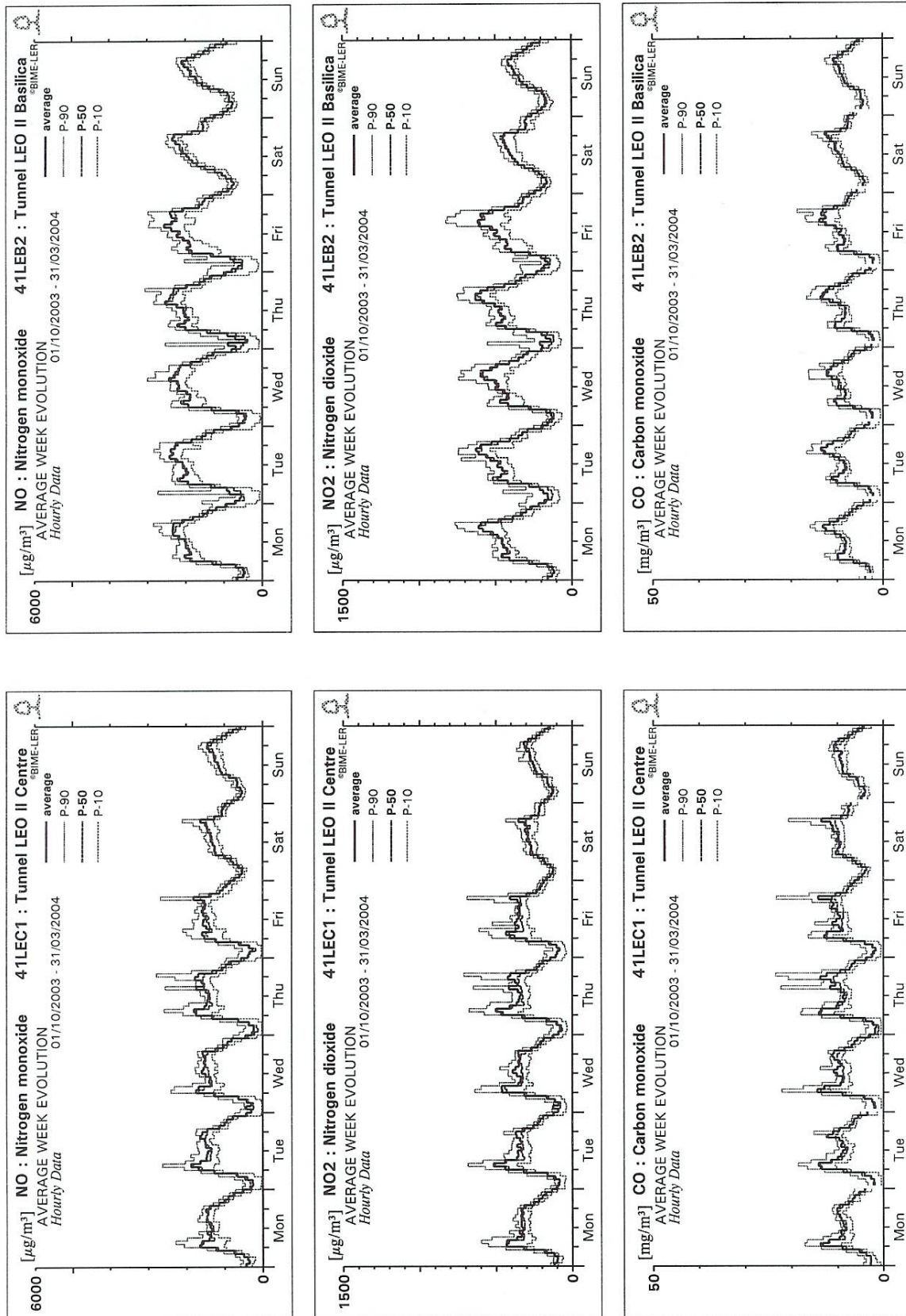


Fig. 21 : Gemiddeld weekverloop NO, NO₂ en CO in beide meetposten
Winterperiode oktober 2003 – maart 2004

4.6 Resultaten voor een autoluwe zondag

Op zondag 21 september 2003 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.

