Luften i Stockholm
Årsrapport

2016





Stockholms stad

SLB · analys

Luften i Stockholm
År 2016

Dnr: 2017-2858
SLB-rapport: 1:2017
Utgivningsdatum: 2017-03-17
Utgivare: Miljöförvaltningen
Kontaktperson: SLB-analys, Kristina Eneroth
Produktion: SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm
Distributör: SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm

Förord

Stockholm har mycket bättre luft idag jämfört med för 50 år sedan. Luftföroreningar som då var stora problem i Stockholmsluften – svaveldioxid, bly, kolmonoxid, bensen m.fl. understiger numera gränsvärdena med bred marginal. Alltjämt kvarstår dock problem med kvävedioxider och partiklar, PM10. År 2016 klarades emellertid miljökvalitetsnormen för PM10 i hela Stockholms stad. Det är tredje året i följd, och resultatet av ett mycket ambitiöst arbete från Trafikkontoret som de senaste vintersäsongerna konsekvent och intensivt har dammbundit de 35 gator som anges i det fastställda åtgärdsprogrammet för Stockholms län. Stadens insatser har haft en signifikant betydelse. Det är dock varken ekonomiskt eller miljömässigt hållbart att permanent lösa problemet genom dammbindning. Det behövs därför en avgift på dubbdäck. Den frågan ligger fortfarande på Regeringens bord.

Miljökvalitetsnormen för kvävedioxider klarades inte år 2016. Även om det långsamt blir bättre är det svårt att klara de svenska normerna. Det orosmoln som finns är den snabbt växande andelen dieselbilar. Andelen har på sex år ökat från 21 % till 44 %. Dieselbilar har lägre bränsleförbrukning av motsvarande bensinbilar, vilket är bra för klimatet. Men tyvärr har de motsatt verkan när det gäller kväveoxider. Transportstyrelsen har på uppdrag av Regeringen utrett förutsättningarna för kommuner att kunna införa miljözon även för lätta fordon. Det kan bidra till en lösning till de höga halterna av kvävedioxider.

Mätningarna av luftföroreningar och meteorologi i Stockholm utförs av SLB-analys vid Miljöförvaltningen. Kontrollerna sker i samverkan med andra kommuner inom Östra Sveriges luftvårdsförbund. I rapporten redovisas 2016 års mätresultat för luftföroreningar och meteorologi vid Stockholms stads och några av luftvårdsförbundets fasta mätstationer samt Trafikverkets mätstation på Lilla Essingen. I rapporten redovisas även årets kontroller av andel fordon med dubbdäck. Resultatet av mätningarna av luftkvalitet år 2016 jämförs med miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål. Jämförelse görs också med tidigare års mätresultat.

Årsrapporten är sammanställd av Kristina Eneroth och Sebastian Bergström. Beräkningarna med NORTRIP-modellen är utförda av Michael Norman. Rapporten är granskad av Malin Täppefur, Boel Lövenheim, Lars Burman och Gunnar Söderholm.

Stockholm i mars 2017

Gunnar Söderholm
Förvaltningsdirektör Miljöförvaltningen i Stockholm

Sammanfattning

I denna rapport redovisas 2016 års mätresultat av luftföroreningar och meteorologiska parametrar i Stockholm. Jämförelser görs med miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål samt med tidigare års mätresultat. Den långsiktiga trenden är att luftkvaliteten i Stockholm har blivit mycket bättre och att halterna av de flesta luftföroreningarna har minskat. Miljökvalitetsnormer och EU:s direktiv till skydd för människors hälsa följs överallt i staden för bensen, bens(a)pyren, svaveldioxid, bly, arsenik, kadmium, nickel, kolmonoxid, ozon och partiklar, PM2.5. Skärpta avgaskrav på fordon över hela EU, minskade industriutsläpp, utbyggnad av fjärrvärme, infasning av renare bränslen och miljöbilar, trängselskatt, dubbdäcksförbud, dammbindning m.m. har bidragit till förbättringen av luftkvaliteten i staden. År 2016 överskreds miljökvalitetsnormen för kvävedioxid, medan normen för partiklar, PM10 klarades för tredje året i rad.

Utöver de luftföroreningar som är reglerade EU:s direktiv och svensk lagstiftning mäts även halter av ultrafina partiklar och sotpartiklar. Höga halter av dessa luftföroreningar kan vara mycket skadligt för hälsan. Generellt anses små partiklar vara farligare än större partiklar eftersom de inte på samma satt fastnar i halsen och hostas upp, utan tränger längre ner i andningssystemet. Till följd av bättre fordon och trafikminskning har halterna minskat drastiskt av både sotpartiklar och ultrafina partiklar.

Trots stora förbättringar av luftkvaliteten så behöver den fortsatt förbättras för att minimera inverkan på Stockholmarnas hälsa. Forskningsresultat under senare år förstärker bilden av att negativ hälsopåverkan sker redan vid låga halter, dvs. långt under normernas värden.

Kvävedioxid, NO_2 – överskridanden av normen

År 2016 överskreds miljökvalitetsnormen för kvävedioxid, NO_2 vid samtliga av stadens mätstationer i gatumiljö. Även vid Trafikverkets mätstation intill E4/E20 på Lilla Essingen överskreds miljökvalitetsnormen. Vägtrafik är den största lokala källan till NO_2. Katalytisk avgasrening, fortsatt skärpta avgaskrav för nya fordon, trängselskattens införande och en större andel miljöbilar i staden har bidragit till minskade halter de senaste decennierna, men fortfarande är vi långt ifrån att nå gränsvärdena. Haltminskningen har varit störst i den urbana bakgrundsluften, medan trenden är mer oklar vid mätstationerna i gatumiljö. Höga halter av ozon (O_3) motverkar till viss del haltminskningen av NO_2 eftersom fotokemiska reaktioner mellan kvävemonoxid (NO) från bilarnas avgaser och O_3 leder till bildning av NO_2. De senare årens ökande andel av dieseldrivna personbilar och lätta lastbilar har haft en negativ inverkan på halterna av NO_2. Dieselbilar har högre utsläpp av både kväveoxider (NO_x) och NO_2 jämfört med bensinfordon. År 2005 utgjorde dieselbilar ca 5 % av alla personbilar i Stockholm Stad. Fem år senare hade denna andel växt till ca 21 %, och år 2016 var dieselandelen uppe på ca 44 %. Effekten av höga halter av O_3 och den ökade andelen dieselfordon har störst genomslag i trånga gaturum där ventilationen av luftföroreningar är dålig. För att klara miljökvalitetsnormen av NO_2 måste utsläppen från vägtrafiken minska. Trängselskatt, höjda p-avgifter och miljözoner för lätta fordon är exempel på åtgärder som kan bidra till detta. Från och med den 1 januari 2016 har Stockholm en höjd och utökad trängselskatt. Första utvärdering under våren 2016 visar på en trafikminskning på ca 5 % både

på Essingeleden och in och ut ur trängselskattezonen för innerstaden[1]. Transportstyrelsen har på uppdrag av Regeringen utrett förutsättningarna för kommuner att kunna införa miljözon för lätta fordon. Miljöförvaltningen välkomnar förslaget att inkludera lätta fordon i miljözonerna, vilket skulle vara ett viktigt verktyg för att förbättra den lokala luftkvaliteten. Dessutom skulle det kunna bidra till omställningen till en fossilfri fordonsflotta.

Partiklar, PM10 – normen klarades för tredje året i rad

För tredje året i rad klarades miljökvalitetsnormen för partiklar, PM10 vid samtliga av stadens mätstationer i gatumiljö. Detta är resultatet av de driftåtgärder som har satts in av Trafikkontoret för att minska antalet dygn med höga halter av PM10 under vårvintern. Åtgärderna består i intensiv dammbindning och städning av 35 innerstadsgator, och har pågått sedan vintersäsongen 2013/2014. PM10-halterna var under 2016 något högre jämfört med åren 2014 och 2015, men fortfarande klaras normen med god marginal. Årets högre halter speglar variationer i meteorologiska parametrar från år till år, där en avgörande faktor är hur och när upptorkning av vägbanorna sker. Färre dammbindningstillfällen jämfört med föregående två säsonger bidrog också till de högre halterna. Hur ofta som man kan utföra dammbindning styrs bl a av väderparameterar såsom nederbörd och temperatur. Även vid Trafikverkets mätstation intill E4/E20 på Lilla Essingen klarades miljökvalitetsnormen för PM10 år 2016.

Mätningarna vid stationerna i gatumiljö visar på en generellt minskande trend av PM10. Sedan början av 2000-talet har t ex halterna nära halverats på Sveavägen och Norrlandsgatan. En av de viktigaste orsakerna till denna minskning är att dubbdäcksanvändningen har minskat. Från och med 1 januari 2016 utökades dubbdäckförbudet på Hornsgatan med ytterligare två innerstadsgator, Fleminggatan och del av Kungsgatan. Dubbdäcksförbud på enskilda gator har inneburit en minskning av användningen av dubbdäck i hela staden. Ca 40 % kör med dubbdäck vintertid på Sveavägen och Folkungagatan, jämfört med ca 30 % på de tre förbudsgatorna. Innan dubbdäcksförbudet infördes på Hornsgatan låg dubbdäckandelen på strax under 70 %. För att klara miljökvalitetsnormen utan dammbindning måste andelen fordon med dubbdäck minska ytterligare.

Partiklar, PM2.5 – normen och miljökvalitetsmålet klarades

Både miljökvalitetsnormen och miljökvalitetsmålet för partiklar, PM2.5 till skydd för människors hälsa klarades år 2016 vid mätstationerna i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen och intill E4/E20 på Lilla Essingen. Enligt haltberäkningar följs miljökvalitetsnormen för PM2.5 längs alla gator och vägar i Stockholms stad. Halten av PM2.5 beror till stor del av intransport av partiklar från övriga Europa.

Kolmonoxid, CO – normen klaras förutom på Sveavägen

Miljökvalitetsnormen för kolmonoxid, CO till skydd för människors hälsa klarades med god marginal vid mätstationen i gatunivå på Hornsgatan år 2016. På Sveavägen uppmättes årets högsta åttatimmarsmedelvärde till 14 mg/m^3, vilket är över miljökvalitetsnormens gränsvärde på 10 mg/m^3. Höga halter av CO uppmäts varje sommar i samband med de bilkaravaner med äldre fordon och dålig avgasrening som äger rum på Sveavägen. Frånsett från dessa enstaka dagar med höga halter på Sveavägen är luftkvaliteten avseende CO bra i Stockholm, och

[1] Förändrad trängselskatt i Stockholm 1 januari 2016 - påverkan på trafikflöden och framkomlighet våren 2016. WSP Analys & Strategi, TRV-rapport 2017:031, ISBN 978-91-7725-047-0.

miljökvalitetsnormen bedöms följas med god marginal. Effektivare avgasrening för fordonsparken har kraftigt begränsat utsläppen av CO och årsmedelvärdena i gatunivå har minskat med ca 90 % sedan år 1990.

Svaveldioxid, SO_2 – normen klaras i hela Stockholm

Miljökvalitetsnormen för svaveldioxid till skydd för hälsa och ekosystem klarades med god marginal år 2016. Sedan slutet av 1960-talet har halterna av SO_2 i den urbana bakgrundsluften i taknivå på Torkel Knutssonsgatan minskat med ca 99 %. De kraftigt minskade utsläppen beror bl a på minskad oljeförbränning, utbyggnad av fjärrvärmen och sänkt svavelhalt i eldningsolja.

Marknära ozon, O_3 – normen klarades

Miljökvalitetsnormen för ozon, O_3 till skydd för människors hälsa klarades vid mätstationen i gatunivå på Hornsgatan samt i urban bakgrundsluft (taknivå på Torkel Knutssonsgatan) år 2016. Den senaste 10-årsperioden har normen klarats under fem år och överskridits under fem år. Naturvårdsverkets bedömning är att åtgärdsprogram för ozon inte är motiverat utan åtgärder för att minska utsläppen av ozonbildande ämnen bör ske med internationella program. Huvuddelen av det marknära ozonet i Stockholmsområdet beror på långväga transport från kontinenten. Miljökvalitetsmålet till skydd för människors hälsa klarades inte vid mätstationerna på Hornsgatan och Torkel Knutssonsgatan år 2016.

Sot och ultrafina partiklar – kraftigt minskande trend och rekordlåga halter

Sotpartiklar och ultrafina partiklar regleras i dagsläget inte i EU:s direktiv eller i svenska miljökvalitetsnormer, men detta är något som kan ändras i framtiden då dessa luftföroreningar kan vara mycket skadliga för hälsan. Generellt anses små partiklar vara farligare än större partiklar eftersom de inte på samma satt fastnar i halsen och hostas upp, utan tränger längre ner i andningssystemet. Årets medelvärde av sotpartiklar på Hornsgatan uppmättes till rekordlåga 1 µg/m^3, vilket är en halvering jämfört med perioden 2011-2015. Sedan år 2007 har halterna på Hornsgatan minskat med ca 75 %. Även mätningarna av ultrafina partiklar på Hornsgatan uppvisar en kraftigt nedåtgående trend, sedan år 2001 har halterna minskat med ca 80 %. De drastiskt minskade halterna beror på bättre fordon och minskad trafik.

Övriga luftföroreningar som omfattas av miljökvalitetsnormer för luft

Utöver de luftföroreningar som mäts kontinuerligt i Stockholm är även bly, arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren reglerade i Luftkvalitetsförordningen (2010:477). Halterna av dessa ämnen är långt under gällande miljökvalitetsnormer och mäts därmed inte varje år. Halterna av bens(a)pyren översteg miljökvalitetsmålets gränsvärde vid senaste mätningen. Inga mätningar har genomförts under år 2016.

Under år 2017 utförs mätningar av bens(a)pyren i tre villaområden i Hudiksvall, Södertälje samt Enskede i södra Stockholm. Syftet med mätningarna är få bättre kunskap om utsläpp från lokal vedeldning.

Normalt väderår 2016

Halten av luftföroreningar i Stockholm beror, förutom av utsläppen, även på de meteorologiska förutsättningarna för utspädning och ventilation av gaturum och markområden. Vädret har således stor betydelse för vilka luftföroreningshalter som mäts upp

olika år och stora variationer kan förekomma. På lång sikt är det dock utsläppens storlek som avgör luftföroreningssituationen.

År 2016 var över lag ett ganska normalt väderår för Stockholm, med medeltemperaturer kring eller något över flerårsgenomsnittet. Även nederbördsmässigt var året tämligen normalt. Vägbanornas fuktighet påverkar mängden partiklar som virvlar upp i luften. Det gäller framförallt under vinter och tidig vår, då dubbdäck används och sand ligger kvar på vägbanorna. Jämfört med tidigare år var 2016 ett högst normalt år där enbart november som avvek signifikant med mycket högre andel timmar med fuktig vägbana både på Hornsgatan och på Sveavägen.

Summary

This report presents the 2016 measurements of air pollutants and meteorological parameters in Stockholm. Comparisons are made with environmental quality standards, environmental quality objectives as well as with previous years' results.

In the long term ambient air quality in Stockholm has improved significantly, and downward trends are observed for most air pollutants. Environmental quality standards (EQS) and the EU directive for the protection of human health are met everywhere in the city for benzene, benzo(a)pyrene, sulfur dioxide, lead, arsenic, cadmium, nickel, carbon monoxide and particulate matter, PM2.5. Stricter emission standards for vehicles across the EU, decreased industrial emissions, district heating expansion, introduction of cleaner fuels and clean vehicles, congestion tax, ban of studded tires etc. have all contributed to the improvement of air quality in the city.

High concentrations of air pollution affect the health of people in Stockholm. Research in recent years reinforces the image of that the negative health effects occur even at low concentrations, i.e. below the EQS limit values. In order the meet the EQS and environmental quality objectives further actions to improve the air quality are necessary.

Nitrogen dioxide, NO_2 – EQS limit values were exceeded in the inner city

In 2016, the concentrations of NO_2 exceeded the EQS limit values for the protection of human health at the city's roadside monitoring stations on Hornsgatan, Sveavägen and Norrlandsgatan. Also, at the roadside station, operated by the Swedish Transport Administration, next to the E4/E20 at Lilla Essingen the EQS limit values were exceeded.

Road traffic is the largest local source of NO_2. Catalytic converters, stringent emission standards for new vehicles, congestion tax and a greater proportion of clean vehicles in the city has contributed to reduced concentrations of NO_2 in recent decades, but still we are far from reaching the limits values. The strongest decline of NO_2 is observed in the urban background air, while the trend is less clear at the roadside monitoring stations. High concentrations of ozone (O_3) partly counteract the concentration reduction of NO_2 as photochemical reactions between nitrogen monoxide (NO) from vehicle exhausts and O_3 leads to the formation of NO_2. The recent years the increasing share of diesel cars in the region has had a negative impact on the concentrations of NO_2. Diesel cars have higher emissions of nitrogen oxides (NO_x) and NO_2 compared to gasoline vehicles. In 2005, about 5% of all passenger cars in Stockholm City were diesel cars. Five years later, this proportion had grown to about 21%, and in 2016 the diesel share was about 46%. To meet the environmental quality standard for NO_2 emissions from road traffic must be reduced. Congestion tax, higher parking fees and low emission zones are examples of measures that can contribute to this.

Particulate matter, PM10 – EQS limits were met for the third consecutive year

For the third year in a row, the EQS limit values for PM10 to protect human health was met with a wide margin at the roadside monitoring stations in the inner city. The last year’s low PM10 concentrations can to a large extent be attributed to intensified dust-binding and street-cleaning efforts during winter and early spring. 35 inner city streets were cleaned with a cleaning machine, using high vacuum, and dust is bound by applying Calcium Magnesium

Acetate (CMA) throughout the winter and spring seasons. This year's PM10 concentrations were slightly higher compared to 2014 and 2015, which reflects variations in meteorological parameters from year to year. Fewer occasions of dust-binding (but higher frequency of street-cleaning) compared with the previous two seasons, also contributed to the higher concentrations. Another reason for the higher PM10 concentrations may be that sand was used on pedestrian and bicycle paths were sanded to a far greater extent in 2016 than in recent winters. Part of the sand ends up on the roadways, and ground to PM10 of studded winter tires.

One of the main reasons why the concentrations of PM10 have declined in Stockholm in the 2000s is that the use of studded tires has been reduced. January 1, 2016 the ban on studded tires on Hornsgatan was extended to two other inner-city streets, Fleminggatan and part of Kungsgatan. Studded ban on individual streets has resulted in a reduction in the use of studded tires throughout the inner city. Approximately 40% drives with studded tires during winter on Sveavägen and Folkungagatan, compared with 30% on the three prohibitions streets. Before studded ban was imposed on Hornsgatan in 2010, about 70% of the passenger cars had studded tires during winter. To meet the environmental quality standard without intense dust-binding the share of vehicles with studded tires must decrease further.

Also at the Swedish Transport Administration's monitoring station next to the E4/E20 at Lilla Essingen the environmental quality standard for PM10 was met in 2016. However, the measurements do not show the same sharp decline in concentrations as on Hornsgatan, Sveavägen and Norrlandsgatan. Dust binding agents are used in less amounts on E4/E20 compared to the inner city streets. This because of traffic safety issues, since road friction is temporally reduced when the dust binding saline solution is sprayed onto the road. Additionally, because of higher traffic amounts, and higher speeds, concentrations of PM10 on E4/E20 is to a larger extent dependent on direct emissions of particulate matter when studded tires are in use.

Particulate matter, PM2.5 – EQS and objectives were met

The Swedish environmental quality standard objective for PM2.5 to protect human health was met in 2016 at the roadside monitoring stations located on Hornsgatan, Sveavägen and at Lilla Essingen. According to previous dispersion model calculations, the environmental quality standard is met in the entire city. Also the Swedish environmental quality objective for PM2.5 was met in 2016 at the roadside monitoring stations.

Carbon monoxide, CO – EQS limits were met

The Swedish environmental quality standard and the EU limit value for CO to protect human health was met with a wide margin at street level on Hornsgatan in 2016. On Sveavägen the year's highest eight-hour average was 14 mg/m^3, which is above the EQS limit of 10 mg/m^3. The high concentrations of CO is due to the vintage car motorcades, which takes place on Sveavägen every summer. Apart from these few days with high concentrations on Sveavägen air quality is good in terms of CO in Stockholm, and the environmental quality standard is followed by a good margin. Efficient emission control for the vehicle fleet has been greatly limited the emissions of CO and annual mean concentrations at street level has decreases by about 90% since 1990.

Sulphur dioxide, SO_2 – EQS limits was met throughout the city

There are no exceedances of the EU limit values for SO_2. The concentrations in the city have decreased by more than 95% since the 1980s.

Ground level ozone, O_3 – EQS limits were met

The Swedish environmental quality standard and the EU target value for O_3 to protect human health was met in 2016 at the measuring station at street level on Hornsgatan and at the monitoring station representing urban background concentrations at rooftop level on Torkel Knutssonsgatan. The Swedish environmental quality objective for O_3 to protect human health was not met at Hornsgatan and at rooftop level on Torkel Knutssonsgatan during 2016.

Soot and ultrafine particles – strong declining trends and records low levels

Soot particles and ultrafine particles are not regulated in the EU Directives or in Swedish law, but this is something that can be changed in the future as these air pollants can be very harmful to health. Generally small particles are considered more harmful than larger particles as they can penetrates farther down the respiratory system. This year record low concentrations of soot particles was measured on Hornsgatan (1 µg/m^3). Since 2007, the concentration of soot particles on Hornsgatan has decreased by about 75%. Also ultrafine particles at Hornsgatan exhibit a sharp downward trend, since 2011 concentration has decreased by approximately 80%. The strong declining trends of soot and ultrafine particles are due to better vehicles and less traffic.

Additional air pollutants controlled by environmental quality standards

Aside from the air pollutants that are continuously monitored in Stockholm, concentrations of lead, arsenic, cadmium, nickel and benzo(a)pyrene are also monitored to maintain environmental quality standards. However, concentrations of these species are well below current environmental quality standards and are therefore not measured each year. No new measurements were made during 2016.

Normal weather during 2016

In addition to emissions, the air quality in Stockholm is determined by large-scale and local meteorological conditions that affect the prerequisites for dilution of pollution and ventilation of street canyons and land areas. However, when determining the long term trends of air quality in Stockholm it is the difference in emissions that is the most important factor.

In 2016, the Stockholm weather was generally fairly normal, with average temperatures and amount of precipitation around the long term average. Road surface wetness can be an important factor in determining the re-suspension of particulate matter. This is primarily the case during winter and spring when studded tires are in use and sand is present on the roads. 2016 years' measurements show that the road wetness was much higher than normal during November.

Innehåll

Förord 3

Sammanfattning 5

Summary 9

Inledning 14

EU-direktiv, förordningar och föreskrifter 14
Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål 15

Så kontrolleras luften i Stockholm 16

Mätstationer och mätkomponenter 16
Utsläppsinventeringar och modellberäkningar 17

Kväveoxider, NO_x och NO_2 18

Mätresultat – NO_X och NO_2 år 2016 18
Jämförelse med miljökvalitetsnormen för NO_X och NO_2 22
Jämförelse med miljökvalitetsmålet för NO_2 23
Trend – årsmedelvärde NO_x och NO_2 i urban bakgrundsluft 24
Trend – årsmedelvärde NO_2 i gatunivå 25
Trend - höga dygnsmedelvärden av NO_2 26

Partiklar, PM10 27

Mätresultat - PM10 år 2016 27
Jämförelse med miljökvalitetsnormen för PM10 29
Jämförelse med miljökvalitetsmålet för PM10 29
Trend – årsmedelvärden och höga dygnsmedelvärden av PM10 30

Partiklar, PM2.5 33

Mätresultat - PM2.5 år 2016 33
Jämförelse med miljökvalitetsnormen för PM2.5 35
Jämförelse med miljökvalitetsmålet för PM2.5 35
Trend - årsmedelvärden och höga dygnsmedelvärden av PM2.5 36

Sotpartiklar 38

Mätresultat – sotpartiklar år 2016 38
Trend - årsmedelvärden av sotpartiklar 39

Ultrafina partiklar 40

Mätresultat – ultrafina partiklar år 2016 40
Trend - årsmedelvärden för ultrafina partiklar 41

Kolmonoxid, CO 42

Mätresultat – CO år 2016 42
Jämförelse med miljökvalitetsnormen för CO 42
Trend – årsmedelvärden och 8-timmars medelvärde för CO 43

Svaveldioxid, SO_2 **45**

Mätresultat – SO_2 år 2016 45
Jämförelse med miljökvalitetsnormen för svaveldioxid 45
Jämförelse med miljökvalitetsmålet för svaveldioxid 45
Trend – årsmedelvärde av svaveldioxid 46

Marknära ozon, O_3 **47**

Mätresultat – O_3 år 2016 47
Jämförelse med miljökvalitetsnormen för ozon 48
Jämförelse med miljökvalitetsmålet för ozon 49
Trend – årsmedelvärden och 8-timmarsmedelvärde 50

Övriga luftföroreningar **52**

Bensen 52
Bly 52
Arsenik, kadmium och nickel 53
Bens(a)pyren 53

Meteorologi **54**

Temperatur 54
Vindriktning 55
Vindhastighet 56
Solinstrålning 58
Nederbörd 58
Lufttryck 60
Vägbanornas fuktighet 61
Dubbdäcksandelar 62
Trend - dubbdäcksandelar 62

Trafik på Hornsgatan **63**

Trend – trafikmängd på Hornsgatan 64

Halter av NO_2 och PM10 i andra städer **65**

NO_2 och PM10 i Göteborg och Malmö 65
NO_2 och PM10 i övriga Europa 66

Bilagor:

1. *Sammanställning över mätstationer och mätparametrar*
2. *Faktorer som påverkar luftföroreningssituationen*
3. *Normer och mål för luftkvaliteten*
4. *Mätplatsbeskrivningar*
5. *Hälso- och miljöpåverkan samt utsläppskällor*

Inledning

Den långsiktiga trenden är att luftkvaliteten i Stockholm har blivit mycket bättre och att halterna av de flesta luftföroreningarna har minskat. Skärpta avgaskrav på fordon över hela EU, minskade industriutsläpp, utbyggnad av fjärrvärme, infasning av renare bränslen och miljöbilar, trängselskatt, dubbdäcksförbud, dammbindning m.m. har bidragit till förbättringen av luftkvaliteten i staden. Trots avsevärda förbättringar av luftkvaliteten så behöver den fortsatt förbättras för att minimera inverkan på Stockholmarnas hälsa. Forskningsresultat under senare år förstärker bilden av att negativ hälsopåverkan sker redan vid låga halter, dvs. långt under normernas värden. De hälsoeffekter som tillmäts störst betydelse för folkhälsan är ökad sjuklighet och dödlighet i lungsjukdomar samt hjärt- och kärlsjukdomar. Dagens luftföroreningshalter i Stockholm medför också att människor upplever besvär i luftvägarna och särskilt känsliga är astmatikerna. De som bor längs trafikerade gator och vägar löper störst risk. Barnen som är en annan känslig grupp riskerar en försämrad utveckling av lungornas funktion. Minskade luftföroreningar från trafiken skulle bidra till att färre barn drabbas av astma.

Den främsta orsaken till de höga luftföroreningshalterna i Stockholm är utsläpp från vägtrafiken dels från bilarnas avgaser dels från vägslitage p.g.a. användning av dubbdäck. Trängselskatt, höjda p-avgifter, miljözoner för lätta fordon och dubbdäcksförbud är exempel på åtgärder som kan bidra till minskade utsläpp. Från och med den 1 januari 2016 har Stockholm en höjd och utökad trängselskatt. Första utvärdering under våren 2016 visar på en trafikminskning på ca 5 % både på Essingeleden och in och ut ur trängselskattezonen för innerstaden[1]. Transportstyrelsen har på uppdrag av Regeringen utrett förutsättningarna för kommuner att kunna införa miljözon även för lätta fordon. Miljöförvaltningen välkomnar förslaget att inkludera lätta fordon i miljözonerna. Detta skulle vara ett viktigt verktyg för den lokala luftkvaliteten, samtidigt som det skulle kunna bidra till omställningen till en fossilfri fordonsflotta. Från och med 1 januari 2016 utökades dubbdäckförbudet på Hornsgatan med ytterligare två innerstadsgator, Fleminggatan och del av Kungsgatan. Dubbdäcksförbudet på enskilda gator har inneburit en minskning av användningen av dubbdäck i hela innerstaden.

EU-direktiv, förordningar och föreskrifter

Övervakning och utvärdering av luftkvaliteten styrs av lagar och direktiv på nationell nivå samt inom den Europeiska Unionen. Det nu gällande EG-direktivet (2008/50/EG) om luftkvalitet och renare luft i Europa trädde i kraft den 11 juni 2008.

EU:s luftkvalitetsdirektiv är infört i svensk lagstiftning i Luftkvalitetsförordningen (2010: 477) samt i Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9). Direktivet anger miniminivåer för luftkvaliteten vilket innebär att medlemsländer kan ha strängare krav. Sveriges krav är strängare än EU:s vad gäller kvävedioxid då även ett normvärde för dygn har definierats. Dessutom är den svenska normen för timme något skarpare än EU:s gränsvärde. Även för svaveldioxid och marknära ozon har Sverige strängare krav.

[1] Förändrad trängselskatt i Stockholm 1 januari 2016 - påverkan på trafikflöden och framkomlighet våren 2016. WSP Analys & Strategi, TRV-rapport 2017:031, ISBN 978-91-7725-047-0.

