



Kväveoxidhalter utomhus på 30 platser i Malmö

En 5-årsuppföljning

Antagen av miljönämnden 2019-03-26

Diarienummer MN-2018-10263
Rapport nr 2/2019
ISSN 1400-4690

Rapporter (ISSN 1400-4690) utgivna från och med 2012:

| | | | |
|---------|--|---------|---|
| 01/2012 | Sammanställning rörande utsläpp av fossil koldioxid, energianvändning m.m. från Malmö stads verksamheter | 01/2015 | Rapport om kontroll av specialkosthantering på skolor och förskolor i Malmö 2014 |
| 02/2012 | Kemikalier i möbler – tillsyn hos möbelhandel | 02/2015 | Rapport om detaljhandelns kunskaper om kemikalier i varor - fokus vardagsrummet |
| 03/2012 | Kunskapen om Reach hos nedströmsanvändare av kemikalier | 03/2015 | Luftkvalitetsmätning Södervärn 2013-2014 |
| 04/2012 | Luftkvaliteten i Malmö 2011 | 04/2015 | Luften i Malmö 2014 |
| 05/2012 | Kartläggning av omgivningsbuller - Malmö stad | 05/2015 | Kontroll i Malmö av de svenska salmonellagarantierna vid införsel av kött från nöt, gris och fjäderfä från andra EU-länder 2015 |
| 06/2012 | Livsmedelskontroll under malmöfestivalen 2012 | 06/2015 | Livsmedelskontroll på hamburgerkedjor i Malmö 2015 |
| 07/2012 | Kemikalier i leksaker - tillsyn av detaljhandeln | 07/2015 | Höga ljudnivåer 2014-2015 |
| 08/2012 | Uppföljning av luftföroreningsmätning vid Värnhemstorget 2010/2012 | 08/2015 | Märkning av biocidbehandlade varor - tillsyn över detaljhandeln 2015 |
| 09/2012 | Livsmedelskontroll på bagerier och konditorier i Malmö 2012 | 09/2015 | Luftkvalitetsmätning Amiralsgatan 2014-2015 |
| 01/2013 | Livsmedelskontroll på julbord i Malmö 2012 | 01/2016 | Kontroll av mottagningskökens möjligheter till tillagning på förskolor i Malmö 2015 |
| 02/2013 | Metaller i smycken, Tillsynsprojekt i samarbete mellan Göteborg, Malmö och Stockholm | 02/2016 | Luften i Malmö 2015 |
| 03/2013 | Livsmedelskontroll av storhushåll i Malmö 2012 | 03/2016 | Luftkvalitetsmätning Trelleborgsvägen vid Mobilia 2015-2016 |
| 04/2013 | Luftkvaliteten i Malmö 2012 | 04/2016 | Specialkosthantering i skolor och förskolor i Malmö 2016 |
| 05/2013 | Luftföroreningsmätning vid Rådmansgatan 2012 | 05/2016 | Luftkvalitetsmätning 2016 Tygelsjö |
| 06/2013 | Livsmedelskontroll av kosttillskott 2012 | 01/2017 | Luften i Malmö 2016 |
| 07/2013 | Kvävedioxidhalter utomhus vid förskolor och skolor i Malmö | 02/2017 | Hygieniska behandlingslokaler och solarier 2016-2017 |
| 08/2013 | Tillsyn av bilverkstäder i Malmö 2012 | 03/2017 | Luftkvalitetsmätning vid Nobelvägen och Hornsgatan 2016-2017 |
| 09/2013 | Livsmedelskontrollen under Malmöfestivalen 2013 | 04/2017 | Elektroniska lågprisprodukter 2017 |
| 10/2013 | Kemikalier i ytterkläder - Tillsynsprojekt i samarbete mellan Göteborg, Malmö och Stockholm | 05/2017 | Kväveoxider vid förskolor och skolor i Malmö 2015-2016 |
| 11/2013 | Livsmedelskontroll av skolor, förskolor samt vård- och omsorgsverksamheter i Malmö 2013 | 06/2017 | Rapport - Kartläggning av omgivningsbuller 2017 |
| 12/2013 | Livsmedelskontroll av storhushåll i Malmö 2013 | 07/2017 | Kontroll och provtagning vid kebabhantering |
| 13/2013 | Luftkvalitetsmätningar vid Klagshamnsvägen i Bunkeflo 2013 | 08/2017 | Rapport om luftkvalitetsmätningar vid Inre Ringvägen i Rosengård 2017 |
| 14/2013 | Livsmedelskontroll av redlighet/märkning och spårbarhet i Malmö våren 2013 | 09/2017 | Fokuserat tillsynsarbete 2017 projektet Tryggare Malmö |
| 01/2014 | Varor i Lågprissegmentet; Tillsyn över detaljhandeln | 01/2018 | Mikroplast i Malmö - förslag till åtgärder för minskade utsläpp till miljön |
| 02/2014 | PVC-produkter; Tillsyn över detaljhandeln | 02/2018 | Hållbarhet för egentillverkade produkter på restauranger och caféer |
| 03/2014 | Luften i Malmö 2013 | 03/2018 | Områdestillsyn 2017 – pilotprojekt på Möllevången |
| 04/2014 | Tillsyn på tandvårdskliniker i Malmö 2013 | 04/2018 | Luften i Malmö 2017 |
| 05/2014 | Hantering och märkning av egenproducerade maträtter i livsmedelsbutiker i Malmö 2014 | 05/2018 | Luftkvalitetsmätning vid Stora Varvsgatan i Västra Hamnen 2017-2018 |
| 06/2014 | Kemikalier i arbets- och profilkälar - tillsyn över detaljhandeln | 06/2018 | Undersökning av mikroplaster i dagvattennätet år 2017 och 2018 |
| 07/2014 | Mätning av tungmetaller och polycykliska aromatiska kolväten i utomhusluft 2013 | 07/2018 | Fokuserat tillsynsarbete i Malmö – delrapport våren 2018 |
| 08/2014 | Livsmedelskontroll i mottagningskök i förskolor, äldreboenden mm i Malmö 2014 | 08/2018 | Fokuserat tillsynsarbete i Malmö – delrapport hösten 2018 |
| 09/2014 | Kemikalier i skor och leksaker - tillsyn över detaljhandeln | 01/2019 | Luftkvalitetskartläggning vid Triangeln 2018 |
| 10/2014 | Kväveoxidhalter utomhus på 27 platser i Malmö | 02/2019 | Kväveoxidhalter på 30 platser i Malmö 2017 |
| 11/2014 | Redlighetskontroll av restauranger i Malmö 2014 | | |

Rapporterna kan beställas från:

Miljöförvaltningen, 205 80 Malmö

Telefon nr 040-34 10 00 (växeln)

De kan också laddas ner från: www.malmo.se, använd sökfunktionen

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| Förord | 4 |
| Sammanfattning | 5 |
| 1. Inledning | 7 |
| 1.1. Mätplatser..... | 7 |
| 1.2. Bildande och förekomst av kväveoxider..... | 9 |
| 1.3. Trafikutveckling 2001 – 2017..... | 10 |
| 2. Lagstiftning, miljömål och miljöprogram | 11 |
| 2.1. Miljökvalitetsnormer..... | 11 |
| 2.2. Miljömål..... | 12 |
| 2.3. Malmö stads miljöprogram | 12 |
| 2.4. Råd och riktlinjer..... | 12 |
| 3. Metod | 13 |
| 4. Resultat | 15 |
| 4.1. Kvävedioxid (NO ₂)..... | 15 |
| 4.2. Kväveoxider (NO _x) | 18 |
| 4.3. Spridningsberäkningar | 20 |
| 5. Diskussion | 23 |
| 6. Slutsatser | 26 |
| 7. Referenser | 27 |
| Bilaga 1. Termer och uttryck | 28 |
| Bilaga 2. Mätplatsbeskrivning | 29 |

Författare: Mårten Spanne

Avdelning: Miljöstrategiska avdelningen

Datum: 2018-12-13

Diarienummer: MN-2018-10263

Förvaltning: Miljöförvaltningen, Malmö stad

Foto: Omslagsbild - Malmö stad

Baltzarsgatan är ett exempel på ett slutet gaturum där höga halter av luftföroreningar tidigare har kunnat uppstå, men där trafikbegränsningar har gjort att halterna minskat till godtagbara nivåer. Mätningar har inte utförts på den visade platsen.

Förord

Denna rapport är en sammanställning av den kartering som miljöförvaltningen gör vart femte år av kvävedioxidhalter på ca 25 - 30 platser i Malmö med omnejd. Mätningarna utfördes under januari-februari samt september-november 2017. Tidigare mätningar har utförts under hösten 2012, vintern 2007/2008 samt vintern 2000/2001.