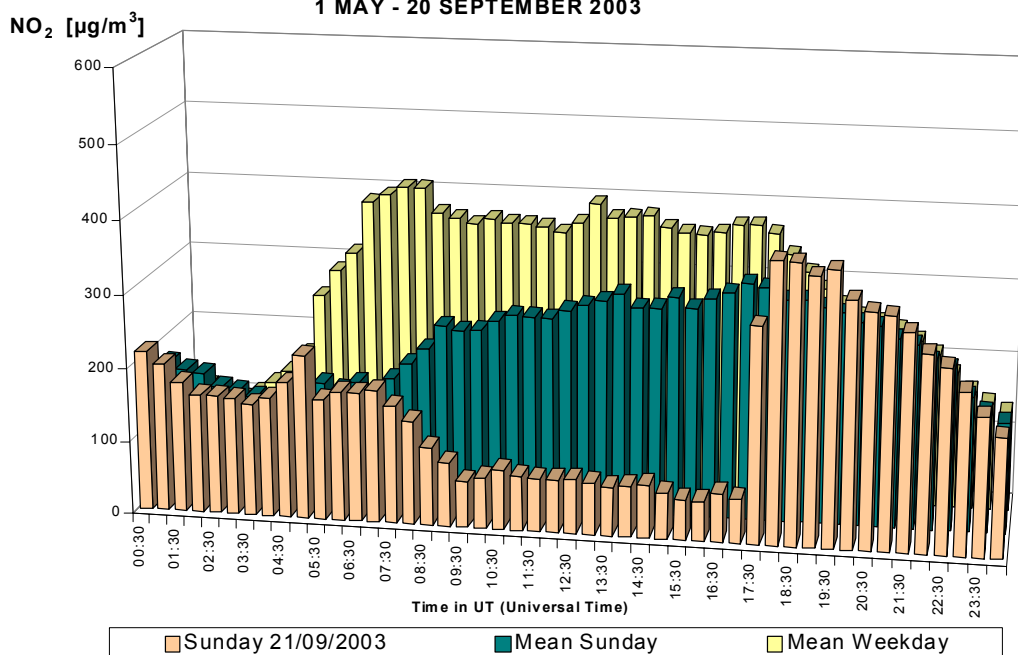
De figuren 21, 22 en 23 geven, in volgorde, het dagverloop weer van de concentraties voor NO₂, NO en CO. De grafieken bovenaan de figuur geven de situatie weer op de meetpost richting centrum (LEC1). De grafieken onderaan verwijzen naar de meetpost richting basiliek (LEB2).

Elke grafiek geeft het verloop weer van 3 reeksen gegevens : evolutie van de halfuurswaarden van de autoluwe zondag (21 september 2003), het dagverloop van een gemiddelde zondag uit de periode 1 mei - 20 september 2003 en het dagverloop van een gemiddelde werkdag uit dezelfde periode.

Uit de grafieken van de onderscheiden parameters (figuur 22 t/m 24) 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.

Op de meetpost richting basiliek (grafiek onderaan) wordt de daling van de concentratie meteen vastgesteld, vanaf 7 h UT (9 h lokale tijd) tot 17 h UT (19 h lokale tijd). Op de meetpost richting centrum (grafiek bovenaan) is er 's ochtends blijkbaar een aanlooperperiode van ongeveer één uur. Na het einde van de sperperiode nemen de concentraties onmiddellijk toe en binnen het halfuur worden de gangbare concentraties in de tunnel bereikt.