I NFS 2016:9 anges principer för hur luften ska kontrolleras, t.ex. när mätning respektive modellberäkning ska användas och vilka mätinstrument som är godkända för kontroll av miljökvalitetsnorm. Vid kontinuerliga mätningar för kontroll av miljökvalitetsnormen ska referensmetod för respektive ämne användas. Annan metod får användas om metoden ger likvärdiga resultat som referensmetoden. Mätinstrument som mäter enligt referensmetod eller likvärdig metod ska vara godkända av Naturvårdsverket. I NFS 2016:9 anges dessutom principer för redovisning och rapportering. Enligt Luftkvalitetsförordningen (2010:477) ligger ansvaret för att kontrollera och rapportera halterna för de flesta luftföroreningarna på kommunerna.

Naturvårdsverkets har även gett ut en handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft; Luftguiden, Handbok 2014:1, juni 2014. Handboken innehåller tolkning av bestämmelserna i 5 kap miljöbalken, luftkvalitetsförordningen (2010:477) och Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9) och är avsedd att utgöra ett stöd för kommunerna i deras arbete med tillämpning och kontroll av miljökvalitetsnormerna för utomhusluft.

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

I Luftkvalitetsförordningen (2010: 477) anges miljökvalitetsnormer för kväveoxider, kvävedioxid, svaveldioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bly, bensen, kolmonoxid, ozon, arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren. Miljökvalitetsnormerna gäller för utomhusluft med undantag av bl a väg- och tunnelbanetunnlar.

Miljökvalitetsnormerna och tillhörande EG-direktiv anger en högsta nivå av luftföroreningar till skydd för människors hälsa och växtlighet. Från hälsosynpunkt bör ännu strängare nivåer uppnås. Sveriges riksdag har därför antagit miljökvalitetsmålet Frisk luft som bl a baseras på WHO:s riktvärden för hälsan. Det övergripande målet är att luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Miljökvalitetsmålen är till skillnad mot miljökvalitetsnormerna inte kopplade till lagstiftningen utan är enbart vägledande för miljöarbetet.

Så kontrolleras luften i Stockholm

Luftkvaliteten i Stockholm mäts dygnet runt vid ett antal fasta mätstationer enligt rådande lagstiftning. Mätningar krävs för att få noggrann information om nivåer, trender, haltvariationer och för att bedöma bidraget av luftföroreningar från andra regioner och länder. De används också till att kartlägga lokala förhållanden och för att få en noggrann jämförelse med gällande miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål. Stockholms stad är även medlem i Östra Sveriges Luftvårsförbund, som samordnar miljöövervakningen av utomhusluften i Stockholms- Uppsala-, Gävleborgs- och Södermanlands län.

I denna rapport redovisas förutom resultat från Stockholms stads mätstationer på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och Folkungagatan även uppmätta halter av luftföroreningar från Luftvårdsförbundets bakgrundsstationer på Torkel Knutssonsgatan på Södermalm, vid Kanaanbadet i Grimstaskogens friluftsområde och vid Norr Malma utanför Norrtälje. Dessutom redovisas mätresultat från Trafikverkets gatustation intill E4/E20 på Lilla Essingen i Stockholm. Mätningar av temperatur, vind, solinstrålning och nederbörd redovisas från Luftvårdsförbundets meteorologiska mätstationer på Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen. Resultat från samtliga mätstationer inom Luftvårdsförbundet redovisas i en separat årsrapport (LVF-rapport 2017:7).

I Bilaga 1 visas en sammanställning av de mätstationer och mätparameterar som redovisas i denna rapport. Mätningarna vid Stockholm stads gatustation på Folkungagatan startades upp i mitten av januari år 2016 efter att stationen legat nere sedan augusti år 2014 p.g.a. ombyggnad av gatan. Ombyggnationen medförde att stationen flyttades ca 20 m längre österut jämfört med tidigare placering. Årets datafångst på Folkungagatan är lägre än 90 % och uppfyller därmed inte kraven för lägsta godtagbara tidstäckning specificerad i NFS 2016:9. Bensen, bens(a)pyren och metaller mäts inte inom det ordinarie mätprogrammet utan vid speciella kampanjer olika år. Kompletterande information om mätstationerna ges i Bilaga 4.

I enlighet med gällande lagstiftning, Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9) samt Naturvårdsverkets Handbok 2014:1, Luftguiden har SLB-analys upprättat ett kvalitetssäkringsprogram ”Kvalitetssäkringsprogram för mätningar och beräkningar av luftföroreningar”, SLB-rapport 4:2016. Programmet beskriver SLB-analys system för kvalitetskontroll för mätningar och beräkningar i syfte att kontrollera miljökvalitetsnormer. Kvalitetssäkringsprogrammet går att ladda ner på SLB-analys hemsida http://slb.nu/slb/rapporter/pdf8/slb2016_004.pdf.

Mätstationer och mätkomponenter

Mätningar utförs av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar. Luftföroreningarna som mäts i staden kommer från ett stort antal källor. Uppmätta halter orsakas delvis av utsläpp från lokala källor: främst vägtrafik, men även energiproduktion och sjöfart. Halterna påverkas också av regionala utsläppskällor samt av intransport av förorenad luft utanför Stockholmsregionen och från andra länder. Olika meteorologiska förhållanden avgör hur luftföroreningarna sprids.

Mätningar sker på platser som väljs ut för att vara representativa för den allmänna luftkvaliteten eller för att ge information om halter på särskilt utsatta ställen. Uppgifterna används för flera ändamål, bland annat för att:

- jämföra med miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål
- få information om trender och haltvariationer
- verifiera modellberäkningar
- följa upp effekter av åtgärder som har vidtagits för att minska hälso- och miljöpåverkan.

Enligt Luftkvalitetsförordningen (2010:477) ska kommunerna informera om halterna av de normreglerade luftföroreningarna till allmänheten. I Stockholm redovisas, kontinuerligt för varje timme, aktuell luftföroreningssituation på SLB-analys hemsida: www.slb.nu. Även antal överskridanden av normvärden redovisas kontinuerligt i enlighet med förordningen. Data från Stockholms mätstationer visas även i realtid på Naturvårdsverkets hemsida se t.ex. http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/partiklar-pm10-realtidsdata/.

Utsläppsinventeringar och modellberäkningar

Det konkreta arbetet med luftvård och övervakning av luftens kvalitet består utöver mätningar även av utsläppsinventeringar och modellberäkningar.

En utsläppsinventering innebär att man tar reda på hur stora utsläppen är från olika verksamheter inom ett geografiskt område. Informationen är viktig för modellberäkningar samt för de eventuella åtgärder som vidtas för att minska utsläppen. Informationen kan t.ex. bestå av utförlig information avseende trafikflöden, fordonshastigheter, fordonstyper m.m. Vidare analyseras hur stora utsläpp varje fordonstyp har per kilometer. Inventeringen innehåller även uppgifter som rör utsläpp från industrier och anläggningar för produktion av värme, kyla och el. I Stockholm genomförs utsläppsinventeringar årligen.

Spridningsmodeller används för att beräkna halterna av en viss luftförorening över ett område eller på en bestämd plats. Metoden baseras på uppgifter om utsläpp samt på information om meteorologiska och topografiska förhållanden. Modellernas tillförlitlighet kontrolleras genom att jämföra beräkningarna med mätningar av luftkvaliteten. Med modeller går det att uppskatta föroreningsnivåer på platser där det inte finns några mätstationer. Modeller kan också användas för att förutse effekter på halterna av framtida verksamheter eller olika planerade åtgärder.

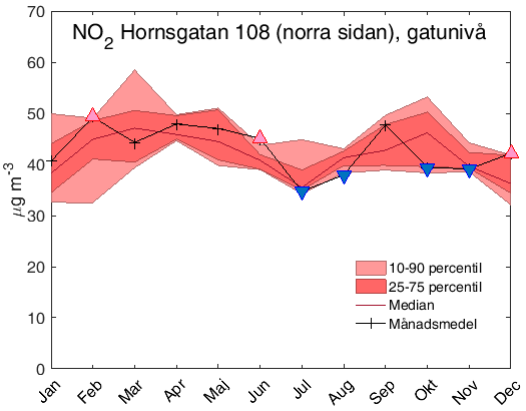
Kväveoxider, NO_x och NO_2

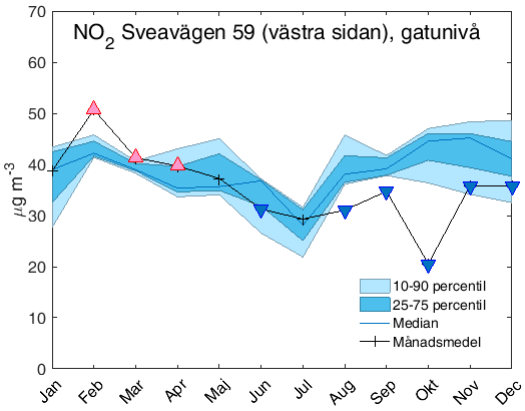
Kväveoxider, NO_x består av kvävemonoxid, NO och kvävedioxid, NO_2. Utsläppen i staden kommer främst från vägtrafiken. Huvuddelen av fordonens utsläpp av kväveoxider (ca 80 %) är kvävemonoxid (NO) men ämnet omvandlas snabbt till kvävedioxid (NO_2). Under våren och sommaren är andelen NO_2 av NO_x vid mätstationerna högre än under vintern p.g.a. att det finns mer marknära ozon i luften. Ozonet påskyndar den kemiska processen där NO omvandlas till NO_2.

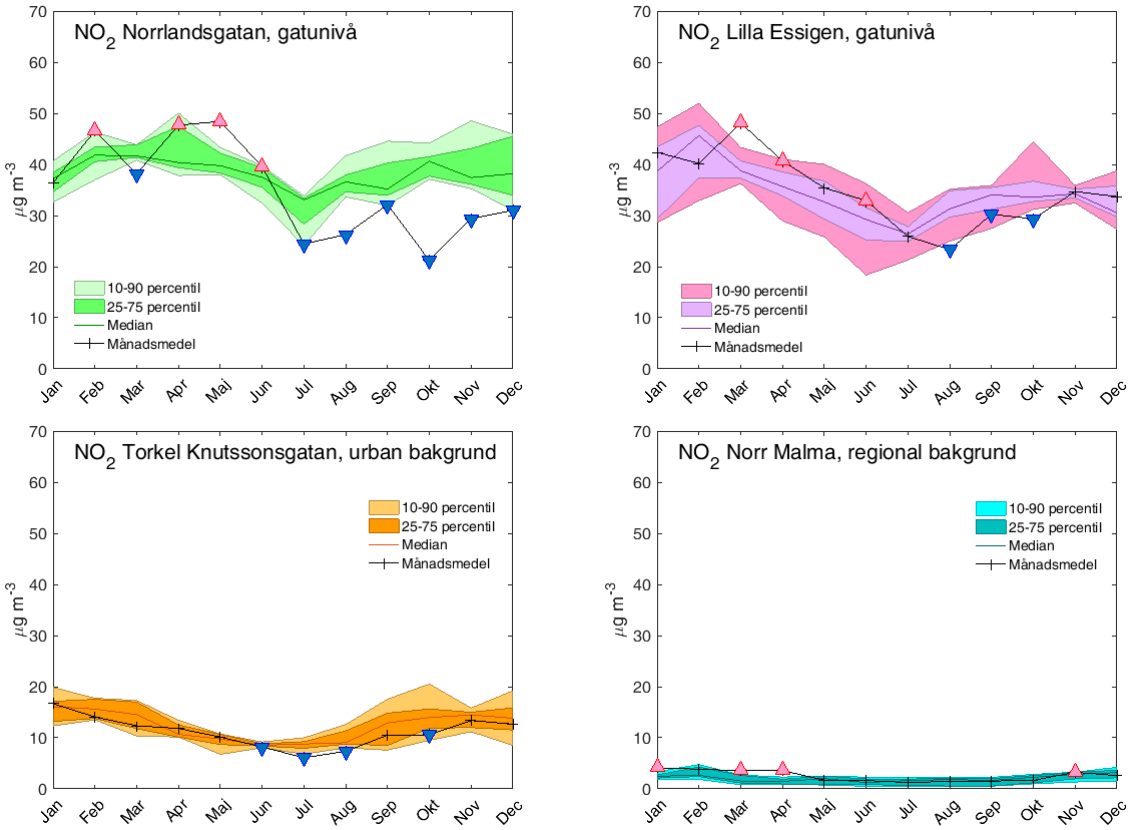
Mätresultat – NO_X och NO_2 år 2016

I Figur 1 visas årets månadsmedelhalter, samt en statistisk sammanställning av hur årets halter förhåller sig till femårsperioden 2011 - 2015. Percentiler i diagrammen är ett sätt att redovisa hur årets halter förhåller sig till extremhalterna. 10-90 percentil anger det intervall där vi hittar de allra flesta (80 procent) av alla månadsmedelvärden. I vårt fall med endast fem års mätdata representerar 10 percentilen och 90 percentilen det lägsta respektive högsta månadsmedelvärdet under åren 2011 – 2015. Om det uppmätta månadsmedelvärdet år 2016 ligger under 25-75 percentilintervallet (blå triangel) innebär det att det var ovanligt lågt, och om det ligger över 25-75 percentilintervallet (röd triangel) innebär det att det var ovanligt högt.

På mätstationerna i gatumiljö samt i urban bakgrund uppmättes generellt lägre månadsmedelvärde av NO_2 under andra halvan av året jämfört med 5-årsmedelvärdet. De meteorologiska mätningarna visar att augusti, oktober, november och december var ovanligt blåsiga, se s. 56. Höga vindhastigheter innebär att utvädringen blir mer effektiv vilket i sin tur leder till lägre halter av luftföroreningar. Särskilt under vintern är utvädringen av luftföroreningar känslig för hur mycket det blåser. När vädret är kallt och vindstilla kyler marken luften så den blir kallare än högre liggande luft och så kallad inversion uppstår. Det varmare luftskiktet ovanför fungerar då som ett lock och hindrar luftrörelser i höjdled, vilket gör att avgaser och andra luftföroreningar blir kvar i marknivå.



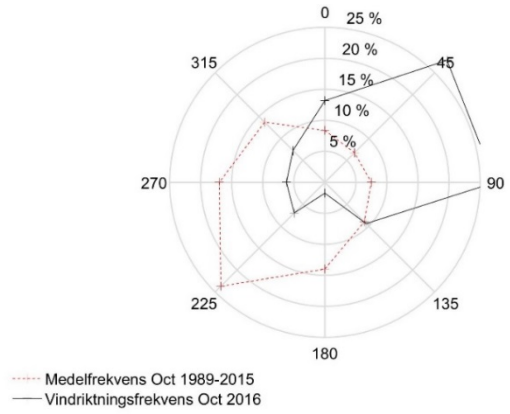




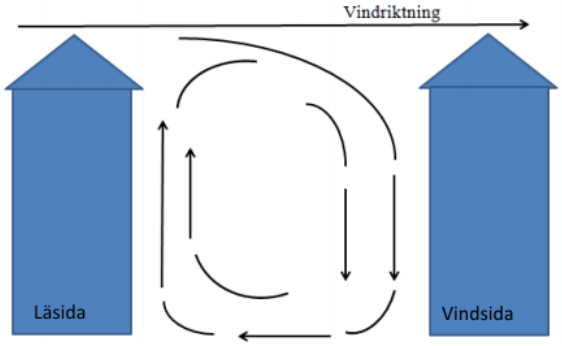
Figur 1. *Uppmätta månadsmedelvärden av NO_2 under år 2016 jämfört med perioden 2011-2015. Blå och röda trianglar märker ut månader där medelhalten var lägre respektive högre än 25-75 percentil-intervallet.*

På Norrlandsgatan och på Sveavägen 59 uppmättes markant låga månadsmedelvärden i oktober. Liksom Sveavägen 59 ligger mätpunkten på Norrlandsgatan på västra sidan av gaturummet. De ovanligt låga halterna hänger samman med att vindförhållanden denna månad var väldigt speciella, se Figur 2. I Stockholm blåser vanligtvis västliga eller sydvästliga vindar och i ett gaturum i syd-nordlig riktning som Sveavägen och Norrlandsgatan uppmäts vanligtvis de högsta halterna av luftföroreningar på gatans västra sida. I oktober blåste det mestadels ostliga och nordostliga vindar, vilket medförde att de högsta halterna istället uppmättes på gatans östra sida. Figur 3 ger en schematisk bild av hur vindfältet (med en läsida och en vindsida) i ett gaturum ser ut vid vind tvärs över gatan. På vindsidan förs luft ned från taknivå medan utsläpp från vägtrafiken ansamlas på läsidan. Vindriktningen i gatunivå är således spegelreflekterad i förhållande till vindriktningen i taknivå. Figur 4 visar årets månadsmedelhalter av NO_2 på Sveavägen 59 (västra sidan) och Sveavägen 88 (östra sidan), där det tydligt framgår de omvända förhållandena i oktober månad.

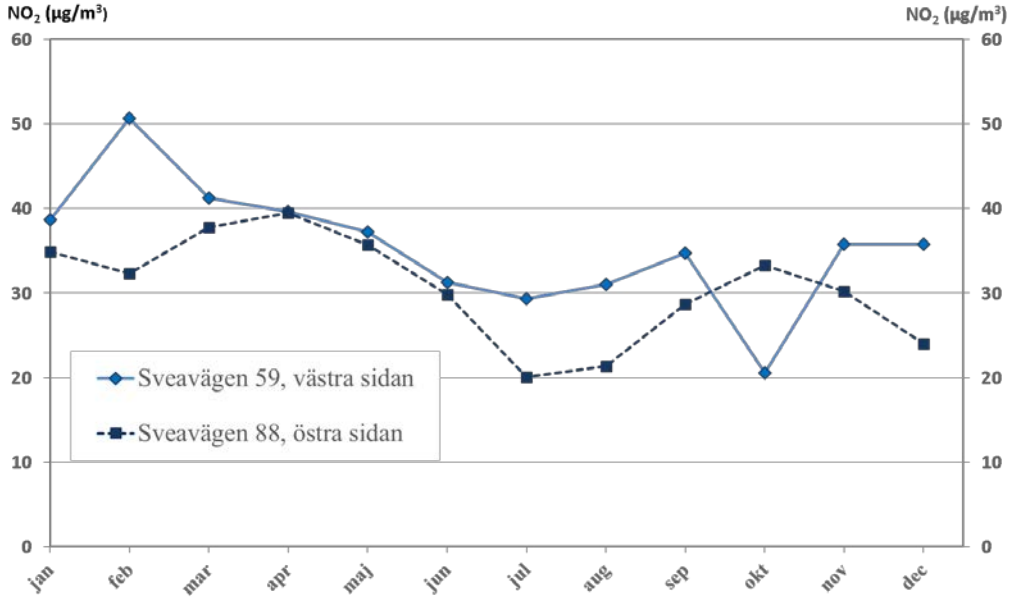
Hornsgatan som går i väst-sydlig riktning är inte lika känslig för om vinden kommer från ost eller väst, eftersom dessa vindriktningar blåser längs med gatan och luftföroreningshalterna blir relativt jämnt fördelade på båda sidor av gatan.



Figur 2. *Vindros över uppmätt vindriktningsfördelning i Högdalen under oktober månad år 2016 jämfört med åren 1989-2015.*



Figur 3. *Vindfält i gaturummet vid vindriktning ovan tak vinkelrätt mot gatans riktning.*



Figur 4. *Uppmätta månadsmedelvärden av NO_2 år 2016 på Sveavägen 59 och Sveavägen 88.*

I Tabell 1 och 2 redovisas 2016 års mätningar av NO_2 och NO_x i form av tim-, dygns- och årsmedelhalter. Utöver mätstationerna i Tabell 1 mäts även NO_2 vid Kanaanbadet i Grimstaskogens friluftsområde. Mätningarna görs med passiva provtagare i form av månadsmedelvärden. Årets medelvärde av NO_2 vid Kanaan uppmättes till 4,9 µg/m^3, vilket kan jämföras med 5,4 µg/m^3 under flerårsperioden 2011-2015[1]. Vid de flesta mätstationerna i gatumiljö låg årets medelhalt av NO_2 lägre än femårsmedelvärdet, men på Hornsgatan 108 samt intill E4/E20 på Lilla Essingen var årets halter något högre. Även på Folkungagatan var årets halter högre jämfört med tidigare år. På grund av ombyggnaden av Slussen stängdes Katarinavägen av den 24 juni 2016 för all busstrafik, och bussarna kör istället via Folkungagatan, Medborgarplatsen, Söderledstunneln till Södermalmstorg/Slussen. Den ökade busstrafiken på Folkungagatan kan vara en orsak till de högre halterna av NO_2 (och NO_x) på

[1] År 2014 är inte inkluderat i flerårsmedelvärdet 2011-2015 på Kanaan p.g.a. att mätdata saknas för andra halvåret 2014.

Folkungagatan jämfört med åren 2010-2013. Stationen på Folkungatan var nedmonterad 2014-2015 p.g.a. ombyggnation av gatan inför omläggningen av busstrafiken. Stationen ligger ca 20 m längre österut jämfört med dess tidigare läge, men fortfarande inom samma kvarter. Lägesförändringen bedöms inverka marginellt på mätdata.

I urban bakgrundsluft låg årets NO_2- och NO_x-halter lägre än femårsmedelvärdet, medan halterna i regional bakgrundsluft var något högre. Vid gatustationerna utgör de uppmätta halterna av NO_2 i genomsnitt 40-50 % av NO_x-halterna. Vid bakgrundsstationerna är denna andel högre eftersom större mängd av kvävemonoxid (NO) har hunnit omvandlas till NO_2. NO_2-andelen är vanligtvis något högre på sommarhalvåret, då bildningen av NO_2 gynnas av den större ozontillgången, jämfört med vinterhalvåret.

Tabell 1. *Mätresultat för halter av kvävedioxid, NO_2, under år 2016.*

NO_2 år 2016 ($\mu g/m^3$)	**Hornsg** GATA nr 108	nr 85	**Sveav** GATA nr 59	nr 88	**Folkungag** GATA[1] nr 57	**Norrlg** GATA nr 29	**Essingen** GATA	**Torkel** UB	**Malma** RB
Årsmedel	43	35	35	31	34	35	35	11	2,5
Högsta timmedel	167 *13 apr*	186 *12 apr*	195 *9 maj*	154 *12 apr*	222 *21 jan*	174 *3 jun*	148 *4 mar*	77 *29 feb*	39 *23 jan*
Högsta dygnsmedel	87 *11 mar*	78 *12 apr*	75 *9 maj*	71 *2 jun*	74 *21 jan*	88 *9 maj*	92 *20 jan*	41 *20 jan*	10 *22 jan*
176:e högsta timmedel	106	95	98	85	89	90	90	42	9
8:e högsta dygnsmedel	79	66	68	60	60	70	67	28	7
NO_2 5-årsmedelvärde 2011-2015 ($\mu g/m^3$)									
Flerårsmedel	42	37	39	34	30[2]	39	34	12	2,0
8:e högsta dygnsmedel	77	71	68	70	60[2]	65	66	33	7

Tabell 2. *Mätresultat för halter av kvävedioxider, NO_x, under år 2016.*

NO_x år 2016 ($\mu g/m^3$)	**Hornsg** GATA nr 108	nr 85	**Sveav** GATA nr 59	nr 88	**Folkungag** GATA[1] nr 57	**Norrlg** GATA nr 29	**Essingen** GATA	**Torkel** UB	**Malma** RB
Årsmedel	104	67	74	59	74	75	78	14	3,0
Högsta timmedel	707 *12 apr*	666 *12 apr*	983 *8 feb*	597 *12 apr*	841 *21 jan*	711 *16 jun*	927 *7 jan*	647 *19 sep*	59 *7 jan*
Högsta dygnsmedel	282 *19 jan*	179 *16 nov*	219 *19 feb*	214 *7 jan*	203 *21 jan*	184 *22 jan*	313 *20 jan*	61 *19 sep*	13 *7 jan*
NO_x 5-årsmedelvärde 2011-2015 ($\mu g/m^3$)									
Flerårsmedel	108	78	80	67	62[2]	82	79	16	2,5

GATA = gatumiljö, UB = urban bakgrund, RB = regional bakgrund

[1] Ej helårsdata p.g.a. mätstationen startades upp 20 jan 2016, datafångst 88 %.

[2] Medelvärde 2011-2013, stationen nedmonterad 2014-2015. OBS att annan placering (ca 20 m längre västerut) av mätstationen jämfört med år 2016.

Jämförelse med miljökvalitetsnormen för NO_X och NO_2

Miljökvalitetsnormer för NO_2 och NO_x ingår i Luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477). För NO_2 finns det fem olika normvärden omfattande skydd av människors hälsa under både lång och kort tid, varav ett är ett tröskelvärde för information till allmänheten. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt att uppnå en låg genomsnittlig långvarig exponering av luftföroreningar (motsvarar årsmedelvärdet) samt att minimera antalet tillfällen då människor utsätts kortvarigt för höga luftföroreningshalter (dygns- och timmedelvärde). Det normvärde för NO_2 som är svårast att uppfylla är dygnsmedelvärdet. För att en miljökvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas. Miljökvalitetsnormerna för NO_2 i SFS 2010:477 skiljer sig från kraven i EU-direktivet 2008/50/EG. Halterna 90 µg/m^3 som 176:e högsta timmedelvärde och 60 µg/m^3 som 8:e högsta dygnsmedelvärde är endast reglerade i svensk lagstiftning och inte i EU-direktivet.

För NO_x finns ett normvärde till skydd för växtligheten, årsmedelvärdet får inte överskrida 30 µg/m^3. Normen gäller i områden där det är minst 20 kilometer till närmaste tätbebyggelse eller 5 kilometer till annat bebyggt område, industriell anläggning eller motorväg. Naturvårdsverket ansvarar för kontroll av miljökvalitetsnormen för NO_x. Den uppmätta årsmedelhalten av NO_x vid den regionala bakgrundsstationen Norr Malma ligger långt under normgränsen till skydd för växtligheten.

I Tabell 3-5 visas uppmätta halter av NO_2 i jämförelse med gällande miljökvalitetsnormer. Miljökvalitetsnormen för NO_2 till skydd för människors hälsa överskreds år 2016 vid mätstationerna i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan samt intill E4/E20 på Lilla Essingen. Hornsgatan var den enda stationen där halterna av NO_2 överskred gränsvärdena preciserade i EU-direktivet 2008/50/EG. Mätstationen på Folkungagatan redovisas inte i tabellerna eftersom årets datafångst är lägre än 90 % och uppfyller därmed inte kraven specificerade i SFS 2010:477. Folkungagatan registrerade 7 dygn över 60 µg/m^3 under perioden 21 januari – 31 december 2016, men troligtvis skulle fler dygn över normgränsen registrerats ifall mätningarna hade satts igång vid årsskiftet. På Hornsgatan registrerades 4 dygnsmedelvärden över 60 µg/m^3 under perioden 1 januari – 20 januari 2016, medan det på Norrlandsgatan, Sveavägen och Lilla Essingen registrerades 2 dygn över normgränsen under samma period. Folkungatan registrerade 151 timmar med halter över normgränsen 90 µg/m^3 under perioden kl 11:00 den 20 januari - kl 24:00 den 31 december 2016.

Tabell 3. *Jämförelse av uppmätta årsmedelhalter av kvävedioxid, NO_2 år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsnormen och EU-gränsvärde. Rött mätvärde innebär att normen överskrids.*

Miljökvalitets-norm och EU-norm till skydd för hälsa (µg/m^3)	Medel-värdestid	Anmärkning	**Hornsg** GATA nr 108	nr 85	**Sveav** GATA nr 59	nr 88	**Norrlg** GATA nr 29	**Essingen** GATA
40	1 år	Aritmetiskt medelvärde som inte får överskridas	43	35	35	31	35	35

Tabell 4. *Jämförelse av uppmätta tim- och dygnsmedelhalter av kvävedioxid, NO_2 år 2016 med motsvarande värden för miljökvalitetsnormen. Rött mätvärde innebär att normen överskrids.*

			Antal överskridanden av miljökvalitetsnormens värde:					
Miljökvalitets-norm till skydd för hälsa (µg/m³)	Medel-värdes-tid	Anmärkning	**Hornsg** GATA nr 108	nr 85	**Sveav** GATA nr 57	nr 88	**Norrlg** GATA nr 29	**Essingen** GATA
90	1 tim	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per år	513	247	293	114	179	178
60	1 dygn	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per år	48	18	26	7	21	13

Tabell 5. *Jämförelse av uppmätta timmedelhalter av kvävedioxid, NO_2 år 2016 med motsvarande värden för miljökvalitetsnormen och EU-gränsvärdet.*

			Antal överskridanden av miljökvalitetsnormens värde:					
Miljökvalitets-norm och EU-norm till skydd för hälsa (µg/m³)	Medel-värdes-tid	Anmärkning	**Hornsg** GATA nr 108	nr 85	**Sveav** GATA nr 59	nr 88	**Norrlg** GATA nr 29	**Essingen** GATA
400	3 tim	Tröskelvärde för information	0	0	0	0	0	0
200	1 tim	Värdet får inte överskridas mer än 18 timmar per år	0	0	0	0	0	0

Jämförelse med miljökvalitetsmålet för NO_2

I det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft, finns två målvärden för NO_2, 20 µg/m³ som årsmedelvärde och 60 µg/m³ som 176:e högsta timmedelvärde. Miljökvalitetsmålet för NO_2 klarades inte år 2016. Både årsmedelvärdet och målvärdet för höga timmedelvärden överskreds kraftigt vid mätstationerna i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och intill E4/E20 på Lilla Essingen, se Tabell 6.

