



Självständigt arbete i tillämpad
miljövetenskap 30 hp

Kväveoxider och partiklar - en jämförelse mellan nio europeiska storstäder

Nanna Korpi



Abstract

The main source to air pollution in densely built-up areas such as cities is the road traffic. Traffic is increasing and more people are being exposed to its air pollution emissions when urbanization is spreading. A densification is taking place in present settlement and the vicinity that is left to build on is often situated in close connection to roads with heavy traffic. The legislation purpose is to protect health and environment aiming on the most health hazardous air pollutants; particles (PM₁₀) and ozone (O₃).

The main purpose of his thesis is to compare development in PM₁₀- and NO_x trends and contents on nine European streets and to discuss the differences in terms of meteorology, traffic and emissions. The purpose of the thesis is also to give a survey of health effects and current legislation on air pollution.

The thesis is based on data from the European environment agency's data base, AirBase. The local environment that has been analyzed is street canyons with heavy traffic in European cities. To make the comparison of the air pollution content between the city streets possible, a number of common criteria has been chosen; measuring period of 10 years (1997-2007), comparable or same measuring technique for comparing NO_x and PM₁₀, height of the measuring spot (<5m), type of a measuring spot (urban traffic), number of vehicles per day and type of road (canyon). Several statistical measures have been compared (annual mean, 90 and - 98 percentile).

The results show that in spite of the increasing traffic, the NO_x concentration is decreasing on all chosen city streets during the period. This development is due to the renewal of the vehicle fleet – lower emissions from new vehicles replacing older ones with higher emissions. A NO_x relation to PM₁₀ can be seen on streets where the NO_x- and PM₁₀ concentrations are decreasing the most. The NO₂ concentration is decreasing but it is not as obvious as for NO_x, which is due to an increase of the NO₂/NO_x ratio on all the chosen streets. This is partly due to increasing shares of NO₂ in NO_x emissions from an increasing share of diesel vehicles. The trend for PM₁₀ at the chosen streets is not as obvious as compared to NO_x and NO₂. On the chosen streets in Paris, Madrid and London the PM₁₀ concentration is increasing while it is decreasing in Scandinavia and Berlin. By looking at the ratio between PM₁₀ and NO_x a measure of the local traffic influence on PM₁₀ concentrations can be derived. The high ratio of PM₁₀/NO_x in Stockholm (Hornsgatan) is more than double that at the chosen street (Marylebone Road), depending on a considerably higher PM₁₀ emission in relation to NO_x at Hornsgatan. The reason to Stockholm's high PM₁₀ emission is the use of studded tires and the winter road maintenance.

Sammanfattning

Största källan till luftföroreningar i tätorter är vägtrafiken. Trafiken ökar och fler människor exponeras för luftföroreningar när tätorterna (urbaniseringen) växer. Det sker en förtätning inom befintlig bebyggelse, och de områden som finns kvar att bygga på ligger ofta i nära anslutning till vägar. Lagstiftningen som bland annat har i syfte att skydda hälsa och miljö inriktar sig på de hälsovådligaste luftföroreningarna partiklar och marknära ozon.

Syftet med uppsatsen är att jämföra utvecklingen av nio utvalda europeiska storstäders gators partikel- och kväveoxidhalter och diskutera skillnaderna i relation till meteorologi, trafik och utsläpp. Partiklarna påverkar hälsan och jordens klimat och kväveoxiderna är viktiga för bildningen av ozon. Uppsatsens delsyfte är att göra en genomgång av hälsoeffekter och aktuell lagstiftning.

Uppsatsen bygger på mätdata från Europeiska miljöbyråns databas Airbase. Den lokala miljö som undersöks är hårt trafikerade gaturum i storstäder. För att möjliggöra jämförelsen av luftföroreningshalterna mellan städerna så har ett antal gemensamma kriterier valts ut; tidstäckning under en mätperiod på 10 år (1997-2007), jämförbar eller samma mätteknik för att mäta kväveoxider och partiklar, mätpunktens höjd (<5m), typ av mätpunkt (urban trafik), antalet fordon per dygn och vägtyp (innerstadsgata). Olika statistiska mått har även jämförts (årsmedelvärde, 90- och 98 percentilen.)

Resultatet visar trots trafikökningen minskande kväveoxidhalter (NO_x) på samtliga städers gator under mätperioden. En utveckling som till stor del beror på lägre utsläpp från nya fordon. Sambandet till partiklar syns genom att gatan med den mest minskande NO_x halten även har den mest minskande partikelhalten. Kvävedioxidhalten (NO₂) minskar men inte lika tydligt som NO_x, vilket beror på en ökning av andelen NO₂ av NO_x på samtliga utvalda gator. Troligen beror den ökande NO₂ andelen på ökande andel NO₂ av NO_x i utsläppen från en ökande andel dieslbilar. Till skillnad från NO_x och NO₂ så är trenden för partikelhalter (PM₁₀) inte lika entydig för de utvalda gatorna. I Paris, Madrid och London ökar partikelhalten medan den minskar på de utvalda gatorna i Skandinavien och Berlin. Genom att ta fram kvoten mellan PM₁₀ och NO_x fås ett mått på den lokala vägtrafikens påverkan på PM₁₀ halterna. Stockholms (Hornsgatans) höga kvotvärde är mer än dubbelt så hög som på den utvalda gatan i London, vilket beror på högre emission av PM₁₀ i relation till NO_x. Orsaken till Stockholms höga PM₁₀ emission från vägtrafiken är dubbdäcksanvändning samt vinterväghållning.

Förord

Min nyfikenhet kring luftföroreningar från trafiken fick mig att vilja skriva uppsatsen. Det var också intressant att jämföra de olika europeiska storstäderna med varandra. Uppsatsen har varit givande även som övning till att analysera mätdata från europeiska miljöbyråns databas AirBase. Jag vill tacka handledaren Christer Johansson för bra synpunkter under arbetets gång! Jag vill även tacka Billy Sjövall, mättekniker på SLB-analys för guidningen av mätstationerna på Hornsgatan och Mariapoliklinikens tak. Jag vill också tacka Peder Gabrielsen på europeiska miljöbyrån för hans hjälp med mina frågor kring databasen AirBase.

Innehåll

1. Inledning.....	6
1.1 Problembakgrund	6
1.2 Problemformulering.....	6
1.3 Syfte och avgränsningar.....	7
2. Metod	7
2.1 Metod för mätning av kväveoxider (NO ₂ och NO _x)	8
2.2 Metod för mätning av partiklar (PM ₁₀).....	9
3. Allmänt om kväveoxider, NO_x	10
4. Allmänt om partiklar, PM₁₀.....	10
5. Hälsoeffekter	11
5.1 Kväveoxiders påverkan på hälsan	11
5.2 Partiklarnas påverkan på hälsan	12
6. EG-direktiv och svensk lagstiftning	13
7. Resultat.....	15
7.1 Kväveoxider, NO _x	15
7.2 Kvävedioxid, NO ₂	21
7.3 Andelen NO ₂ /NO _x	28
7.4 Partiklar, PM ₁₀	34
7.5 Timmedelvärde av PM ₁₀ /NO _x	40
8. Diskussion	44
9. Slutsatser	47
10. Referenser	48

Bilaga

1. Inledning

1.1 Problembakgrund

Största källan till luftföroreningar i tätorter är trafiken. Utsläppen från trafiken har minskat både i Sverige och i övriga Europa men ändå är det stora delar av befolkningen som utsätts för alldeles för höga halter av luftföroreningar i tätorter. Nya bränslesnålare fordon räcker inte till för att kompensera för ökad bränsleförbrukning på grund av den ökande trafiken i samhället (Johansson, 2011). Fler människor blir exponerade för trafiken när tätorterna (urbaniseringen) växer. Det sker en förtätning inom befintlig bebyggelse, och de närområden som finns kvar att bygga på ligger ofta i nära anslutning till vägar. Planer på omvandling från funktionsuppdelad tätort till funktions- och verksamhetsblandad tycks bli allt vanligare inslag i samhällsplaneringen med hopp om transport- och trafikminskning (Bellander, 2005). Med denna utveckling har forskningen under senare år kunnat visa samband mellan människans hälsa och utsläpp från trafiken.

Lagstiftningen som bland annat har i syfte att skydda hälsa och miljö inriktar sig på de allvarigaste luftföroreningarna det vill säga de luftföroreningar som har störst negativ påverkan på folkhälsan. Enligt EG-direktivet Europaparlamentets och Rådets direktiv (2008/50/EG) *om luftkvalitet och renare luft i Europa* anses partiklar och marknära ozon vara de mest hälsovådliga luftföroreningarna.

Europa gör en gemensam satsning i utsläpps- och luftkvalitetsfrågor genom Europeiska miljöbyrån (EEA, www.eea.europa.eu) som bland annat sammanställer detaljerad information om luftkvalitet från alla EU-länder i databasen AirBase. I AirBase finns bland annat information om olika luftföroreningars koncentrationer i luften fördelad över tid och geografiska lägen för mätstationer. Härigenom försöker EU få alla medlemsländer delaktiga och genom samordnade åtgärder hoppas man gemensamt nå riktvärdena för olika luftföroreningar. Internationella överenskommelser i luftfrågor är avgörande då många luftföroreningar är gränsöverskridande.

1.2 Problemformulering

Luftens innehåll av kväveoxider (NO_x) i tätorter har minskat det senaste decenniet. Däremot tycks andelen kvävedioxid (NO₂) av NO_x ha ökat i många svenska städer under de senaste åren. Partiklar anses vara den mest hälsovådliga luftföroreningen och påverkar fler människor än någon annan förorening.

1.3 Syfte och avgränsningar

Syftet med uppsatsen är att jämföra utvecklingen av nio utvalda europeiska storstäders gators partikel- och kväveoxidhalter och diskutera skillnaderna i relation till meteorologi, trafik och utsläpp. Partiklarna påverkar hälsan och jordens klimat och kväveoxiderna är viktiga för bildningen av ozon. Uppsatsens delsyfte är att göra en genomgång av hälsoeffekter och aktuell lagstiftning.

Meteorologiska spridningsfaktorer som vindriktning och vindhastighet har inte studerats i denna uppsats.

2. Metod

Studien bygger på data från europeiska miljöbyråns databas, AirBase. AirBase är ett informationssystem om luftkvalitet som uppdateras årligen med syfte att förbättra livskvaliteten och miljön i EU. Genom ömsesidigt utbyte av information och data från nätverk och enskilda mätstationer som mäter luftföroreningar i medlemsländerna ska AirBase möjliggöra övervakning av långsiktig utveckling och eventuella förbättringar som är till följd av lagstiftningen (97/101/EG). Luftföroreningarna som valts ut i denna studie ska spegla den lokala trafikens utsläpp av kväveoxider (NO_x), kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM₁₀) på utvalda gator i europeiska städer. Halten på en utvald gata behöver inte vara den högsta halten i staden. Halten avser en mätstation i staden som uppfyller uppsatta kriterier för mätplatsen.

Mätplatserna har valts ut för att vara så lika som möjligt med avseende på metoder och mätplatsernas ventilationsförhållanden. Mätplatserna står i hårt trafikerade gaturum i tätorter. Med gaturum avses; gator kantade med höga byggnader på båda sidorna som medför försämrad ventilation och därmed sämre utspädning av utsläppen. För att möjliggöra jämförelsen av luftföroreningshalterna mellan städerna så har ett antal gemensamma kriterier valts ut; tidstäckning under en mätperiod på 10 år (1997-2007), jämförbar eller samma mätteknik för att mäta kväveoxider och partiklar, mätpunktens höjd (<5m), typ av mätpunkt (urban trafik) och vägtyp (innerstadsgata). Olika statistiska mått har jämförts (årsmedelvärde, 90 och - 98 percentilen).

Tabell 1. Gaturums- och trafikinformation om trafikmiljöerna för de utvalda gatorna.

Land	Antal fordon per dygn	Gatutyp	Gaturumsbredd* (m)	Antal körfält*	Hushöjd*
DE	22 000	gaturum/korsning	16/23	2+4	3 våningar
DK	20 000	gaturum	20	2	4 våningar
ES	20 000	okänd/rondell	100	4+4+6+6	4 våningar
FR	Uppg. saknas	okänd/rondell	100	5+1+5+4+3+2	6 vån
GB	50 000	okänd/ gaturum	40	4	7 våningar,blandat
GR	15 000	gaturum	-	-	-
IT	Uppg. saknas	gaturum	20	3	5 våningar
NO	24 000	gaturum	30	4	4-5 våningar
SE	32 000	gaturum	20	4	5 våningar

*Uppskattat värde med hjälp av google-earth (källa: EEA, AirBase).

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/airbase-the-european-air-quality-database-2>

Luftföroreningshalterna jämförs med värden enligt EG-direktiv (se tabell 2.) För NO₂ anges luftföroreningshalterna som årsmedelvärden och timmedelsvärden. Timmedelvärdet för NO₂ får inte överskridas mer än 18 gånger per år. För PM₁₀ anges luftföroreningshalterna som årsmedelvärden och dygnsmedelvärden. Dygnsmedelvärdet får inte överskridas mer än 35 gånger per år (2008/50/EG).

Tabell 2. I EU-direktivet anges luftföroreningshalterna i µg/m³. För timmedelvärdet NO₂ anges att 200 µg/m³ ej får överskridas mer än 18 gånger per år.

Medelvärden tid	Värden för NO ₂	Värden för PM ₁₀
timme	200 µg/m ³ får ej överskridas mer än 18 ggr per år	Finns inget värde för timme
dygn	Finns inget värde för dygn	50 µg/m ³ Får ej överskridas mer än 35 dygn per år (= 90 percentil)
år	40 µg/m ³	40 µg/m ³

2.1 Metod för mätning av kväveoxider (NO₂ och NO_x)

Alla nio utvalda gatorna har använt kemiluminescens som mätteknik för kväveoxider. Mätmetoden kemiluminescens är en referensmetod (SS-EN 14211) och rekommenderas som förstahandsval vid kontroll av luftkvaliteten enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2007:7).

Mättekniken kemiluminescens bygger på den snabba reaktionen mellan kvävemonoxid (NO) och ozon (O₃) som resulterar i kvävedioxid (NO₂). En del av kvävedioxiden är i exciterad form och när den återgår till vanlig kvävedioxid avges energi i form av ljus. Det är ljusintensiteten som mäts och används för att bestämma koncentrationen av luftföroreningen kvävedioxid.

På Hornsgatan i Stockholm används mätinstrumentet Environment AC31M för att mäta kvävedioxider. Instrumentet har två reaktionskammare; en för NO och en för NO_x. Reaktionskammaren för NO mäter direkt NO koncentrationen i uteluften. Samtidigt ges NO_x koncentrationen genom att NO koncentrationen (direkt från uteluften) adderas med den konverterade NO₂ halten. All NO₂ från uteluften måste först transformeras till NO innan den kan reagera med ozon i reaktionskammarna. Den emitterade strålningen som då bildas (kemiluminescens) är proportionell mot mängden NO i uteluften. Ljuset/kemiluminescens fångas upp av fotomultiplikatorn som omvandlar den till en elektrisk signal (volt) som räknas om till µg/m³ (Sjövall, 2010). I de andra städerna används också kemiluminescens för att mäta NO_x, men instrumentmodellerna kan skilja (www.eea.europa.eu).

2.2 Metod för mätning av partiklar (PM₁₀)

De utvalda mätstationerna har använt sig av mätmetoden TEOM som mätteknik av partiklar. TEOM står för Tapered Element Oscillating Microbalance. Metoden grundar sig på gravimetrisk mätning i real-tid. Enligt det nya luft direktivet EU(2008/50/EG) är TEOM 1400a inte en likvärdig metod med referensmetoden för PM₁₀ (SS-EN12341:1998) vilket innebär att det inte är tillåtet att använda metoden efter juni 2013. I Sverige räknas värdena från instrumentet om med en omräkningsfunktion: $PM_{10}(REF) = 1.19 \times PM(TEOM) + 1.15$ (Sjövall, 2010). Referensmetoden grundar sig på ett filterprov där partikelmassan av andelen PM₁₀ i luften bestäms gravimetriskt dvs. genom vägning. Referensmetoden används mer sällan då den inte möjliggör daglig uppdatering av information om partikelhalten för allmänheten och myndigheter i enlighet med EG-direktivet. Referensmetoden är också dyrare då den kräver stora manuella insatser vid bland annat vägning av filter. Flera länder i Europa har investerat i kontinuerligt registrerande instrument (Areskoug, 2007). I olika länder behandlas TEOM värdena lite olika, vilket kan ge upphov till systematiska skillnader, men sannolikt små i förhållande till de andra faktorer som påverkar halterna (Johansson, 2011).

3. Allmänt om kväveoxider, NO_x

Kväveoxider (NO_x) bildas vid all slags förbränning. Kväveoxider kan delas in i kvävemonoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂). NO är en färglös, giftig men luktfri gas. Emissionerna från trafiken sker mest i form av kväveoxid som i närvaro av marknära ozon (O₃) snabbt oxideras till kvävedioxid. Kvävedioxid är en orangebrun, hälsofarlig gas med irriterande lukt. Kvävedioxiden är en av de vanligaste luftföroreningarna som finns i tätorter. Gasen används som indikator för lokalt bildade luftföroreningar från fordonstrafik i tätorter. Det konstateras dock att den totala halten kväveoxider (NO+NO₂) är en betydligt bättre indikator för påverkan på luftkvaliteten av vägtrafikens utsläpp jämfört med kvävedioxid. NO₂-halten styrs till största delen av fotokemi där ozonhalterna spelar avgörande roll, vilket gör det mycket svårt att kvantifiera förändringen i NO₂-utsläppen i de svenska städerna (Johansson & Forsberg, 2005).

$\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2$	I förorenad stadsluft bidrar NO till att halterna av O ₃ minskar och NO ₂ ökar.
$\text{NO}_2 + \text{uv} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$	NO ₂ bidrar till bildandet av O ₃ genom att bilda fria syreradikaler när
$\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$	den bryts av ultraviolett ljus. Dock sker ingen netto bildning av O ₃ då NO bryter ner O ₃ .

NO₂ bidrar till bildandet av marknära ozon vid närvaro av andra luftföroreningar; kolväten. Reaktiva mellan produkter av oxiderade kolväten oxiderar NO istället för O₃ och det sker då en nettobildning av O₃. Ozonbildningen med kolväten är långsamma och kan försummas i svenska städer (Ferm m fl, 2008). På grund av reaktionerna med kväveoxiderna är därför O₃ halterna lägre i städer i Sverige, än på landsbygden (Sjöberg m fl, 2004).