**NO₂ at LEC1 : TUNNEL LEOPOLD - Centre
CAR FREE DAY, MEAN SUNDAY & MEAN WEEKDAY
1 MAY - 20 SEPTEMBER 2003**



**NO₂ at LEB2 : TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
CAR FREE DAY, MEAN SUNDAY & MEAN WEEKDAY
1 MAY - 20 SEPTEMBER 2003**

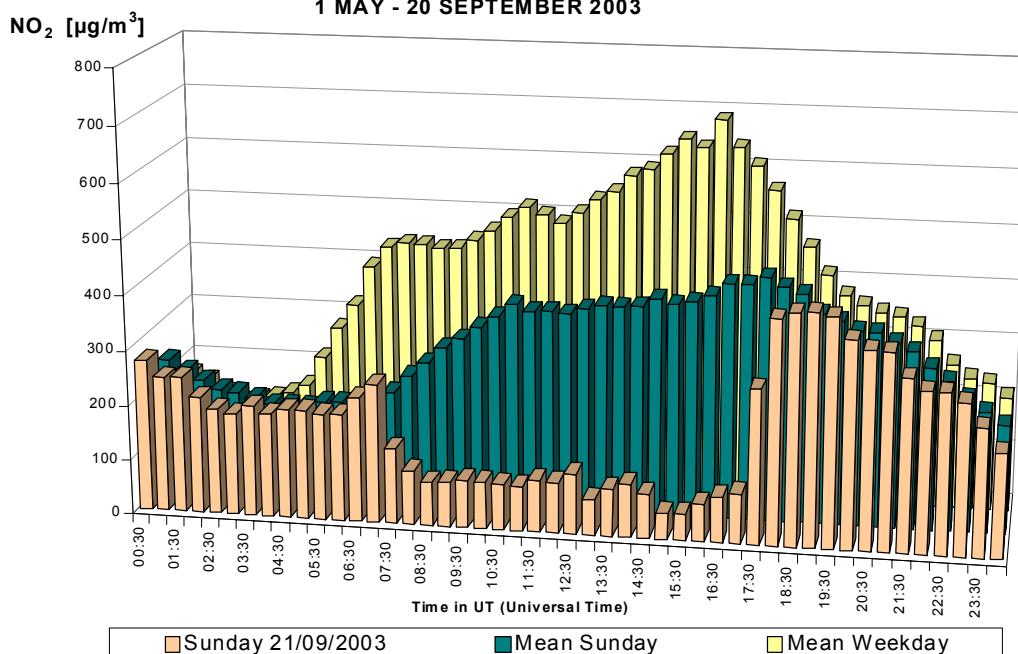
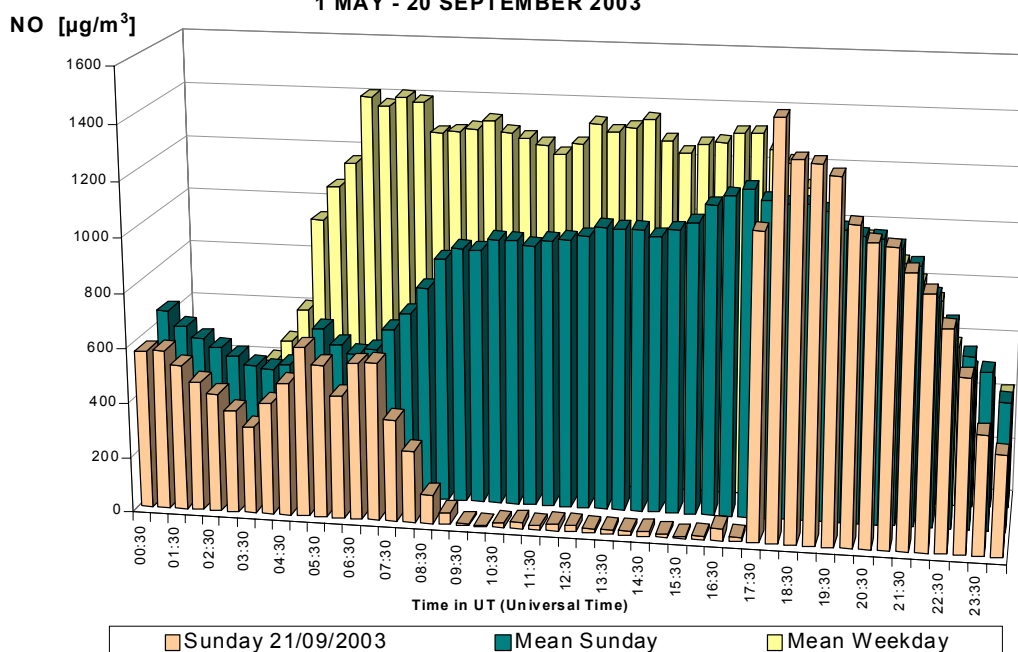