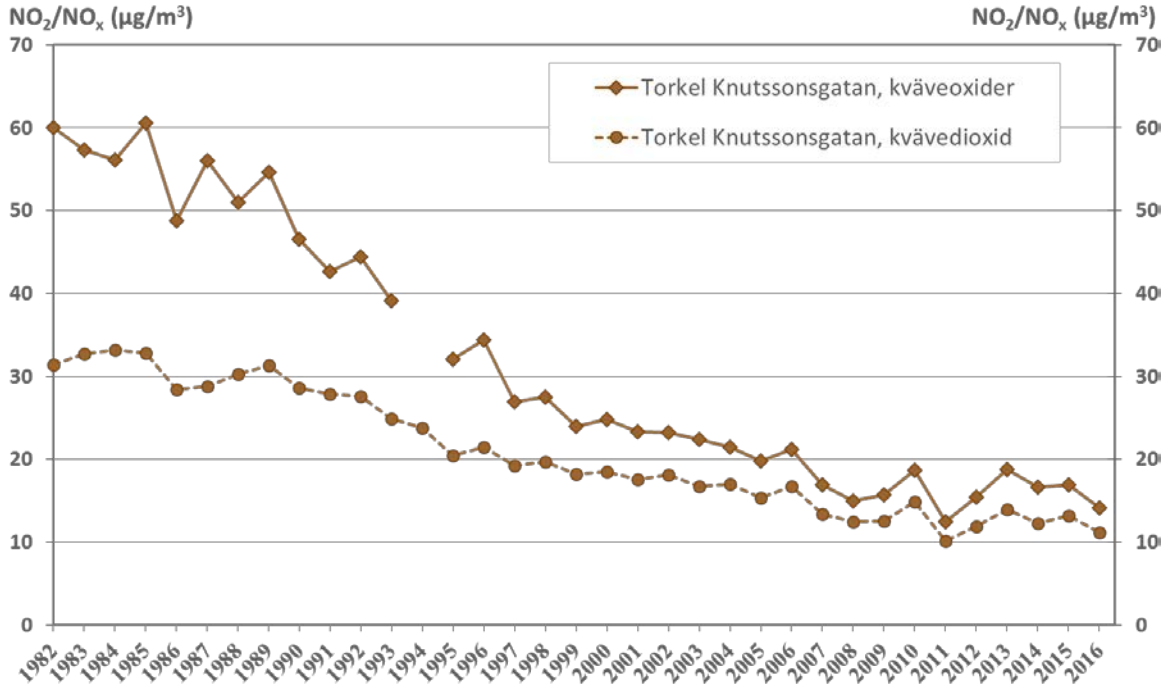
Tabell 6. *Jämförelse av uppmätta års- och timmedelhalter av kvävedioxid, NO_2 år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsmålet. Rött mätvärde innebär att målet inte klaras.*

Miljökvalitets-mål till skydd för hälsa (µg/m³)	Medel-värdes-tid	Anmärkning	**Hornsg** GATA nr 108	nr 85	**Sveav** GATA nr 59	nr 88	**Norrlg** GATA nr 29	**Essingen** GATA
20	1 år	Aritmetiskt medelvärde som inte får överskridas	43	35	35	31	35	35
			Antal överskridanden av miljökvalitetsmålets värde:					
60	1 tim	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per år	2 200	1 384	1 431	964	1 196	1 128

Trend – årsmedelvärde NO_x och NO_2 i urban bakgrundsluft

I Figur 5 visas uppmätta årsmedelhalter av NO_2 och NO_x i taknivå på Torkel Knutssonsgatan under perioden 1982 till 2016. Mätserien avspeglar utvecklingen av kväveoxider i stadens urbana bakgrundsluft. Förbättringen var störst under 1990-talet, beroende på kraftigt minskade utsläpp från vägtrafiken p.g.a. kraven på katalytisk avgasrening för nya personbilar från 1989 års modeller. Under 2000-talet har haltminskningen berott på fortsatt skärpta avgaskrav för nya fordon, trängselskattens införande och en större andel miljöbilar i staden. Halten av NO_x har minskat med ca 70 % sedan början av 1980-talet. Motsvarande siffra för NO_2 är ca 60 %. En orsak till att halterna av NO_2 har sjunkit långsammare än NO_x är att ozonhalterna (O_3) i Stockholms bakgrundsluft ökade fram till mitten av 2000-talet. Bildningen av NO_2 från NO styrs av fotokemiska reaktioner där O_3 spelar en avgörande roll, vilket innebär att högre halter av O_3 leder till att andelen NO_2 av NO_x ökar. Under senare år har haltminskningen i urban bakgrundsluft planat ut. En bidragande orsak till detta är den ökade andelen av dieseldrivna personbilar och lätta lastbilar. År 2005 utgjorde dieselbilar ca 5 % av alla personbilar i Stockholm Stad. Fem år senare hade denna andel växt till ca 21 %. Detta kan jämföras med en dieselandel på ca 44 % år 2016. Dieselbilar har högre utsläpp av både NO_x och NO_2 jämfört med bensinfordon.

År 2016 uppmättes något lägre halter av NO_x och NO_2 på Torkel Knutssonsgatan jämfört med senaste fyra åren, dock var årets halter högre än år 2011 som registrerade ovanligt låga halter p.g.a. varmt och blåsigt väder.

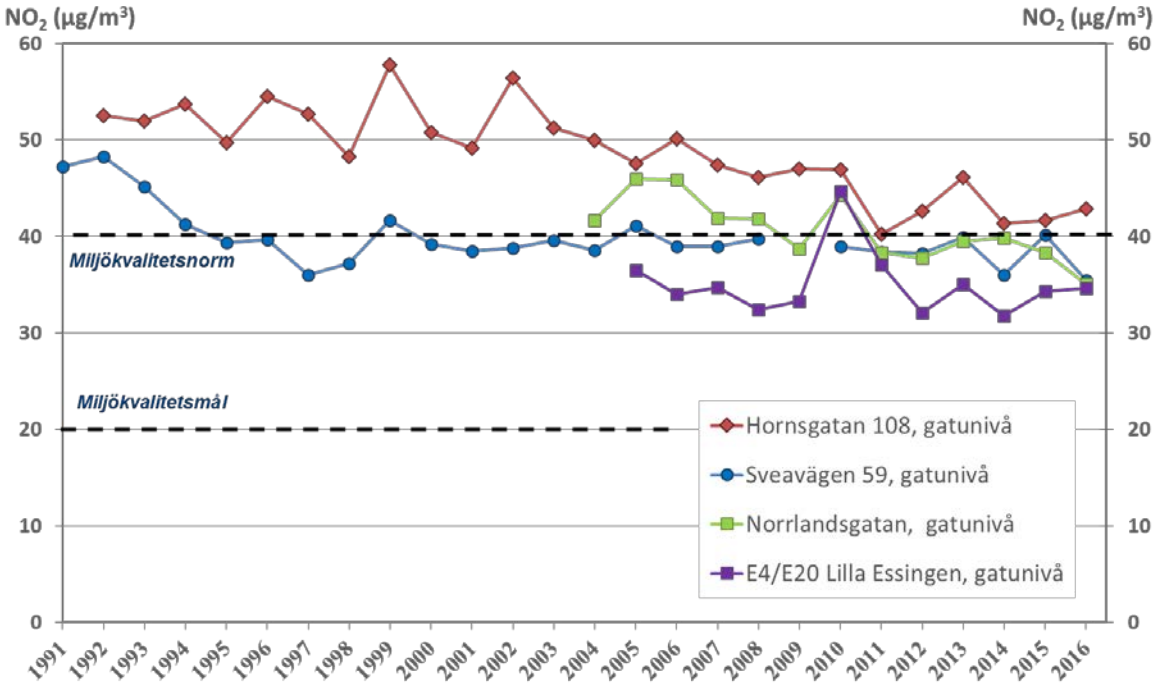


Figur 5. *Trend för uppmätta årsmedelhalter av kväveoxider, NO_x, och kvävedioxid, NO_2, åren 1982-2016 i urban bakgrundsluft (taknivå på Torkel Knutssonsgatan).*

Trend – årsmedelvärde NO_2 i gatunivå

I Figur 6 visas uppmätta årsmedelhalter av NO_2 i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och intill E4/E20 på Lilla Essingen under perioden 1991 till 2016. Sedan början av 1990-talet har årsmedelhalterna i gatunivå minskat på Hornsgatan och Sveavägen. På Sveavägen skedde den största minskningen i början av 90-talet, men sedan dess har minskningstakten nästan helt planat ut. På Hornsgatan syns en minskade trend framförallt från mitten av 2000-talet och framåt. Denna nedåtgående trend speglar den trafikminskning som skett på Hornsgatan under samma period, se s. 64. Även på Norrlandsgatan och Lilla Essingen syns en viss nedåtgående trend i uppmätta årsmedelvärden.

Den lägre minskningstakten vid gatustationerna jämfört med den urbana bakgrundsluften beror på att effekten av höga halter av ozon och den ökade andelen dieselfordon har större genomslag i trånga gaturum där ventilationen av luftföroreningar är sämre. Analyser av trafiken på Hornsgatan år 2009 visade att dieselfordonen står för ca 60 % av utsläppen av kväveoxider och ca 75 % av direktutsläppen av kvävedioxid (SLB-rapport 7:2010). Sedan år 2009 har antalet dieselpersonbilar i trafik i staden tredubblats, från ca 50 000 till ca 152 000 (år 2016).



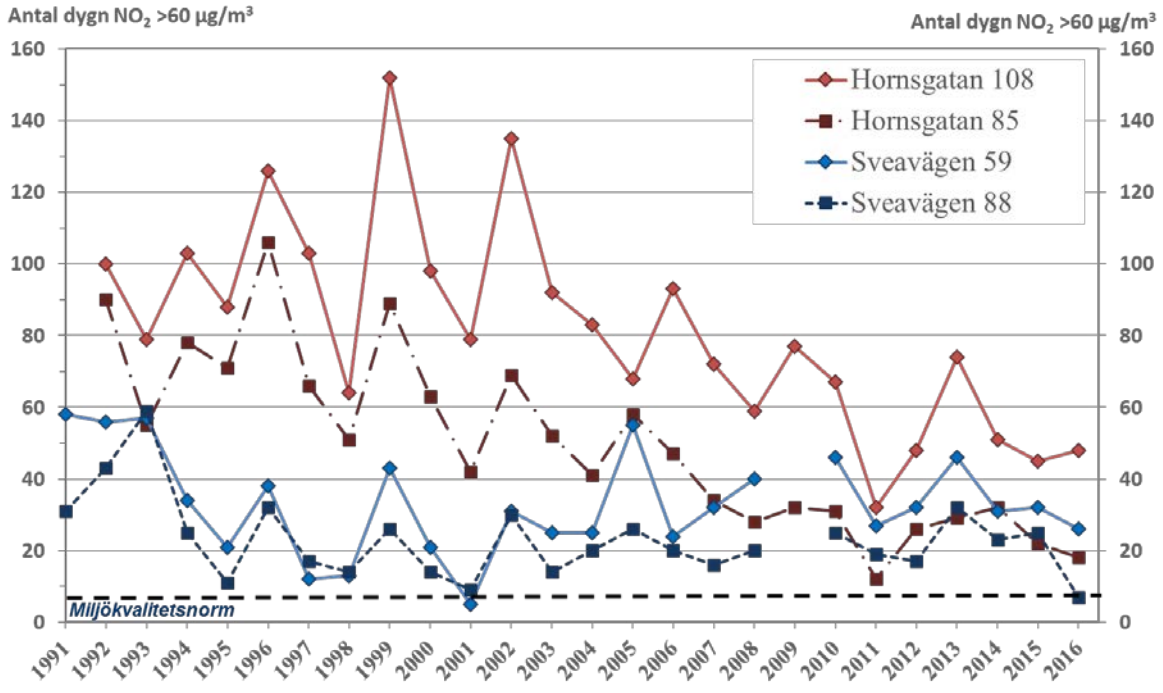
Figur 6. *Trend för uppmätta årsmedelhalter av kvävedioxid åren 1991-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan 108, Sveavägen 59, Norrlandsgatan och Lilla Essingen.*

Trend - höga dygnsmedelvärden av NO_2

Figur 7 visar antalet dygn med halter av NO_2 över normvärdet 60 µg/m^3 vid gatustationerna på Hornsgatan och Sveavägen. För att miljökvalitetsnormen till skydd för människors hälsa ska klaras får normvärdet överskridas maximalt 7 dygn per år.

På Hornsgatan 108 (norra sidan) överskreds normvärdet för NO_2 under ungefär 100 dygn per år fram till början av 2000-talet. Åren 2005-2010 var antalet överskridanden ca 70 per år. År 2016 registrerades 48 dygn, vilket är något läge än medelvärdet de senaste fem åren. Även Hornsgatan 85 (södra sidan) ses en nedåtgående trend av antal dygn med halter över 60 µg/m^3. Sedan 2004 har det skett en trafikminskning på Hornsgatan, vilket har bidragit till minskat antal dygn med höga halter av NO_2. På Sveavägen visar mätningarna inte någon tydligt nedåtgående trend av antal dygn med halter över 60 µg/m^3. Till skillnad från Hornsgatan har det inte skett någon större trafikminskning på Sveavägen. På både Hornsgatan och Sveavägen kan man se tydliga effekter av höga ozonhalter under åren 1996, 1999 och 2002 i form av ökat antal dygn med halter över 60 µg/m^3. År 2011 var ett varmt och blåsigt år, vilket medförde få dygn med höga halter av NO_2.

Enligt miljökvalitetsnormerna i Luftkvalitetsförordningen (2010:477) ska samtliga normvärden för NO_2 klaras. Avgörande för detta är att minska antalet dygn med höga halter. Trängselskatt, höjda p-avgifter och miljözoner för lätta fordon är exempel på åtgärder som kan bidra till detta.



Figur 7. *Trend för antalet dygnsmedelhalter av kvävedioxid högre än normvärdet 60 µg/m³, åren 1991-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan (2 mätpunkter i gatunivå) och Sveavägen (2 mätpunkter i gatunivå). Normvärdet får överskridas maximalt 7 dygn per år för att klaras.*

Partiklar, PM10

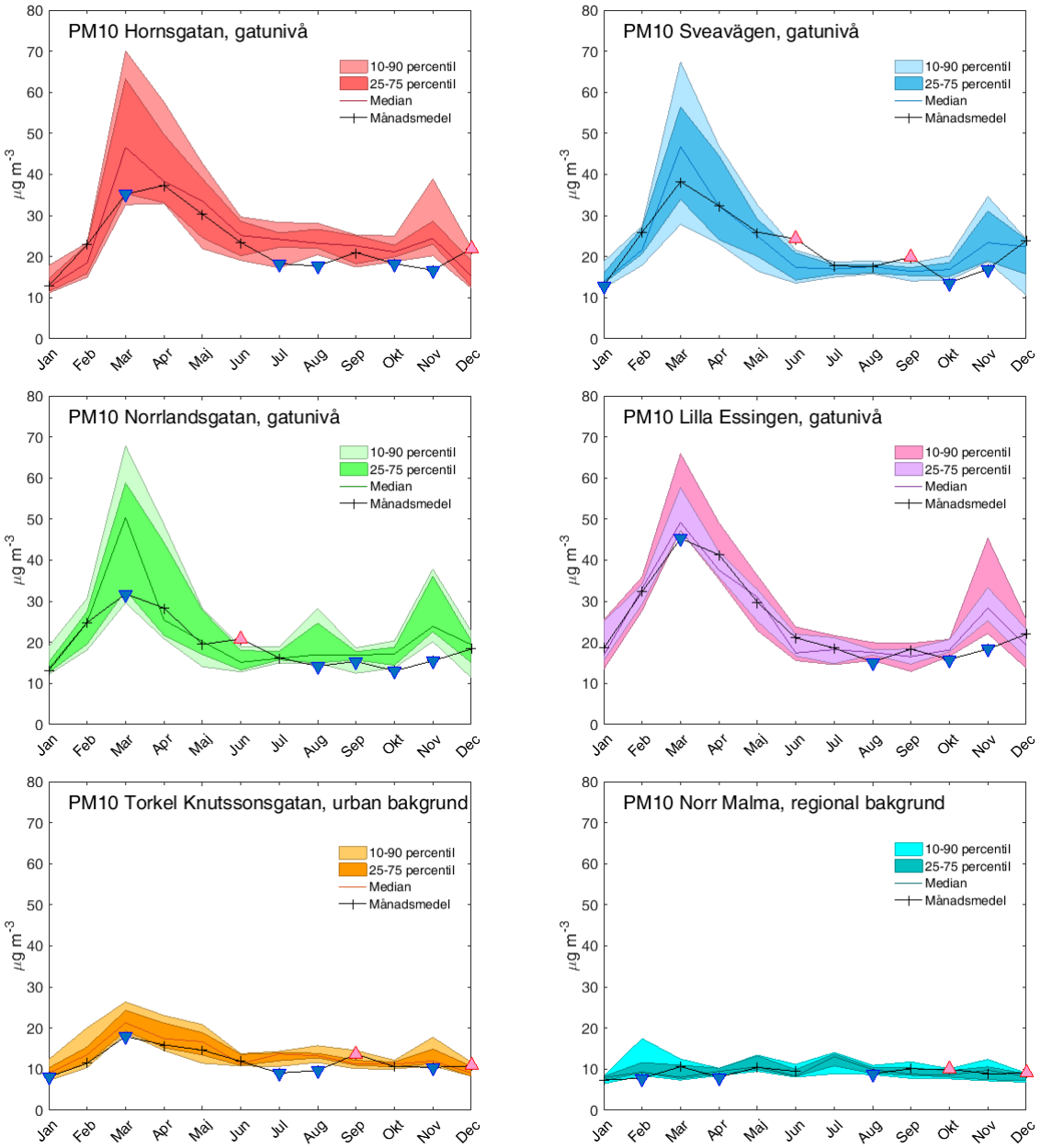
Stadsluften innehåller partiklar med varierande storlek och kemisk sammansättning. Partiklar brukar delas in i storleksintervallen PM10 och PM2.5, vilka avser massan av partiklar med en diameter mindre än 10 respektive 2,5 µm (10^{-6}). Nära starkt trafikerade vägar består PM10 främst av grova slitagepartiklar. Slitaget kommer från vägbanorna, men även från fordonens bromsar och däck. Sand på vägbanan kan malas ner, framförallt av dubbade vinterdäck, och bidra till förhöjda halter. Intransport av partiklar från utsläpp i andra länder står också för ett betydande bidrag till PM10 i Stockholm. De intransporterade partiklarna utgörs till stor del av PM2.5. Förbränningspartklar (inkl. avgaspartiklar) är mycket små och har en mycket liten massa, vilket innebär att deras bidrag till PM10 är förhållandevis litet.

Mätresultat - PM10 år 2016

Figur 8 visar årets månadsmedelhalter, samt en statistisk sammanställning av de fem tidigare årens uppmätta halter av PM10. De högsta halterna av PM10-halterna i staden förekommer under senvinter och tidig vår. De höga halterna uppkommer när fordonens dubbdäck kommer åt att nöta på vägbanorna samtidigt som ackumulerade slitagepartiklar kan virvla upp. Detta sker när vägbanorna är isfria och torra.

Vid flertalet mätstationer noterades det högsta månadsmedelvärdet i mars. Undantaget var mätstationen på Hornsgatan där månadsmedelvärdet i april något högre än i mars månad. Vid gatustationerna var årets PM10-topp, i likhet med föregående två år, ovanligt liten jämfört med flerårsmedelvärdet. Detta är resultatet av Trafikkontorets intensifierade dammbindning och städning av Stockholms innerstadsgator som har pågått sedan vinter- och vårsäsongen 2013/2014. Trettiofem innerstadsgator har städats med en städmaskin som använder kraftigt vakuum och gatorna har dammbundits vid behov under hela vinter- och vårsäsongen. I åtgärderna ingår också att Trafikkontoret tillämpar tidig sandupptagning på våren för att hjälpa till att minska halterna av vägdamm. Trafikkontorets åtgärdsarbete är i linje med det åtgärdsprogram för NO_2 och PM10 som togs fram av Länsstyrelsen i december 2012.

Mätningarna på Lilla Essingen år 2016 visar inte riktigt samma låga halter som på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan. Essingeleden dammbinds av Trafikverket men med lägre intensitet jämfört med innerstadsgatorna p.g.a. risk för minskad friktion. Halterna på Essingeleden påverkas även i betydligt högre grad av en direktemission av slitagepartiklar när dubbdäcken möter vägbanan. Detta beror på den betydligt högre trafikmängden och den högre hastigheten. Den större trafikmängden och högre hastigheten gör också att vägbanorna torkar upp snabbare jämfört med innerstadsgatorna.



Figur 8. *Uppmätta månadsmedelvärden av PM10 under år 2016 jämfört med perioden 2011-2015. Blå och röda trianglar märker ut månader där medelhalten var lägre respektive högre än 25-75 percentil-intervallet.*

Tabell 7 redovisar 2016 års mätningar av PM10 i form av tim-, dygns- och årsmedelvärden. Vid samtliga mätstationer var halterna lägre jämfört med 5-årsmedelvärdet 2011-2015. De högsta tim- och dygnsmedelvärdena uppmättes vid de flesta mätstationerna under vårvintern. De höga timmedelhalterna på Norrlandsgatan den 3 augusti beror på okänd lokal källa.

Tabell 7. *Mätresultat för halter av partiklar, PM10, under år 2016.*

PM10 år 2016 (µg/m^3)	**Hornsg** GATA	**Sveav** GATA	**Folkungag** GATA[1]	**Norrlg** GATA	**Essingen** GATA	**Torkel** UB	**N Malma** RB
Årsmedelvärde	23	22	20	19	25	12	9
Högsta timmedelvärde	248 *10 maj*	325 *15 mar*	314 *15 mar*	312 *3 aug*	303 *2 mar*	163 *10 maj*	97 *12 mar*
Högsta dygnsmedelvärde	89 *12 apr*	79 *8 mar*	83 *11 mar*	64 *11 mar*	94 *11 apr*	37 *11 mar*	30 *12 mar*
36:e högsta dygnsmedelvärde	40	42	37	37	46	19	13
PM10 5-årsmedelvärde 2011-2015 (µg/m^3)							
Flerårsmedel	26	23	29[2]	23	26	14	10
36:e högsta dygnsmedelvärde	47	43	57[2]	44	49	23	15

GATA = gatumiljö, UB = urban bakgrund, RB = regional bakgrund

[1] Ej helårsdata p.g.a. mätstationen startades upp 20 jan 2016, datafångst 88 %.

[2] Medelvärde 2011-2013, stationen nedmonterad 2014-2015. OBS att annan placering (ca 20 m längre västerut) av mätstationen jämfört med år 2016.

Jämförelse med miljökvalitetsnormen för PM10

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges normvärden för PM10 för årsmedelvärde och för höga dygnsmedelvärden och avser skydd för hälsa. I Tabell 8 jämförs 2016 års mätresultat av PM10 med gällande miljökvalitetsnorm (även EU-norm). Miljökvalitetsnormen för PM10 till skydd för människors hälsa klarades år 2016 vid mätstationerna på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan och intill E4/E20 på Lilla Essingen. Mätstationen på Folkungagatan redovisas inte i Tabell 8 eftersom årets datafångst är lägre än 90 % och därmed inte uppfyller kraven specificerade i SFS 2010:477. Folkungagatan registrerade 21 dygn över 50 µg/m^3 under perioden 21 januari – 31 december 2016.

Tabell 8. *Jämförelse av uppmätta årsmedelhalter och dygnsmedelhalter av partiklar, PM10, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsnorm och EU-norm.*

Miljökvalitetsnorm och EU-norm till skydd för hälsa (µg/m^3)	Medel-värdes-tid	Anmärkning	**Hornsg** GATA	**Sveav** GATA	**Norrlg** GATA	**Essingen** GATA
40	1 år	Aritmetiskt medelvärde som inte får överskridas	23	22	19	25
			Antal dygn över miljökvalitetsnormens värde:			
50	1 dygn	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per år	21	22	9	28

Jämförelse med miljökvalitetsmålet för PM10

I det nationella miljökvalitetsmålet Frisk Luft finns två målvärden för PM10, 15 µg/m^3 som årsmedelvärde och 30 µg/m^3 som dygnsmedelvärde. Dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 dygn per år. Miljökvalitetsmålet för PM10 klarades inte vid mätstationerna i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och intill E4/E20 på Lilla Essingen under år 2016, se tabell 9. Mätstationen på Folkungagatan redovisas inte i Tabell 9 eftersom årets datafångst är

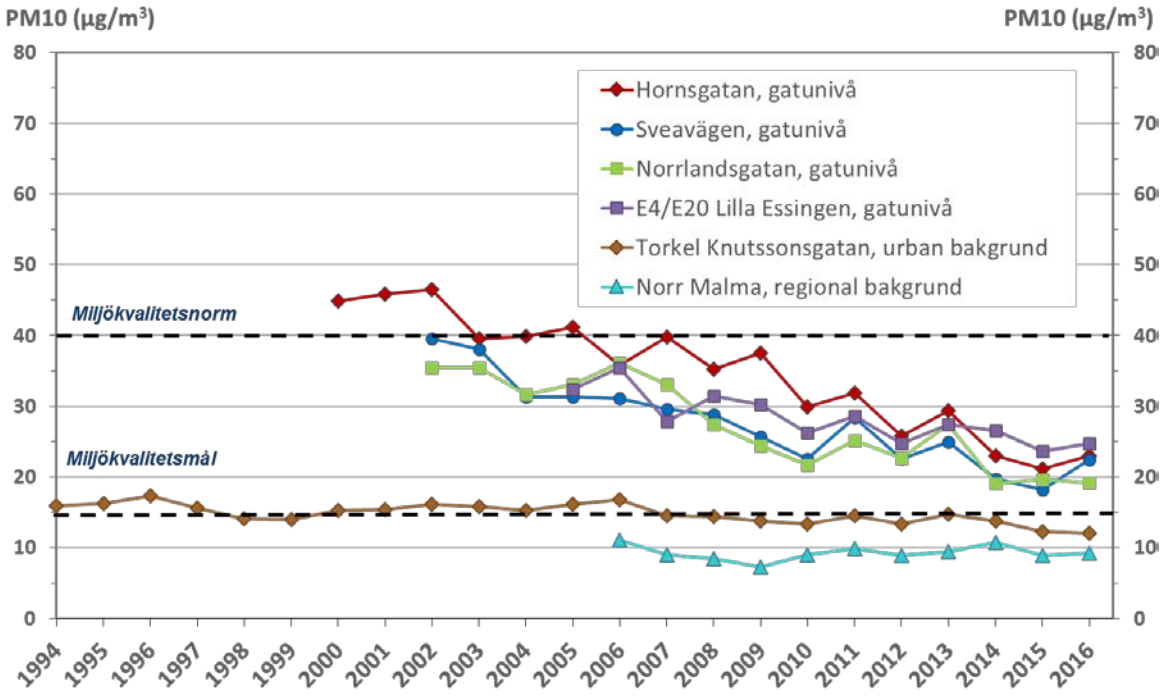
lägre än 90 % och därmed inte uppfyller kraven specificerade i SFS 2010:477. I gatunivå på Folkungagatan uppmättes 56 dygn över miljökvalitetsmålets målvärde 30 µg/m^3 under perioden 21 januari – 31 december 2016.

Tabell 9 *Jämförelse av uppmätta årsmedelhalter och dygnsmedelhalter av partiklar, PM10 år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsmålet. Rött mätvärde innebär att målet inte klaras år 2016.*

Miljökvalitetsmål till skydd för hälsa (µg/m^3)	Medel-värdes-tid	Anmärkning	**Hornsg** GATA	**Sveav** GATA	**Norrlg** GATA	**Essingen** GATA
15	1 år	Aritmetiskt medelvärde som inte får överskridas	23	22	19	25
			Antal dygn över miljökvalitetsnormens värde:			
30	1 dygn	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per år	73	77	59	91

Trend – årsmedelvärden och höga dygnsmedelvärden av PM10

Figur 9 visar uppmätta årsmedelhalter av PM10 under åren 1994 – 2016. Halterna vid gatustationerna visar en tydligt minskande trend. Sedan år 2006 har halterna vid samtliga mätstationer legat under årsnormen på 40 µg/m^3. Årets halter var något högre jämfört med fjolåret vid alla gatustationer förutom Norrlandsgatan, där ett byggnadsarbete under juli - september år 2015 orsakade ovanligt höga halter av PM10. Även halterna av PM10 i stadens urbana bakgrundsluft (taknivå på Torkel Knutssonsgatan) har minskat, om än mindre markant än vid gatustationerna.