Syftet med mätningarna är att komplettera de kontinuerliga mätningar som görs vid stadens fasta mätstationer för att säkerställa att miljö kvalitetsnormen för luftkvalitet uppfylls på alla platser i staden. Mätningarna ger också viktigt underlag för arbetet med att uppfylla de nationella miljömålen. För att kunna få en översiktlig bild av hur luftföroreningarnas halter fördelar sig i staden har även beräkningar med hjälp av spridningsmodeller gjorts och jämförts med mätningarna.

Denna rapport är sammanställd av enheten Miljöövervakning och analys, Miljöstrategiska avdelningen. Kontaktperson: Mårten Spanne, 040-34 20 37, marten.spanne@malmö.se.

Sammanfattning

Denna rapport är en sammanställning av den kartering som miljöförvaltningen gör vart femte år av kvävedioxidhalter på ca 25 - 30 platser i Malmö med omnejd. Mätningarna utfördes under januari-februari samt september-november 2017. Tidigare mätningar har utförts under hösten 2012, vintern 2007/2008 samt vintern 2000/2001.

Syftet med mätningarna är att komplettera de kontinuerliga mätningar som görs vid stadens fasta mätstationer (malmo.se/luft) för att säkerställa att miljö kvalitetsnormen för luftkvalitet uppfylls på alla platser i staden. Mätningarna ger också viktigt underlag för arbetet med att uppfylla de nationella miljömålen. Under delar av mättiden har både kväve monoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂) provtagits och analyserats. För att kunna få en översiktlig bild av hur luftföroreningarnas halter fördelar sig i staden har även beräkningar med hjälp av spridningsmodeller gjorts och jämförts med mätningarna.

Kvävedioxid är en luftförorening som bildas vid all typ av förbränning, och vägtrafiken är den största utsläppskällan i Malmö. Det är en starkt retande gas men i de halter som har uppmätts är den direkta hälsoeffekten begränsad. Däremot används ämnet som en indikator för andra luftföroreningar som förbränningspartiklar (sot) och flyktiga organiska ämnen. Kvävedioxidhalten regleras genom luftkvalitetsnormen SFS 2010:477 och Naturvårdsverket har också angett ett nationellt miljömål där årsmedelvärdet av kvävedioxid skall begränsas till 20 µg/m³ till år 2020.

Den genomsnittliga halten av kvävedioxid i utomhusluften vid mätplatserna vintertid varierar mellan 7 och 27 µg/m³. Generellt är mätpunkterna i centrum mer utsatta för högre halter av luftföroreningar än de mätpunkter som ligger i stadens ytterområden. Resultaten visar dock att även platser utanför centrum som ligger nära starkt trafikerade vägar har högre halter. Föroreningshalterna är inte så höga att miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid riskerar att överskridas. Utifrån de kontinuerliga mätningar som görs på stadens tre fasta mätstationer kan man konstatera att det är dygnsnormen för kvävedioxid som är svårast att uppfylla och därefter timnormen.

Även om miljö kvalitetsnormen klaras uppmättes kvävedioxidhalter högre än det nationella miljö kvalitetsmålet (20 µg/m³ som årsmedelvärde) på hälften av mätplatserna. Alla dessa ligger i närheten av större vägar med hög trafikintensitet, t ex Jägersrovägen och Inre Ringvägen. De mätplatser i staden med lägst föroreningshalter, t ex Oxie, Tygelsjö och Bunkeflostrand, ligger samtliga i stadens ytterområden där påverkan från de samlade utsläppen från staden är mindre och den lokala trafikbelastningen är lägre (s.k. urban bakgrund). Det kan konstateras att kvävedioxidhalterna i Malmös tätort är 2 till 5 gånger högre än halterna på landsbygden utanför Malmö (Torup). Vid en majoritet av samtliga mätplatser uppmättes kvävedioxidhalter på mellan 15 och 25 µg/m³.

Kvävedioxidhalterna i Malmö varierar avsevärt mellan provtagningsåren. Dock kan man se en tydlig nedåtgående trend, särskilt i de miljöer som tidigare hade de högsta halterna. Där har halterna minskat med en tredjedel mellan mätningarna 2000 och 2017.

De totala halterna av kväveoxider (NO_x) har också minskat avsevärt, ca 30 %. Denna minskning av kväveoxidutsläppen är en konsekvens av främst teknikutveckling, så som införandet av den katalytiska avgasreningen 1990, och minskad trafik. I de centrala delarna av

staden (det s.k. centrumsnittet) har trafiken minskat med 19 % mellan 2000 och 2017, medan trafiken över kommungränsen och Yttre Ringvägssnittet har ökat med 30 respektive 40 %. Under denna tid har befolkningen ökat med 28 %.

Mätningarna visar också en god överensstämmelse med spridningsberäkningar med Aermod-modellen i urban bakgrundsmiljö. För utpräglade gaturum krävs att beräkningar med OSPM-modellen görs för att kunna förklara de uppmätta halterna.

Det finns det fortfarande stora folkhälsovinster med att förbättra luftkvaliteten i Malmö. Studier som har gjorts i samarbete med Lunds universitet och Naturvårdsverket visar på fortsatt stora kostnader för hälsoeffekterna av exponering för luftföroreningar. Studien visar att i Skåne dör varje år 543 personer en förtida död på grund av exponering för kvävedioxid. Detta utgör 5 % av alla förtida dödsfall. Kvävedioxidexponeringen i Skåne bidrar också till att 117 barn varje år utvecklar astma och att 59 barn får bronkit. Malmö stad arbetar aktivt med att minska exponeringen för barn och unga, t ex genom att i stadsplaneringen väga in att nya förskolor ska ha en långsiktigt hållbar luftkvalitet, vilket innebär att platsen bör uppfylla det nationella miljömålet *Frisk luft*.

1. Inledning

Luftföroreningar orsakar risker för människors hälsa och för miljön. Exponering för luftföroreningar kan orsaka flera olika typer av hälsobesvär, till exempel ökad sjuklighet i luftvägssjukdomar samt hjärt- och kärlsjukdomar.

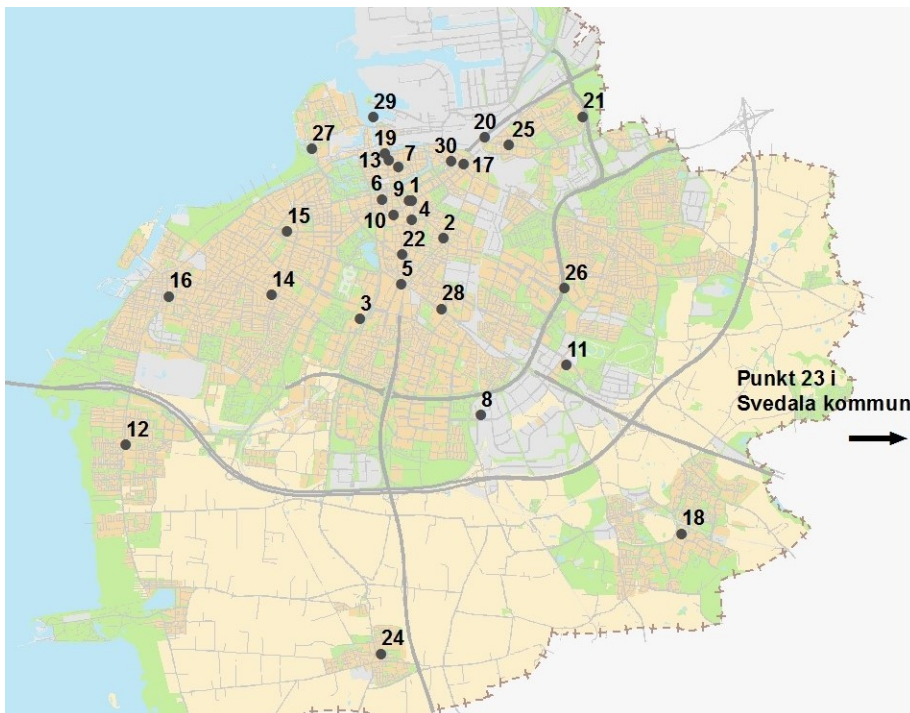
Syftet med mätningarna är att få en helhetsbild av luftföroreningsläget på flera platser samtidigt, att kunna jämföra dessa mätningar med Malmö stads tre fasta mätstationer, samt att kunna jämföra de uppmätta halterna med spridningsberäkningar gjorda med miljöförvaltningens emissionsdatabas och spridningsmodeller.