Fig. 22 : NO₂-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek) Vergelijking voor een autoluwe zondag (21/09/2003), een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode *mei – september 2003*

**NO at LEC1 : TUNNEL LEOPOLD II - Centre
CAR FREE DAY, MEAN SUNDAY & MEAN WEEKDAY
1 MAY - 20 SEPTEMBER 2003**



**NO at LEB2 : TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
CAR FREE DAY, MEAN SUNDAY & MEAN WEEKDAY
1 MAY - 20 SEPTEMBER 2003**

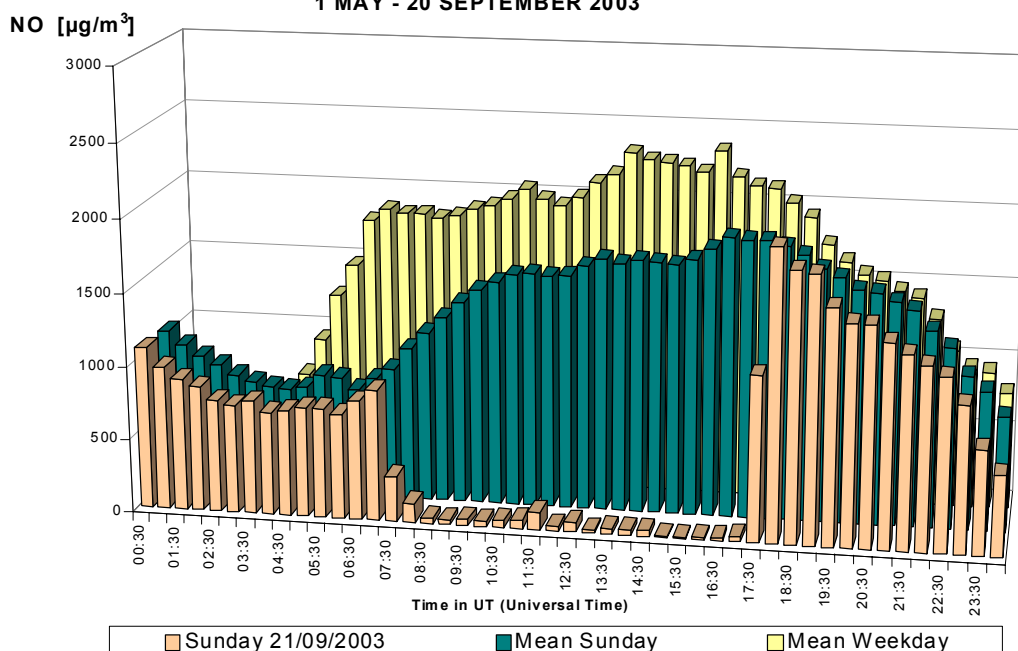
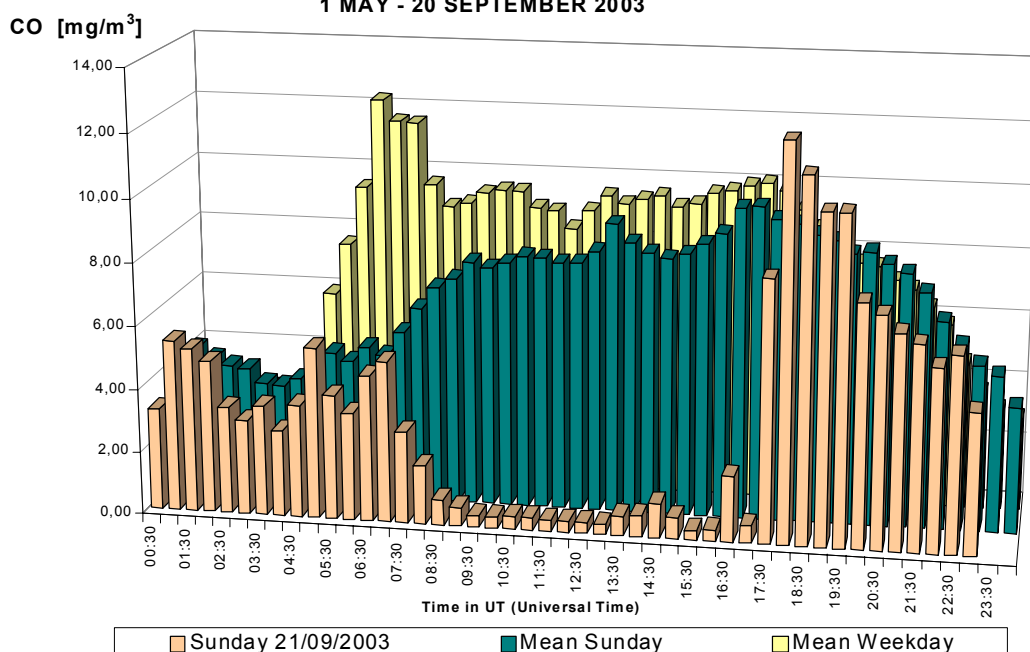