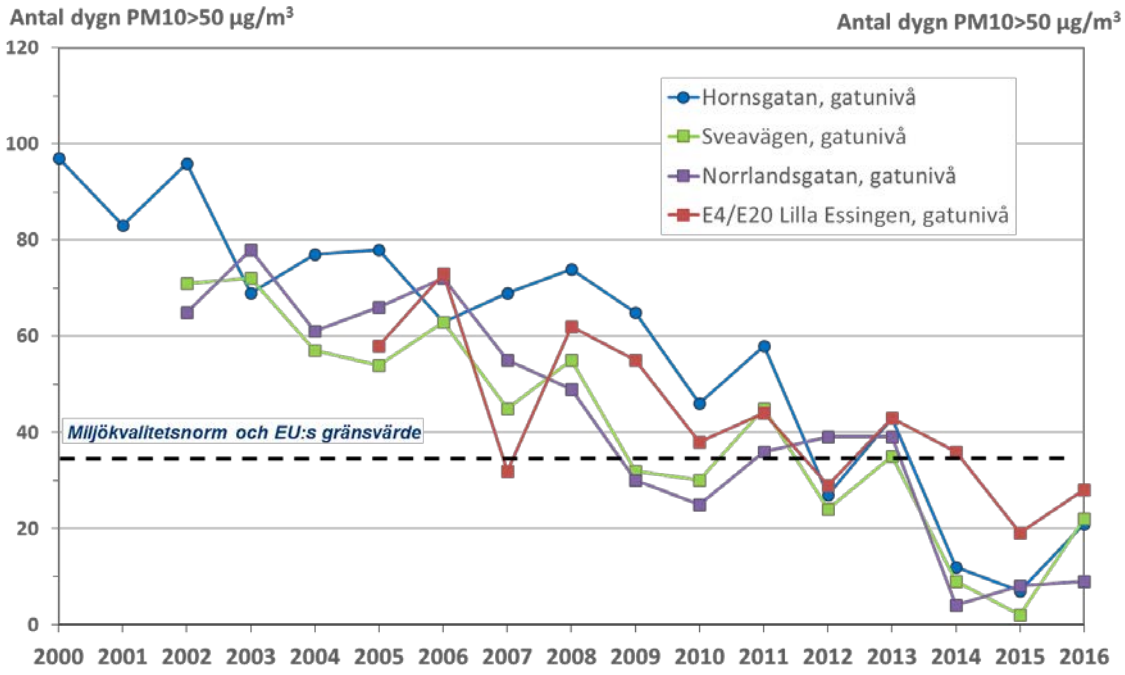


Figur 9. *Trend för uppmätta årsmedelhalter av partiklar, PM10, åren 1994-2016 vid gatustationerna Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan, Lilla Essingen samt bakgrundstationerna Torkel Knutssonsgatan och Norr Malma.*

De minskade halterna av PM10 i Stockholm beror på flera olika orsaker. En av de viktigaste är att dubbdäckanvändningen har minskat. Den minskande trenden av fordon med dubbdäck startade redan innan dubbdäckförbudet infördes på Hornsgatan 1 januari år 2010, som ett led av informationskampanjer om dubbdäcken skadliga inverkan på hälsan. Från och med 1 januari år 2016 utökades dubbdäckförbudet med ytterligare två innerstadsgator, Fleminggatan och del av Kungsgatan. Dubbdäcksförbud på enskilda gator har inneburit en minskning av användningen av dubbdäck i hela staden. Ca 40 % kör med dubbdäck vintertid på Sveavägen och Folkungagatan, jämfört med ca 30 % på de tre förbudsgatorna. Innan dubbdäcksförbudet infördes på Hornsgatan låg dubbdäckandelen på strax under 70 %.

I Figur 10 redovisas trender för antalet dygnsmedelvärden över normvärdet 50 µg/m^3 vid gatustationerna. Liksom årsmedelhalterna har antalet dygn med höga dygnsmedelhalter av PM10 stadigt minskat under 2000-talet. Sedan vintersäsongen 2013/2014 utför Trafikkontoret driftåtgärder i form av intensiv dammbindning med CMA och städning av 35 innerstadsgator. De senaste tre årens kraftiga nedgång i antalet dygn med höga halter av PM10 är ett direkt resultat av dessa åtgärder. PM10-halterna var under 2016 något högre jämfört med åren 2014 och 2015, men fortfarande klaras normen med god marginal. Årets driftåtgärder har utförts på liknande sätt som föregående två säsonger, men antalet dammbindningstillfällen var färre samtidigt som antalet städinsatser var betydligt fler. Hur ofta som man kan utföra dammbindning styrs bl a av väderparameterar såsom nederbörd och temperatur.

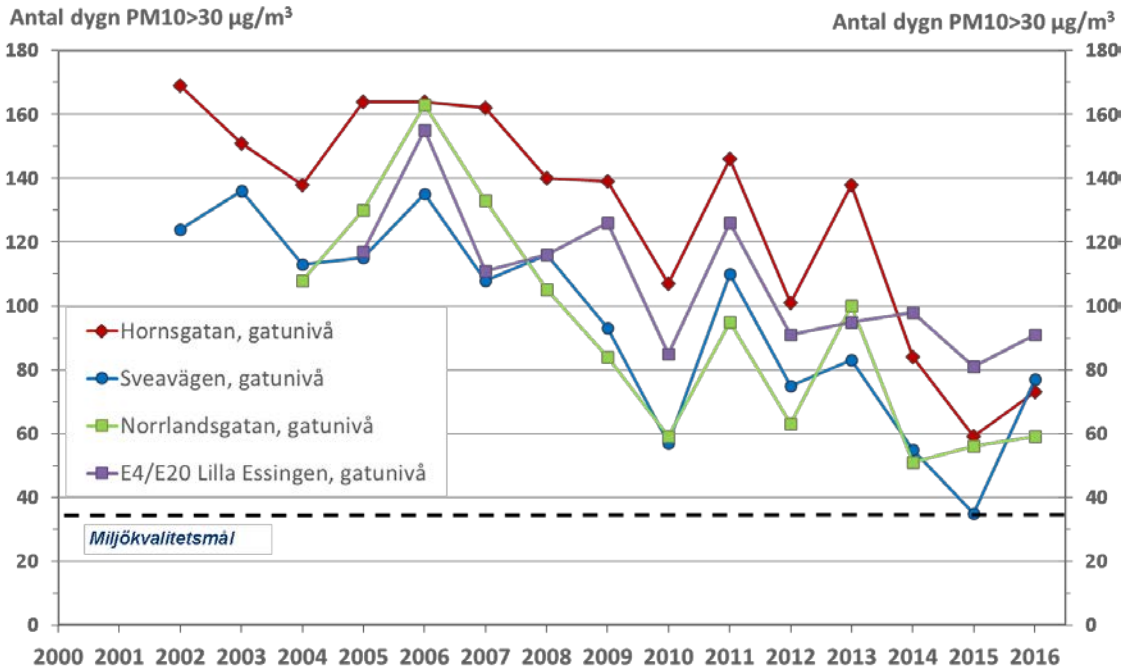
Även vid Trafikverkets mätstation intill E4/E20 ses en minskande trend i antal höga dygnsmedelvärden om än inte i samma höga grad som vid innerstadsgatorna.



Figur 10. *Trend för antalet dygnsmedelhalter av PM10 högre än normvärdet 50 µg/m³, åren 2000-2016 på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och Lilla Essingen. Normvärdet får överskridas maximalt 35 dygn per år för att klaras.*

För att analysera bakomliggande orsaker till de högre halterna av PM10 vid stadens gatustationer år 2016 jämfört med år 2015 utfördes beräkningar med NORTRIP-modellen[1]. Beräkningsmodellen har utvecklats inom ett Nordiskt samarbetsprojekt (NORTRIP, Non-Exhaust Road TRaffic Induced Particle Emission) och är speciellt framtagen för att studera emissioner och halter av partiklar från vägdamm. Beräkningarna gjordes för år 2015 och år 2016 för Hornsgatan. Resultatet från NORTRIP-modellen visade att förändring i meteorologin var den största orsaken till att PM10-halterna ökade från föregående säsong. Detta trots att vädret senaste vintersäsongen var förhållandevis gynnsamt. Samtidigt visade beräkningarna att om CMA lagts ut i samma utsträckning 2016 som under 2015 så hade årets uppmätta PM10-halter varit lägre. Dubbdäcksandelen ökade något på Hornsgatan från 2015 till 2016 och trafiken under vårvintern 2016 var något högre jämfört med samma period 2015, men enligt NORTRIP bidrog detta marginellt till årets haltökning. Beskrivning av och analys av driftåtgärder mot PM10 i Stockholm beskrivs i detalj i VTI-rapport 928 ” Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm. Utvärdering av vintersäsongen 2015–2016”. Även driftåtgärder under föregående vintersäsonger finns redovisade och analyserade i VTI-rapporter.

I Figur 11 visas trend för antalet dygnsmedelhalter över miljökvalitetsmålet 30 µg/m^3 vid gatustationerna. Miljökvalitetsmålet på Sveavägen klarades år 2015, men år 2016 registrerades närmre 80 dygn med halter över 30 µg/m^3. För att nå miljömålet för PM10 krävs ytterligare haltminskningar, där fortsatt minskning av andelen fordon med dubbdäck spelar en avgörande roll.



***Figur 11**. Trend för antalet dygnsmedelhalter av PM10 högre än miljökvalitetsmålet 30 µg/m³, åren 2000-2016 på Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan och Lilla Essingen. Målvärdet får överskridas maximalt 35 dygn per år för att klaras.*

1

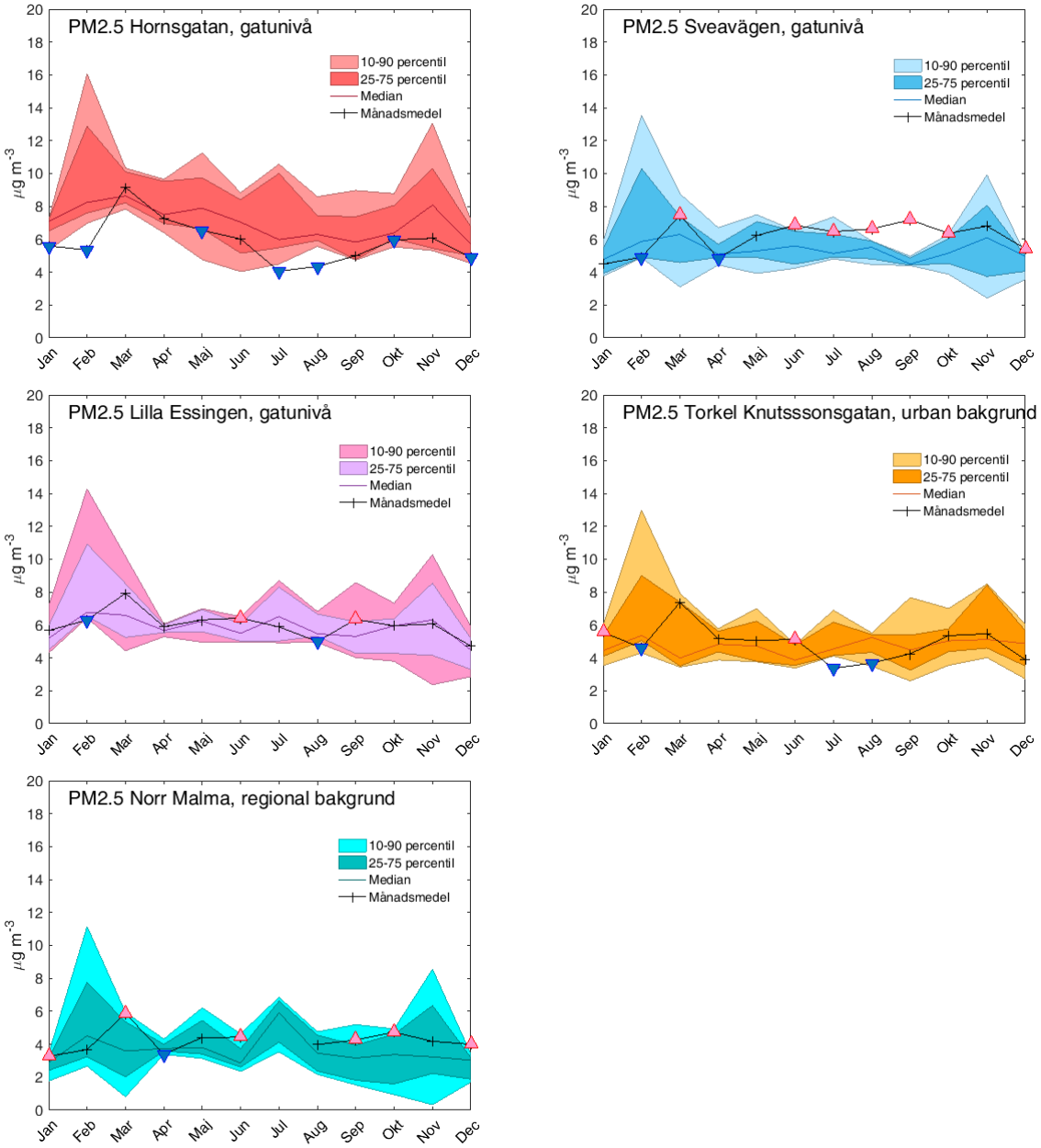
Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G. och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. Atmospheric Environment 77:283-300, 2013.

Partiklar, PM2.5

Partiklar, PM2.5, utgör i genomsnitt ca en tredjedel av PM10-halterna i gatunivå i innerstaden och består till stor del av intransport av partiklar utanför regionen. Det lokala bidraget utgörs främst av slitagepartiklar från vägtrafiken och förbränningspartiklar från energisektorn.

Mätresultat - PM2.5 år 2016

Figur 12 visar årets månadsmedelhalter samt en statistisk sammanställning av de fem tidigare årens uppmätta halter av PM2.5. Årets högsta månadshalter uppmättes under mars, vilket sammanfaller med höga halter av PM10 vid torra vägbanor under vårvintern.



Figur 12. *Uppmätta månadsmedelvärden av PM2.5 under år 2016 jämfört med perioden 2011-2015. Blå och röda trianglar märker ut månader där medelhalten var lägre respektive högre än 25-75 percentil-intervallet.*

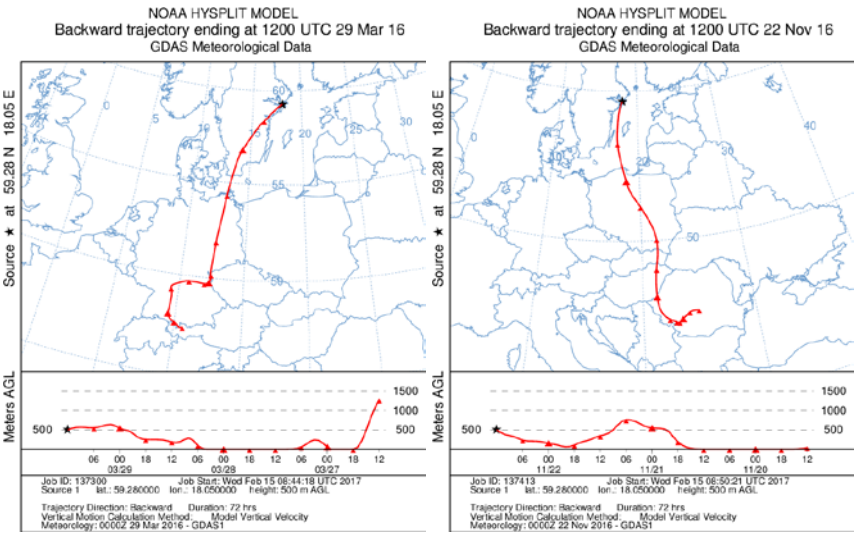
Tabell 10 redovisar 2016 års mätningar i form av tim-, dygns- och årsmedelvärden. Vid alla mätstationer, förutom Norr Malma, var årets årsmedelvärde av PM2.5 lägre jämfört med perioden 2011-2015. Årets högsta dygnsmedelvärde uppmättes den 29 mars vid Hornsgatan, Torkel Knutssonsgatan och Norr Malma, och den 22 november vid Sveavägen och Lilla Essingen. Figur 13 visar beräknade 3-dagars bakåttrajektorier som visar hur luften har rört sig på sin väg till Stockholm dessa två dagar. Trajektorierna visar att luften kommer ifrån från Centraleuropa, vilket förklarar de höga halterna av PM2.5. Årets högsta timmedelvärden på Hornsgatan och Norr Malma sammanföll med episoden med intransport av smutsig luft den 29 mars, medan årets högsta timmedelvärden på Sveavägen, Lilla Essingen och Torkel Knutssonsgatan berodde på lokala källor vid respektive mätstation. På Sveavägen har det under år 2016 pågått byggnadsarbete, vilket har påverkat mätningarna i form av lokala toppar orsakade av damningspartiklar.

Det stora bakgrundsbidraget för PM2.5 innebär att det är en liten skillnad mellan stadens mätresultat och uppmätt halt vid bakgrundstationen vid Norr Malma.

***Tabell 10**. Mätresultat för halter av partiklar, PM2.5, under år 2016.*

Partiklar, PM2.5 år 2016 ($\mu g/m^3$)	**Hornsg** GATA	**Sveav** GATA	**Essingen** GATA	**Torkel** UB	**N Malma** RB
Årsmedelvärde	5,9	6,1	6,1	4,9	4,2
Högsta timmedelvärde	38 *29 mar*	62 *21 sep*	41 *17 feb*	45 *10 dec*	32 *29 mar*
Högsta dygnsmedelvärde	24 *29 mar*	23 *22 nov*	22 *22 nov*	23 *29 mar*	23 *29 mar*
PM2.5 5-årsmedelvärde 2011-2015 ($\mu g/m^3$)					
Flerårsmedel	8,1	6,2	6,4	5,5	3,9

GATA = gatumiljö, UB = urban bakgrund, RB = regional bakgrund



***Figur 13.** 3-dagars bakåttrajektorier den 29 mars samt den 22 november 2016 (12 UTC), beräknad med NOAA HYSPLIT-modell. Trajektorierna visar hur luften har rört sig på sin väg till Stockholm.*

Jämförelse med miljökvalitetsnormen för PM2.5

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges normvärden för PM2.5 för årsmedelvärde och avser skydd för människors hälsa. I Tabell 11 jämförs 2016 års mätresultat av PM2.5 med gällande miljökvalitetsnorm. Miljökvalitetsnormen för partiklar, PM2.5, till skydd för människors hälsa klarades vid mätstationerna i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen och intill E4/E20 på Lilla Essingen år 2016. Enligt modellberäkningar för år 2010 följs miljökvalitetsnormen för partiklar, PM2.5, längs alla gator och vägar i Stockholm.

Tabell 11. *Jämförelse av uppmätta årsmedelhalter av partiklar, PM2.5, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsnormen.*

Miljökvalitetsnorm och EU-norm till skydd för hälsa (µg /m^3)	Medel-värdestid	Anmärkning	**Hornsg** GATA	**Sveav** GATA	**Essingen** GATA	**Torkel** UB
25	1 år	Aritmetiskt medelvärde som ska underskridas	5,9	6,1	6,1	4,9

GATA = gatumiljö, UB = urban bakgrund

Jämförelse med miljökvalitetsmålet för PM2.5

I nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft, finns två gränsvärden preciserade för PM2.5, 10 µg/m^3 som årsmedelvärde och 25 µg/m^3 som 4:e högsta dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet 10 µg/m^3 baseras på ett riktvärde som är rekommenderat av både Institutet för Miljömedicin vid Karolinska institutet och av Världshälsoorganisationen (WHO). Dygnsmedelvärdet 25 µg/m^3 (99-percentil) är rekommenderat av WHO.

Miljökvalitetsmålet för PM2.5 både avseende årsmedelvärde och dygnsmedelvärde klarades i gatunivå vid mätstationerna på Hornsgatan, Sveavägen, Lilla Essingen samt i taknivå på Torkel Knutssonsgatan år 2016, se Tabell 12.

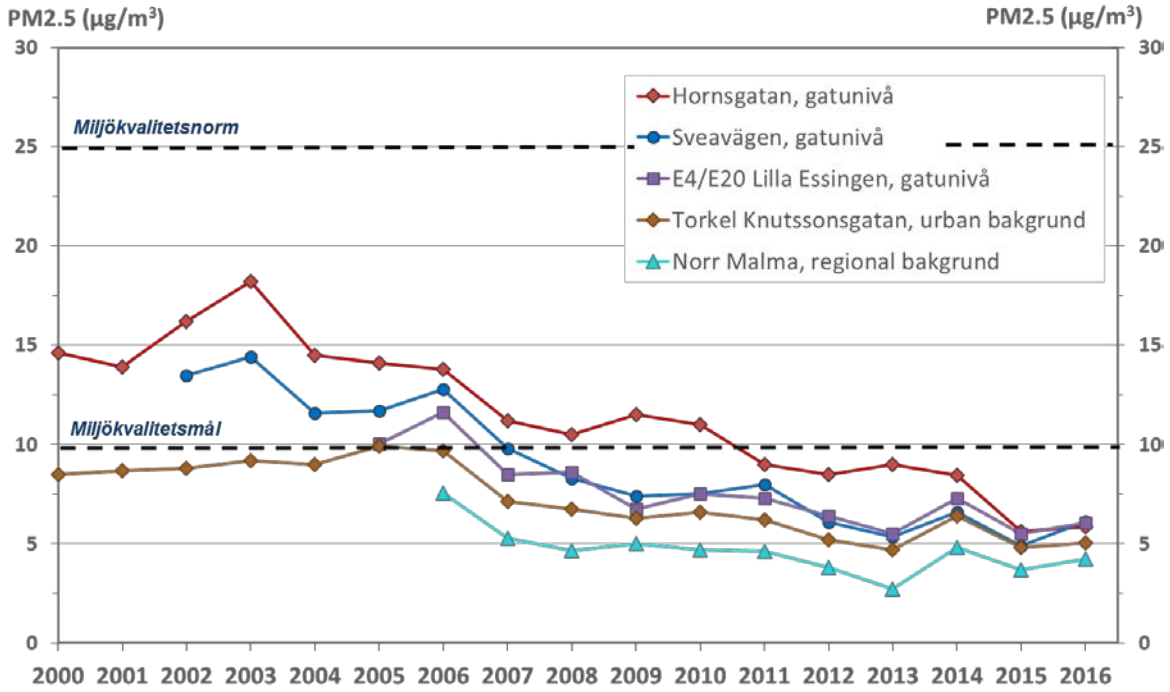
Tabell 12. *Jämförelse av uppmätta årsmedelhalter av partiklar, PM2,5, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsmålet.*

Miljökvalitetsmål till skydd för hälsa (µg /m^3)	Medel-värdestid	Anmärkning	**Hornsg** GATA	**Sveav** GATA	**Essingen** GATA	**Torkel** UB
10	1 år	Aritmetiskt medelvärde som ska underskridas	5,9	6,1	6,1	4,9
25	1 dygn	Värdet får inte överskridas mer än 3 dygn per år	0	0	0	0

GATA = gatumiljö, UB = urban bakgrund

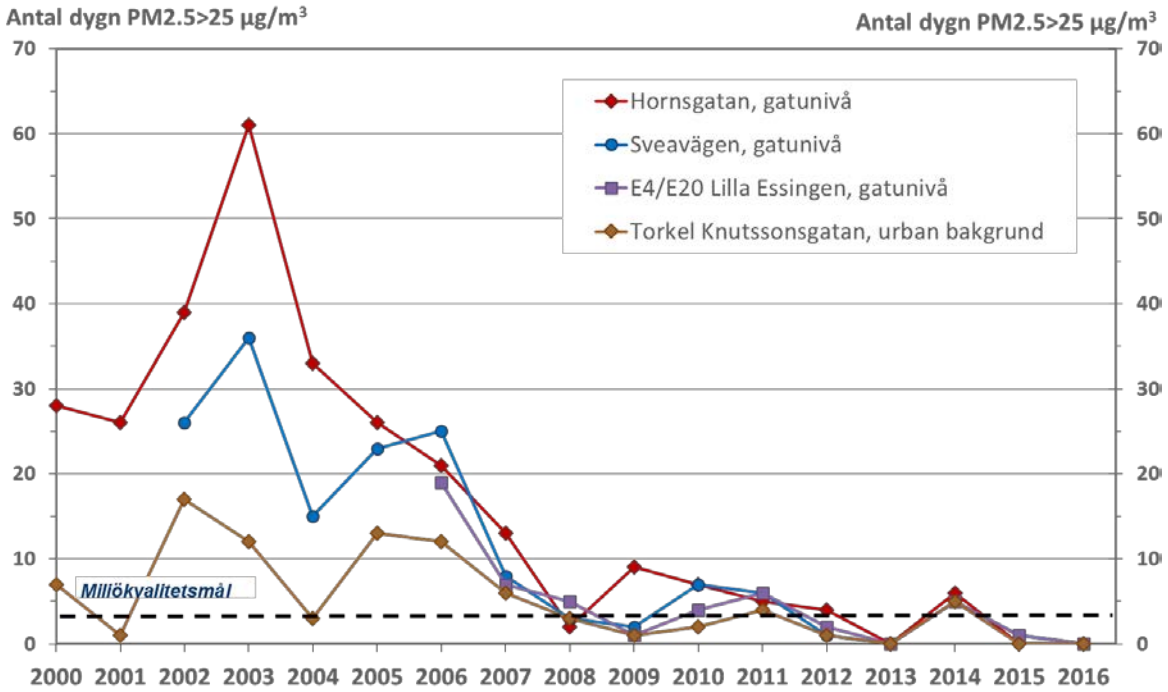
Trend - årsmedelvärden och höga dygnsmedelvärden av PM2.5

I Figur 14 visas uppmätta årsmedelvärden av PM2.5 under perioden 2000 – 2016. Mätningar vid samtliga stationer visar en tydligt minskande trend av PM2.5. Minskningen beror främst på att intransporten av fina partiklar till Stockholmsområdet har minskat.



Figur 14. *Trend för uppmätta årsmedelhalter av PM2.5 åren 2000-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan, Sveavägen, Lilla Essingen, Torkel Knutssonsgatan och vid Norr Malma.*

Figur 15 visar trender för antalet dygnsmedelvärden över miljökvalitetsmålets gränsvärde 25 µg/m^3, vid gatustationerna samt urban bakgrundsluft. Antalet höga dygnsmedelvärden har minskat under 2000-talet, men marginalen till miljökvalitetsmålets gränsvärde för dygnsmedelvärde är mindre än för årsmedelvärdet. År 2013 klarades för första gången miljökvalitetsmålet vid samtliga mätstationer, medan år 2014 överskreds målet inte bara vid gatustationerna utan även i taknivå på Torkel Knutssonsgatan. De senaste två åren har miljökvalitetsmålet för dygnsmedelvärden klarats vid alla mätstationer. Huruvida miljökvalitetsmålet klaras eller inte beror till stor del av intransport av smutsig luft från övriga Europa.



Figur 15. *Trend för antalet dygnsmedelhalter av partiklar, PM2.5, högre än miljökvalitetsmålet 25 µg/m³, åren 2000-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan, Sveavägen, Lilla Essingen och Torkel Knutssonsgatan.*

Sotpartiklar

Idag regleras inte halter av sotpartiklar i EU:s direktiv eller i svenska miljökvalitetsnormer, men detta är något som kan ändras i framtiden då intresset för sot har ökat under de senaste åren. Höga halter av sotpartiklar kan vara mycket skadliga för hälsan då de p.g.a. sin storlek kan inandas och transporteras långt ner i lungorna. Sotpartiklarna har dessutom absorberande egenskaper vilket gör att de bidrar till den globala uppvärmningen. Sot bildas vid all typ av ofullständig förbränning. I Stockholm är vägtrafiken och vedeldning de dominerande källorna.

Mätresultat – sotpartiklar år 2016

Tabell 13 redovisar 2016 års mätningar av sotpartiklar. Årets medelvärde av sotpartiklar på Hornsgatan uppmättes till rekordlåga 1 µg/m^3, vilket är en halvering jämfört med perioden 2011-2015. Årsmedelvärdet i urbana bakgrundsluften i taknivå på Torkel Knutssonsgatan var något lägre jämfört med senaste femårsperioden. Det högsta månadsmedelvärdet uppmättes i september på Hornsgatan och i mars på Torkel Knutssonsgatan. Halterna av sotpartiklar följer vanligtvis en årscykel med något lägre halter under vår och sommar medan halterna är högre under höst och vinter. Detta är till stor del ett resultat av ökad förbränning och kraftigare inversioner under den kallare delen av året vilket motverkar en effektiv omblandning av förorenad och ren luft. Under 2016 låg sothalterna på en relativt jämn nivå under året, vilket kan förklaras med en mild och blåsig vinter. Årets högsta timmedelvärde på Torkel Knutssonsgatan uppmättes den 29 mars, och sammanföll med årets högsta tim- och dygnsmedelvärde av PM2.5. De höga halterna av orsakades av intransport av luft från Centraleuropa, se Figur 13.s 34.

Tabell 13. *Mätresultat för halter av sotpartiklar under år 2016.*

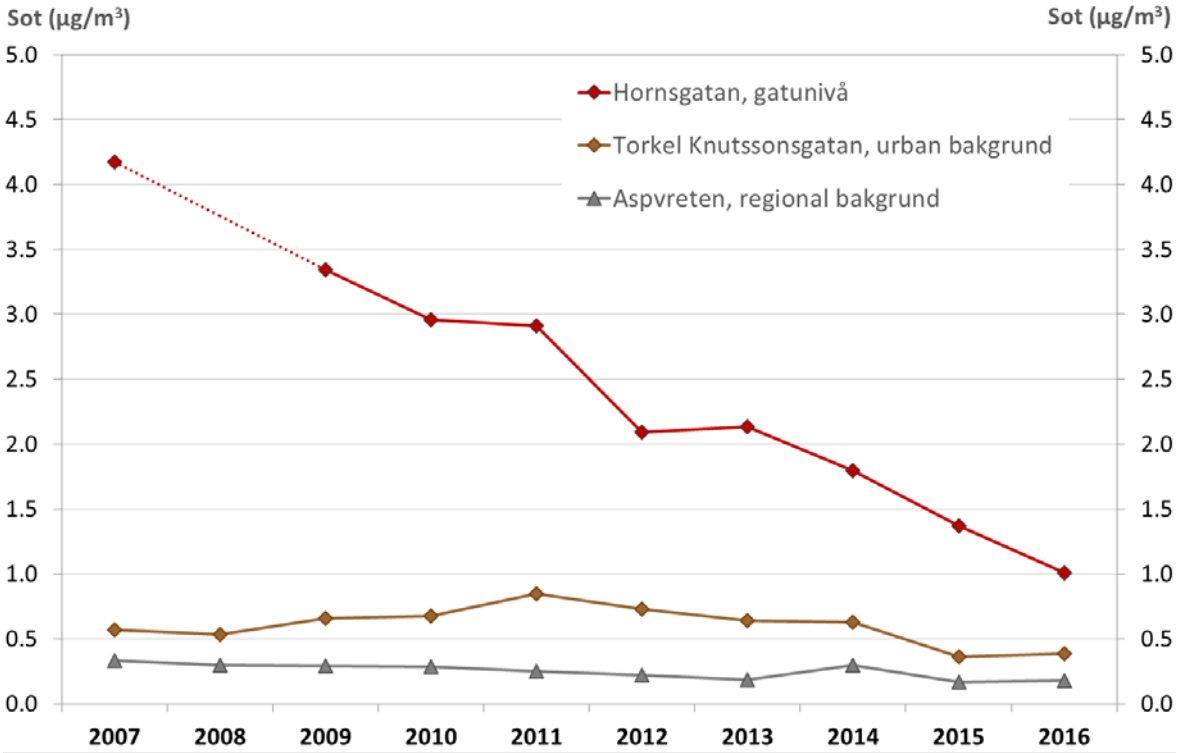
Sotpartiklar år 2016 (µg/m^3)	**Hornsgatan** (gatunivå)	**Torkel Knutssonsgatan*** (urban bakgrund, taknivå)
Årsmedelvärde	1,0	0,4
Högsta timmedelvärde	8,2 *(20 dec)*	6,1 *(29 mar)*
Högsta månadsmedelvärde	1,2 *(sep)*	0,6 *(mar)*
Sotpartiklar 5-årsmedelvärde år 2011-2015 (µg/m^3)		
Flerårsmedel	2,1	0,6

* Mätdata för november och december saknas år 2016 på Torkel Knutssonsgatan. Årsmedelvärdet baseras på perioden januari-oktober.