4. Allmänt om partiklar, PM₁₀

Partiklar har olika storlek, kemisk sammansättning och ursprung. Partikelmåttet PM₁₀ avser massan av partiklar per kubikmeter luft med diametrar upp till 10 µm. PM₁₀ kallas även för inandningsbara partiklar; partiklar som fastnar i olika delar av luftvägarna beroende på storlek, andningsväg; genom mun eller näsa och andningsmönster hos individen och eventuell luftvägssjukdom (Trafikverket, 2002). Studier visar att dosen av luftföroreningar som vi får i oss kan variera beroende på situation. En person som tränar får i sig mer än en stillasittande person (Löndahl, 2006). Partiklarna kan delas in i slitage - och avgaspartiklar. Gatudammet som till stor del består av slitage på vägbana orsakad av dubbdäcksanvändning samt innehållandes andra slitage partiklar från bland annat bromsar och däck är den största lokala källan till de inandningsbara partiklarna PM₁₀ (Foltescu m fl., 2001; Johansson

m fl, 2004). Andra lokalt emitterade partiklar; de ultrafina partiklarna med diametrar under 0,1 µm har istället sitt ursprung i trafikens avgasutsläpp. De ultrafina partiklarna anses vara mer hälsovådliga än de grövre då de tar sig längre ner i luftvägarna i lugnblåsorna; alveolerna medan de grova fastnar i de övre luftvägarna (Johansson m fl, 2007; Sjöberg, 2005). Partiklar kan även transportera andra ämnen som polyaromatiska kolväten, PAH som finns i fordonsavgaser. Dessa fäster på partiklar och andas in av människor. De transporterade ämnena kan vara mer hälsofarliga än partiklarna själva (Gustavsson, 2005).

5. Hälsoeffekter

”Luftföroreningar är gaser och partiklar i luften som har en negativ påverkan på människa och miljö. Till de viktigaste luftföroreningarna räknas kväveoxider (NOX, ett samlingsnamn för kväveoxid och kvävedioxid), aerosoler, polyaromatiska kolväten (PAH), svaveldioxid och marknära ozon. I förbränningshänseende förekommer även så kallade PM, det vill säga partiklar. Dessa partiklar kan ha olika storlek och således olika farlighet vid inandning”(Wikipedia, 2011).

Trafiken orsakar luftföroreningar med olika ursprung; primära luftföroreningar som emitteras direkt från förbränningsmotorer, slitagepartiklar från vägbanor, bromsar och däck samt sekundära föroreningar som ozon som bildas i atmosfären. De gaser och partiklar som trafiken genererar kan bidra till både akuta och kroniska effekter på människors hälsa. När ett skadligt ämne tas upp i kroppen kan den skada andra områden som hjärta och kärl. Många kemiska substanser kan också ge upphov till allergier då överkänsligheten byggs upp genom upprepade kontakter med det allergiframkallande ämnet (Miljöhälsorapport, 2009). Andningsvägarna kan ta upp gifter i gas-, partikel- och droppform. Om halten på luftföroreningen är tillräckligt hög kan den skada levande organismer. Effekten på hälsan beror på formen och koncentrationen av luftföroreningen, längden av exponering, andra föroreningar som finns i luften samt känsligheten hos individen (WHO, 2005). Utmaningen är att kunna urskilja den enskilda komponentens betydelse i trafikpåverkad luft som oftast är en komplex blandning av komponenter. Kunskapen om luftföroreningarnas hälsopåverkan bygger på resultat t ex från epidemiologiska, toxikologiska och experimentella studier. De epidemiologiska studierna innefattar geografiska eller tidsmässiga variationer i människors exponering under både kort (dygn) och lång tid (år, decennier). Med hjälp av de epidemiologiska studierna kan hälsoeffekternas omfattning beräknas i befolkningen (Sjödén m fl, 2004).

5.1 Kväveoxiders påverkan på hälsan

Kvävedioxid har tonats ner som hälsorisk av forskare (Sjöberg m fl, 2006). I epidemiologiska studier pekas kvävedioxid mer ut som en indikator för avgaser än som den förorening som ger upphov till de faktiska hälsoeffekterna. Forskning visar att det är andra korrelerande komponenter, partiklar som ofta ligger bakom sambanden. Experimentella studier påvisar dock samband mellan hälsoeffekter och ren NO₂ (Johansson & Forsberg, 2005). Det behövs dock relativt höga halter av kvävedioxid för

att ge utslag på friska personer. Däremot så är astmatiker och barn betydligt mer benägna att drabbas av bland annat lungfunktionseffekter som inflammation i luftvägarna redan vid koncentrationer över 200 µg/m³ och ökad känslighet för allergenexponering hos allergiska astmatiker (WHO, 2005).

Till skydd för människors hälsa finns ett gränsvärde för årsmedelvärdet av NO₂ som är satt på 40 µg/m³ och ett timmedelsvärde på 200 µg/m³ enligt Europaparlamentets och Rådets direktiv (2008/50/EG) om luftkvalitet och renare luft i Europa.

5.2 Partiklarnas påverkan på hälsan

Partiklar anses vara den mest hälsovådliga luftföroreningen och påverkar fler människor än någon annan förorening. Studier från både kort- och långvarig exponering för trafikrelaterade luftföroreningar påvisar ett flertal olika hälsoeffekter som i huvudsak är koncentrerade till andningsorganen samt hjärt- och kärlsystemen. Tätortsluften domineras av olika partikelstorlekar med olika ursprung. Grova partiklar PM₁₀ (1-10µm) från slitage av vägbanor, bromsar och däck utgör den största delen av partiklarna i tätorter i Sverige. Denna fraktion fastnar mestadels i de övre luftvägarna där de kan förvärra sjuklighet i astma och kronisk luftrörsinflammation (bronkit) samt orsaka dödlighet i lungsjukdomar och cancer. Fraktionen fina partiklar PM_{2,5} har sitt huvudsakliga ursprung i utsläpp från andra länder via långdistanstransport. Ultrafina partiklar mindre än 0,1 µm har främst sitt ursprung i primärt emitterade avgaser från bensin- och dieselfordon. De ultrafina partiklarna bidrar inte nämnvärt till PM₁₀ massan däremot kommer de i stort antal och eftersom de är små så har de stor yta i förhållande till sin volym. Partikelytan kan vara av större betydelse än partikelmassan för toxiciteten. De ultrafina partiklarna når ända ner i lungblåsorna; alveolerna. Genom alveolerna sker gasutbytet med blodet och eventuellt kan en del partiklar passera in till blodomloppet. Det kan försämra tillståndet hos personer med hjärtsjukdomar samt öka risken för hjärtattack och stroke (Johansson, 2007).

PM₁₀ har använts som indikator för inandningsbara partiklar i de flesta luftövervakningssystem och därmed har också de flesta epidemiologiska studier denna storleksfraktion som indikator för partiklar. För att få reda på vilka komponenter och egenskaper hos partiklar orsakar en viss hälsopåverkan måste källan identifieras för att kunna minska förekomsten av den. Partikelegenskaper som yta och kemisk sammansättning kan ge mer information om källan och hälsopåverkan än enbart standard måttet PM₁₀.

6. EG-direktiv och svensk lagstiftning

EU:s luftmiljö har reglerats gemensamt av medlemsländerna genom EG:s ramdirektiv om luftkvalitet (96/62/EG). Enligt ramdirektivet ska medlemsländerna inom unionen sätta upp gemensamma mål, metoder och kriterier för utvärdering av luftkvalitet samt tillgängliggöra informationen för allmänheten. Direktivet är bindande i den meningen att resultat ska uppnås medan förfarandet bestäms av de nationella myndigheterna i respektive land.

Grunden till den nationella lagstiftningen finns alltså i EG:s ramdirektiv om luftkvalitet (96/62/EG). I Sverige utgör Miljöbalken (1998:808) den centrala miljölagen i svensk rätt. Miljöbalkens övergripande mål handlar om hållbar utveckling där nuvarande och kommande generationer försäkras om en hälsosam och god miljö. Tillsammans med miljöbalkens mål har riksdagen formulerat 16 övergripande miljökvalitetsmål och strategier som ska underlätta tolkningen samt uppnåendet av de miljömål som anges i miljöbalken. Miljömålen är inte rättsligt bindande utan de fungerar som riktmärken för det svenska miljöarbetet där naturvårdsverket bär huvudansvaret för att de uppnås.

EU:s miljöpolitik finns samlad i miljöhandlingsprogram sedan 1992 då det första handlingsprogrammet för miljön antogs. Idag utgör det sjätte miljöhandlingsprogrammet 1600/2002/EG "*Miljö 2010: vår framtid, vårt val*" ramen för nuvarande och kommande miljö- och hälsoinsatser inom EU under åren 2002 till 2012. Programmet fokuserar på fyra prioriterade områden där miljö och hälsa tar upp bl a luftföroreningsproblematiken.

Kommissionens program Clean Air For Europe (CAFE) resulterade i den första temainriktade strategin för luftföroreningar, KOM(2005)446. Strategin kompletterar lagstiftningen inom luftkvalitet. Strategin för luftföroreningar är en av sju tematiska strategier där strategin bygger på forskningsresultat från CAFE - programmet. Strategin beskriver problemen, sätter upp delmål för luftföroreningar samt ger förslag på hur målen ska nås till 2020. Lagstiftningen inriktas på de alvarligaste luftföroreningarna d v s de luftföroreningar som har störst negativ effekt på folkhälsan. Partiklar och marknära ozon anses vara de mest hälsovådliga luftföroreningarna. Den svenska motsvarigheten för temainriktade strategin för luftföroreningar är miljökvalitetsmålet *Frisk luft*.

EG:s ramdirektiv om luftkvalitet (96/62/EG) innehåller fyra dotterdirektiv med bestämmelser för olika luftföroreningar. Det första dotterdirektivet (1999/30/EG) är av intresse då det anger gränsvärden för bland annat kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM₁₀). Ett nytt luftdirektiv Europarlamentets och Rådets direktiv (2008/50/EG) *om luftkvalitet och renare luft i Europa* upphäver och ersätter det gamla ramdirektivet (96/62/EG) *om utvärdering och säkerställande av luftkvalitet*. Revideringen ska vara införd i svensk författning senast i juni 2010. Det nya direktivet (2008/50/EG) innebär en sammanslagning av det tidigare ramdirektivets (96/62/EG) tre första

dotterdirektiv (99/30/EG, 00/69/EG och 02/3/EG) samt att lagstiftningen om partiklar kompletteras med ett gränsvärde för fina partiklar PM_{2,5}.

I Sverige är dotterdirektiven med sina bestämmelser och gränsvärden implementerade i Svensk lagstiftning genom förordningen (2001:527) *om miljökvalitetsnormer för utomhusluft*. I och med det nya luftdirektiv Europarlamentets och Rådets direktiv (2008/50/EG) *om luftkvalitet och renare luft i Europa* trädde i kraft så upphävs och ersätts även förordningen (2001:527) *om miljökvalitetsnormer för utomhusluft* med luftkvalitetsförordningen (2010:477). Miljökvalitetsnormer anges i miljöbalkens 5 kapitel medan de mer detaljerade bestämmelserna framgår i luftkvalitetsförordningen (2010:477) som föreskrivs av regeringen. Vidare bestämning finns av Naturvårdsverket utfärdade föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft NFS (2010:8) samt vägledning genom allmänna råd från Naturvårdsverkets handbok: Luftguiden (2011:1).

En miljökvalitetsnorm skall ange de föroreningsnivåer som människor kan utsättas för utan fara för olägenheter av betydelse med hänsyn tagen till den känsligaste delen av befolkningen. Miljökvalitetsnormer är rättsligt bindande och normerna baseras på vetenskapliga fakta om effekter på hälsa och miljö.

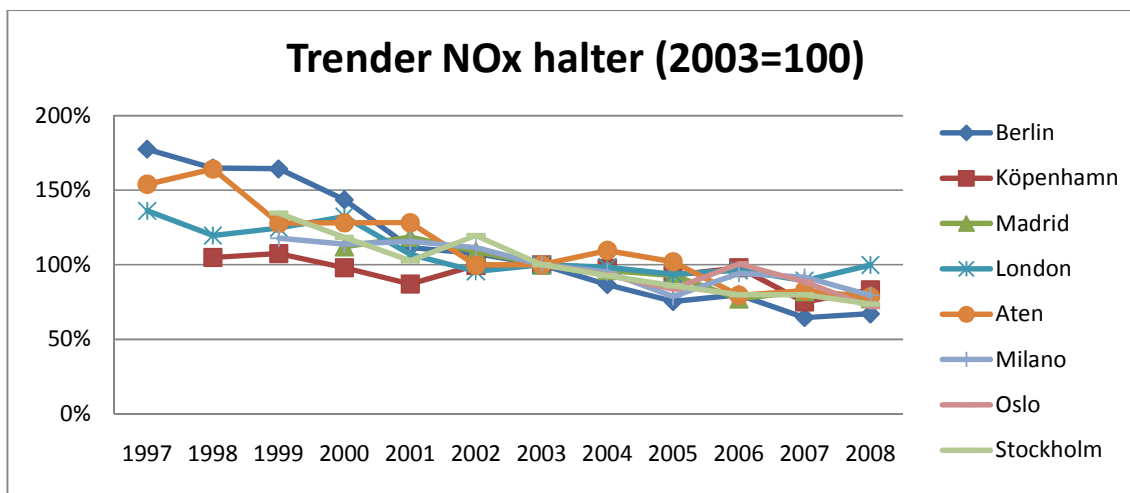
I den svenska anpassningen d v s i miljökvalitetsnormerna (MKN) är normvärdena strängare satta för kvävedioxid än de miniminivåer som anges i EG:s direktiv. Det skiljer sig i högsta tillåtna halt NO₂, utöver års- och timmedelsvärden finns ett dygnsmedelvärde som bedöms som svårast att hålla samt att gränsvärdena skall vara uppnådda tidigare (2006) än det som fastställs i direktivet (1999/30/EG) (2010). (SFS 2001:527).

7. Resultat

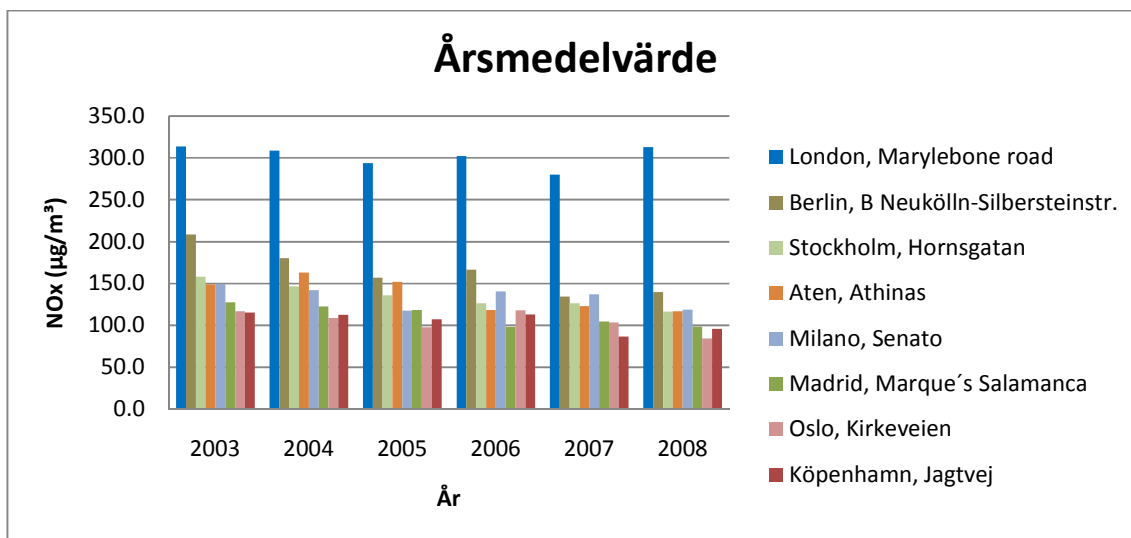
Resultatet presenteras genom diagram och tabeller. Föroreningshalterna samt deras trender jämförs mellan olika europeiska städers gator. Mätdata för de utvalda gatorna i Berlin, Köpenhamn, Madrid, Paris, London, Aten, Milano, Oslo och Stockholm har erhållits genom europeiska miljöbyråns (EEA) databas AirBase. Perioden sträcker sig från 1997 till 2008. Mätdata saknades för vissa av de utvalda gatorna från starten av perioden. Ett gemensamt startår (2003) sattes för kväveoxider (NOx) och kvävedioxid (NO₂) medan partiklarnas (PM₁₀) startår sattes till 2005. Genom regressionsanalys bestämdes hur väl mätdata kunde beskrivas som en linjär trend. Föroreningshalternas trender det vill säga upp- och nedgångarna säkerställdes statistiskt med 95 % - iga konfidensintervall med verktyget dataanalys i Excel. Mätdata redovisas som årsmedelhalter samt som dygnsmedelvärden för partiklar (90 percentil) och timmedelvärden för kväveoxider (98 percentil) för att kunna jämföras med EG-direktiv. De tillåtna överskridandena anges i antal timmar och dagar.

7.1 Kväveoxider, NOx

Den största förändringen kan ses i Berlin på *Neukölln-Silbersteinstrasse* där NOx halten har gått ner med 33 % från 208 µg/m³ till 140 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NOx per år var 13,46 µg/m³. Se tabell 4. Variationen mellan åren har inte varit nedåtgående under hela perioden. Den procentuella förändringen av NOx halten för hela perioden (2005-2008) var -36 %. Mellan åren 2005/2006 och 2007/2008 steg NOx halten med 9,4 µg/m³ respektive 5,2 µg/m³. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 sjönk NOx halten med 27,7 µg/m³, 23,5 µg/m³ respektive 31,9 µg/m³. Trots den positiva förändringen mellan åren 2005/2006 och 2007/2008 visar NOx halterna en genomsnittlig nedåtgående trend. NOx trenden minskade med 13,46 ± 7,92 µg/m³ per år för utvald gata i Berlin. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).



Figur 1. Trender i NOx-halter med år 2003 som startår.



Figur 2. Variationen i halten NOx mellan år 2003-2008 för de utvalda gatorna. Halterna redovisas som årsmedelvärden (Källa: EEA, Airbase).