Under perioderna januari-februari och hösten 2017, januari-februari och hösten 2012, vintern 2007–2008 samt vintern 2000–2001 har därför mätningar av kväveoxider (NO och NO₂) på 30 platser gjorts med så kallad passiv provtagningsteknik (Figur 1).

1.1. Mätplatser

Mätningen under 2017 gjordes på 30 olika platser i Malmö. Då mätningar har gjorts tidigare med liknande metod, valdes i princip samma placering som vid de tidigare mätkampanjerna. Dock har några mätplatser tillkommit. I kartan nedan framgår var mätningar har genomförts under 2017.

Syftet med mätningarna är att få en helhetsbild av luftföroreningsläget på flera platser samtidigt, att kunna jämföra dessa mätningar med Malmö stads tre fasta mätstationer, samt att kunna jämföra de uppmätta halterna med spridningsberäkningar gjorda med miljöförvaltningens emissionsdatabas och spridningsmodeller.



Figur 1. Placering av passiva provtagare för mätning av NO och NO₂ under mätperioderna 2017.

I Tabell 1 beskrivs mätplatserna på översiktligt sätt. Numreringen är den samma i Figur 1 som i tabellen. För mer detaljer beskrivning, samt foton från respektive mätplats, se Bilaga 2.

Av de 30 mätplatserna där passiva provtagare användes 2017 var 18 lokaliserade i gatumiljö på ca 3 m höjd i centrala Malmö. En mätplats var placerad i taknivå i innerstaden (Rådhuset). Tolv mätplatser var lokaliserade vid gata i de yttre delarna av Malmö (urban bakgrund). En mätplats placerades i regional bakgrundsmiljö (Torup), som ligger i Svedala kommun. För mätstationerna Rådhuset, Dalaplan och Bergsgatan gjordes samtidiga mätningar med direktvisande mätteknik (kemiluminiscens eller DOAS).

Tabell 1. Översiktlig beskrivning, namngivning av mätplatserna samt gatadress.

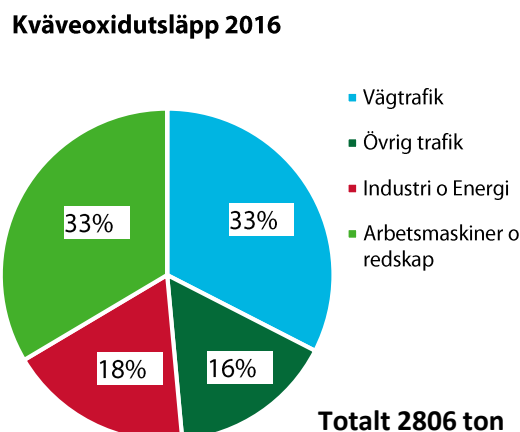
| MÄTPLATS | Adress | Omgivning |
|--|---------------------------|-------------------|
| 1 Konserthuset (gamla konserthuset) | Amiralsgatan 23 | Gaturum |
| 2 Nobeltorget | Amiralsgatan 51 | Gaturum |
| 3 Södertorp | Arkitektgatan 2 | Urban bakgrund |
| 4 Bergsgatan | Bergsgatan 17 | Gaturum |
| 5 Dalaplan | Dalaplan | Gaturum |
| 6 Davidshall | Davidshallsgatan 9 | Gaturum |
| 7 Djäknegatan | Djäknegatan 16 | Gaturum |
| 8 Fosie, Fosieskolan | Fosie stationsväg 9 | Urban bakgrund |
| 9 AnyTime (före detta restaurant) | Föreningsgatan 37 | Gaturum |
| 10 Triangeln | Föreningsgatan 8 | Gaturum |
| 11 Jägersro, parkeringen | Jägersrovägen 151 | Urban bakgrund |
| 12 Bunkeflo, vid Supermarket-parkeringen | Klagshamnsvägen 40 | Urban bakgrund |
| 13 Rådhuset, i takhöjd (20 m) | Kompanigatan | Urban bakgrund |
| 14 Rosenvång | Krageholmogatan 38 | Urban bakgrund |
| 15 Fridhem | Köpenhamnsvägen 44 | Gaturum |
| 16 Limhamn | Linnégatan 36 | Gaturum |
| 17 Lundavägen | Lundavägen 3 | Gaturum |
| 18 Oxie centrum | Murtegelvägen | Urban bakgrund |
| 19 Norra Vallgatan, vid Mälarbron | Norra Vallgatan 62 | Gaturum |
| 20 Saarisgården | Rosendalsvägen 13 | Gaturum |
| 21 Segemöllegatan | Segemöllegatan 101 | Urban bakgrund |
| 22 Södevärn | Södra Förstadsgatan 102 | Gaturum |
| 23 Torup | Torupsvägen 606-59 | Regional bakgrund |
| 24 Tygelsjö | Tygelsjö kyrkoväg 3 | Urban bakgrund |
| 25 Kirseberg | Vattenverksvägen 32 | Gaturum |
| 26 Gulahöja | Västra Skrävlingevägen 95 | Urban bakgrund |
| 27 Vittraskolan | Västra Varvsgatan 10 | Gaturum |
| 28 Ystadvägen | Ystadvägen 46 | Gaturum |
| 29 Smörkontrollen | Ångbåtsbron 1 | Urban bakgrund |
| 30 Värnhem | Östra Förstadsgatan 31 | Gaturum |

Omgivningen kring en mätplats påverkar hur lokala utsläpp sprids. Finns sammanhängande bebyggelse med mer än ett par våningars höjd i kring mätplatsen brukar den betecknas som ett gaturum. En urban bakgrundsmiljö är en plats som inte är direkt påverkad av intensiv trafik och som är representativ för en större del av staden. I denna undersökning finns bara en mätplats i regional bakgrund, ute vid Torups friluftsområde där lokala källor till luftföroreningar i stort sett helt saknas.

1.2. Bildande och förekomst av kväveoxider

Kväveoxider är en luftförorening som bildas vid all typ av förbränning, och vägtrafiken är den största utsläppskällan i Malmö viket kan ses i Figur 2. Andra källor som arbetsmaskiner, sjöfart, uppvärmning, industrier och energiproduktion ger också betydande bidrag till halterna av kvävedioxid. Det finns huvudsakligen två typer av kväveoxider: kvävemoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂), vilka med ett samlingsnamn kallas kväveoxider (NO_x).

I förbränningsprocesser bildas kvävemoxid, då luftens kväve förenas med syret under hög temperatur. Ju högre temperatur det är i förbränningsprocessen desto mer kvävemoxid bildas. En större del av de direkta utsläppen av kväveoxider är i form av kvävemoxid. Det har under de senaste åren skett en utveckling av dieselmotorer mot att en allt större del av de direkta utsläppen är kvävedioxid. Detta är en konsekvens av förbättrad bränsleeffektivitet och reningstekniker, exempelvis partikelfällor och katalysator. Enligt prognoser kommer kvävedioxidens andel av de direkt-emitterade luftföroreningarna att öka (Trafikverket 2012), vilket även mätningar i Malmö stad har bekräftat (Malmö stad 2018).



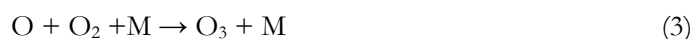
Figur 2. Emissioner av kväveoxider 2016.
Källa: Miljöförvaltningen

Kvävemoxid omvandlas relativt snabbt till kvävedioxid genom oxidation i atmosfären, främst med ozon. Detta sker under storleksordningen några minuter. Den grundläggande kemiska formeln för kvävemoxids reaktion med ozon är:



Ozonmolekylen, som krävs enligt reaktion 1, bildas genom en reaktion när kvävedioxid blir belyst med kortvägigt solljus ($h\nu$) så att en fri syreatom bildas. Denna kommer tillsammans med syreatomen och en reaktionsmediator (M), att bilda ozon enligt reaktion 2 och 3.

Oförbrända kolväten från t ex fordonsbränsle fungerar ofta som reaktionsmediatorer i dessa reaktioner.



Det finns ännu fler reaktioner mellan kvävemoxid, syre, kvävedioxid och andra ämnen som påverkar halterna i atmosfären av kväveoxider. Uppehållstiden för NO_x i atmosfärens nedre delar är ungefär 24 timmar. Sänkan för kväveoxider är bildandet av salpetersyra (HNO₃), genom två olika atmosfärkemiska reaktioner. Den ena reaktion sker under dagtid, medan den andra reaktionen sker under natten. Salpetersyran tvättas sedan ur atmosfären med nederbörden och fukten i atmosfären.