Trend - årsmedelvärden av sotpartiklar

Figur 16 visar uppmätta årsmedelhalter av sotpartiklar på Hornsgatan och Torkel Knutssonsgatan under åren 2007 – 2016. Sot mäts inte vid den regionala bakgrundsstationen vid Norr Malma. I Figur 16 visas istället mätdata från regionala bakgrundsstationen Aspvreten, som ligger ca 80 km söder om Stockholm vid Östersjökusten och ingår i den nationella svenska luftnätverksövervakningen.

En minskande trend kan ses för halterna av sotpartiklar på Hornsgatan och Torkel Knutssonsgatan under åren 2007 till 2016. Halterna på Hornsgatan har minskat med ca 75 % från år 2007 till år 2016. På Torkel Knutssonsgatan är motsvarande minskning ca 30 %. Förbättringen i gatunivå beror främst på skärpta avgaskrav och utvecklad fordonsteknik, vilket har lett till effektivare rening av avgaserna och bättre bränsleförbränning. En ökad andel förnybara bränslen bidrar också till minskade sothalter. T ex har antalet personbilar som drivs med el (elbilar, elhybrider och laddhybrider) i staden ökat markant senaste åren. År 2016 utgjorde de 4,6 % av alla personbilar i Stockholm, vilket motsvarar ca 16 000 fordon. Minskningen av sothalter på Hornsgatan beror även på minskad trafik, se s.64. De minskade avgasutsläppen har störst påverkan i trånga gaturum där ventilationen av luftföroreningar är sämre, men medverkar även till en generell haltminskning i staden.



Figur 16. *Trend för uppmätta halter av sotpartiklar åren 2007-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan och Torkel Knutssonsgatan samt den regionala bakgrundstationen Aspvreten i Södermanland.*

Ultrafina partiklar

Ultrafina partiklar uppstår vid förbränning. I Stockholm är den största källan till ultrafina partiklar utsläpp från fordonens avgaser. Avgaspartiklar är i regel mindre än 0,1 µm och har en mycket liten massa, men är helt dominerande för antalet partiklar i stadsmiljön. Det finns ingen bra metod som mäter massan av ultrafina partiklar, men genom att mäta antalet partiklar per kubikcentimeter (cm^3) luft erhålls ett kvantitativt mått på halten av de ultrafina partiklarna.

Ultrafina partiklar är mycket betydelsefulla från hälsosynpunkt och kan ge ett väsentligt bidrag till de negativa hälsoeffekterna av vägtrafikens utsläpp av luftföroreningar. Halter av antal partiklar regleras dock inte i EU:s direktiv eller i svenska miljökvalitetsnormer. Däremot regleras numera antal partiklar i fordonens avgasutsläpp.

Mätresultat – ultrafina partiklar år 2016

I tabell 14 redovisas 2016 års mätningar av ultrafina partiklar (antal partiklar). Årets uppmätta medelvärde på Hornsgatan var lägre jämfört med perioden 2011-2015, medan årsmedelvärdet i urbana bakgrundsluften var i nivå med senaste femårsperioden. Året högsta halter uppmättes i september på Hornsgatan och april på Torkel Knutssonsgatan.

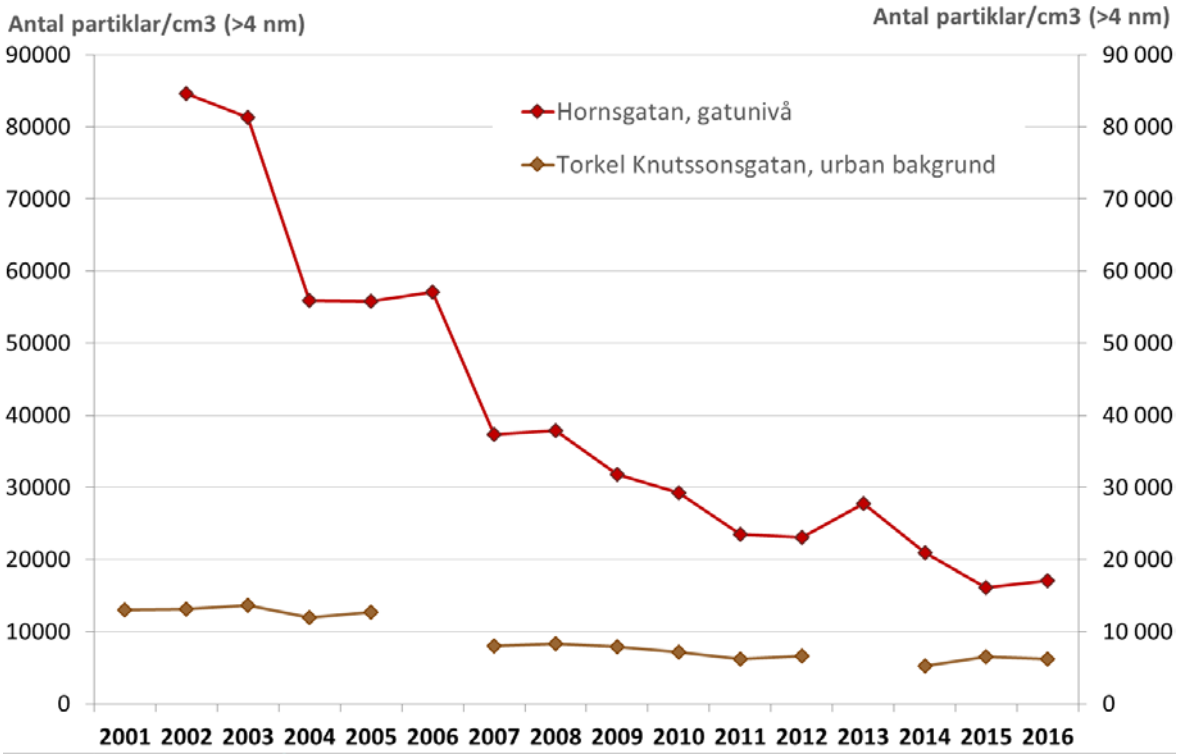
I gatunivå på Hornsgatan var partikelantalet i genomsnitt ca 17 100 per cm^3, vilket är ca tre gånger högre än i taknivå på Torkel Knutssonsgatan. Detta kan jämföras med halterna av PM10 och PM2.5 som är ungefär dubbelt så höga i gatunivån jämfört med i taknivå. För partikelantal är de lokala utsläppen i gatunivå mer betydelsefulla och effekter av långväga intransport mindre jämfört med PM2.5 och PM10. Detta beror på att de ultrafina partiklarna har relativt kort livslängd i atmosfären.

Tabell 14. *Mätresultat för halter av ultrafina partiklar (antal partiklar per cm^3) under år 2016.*

Ultrafina partiklar år 2016 (antal partiklar/cm^3)	**Hornsgatan** (gatunivå)	**Torkel Knutssonsgatan** (urban bakgrund, taknivå)
Årsmedelvärde	17 100	6 200
Högsta timmedelvärde	69 500 *(15 sep)*	34 900 *(13 jun)*
Högsta månadsmedelvärde	20 300 *(sep)*	7 000 *(apr)*
Ultrafina partiklar 5-årsmedelvärde år 2011-2015 (antal partiklar/cm^3)		
Flerårsmedel	22 300	6 200

Trend - årsmedelvärden för ultrafina partiklar

Figur 17 visar uppmätta årsmedelhalter av antal partiklar i gatunivå på Hornsgatan och i taknivå på Torkel Knutssonsgatan under åren 2001 – 2016. I både den urbana bakgrundsluften och i gatunivå på Hornsgatan har halterna av ultrafina partiklar minskat kraftigt under 2000-talet. Största minskning har skett i gatunivå, men även i Stockholms urbana bakgrundsluft har halterna minskat. Sedan början av 2000-talet ha halterna på Hornsgatan har minskat med ca 80 %, medan halterna i taknivå på Torkel Knutssonsgatan har mer än halverats. Minskningen av trafiken på Hornsgatan och i övriga innerstaden (p.g.a. Södra Länken, trängselskatten och dubbdäckförbud) samt infasning av bilar med lägre partikelutsläpp från avgaserna har bidragit till minskningen.



Figur 17. *Trend för uppmätta halter av ultrafina partiklar (antal partiklar per cm³) åren 2001-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan och Torkel Knutssonsgatan.*

Kolmonoxid, CO

Utsläppen av kolmonoxid i staden kommer nästan helt och hållet från vägtrafiken. Fordonens utsläpp är vanligtvis något större under kalla perioder beroende på större effekt av kallstarter. Utsläppen av kolmonoxid är mycket låga under främst sommarperioden. Avsaknaden av årstidsvariation i halterna beror på att lokala utsläppen är låga och att bakgrundshalten av CO har stor betydelse för de totala halterna.

Mätresultat – CO år 2016

I tabell 15 redovisas 2016 års mätningar av CO. De uppmätta årsmedelhalterna låg i nivå eller något under flerårsmedelvärdet 2010-2015. Mätningar görs på Hornsgatan och Sveavägen, på båda sidor av gaturummen samt i taknivå. Årets högsta halter av CO uppmättes på Sveavägen i början av augusti. Detta i samband med de bilkaravaner med äldre fordon som äger rum på Sveavägen varje år i slutet av sommaren. Halterna av CO i gatunivå på Hornsgatan och Sveavägen är ungefär 25-40 % högre än i taknivå.

Tabell 15. *Mätresultat för halter av kolmonoxid under år 2016.*

CO år 2016 (mg/m^3)	**Hornsg** GATA nr 108	**Hornsg** GATA nr 85	**Hornsg** TAK	**Sveav** GATA nr 59	**Sveav** GATA nr 88	**Sveav** TAK
Årsmedelvärde	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
Högsta timmedelvärde	5,6 *19 feb*	2,2 *25 nov*	0,9 *22 jan*	21 *6 aug*	7,3 *17 sep*	3,2 *30 apr*
Högsta åttatimmars-medelvärde	1,2 *19 feb*	0,6 *9 sep*	0,5 *1 nov*	14 *6 aug*	3,4 *17 sep*	1,2 *30 apr*
CO 5-årsmedelvärde år 2011-2015 (mg/m^3)						
Flerårsmedel	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2

GATA = gatumiljö, TAK = taknivå, urban bakgrund

Jämförelse med miljökvalitetsnormen för CO

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges miljökvalitetsnormen för CO. Normvärdet är angivet som ett högsta glidande medelvärde under 8 timmar och avser skydd för människors hälsa.

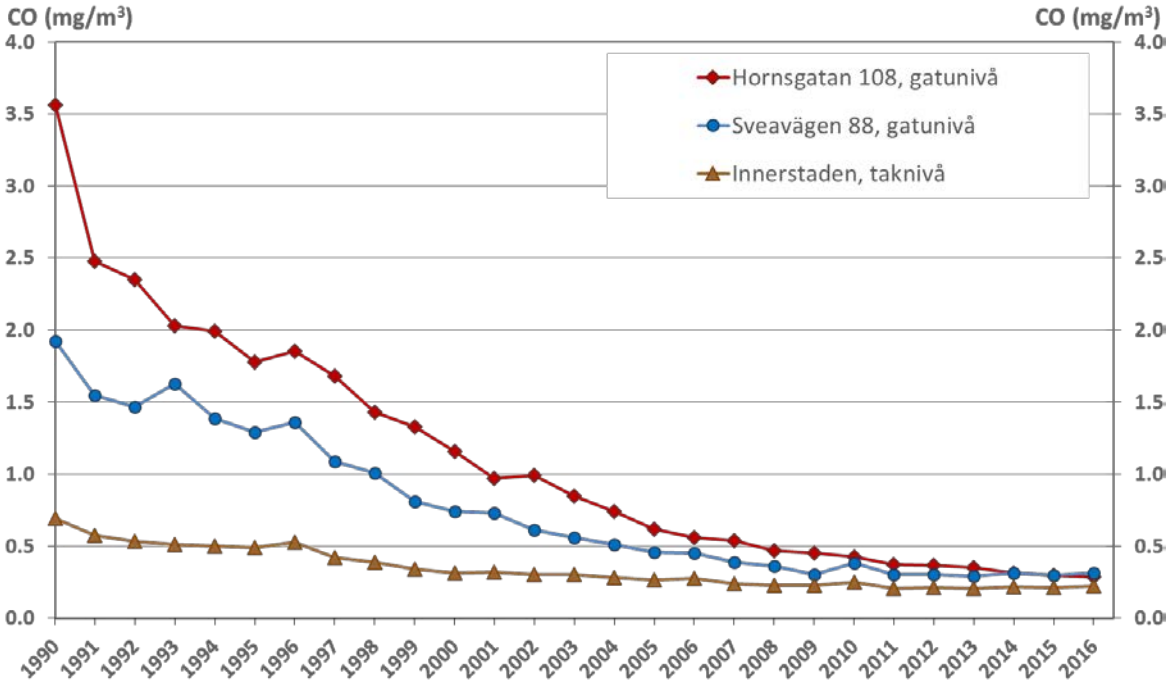
I Tabell 16 jämförs 2016 års mätresultat av CO med gällande miljökvalitetsnorm. Årets högsta åttatimmarsmedelvärde uppmättes till 14 mg/m^3 på Sveavägen 59, vilket är över miljökvalitetsnormens gränsvärde på 10 mg/m^3. Frånsett från enstaka dagar med höga halter på Sveavägen är luftkvaliteten avseende CO bra i Stockholm och miljökvalitetsnormen bedöms följas med god marginal.

Tabell 16. *Jämförelse av uppmätta halter av kolmonoxid, CO, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsnormen.*

Miljökvalitetsnorm och EU-norm till skydd för hälsa (mg/m^3)	Medel-värdestid	Anmärkning	Högsta uppmätta värde:			
			Hornsgatan		**Sveavägen**	
			nr 108	nr 85	nr 59	nr 88
10	8 timmars-medelvärde	Värdet får inte överskridas	1,2	0,6	14	3,4

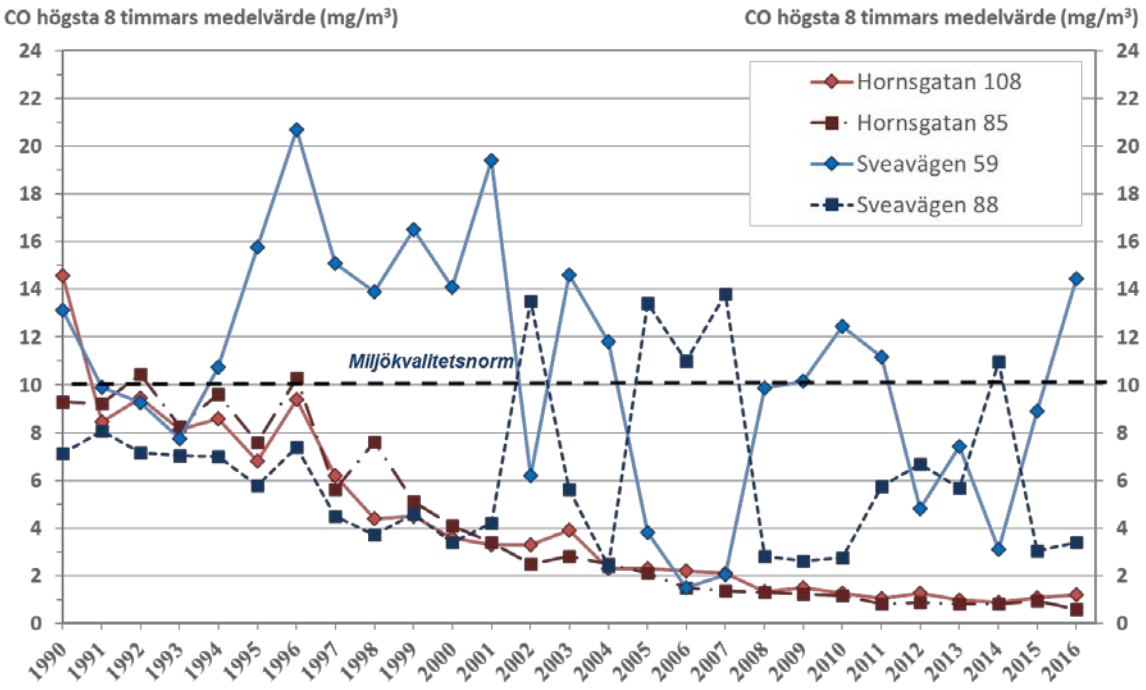
Trend – årsmedelvärden och 8-timmars medelvärde för CO

I Figur 18 visas uppmätta årsmedelhalter av CO på Hornsgatan och Sveavägen för åren 1990-2016. Halterna av CO har minskat kraftigt sedan år 1990. Största minskning har skett i gatunivå där halterna har minskat med mer än 90 %. Effektivare avgasrening för fordonsparken har kraftigt begränsat utsläppen från vägtrafiken.



Figur 18*. Trend för uppmätta årsmedelhalter av CO åren 1990-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan och Sveavägen. Halterna av CO i taknivå är ett medelvärde av stationerna på Hornsgatan och Sveavägen.*

Figur 19 visar högsta åttatimmarsmedelvärde av CO i gatunivå på Hornsgatan och Sveavägen för åren 1990-2016. De höga värdena på Sveavägen beror på en årligen återkommande bilkaravan. Beroende på vindriktning uppmäts de högsta halterna vid dessa tillfällen upp på olika sidor av gaturummet. Normen för CO överskreds på Sveavägen år 2016. På Hornsgatan har högsta åttatimmarsmedelvärdet minskat i takt med skärpta avgaskrav och minskad trafik, och ligger numera långt under miljökvalitetsnormens gränsvärde.



Figur 19. *Trend för högsta uppmätta 8-timmarsmedelvärde av CO åren 1990-2016 vid mätstationerna i gatunivå på Hornsgatan och Sveavägen.*

Svaveldioxid, SO_2

Svaveldioxidutsläppen i staden kommer till största del från energisektorn och sjöfarten. Vägtrafiken i staden står för några procent av de totala utsläppen i staden. Eftersom uppvärmningsbehovet är störst vid kalla perioder är utsläppen och halterna vanligtvis högst under vintern. Svaveldioxid mäts i urban bakgrund i taknivå på Torkel Knutssonsgatan. En relativt stor andel av den uppmätta svaveldioxiden i staden är intransport.

Mätresultat – SO_2 år 2016

I Tabell 17 redovisas 2016 års mätningar av svaveldioxid, SO_2. Årsmedelvärdet uppmättes till 0,4 µg/m^3, vilket är lägre jämfört med senaste femårsperioden. Det högsta månadsmedelvärdet uppmättes i januari. Svavelhalten i luften oftast högst på hösten och vinter till följd av ökad förbränning och kraftigare inversioner under den kallare delen av året.

Tabell 17. *Mätresultat för halter av svaveldioxid, SO_2, under år 2016.*

SO_2 år 2016 (µg/m^3)	**Torkel Knutssonsgatan** (urban bakgrund, taknivå)
Årsmedelvärde	0,4
Högsta månadsmedelvärde	1,2 *(jan)*
SO_2 5-års medelvärde 2011-2015 (µg/m^3)	
Flerårsmedel	0,7

Jämförelse med miljökvalitetsnormen för svaveldioxid

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges miljökvalitetsnormen för SO_2. Till skydd för människors hälsa finns normvärden för dygnsmedelvärde (100 µg/m^3) och timmedelvärde (200 µg/m^3). För att normen ska klaras får inte dygnsmedelvärdet överskridas mer än 7 dygn eller timmedelvärdet överskridas mer än 175 timmar. Eftersom utsläppen har minskat kraftigt är det inga svårigheter att följa miljökvalitetsnormen för svaveldioxid i Stockholm.

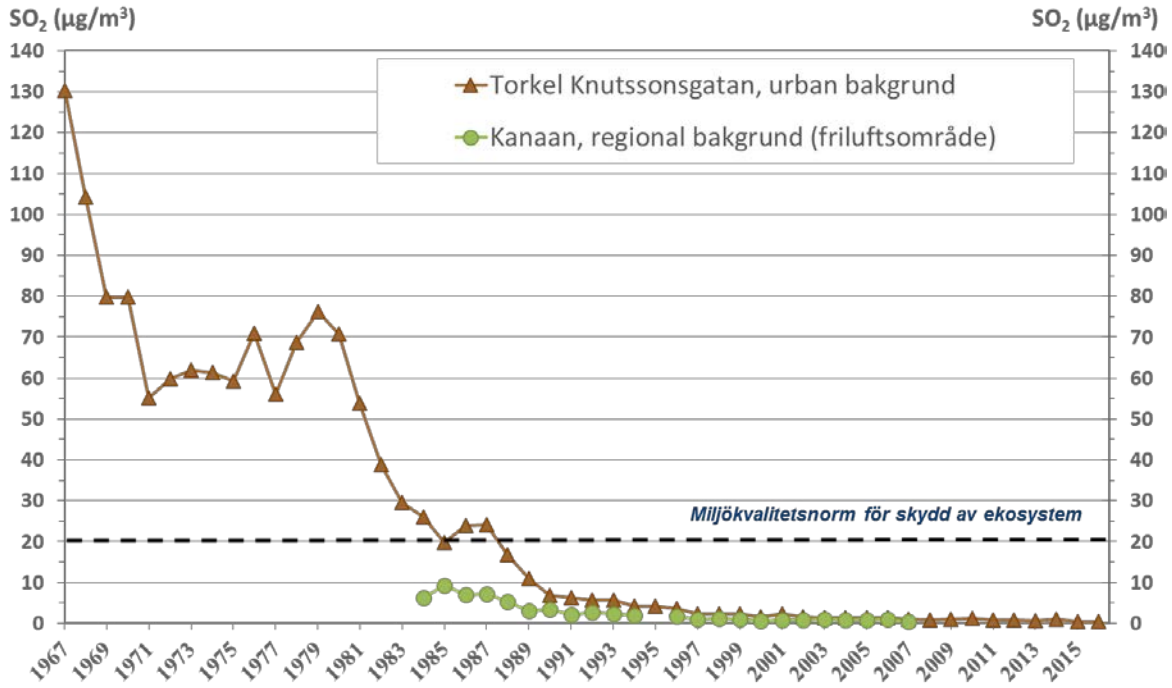
Det finns även ett normvärde till skydd för växtligheten, årsmedelvärdet eller vintermedelvärde (1 okt – 1 apr) får inte överskrida 20 µg/m^3. Normen till skydd för växtligheten gäller i områden där det är minst 20 kilometer till närmaste tätbebyggelse eller 5 kilometer till annat bebyggt område, industriell anläggning eller motorväg.

Jämförelse med miljökvalitetsmålet för svaveldioxid

Svaveldioxid bedöms i dagsläget inte vara ett hälsoproblem i framtiden. Däremot är svaveldioxid en av flera luftföroreningar som bidrar till korrosion på material som är förenad med omfattande samhällsekonomiska kostnader. I nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft, finns ett gränsvärde preciserat för korrosion, vilket innebär att korrosion på kalksten understiger 6,5 µm per år.

Trend – årsmedelvärde av svaveldioxid

Figur 20 visar uppmätta årsmedelvärden av SO_2 i taknivå på Torkel Knutssonsgatan samt vid Kanaanbadet i Grimsta friluftsområde under perioden 1967 – 2016. Sedan slutet av 1960-talet har halterna av SO_2 i den urbana bakgrundsluften i taknivå på Torkel Knutssonsgatan minskat med ca 99 %. Under 1980-talet minskade SO_2-halterna kraftigt på grund av sänkt svavelhalt i eldningsoljan samt minskad oljeförbränning. Utbyggnaden av fjärrvärmen i staden innebar att förbränningen blev effektivare och att utsläppen flyttades till högre höjd. Förutom energisektorn minskade även sjöfarten sina utsläpp, p.g.a. att bränslet blev renare. Även vid Kanaanbadet har halterna minskat kraftigt, över 90 % under perioden 1984 till 2007.



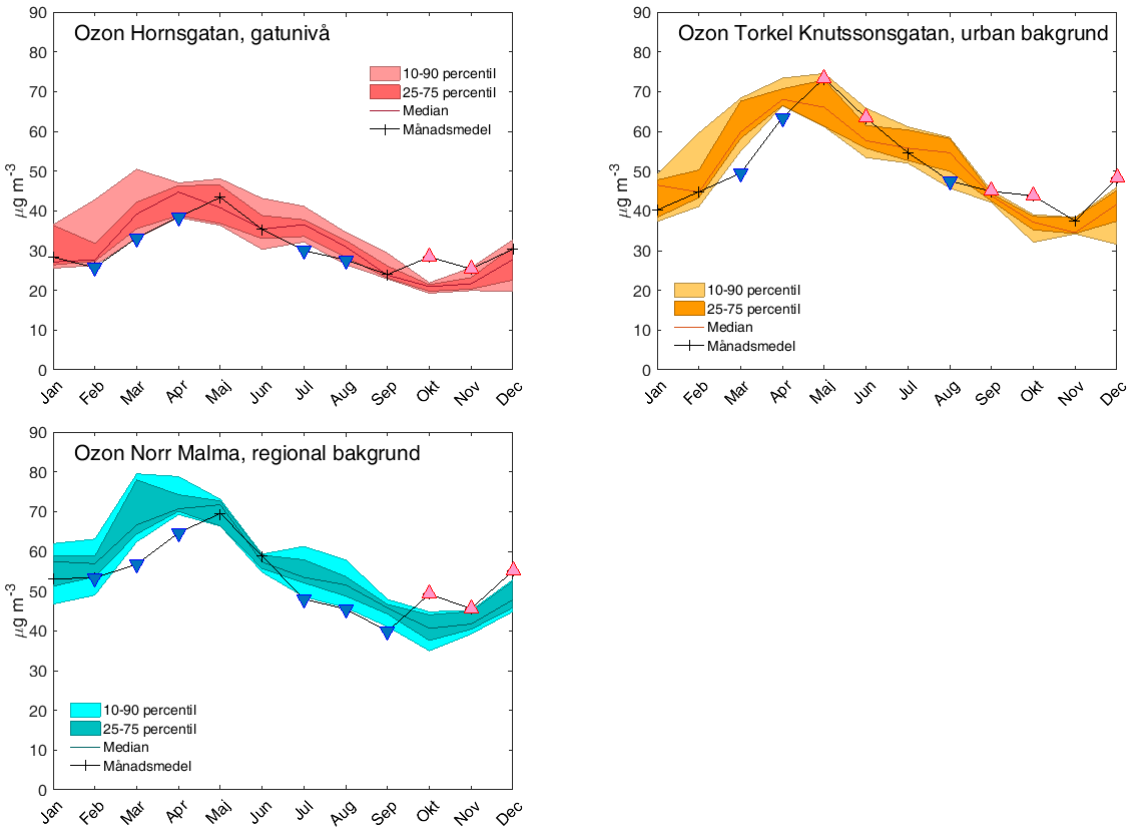
Figur 20. *Trend för uppmätta årsmedelhalter av svaveldioxid, SO_2, vid mätstationerna på Torkel Knutssonsgatan (åren 1967-2016) och vid Kanaanbadet (åren 1984-2007).*

Marknära ozon, O_3

Marknära ozon (O_3) bildas genom kemiska reaktioner i luften mellan kolväten och kväveoxider under inverkan av solljus. I Stockholm uppmäts vanligtvis de högsta ozonhalterna under våren och sommaren i samband med högtrycksbetonat väder. Den långväga transporten av ozon från kontinenten svarar för huvuddelen av det marknära ozonet i Stockholmsområdet. Under våren kan även höga halter uppkomma då stratosfäriskt ozon från de högre luftlagren (ett par mil upp) blandas ner i marknivå. Ozon kan ge upphov till negativa hälsoeffekter i övre luftvägarna.

Mätresultat – O_3 år 2016

Figur 21 visar årets månadsmedelhalter, samt en statistisk sammanställning av de fem tidigare årens uppmätta halter av ozon. De högsta månadsmedelvärden uppmättes under vårmånaderna april – maj. Ozonhalterna är lägre vid mätstationen på Hornsgatan än i den urbana och regionala bakgrundsluften, vilket beror på att ozonet bryts ned av de lokala utsläppen av kvävemonoxid (vid bildningen av kvävedioxid). Effekten är störst i trånga gaturum, som t.ex. på Hornsgatan.