På Kirkeveien i Oslo har NOx halten gått ner 28 % från 117 µg/m³ till 84 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Kirkeveien hade den lägst uppmätta halten NOx av de utvalda gatorna i Europa. Den genomsnittliga minskningen av NOx per år var 4,59 µg/m³. Variationen mellan åren har en nedåtgående trend trots ökningen på 20 µg/m³ mellan åren 2005/2006. Den procentuella förändringen av NOx halten för hela perioden (2005-2008) var -28 %. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 samt 2007/2008 var minskningen av NOx halten 8,1 µg/m³, 11,1 µg/m³, 14,4 µg/m³ respektive 19,4 µg/m³. NOx trenden minskade med $4,59 \pm 7,00$ µg/m³ per år för utvald gata i Oslo.

I Stockholm på Hornsgatan har NOx halten gått ner 26 % från 158 µg/m³ till 116 µg/m om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NOx per år var 7,98 µg/m³. Variationen mellan åren har en nedåtgående trend. Den procentuella förändringen av NOx halten för hela perioden (2005-2008) var -30 %. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 var sänkningen av NOx halten 11,4 µg/m³, 10,8 µg/m³, 9,6 µg/m³ respektive 10,1 µg/m³. Mellan åren 2006/2007 var halten oförändrad. NOx trenden minskade med $7,98 \pm 2,46$ µg/m³ per år för utvald gata i Stockholm. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).

I Madrid på Marqués de Salamanca har NOx halten gått ner 23 % från 128 µg/m³ till 99 µg/m om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NOx per år var 6,26 µg/m³. Variationen mellan åren var nedåtgående trots uppgången av NOx halten med 6,3 µg/m³ mellan åren 2006/2007. Den procentuella förändringen av NOx halten för hela perioden (2005-2008) var

-24 %. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 var minskningen av NO_x halten 4,7 µg/m³, 4,5 µg/m³, 19,9 µg/m³ respektive 6,2 µg/m³. NO_x trenden minskade med 6,26 ± 3,79 µg/m³ per år för utvald gata i Madrid. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).

I Aten på *Athinas* har NO_x halten gått ner 21 % från 149 µg/m³ till 117 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga sänkningen av NO_x per år var 8,97 µg/m³. Variationen mellan åren var nedåtgående trots ökningen av NO_x halten under åren 2003/2004 och 2006/2007 med 14,3 µg/m³ respektive 4,7 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO_x halten för hela perioden (2005-2008) var -20 %. Sänkningen av NO_x halten under åren 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 var 11,2 µg/m³, 33,6 µg/m³ respektive 6,3 µg/m³. NO_x trenden minskade med 8,97 ± 8,04 µg/m³ per år för utvald gata i Aten. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).

I Milano på *via Senato* har NO_x halten sjunkit med 21 % från 149 µg/m³ till 119 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga sänkningen av NO_x halten per år var 4,15 µg/m³. Variationen mellan åren har en nedåtgående trend trots ökningen av NO_x halten mellan åren 2005/2006 med 23,1 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO_x halten för hela perioden (2005-2008) var -18 %. Sänkningen av NO_x halten under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 var 7,3 µg/m³, 24,5 µg/m³, 3,6 µg/m³ samt 18,4 µg/m³. NO_x trenden minskade med 4,15 ± 7,83 µg/m³ per år för utvald gata i Milano.

I Köpenhamn på *Jagtvej* har NO_x halten sjunkit med 17 % från 115 µg/m³ till 96 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO_x halten per år var 4,84 µg/m³. Variationen mellan åren var nedåtgående trots ökningen av NO_x halten mellan åren 2005/2006 och 2007/2008 med 6 µg/m³ respektive 9,2 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO_x halten för hela perioden (2005-2008) var -14 %. Minskningen av NO_x halten under åren 2003/2004, 2004/2005 och 2006/2007 var 2,7 µg/m³, 5,5 µg/m³ respektive 26,5 µg/m³. NO_x trenden minskade med 4,84 ± 5,21 µg/m³ per år för utvald gata i Köpenhamn.

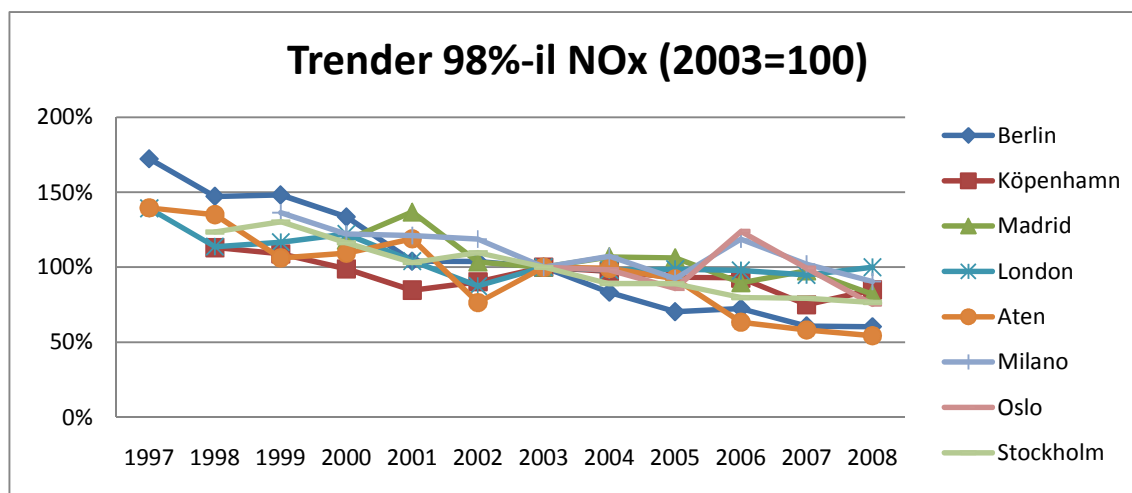
I London på *Marylebone road* har NO_x halten varit oförändrad om man jämför startåret 2003 NO_x halt (313 µg/m³) med slut årets 2008 halt (313 µg/m³). London hade dock den högst uppmätta halten NO_x av de utvalda gatorna i Europa. Den genomsnittliga minskningen av NO_x halten per år var 2,31 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO_x halten för hela perioden (2005-2008) var 0.9 %. NO_x halten ökade mellan åren 2005/2006 och 2007/2008 med 8,6 µg/m³ respektive 33 µg/m³ och sjönk mellan åren 2003/2004, 2004/2005 och 2006/2007 med 4,9 µg/m³, 15,2 µg/m³ respektive 22,1 µg/m³. NO_x trenden minskade med 2,31 ± 9,17 µg/m³ per år för utvald gata i London.

Tabell 4. NO_x -haltens variation; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

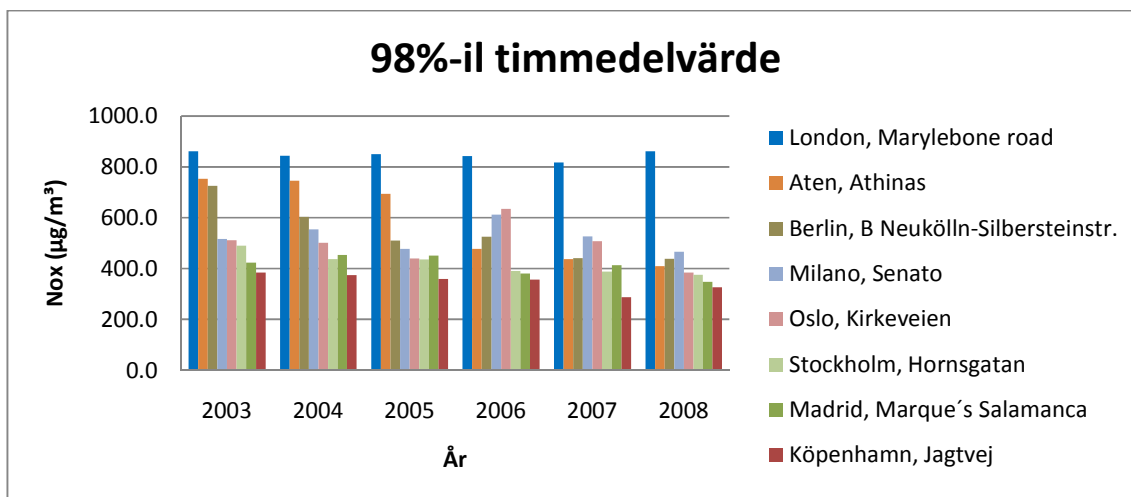
Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av NO _x , (µg/m ³)	Procentuell förändring av NO _x -halten mellan år 2003 och 2008	Förändring av NO _x -halten mellan år 2003 och 2008 (µg/m ³)	Minimumvärde under åren 2003-2008 (µg/m ³)	Maxvärde under åren 2003-2008 (µg/m ³)
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2003-2008	- 13,46	-33	-68,5	134,6	208,3
Köpenhamn, Jagtvej	2003-2008	-4,84	-17	-19,5	86,6	115,3
Madrid, Marque's Salamanca	2003-2008	-6,26	-23	-29,0	98,4	127,5
Paris, Place Victor Basch	-	-	-	-	-	-
London, Marylebone road	2003-2008	-2,31	-0,2	-0,63	279,9	313,6
Aten, Athinas	2003-2008	-8,97	-21	-32,0	116,9	163,2
Milano, via Senato	2003-2008	-4,15	-21	-30,7	117,5	149,3
Oslo, Kirkeveien	2003-2008	-4,59	-28	-32,9	84,1	117,8
Stockholm, Hornsgatan	2003-2008	-7,98	-26	-41,8	116,4	158,2

Timmedelvärde NO_x

I Aten på *Athinas* har det näst högsta timmedelvärdet av NO_x uppmätts av de utvalda gatorna i Europa. På *Athinas* har också timmedelvärdet av NO_x gått ner mest av de utvalda europeiska städernas gator. Timmedelvärdet av NO_x har sjunkit med 46 % från 752 µg/m³ till 409 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NO_x per år var 81,63 µg/m³. Se tabell 5. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 och 2007/2008 minskade halten med 6 µg/m³, 53 µg/m³, 216 µg/m³, 40 µg/m³ respektive 28 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO_x för hela perioden (2005-2008) var -54 %. Trenden i timmedelvärdet av NO_x sjönk med 81,63 ± 38,29 µg/m³ per år för utvald gata i Aten. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).



Figur 3. Trender i 98 percentils timmedel NO_x-halter med år 2003 som startår.



Figur 4. Variationen i 98 percentils timmedelvärde av NOx under perioden 2003-2008 för de utvalda gatorna. Källa:EEA, Airbase.

Den näst största förändringen kan ses i Berlin på *Neukölln-Silbersteinstrasse* där timmedelvärdet av NOx har gått ner med 40 % från 725 µg/m³ till 438 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NOx per år var 54,55 µg/m³. Variationen mellan åren har inte varit nedåtgående under hela perioden. Mellan åren 2005/2006 steg halten med 15,5 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NOx för hela perioden (2003-2008) var -46 %. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 sjönk halten med 122 µg/m³, 93,3 µg/m³, 84,5 respektive 3,5 µg/m³. Trenden i timmedelvärdet av NOx minskade med 54,55 ± 28,93 µg/m³ per år för utvald gata i Berlin. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

På *Kirkeveien* i Oslo har timmedelvärdet av NOx gått ner 25 % från 512 µg/m³ till 385 µg/m om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NOx per år var 11,97 µg/m³. Halten ökade med 20 µg/m³ mellan åren 2005/2006. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NOx för hela perioden (2003-2008) var -14 %. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 samt 2007/2008 var minskningen av NOx halten 9,2 µg/m³, 63,7 µg/m³, 126 µg/m³ respektive 123 µg/m³. Trenden i timmedelvärdet av NOx minskade med 11,97 ± 59,97 µg/m³ per år för utvald gata i Oslo.

I Stockholm på *Hornsgatan* har timmedelvärdet av NOx gått ner 23 % från 490 µg/m³ till 375 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NOx per år var 21,75 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NOx för hela perioden (2003-2008) var -25 %. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 och 2007/2008 var minskningen av halten 53,4 µg/m³, 0,58 µg/m³, 44,9 µg/m³, 2,4 µg/m³ respektive 13,3 µg/m³. Trenden i timmedelvärdet av NOx minskade med 21,75 ± 10,22 µg/m³ per år för utvald gata i Stockholm. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

I Madrid på *Marqués de Salamanca* har timmedelvärde av NOx sjunkit med 18 % från 424 µg/m³ till 348 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde NOx per år var 16,32 µg/m³. Variationen mellan åren har en nedåtgående trend trots uppgången av halten mellan åren 2003/2004 och 2006/2007 med 29,5 µg/m³ respektive 33,3 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NOx för hela perioden (2003-2008) var -16 %. Under åren 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 minskningen av halten 2,8 µg/m³, 70,3 µg/m³ respektive 66 µg/m³. Trenden i timmedelvärde av NOx minskade med 16,32 ± 20,56 µg/m³ per år för utvald gata i Madrid.

I Köpenhamn på *Jagtvej* har det lägsta timmedelvärde av NOx uppmätts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Halten har dock sjunkit med 15 % från 384 µg/m³ till 326 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde NOx per år var 15,68 µg/m³. Variationen mellan åren har en nedåtgående trend trots ökningen av halten mellan åren 2007/2008 med 38,3 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NOx för hela perioden (2003-2008) var -46 %. Minskningen av NOx halten under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2006/2007 var 10,5 µg/m³, 15,2 µg/m³, 2,1 µg/m³ respektive 38,3 µg/m³. Trenden i timmedelvärde av NOx minskar med 15,68 ± 14,55 µg/m³ per år för utvald gata i Köpenhamn. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

I Milano på *via Senato* har timmedelvärde av NOx sjunkit med 10 % från 516 µg/m³ till 467 µg/m om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde NOx per år var 5,47 µg/m³. Halten ökade mellan åren 2003/2004 och 2005/2006 med 37,6 µg/m³ respektive 135,3 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NOx för hela perioden (2003-2008) var -4 %. Minskningen av halten under åren 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 var 76,6 µg/m³, 85,5 µg/m³ respektive 60,1 µg/m³. Timmedelvärde NOx trenden sjönk med 5,47 ± 38,84 µg/m³ per år för utvald gata i Milano.

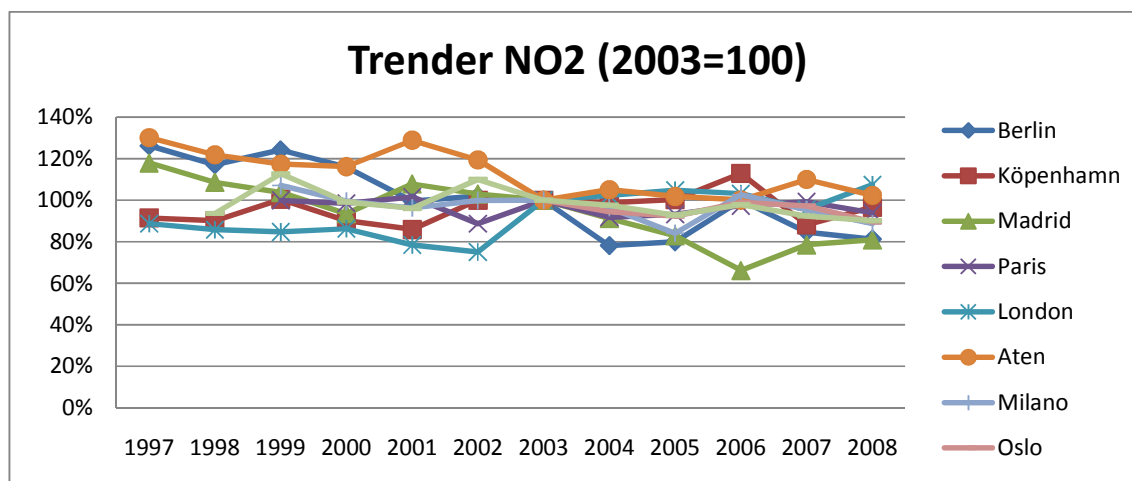
I London på *Marylebone road* har det högsta timmedelvärde av NOx uppmätts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Halten har varit oförändrad om man jämför 2003 årets starthalt (861 µg/m³) med 2008 årets sluthalt (861 µg/m³). Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde NOx per år var 2,54 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NOx för hela perioden (2003-2008) var 0,2 %. Halten ökade under åren 2004/2005 och 2007/2008 med 6 µg/m³ respektive 44 µg/m³ medan den sjönk under åren: 2003/2004, 2005/2006 och 2006/2007 med 17 µg/m³, 8 µg/m³ och 25 µg/m³. Timmedelvärde NOx trenden minskade med 2,54 ± 11,56 µg/m³ per år för utvald gata i London.