Kvävedioxid används ofta som en indikator på trafikens övriga utsläpp av luftföroreningar. Kvävedioxid i sig kan också försämra lungfunktionen och förvärrar astma och andra lungproblem, samt orsakar skador på hälsa och växtlighet genom att det bidrar till bildandet

av marknära ozon. Genom sin försurande effekt leder utsläpp av kvävedioxid dessutom till korrosion och nedbrytning av kulturföremål gjorda av kalksten.

Barn påverkas mer än vuxna av höga halter luftföroreningar eftersom de andas in mer luft än vuxna, räknat per kilo kroppsvikt. De har också mindre luftrör och är oftare infekterade. Luftföroreningar kan skada barnens utveckling så att de till exempel får sämre lungfunktion, vilket kan komma att påverka deras hälsa och livskvalitet under hela livet. Därför är det extra viktigt att luften är så ren som möjligt i barnens omgivning.

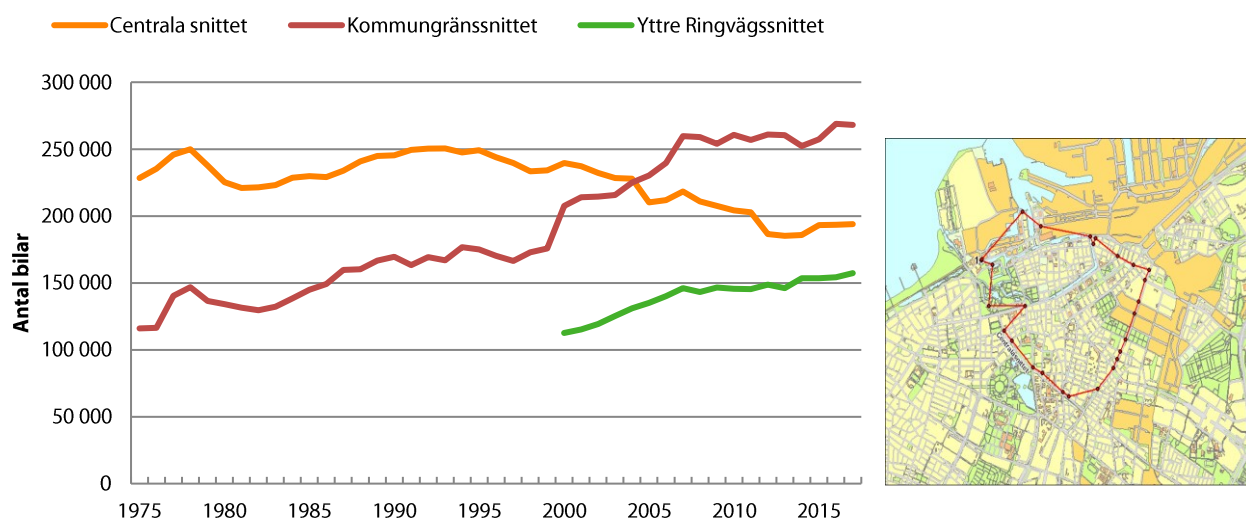
En rad faktorer styr hur människor exponeras för höga halter kvävedioxid, till exempel närhet till föroreningskällan (t ex vägtrafiken), hur lång tid man vistas i området samt tidpunkten på dygnet.

1.3. Trafikutveckling 2001 – 2017

Trafikmätningar utförs av gatukontoret på ett stort antal platser i staden, se <http://www.malmo.se/Stadsplanering--trafik/Trafik--hallbart-resande/Trafikmangder.html>.

Däremot är det omöjligt med dagens teknik att mäta trafikvolymen på alla gator, varför Figur 3 visar utvecklingen över så kallade trafiksnitt. Summan av antalet fordonspassager över en definierad linje registreras vid dessa mätningar. Trafikrörelserna över det centrala snittet har mellan 2000 och 2017 minskat med 19 %, medan de över kommungränssnittet och Yttre Ringvägsnittet har ökat med 30 respektive 40 %.

På de platser som varit mest utsatta för luftföroreningar har också insatser gjorts för att förbättra trafiksituationen. Dessa åtgärder har lett till att trafiken till och med har minskat på platser som Värnhemstorget. Där har trafiken minskat så mycket som 20 % sedan 2000.



Figur 3. Vägtrafikutvecklingen i Malmö (fordon per vardagsmedeldygn som passerar respektive snitt). Bilden till höger visar det centrala vägsnittet.

2. Lagstiftning, miljömål och miljöprogram

Vilka krav som kan ställas på åtgärder av luftkvaliteten regleras genom lagstiftning samt olika miljömål och program, vilket beskrivs i detta avsnitt.

2.1. Miljökvalitetsnormer

I lagstiftningen (Luftkvalitetsförordningen, SFS 2010:477) finns miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft som anger hur höga halter av olika luftföroreningar som tillåts.

Lagstiftningen för övervakning av luftkvaliteten har uppdaterats under 2010 genom införandet av Europaparlamentets och rådets direktiv om luftkvalitet och renare luft i Europa (2008/50/EG och 2004/7/EG). Miljökvalitetsnormerna är utarbetade för att förebygga eller minska de skadliga effekterna på människors hälsa och miljön. De gäller på platser utomhus där människor vistas eller där de tillfälligt passerar (t ex gång- och cykelbanor). Undantagna är bland annat inneslutna områden som tunnlar och särskilt belastade miljöer som området närmast en vägkorsning.

Miljökvalitetsnormen för kvävedioxid (NO₂) började gälla år 2006 och består av gränsvärden för medelvärde över år, dygn och timme. Halten får inte överskrida ett årsmedelvärde på 40 µg/m³, ett dygnsmedelvärde på 60 µg/m³ som får överskridas 7 dygn per år, samt ett timmedelvärde på 90 µg/m³, som får överskridas högst 175 timmar per år (se Tabell 2 på nästa sida).

Det är kommunens uppgift att kontrollera luftkvaliteten enligt NFS 2016:9 och att se till att normerna uppfylls. En kommun som inte klarar att uppfylla miljökvalitetsnormerna är skyldig att vidta åtgärder. Arbetet med att minska kvävedioxidutsläppen har pågått sedan normen började gälla 2006. I juni 2007 antogs ett åtgärdsprogram för kvävedioxid, vilket Länsstyrelsen hade tagit fram i samarbete med Malmö stad med flera. Programmet reviderades 2011 och avslutades 2017, då kvävedioxidhalterna i Malmö under några år inte längre hade överskridit normen.

Åtgärdsprogrammet innehöll ett stort antal små och några större åtgärder som ansågs möjliga att genomföra inom en kortare tidsrymd på ett par år. Exempel på åtgärder som genomförts inom programmet är att kollektivtrafiken har fått ökad framkomlighet bland annat genom att bussfiler har anlagts på Lundavägen, Stockholmsvägen, Amiralsgatan och Södra Förstadsgatan. Teknikförbättrande åtgärder har gjorts genom att samtliga stadsbussar byttes ut, samt att utbytet av regionbussar från dieseldrivna till biogas-/gasdrivna slutfördes. Trafikdämpande åtgärder har gjorts genom att hastigheten i stora delar av Malmö har sänkts till 40 kilometer i timmen, och genom att enkelrikta Djäknegatan och Östra Förstadsgatan.

Det reviderade åtgärdsprogrammet, vilket infördes 2011, lade ett större fokus på direkta trafikdämpande åtgärder i kritiska miljöer. Exempel på detta är omläggningen av busstrafiken från Södra Förstadsgatan till Rådmansgatan, införandet av Malmöexpressen på linje 5, som innebar snabbare och bättre framkomlighet på Amiralsgatan för busstrafiken och det aktiva bytet till gasbussar och bussar med låga emissioner.

2.2. Miljömål

Det nationella miljö kvalitetsmålet Frisk luft är ett av de 16 miljö kvalitetsmål som är fastställda av riksdagen. Målet lyder att ”Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas” och ska vara uppfyllt till år 2020. Preciseringen av målet för kvävedioxid är 20 µg/m³ som årsmedelvärde och 60 µg/m³ som timmedelvärde, där timmedelvärdet får överskridas som mest 175 timmar per år. Mer information om miljömålen finns på Naturvårdsverkets hemsida www.miljomal.se.

Tabell 2. Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål för kvävedioxid.

| KVÄVEDIOXID (µg/m ³) | MKN | Miljö mål ¹ |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| årsmedelvärde | 40 | 20 |
| dygnsmedelvärde | 60 ² | Precisering av etappmål inte angivet |
| timmedelvärde | 90 ³ | 60 ³ |

1. Precisering av etappmålet för kvävedioxid inom miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft”.
Se Miljö målportalen, <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/2-Frisk-luft/>
2. Får överskridas maximalt 7 dygn per år.
3. Får överskridas maximalt 175 timmar per år.