Figur 21. *Uppmätta månadsmedelvärden av ozon under år 2016 jämfört med perioden 2011-2015. Blå och röda trianglar märker ut månader där medelhalten var lägre respektive högre än 25-75 percentil-intervallet.*

Tabell 18 redovisar 2016 års mätningar av ozon i form av tim- och årsmedelvärden. De uppmätta årsmedelhalterna låg i nivå eller något under flerårsmedelvärdet 2011-2015. Årets högsta timmedelvärde samt högsta 8-timmarsmedelvärde uppmättes under perioden 8-10 maj på samtliga mätstationer. Dessa dagar dominerades av varmt (25 ºC), soligt och högtrycksbetonat väder, vilket gynnar ozonbildning.

Tabell 18. *Mätresultat för halter av ozon, O_3, under år 2016.*

O_3 år 2016 ($\mu g/m^3$)	**Hornsgatan** (gatunivå)	**Torkel Knutssonsgatan** (urban bakgrund, taknivå)	**Norr Malma** (regional bakgrund)
Årsmedelvärde	31	51	53
Högsta timmedelvärde	102 *8 maj*	124 *9 maj*	117 *10 maj*
Högsta 8-timmarsmedelvärde	89 *8 maj*	118 *9 maj*	114 *10 maj*
O_3 5-årsmedelvärde år 2011-2015 ($\mu g/m^3$)			
Flerårsmedel	32	51	55

Jämförelse med miljökvalitetsnormen för ozon

Miljökvalitetsnormen för marknära ozon ska enligt Luftkvalitetsförordningen (2010:477) ”eftersträvas” och skiljer sig därmed från många andra miljökvalitetsnormer i förordningen. Definitionen har uppkommit p.g.a. att EU:s direktiv innehåller målvärden och inte, som i andra fall, gränsvärden. I EG-direktivet och i den svenska förordningen finns dessutom tröskelvärden till skydd för hälsa som innebär skyldighet att informera och larma allmänheten.

Utöver de miljökvalitetsnormer som syftar till att skydda människor hälsa, finns miljökvalitetsnormer för skydd av växtlighet. Naturvårdsverket ansvarar för övervakningen av dessa. Naturvårdsverkets tolkning är att miljökvalitetsnormerna för växtlighet inte ska tillämpas på platser där antropogena källor finns i närmiljön som påverkar halterna.

I Tabell 19 jämförs 2016 års mätresultat av ozon med gällande miljökvalitetsnorm till skydd för människors hälsa. Normen till skydd för människors hälsa klarades i gatunivå på Hornsgatan samt i urban- och regional bakgrundsluft. Även tröskelvärden för larm och information till allmänheten klarades. Om dessa överskrids innebär det en risk för människors hälsa även vid kortvarig exponering.

I Tabell 20 jämförs 2016 års mätresultat av ozon vid den regionala bakgrundsstationen vid Norr Malma med miljökvalitetsnormen till skydd för växtlighet. Normvärdet anges som AOT40, Accumulated Ozone exposure over Threshold 40 ppb. Både gällande normvärde och det normvärdet som ska eftersträvas till år 2020 följs i regional bakgrundsluft vid Norr Malma.

Tabell 19. *Jämförelse av uppmätta halter av ozon, O_3, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsnormen till skydd för hälsa.*

			Antal överskridanden:		
Miljökvalitetsnorm och EU-norm till skydd för hälsa (µg/m^3)	Medel-värdestid	Anmärkning	**Hornsg** (gatunivå)	**Torkel** (urban bakgrund)	**N Malma** (reg bakgrund)
240	1 timme	Tröskelvärde för larm	0	0	0
180	1 timme	Tröskelvärde för information	0	0	0
120	8 timmar [1]	Värdet bör inte överskridas [2]	0	0	0

1) *Högsta 8-timmarsmedelvärde under ett dygn beräknat utifrån uppmätta timmedelvärden*
2) *Enligt EU-norm får värdet inte överskridas mer än 25 dygn per kalenderår (målvärde, medel för 3 år).*

Tabell 20. *Jämförelse av uppmätta halter av ozon, O_3, med motsvarande värde för miljökvalitetsnormen till skydd för växtlighet.*

Miljökvalitetsnorm och EU-norm till skydd för växtlighet (µg/m^3*h)	Medel-värdestid	Anmärkning	**N Malma** (regional bakgrund)
18 000 [1] 6 000 (fr.o.m. år 2020)	1 timme [2]	Skydd av växtligheten (AOT40)	**År 2016**
			3 655
			5-årsmedelvärde 2012-2016
			3 327

1) *Bestämt som ett genomsnittligt värde under en femårsperiod.*
2) *Värdet beräknas genom att summera skillnaden mellan timkoncentrationer över 80 µg/m^3 och 80 µg/m^3, kl. 08- 20 under perioden maj t o m juli.*

Jämförelse med miljökvalitetsmålet för ozon

I nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft, finns gränsvärden preciserade dels till skydd för hälsa dels till skydd för växtlighet.

Miljökvalitetsmålet för ozon till skydd för människors hälsa överskreds i gatunivå på Hornsgatan, i taknivå på Torkel Knutssonsgatan och i regional bakgrundsluft år 2016, se Tabell 21. Däremot klarades målet till skydd för växtlighet år 2016, se Tabell 22.

Tabell 21. *Jämförelse av uppmätta halter av ozon, O_3, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsmålet till skydd för hälsa. Rött mätvärde innebär att målet inte klaras år 2016.*

			Antal överskridanden:		
Miljökvalitetsmål till skydd för hälsa (µg/m^3)	Medel-värdestid	Anmärkning	**Hornsg** (gatunivå)	**Torkel** (urban bakgrund)	**N Malma** (reg bakgrund)
80	1 timme	Värdet får inte överskridas	39	544	579
70	8 timmar [1]	Värdet får inte överskridas	15 dygn	102 dygn	124 dygn

1) *Högsta 8-timmars medelvärde under ett dygn beräknat utifrån uppmätta timmedelvärden*

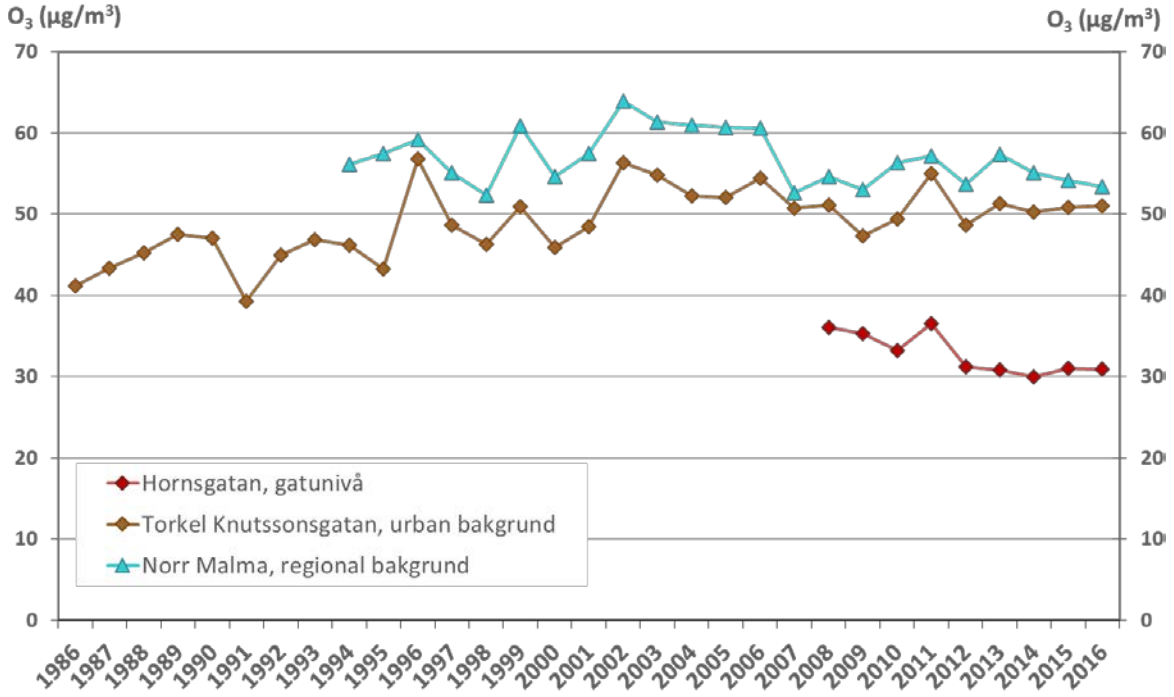
Tabell 22. *Jämförelse av uppmätta halter av ozon, O_3, år 2016 med motsvarande värde för miljökvalitetsmålet till skydd för växtlighet.*

Miljökvalitetsmål till skydd för växtlighet (µg/m³*h)	Medel-värdestid	Anmärkning	**N Malma** (regional bakgrund)
10 000	1 timme [1]	Skydd av växtligheten (AOT40)	4 567

1) *Värdet beräknas genom att summera skillnaden mellan timkoncentrationer över 80 µg/m³ och 80 µg/m³, kl.08- 20 under perioden april t o m september.*

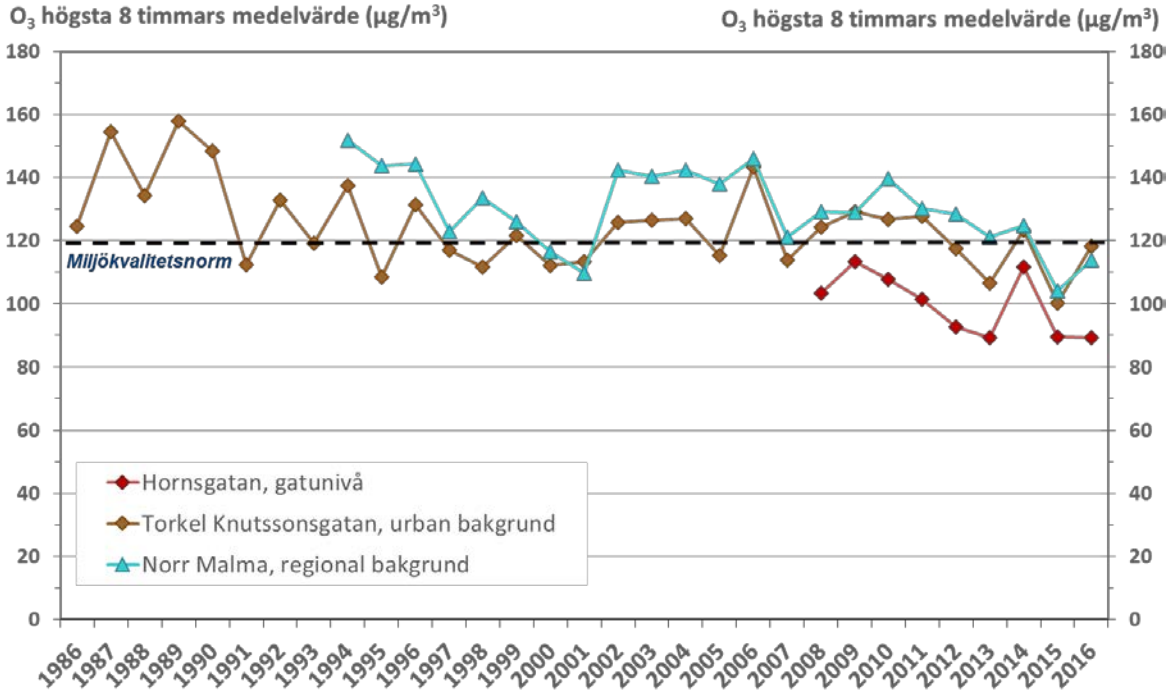
Trend – årsmedelvärden och 8-timmarsmedelvärde

Figur 22 visar uppmätta årsmedelhalter av ozon under perioden 1986 – 2016. Under slutet av 1980-talet och under 1990-talet ökade ozonhalterna i urban och regional bakgrundsluft. Denna ökning berodde på kraftigt minskade utsläpp av kvävemonoxid från vägtrafiken, i och med skärpta avgaskrav, och därmed förbrukades mindre ozon. År 2002 uppmättes de hittills högsta årsmedelvärdena vid mätstationerna på Torkel Knutssonsgatan och vid Norr Malma. Under de senaste tio åren har något lägre ozonvärden uppmätts, men halterna är fortfarande högre än på 1980-talet.



Figur 22. *Trend för uppmätta årsmedelhalter av ozon, O_3, åren 1986-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan, på Torkel Knutssonsgatan och vid Norr Malma.*

Figur 23 visar högsta uppmätta åttatimmarsmedelvärden för åren 1986-2016. Mätningarna visar på en minskande trend. Senaste 10-årsperioden har miljökvalitetsnormen för ozon till skydd för hälsa klarats i taknivå på Torkel Knutssonsgatan fem år och överskridits fem år. Naturvårdsverkets bedömning är att åtgärdsprogram för ozon inte är motiverat, utan att åtgärder för att minska utsläppen av ozonbildande ämnen bör ske med internationella program. Detta eftersom den långväga transporten från kontinenten svarar för huvuddelen av det marknära ozonet i Stockholmsområdet.



Figur 23. *Trend för högsta 8-timmarsmedelvärde av ozon, O_3, åren 1986-2016 vid mätstationerna på Hornsgatan, på Torkel Knutssonsgatan och vid Norr Malma.*

Övriga luftföroreningar

Utöver de luftföroreningar som mäts kontinuerligt i Stockholm är även bensen, bly arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren reglerade i Luftkvalitetsförordningen (2010:477). Halterna av dessa ämnen är långt under gällande miljökvalitetsnormer och mäts därmed inte varje år. För uppmätta halter hänvisas till tidigare årsrapporten som finns att ladda ner på SLB-analys hemsida: www.slb.nu.

Bensen

Bensen tillhör gruppen flyktiga organiska ämnen (VOC). Bensen är en ur hälsosynpunkt viktig luftförorening, eftersom den är en välkänd cancerframkallande substans som förekommer i bensin i halter upp till 5 % och som även nybildas i förbränningsprocesser. I Stockholm kommer utsläppen av bensen till största delen från vägtrafiken och då främst bensindrivna fordon. Bensen uppkommer dels p.g.a. ofullständig förbränning av drivmedel och motorns smörjolja, dels genom avdunstning av bränsle från fordonets bränslesystem. Det senare sker såväl vid framfart som efter avslutad körning då fordonet är varmt. Vedförbränning avger relativt höga halter av bensen. Användningen som lösningsmedel är numera starkt begränsad, men vanliga aromatiska lösningsmedel som xylen och toluen kan innehålla spår av bensen.

Bensenhalterna i urban bakgrund på Torkel Knutssonsgatan har halverats i jämförelse med 1990-talets nivåer. Vid mätstationen i gatunivå på Hornsgatan är minskningen ca 80 %. Förbättringen beror på främst på införandet av katalysatorrening på personbilar samt att bensenhalten i bensin har minskat. Även intransporten av bensen har minskat.

Eftersom utsläppen har minskat kraftigt är det inga svårigheter att uppfylla miljökvalitetsnormen för bensen i Stockholm. Halterna av bensen i urban bakgrundsluft på Torkel Knutssonsgatan samt i gatunivå på Hornsgatan och Birger Jarlsgatan år 2011 var under gränsvärdet för gällande miljökvalitetsnorm till skydd för hälsa (5,0 µg/m^3 som årsmedelvärde). Däremot var halterna i gatunivå över miljökvalitetsmålet (1,0 µg/m^3 som årsmedelvärde).

Bly

Tidigare släpptes stora mängder bly ut från trafiken på grund av tillsatt bly i bensin. År 1994 upphörde distributionen av blyad bensin i Sverige, vilket gjorde att utsläppen minskade kraftigt. Idag kan bly förekomma som förorening i den blyfria bensinen samt i fordonens bromsbelägg. Ungefär hälften av blyet i luften i Stockholm är intransport, dvs. kommer från utsläpp utanför regionen. Vägtrafiken i staden beräknas stå för ca 20 % av de uppmätta halterna.

Blyhalterna i stadens bakgrundsmiljö minskade med ca 90 % åren 1989-2004. Minskningen beror på främst infasningen av katalysatorrenade personbilar med blyfri bensin, men även på minskade utsläpp från förbränning i andra länder.

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges miljökvalitetsnorm för bly. Till skydd för människors hälsa ska halten 0,5 µg/m^3 som årsmedelvärde följas. Halterna i innerstaden utgör endast några procent av normens värde. Miljökvalitetsnorm för bly till skydd för människors hälsa följs överallt i Stockholms stad.

Arsenik, kadmium och nickel

Arsenik, kadmium och nickel är liksom bly partikelbundna metaller. De förkommer till största delen i den fina partikelfraktionen, < 1 µm.

Halterna av arsenik och kadmium i Stockholm härrör till mycket stor del från utsläpp från förbränning inom energisektorn och industrin i övriga Sverige och i andra länder. De lokala utsläppen är små. Även halterna av nickel beror till stor del av intransporten men här är de lokala utsläppen från främst vägtrafiken något större.

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges miljökvalitetsnormer för arsenik, kadmium och nickel. Till skydd för människors hälsa ska dessa ”eftersträvas” vara uppfyllda fr.o.m. år 2013. Under 2003-2004 utfördes indikativa mätningar av arsenik, kadmium och nickel i taknivå på Torkel Knutssonsgatan och i gatunivå på Hornsgatan. Mätningarna visade att miljökvalitetsnormerna klaras med god marginal. Arsenikhalten på Hornsgatan var ca 6 gånger lägre, kadmiumhalten nästan 50 gånger lägre och nickelhalterna nästan 10 gånger lägre än de nivåer som anges i förordningen. En kartläggning av förhållandena inom Östra Sveriges luftvårdsförbund gjordes under 2008 (LVF-rapport 2008:25). Den visar att miljökvalitetsnormen för arsenik, kadmium och nickel klaras i hela regionen.

Bens(a)pyren

Bens(a)pyren är ett polyaromatiskt kolväte (PAH). PAH består av ett stort antal föreningar med potentiell cancerrisk. Småskalig vedeldning och vägtrafik är de huvudsakliga källorna till utsläpp av PAH i Sverige. Bens(a)pyren är den förening som är mest känd och studerad av samtliga PAH och brukar användas som indikator för den totala halten av PAH. I Stockholms innerstad är vägtrafiken och då framförallt dieseldrivna fordon, den viktigaste utsläppskällan av PAH. Förutom avgaser kan även däck (som innehåller s.k. HA-oljor) och slitage från asfaltsbeläggningar orsaka utsläpp av PAH.

Sedan mitten av 1990-talet har halterna av bens(a)pyren minskat med ca 90 % på Hornsgatan. Anledningen är att fordonens utsläpp har minskat i och med bättre reningsteknik och renare bränslen. I bakgrundsmiljön på Torkel Knutssonsgatan har halterna av bens(a)pyren i stort sett varit oförändrade de senaste 15 åren. Den urbana bakgrundsluften påverkas förutom av utsläpp från vägtrafiken även av mängden vedeldning.

I Luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges miljökvalitetsnorm för bens(a)pyren. Till skydd för människors hälsa ”ska det eftersträvas” att 1,0 ng/m^3 som årsmedelvärde klaras fr.o.m. år 2013. Miljökvalitetsnormen för bens(a)pyren klaras med god marginal i gatunivå på Hornsgatan. En kartläggning av förhållandena inom Östra Sveriges luftvårdsförbund gjordes under 2008 och 2009 (LVF-rapport 2010:6). Den visar att miljökvalitetsnormen för bens(a)pyren klaras i hela regionen. Vid senaste mätningen som gjordes 2010-2011 översteg halterna miljökvalitetsmålets gränsvärde 0,1 ng/m^3 som årsmedelvärde i gatunivå på Hornsgatan, medan miljökvalitetsmålet klarades i den urbana bakgrundsluften.

Under år 2017 utförs mätningar av bens(a)pyren i tre villaområden, Hudiksvall, Södertälje samt Enskede i södra Stockholm. Syftet med mätningarna är få bättre kunskap om utsläpp från lokal vedeldning. I tidigare mätkampanjer av bens(a)pyren har fokus varit utsläpp från vägtrafik och långdistanstransport.

Meteorologi

År 2016 var över lag ett ganska normalt väderår för Stockholm, med medeltemperaturer kring eller något över flerårsgenomsnittet. Även nederbördsmässigt var året tämligen normalt. Året började kallt och januari blev årets kallaste månad. December blev däremot ovanligt mild. Speciellt årets sista dagar var varma. Nyårsafton blev rekordvarm, med en dygnsmedeltemperatur på över 9 °C, och en maximitemperatur på närmare 11 °C. Oktober stack ut som en månad med mestadels ostliga och nordostliga vindar. Vanligtvis dominerar västliga och sydvästliga vindar i Stockholm. I början av november drabbades Stockholm av ett kraftigt snöoväder, ca 40 cm snö föll 8-9 november.

Årets meteorologiska mätningar av temperatur, vind, solinstrålning, nederbörd och lufttryck redovisas för takstationen på Torkel Knutssonsgatan på Södermalm samt för en meteorologisk mast i Högdalen. Vägbanornas fuktighet, en parameter som har stor inverkan på mängden partiklar i gatunivå, presenteras för Hornsgatan och Sveavägen. Mätningarna presenteras dels i tabellformat dels i figurer, som även inkluderar en historisk jämförelse med tidigare års mätdata. Den historiska jämförelsen illustreras i figurerna med hjälp av percentiler. Percentiler i diagrammen är ett sätt att redovisa hur årets månadmedelvärden förhåller sig till extremvärden för tidigare år. 10-90 percentilen anger det intervall där vi hittar de allra flesta (80 procent) av alla månadsmedelvärden under mätperioden för respektive variabel. Inom 25-75 percentilintervallet (färgfältet kring medianen) ligger hälften av de uppmätta månadsmedelvärdena. Även medianen är utritad som är det värde med lika många värden över som under sig i figuren. Om det uppmätta månadsmedelvärdet för år 2016 ligger under eller över 25-75 percentilintervallet (markerat med en blå eller röd triangel) innebär det att det värdet var ovanligt jämfört med tidigare år.

Temperatur

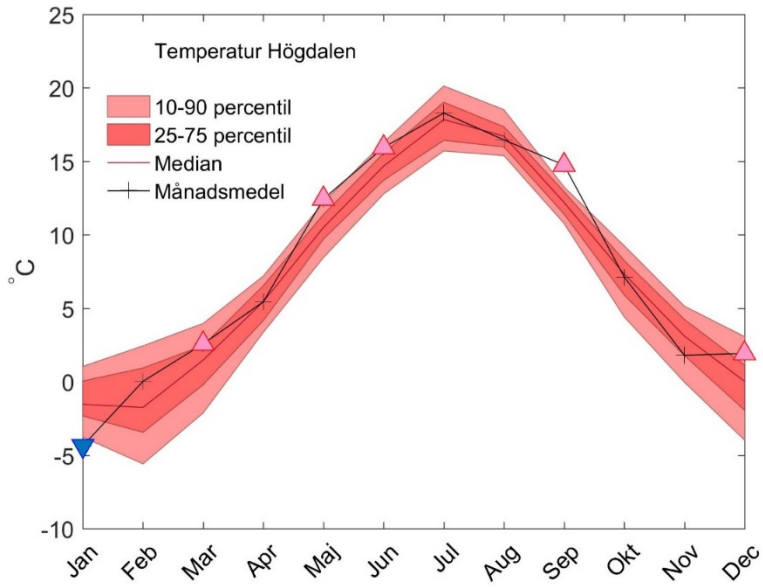
Efter två mycket milda år, blev år 2016 inte alls lika varmt. Årsmedelvärdet skilde sig enbart 0,2 °C från flerårsmedlet (1984-2015) för stationen på Torkel Knutssonsgatan. Högdalen hade ett lite varmare år, 0,5 °C varmare än årssnittet och hela 5 månader som var varmare än genomsnittet. Högst temperatur uppmättes den 25 juni vid bägge stationerna. Lägst temperatur registrerades den 15 januari.

Tabell 23. *Uppmätta temperaturer på Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen år 2016.*

Temperatur (^{o}C)	**Torkel Knutssonsgatan** (20 m)	**Högdalen** (5 m)
Årsmedelvärde	8,0 (flerårsmedel 1984-2015: 8,2)	7,7 (flerårsmedel 1989-2015:7,2)
Högsta timmedelvärde	27,7 (25 juni)	28.1 (25 juni)
Lägsta timmedelvärde	-15,4 (15 jan)	-15.8 (15 jan)

Figur 24 visar månadsmedeltemperaturen för år 2016, uppmätt i Högdalen. Vintermånaderna 2016 var milda, dock stack januari ut med två längre perioder med temperaturer under -10 °C. November började kallt med en tidig registrering av -9 °C i Högdalen. Dessa låga temperaturer höll dock inte i sig utan december månad blev istället riktigt mild och då

framförallt dess senare hälft där temperaturen ofta var långt över nollan. Nyårsafton var extremvarm, med en dygnsmedeltemperatur över 9 °C.



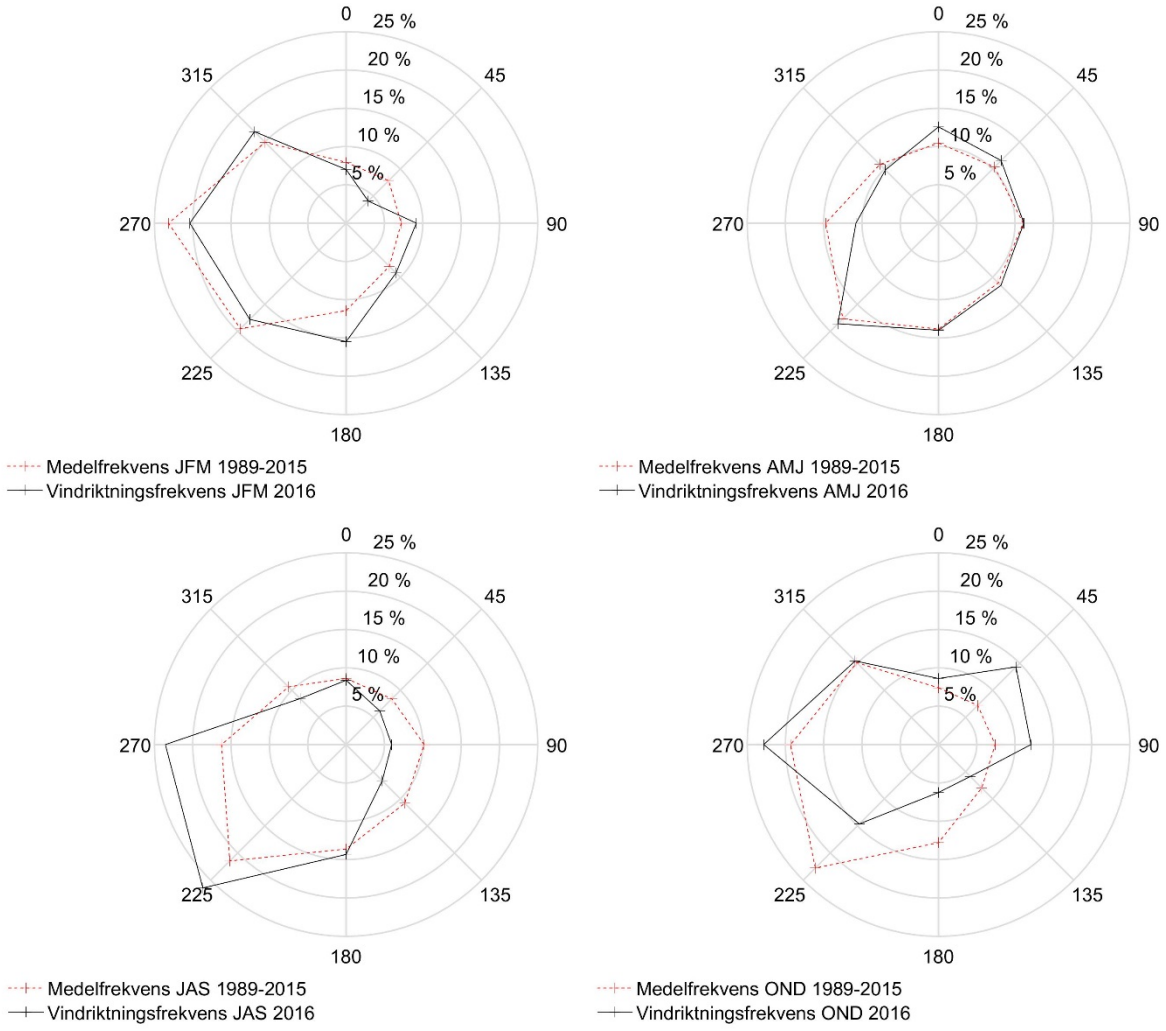
Figur 24. *Uppmätta månadsmedelvärden av temperaturer i Högdalen under år 2016 och jämfört med perioden 1989-2015. Röda trianglar märker ut månader där medeltemperaturen låg utanför 25-75 percentil-intervallet.*

Vindriktning

I Figur 25 och 26 redovisas 2016 års mätningar av vindriktning på Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen. I Sverige är vindriktningen oftast mellan syd och väst vilket också återspeglas av de uppmätta vindriktningarna under år 2016. Under omkring hälften av årets alla timmar förekom vindar mellan dessa två riktningar. Oktober månad stack dock ut rejält med nästan helt omvända vindförhållanden än normalt. Istället för att den sydvästliga vinden dominerar så blåste det främst från ost och nordost, se Figur 2 s. 20. Under juli, augusti och september var vinden istället än mer väst-sydvästlig än snittet, vilket på det hela taget gav ett årsmedel utan några egentliga avvikelser från det normala.