Tabell 5. Visar variationen 98 – percentils timmedelhalter av NO_x; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start och slut år i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

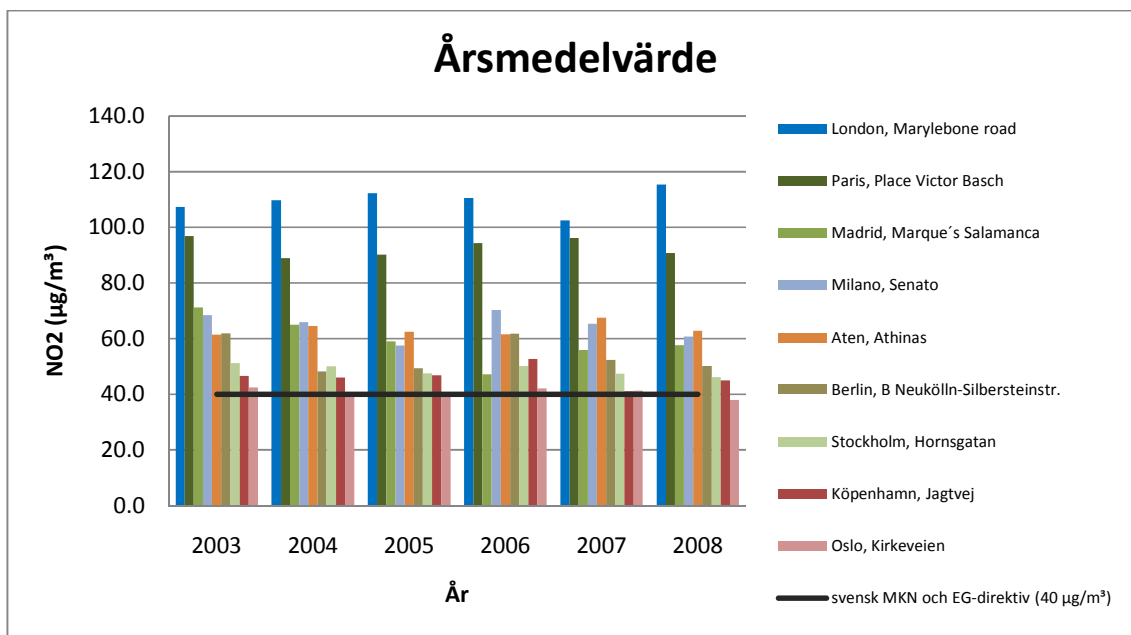
Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av 98%-il NO _x (µg/m ³)	Procentuell förändring av NO _x -halten mellan år 2003 och 2008	Förändring av NO _x -halten mellan år 2003 och 2008 (µg/m ³)	Minimumvärde under åren 2003- 2008 (µg/m ³)	Maxvärde under åren 2003- 2008 (µg/m ³)
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2003-2008	- 54,55	-40	-287,5	437,5	725,1
Köpenhamn, Jagtvej	2003-2008	-15,68	-15	-57,9	288,0	384,2
Madrid, Marque's Salamanca	2003-2008	-16,32	-18	-76,3	347,5	453,3
Paris, Place Victor Basch	-	-	-	-	-	-
London, Marylebone road	2003-2008	-2,54	0	0	817,0	861,0
Aten, Athinas	2003-2008	-81,63	-46	-342,9	409,0	751,9
Milano, via Senato	2003-2008	-5,47	-10	-49,3	466,7	612,3
Oslo, Kirkeveien	2003-2008	-11,97	-25	-126,4	385,1	634,4
Stockholm, Hornsgatan	2003-2008	-21,75	-23	-114,6	375,0	489,6

7.2 Kvävedioxid, NO₂

I Berlin på Neukölln-Silbersteinstrasse har NO₂ halten gått ner med 19 % från 62 µg/m³ till 50 µg/m³ om man jämför första och sista mätåret i perioden. Den genomsnittliga minskningen av NO₂ per år var 0,96 µg/m³. Se tabell 6. Variationen mellan åren har inte varit nedåtgående under hela perioden. Mellan åren 2004/2005 och 2005/2006 steg NO₂ halten med 1,2 µg/m³ respektive 12,3 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2003-2008) var -14 %. Under åren 2003/2004, 2006/2007 och 2007/2008 sjönk NO₂ halten med 13,6 µg/m³, 9,4 µg/m³ respektive 21,1 µg/m³. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 21.8 µg/m³, 8.2 µg/m³, 9.4 µg/m³, 21.7 µg/m³, 12.3 µg/m³ respektive 10.1 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO₂ minskade med 0,96 ± 4,41 µg/m³ per år för utvald gata i Berlin.



Figur 5. Trender i NO₂-halter med år 2003 som startår.



Figur 6. Variationen i NO2 halten mellan år 2003-2008 för de utvalda gatorna och i förhållande till EG-direktiv och svensk miljö kvalitetsnorm (MKN).

I Madrid på *Marqués de Salamanca* har NO2 halten gått ner 19 % från 71 µg/m³ till 58 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO2 per år var 3,06 µg/m³. NO2 halten sjönk under åren 2003/2004, 2004/2005 och 2005/2006 med 6,3 µg/m³, 6 µg/m³ respektive 11,9 µg/m³ för att sedan öka under de två sista åren 2006/2007 och 2007/2008 med 8,8 µg/m³ respektive 1,7 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO2 halten för hela perioden (2003-2008) var -16 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO2 överskreds under hela perioden (2003-2008) med 15,9 µg/m³, 17,6 µg/m³, 31,2 µg/m³, 24,9 µg/m³, 19 µg/m³ respektive 7,1 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO2 minskade med 3,06 ± 4,37 µg/m³ per år för utvald gata i Madrid.

I Milano på *via Senato* har NO2 halten sjunkit med 11 % från 68 µg/m³ till 61 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO2 halten per år var 0,80 µg/m³. NO2 halten ökade mellan åren 2005/2006 med 12,7 µg/m³. Under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 sjönk NO2 halten med 2,5 µg/m³, 8,4 µg/m³, 4,9 µg/m³ respektive 4,6 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO2 halten för hela perioden (2003-2008) var -8 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO2 överskreds under hela perioden (2003-2008) med 28,9 µg/m³, 25,9 µg/m³, 17,5 µg/m³, 30,2 µg/m³, 25,3 µg/m³ respektive 20,7 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO2 minskade med 0,80 ± 3,37 µg/m³ per år för utvald gata i Milano.

På *Kirkeveien* i Oslo har den lägsta NO2 halten uppmäts av de utvalda europeiska gatorna. Halten har gått ner 11 % från 42 µg/m³ till 38 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO2 per år var 0,46 µg/m³. NO2 halten ökade med 2,8 µg/m³ mellan åren

2005/2006 och sjönk under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 samt 2007/2008 med 2,3 µg/m³, 0,9 µg/m³, 0,8 µg/m³ respektive 3,3 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2003-2008) var -10 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under 2003 med 2,4 µg/m³, 2006 med 2 µg/m³ och 2007 med 1,3 µg/m³. Under åren 2004, 2005 och 2008 klarades MKN. Årsmedelvärdet av NO₂ minskade med 0,46 ± 1,12 µg/m³ per år för utvald gata i Oslo.

I Stockholm på *Hornsgatan* har NO₂ halten gått ner 10 % från 51 µg/m³ till 46 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO₂ per år var 0,88 µg/m³. Mellan åren 2005/2006 ökade NO₂ halten med 2,6 µg/m³ medan den sjönk under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 med 1,3 µg/m³, 2,5 µg/m³, 2,8 µg/m³ respektive 1,2 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2005-2008) var -10 %. Svenska miljökvalitetsnormen och EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 11,2 µg/m³, 10,0 µg/m³, 7,5 µg/m³, 10,1 µg/m³, 7,3 µg/m³ respektive 6,2 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO₂ minskade med 0,88 ± 0,83 µg/m³ per år för utvald gata i Stockholm. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).

I Paris på *Place Victor Basch* har NO₂ halten minskat med 6 % från 97 µg/m³ till 91 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO₂ per år var 0,12 µg/m³. NO₂ halten ökade under åren 2004/2005, 2005/2006 och 2006/2007 med 1,3 µg/m³, 4,0 µg/m³ respektive 1,9 µg/m³. Halten NO₂ sjönk i början av perioden 2003/2004 och i slutet 2007/2008 med 8 µg/m³ respektive 5,2 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2003-2008) var -6 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 56,8 µg/m³, 48,8 µg/m³, 50,2 µg/m³, 54,2 µg/m³, 56 µg/m³ respektive 50,8 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO₂ minskade med 0,12 ± 2,46 µg/m³ per år för den utvalda gatan i Paris.

I Köpenhamn på *Jagtvej* har NO₂ halten minskat med 3 % från 47 µg/m³ till 45 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO₂ halten per år var 0,49 µg/m³. NO₂ halten ökade mellan åren 2004/2005, 2005/2006 samt 2007/2008 med 0,7 µg/m³, 5,9 µg/m³ respektive 3,9 µg/m³. NO₂ halten sjönk under åren 2003/2004 och 2006/2007 med 0,6 µg/m³ respektive 11,5 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2003-2008) var -0,5 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 6,6 µg/m³, 6,0 µg/m³, 6,7 µg/m³, 12,6 µg/m³, 10,0 µg/m³ respektive 5,0 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO₂ minskade med 0,49 ± 2,68 µg/m³ per år för den utvalda gatan i Köpenhamn.

I London på *Marylebone road* har den högsta NO₂ halten uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Halten har ökat med 8 % från 107 µg/m³ till 115 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av NO₂ halten per år var 0,47 µg/m³. NO₂ halten sjönk mellan åren 2005/2006 och 2006/2007 med 1,7 µg/m³ respektive 8,1 µg/m³ medan den ökade mellan åren 2003/2004, 2004/2005 och 2007/2008 med 2,4 µg/m³, 2,7 µg/m³ och 12,8 µg/m³. Den

procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2003-2008) var 8 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 67,3 µg/m³, 69,6 µg/m³, 72,3 µg/m³, 70,6 µg/m³, 62,5 µg/m³ respektive 75,3 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO₂ minskade med 0,47 ± 3,18 µg/m³ per år för den utvalda gatan i London.

I Aten på *Athinas* har NO₂ halten ökat med 2 % från 61 µg/m³ till 63 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av NO₂ per år var 0,43 µg/m³. NO₂ halten sjönk under åren 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 med 2 µg/m³, 1,1 µg/m³ respektive 4,7 µg/m³. Halten NO₂ ökade i början 2003/2004 och i slutet 2007/2008 av perioden med 3,1 µg/m³ respektive 6,1 µg/m³. Den procentuella förändringen av NO₂ halten för hela perioden (2003-2008) var 3 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärde av NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 21,4 µg/m³, 24,5 µg/m³, 22,5 µg/m³, 21,4 µg/m³, 27,5 µg/m³ respektive 22,8 µg/m³. Årsmedelvärdet av NO₂ ökade med 0,43 ± 1,62 µg/m³ per år för den utvalda gatan i Aten.

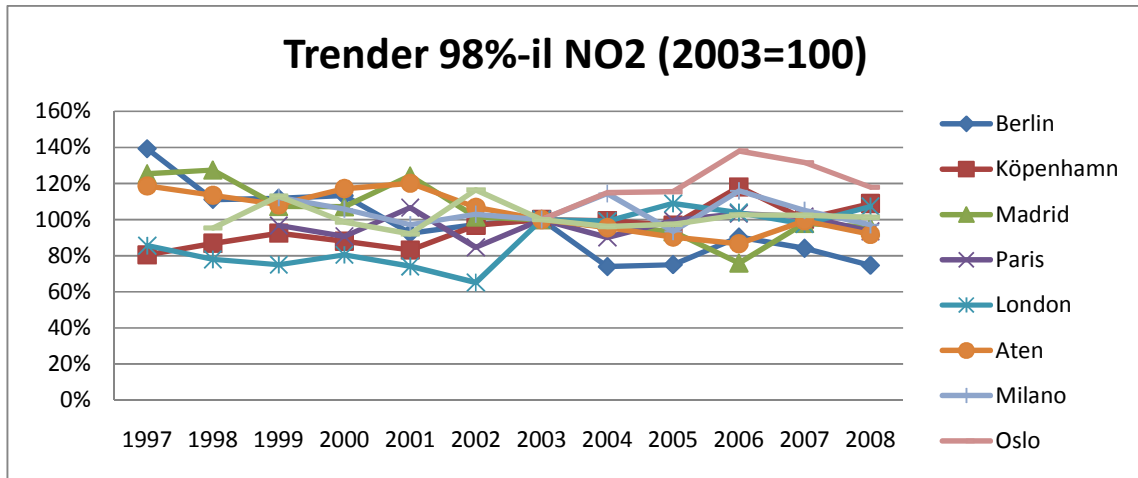
Tabell 6. NO₂ -haltens variation; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av NO ₂ (µg/m ³)	Procentuell förändring av NO ₂ -halten mellan år 2003 och 2008	Förändring av NO ₂ -halten mellan år 2003 och 2008 (µg/m ³)	Minimumvärde under åren 2003- 2008 (µg/m ³)	Maxvärde under åren 2003- 2008 (µg/m ³)
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2003-2008	-0,96	-19	-11,6	48,2	61,8
Köpenhamn, Jagtvej	2003-2008	-0,49	-3	-1,6	41,0	52,6
Madrid, Marque's Salamanca	2003-2008	-3,06	-19	-13,6	47,1	71,6
Paris, Place Victor Basch	2003-2008	-0,12	-6	-6,0	88,8	96,8
London, Marylebone road	2003-2008	0,47	8	8,1	102,5	115,3
Aten, Athinas	2003-2008	0,43	2	1,4	61,4	67,5
Milano, via Senato	2003-2008	-0,80	-11	-7,7	57,5	70,2
Oslo, Kirkeveien	2003-2008	-0,46	-11	-4,5	38,0	42,4
Stockholm, Hornsgatan	2003-2008	-0,88	-10	-5,1	46,2	51,3

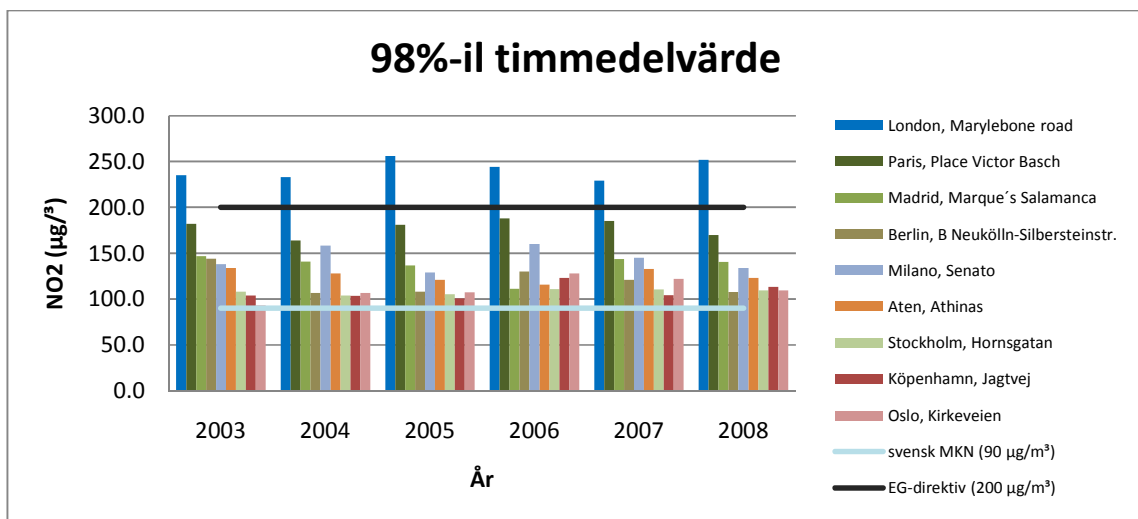
Timmedelvärde NO₂

I Berlin på *Neukölln-Silbersteinstrasse* har timmedelvärdet av NO₂ sänkts med 25 % från 144 µg/m³ till 108 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NO₂ per år var 3,34 µg/m³. Se tabell 7. Variationen mellan åren har inte varit nedåtgående under hela perioden. Mellan åren 2004/2005 och 2005/2006 steg halten med 1,5 µg/m³ respektive 22 µg/m³. Under åren 2003/2004, 2006/2007 och 2007/2008 sjönk halten med 37,5 µg/m³, 9,0 µg/m³ respektive 13,5 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet av NO₂ för hela perioden (2003-2008) var -22 %. EG-direktivet med gränsvärdet 200 µg/m³ för timmedelvärde NO₂ klarades

under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärde av NO₂ minskade med $3,34 \pm 10,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för den utvalda gatan i Berlin.



Figur 7. Trender i 98 percentils timmedel NO₂ halter med år 2003 som startår.



Figur 8. Variationen i 98 percentils timmedelvärde av NO₂ mellan år 2003-2008 för de utvalda gatorna och i förhållande till EG-direktiv och svensk miljökvalitetsnorm (MKN). Källa: EEA, Airbase

I Aten på Athinas har timmedelvärde av NO₂ sjunkit med 8 % från $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde NO₂ per år var $1,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten steg mellan åren 2006/2007 med $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten sjönk under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 med $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NO₂ för hela perioden (2003-2008) var -7 %. EG-

direktivet med gränsvärdet $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för timmedelvärde NO_2 klarades under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärdet av NO_2 minskade med $1,29 \pm 4,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för utvalda gatan i Aten.

I Paris på *Place Victor Basch* har timmedelvärdet av NO_2 minskat med 7 % från $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NO_2 per år var $0,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten ökade under åren 2004/2005 och 2005/2006 med $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten sjönk i början av perioden 2003/2004 och i slutet 2006/2007 och 2007/2008 med $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO_2 för hela perioden (2003-2008) var -5 %. EG-direktivet med gränsvärdet $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för timmedelvärde NO_2 klarades under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärdet av NO_2 ökade med $0,29 \pm 6,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för utvalda gatan i Paris.

I Madrid på *Marqués de Salamanca* har timmedelvärdet NO_2 gått ner 4 % från $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NO_2 per år var $1,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten steg mellan åren 2006/2007 med $32,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medan den sjönk under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 med $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $25,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO_2 för hela perioden (2003-2008) var 1 %. EG-direktivet med gränsvärdet $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för timmedelvärde NO_2 klarades under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärdet av NO_2 minskade med $1,36 \pm 9,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för den utvalda gatan i Madrid.

I Milano på *via Senato* har timmedelvärdet av NO_2 sjunkit med 3 % från $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet NO_2 per år var $0,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten ökade mellan åren 2003/2004 och 2005/2006 med $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten sjönk under åren 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 med $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO_2 för hela perioden (2003-2008) var 3 %. EG-direktivet med gränsvärdet $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för timmedelvärde NO_2 klarades under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärdet av NO_2 minskade med $0,80 \pm 9,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för den utvalda gatan i Milano.

På *Kirkeveien* i Oslo har det lägsta timmedelvärdet av NO_2 uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Timmedelvärdet av NO_2 har ökat med 18 % från $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO_2 per år var $4,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Timmedelvärdet av NO_2 ökade under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 med $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $20,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Timmedelvärdet av NO_2 sjönk i slutet av perioden under åren 2006/2007 och 2007/2008 med $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO_2 för hela perioden (2003-2008) var 20 %. EG-direktivet med gränsvärdet $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för timmedelvärde NO_2 klarades under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärdet av NO_2 ökade med $4,30 \pm 7,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för den utvalda gatan i Oslo.

I Köpenhamn på *Jagtvej* har timmedelvärde av NO₂ ökat med 9 % från 104 µg/m³ till 113 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärde NO₂ per år var 2,02 µg/m³. Halten sjönk under åren 2003/2004, 2004/2005 och 2006/2007 med 0,7 µg/m³, 2,5 µg/m³ respektive 18,6 µg/m³. Halten ökade mellan åren 2005/2006 och 2007/2008 med 22 µg/m³ respektive 9 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NO₂ för hela perioden (2003-2008) var 12 %. EG-direktivet med gränsvärde 200 µg/m³ för timmedelvärde NO₂ klarades under hela perioden (2003-2008). Timmedelvärde av NO₂ ökade med $2,02 \pm 5,54$ µg/m³ per år för den utvalda gatan i Köpenhamn.