2.3. Malmö stads miljö program

Malmö stads miljö program (malmo.se/miljoprogram) antogs av kommunfullmäktige 2009. Programmet har fyra övergripande mål som ska uppnås till år 2020. De mål som berör luftkvaliteten beskrivs i avsnittet Framtidens stadsmiljö finns i Malmö. Här anges att de som vistas i Malmö ska ha en god stadsmiljö med låga bullernivåer och ren luft. Staden ska bli renare och tystare och bilberoendet ska minska främst genom satsningar på cykel-, gång- och kollektivtrafik och utveckling av bilpooler. Trafiksystemet ska utformas för att minimera luftföroreningar och buller med särskild prioritering av den centrala staden.

För att följa utvecklingen har nyckeltal fastställts som ska redovisas årligen. Bland dessa finns utsläpp till luft samt årsmedelhalter av kvävedioxid. Nyckeltalen finns samlade i Malmö stads miljö barometer: miljobarometern.malmo.se. Nyckeltalen för luft finns för tillfället under <http://miljobarometern.malmo.se/miljoprogram/stadsmiljo/renare-och-tystare/>.

2.4. Råd och riktlinjer

Förutom lagstiftning och miljö mål finns olika råd och riktlinjer för barns utemiljö. I miljö förvaltningens vägledning för att starta förskola (Malmö stad 2011) rekommenderas att etappmålen för kvävedioxid i miljö målet ”Frisk luft” (se Tabell 2) ska uppfyllas om små barn ska vistas på platsen. Vid nybyggnad eller nyetablering i redan befintliga byggnader av skolor, förskolor och fritidshem är det därför olämpligt att de placeras vid starkt trafikerade vägar eller vid industriområden.

3. Metod

Diffusionsprovtagare för kväveoxidprovtagning från IVL (IVL Svenska miljöinstitutet AB, Göteborg) sattes upp utomhus på ett urval av platser inom kommunen. Mätplatserna valdes ut för att få en heltäckande bild av föroreningsituationen, men med viss övervikt på centrala Malmö eftersom belastningen av luftföroreningarna är som störst där. Kartan i Figur 1 visar placeringen av mätplatserna. Mätdosorna placerades på cirka tre meters höjd på stolpar eller fasader.

Mätningarna var uppdelade i två tvåveckors provtagningsperioder under januari till februari 2017, samt tre fyraveckors provtagningsperioder under september till december 2017. I Tabell 3 redovisas de aktuella mätperioderna. Ett medelvärde räknades sedan ut för de olika perioderna, vilka redovisas med tidigare mätresultat i Tabell 4 och Tabell 5. Mätningen av NO begränsades till period 1 och 2 av kostnadsskal. En skillnad mot tidigare mätningar är att den aktuella metoden direkt mäter NO medan tidigare metoder har mätt summan av NO och NO₂.

Tabell 3. Mätperioder under mätkampanjen 2017

| Period | Start | Slut | Ämnen |
|--------|------------|------------|------------------------|
| 1 | 2017-01-16 | 2017-01-30 | NO och NO ₂ |
| 2 | 2017-01-30 | 2017-02-13 | NO och NO ₂ |
| 3 | 2017-09-11 | 2017-10-09 | NO ₂ |
| 4 | 2017-10-09 | 2017-11-06 | NO ₂ |
| 5 | 2017-11-06 | 2017-12-04 | NO ₂ |

Provtagarna består av behållare med två olika filter som är impregnerade med reagenslösningar. Ämnena i den ena reagenslösningen reagerar enbart med NO₂ medan den andra reagerar med endast NO. Ett finmaskigt metallnät (diffusionsnät) täcker de reagensimpregnerade filtren varför molekyler i luften har ett visst motstånd för att passera nätet. Detta kallas ett diffusionsmotstånd och dess egenskaper gör att man kan beräkna medelhalten av kväveoxider under provtagningsperioden i luften utanför provtagaren. För att få fram summan av kväveoxider (NO_x) summeras halten av NO₂ med halten för NO efter att den har räknats om till NO₂.

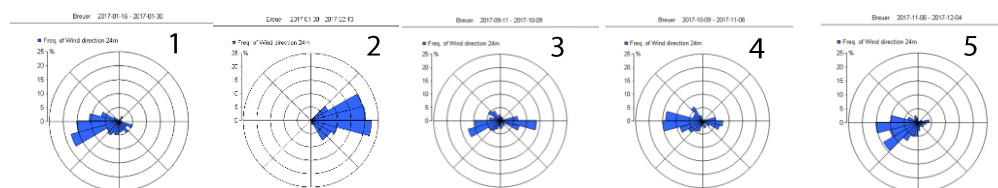
Den totala mätosäkerheten för analysmetoden är enligt leverantören 10 % för en 14-dagarsprovtagning av NO₂. Mätosäkerheten för NO är inte angiven.

Eftersom luftprovtagningen i denna studie pågick under två veckor respektive en månad i taget och varje analysvar är ett medelvärde för hela provtagningsstiden, är det inte möjligt att direkt jämföra resultaten med normerna för timmedelvärden eller dygnsmedelvärden. För att kunna göra detta krävs en kontinuerligt mätande utrustning med en storlek och komplexitet som inte är praktiskt eller ekonomiskt möjlig att utföra på alla mätplatser i studien. Däremot kan man med utgångspunkt från de utförda mätningarna och med hjälp av spridningsmodeller beräkna medelhalterna för varje timme och dygn. Denna beräkning redovisas i avsnittet 4.3.

I systemet EnviMan (Opsis AB, Furulund, Sverige) finns det möjlighet att beräkna luftföroreningshalter och utsläpp (emissioner). Beräkningen baseras på olika typer av beskrivna utsläppskällor, trafikflöden, den lokala geografin, meteorologiska variationer samt olika spridningsmodeller. I denna studien har endast spridningsmodellen Aermod använts. Emissionsdatabasen i EnviMan är ursprungligen från år 2002, men har uppdaterats och kompletterats kontinuerligt. Vägtrafikens emissioner är beskrivna med hjälp av emissionsmodellen HBEFA 3.2.

4. Resultat

Mätperioderna under januari och februari 2017 påverkades kraftigt av vädret, där vindriktningen skiljde avsevärt för de två perioderna. Under mätperiod 1 i januari kom vinden nästan helt ifrån väst och under mätperiod 2 i februari helt ifrån öst. Av höstens tre mätperioder var vindriktningen under den första både från öst och väst medan för de andra två dominerade vindarna från väst allt mer.



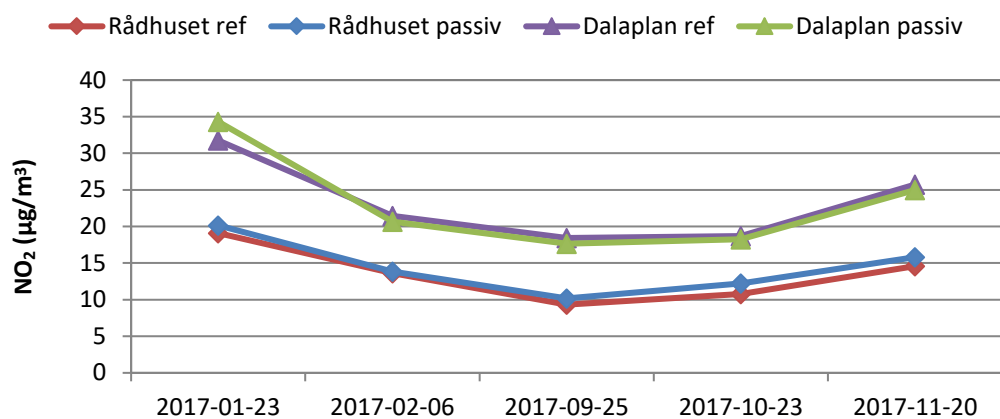
Figur 4. Vindriktningsdiagram för de fem mätperioderna 2017 med frekvensfördelningen uppdelad på 24 sektorer. Meteorologiska data från Malmö stads mätstation på Heleneholm.