Figur 25. *Uppmätt vindriktningsfördelning på Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen år 2016.*

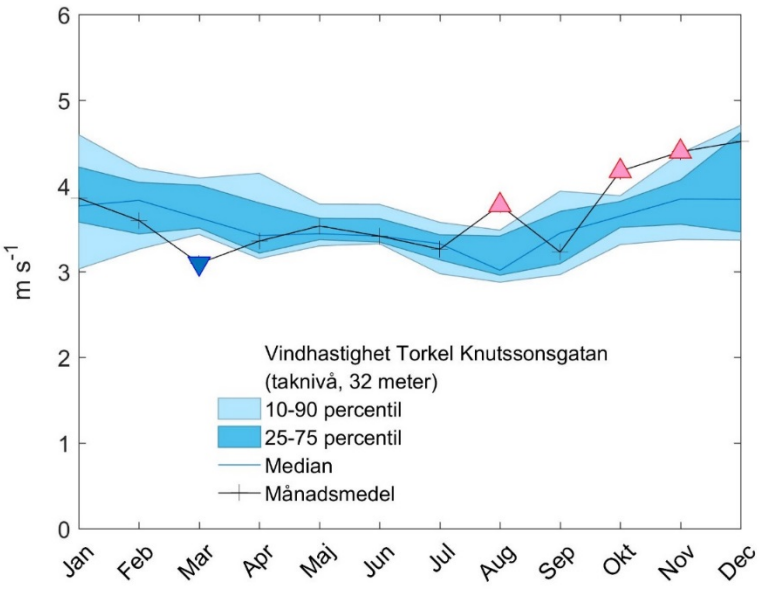


Figur 26. *Periodmedelvärden för uppmätt vindriktningsfördelning i Högdalen år 2016. Januari-mars (JFM), april-juni (AMJ), juli-september (JAS) och oktober-december (OND).*

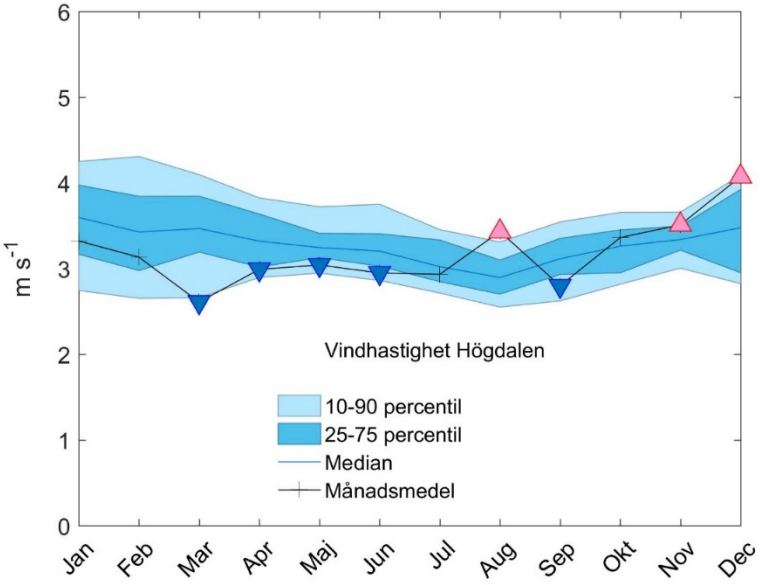
Vindhastighet

Vindhastighet är en viktig parameter för halten av luftföroreningar i staden. Låga vindhastigheter kan inverka negativt på utvädringen av luftföroreningar vilket leder till en försämrad luftföroreningssituation. Särskilt under vintern kan inversioner och låga vindhastigheter bidra till höga halter av luftföroreningar i gatunivå. Under sommaren är utsläppen från t.ex. vägtrafiken och energiförbränning ofta lägre vilket gör att luftmiljön blir mindre känslig för dålig utvädring och cirkulation. I Tabell 24 samt i Figur 27 och 28 redovisas 2016 års mätningar av vindhastighet. Årets medelvindhastigheter låg under snittet framförallt i Högdalen första halvan av året. Hösten och vintern blev sedan generellt blåsigare än normalt, och tog upp årsmedlet till strax över det normala.

I samband med stormen Tor 28-29 januari uppmättes årets högsta vindhastigheter på Torkel Knutssonsgatan, 13,2 m/s som timmedelvärde och 21,4 m/s i byvinden. Även i Högdalen noterades årets högsta timmedelvärden den 28 januari, medan årets kraftigaste byvind uppmättes den 16 maj.



Figur 27. *Uppmätta månadsmedelvärden av vindhastigheter på Torkel Knutssonsgatan år 2016 jämfört med perioden 1998-2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medelvindhastigheten låg över respektive under 25-75 percentil-intervallet.*



Figur 28. *Uppmätta månadsmedelvärden av vindhastigheter i Högdalen år 2016 jämfört med perioden 1989-2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medelvindhastigheten låg över respektive under 25-75 percentil-intervallet.*

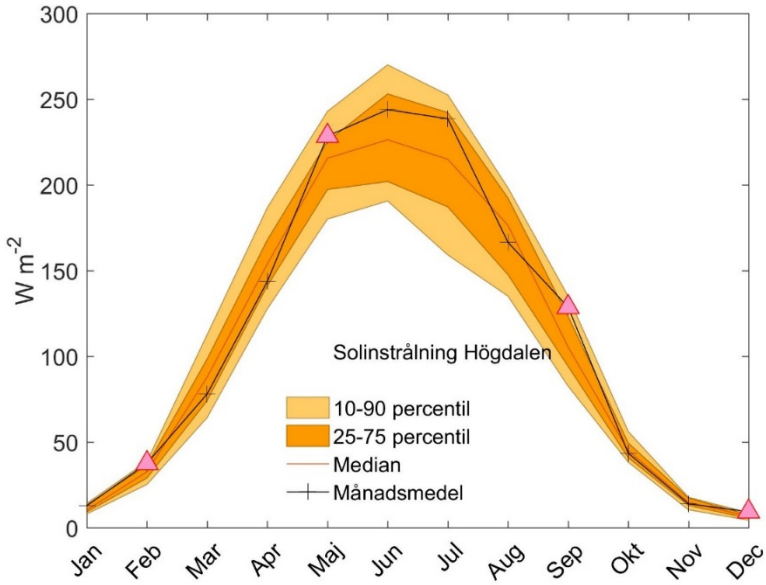
Tabell 24. *Uppmätta vindhastigheter på Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen år 2016.*

Vindhastighet (m s^{-1})	**Torkel Knutssonsgatan** (32 m)	**Högdalen** (20 m)
Årsmedelvärde	3,7 (flerårsmedel 1998-2015: 3,6)	3,2 (flerårsmedel 1989-2015: 3,2)
Högsta timmedelvärde	13,2 (28 jan)	10,2 (28 jan)
Kraftigaste byvind	21,4 (29 jan)	20,6 (16 maj)

Solinstrålning

Den inkommande solinstrålningen påverkas av molnigheten, och mängden solinstrålning som når marken har betydelse för hur luften rör sig i vertikalled och påverkar därmed utspädningen av luftföroreningar. Solinstrålningen påverkar även hur snabbt vägbanorna torkar upp, och har därmed stor påverkan på halten av partiklar, PM10, under vintern och tidig vår.

Figur 29 visar uppmätt solinstrålning som månadsmedelvärden för Högdalen. Året var i stort ett normalår. En solig februari följdes av en något molnig vår. Maj, juni och juli var alla soliga månader med maj signifikant mycket soligare än genomsnittet. Augusti såg en solinstrålning nära medianen följt av ett mycket soligt september. Oktober och november var normala månader medan december stack ut med igen mer sol än normalt.

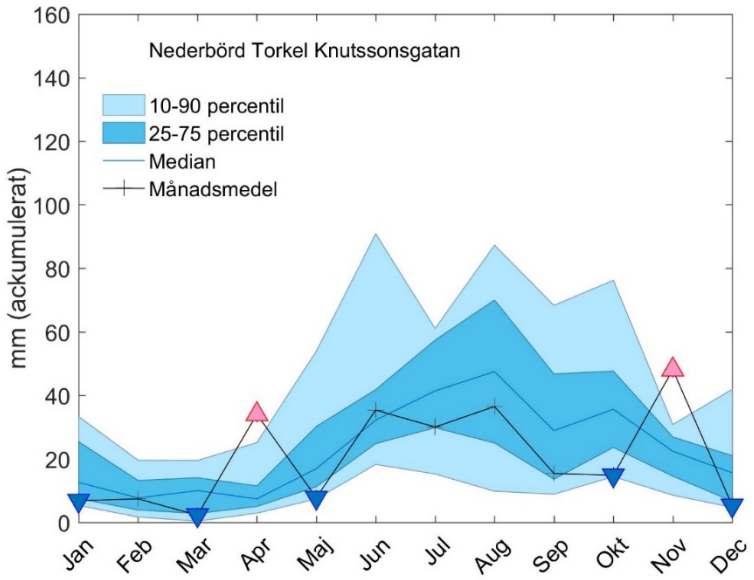


Figur 29. *Uppmätta månadsmedelvärden av solinstrålning i Högdalen år 2016 jämfört med perioden 1989-2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medeltemperaturen låg över respektive under 25-75 percentil-intervallet.*

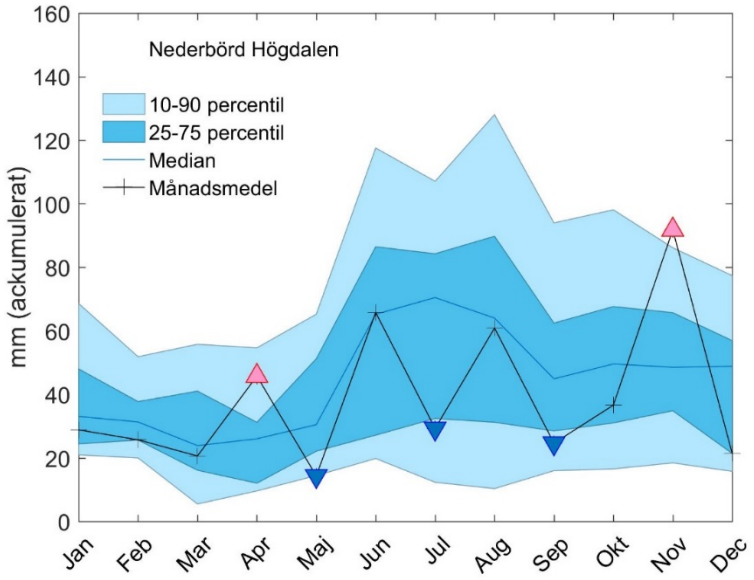
Nederbörd

I Tabell 25 samt Figur 30 och 31 redovisas 2016 års mätningar av nederbörd och historisk statistik för Torkel Knutssonsgatan och Högdalen. År 2016 blev som 2015 ett år med stor variation i nederbörd mellan årets månader. 2016 var dock både torrare och mer normal med 5-7 månader som avvek signifikant från snittet jämfört med hela 10 stycken året innan.

Året startade torrt med tre relativt nederbördsfattiga månader. April blev tvärtom en rejält regnig månad. Vid Torkel Knutssonsgatan översteg nederbörden nivån för 90-percentilen med marginal. Maj var ytterligare en torr månad följt av mer normala nederbördsmängder i juni, juli och augusti. September och november var något torrare än normalt. Året avslutades med rejäla nederbördsmängder i november. Cirka 40 cm snö föll på ungefär ett dygn över Stockholm den 8–9 november, vilket följdes av snökaos och stora trafikproblem. December blev sedan en torr månad.



Figur 30. *Uppmätta månadsmedelvärden av ackumulerad nederbörd på Torkel Knutssonsgatan år 2016 jämfört med perioden 2001-2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medeltemperaturen låg över respektive under 25-75 percentil-intervallet.*



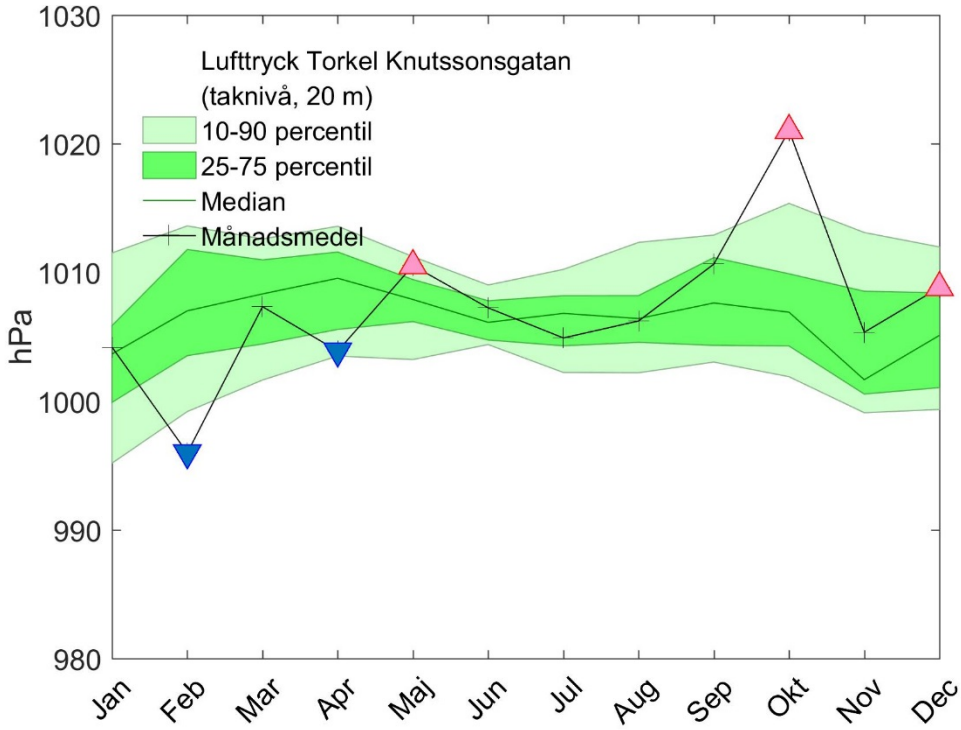
Figur 31. *Uppmätta månadsmedelvärden av ackumulerad nederbörd i Högdalen år 2016 och jämfört med perioden 1995-2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medeltemperaturen låg över respektive under 25-75 percentil-intervallet.*

Tabell 25*. Uppmätt nederbörd på Torkel Knutssonsgatan och i Högdalen år 2015. Takstationen på Torkel Knutssonsgatan registrerar inte snö utan endast regn.*

Nederbörd (mm, ackumulerat)	**Torkel Knutssonsgatan** (32 m)	**Högdalen** (20 m)
Totalt	244 (flerårsmedel 2001-2015: 282)	465 (flerårsmedel 1995-2015: 565)
Högsta dygnsvärde	20,3 (18 juni)	25,8 (18 juni)
Högsta timvärde	9,1 (25 juli)	11,4 (25 juli)

Lufttryck

I Figur 32 redovisas lufttryck per månad för Torkel Knutssonsgatans mätstation tillsammans med statistik för hela mätserien. Årets största avvikelse är högtrycket i oktober månad med ett månadsmedelvärde på 1021hPa, 5hPa över 90-percentilnivån. Oktober månad avvek även kraftigt från det normala i vindriktningen. I övrigt var det bara februari som stack ut med betydligt lägre medeltryck än normalt.

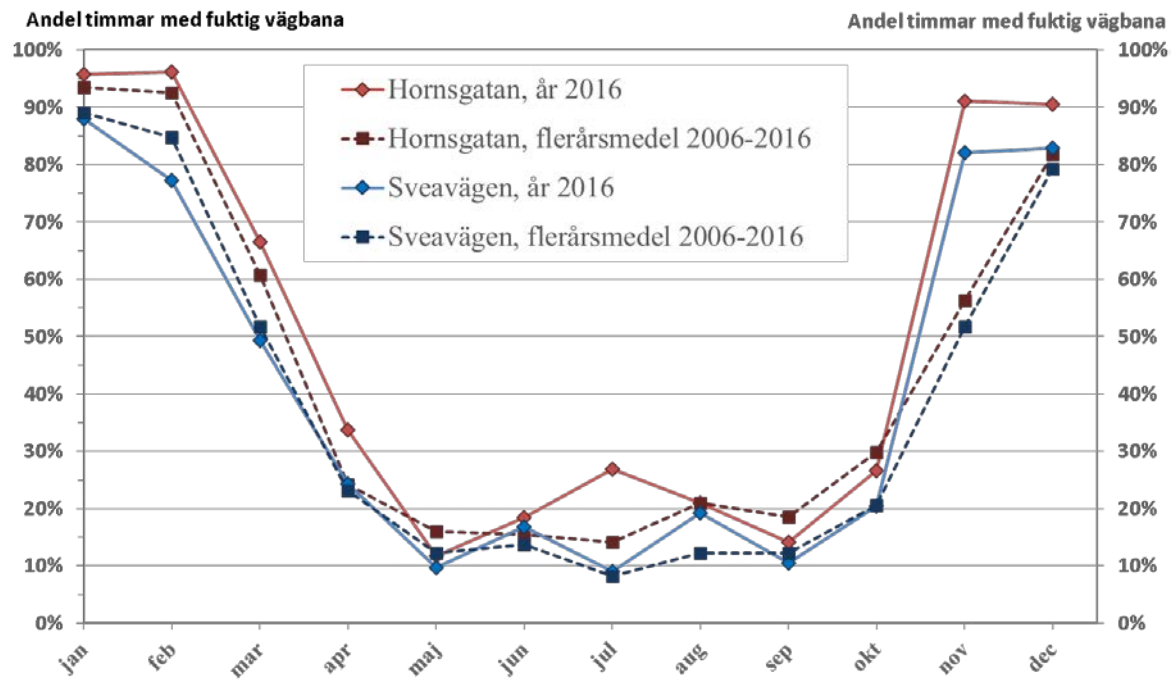


Figur 32. *Uppmätta månadsmedelvärden av lufttryck år 2016 på Torkel Knutssonsgatan jämfört med perioden 2001-2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medeltemperaturen låg över respektive under 25-75 percentil-intervallet. Trycket är inte korrigerat till havsytans nivå.*

Vägbanornas fuktighet

En mycket viktig parameter för hur mycket vägdamm som kan komma upp i luften är vägbanornas fuktighet. Framförallt under vinter och vår då dubbdäck används och sandning förekommer, uppmäts stora skillnader i PM10-halterna beroende på om vägbanan är fuktig eller torr. Fuktiga vägbanor under lång tid, framförallt under vintern, kan även leda till att damförrådet på vägbanan byggs upp. När vägbanan sedan torkar finns det mer damm tillgängligt för uppvirvling. Förhållandet mellan vägbanornas fuktighet och halten partiklar i luften år således relativt komplex och beror även på vägbanans status bakåt i tiden. Mätningar av vägbanans fuktighet startade år 2006 på Hornsgatan och år 2008 på Sveavägen. För åren 2013 till 2016 finns även mätningar på E4/E20 vid Gröndal, där ett optiskt instrument används för att bestämma vägbanans status.

Figur 33 visar uppmätt andel timmar med fuktig vägbana på Hornsgatan och Sveavägen år 2016 jämfört med flerårsmedelvärden. Jämfört med tidigare år var 2016 ett högst normalt år där enbart november som avvek signifikant med mycket högre andel timmar med fuktig vägbana både på Hornsgatan och på Sveavägen.



Figur 33. *Uppmätta månadsmedelvärden för antal timmar med fuktig vägbana på Hornsgatan och Sveavägen år 2016 samt jämförelse med flerårsmedelvärdet för respektive gata.*

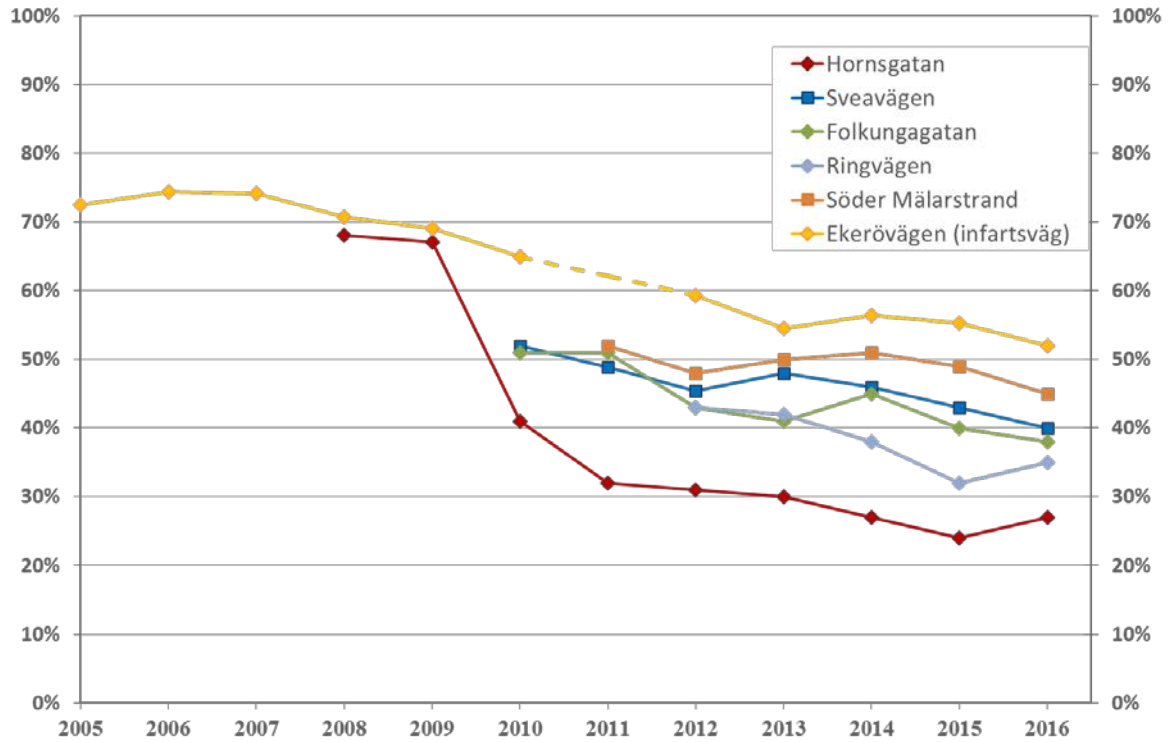
Dubbdäcksandelar

I Stockholm utgörs halterna av PM10 till stor del av slitagepartiklar. Partiklarna bildas framförallt genom att bilarnas dubbdäck river upp asfalt från vägbanorna, men även genom slitage från fordonens bromsar och däck. Användningen av dubbdäck i staden kartläggs genom att manuellt räkna dubbdäcksfordon på innerstadsgator och infartsvägar.

Trend - dubbdäcksandelar

Figur 34 visar uppmätt andel lätta fordon med dubbdäck vintertid på Hornsgatan, Sveavägen, Folkungagatan, Ringvägen och Söder Mälarstrand samt Ekerövägen åren 2005 till 2016. År 2016 utfördes även dubbräkning på Hantverkargatan, Valhallavägen, Kungsgatan och Fleminggatan. På samtliga gator visar andelen fordon med dubbdäck en nedåtgående trend. På innerstadsgatorna (bortsett från gator med dubbdäckförbud) uppmättes år 2016 lägst dubbdäckandel på Ringvägen, medan högst andel registrerades på Söder Mälarstrand. Årets genomsnittliga dubbdäckandel på Stockholms innerstadsgator (utan dubbdäcksförbud) låg kring 40 %. På Ekerövägen, som representerar Stockholms infartsvägar, uppmättes en dubbdäcksandel strax över 50 % år 2016.

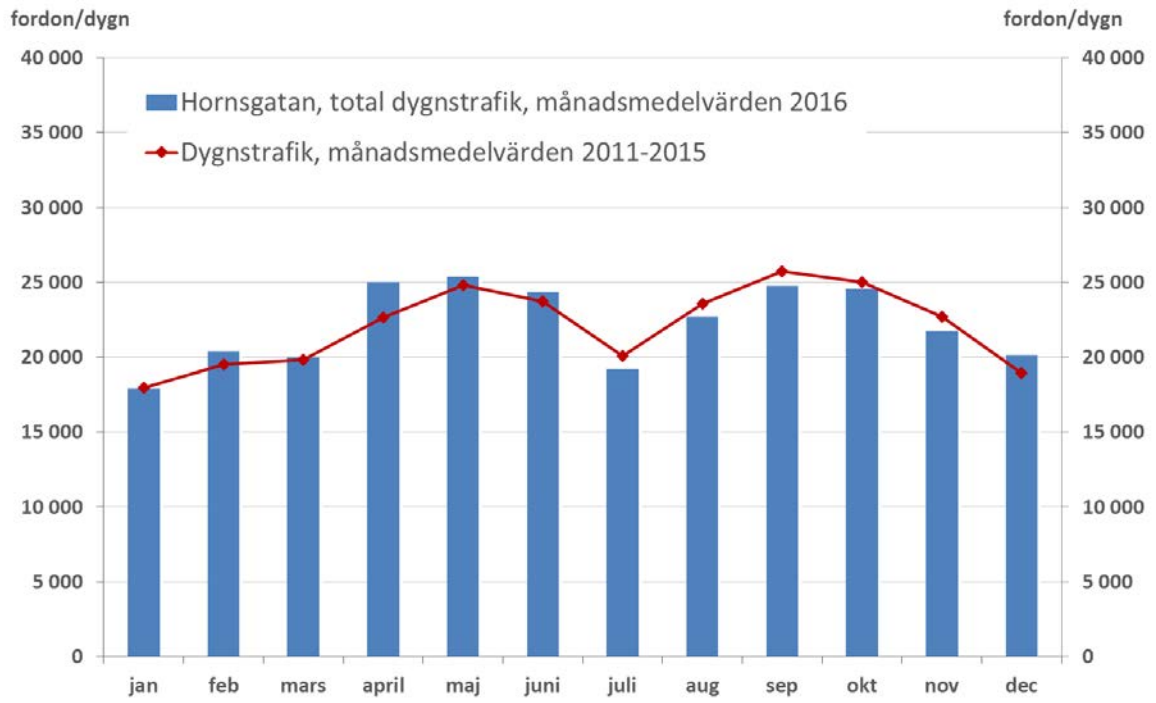
På Hornsgatan råder förbud av användning av dubbdäck sedan 1 januari 2010. Förbudet innebar en minskad dubbdäcksandel från ca 70 % till ca 40 %. Efterföljande år minskade andelen ytterligare till ca 30 %. År 2016 uppmättes en dubbdäckandel på ca 27 %, vilket är en liten ökning jämfört med år 2015. Sedan 1 januari 2016 råder även dubbdäcksförbud på Fleminggatan samt delar av Kungsgatan. Både på Fleminggatan och på del av Kungsgatan där dubbdäcksförbud gäller uppmättes år 2016 en dubbdäckandel på ca 31 %.



Figur 34. *Uppmätt andel lätta fordon med dubbdäck (januari till mitten av mars) på Hornsgatan, Sveavägen, Folkungagatan, Ringvägen, Söder Mälarstrand samt Ekerövägen (infartsväg) åren 2005-2016.*

Trafik på Hornsgatan

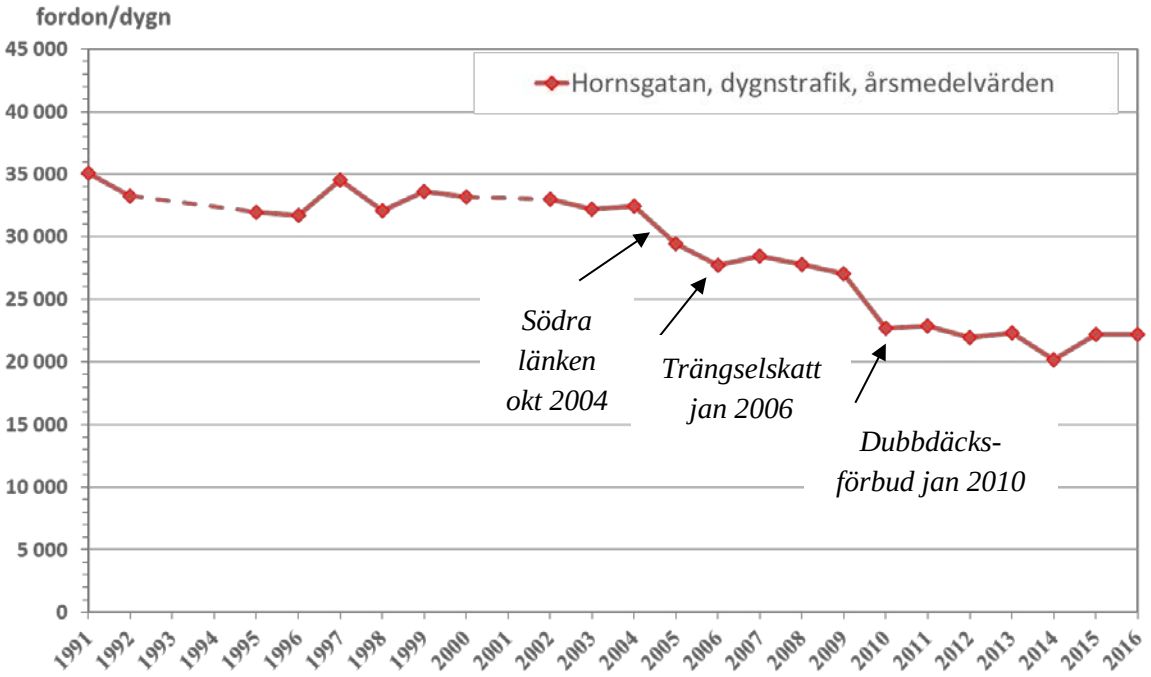
Luftföroreningssituationen i gatumiljön är direkt beroende av trafikmängd samt trafikens sammansättning och körrytm. En ojämn körrytm leder till ökade utsläpp jämfört med om en jämn hastighet kan hållas. Trafikregistreringar görs kontinuerligt vid mätstationen på Hornsgatan. I Figur 35 redovisas månadsmedelvärden av trafik på Hornsgatan år 2016 jämfört med flerårsvärden för perioden 2011-2015. Minst trafik uppmättes under vintermånaderna januari, februari, mars och december samt under högsommarmånaden juli. Trafiken var som högst under vår och höst. Jämfört med senaste femårsperioden var årets trafik högre under vintern och våren för att sedan vara lägre under sommaren och hösten. I samband med ombyggnation av Slussen har flera trafikomläggningar skett de senaste åren. Det är oklart hur dessa trafikomläggningar har påverkat trafiken på Hornsgatan bortanför Ringvägen. Den senaste stora trafikomläggningen i Slussen skedde den 24 juni 2016. I och med stort ökat antal stadsbussar via Söderledstunneln, togs möjligheten att byta fil i tunneln mellan Hornsgatan/Medborgarplatsen och Centralbron/Johanneshovsbron bort, och därmed försvann möjligheten att köra mellan Centralbron och Medborgarplatsen eller Hornsgatan.