På *Marylebone road* i London har det högsta timmedelvärde av NO₂ uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Timmedelvärde av NO₂ har ökat med 7 % från 235 µg/m³ till 252 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärde NO₂ per år var 1,74 µg/m³. Halten sjönk mellan åren 2003/2004, 2005/2006 och 2006/2007 med 2 µg/m³, 12 µg/m³ respektive 15 µg/m³ medan den ökade mellan åren, 2004/2005 och 2007/2008 med 23 µg/m³ respektive år. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NO₂ för hela perioden (2003-2008) var 8 %. EG-direktivet med gränsvärde 200 µg/m³ för timmedelvärde NO₂ överskreds under hela perioden (2003-2008) med 35,0 µg/m³, 33,0 µg/m³, 56,0 µg/m³, 44,0 µg/m³, 29,0 µg/m³ respektive 52,0 µg/m³. Timmedelvärde av NO₂ ökade med $1,74 \pm 7,74$ µg/m³ per år för den utvalda gatan i London.

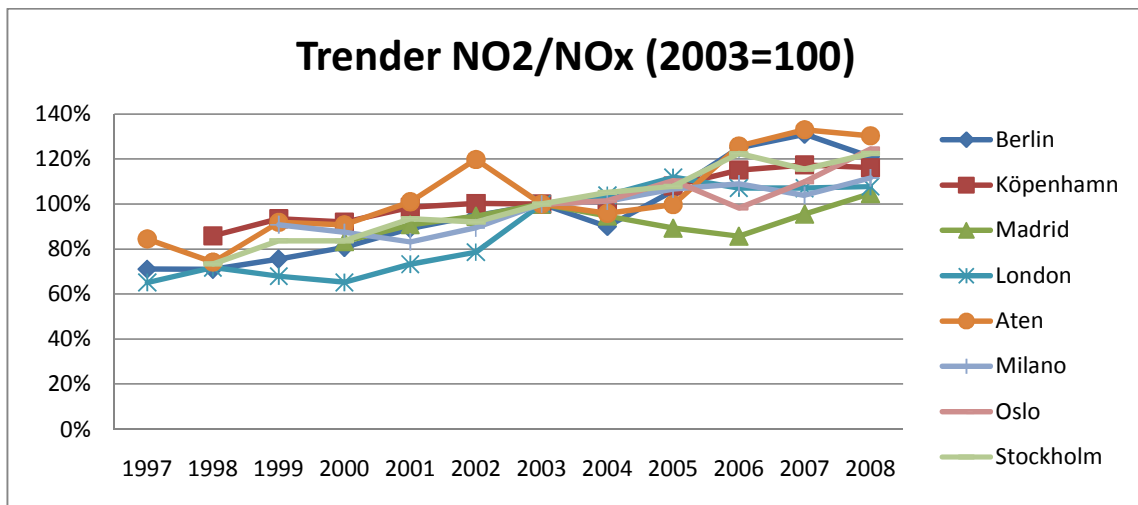
I Stockholm på *Hornsgatan* har timmedelvärde av NO₂ ökat med 1 % från 108 µg/m³ till 109 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärde NO₂ per år var 0,92 µg/m³. Under åren 2004/2005 och 2005/2006 ökade halten med 1,5 µg/m³ respektive 5,6 µg/m³ medan den sjönk under åren 2003/2004, 2006/2007 och 2007/2008 med 4,2 µg/m³, 0,4 µg/m³ respektive 1,1 µg/m³. Den procentuella förändringen av timmedelvärde NO₂ för hela perioden (2005-2008) var 1.5 %. EG-direktivet med gränsvärde 200 µg/m³ för timmedelvärde NO₂ klarades under hela perioden (2003-2008). Svenska miljö kvalitetsnormen för timmedelvärde NO₂ överskreds dock under hela perioden (2003-2008) med 18,0 µg/m³, 13,9 µg/m³, 15,9 µg/m³, 20,9 µg/m³, 20,5 µg/m³ respektive 19,4 µg/m³. Timmedelvärde av NO₂ ökade med $0,92 \pm 1,70$ µg/m³ per år för den utvalda gatan i Stockholm.

Tabell 7. Visar variationen 98 – percentils timmedelhalter av NO₂; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

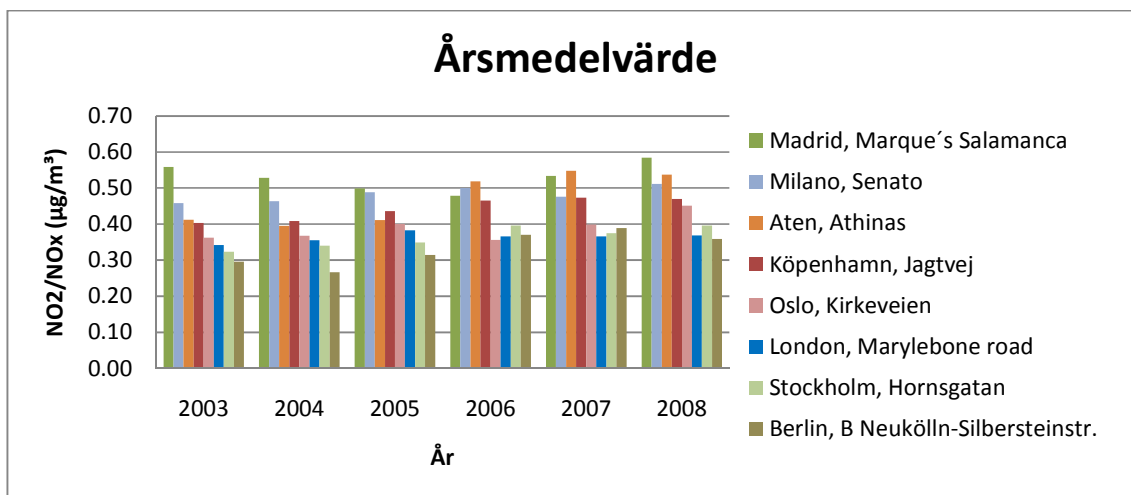
Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av 98%-il NO ₂ (µg/m ³)	Procentuell förändring av 98%-il NO ₂ -halten mellan år 2003 och 2008	Förändring av 98%-il NO ₂ -halten mellan år 2003 och 2008 (µg/m ³)	Minimumvärde under åren 2003-2008 (µg/m ³)	Maxvärde under åren 2003-2008 (µg/m ³)
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2003-2008	-3,34	-25	-36,6	106,5	144,0
Köpenhamn, Jagtvej	2003-2008	2,2	9	9,2	100,9	122,9
Madrid, Marque's Salamanca	2003-2008	-1,36	-4	-6,2	111,4	146,7
Paris, Place Victor Basch	2003-2008	0,29	-7	-12	164,0	188,0
London, Marylebone road	2003-2008	1,74	7	17	229,0	256,0
Aten, Athinas	2003-2008	-1,29	-8	-11	116,0	134,0
Milano, via Senato	2003-2008	-0,80	-3	-4	129,0	160,0
Oslo, Kirkeveien	2003-2008	4,30	18	16,6	92,9	128,1
Stockholm, Hornsgatan	2003-2008	0,92	1	1,4	103,9	110,9

7.3 Andelen NO₂/NO_x

I Aten på Athinas har andelen NO₂/NO_x ökat med 30 % från 0,41 till 0,54 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 3,41 %. Se tabell 8. Andelen NO₂/NO_x sjönk i början och i slutet av perioden 2003/2004 och 2007/2008 med 0,02 respektive 0,01. Andelen NO₂/NO_x steg under åren 2004/2005, 2005/2006 och 2006/2007 med 0,02, 0,11 respektive 0,03. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 30 %. Andelen NO₂ av NO_x ökar med $3,41 \pm 2,38$ % per år för utvalda gatan i Aten. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).



Figur 9. Trender i andelen NO₂ av NO_x med år 2003 som startår.



Figur 10. Variationen i andelen NO₂ av NO_x mellan år 2003-2008 för de utvalda gatorna.

I Oslo på *Kirkeveien* har andelen NO₂/NO_x ökat med 24 % från 0,36 µg/m³ till 0,45 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 1,40 %. Andelen NO₂/NO_x sjönk i mitten av perioden mellan åren 2005/2006 med 0,04. Andelen NO₂/NO_x ökade under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 med 0,01, 0,03, 0,04 respektive 0,05. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 24 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade med $1,40 \pm 1,77$ % per år för den utvalda gatan i Oslo.

I Stockholm på *Hornsgatan* har andelen NO₂/NO_x ökat med 22 % från 0,32 till 0,40 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 1,46 %. Andelen NO₂/NO_x ökade under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 med 0,02, 0,01, 0,05 respektive 0,02. Andelen NO₂/NO_x minskade mellan åren 2006/2007 med 0,02. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 22 %. Variationen mellan åren har en uppåtgående trend där andelen NO₂ av NO_x ökade med $1,46 \pm 0,97$ % per år för den utvalda gatan i Stockholm.

I Berlin på *Neukölln-Silbersteinstrasse* har den lägsta andelen NO₂/NO_x uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Andelen NO₂/NO_x har ökat med 21 % från 0,30 till 0,36 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 2,09 %. Andelen NO₂/NO_x sjönk under periodens början och slut 2003/2004 och 2007/2008 med 0,03 medan andelen NO₂/NO_x ökade mellan åren 2004/2005, 2005/2006 och 2006/2007 med 0,05, 0,06, respektive 0,02. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 23 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade med $2,09 \pm 1,98$ % per år för den utvalda gatan i Berlin. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 13).

I Köpenhamn på *Jagtvej* har andelen NO₂/NO_x ökat med 16 % från 0,40 till 0,47 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 1,58 %. Andelen NO₂/NO_x ökade under åren 2004/2005, 2005/2006 och 2006/2007 med 0,03, 0,03 respektive 0,01. Under åren 2003/2004 och 2007/2008 mättes ingen förändring. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 15 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade med $1,58 \pm 0,77$ % per år för den utvalda gatan i Köpenhamn.

I Milano på *via Senato* har andelen NO₂ av NO_x ökat med 12 % från 0,46 till 0,51 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 0,89 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade under åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 och 2007/2008 med 0,01, 0,03, 0,01 respektive 0,04 medan andelen sjönk mellan 2006/2007 med 0,02. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 12 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade med $0,89 \pm 0,90$ % per år för den utvalda gatan i Milano.

I London på *Marylebone road* har andelen NO₂ av NO_x ökat med 8 % från 0,34 till 0,37 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 0,42 %. Andelen NO₂/NO_x ökade i början av perioden under åren 2003/2004 och 2004/2005 med 0,01 respektive 0,03 för att sedan sjunka 0,02 under 2005/2006. Andelen var oförändrad under 2006/2007 och 2008. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 8 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade med $0,42 \pm 0,83$ % per år för den utvalda gatan i London.

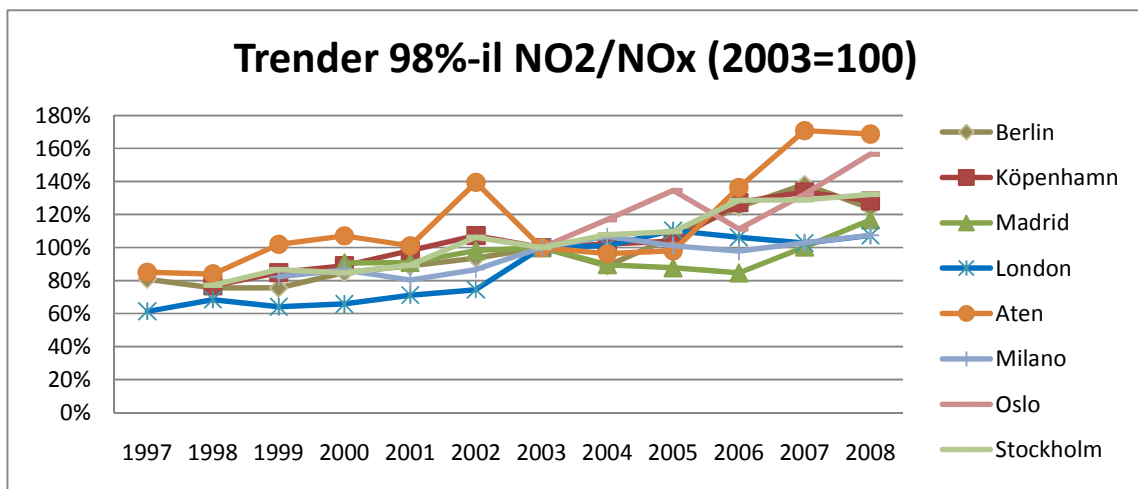
I Madrid på *Marqués de Salamanca* har den högsta andelen NO₂/NO_x uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Andelen NO₂/NO_x har ökat med 5 % från 0,46 till 0,51 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av andelen NO₂/NO_x per år var 0,35 %. Andelen NO₂/NO_x minskade under de tre första åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 med 0,03, 0,03 respektive 0,02. Under åren 2006/2007 och 2007/2008 ökade andelen med 0,05. Den procentuella förändringen av andelen NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 6 %. Andelen NO₂ av NO_x ökade med $0,35 \pm 2,81$ % per år för utvald gata i Madrid.

Tabell 8. Variationen i andelen NO₂/NO_x; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

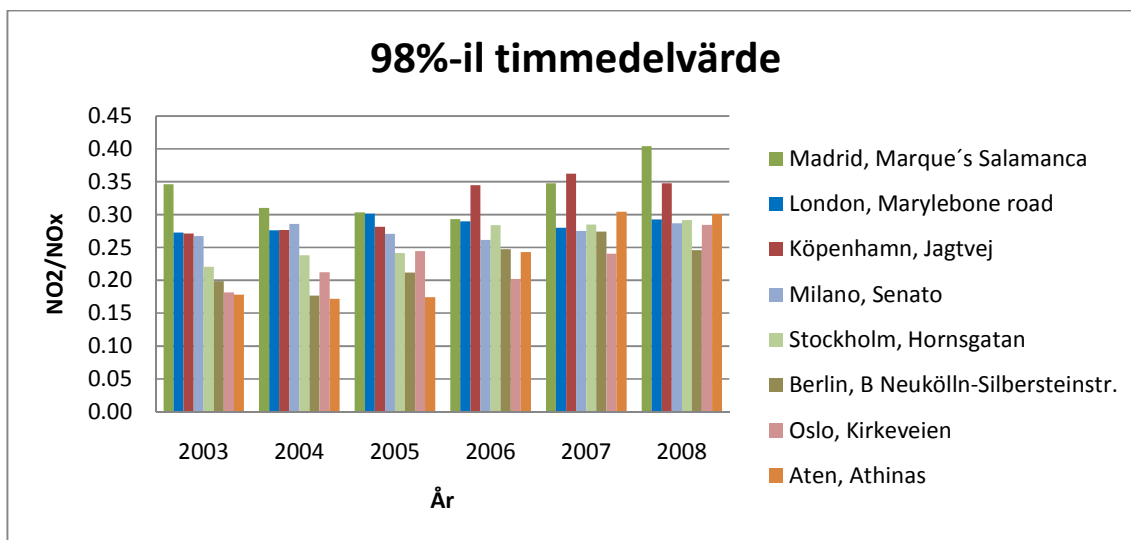
Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av NO ₂ /NO _x i procent	Procentuell förändring av andelen NO ₂ /NO _x mellan år 2003 och 2008	Förändring av andelen NO ₂ /NO _x mellan år 2003 och 2008	Minimumandel under åren 2003-2008	Maxandel under åren 2003-2008
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2003-2008	2,09	21	0,06	0,27	0,39
Köpenhamn, Jagtvej	2003-2008	1,58	16	0,07	0,40	0,47
Madrid, Marque's Salamanca	2003-2008	0,35	5	0,03	0,48	0,58
Paris, Place Victor Basch	-	-	-	-	-	-
London, Marylebone road	2003-2008	0,42	8	0,03	0,34	0,38
Aten, Athinas	2003-2008	3,41	30	0,13	0,40	0,55
Milano, via Senato	2003-2008	0,89	12	0,05	0,46	0,51
Oslo, Kirkeveien	2003-2008	1,40	24	0,09	0,36	0,45
Stockholm, Hornsgatan	2003-2008	1,46	22	0,07	0,32	0,40

Timmedelvärde av NO₂/NO_x

I Aten på Athinas har lägsta timmedelvärdet av NO₂/NO_x uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x har ökat med 69 % från 0,17 till 0,30 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 3,08 %. Se tabell 9. Andelen sjönk i början av perioden 2003/2004 med 0,01 för att sedan vara oförändrad under åren 2004/2005 och 2007/2008. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x steg under åren 2005/2006 och 2006/2007 med 0,07 respektive 0,06. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 61 %. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökade med 3,08 ± 1,88 % per år för utvalda gatan i Aten. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).



Figur 11. Trender i 98 percentils timmedels andel av NO₂/NO_x med år 2003 som startår.



Figur 12. Variationen i 98 percentils timmedels andel av NO₂/NO_x mellan år 2003-2008 för de utvalda gatorna.

I Oslo på *Kirkeveien* har timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökat med 57 % från 0,18 µg/m³ till 0,30 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 1,59 %. Andelen sjönk i mitten av perioden mellan åren 2005/2006 med 0,04 medan den ökade under åren 2003/2004, 2004/2005, 2006/2007 och 2007/2008 med 0,03, 0,03, 0,04 respektive 0,04. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2005-2008) var 52 %. Timmedelvärdet av NO₂ av NO_x ökade med 1,59 ± 1,58 % per år för den utvalda gatan i Oslo. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

I Stockholm på *Hornsgatan* har timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökat med 32 % från 0,22 till 0,29 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet av NO₂/NO_x per år var 1,53 %. Andelen ökade under åren 2003/2004, 2005/2006 och 2007/2008 med 0,02, 0,04 respektive 0,01 medan den stod oförändrad mellan åren 2004/2005 och 2006/2007. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 30 %. Variationen mellan åren har en uppåtgående trend där timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökade med 1,53 ± 0,68 % per år för den utvalda gatan i Stockholm. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

I Köpenhamn på *Jagtvej* har timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökat med 28 % från 0,27 till 0,35 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 2,00 %. Andelen ökade under åren 2003/2004, 2005/2006 och 2006/2007 med 0,01, 0,06 respektive 0,02. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 27 %. Timmedelvärdet av NO₂ av NO_x ökade med 2,00 ± 1,35 % per år för den utvalda gatan i Köpenhamn. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

I Berlin på *Neukölln-Silbersteinstrasse* har timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökat med 24 % från 0,20 till 0,25 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 1,61 %. Andelen sjönk under periodens början och slut 2003/2004 och 2007/2008 med 0,02 respektive 0,03. Andelen ökade mellan åren 2004/2005, 2005/2006 och 2006/2007 med 0,04, 0,04, respektive 0,03. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 26 %. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökade med $1,61 \pm 1,50$ % per år för den utvalda gatan i Berlin. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).