4.1. Kvävedioxid (NO₂)

Den genomsnittliga halten av kvävedioxid i utomhusluften vid mätplatserna vintertid (samtliga 5 mätperioder) varierade mellan 7 och 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figur 6). Generellt är mätplatserna i centrum mer utsatta för höga halter av luftföroreningar än de som ligger i stadens ytterområden. Resultaten visar dock att även platser utanför centrum som ligger nära starkt trafikerade vägar har högre halter, t ex Jägersrovägen och Inre Ringvägen. Föroreningshalterna är inte så höga att miljökvalitetsnormen för kvävedioxid riskerar att överskridas, däremot uppmättes kvävedioxidhalter högre än det nationella miljökvalitetsmålet på ungefär två tredjedelar av mätplatserna. Alla dessa ligger i närheten av större vägar med hög trafikintensitet. De mätplatser med lägst föroreningshalter, t ex Oxie och Tygelsjö, Bunkeflostrand, ligger samtliga i stadens ytterområden där påverkan från de samlade utsläppen från staden är mindre och den lokala trafikbelastningen är lägre (s.k. urban bakgrund). Det kan konstateras att kvävedioxidhalterna i Malmös tätort är 2 till 5 gånger större än halterna på landsbygden utanför Malmö (Torup). Vid en majoritet av samtliga mätplatser uppmättes kvävedioxidhalter på mellan 15 och 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Variationen i halt under hösten 2017, viken kan ses i Figur 6, beror främst på väderförhållandena under de olika mätperioderna, vilket behandlas mer i avsnitt 5, diskussion.

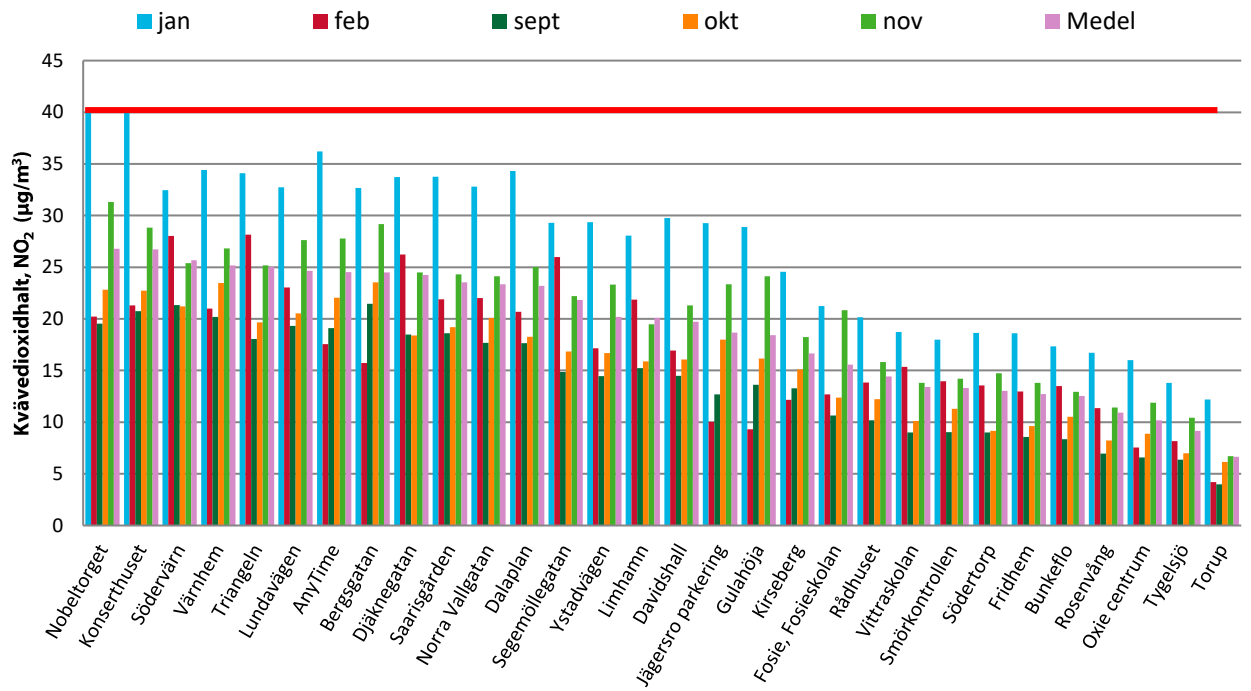
Vid en jämförelse med referensinstrumenten på de fasta mätstationerna Rådhuset och Dalaplan framgår det att diffusionsprovtagarna kan skilja något i halt (Figur 5). Osäkerheten i de två mätmetoderna gör att man kan förvänta sig en skillnad på något $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och i absoluta tal var skillnaden i samma storleksordning, nämligen + 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för Rådhuset respektive - 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för Dalaplan, vilket är ett mycket bra resultat. Relaterat till medelhalterna på mätstationerna visade de passiva provtagarna vid Rådhuset 7 % högre och vid Dalaplan 1 % lägre än referensmetoden.



Figur 5. Jämförelse mellan referensmetod (kemiluminiscens) och diffusionsprovtagning på Rådhuset och Dalaplan. Datumen representerar mittiden i provtagningsintervallet.

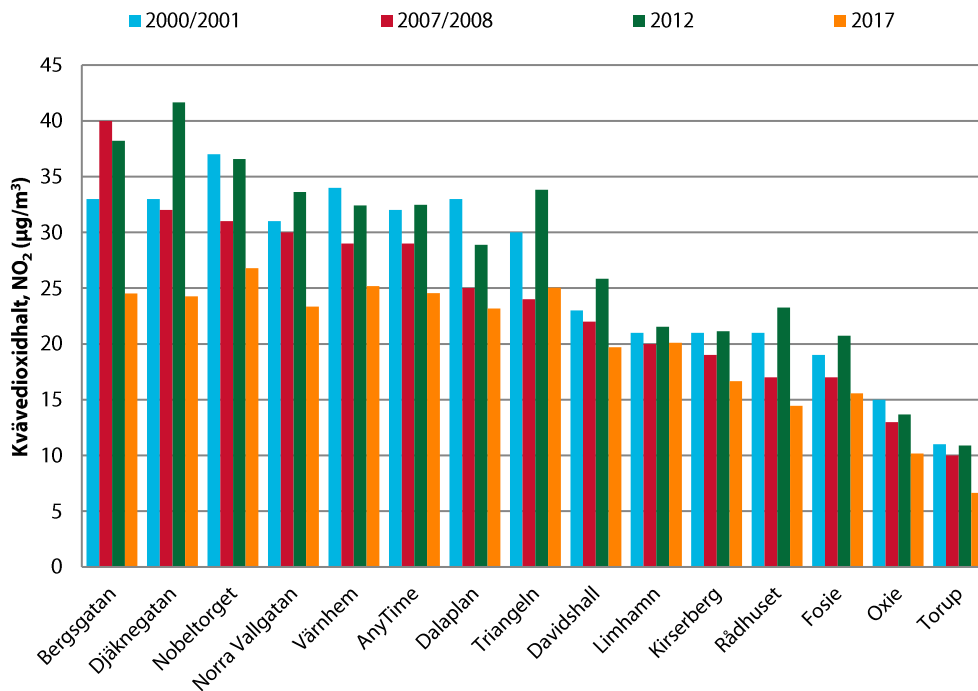
Tabell 4. Medelvärde av de tre sist uppmätta kvävedioxidhalterna i Figur 6 (2017-09-11 till 2017-12-04) samt tidigare års motsvarande mätresultat, angivna i µg/m³.