Figur 35. *Uppmätta månadsmedelvärden av trafik på Hornsgatan år 2016 jämfört med flerårsperioden 2011-2015. Mätdata för augusti-december år 2014 saknas.*

Trend – trafikmängd på Hornsgatan

Figur 36 visar uppmätta årsmedelhalter av dygnstrafiken på Hornsgatan under perioden 1991 – 2016. Sedan år 2004 har trafikmängden på Hornsgatan minskat med en tredjedel vilket motsvarar ca 10 000 fordon per dygn. Minskningen beror främst på byggandet av Södra länken, trängselskattens införande samt dubbdäcksförbudet på Hornsgatan. I jämförelse med årsmedelvärdet 2009, dvs. före dubbdäcksförbudet på Hornsgatan, har trafikmängden minskat med ca 20 % vilket motsvarar ca 5 000 fordon per dygn.



Figur 36. *Trend för uppmätta trafikmängder på Hornsgatan 1991-2016.*

Halter av NO_2 och PM10 i andra städer

Stockholm har gemensamt med många stora städer i Europa problem med att klara miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar, PM10. För att relatera hur luften i Stockholm förhåller sig jämfört med andra storstäder har jämförelse gjorts av uppmätta halter av NO_2 och PM10 dels i Göteborg och Malmö dels i övriga Europa.

NO_2 och PM10 i Göteborg och Malmö

Tabell 26 visar uppmätta halter av NO_2 i gatumiljö samt i urban bakgrundsluft i Stockholm, Göteborg och Malmö under de senaste tre åren. Halter av NO_2 från Göteborg saknas för år 2016 eftersom validering av årets mätdata ännu inte är klar. I alla tre städerna görs mätningarna i urban bakgrundsluft på takstationer i centrala delen av staden. Halterna i urban bakgrundsluft är högst i Göteborg, och lägst i Stockholm. Vad gäller halterna av NO_2 i gatumiljö återfinns de högsta halterna på Hornsgatan i Stockholm.

Tabell 26. *Mätresultat för halter av kvävedioxider, NO_2, i urban bakgrund och gaturum i Stockholm, Göteborg och Malmö under åren 2014-2016.*

NO_2 ($\mu g/m^3$)	**MKN**	**Stockholm** [1]			**Göteborg** [2]			**Malmö** [3]		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Urban bakgrund										
Årsmedelvärde	**40**	12	13	11	19	18	x	15	13	14
176:e högsta timmedelvärde	**90**	45	49	42	61	62	x	44	39	44
8:e högsta dygnsmedelvärde	**60**	32	33	28	44	42	x	35	30	33
Gaturum										
Årsmedelvärde	**40**	41	42	43	28	36[4]	x	24	25	26
176:e högsta timmedelvärde	**90**	105	103	106	89	102[4]	x	61	64	65
8:e högsta dygnsmedelvärde	**60**	73	75	79	63	71[4]	x	45	49	50

1) *Urban bakgrund: Torkel Knutssonsgatan (taknivå), gaturum: Hornsgatan 108*
2) *Urban bakgrund: Femman (taknivå). Gaturum: Haga. Källa: Helene Olofson, Miljöförvaltningen, Göteborgs stad. Mätdata för år 2016 saknas i tabellen p.g.a. valideringen ej klar (2017-03-15).*
3) *Urban bakgrund: Rådhuset (taknivå). Gaturum: Dalaplan, mätpunkt 1. Källa: Mårten Spanne, Miljöförvaltningen, Malmö stad.*
4) *Instrumentbyte mellan år 2014 (DOAS) och år 2015 (kemiluminiscens) på mätstationer i Haga. Parallellmätningar visade att årsmedelvärdet var ca 30 % högre med det nya kemiluminiscensinstrumentet jämfört med DOAS-instrumentet.*

Tabell 27 visar uppmätta halter av PM10 i gatumiljö samt i urban bakgrundsluft i Stockholm, Göteborg och Malmö under åren 2014 - 2016. Halter av PM10 i Göteborg saknas för år 2016 eftersom validering av årets mätdata ännu inte är klar. Halterna av PM10 i urban bakgrundsluft är relativt lika mellan Stockholm och Göteborg, medan halterna i Malmö är något högre. Detta beror på att Malmö ligger närmre kontinenten och har mer intransport av partiklar från övriga Europa. Halterna av PM10 i gatumiljö var tidigare klart högst på Hornsgatan i Stockholm jämfört med de andra två städernas gatustationer, men de senaste tre årens intensiva dammbindning och städning har resulterat i att halterna på Hornsgatan numera har närmat sig det övriga två städerna. Både 2014 och 2015 var halterna av PM10 på Hornsgatan i nivå med de uppmätta halterna av PM10 på Dalaplan i Malmö, men i år var både årsmedelvärdet och 36:e högsta dygnsmedelvärdet högre på Hornsgatan jämfört med Dalaplan i Malmö. Jämfört med Friggagatan i Göteborg är halterna av PM10 högre på Hornsgatan för samtliga år.

Göteborg utför gatustädning och dammbindning under våren som åtgärd mot höga PM10-halter, men dock inte med samma intensitet som i Stockholm. I Malmö klaras normen för PM10 utan dammbindning, vilket kan förklaras att andelen fordon med dubbdäck ligger strax under 20 % vintertid, vilket är mycket lägre än både Stockholm (ca 40 %) och Göteborg (ca 50 %). Göteborg har dubbdäcksförbud sedan 1 oktober 2010 på Friggagatan.

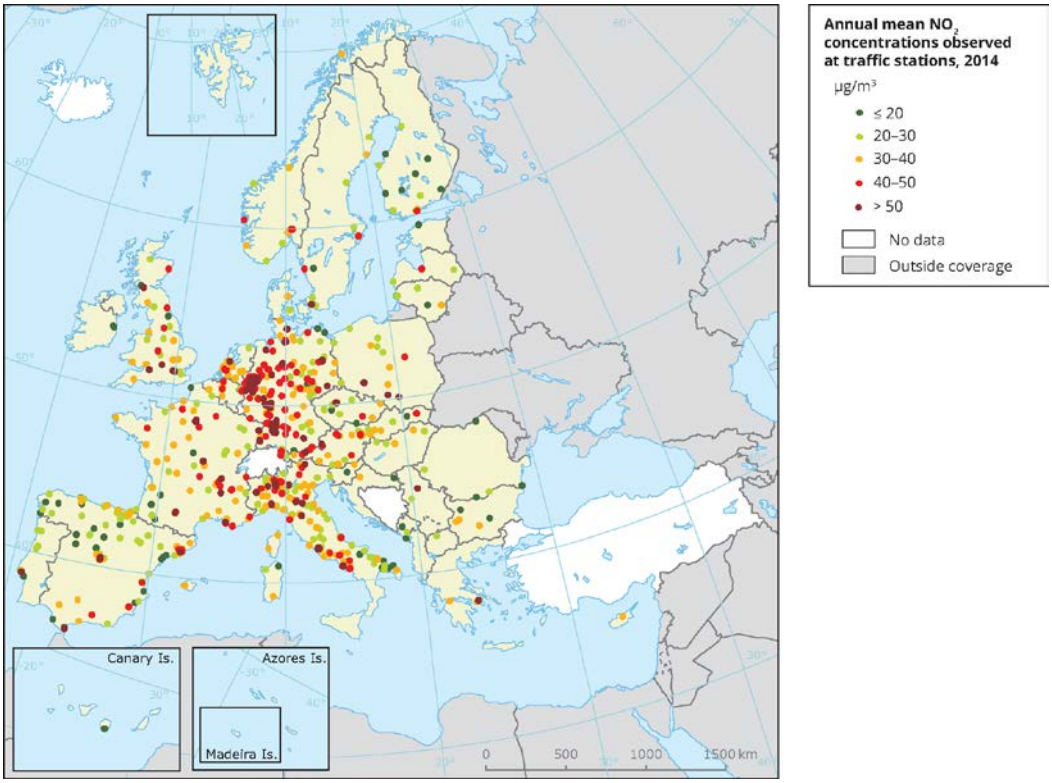
Tabell 27. *Mätresultat för halter av partiklar, PM10, i urban bakgrund och gaturum i Stockholm, Göteborg och Malmö under åren 2014-2016.*

PM10 ($\mu g/m^3$)	**MKN**	**Stockholm** [1]			**Göteborg** [2]			**Malmö** [3]		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Urban bakgrund										
Årsmedelvärde	**40**	13	12	12	15	14	x	19	16	14
36:e högsta dygnsmedelvärde	**50**	23	19	19	23	20	x	32	28	23
Gaturum										
Årsmedelvärde	**40**	23	21	23	18	19	x	23	21	20
36:e högsta dygnsmedelvärde	**50**	37	35	40	30	30	x	37	34	32

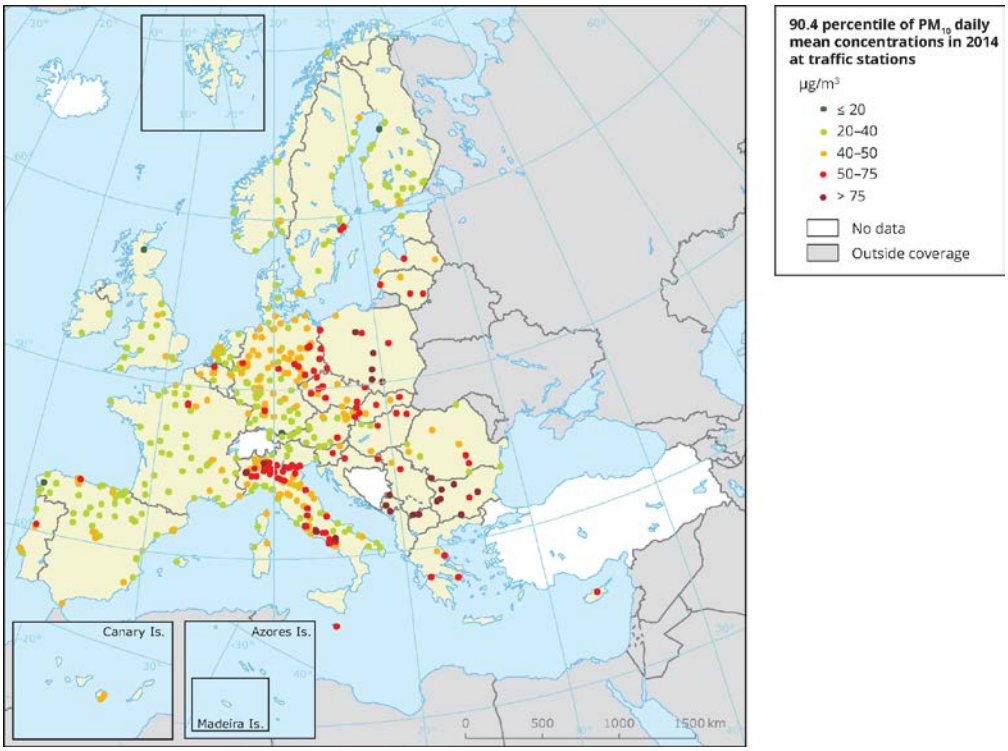
1) *Urban bakgrund: Torkel Knutssonsgatan (taknivå), gaturum: Hornsgatan 108*
2) *Urban bakgrund: Femman (taknivå). Gaturum: Haga. Källa: Helene Olofson, Miljöförvaltningen, Göteborgs stad. Mätdata för år 2016 saknas i tabellen p.g.a. valideringen ej klar (2017-03-15).*
3) *Urban bakgrund: Rådhuset (taknivå). Gaturum: Dalaplan, mätpunkt 1. Källa: Mårten Spanne, Miljöförvaltningen, Malmö stad.*

NO_2 och PM10 i övriga Europa

Figur 37 visar en karta över uppmätta årsmedelvärden av NO_2 år 2014 vid mätstationer i trafikmiljö i Europa och hur dessa halter förhåller sig till EU-normerna. Figur 38 visar motsvarade karta men för PM10 men som 90-percentil dygnsmedelvärde. Från kartorna är det tydligt att det är många städer i Europa som har problem med dålig luftkvalitet och överskrider EU-normerna för NO_2 och PM10.



Figur 37. *Årsmedelhalter av NO_2 (µg/m³) i Europa baserat på uppmätta dygnsmedelvärden vid stationer i trafikmiljö. Röd och mörkröd prick innebär att halten av NO_2 överskred EU-normens gränsvärde för årsmedelvärde på 40 µg/m³ år 2014. Källa: EEA, Airbase v.8.*



Figur 38. *90-percentil av uppmätta dygnsmedelhalter av PM10 (µg/m³) i Europa. Orange och röd prick innebär att halten av PM10 överskred EU-normens gränsvärde för dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ år 2014. Källa: EEA, Airbase v.8.*

Bilaga 1: Sammanställning av mätstationer och mätparametrar som redovisas i denna rapport.

	Hornsgatan	Sveavägen	Norrlandsgatan	Folkungagatan[1]	Torkel Knutssonsgatan	Kanaan	Högdalen	Norr Malma	Lilla Essingen
Kväveoxider	X	X	X	X	X			X	X
Kvävedioxid	X	X	X	X	X	X		X	X
Kolmonoxid	X	X							
Svaveldioxid					X				
Marknära ozon	X				X			X	
Partiklar, PM10	X	X	X	X	X			X	X
Partiklar, PM2.5	X	X			X			X	X
Antal partiklar	X				X				
Sotpartiklar	X				X				
Trafik	X								
Vägbanefukt	X	X	X						
Temperatur	X	X	X		X		X	X	
Vindhast					X		X	X	
Vindriktning					X		X	X	
Solinstrålning					X		X	X	
Luftfuktighet	X	X	X		X		X	X	
Nederbörd					X		X	X	
Lufttryck					X				

[1]Mätstationen Folkungagatan ur drift sep 2014-okt 2015 p.g.a. gatuarbete. Sedan 20 jan 2016 är stationen åter i drift, men ca 20 m österut jämfört med tidigare placering.

Faktorer som påverkar luftföroreningssituationen

Luftföroreningssituationen i Stockholmsluften bestäms av stadens utsläpp och av omgivningsluftens förutsättningar för utspädning och ventilation. Luftförhållandena påverkas också av långdistanstransporterade luftföroreningar. I vissa fall kan så kallade episoder bidra till kraftigt förhöjda luftföroreningshalter i staden.

Vid låg vindhastighet och värmeutstrålning från marken kan inversionsförhållanden uppstå som försvårar utspädning och ventilation. Inversioner förekommer speciellt under vintern och kan leda till kraftigt förhöjda luftföroreningshalter. Kraftiga vindar däremot medför goda ventilationsmöjligheter och lägre halter.

Under speciellt vinterhalvåren spelar temperaturen en stor roll för vilka luftföroreningsförhållanden som kan uppstå. Vid kyla ökar till exempel utsläppen av svaveldioxid från energiproduktionen och av kolmonoxid och kolväten från personbilarna genom så kallade kallstartseffekter. Vid varm väderlek däremot minskar dessa utsläpp.

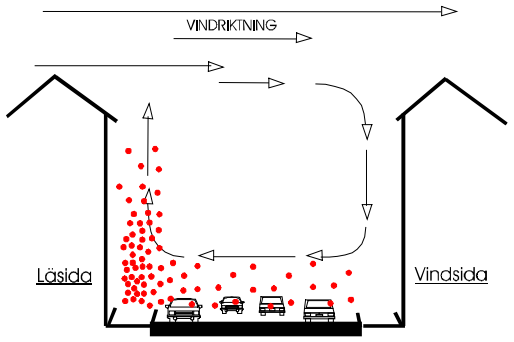
Torra vägbanor under vinterhalvåret medför kraftigt förhöjda partikelhalter i Stockholmsluften. Partiklarna bildas främst när asfalten slits av bilarnas dubbdäck.

Kemiska reaktioner mellan olika ämnen i luften kan också påverka föroreningssituationen. Till exempel oxideras kvävemonoxid till kvävedioxid av marknära ozon. Vid hög ozonhalt, vilket är vanligt under vår och försommar, ökar därför ofta även kvävedioxidhalten.

Utsläppen längs en gata är i första hand beroende av trafikmängden på gatan, men även av trafikens sammansättning (till exempel andelen tung trafik), framkomlighet och körsätt. Köbildning och ojämn körrytm ökar utsläppen från trafiken.

Utspädningen av luftföroreningarna bestäms även av gaturummets dimension och utformning. En smal gata kantad på ömse sidor av hög bebyggelse har sämre förutsättningar för utspädning och ventilation än en motsvarande bred gata eller en gata med enkelsidig eller ingen bebyggelse.

I gaturummet spelar också vindens riktning stor roll för luftföroreningshalten på respektive sida av gatan. Om vinden blåser längs med gatan blir luftföroreningshalterna förhållandevis jämnt fördelade på båda sidor av gatan. Vid vind tvärs över gatan uppstår ett vindfält med läsida och vindsida i gaturummet (se figur nedan). Den förorenade gatuluften förs mot läsidan medan vindsidan förses med ”friskluft” från taknivå. Luftföroreningshalterna kan i sådana fall vara många gånger högre på läsidan än på vindsidan.



.

Normer och mål för luftkvaliteten

Normer och mål för god luftkvalitet syftar i första hand till att skydda människor mot negativa hälsoeffekter. Det finns omfattande bevis för att luftföroreningar har allvarliga effekter på människors hälsa. De hälsoeffekter som tillmäts störst betydelse för folkhälsan är ökad sjuklighet och dödlighet i lungsjukdomar samt hjärt- och kärlsjukdomar.

Befolkningen i Stockholm riskerar en förkortning av livslängden med flera månader på grund av luftföroreningarna. De medför också att människor upplever besvär i luftvägarna och särskilt känsliga är astmatikerna. Barnen som är en annan känslig grupp riskerar en försämrad utveckling av lungornas funktion.

Beroende på om normvärdena ska skydda mot akuta eller långsiktiga negativa hälsoeffekter finns såväl korttids- som långtidsvärden. Korttidsvärdena avser medelvärden under 1-24 timmar medan långtidsvärdena avser årsmedelvärden. Vid bestämning av normvärdena ska hänsyn tas till de känsligaste grupperna som t.ex. barn, astmatiker och allergiker.

Miljökvalitetsnormer är nationella föreskrifter som baseras på direktiv, mål- och gränsvärden från den Europeiska Unionen (EU). Miljökvalitetsnormerna säkerställer en högsta belastningsnivå till skydd av hälsa och miljö. Tillsammans med åtgärdsprogrammen styr normerna i riktning mot de strängare miljökvalitetsmålen.

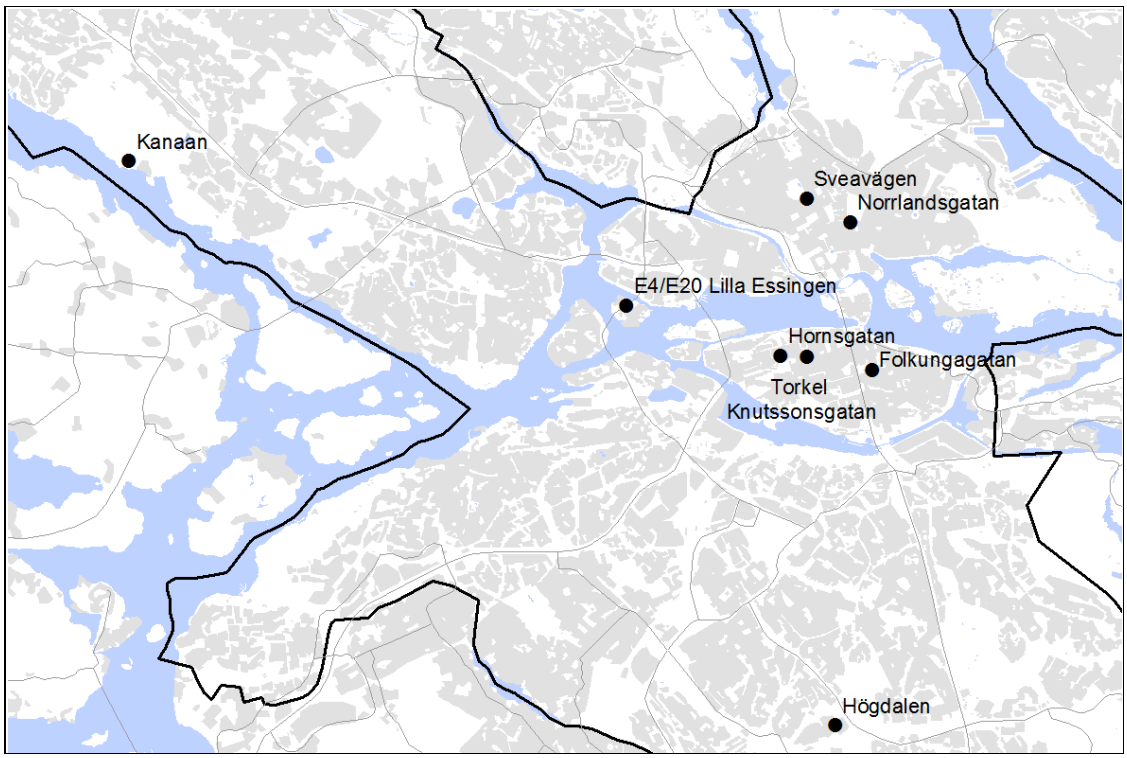
Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10), svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly baseras på gränsvärden i EU:s direktiv. De är rättsligt bindande och ska senast klaras vid en för varje ämne angiven tidpunkt. Miljökvalitetsnormer för partiklar (PM2,5), marknära ozon, arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren baseras på målvärden i EU:s direktiv, vilket innebär att normvärden ”bör” uppnås inom en viss tid.

Kommunerna ska se till att miljökvalitetsnormer uppfylls när de planlägger och utövar tillsyn enligt Miljöbalken. Tillstånd får inte beviljas för verksamheter som försvårar att normvärden klaras.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft är antaget av Sveriges riksdag. Det övergripande målet är att luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Under 2012 beslutade regeringen om nya preciseringar för miljökvalitetsmålet Frisk luft. Halterna av luftföroreningar ska inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Riktvärdena är satta med hänsyn till de känsligaste grupperna. Miljökvalitetsmål finns för halter av kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), marknära ozon, bensen, formaldehyd, bens(a)pyren och butadien.

Miljökvalitetsmålen med preciseringar ska ge en långsiktig målbild för miljöarbetet och vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Mätplatsbeskrivningar





Hornsgatan 108, två mätpunkter ca 3 m respektive 20 m över gatunivå på gatans norra sida.

Hornsgatan 85, ca 3 m över gatunivå på gatans södra sida.

Hornsgatan trafikeras på platsen av ca 22 200 fordon per årsmedeldygn, ca 3 % tunga fordon. Avståndet mellan husfasaderna är ca 24 m. Innerstadsmiljö.

Mätparametrar: PM10, PM2,5, NO_2, NO_x, O_3, CO, antal partiklar, sot, trafik, temperatur, vägbanefukt, (VOC, PAH).

Typ av station: Gaturum och urban bakgrund.



Sveavägen 59, två mätpunkter ca 3 m respektive ca 20 m över gatunivå på gatans västra sida.

Sveavägen 88, ca 3 m över gatunivå på gatans östra sida.

Sveavägen trafikeras på platsen av ca 21 300 fordon per årsmededygn, ca 7 % tunga fordon. Avståndet mellan husfasaderna är ca 33 m. Innerstadsmiljö.

Mätparametrar: PM10, PM2,5, NO_2, NO_x, CO, vägbanefukt, våtdeposition.

Typ av station: Gaturum och urban bakgrund.



Norrlandsgatan 29. Mätpunkten är belägen ca 3 m över gatunivå på gatans västra sida.

Sträckan trafikeras av ca 6 700 fordon per årsmedeldygn, ca 7 % tunga fordon. Avståndet mellan husfasaderna är 15 m. Innerstadsmiljö.

Mätparametrar: PM10, NO_2, NO_x, vägbanefukt, relativ fuktighet, temperatur.

Typ av station: Gaturum.



Folkungagatan 57. Mätpunkten är belägen ca 3 m över gatunivå på gatans norra sida.

Sträckan trafikeras av ca 11 200 fordon per årsmedeldygn, ca 7 % tunga fordon. Avståndet mellan husfasaderna är 24 m. Innerstadsmiljö.

Mätparametrar: PM10, NO_2, NO_x

Typ av station: Gaturum.



Torkel Knutssonsgatan. Mätpunkt ca 20 m över gatunivå samt meteorologisk mast ca 36 m över gatunivå. Innerstadsmiljö med till övervägande del fjärrvärmeuppvärmda bostäder.

Hornsgatan passerar ca 250 m norr om mätplatsen, och trafikeras där av ca 13 000 fordon per årsmedeldygn.

Mätparametrar: PM10, PM2.5, SO_2, O_3, NO_2, NO_x, sot, temperatur, vindriktning, vindhastighet, globalstrålning, relativ fuktighet, nederbörd, lufttryck

Typ av station: Urban bakgrund, meteorologi.



E4/E20 Lilla Essingen. Mätpunkten är belägen ca 3 m över gatunivå, sydost om E4/E20 på Lilla Essingen (intill vägkanten). Sträckan trafikeras av ca 130 000 fordon per årsmedeldygn.

Mätparametrar: PM10, PM2.5, NO_2, NO_x, temperatur

Typ av station: Trafikled



Kanaan. Mätplatsen är belägen vid Kanaanbadet i Grimsta friluftsområde, ca 4 m över mark. Närmaste bebyggelse finns i Råcksta, ca 1 km nordost om mätplatsen.

Mätparametrar: NO_2, våtdeposition.

Typ av station: Regional bakgrund.



Högdalen, 50 m hög meteorologisk mast belägen i ett förortsområde i södra Stockholm.

Mätparametrar: temperatur, vindriktning, vindhastighet, globalstrålning, relativ fuktighet, nederbörd.

Typ av station: Meteorologi.



Norr Malma. Mätpunkt 3 m över öppen mark samt 24 m hög meteorologisk mast. Mätplatsen är belägen på landsbygden, ca 15 km nordväst om Norrtälje tätort. Varken bostadsområden eller nämnvärd fordonstrafik finns.

Mätparametrar: PM10, PM2.5, NO_2, NO_x, O_3, temperatur, vindriktning, vindhastighet, globalstrålning, relativ fuktighet, nederbörd.

Typ av station: Regional bakgrund, meteorologi.

Hälso- och miljöpåverkan samt utsläppskällor

Ämne	**Hälsorisk/effekt**	**Miljöpåverkan**	**Betydelsefulla utsläppssektorer**
Kvävedioxid	Ökat besvär hos människor med luftvägssjukdomar och astma, lungfunktionsnedsättning, nedsatt infektionsförsvar. Möjlig roll för uppkomst av cancer.	Bidrar till: Ozonbildning Övergödning av skog och mark. Försurning av mark, skog och vatten. Korrosion av material.	Vägtrafik Energiproduktion Arbetsmaskiner Sjöfart
Kolmonoxid	Försämrad syreupptagningsförmåga, syrebrist i hjärt-kärlsystemet, ökade besvär hos människor med kärlkramp.	Bidrar till ozonbildning	Vägtrafik
Svaveldioxid	Ökad frekvens för luftvägsinfektioner, astmabesvär, lungfunktionsnedsättning.	Försurning av mark, skog och vatten. Korrosion av material. (klimatpåverkan efter oxidation till sulfat)	Energiproduktion Sjöfart
Marknära ozon	Astmabesvär, slemhinneirritation, ögonirritation, huvudvärk	Vegetationsskador. Korrosion av material. Klimatpåverkan	Bildas i luften p.g.a. inverkan av solljus och utsläpp av kväveoxider och kolväten
Partiklar (mäts som PM10, PM2.5, antal partiklar och sot)	Påverkar sjukdomar i luftvägarna, lungfunktionsnedsättning, försämring av astma och andra lungsjukdomar. Kan bidra till uppkomst av astma. Ökar risk för dödlighet i hjärt- och lungsjukdomar och cancer.	Upplagring av tungmetaller och organiska miljögifter i mark och sediment. Nedsmutsning. Klimatpåverkan.	Vägtrafik Energiproduktion Arbetsmaskiner Sjöfart
Bensen	Cancer	Bidrar till ozonbildning	Vägtrafik Energiproduktion Vedeldning
PAH inklusive benso(a)pyren	Cancer.	Bidrar till ozonbildning Upplagring i mark och sediment.	Vägtrafik Sjöfart
Tungmetaller (miljökvalitetsnormer finns för bly, kadmium, arsenik och nickel)	Bly: Nervskador, blodbrist, nedsatt njurfunktion Kadmium: benskörhet Nickel: allergi, skador på luftvägar, cancer	Giftiga för växter och djur.	Vägtrafik Energiproduktion Industri

ISSN 1400-0806

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
Tel 08-508 28 800, dir. 08-508 28 880
URL: http://www.slb.nu