I Madrid på *Marqués de Salamanca* har högsta timmedelvärdet av NO₂/NO_x uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x har ökat med 17 % från 0,35 till 0,40 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 1,12 %. Andelen minskade under de tre första åren 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 med 0,04, 0,01 respektive 0,01. Under åren 2006/2007 och 2007/2008 ökade andelen med 0,05 respektive 0,06. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 19 %. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökade med $1,12 \pm 2,62$ % per år för utvald gata i Madrid.

I London på *Marylebone road* har timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökat med 7 % från 0,27 till 0,29 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 0,29 %. Andelen ökade under åren 2004/2005 och 2007/2008 med 0,03 respektive 0,01. Andelen sjönk under åren 2005/2006 och 2006/2007 med 0,01. I början av perioden mellan åren 2003/2004 stod andelen i stort sätt still. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 8 %. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökade med $0,29 \pm 0,70$ % per år för den utvalda gatan i London.

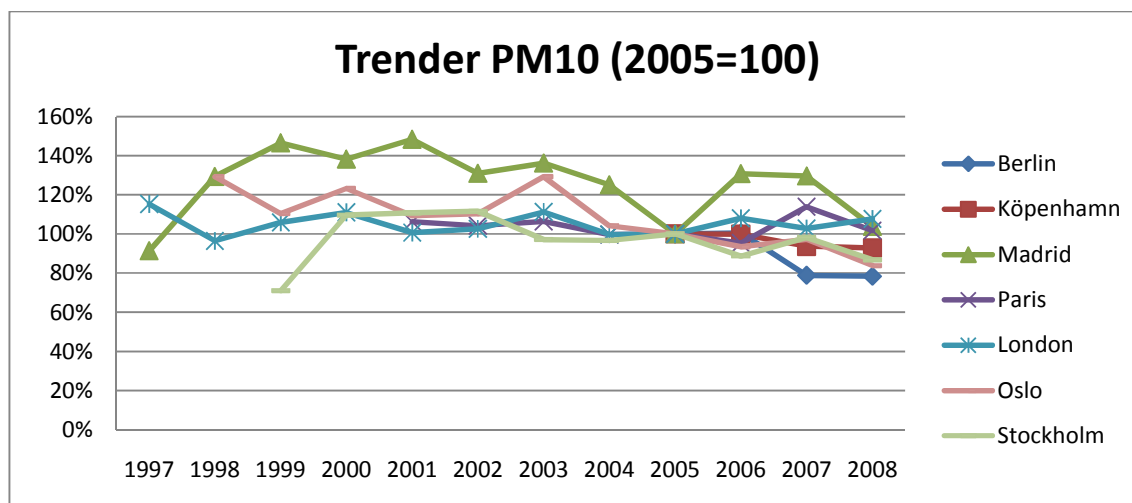
I Milano på *via Senato* har timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökat med 7 % från 0,27 till 0,29 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärdet NO₂/NO_x per år var 0,17 %. Andelen ökade under åren 2003/2004, 2006/2007 och 2007/2008 med 0,02, 0,01 respektive 0,01. Andelen minskade 2004/2005 och 2005/2006 med 0,01. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet NO₂/NO_x för hela perioden (2003-2008) var 8 %. Timmedelvärdet av NO₂/NO_x ökade med $0,17 \pm 0,72$ % per år för den utvalda gatan i Milano.

Tabell 9. Visar variationen 98 – percentils timmedelvärde av NO₂/NO_x; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

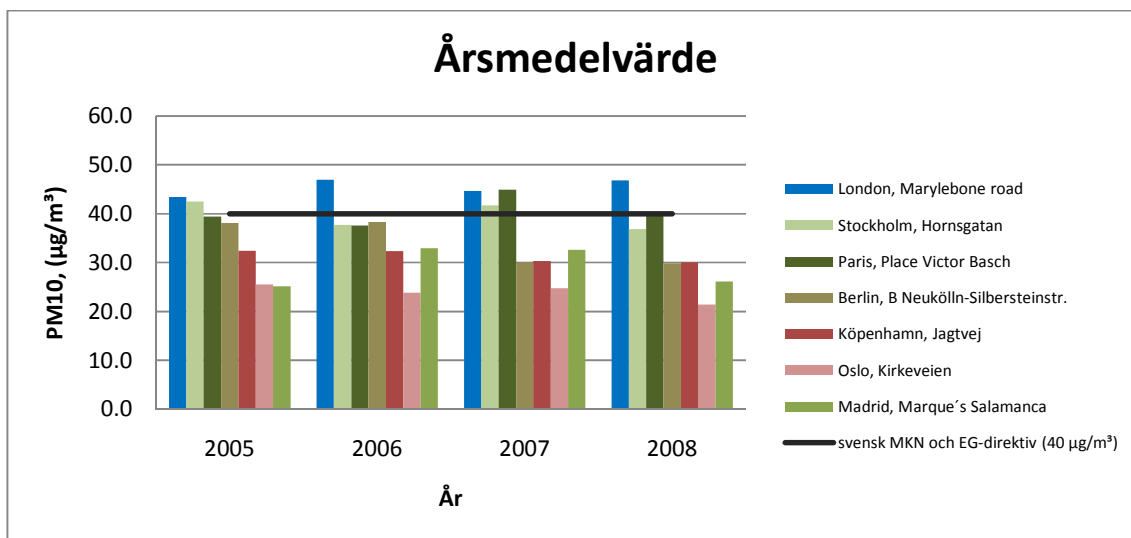
Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av 98%-il NO ₂ /NO _x i procent	Procentuell förändring av 98%-il NO ₂ /NO _x mellan år 2003 och 2008	Förändring av 98%-il NO ₂ /NO _x mellan år 2003 och 2008	Minimumvärde under åren 2003-2008	Maxvärde under åren 2003-2008
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2003-2008	1,61	24	0,05	0,18	0,27
Köpenhamn, Jagtvej	2003-2008	2,00	28	0,08	0,27	0,36
Madrid, Marque's Salamanca	2003-2008	1,12	17	0,06	0,29	0,40
Paris, Place Victor Basch	-	-	-	-	-	-
London, Marylebone road	2003-2008	0,29	7	0,02	0,27	0,30
Aten, Athinas	2003-2008	3,08	69	0,12	0,17	0,30
Milano, via Senato	2003-2008	0,17	7	0,02	0,26	0,29
Oslo, Kirkeveien	2003-2008	1,57	57	0,10	0,18	0,28
Stockholm, Hornsgatan	2003-2008	1,53	32	0,07	0,22	0,29

7.4 Partiklar, PM₁₀

I Berlin på Neukölln-Silbersteinstrasse har PM₁₀ halten minskat med 22 % från 38,1 µg/m³ till 29,9 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av PM₁₀ per år var 3,31 µg/m³. Se tabell 10. PM₁₀ halten ökar mellan åren 2005/2006 med 0,2 µg/m³ för att sedan minska under åren 2006/2007 och 2007/2008 med 8,3 µg/m³ respektive 0,2 µg/m³. Den procentuella förändringen av halten PM₁₀ för hela perioden (2005-2008) var -22 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM₁₀ klaras under alla åren. Årsmedelvärdet av PM₁₀ minskade med 3,31 ± 5,04 µg/m³ per år för utvald gata i Berlin.



Figur 13. Trender i PM₁₀halten med år 2005 som startår.



Figur 14. Variationen i PM10 halten mellan år 2005-2008 för de utvalda gatorna och i förhållande till EG-direktiv och svensk miljö kvalitetsnorm, (MKN).

På Kirkeveien i Oslo har den lägsta PM10 halten uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. PM10 halten har minskat med 16 % från 25,5 µg/m³ till 21,4 µg/m om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av PM10 per år var 1,14 µg/m³. Halten ökade mellan 2006/2007 med 1 µg/m³ medan den minskade 2005/2006 och 2007/2008 med 1,7 µg/m³ respektive 3,4 µg/m³. Den procentuella förändringen av PM10 halten för hela perioden (2005-2008) var -16 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM10 klaras under alla åren. Årsmedelvärdet av PM10 halten minskade med $1,14 \pm 2,46$ µg/m³ per år för utvald gata i Oslo.

I Stockholm på Hornsgatan har PM10 halten gått ner 13 % från 42,5 µg/m³ till 36,9 µg/m om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av PM10 per år var 1,28 µg/m³. Under åren 2005/2006 och 2007/2008 sjönk PM10 halten med 4,8 µg/m³ respektive år. Under åren 2006/2007 ökade halten med 4 µg/m³. Den procentuella förändringen av PM10 halten för hela perioden (2005-2008) var -12 %. Svenska miljö kvalitetsnormen och EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM10 överskrids under åren 2005 med 1,7 µg/m³ och 2007 med 1,7 µg/m³. Under åren 2005 och 2008 klaras normen. Årsmedelvärdet av PM10 minskade med $1,28 \pm 5,38$ µg/m³ per år för utvald gata i Stockholm.

I Köpenhamn på Jagtvej har PM10 halten sjunkit med 7 % från 32,4 µg/m³ till 30,1 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av PM10 halten per år var 0,90 µg/m³. PM10 halten minskade mellan åren 2006/2007 och 2007/2008 med 2 µg/m³ respektive 0,3 µg/m³ för att vara i princip oförändrad mellan 2005/2006. Den procentuella förändringen av PM10 halten för hela perioden (2005-2008) var -7 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM10 klaras under alla åren. Årsmedelvärdet av PM10 minskade med $0,90 \pm 1,14$ µg/m³ per år för den utvalda gatan i Köpenhamn.

I London på *Marylebone road* har den högsta PM10 halten uppmäts av de utvalda europeiska gatorna. PM10 halten har ökat med 8 % från 43,4 µg/m³ till 46,9 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av PM10 halten per år var 0,78 µg/m³. Halten sjönk mellan åren 2005/2006 med 2,2 µg/m³. Halten ökade under åren 2005/2006 och 2007/2008 med 3,5 µg/m³ respektive 2,1 µg/m³. Den procentuella förändringen av PM10 halten för hela perioden (2005-2008) var 8 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM10 överskreds under alla åren (2005-2008) med 3,4 µg/m³, 6,9 µg/m³, 4,7 µg/m³ respektive 6,8 µg/m³. Årsmedelvärdet av PM10 ökade med 0,78 ± 3,20 µg/m³ per år för den utvalda gatan i London.

I Madrid på *Marqués de Salamanca* har PM10 halten ökat med 4 % från 25,2 µg/m³ till 26,1 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av PM10 per år var 0,26 µg/m³. PM10 halten sjönk under åren 2006/2007 och 2007/2008 med 0,3 µg/m³ respektive 6,5 µg/m³. Mellan åren 2005/2006 ökade halten med 7,7 µg/m³. Den procentuella förändringen av halten PM10 för hela perioden (2005-2008) var -10 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM10 klarades under alla åren. Årsmedelvärdet av PM10 ökade med 0,26 ± 9,68 µg/m³ per år för utvald gata i Madrid.

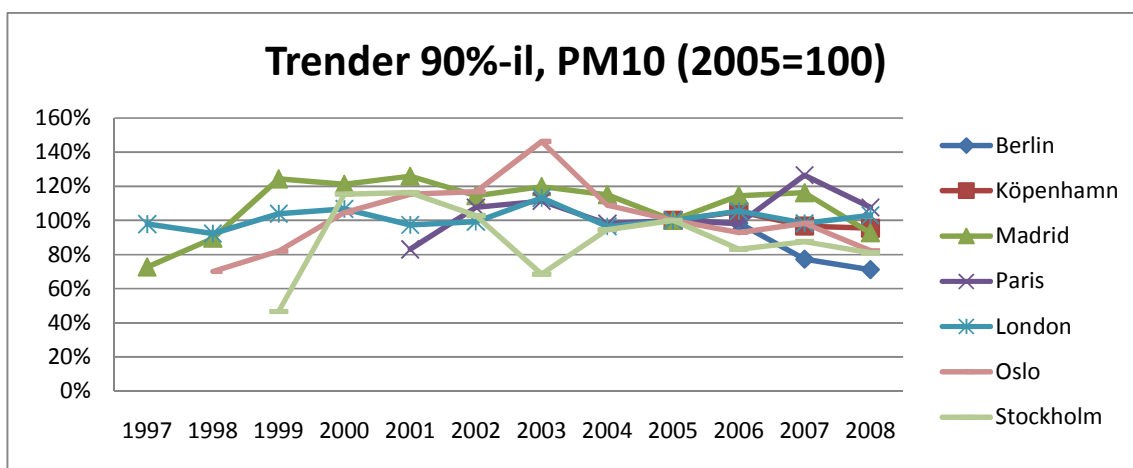
I Paris på *Place Victor Basch* har PM10 halten ökat med 2 % från 39,4 µg/m³ till 40,1 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av NO₂ per år var 0,94 µg/m³. PM10 halten ökade mellan åren 2006/2007 med 7,3 µg/m³. Under åren 2005/2006 och 2007/2008 minskade halten med 1,8 µg/m³ respektive 4,8 µg/m³. Den procentuella förändringen av PM10 halten för hela perioden (2005-2008) var 4 %. EG-direktivets gränsvärde för årsmedelvärdet PM10 klaras under alla åren förutom 2007 då halten överstiger normen med 4,9 µg/m³. Årsmedelvärdet av PM10 ökade med 0,94 ± 6,78 µg/m³ per år för den utvalda gatan i Paris.

Tabell 10. PM10 -haltens variation; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa

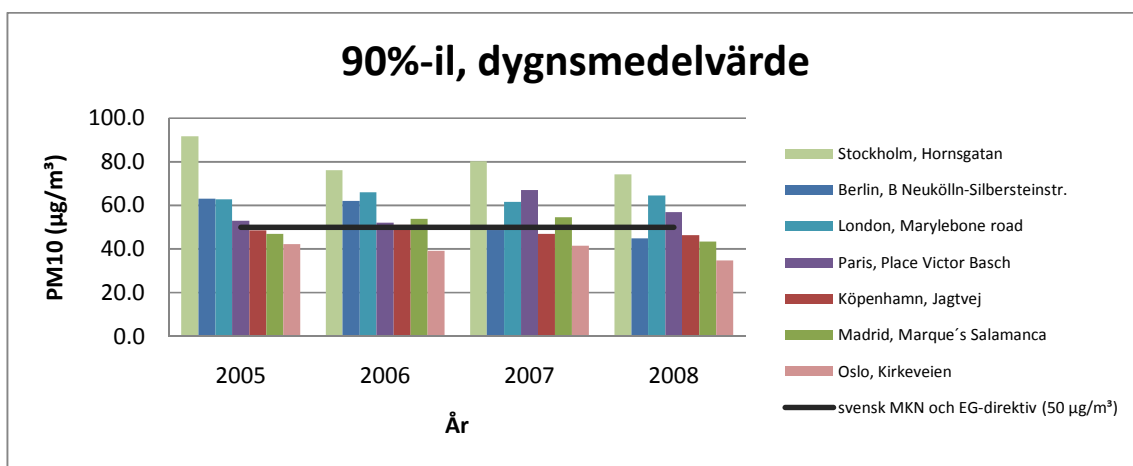
Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av PM10 (µg/m ³)	Procentuell förändring av PM10-halten mellan år 2005 och 2008	Förändring av PM10-halten mellan år 2005 och 2008 (µg/m ³)	Minimumvärde under åren 2005-2008 (µg/m ³)	Maxvärde under åren 2005-2008 (µg/m ³)
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2005-2008	- 3,31	-22	-8,3	29,9	38,3
Köpenhamn, Jagtvej	2005-2008	-0,90	-7	-2,3	30,1	32,4
Madrid, Marqués de Salamanca	2005-2008	0,26	4	1	25,2	32,9
Paris, Place Victor Basch	2005-2008	0,94	2	0,7	37,6	44,9
London, Marylebone road	2005-2008	0,78	8	3,3	43,4	46,9
Aten, Athinas	2005-2008	-	-	-	-	-
Milano, via Senato	2005-2008	-	-	-	-	-
Oslo, Kirkeveien	2005-2008	-1,14	-16	-4,1	21,4	25,5
Stockholm, Hornsgatan	2005-2008	-1,28	-13	-5,6	36,9	42,5

Dygnsmedelvärden av PM10

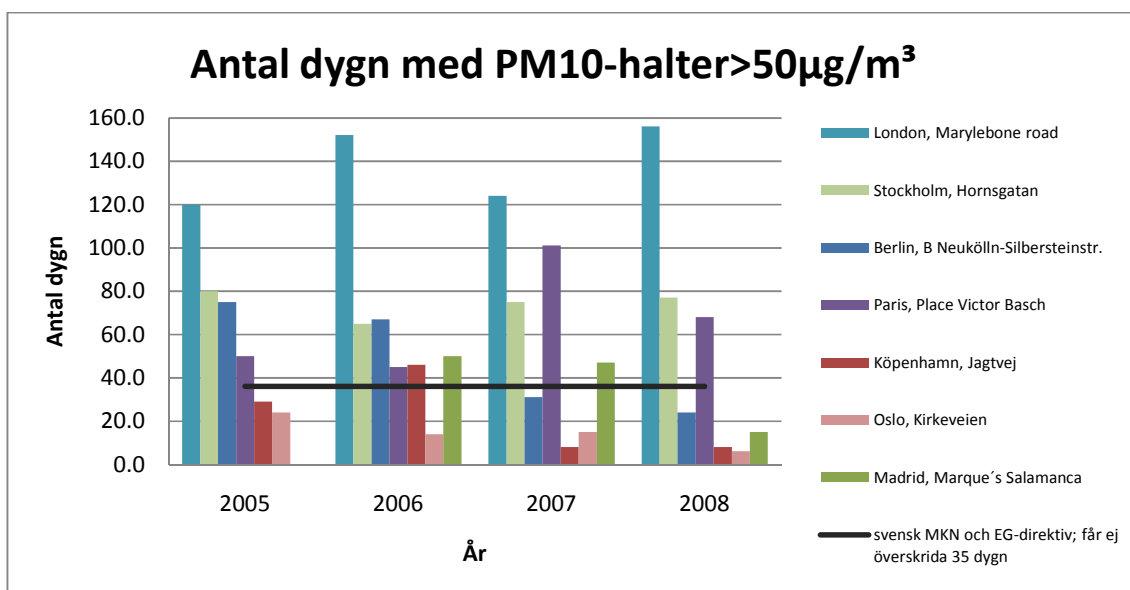
I Berlin på *Neukölln-Silbersteinstrasse* har dygnsmedelvärdet av PM10 minskat mest av de utvalda gatorna. Dygnsmedelvärdet av PM10 minskade med 29 % från 63,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ till 44,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av dygnsmedelvärdet PM10 per år var 6,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se tabell 11. Halten minskade under åren 2005/2006, 2006/2007 och 2007/2008 med 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 13,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 3,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var -31 %. EG-direktivets gränsvärde överskreds under åren 2005 med 40 dygn och under 2006 med 32 dygn. Trenden är nedåtgående och EG-direktivet klarades under 2007 och 2008. Dygnsmedelvärdet PM10 minskade med $6,79 \pm 6,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för utvald gata i Berlin.