Fig. 23 : NO-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek)
Vergelijking voor een autoluwe zondag (21/09/2003), een gemiddelde zondag en een
gemiddelde werkdag uit de periode *mei – september* 2003

**CO at LEC1 : TUNNEL LEOPOLD II - Centre
CAR FREE DAY, MEAN SUNDAY & MEAN WEEKDAY
1 MAY - 20 SEPTEMBER 2003**



**CO at LEB2 : TUNNEL LEOPOLD II - Basilica
CAR FREE DAY, MEAN SUNDAY & MEAN WEEKDAY
1 MAY - 20 SEPTEMBER 2003**

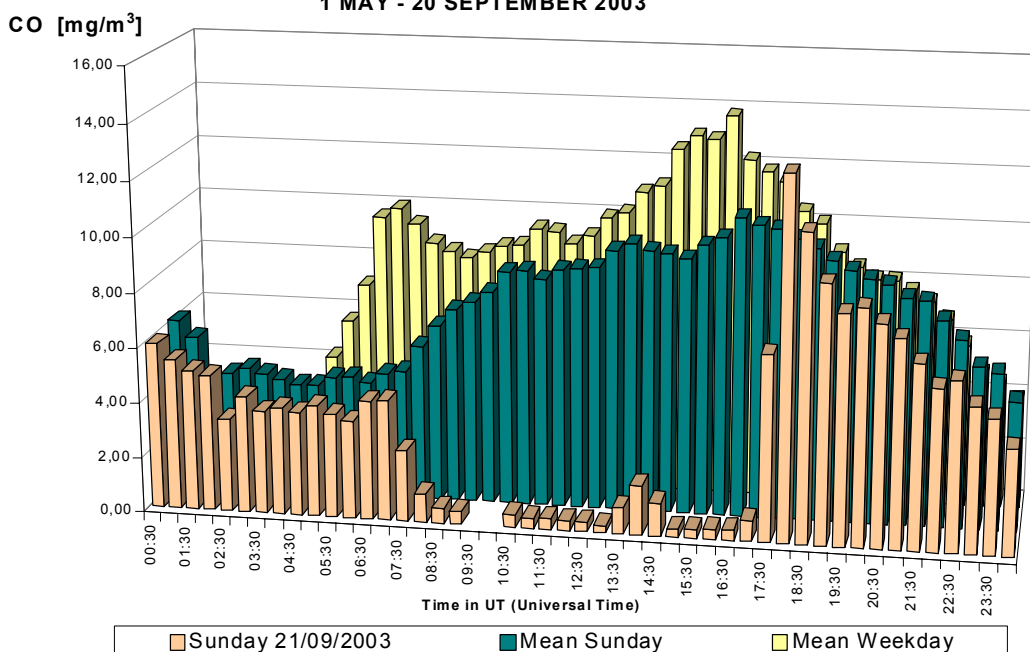


Fig. 24 : CO-dagverloop in de meetposten 41LEC1 (centrum) en 41LEB2 (basiliek) Vergelijking voor een autoluwe zondag (21/09/2003), een gemiddelde zondag en een gemiddelde werkdag uit de periode *mei – september 2003*

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 2003 – maart 2004 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 25 en voor NO₂ en NO in figuur 26.