| MÄTPLATS | Adress | 2017 | 2012 | 2007 | 2000/2001 | |
|----------|---------------------|---------------------------|------|------|-----------|----|
| 1 | Konserthuset | Amiralsgatan 23 | 24 | 47 | 33 | - |
| 2 | Nobeltorget | Amiralsgatan 51 | 25 | 37 | 27 | 37 |
| 3 | Södertorp | Arkitektgatan 2 | 11 | 18 | 12 | - |
| 4 | Bergsgatan | Bergsgatan 17 | 25 | 29 | 39 | - |
| 5 | Dalaplan | Dalaplan | 20 | 29 | 21 | 33 |
| 6 | Davidshall | Davidshallsgatan 9 | 17 | 26 | 20 | 23 |
| 7 | Djäknegatan | Djäknegatan 16 | 20 | 42 | 30 | 33 |
| 8 | Fosie, Fosieskolan | Fosie stationsväg 9 | 15 | 21 | 19 | 19 |
| 9 | AnyTime | Föreningsgatan 37 | 23 | 32 | 33 | 32 |
| 10 | Triangeln | Föreningsgatan 8 | 21 | 34 | 21 | 30 |
| 11 | Jägersro, parkering | Jägersrovägen 151 | 18 | 25 | 18 | - |
| 12 | Bunkeflo | Klagshamnsvägen 40 | 11 | 16 | 11 | - |
| 13 | Rådhuset | Kompanigatan | 13 | 23 | 13 | 21 |
| 14 | Rosenvång | Krageholmmsgatan 38 | 9 | 15 | - | - |
| 15 | Fridhem | Köpenhamnsvägen 44 | 11 | 17 | 11 | - |
| 16 | Limhamn | Linnégatan 36 | 17 | 21 | 21 | 21 |
| 17 | Lundavägen | Lundavägen 3 | 22 | - | 26 | - |
| 18 | Oxie centrum | Murtegelvägen | 9 | 14 | 11 | 15 |
| 19 | Norra Vallgatan | Norra Vallgatan 62 | 21 | 34 | 28 | 31 |
| 20 | Saarisgården | Rosendalsvägen 13 | 21 | 29 | 21 | - |
| 21 | Segemöllegatan | Segemöllegatan 101 | 18 | - | - | - |
| 22 | Södervärn | Södra Förstadsgatan 102 | 23 | 37 | 27 | - |
| 23 | Torup | Torupsvägen 606-59 | 6 | 11 | 8 | 11 |
| 24 | Tygelsjö | Tygelsjö kyrkoväg 3 | 8 | 15 | - | - |
| 25 | Kirseberg | Vattenverksvägen 32 | 16 | 22 | 18 | 21 |
| 26 | Gulahöja | Västra Skrävlingevägen 95 | 18 | 25 | 19 | - |
| 27 | Vittraskolan | Västra Varvsgatan 10 | 11 | 19 | - | - |
| 28 | Ystadvägen | Ystadvägen 46 | 18 | - | - | - |
| 29 | Smörkollen | Ångbåtsbron 1 | 12 | 19 | 14 | - |
| 30 | Värnhem | Östra Förstadsgatan 31 | 23 | 32 | 31 | 34 |



Figur 6. Kvävedioxidhalt i utomhusluften under alla mätperioderna 2017. Mätplatserna är sorterade efter den uppmätta medelhalten. Miljö kvalitetsnormen (årsmedelvärde 40 µg/m³) är markerad med en röd linje.

Halterna av kvävedioxid har minskat påtagligt sedan mätningarna med passiva provtagare började på hösten år 2000. För de mätpunkter som år 2000/2001 låg över 30 µg/m³ (7 st) har halten NO₂ jämfört med 2017 i medeltal minskat med en tredjedel (Figur 8).



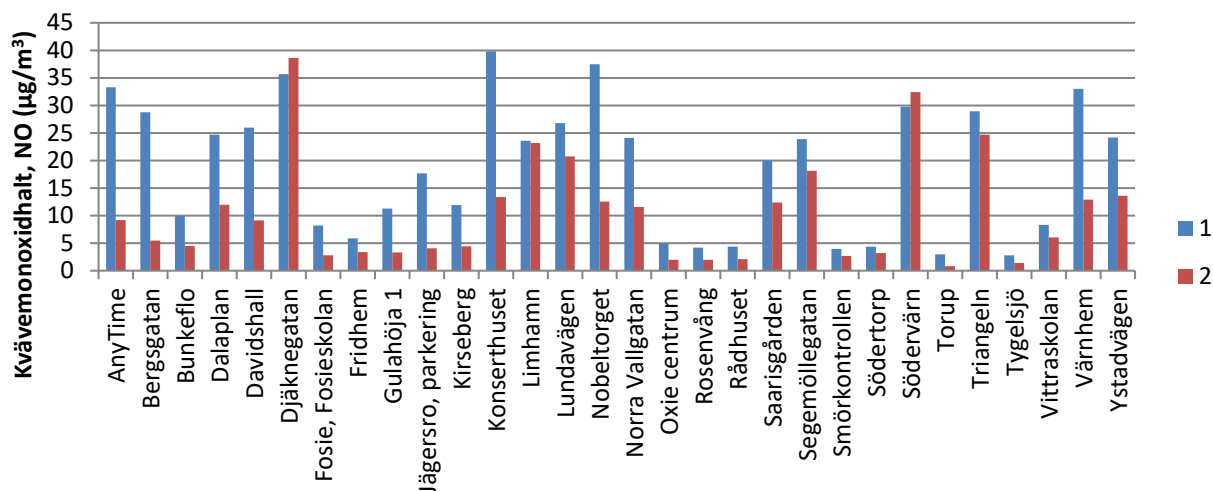
Figur 7. Jämförelse mellan medelvärden för kvävedioxidhalterna för de mätpunkter som har varit gemensamma för samtliga mättillfällen.

4.2. Kväveoxider (NO_x)

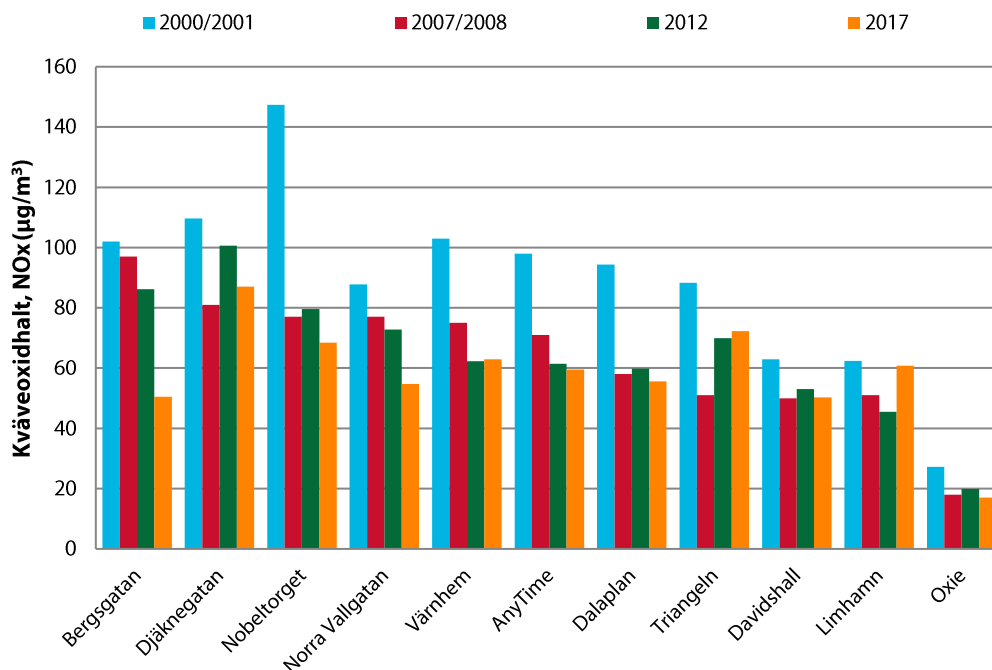
Kvävemonoxid, NO, bildas i förbränningsmotorer och omvandlas relativt snabbt i luften till kvävedioxid, NO₂, främst genom reaktion med marknära ozon. Efter någon timme är så gott som all NO omvandlad till NO₂, vilket man kan se på de halter som har uppmätts i gatumiljö nära källorna i jämförelse med de i lantlig miljö långt från källorna. Nedan redovisas summan av kväveoxider (NO_x), räknat som NO₂, vilket direkt kan jämföras med de halter som räknas fram med spridningsmodeller i nästa avsnitt. Eftersom NO så fort omvandlas till NO₂ är det särskilt på platser där provtagaren sitter mycket nära utsläppskällan (förbränningsmotorer) som höga halter uppstår. Sitter sedan provtagaren i ett slutet gaturum kommer vindriktningen att påverka om utsläppen på vägbanan förs mot provtagaren eller späds ut med omgivningsluft (på grund av virvelbildning i gaturummet). I Figur 8 som visar NO-halten under period 1 (västlig vind) och period 2 (ostlig vind) syns detta tydligt. Djäknegatan och Södervärn (provtagaren uppsatt på fasad mot väster) har högre halter under period 2 medan Bergsgatan och Konserthuset (provtagaren uppsatt på fasad mot öster) har högre halter under period 1.