Figur 15. Trender i dygnsmedelvärde PM10 för de utvalda gatorna med år 2005 som startår.



Figur 16. Variationen i dygnsmedelvärde PM10 mellan år 2005-2008 för de utvalda gatorna och i förhållande till EG-direktiv och svensk miljö kvalitetsnorm (MKN).



Figur 17. Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde PM10 är 50 µg/m³. Normen får ej överskridas mer än 35 dygn per år. Det är endast Kirkeveien i Oslo som klarar normen under hela perioden (2005-2008).

Hornsgatan i Stockholm har det högsta dygnsmedelvärdet av PM10 av de utvalda europeiska gatorna (se tabell 11). Dygnsmedelvärdet PM10 har minskat med 19 % från 91,6 µg/m³ till 74,2 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av dygnsmedelvärdet PM10 per år var 4,80 µg/m³. Under åren 2005/2006 och 2007/2008 minskade halten med 15,6 µg/m³ respektive 6,0 µg/m³. Mellan åren 2006/2007 ökade halten med 4,1 µg/m³. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var -19 %. Svenska miljö kvalitetsnormen och EU-direktivet överskrids under alla åren (2005-2008); 45, 30, 40 respektive 42 dygn. Se figur 17. Dygnsmedelvärdet av PM10 minskade med 4,80 ± 11,17 µg/m³ per år för utvald gata i Stockholm.

Kirkeveien i Oslo har det lägsta dygnsmedelvärdet av PM10 av de utvalda europeiska gatorna. Halten har minskat med 18 % från 42,2 µg/m³ till 34,7 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av dygnsmedelvärdet PM10 per år var 2,01 µg/m³. Halten ökade mellan 2006/2007 med 2,3 µg/m³ medan den minskade under 2005/2006 och 2007/2008 med 3,0 µg/m³ respektive 6,8 µg/m³. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var -18 %. Kirkeveien var den enda gatan som klarade EG-direktivets gränsvärde för dygnsmedelvärde av PM10. Dygnsmedelvärdet av PM10 minskade med 2,01 ± 5,06 µg/m³ per år för utvald gata i Oslo.

I Madrid på Marqués de Salamanca har dygnsmedelvärdet av PM10 minskat med 7 % från 47 µg/m³ till 43,5 µg/m³ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av halten per år var 0,96 µg/m³. Halten sjönk mellan åren 2007/2008 med 11,0 µg/m³. Under åren 2005/2006 och

2006/2007 ökade halten med $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var -4 %. EG-direktivets gränsvärde överskreds under åren 2006 med 15 dygn och under 2007 med 12 dygn. EG-direktivet klarades under start året 2005 och slut året 2008. Dygnsmedelvärdet av PM10 minskade med $0,96 \pm 12,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för utvald gata i Madrid.

I Köpenhamn på *Jagtvej* har dygnsmedelvärdet av PM10 minskat med 5 % från $48,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $46,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av halten per år var $1,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten minskade under åren 2006/2007 och 2007/2008 med $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medan den ökade mellan åren 2005/2006 med $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var -4 %. EG-direktivets gränsvärde klarades under åren 2005, 2007 och 2008. År 2006 överskreds normen med 11 dygn. Dygnsmedelvärdet av PM10 minskade med $1,07 \pm 3,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för utvald gata i Köpenhamn.

I Paris på *Place Victor Basch* har dygnsmedelvärdet av PM10 ökat med 8 % från $53,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $57,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av halten per år var $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten ökade mellan åren 2006/2007 med $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Under åren 2005/2006 och 2007/2008 minskade halten med $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var 12 %. EG-direktivets gränsvärde överskreds under alla åren (2005-2008) med 15, 10, respektive 33 dygn. Dygnsmedelvärdet av PM10 ökade med $2,7 \pm 13,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för den utvalda gatan i Paris.

I London på *Marylebone road* har dygnsmedelvärdet av PM10 ökat med 3 % från $62,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till $64,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av dygnsmedelvärdet PM10 per år var $0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halten sjönk mellan åren 2006/2007 med $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och ökade under åren 2005/2006 och 2007/2008 med $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den procentuella förändringen av dygnsmedelvärdet PM10 för hela perioden (2005-2008) var 3 %. EG-direktivets gränsvärde överskreds under alla åren (2005-2008) med 85, 117, 89 respektive 121 dygn. Dygnsmedelvärdet av PM10 ökade med $0,10 \pm 4,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år för utvald gata i London.

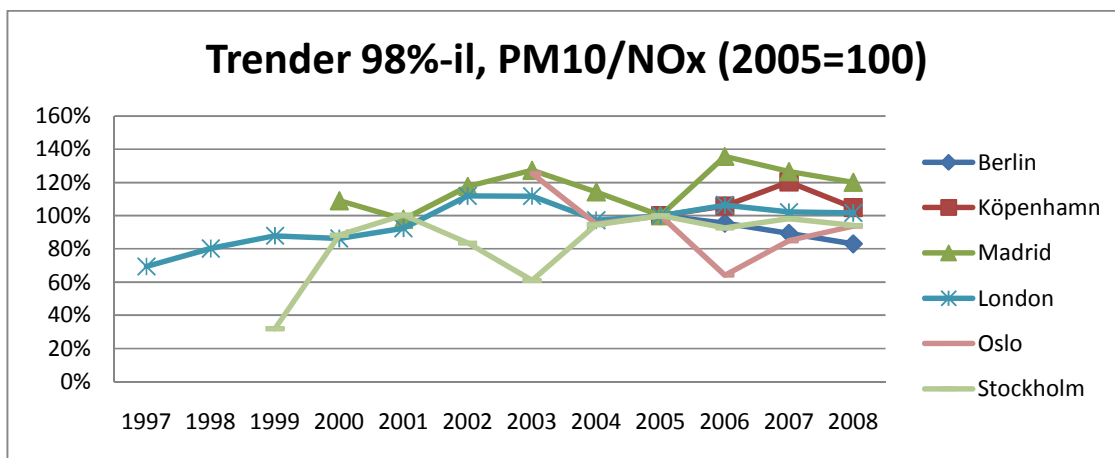
Tabell 11. Visar variationen 90 – percentils timmedelhalter av PM10; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av 90%-il PM10 (µg/m³)	Procentuell förändring av PM10-halten mellan år 2005 och 2008	Förändring av PM10-halten mellan år 2005 och 2008 (µg/m³)	Minimumvärde under åren 2005-2008 (µg/m³)	Maxvärde under åren 2005-2008 (µg/m³)
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2005-2008	- 6.79	-29	-18.2	44.9	63.1
Köpenhamn, Jagtvej	2005-2008	-1.07	-5	-2.2	46.3	51.0
Madrid, Marque's Salamanca	2005-2008	-0.96	-7	-3.4	43.5	54.6
Paris, Place Victor Basch	2005-2008	2.7	8	4	52.0	67.0
London, Marylebone road	2005-2008	0.10	3	1.8	61.6	66.1
Aten, Athinas	2005-2008	-	-	-	-	-
Milano, via Senato	2005-2008	-	-	-	-	-
Oslo, Kirkeveien	2005-2008	-2.01	-18	-7.5	34.7	42.2
Stockholm, Hornsgatan	2005-2008	-4.80	-19	-17.4	74.2	91.6

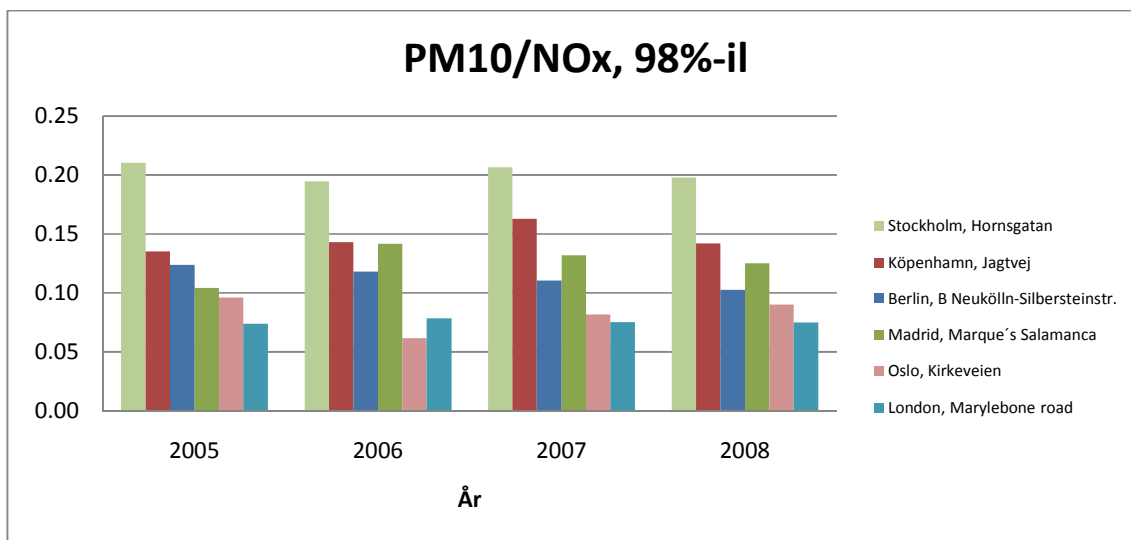
7.5 Timmedelvärde av PM10/NOx

Extremandelen det vill säga dygnsmedelvärde av PM10/NOx återspeglar den lokala trafikens inflytande bättre än årsmedelvärde som får stort inflytande av bakgrundshalterna.

I Berlin på Neukölln-Silbersteinstrasse har timmedelvärdet av PM10/NOx minskat mest med 17 % från 0,12 till 0,10 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärdet PM10/NOx per år var 0,71 % (se tabell 12). Andelen PM10/NOx sjönk under åren 2005/2006, 2006/2007 och 2007/2008 med 0,01 respektive år. Den procentuella förändringen av timmedelvärdet av PM10/NOx för hela perioden (2005-2008) var -18 %. Timmedelvärdet av PM10/NOx minskade med $0,71 \pm 0,17$ % per år för utvalda gatan i Berlin. Trenden är statistiskt säkerställd (se tabell 14).



Figur 19. Trender i 98 percentils timmedel PM10/NOx med år 2005 som startår.



Figur 20. Variationen i 98 percentils timmedel PM10/NOx mellan år 2005-2008 för de utvalda gatorna.

På Kirkeveien har det lägsta timmedelvärde av PM10/NOx uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna. Timmedelvärde PM10/NOx har minskat med 6 % från 0,10 till 0,09 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde PM10/NOx per år var 0,02 %. Andelen sjönk mellan åren 2005/2006 med 0,03. Under åren 2006/2007 och 2007/2008 ökade halten med 0,02 respektive 0,01. Den procentuella förändringen av andelen PM10/NOx för hela perioden (2005-2008) var 7 %. Timmedelvärde PM10 av NOx minskade med $0,02 \pm 3,54$ % per år för den utvalda gatan i Oslo.

På Hornsgatan har det högsta timmedelvärde av PM10/NOx uppmäts jämfört med de utvalda europeiska gatorna (0,21). Timmedelvärde PM10/NOx har minskat med 6 % från 0,21 till 0,20 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga minskningen av timmedelvärde PM10/NOx per år var 0,25 %. Andelen ökade mellan åren 2006/2007 med 0,01. Under åren 2005/2006 och 2007/2008 minskade andelen med 0,02 respektive 0,01. Den procentuella förändringen av andelen PM10/NOx för hela perioden (2005-2008) var -6 %. Timmedelvärde PM10 av NOx minskade med $0,25 \pm 1,53$ % per år för den utvalda gatan i Stockholm.

I Madrid på Marqués de Salamanca har timmedelvärde PM10 av NOx ökat mest med 20 % från 0,10 till 0,13 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärde PM10/NOx per år var 0,53 %. Andelen ökade mellan 2005/2006 med 0,04 medan den minskade under åren 2006/2007 och 2007/2008 med 0,01 respektive år. Den procentuella förändringen av andelen PM10/NOx för hela perioden (2005-2008) var 24 %. Timmedelvärde PM10 av NOx ökade med $0,53 \pm 3,35$ % per år för utvald gata i Madrid.

I Köpenhamn på *Jagtvej* har timmedelvärde PM10 av NOx ökat med 5 % från 0,14 till 0,14 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedelvärde PM10/NOx per år var 0,40 %. Andelen ökade under åren 2005/2006 och 2006/2007 med 0,01 respektive 0,02 för att minska mellan åren 2007/2008 med 0,02. Den procentuella förändringen av timmedelvärde PM10/NOx för hela perioden (2005-2008) var 7 %. Timmedelvärde PM10 av NOx minskade med $0,40 \pm 2,53$ % per år för utvalda gatan i Köpenhamn.

I London på *Marylebone road* har timmedelvärde PM10 av NOx ökat med 2 % från 0,07 till 0,08 om man jämför start- och slutår. Den genomsnittliga ökningen av timmedels andel PM10/NOx per år var 0,01 %. Andelen var i stort sett oförändrad under perioden. Den procentuella förändringen av andelen PM10/NOx för hela perioden (2005-2008) var 2 %. Timmedelvärde PM10 av NOx ökar med $0,01 \pm 0,47$ % per år för den utvalda gatan i London.

Tabell 12. Visar variationen 98 – percentils timmedelandel av PM10/NOx; genomsnittsförändring per år, förändring mellan start- och slutår i procent och i absoluta tal samt minimum- och maxvärden under perioden för de utvalda gatorna i Europa.

Stad/gata	Period	Årlig genomsnittlig förändring av 98%ilPM10/NOx i procent	Procentuell förändring av 98%ilPM10/NOx mellan år 2005 och 2008	Förändring av 98%ilPM10/NOx mellan år 2005 och 2008	Minimumvärde under åren 2005- 2008	Maxvärde under åren 2005- 2008
Berlin, B Neukölln Silbersteinstr.	2005-2008	- 0,71	- 17	- 0,02	0,10	0,12
Köpenhamn, Jagtvej	2005-2008	0,40	5	0,01	0,14	0,16
Madrid, Marque's Salamanca	2005-2008	0,53	20	0,02	0,10	0,14
Paris, Place Victor Basch	2005-2008	-	-	-	-	-
London, Marylebone road	2005-2008	0,01	2	0,00	0,07	0,08
Aten, Athinas	2005-2008	-	-	-	-	-
Milano, via Senato	2005-2008	-	-	-	-	-
Oslo, Kirkeveien	2005-2008	- 0,02	-6	- 0,01	0,06	0,10
Stockholm, Hornsgatan	2005-2008	- 0,25	-6	- 0,01	0,19	0,21

Tabell 13. En sammanfattning av årsmedelvärde utveckling hos kväveoxider (2003-2008) och partiklar (2005-2008) för de nio utvalda gatorna, baserat på linjär trend. Då förändringen är statistiskt säkerställd; signifikant har en linjär förändring kunnat påvisas. Signifikanta resultat på 95 % -nivån är markerade i fet stil.

Land/stad/gata	NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2/NOx (%)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
DE	(-13.46 ± 7.92)	(-0.96 ± 4.41)	(2.09 ± 1.98)	(-3.31 ± 5.04)
DK	(-4.84 ± 5.21)	(-0.49 ± 2.68)	(1.58 ± 0.77)	(-0.90 ± 1.14)
ES	(-6.26 ± 3.79)	(-3.06 ± 4.37)	(0.35 ± 2.81)	(0.26 ± 9.68)
FR	(-)	(-0.12 ± 2.46)	(-)	(0.94 ± 6.78)
GB	(-2.31 ± 9.17)	(0.47 ± 3.18)	(0.42 ± 0.83)	(0.78 ± 3.20)
GR	(-8.97 ± 8.04)	(0.43 ± 1.62)	(3.41 ± 2.38)	(-)
IT	(-4.15 ± 7.83)	(-0.80 ± 3.37)	(0.89 ± 0.90)	(-)
NO	(-4.59 ± 7.00)	(-0.46 ± 1.12)	(1.40 ± 1.77)	(-1.14 ± 2.46)
SE	(-7.98 ± 2.46)	(-0.88 ± 0.83)	(1.46 ± 0.97)	(-1.28 ± 5.38)

Tabell 14. En sammanfattning av timmedelvärde (NOx) och dygnsmedelvärde (PM10) utveckling hos kväveoxider under åren 2003-2008 och partiklar under åren 2005-2008, baserat på linjär trend. Signifikanta resultat på 95 % -nivån är markerade med fet stil.