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.

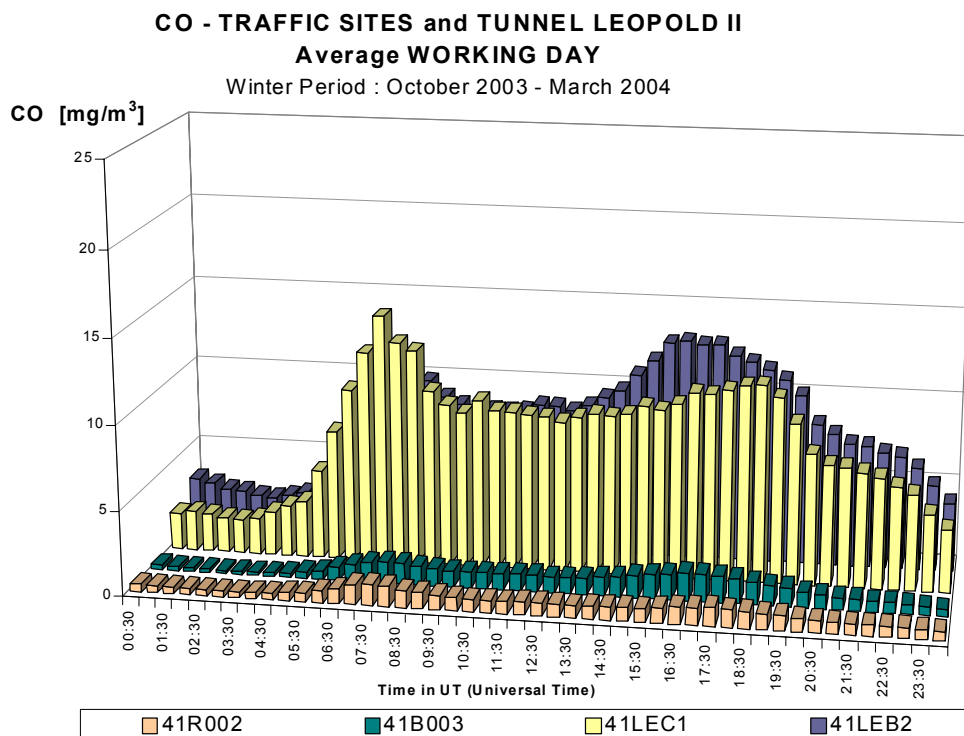


Fig. 25 : CO-dagverloop voor een gemiddelde werkdag (winter 2003-2004)
Meetposten verkeer in de omgevingslucht - Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)
Meetposten in de tunnel Leopold II – LEC1 (centrum) en LEC2 (basiliek)