Land/stad/gata	NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2/NOx (%)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10/NOx (%)
DE	(-54.55 ± 28.93)	(-3.34 ± 10.30)	(1.61 ± 1.50)	(-6.79 ± 6.93)	(-0.71 ± 0.17)
DK	(-15.68 ± 14.55)	(2.02 ± 5.54)	(2.00 ± 1.35)	(-1.07 ± 3.72)	(0.40 ± 2.53)
ES	(-16.32 ± 20.56)	(-1.36 ± 9.30)	(1.12 ± 2.62)	(-0.96 ± 12.28)	(0.53 ± 3.35)
FR	(-)	(0.29 ± 6.90)	(-)	(2.70 ± 13.90)	(-)
GB	(-2.54 ± 11.56)	(1.74 ± 7.74)	(0.29 ± 0.70)	(0.10 ± 4.68)	(0.01 ± 0.47)
GR	(-81.63 ± 38.29)	(-1.29 ± 4.94)	(3.08 ± 1.88)	(-)	(-)
IT	(-5.47 ± 38.84)	(-0.80 ± 9.40)	(0.17 ± 0.72)	(-)	(-)
NO	(-11.97 ± 59.97)	(4.30 ± 7.10)	(1.59 ± 1.58)	(-2.01 ± 5.06)	(0.02 ± 3.54)
SE	(-21.75 ± 10.22)	(-0.92 ± 1.70)	(1.53 ± 0.68)	(-4.80 ± 11.17)	(-0.25 ± 1.53)

8. Diskussion

En linjär trend som regressionsanalysen tar fram är ofta en grov förenkling av förändringen i tidsserien (Bignert, 2002). Linjära trender i tidsserier påverkas mycket av vilken tidsperiod som analyseras. Tidsserierna i denna studie är korta och i vissa länder saknas mätdata. Tidsperioden för kväveoxider sträcker sig från 2003 till 2008 medan perioden för partiklar är kortare, från 2005 till 2008. En kortare tidsperiod valdes för partiklar då fler länder hade jämförbar data. Om man istället jämför partikeldata tillbaka till 2003, med nackdelen att färre länder/gator då ingår i jämförelsen, så ändras inte trenden nämnvärt utan förblir oförändrad för respektive land.

Tabell 13 och 14 visar att samtliga trender i både årsmedelvärden och timmedelvärden av NO_x är negativa det vill säga att halten har sjunkit på samtliga utvalda gator i Europa. Det högsta uppmätta årsmedelvärdet på 302 µg/m³ NO_x återfinns i London på Marylebone road. Det näst högsta uppmätta årsmedelvärdet av NO_x är bara hälften så högt och finns i Berlin på Neukölln-Silbersteinstrasse. Anledningen till de höga men ändå sjunkande NO_x halterna i London på Marylebone road kan vara den dubbelt så höga trafikmängden (se tabell 1). Utvalda gatan i Aten och Stockholm har nästan lika höga NO_x halter fast trafikmängden är dubbelt så hög i Stockholm, vilket kan bero på en äldre bilpark i Aten. Timmedelvärdena av NO_x följer årsmedelvärdets trend. Minskningen av trafikens emissioner av NO_x bidrar också till minskningen av den totala PM₁₀ halten. Gator med de mest sjunkande NO_x emissionerna har också de mest sjunkande PM₁₀ halterna.

NO₂ trenden för årsmedelvärden är negativ nästan för alla utvalda gator förutom på Marylebone road i London och Athinas i Aten där NO₂-halten har ökat något. Det är dock endast Kirkeveien i Oslo som klarar EG-direktivet på 40 µg/m³ för årsmedelvärdet NO₂ av de utvalda städernas gator under hela perioden (2003-2008). Det högsta årsmedelvärdet NO₂ på 110 µg/m³ finns på Marylebone road, vilket också kan förklaras av den högsta trafikmängden av de utvalda gatorna. De utvalda medelhavsstädernas gator har högre NO₂ halter än de Skandinaviska städernas gator där trafiktätheten är högre. Orsakerna kan vara en begränsande halt av ozon i de Skandinaviska städerna samt att andelen dieslbilar kan vara högre i Aten (Burman & Johansson, 2010). Trenden för timmedelvärden NO₂ är svårare att tyda. EG-direktivets gränsvärde för timmedelvärdet NO₂ ligger relativt högt i förhållande till de svenska miljökvalitetsnormerna. Nästan alla utvalda gator förutom Marylebone road i London klarade EG-direktivets gränsvärde på 200 µg/m³ under hela perioden (2003-2008).

Den nedåtgående trenden i NO₂ är inte lika tydlig som den nedåtgående trenden i NO_x. NO_x sjunker snabbare än NO₂, dvs andelen NO₂ ökar och det gör den på alla utvalda städernas gator. Mest ökar andelen NO₂/NO_x på Athinas i Aten som också har den näst högsta andelen av de utvalda ländernas gator. I Milano på via Senato är andelsökningen bland de minsta fast andelen är bland de högsta. De högsta uppmätta andelarna finns på medelhavsstädernas gator medan de lägsta finns i

Skandinavien, London och Berlin med undantaget för Köpenhamn som har något högre andel. Timmedelvärdena av andelen NO₂/NO_x följer årsmedelvärdets trend för de utvalda städernas gator.

Trenden för partiklar kan delas upp mellan en nedåtgående trend för de utvalda gatorna i Skandinavien och Berlin samt en uppåtgående trend av partikelhalten för de utvalda gatorna i Paris, Madrid och London. Minskningen av NO_x halterna är lägst i London och Madrid som också är de mest trafikerade gatorna. Partikel ökningen beror troligen på trafik ökningen. Paris saknar NO_x data. Det högsta genomsnittliga årsmedelvärdet på 46 µg/m³ PM₁₀ återfinns på Marylebone road. Det andra och tredje högsta uppmätta värdena erhålls på Place Victor Basch på 41 µg/m³ respektive Hornsgatan på 40 µg/m³. EG-direktivets gränsvärde på 40 µg/m³ för årsmedelvärden överskrids i princip bara av Marylebone road som också har den största trafikmängden. Dygnsmedelvärdetrenden i PM₁₀ följer årsmedelvärdets trend. Däremot hittar man det högsta dygnsmedelvärdet av PM₁₀ på hela 81 µg/m³ i Stockholm. Det andra och tredje högsta uppmätta värdena finns i London på 64 µg/m³ respektive Paris på 57 µg/m³. EG-direktivets gränsvärde på 50 µg/m³ för dygnsmedelvärden är det bara Oslo och Köpenhamn som klarar. Hur kommer det sig att Stockholm har den högsta dygnsmedelhalten PM₁₀ av de utvalda europeiska gatorna när bara trafikmängden är 40 % av Londons? Orsaken till de höga halterna av PM₁₀ i Stockholms gaturum är de kalla vintrarna som bidrar till dubbdäcksanvändning och sandning/saltning av gatorna som i sin tur bildar gatudamm av slitagepartiklar från vägbana (Burman & Johansson, 2010; Pyddoke & Nerhagen, 2010).

Partiklar kan delas in i slitage- och avgaspartiklar. Partikelmåttet PM₁₀ avser massan av partiklar per kubikmeter luft med diametrar upp till 10 µm. I Stockholm består massan av PM₁₀ främst av slitagepartiklar från vägbanan. Totala halten av PM₁₀ består också av lokala avgaspartiklar (NO_x) samt långdistanstransport av partiklar från utsläpp i andra länder.

Genom att ta fram kvoten mellan PM₁₀ och NO_x fås en relation mellan slitagepartiklar (gatudamm) och avgaspartiklar (lokala vägtrafikens emissioner). Relationen är ett mått på den lokala vägtrafikens påverkan på PM₁₀ halterna. Extremandelen det vill säga dygnsmedelvärdet av PM₁₀/NO_x används för att återspegla den lokala trafikens inflytande bättre än årsmedelvärdet som får stort inflytande av bakgrundshalterna. Resultaten av förhållandet PM₁₀/NO_x visar att PM₁₀ på Hornsgatan (0,20) har mer än dubbelt så hög påverkan på PM₁₀ halterna än på Marylebone road (0,08) där PM₁₀ domineras av avgasutsläppen. Att Kirkeveien i Oslo har en lika låg andel PM₁₀/NO_x som Marylebone road kan bero på gaturummets utseende som är relativt öppet till skillnad från Marylebone road. Norge har ett vinterklimat likt Sveriges där dubbdäck är ett vanligt inslag. Vinterväghållningen skiljer sig dock mellan länderna då det endast förekommer saltning i Oslo. Att Hornsgatan är ett slutet gaturum där gatorna även sandas kan tänkas höja andelen slitagepartiklar jämfört med Oslo.

Trenden i dygnsmedelvärdet av PM₁₀/NO_x är negativ för Neukölln-Silbersteinstrasse i Berlin och Hornsgatan i Stockholm. Trenden i dygnsmedelvärdet av PM₁₀/NO_x i London är oförändrad, vilket

kan också ses på de oförändrade halterna av NOx samt den något ökande andelen PM10. I de övriga länderna ökar dygnsmedelvärdet av PM10/NOx något.

Att välja en representativ centralt belägen innerstadsgata omgärdad av sluten bebyggelse på båda sidor av gatan i europeiska miljöbyråns databas var inte enkelt. Mätstationerna till flera av de utvalda städerna som skulle representera trafikmiljöer av gaturumstyp hade ofta en öppensida mot någon park eller så låg de avsides med ringa trafik.

9. Slutsatser

Även om tidsserierna i denna studie var korta och informationen från Airbase inte alltid var helt komplett och tillförlitligt så fick jag fram en relativt bra bild på de utvalda luftföroreningarnas utveckling under de senaste åren.

- Trots ökande trafik minskar halterna av NO_x. Emissionen av NO_x minskar tack vare lägre utsläpp från nya fordon.
- Den nedåtgående trenden i NO₂ är inte lika tydlig som den nedåtgående trenden i NO_x. NO_x sjunker snabbare än NO₂, dvs. andelen NO₂ ökar och det gör den på alla utvalda städernas gator.
- Mest ökar andelen NO₂/NO_x på Athinas i Aten som också har den näst högsta andelen av de utvalda ländernas gator. Antalet fordon per dygn är den minsta bland de jämförda gatorna. Primäremissionen av NO₂ från dieselfordon samt ozonhalten kan vara avgörande för NO₂ utvecklingen i storstäderna.
- EG-direktivets gränsvärde på 40 µg/m³ för årsmedelvärdet av NO₂ kommer att vara svårt att hålla i framtiden.
- Trenden för PM₁₀ kan delas upp mellan en nedåtgående trend för de utvalda gatorna i Skandinavien och Berlin samt en uppåtgående trend av partikel halten för de utvalda gatorna i Paris, Madrid och London.
- EG-direktivets gränsvärde på 50 µg/m³ för dygnsmedelvärdet av PM₁₀ är svårt att hålla.
- Extremvärdena av PM₁₀/NO_x visar att Stockholms PM₁₀ halt påverkas främst av slitagepartiklar från vägbanan i jämförelse med de andra städernas gator där istället avgaspartiklarna har den största påverkan.

10. Referenser

Areskoug, Hans, 2007. *Bestämning av PM10 – En jämförelse av de vanligaste mätmetoderna använda i Sverige och den europeiska referensmetoden*. ITM - Rapport 168.

http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf6/itm2007_168.pdf. 2010

Bellander, Gunilla, 2005. *Blandstaden ett planeringskoncept för en hållbar bebyggelseutveckling*.

<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2005/blandstaden.pdf>. 18 mars 2011.

Bignert, Anders, 2002. Exempel samling i anslutning till statistiska analysmetoder inom miljöövervakning. Exempel

http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/handledning/utformn/exempel_statistik.pdf. 12 mars 2011.

Burman, Lars & Johansson, Christer, 2010. *Utsläpp och halter av kväveoxider och kvävedioxidier på Hornsgatan - analys av trafikmätningar under hösten 2009*. SLB 7: 2010.

http://slb.nu/slb/rapporter/pdf8/slb2010_007.pdf. 23 januari 2011.

Ferm, Martin, Johansson, Christer & Persson, Karin, 2008. *Samband mellan kväveoxider och ozon i tätorter – Halmätningar med diffusionsprovtagare*. IVL Rapport B1768.

<http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1768.pdf>. 3 januari 2011

Foltescu, Valentin L., Gidhagen, Lars & Omstedt, Gunnar, 2001. *Nomogram för uppskattning av halter av PM10 och NO2-reviderad version*. SMHI Rapport Meteorologi nr 102.

http://simair.smhi.se/luftkvalitet/documents/nomo_2002_web_2004.pdf. 19 september 2010.

Gustavsson, Mats, 2005. Vägdamm - små partiklar stora problem. VTI.

<http://www.vti.se/4562.epibrw> . 10 mars 2011 (En kunskapsöversikt).

Handbok Miljökonsekvensbeskrivning inom vägsektorn, del 3 analys och bedömning, Vägverket 2002:43.
http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1896/2002_43_handbok_miljokonsekvensbeskrivning_inom_vagsektorn_del_3_analys_och_bedomning.pdf. 2 februari 2011.

Johansson, Håkan, 2011. *Ökade utsläpp från vägtrafiken trots rekordartad energieffektivisering av nyabilar*. <http://www.transportstyrelsen.se/Global/Press/PM%20v%C3%A4gtrafikens%20utsl%C3%A4pp%20110218.pdf>. 6 mars 2011 (PM trafikverket).

Johansson, Christer, Forsberg, Bertil, Bellander, Tom, Jonson, Tage & Ekman, Malin, 2007. *Hälsoeffekter av partiklar – tilläggsprogram 2006*. Stockholms och Uppsala läns luftförbund 2007:14. SLB-ANALYS 2007
http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/ts/1/partiklar/Halsoeffekter_Partiklar_Ivf2007.pdf 15 oktober 2010.

Johansson, Christer, Norman, Michael, Omstedt, Gunnar & Swietlicki, Erik, 2004. *Partiklar i stadsmiljö- källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10*. SLB Rapport 4:2004.
http://www.trafikverket.se/PageFiles/25594/partiklar_i_stadsmiljo_slb_rapport_4_2004.pdf 4 september 2010.

Johansson, Christer & Forsberg, Bertil, 2005. *Kvävedioxid och ozon i tätortsluften – Halternas samspel samt konsekvenser för hälsan*. Rapport 5519, 2005.
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5519-4.pdf> . 5 september 2010

Löndahl, Jakob. *Partiklar stannar i kroppen*, Miljöforskning Formas tidning för ett hållbart samhälle, 5-6/2006.

Miljöhälsorapport 2009, kap.6

<http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2009/2009-126-70/Documents/6.pdf> 5 januari 2011.

Pyddoke, Roger & Nerhagen, Lena, 2010. *Miljöpolitik på samhällsekonomisk grund – En fallstudie om styrmedlet miljökvalitetsnormer för partiklar och kväveoxider*. VTI rapport 690.

<http://www.vti.se/EPiBrowser/Publikationer/R690.pdf> . 4 februari 2011

Sjöberg, Karin, Persson, Karin, Lagerström, Malin, Brodin, Yngve, 2004. *Luftkvalitet i tätorter*. IVLRapport B1553.

http://www.itm.su.se/reflab/dokument/ivl_b1553_luftkvalitet_tatorter.pdf. 27 september 2010.

Sjöberg, Karin, Persson, Karin, Brodin, Yngve, Pihl-Karlsson, Gunilla & Brodin, Yngve, 2006. *Luftkvalitet i tätorter 2005*. IVL B1667. <http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1667.pdf>.

27 september 2010.

Sjöberg, Karin, Haeger-Eugensson, Marie, Forsberg, Bertil, Åström, Stefan, Hellsten, Sofie, Larsson, Klara, Björk, Anders & Blomgren, Håkan, 2005. *Quantification of population exposure to PM_{2,5} and PM₁₀ in Sweden*. IVL Report B1792. http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/halsa/ivlreport_b_1792.pdf (s.62) 14 oktober 2010.

Sjödin, Åke, Pihl-Karlsson, Gunilla, Johansson, Manne, Forsberg, Bertil, Ahlvik, Peter & Erlandsson, Lennart, 2004. *Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider – reglering, utsläpp och effekter*. IVL rapport B1597. <http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1597.pdf>. 2 oktober 2010.

Sjövall, Billy, 22 april 2010. Mättekniker på SLB-analys (muntlig källa).

WHO, Air Quality guidelines, 2005

http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf. 26 januari 2011

Wikipedia - *den fria encyklopedin*, <http://sv.wikipedia.org/wiki/Luftföroreningar>. Hämtat den 28 maj 2011.

Svensk lagstiftning och allmänna råd

Förordning (2001:527) om miljökvalitetsnormer för utomhusluft.
<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20010527.HTM>. 4 oktober 2010.

Luftguiden (2011:1) Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft.
<http://www.itm.su.se/reflab/dokument/Luftguiden.pdf>

Luftkvalitetsförordning (2010:477).
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:SV:PDF>. 3 oktober 2010.

Miljöbalk (1998:808). <http://www.riksdagen.se/webbnav/?nid=3911&bet=1998:808>. 24 september 2010.

NFS (2010:8) Naturvårdsverket utfärdade föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft. http://www.itm.su.se/reflab/lagar/NFS_2010_08.pdf.

EU- lagstiftning

Europaparlamentets och Rådets direktiv (2008/50/EG) om luftkvalitet och renare luft i Europa.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:SV:PDF>.
24 maj 2011.

Kommissionens meddelande till rådet, europarlamentet, ekonomiska och sociala kommittén och regionkommittén. Om Europeiska gemenskapens sjätte miljöhandlingsprogram. Miljö 2010: Vår framtid – vårt val. KOM(2001)31 slutlig. Bryssel 24.1.2001.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0031:FIN:SV:PDF>. 3 september 2010.

Meddelande från kommissionen till rådet och europarlamentet. Tematisk strategi för luftförorening. KOM(2005)446 slutlig. Bryssel 21.9.2005.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0446:FIN:SV:PDF>. 3 september 2010.

Rådets beslut 97/101/EG av den 27 januari 1997 om inrättande av ett ömsesidigt utbyte av information och uppgifter från nätverk och enskilda stationer som mäter luftförorening i medlemsstaterna.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997D0101:SV:HTML>

Rådets direktiv (96/62/EG) av den 27 september 1996 om utvärdering och säkerställande av luftkvalitet. http://www.itm.su.se/reflab/lagar/1996_62_EG.pdf . 24 maj 2011.

Rådets direktiv (1999/30/EG) av den 22 april 1999 om gränsvärden för svaveldioxid, kvävedioxid, kväveoxider, partiklar och bly i luften. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:163:0041:0060:SV:PDF>. 10 september 2010.

Bilaga

Bilder på mätstationerna:



Hornsgatan i Stockholm (källa; Google maps)



Jagtvej i København (källa; Google maps)



Kirkeveien i Oslo (källa; Google maps)



Marylebone road i London (källa; Google maps)



Place Victor Basch i Paris (källa; Google maps)



Via Senato (källa; Google maps)



Marqués de Salamanca i Madrid (källa; Google maps)



Neukölln-Silbersteinstrasse i Berlin (källa; Google maps)