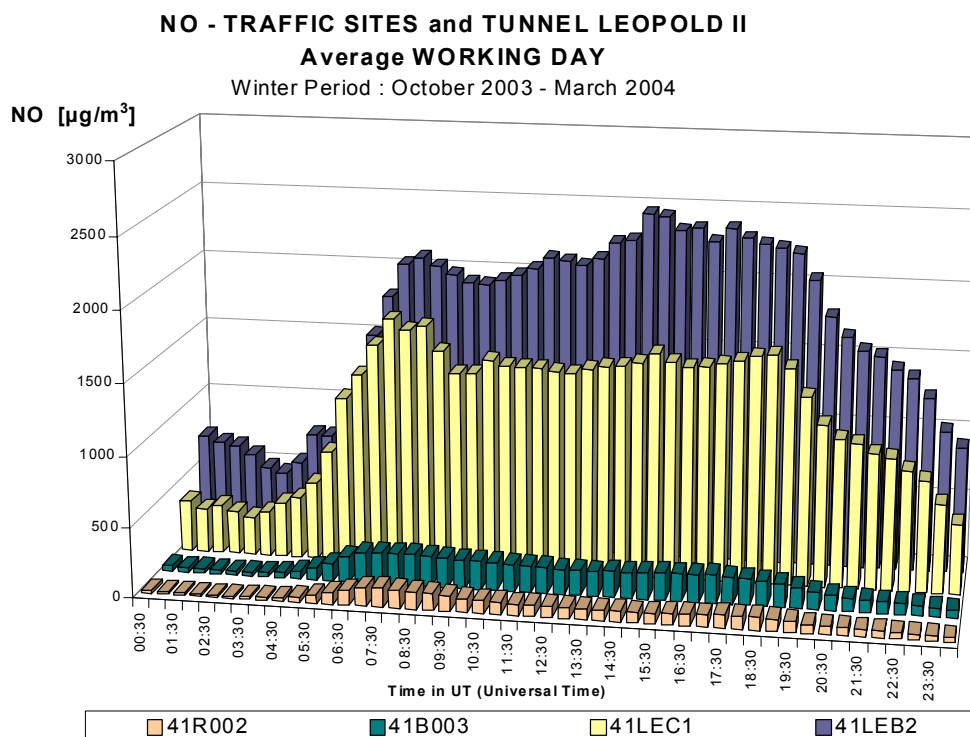
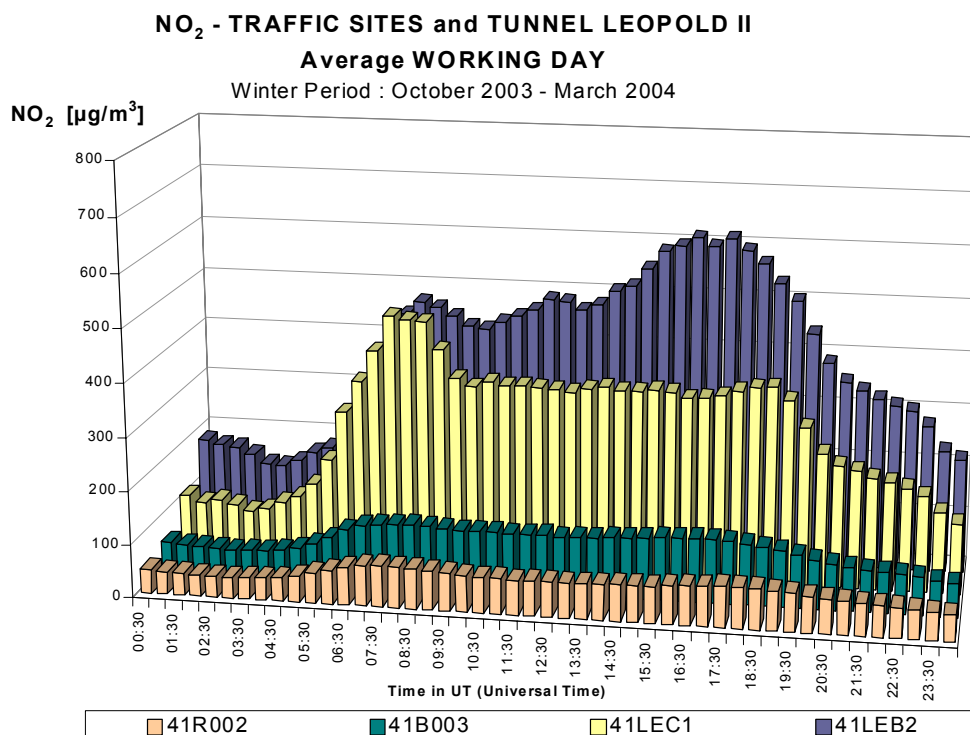


Fig. 26 : Dagverloop NO₂ en NO voor een gemiddelde werkdag (*winter 2003-2004*)
 Meetposten verkeer in de omgevingslucht - Kroonlaan (R002) en Kunst-Wet (B003)
 Meetposten in de tunnel Leopold II – LEC1 (centrum) en LEC2 (basiliek)

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 (hulpmaat 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 bestuurders gedurende één uur opgehouden worden in de Leopold II tunnel. Daarentegen is het best mogelijk dat bestuurders 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 2003 wordt de grenswaarde voor CO niet overschreden.

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 situeert zich voor beide meetposten tussen de percentielen P99 en P99.5. Dit betekent dat in 2003 de overschrijdingen van het niveau van 850 µg/m³ minder dan één percent van alle halfuursperioden uitmaken.

NO₂-concentraties hoger dan 850 µg/m³ komen bijna uitsluitend voor op *werkdagen*. Voor de *niet-werkdagen* worden slechts 5 overschrijdingen genoteerd voor de meetpost richting centrum (41LEC1) en géén enkele voor de meetpost richting basiliek (41LEB).

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 ongeveer 20% van het aantal uurwaarden op *niet-werkdagen*. Voor de meetpost richting centrum bedraagt dit meer dan 10% van het aantal uurwaarden op *werkdagen* en minder dan 2% 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 297 µg/m³ (41LEC1) en 391 µg/m³ (41LEB2) op werkdagen tegen respectievelijk 235 µg/m³ en 302 µg/m³ op niet-werkdagen.

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 **1000 µg/m³** als **20-minuutsgemiddelde**, is duidelijk het hoogst voor het meetpunt richting centrum. Over het kalenderjaar 2003 worden er 212 overschrijdingen vastgesteld tegenover slechts 58 op de meetpost richting basiliek.

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. Op zaterdag(na)middag zijn er een vijftal overschrijdingen. In de richting basiliek komen de piekwaarden uitsluitend voor op werkdagen, tijdens de avondspits.

Uit de maandelijkse resultaten blijkt dat het aantal piekwaarden een *dalende tendens* vertoont. Dit geldt in het bijzonder voor het meetpunt richting centrum (zie grafiek onderaan in figuur 9 op blz. 26). Het geringe aantal piekwaarden tijdens de zomerperiode is wellicht gedeeltelijk een gevolg van het verminderde verkeer. De dalende tendens in het najaar 2003 is vermoedelijk een gevolg van een inmiddels verbeterde ventilatieregime tijdens de spitsuren.

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: 250 à 350 uurwaarden per maand, 26 à 30 dagen per maand of gemiddeld een tiental uurwaarden per dag. In de meetpost richting centrum wordt deze drempel minder vaak overschreden: 20 à 90 uurwaarden per maand, 8 tot 22 dagen per maand of gemiddeld een viertal uurwaarden per dag.

Er wordt geen duidelijke tendens vastgesteld voor het aantal overschrijdingen van dit niveau. Op de maand juli 2003 na, wordt deze drempel frequent overschreden. Om de concentraties 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.

Op de meetpost richting centrum wordt, voor de gemiddelde werkdag van de winterperiode *december 2002 – maart 2003*, een opvallende ochtendpiek vastgesteld. Deze ochtendpiek is grotendeels (CO) of volledig verdwenen (NO en NO₂) tijdens de zomerperiode *april – september 2003*. De ochtendpiek van de winterperiode *oktober 2003 – februari 2004* is duidelijk lager dan tijdens de winterperiode 2002/2003.

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), maar wellicht ook aan het inmiddels gewijzigde ventilatieregime, nl. een meer systematische ventilatie tijdens de ochtendpiek (najaar 2003 en *winterperiode 2003/2004*).

Autoluwe zondag: op zondag 21 september 2003 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 22 t/m 24) 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	11
4.3 Overschrijdingen	21
4.4 Gemiddeld dagverloop	27
4.5 Gemiddeld weekverloop	37
4.6 Resultaten voor een autoluwe zondag	41
4.7 Vergelijking Tunnel en Meetposten Verkeer	45