Tabell 5. Medelvärde av uppmätta kväveoxidhalter, NO_x, (2017-01-16 till 2017-02-13) samt tidigare års motsvarande mätresultat, angivna som NO₂ i µg/m³.

| | MÄTPLATS | Adress | 2017 | 2012 | 2007 | 2000/2001 |
|----|---------------------|---------------------------|------|------|------|-----------|
| 1 | Konserthuset | Amiralsgatan 23 | 71 | 103 | 99 | - |
| 2 | Nobelorget | Amiralsgatan 51 | 68 | 80 | 77 | 147 |
| 3 | Södertorp | Arkitektgatan 2 | 22 | 25 | 20 | - |
| 4 | Bergsgatan | Bergsgatan 17 | 50 | 86 | 97 | 102 |
| 5 | Dalaplan | Dalaplan | 56 | 60 | 58 | 94 |
| 6 | Davidshall | Davidshallsgatan 9 | 50 | 53 | 50 | 63 |
| 7 | Djäknegatan | Djäknegatan 16 | 87 | 101 | 81 | 110 |
| 8 | Fosie, Fosieskolan | Fosie stationsväg 9 | 25 | 32 | 32 | - |
| 9 | AnyTime | Föreningsgatan 37 | 59 | 61 | 71 | 98 |
| 10 | Triangeln | Föreningsgatan 8 | 72 | 70 | 51 | 88 |
| 11 | Jägersro, parkering | Jägersrovägen 151 | 36 | 47 | 41 | - |
| 12 | Bunkeflo | Klagshamnsvägen 40 | 26 | 27 | 20 | - |
| 13 | Rådhuset | Kompanigatan | 22 | 29 | 26 | - |
| 14 | Rosenvång | Krageholmsgatan 38 | 19 | 20 | - | - |
| 15 | Fridhem | Köpenhamnsvägen 44 | 23 | 24 | 20 | - |
| 16 | Limhamn | Linnégatan 36 | 61 | 45 | 51 | 62 |
| 17 | Lundavägen | Lundavägen 3 | 64 | - | 63 | - |
| 18 | Oxie centrum | Murtegelvägen | 17 | 20 | 18 | 27 |
| 19 | Norra Vallgatan | Norra Vallgatan 62 | 55 | 73 | 77 | 88 |
| 20 | Saarisgården | Rosendalsvägen 13 | 53 | 51 | 50 | - |
| 21 | Segemöllegatan | Segemöllegatan 101 | 60 | - | - | - |
| 22 | Södervärn | Södra Förstadsgatan 102 | 78 | 82 | 74 | - |
| 23 | Torup | Torupsvägen 606-59 | 11 | 14 | 13 | - |
| 24 | Tygelsjö | Tygelsjö kyrkoväg 3 | 14 | 16 | - | - |
| 25 | Kirseberg | Vattenverksvägen 32 | 31 | 31 | 30 | - |
| 26 | Gulahöja | Västra Skrävlingevägen 95 | 30 | 38 | 33 | - |
| 27 | Vittraskolan | Västra Varvsgatan 10 | 28 | 29 | - | - |
| 28 | Ystadvägen | Ystadvägen 46 | 52 | - | - | - |
| 29 | Smörkontrollen | Ångbåtsbron 1 | 21 | 27 | 38 | - |
| 30 | Värnhem | Östra Förstadsgatan 31 | 63 | 62 | 75 | 103 |



Figur 8. Kväveoxidhalt i utomhusluften under mätperiod 1 och 2 (2017-01-16 till 2017-01-30 respektive 2017-01-30 till 2017-02-13).



Figur 9. Jämförelse mellan medelvärden för kväveoxidhalterna (NOx) för de mätpunkter som har varit gemensamma för samtliga mättillfällen.

Ovan visas utvecklingen av NO_x-halterna 2000 – 2017. Mönstret liknar det som uppmäts för NO₂ i Figur 7.

Vid en jämförelse med referensinstrumenten på de fasta mätstationerna Rådhuset och Dalaplan var medelvärdet av NO_x, för de två mätperioderna då både NO och NO₂ mättes, för Rådhuset 13 % högre och för Dalaplan 4 % högre än referensmetoden (3,0 µg/m³ respektive 2,3 µg/m³). För Rådhuset kan troligen mycket av metodskillnaden förklaras med att den relativa mätosäkerheten för passiva provtagare är hög vid de låga halter som förekommer där.

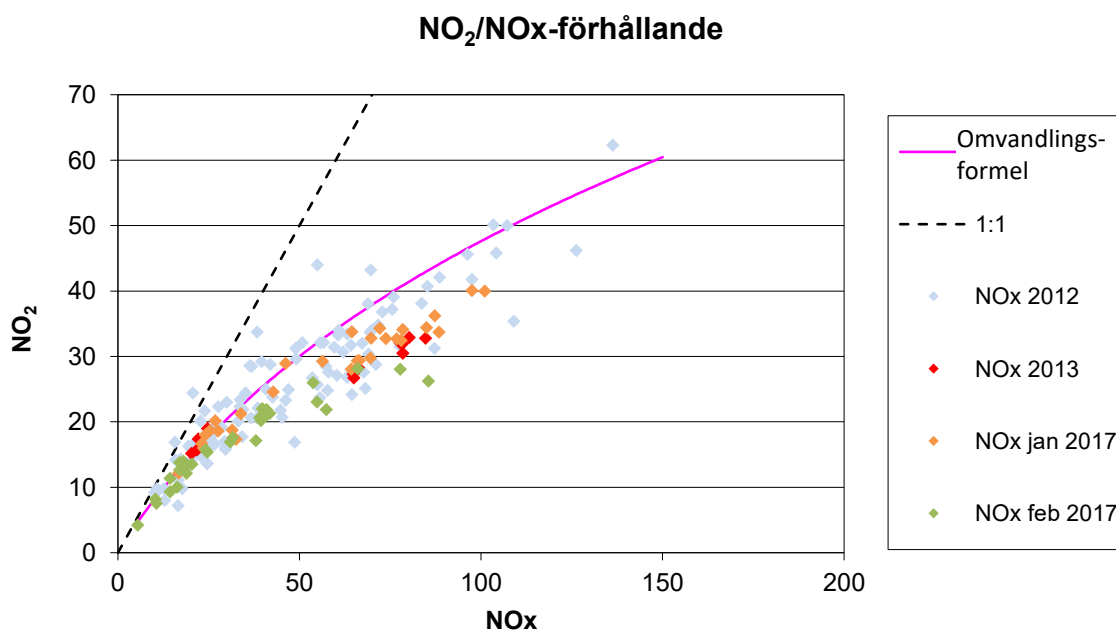
4.3. Spridningsberäkningar

Under period 1 och 2 i januari – februari 2017 kunde de uppmätta halterna direkt jämföras med beräknade då både NO och NO₂ mättes. I Figur 11 har de uppmätta NO_x-halterna plottats mot de beräknade. Upp till en halt på ca 20 µg/m³ korrelerar dessa väl, men däröver underskattar modellen halterna. Detta beror på att i gaturum förekommer en instängnings-effekt av vägtrafikens utsläpp som den enkla spridningsmodellen AERMOD inte tar hänsyn till. I dessa fall behöver en kompletterande modell användas där hushöjder och gatubredd finns med och kan beskriva hur luftflödet i gaturummet påverkar spridningen av luftföroreningar. I dessa fall använder Miljöförvaltningen OSPM-modellen.

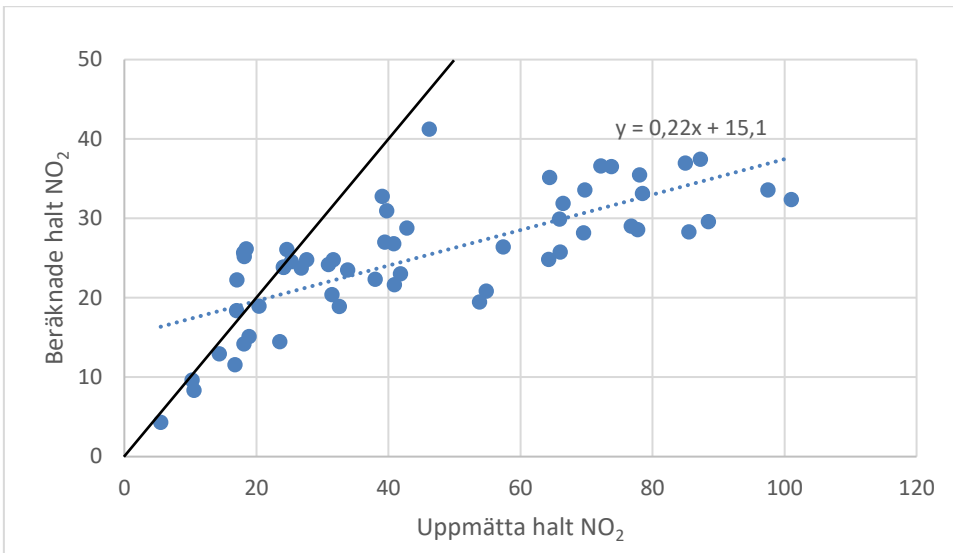
När de uppmätta halterna av NO_x avsätts mot halterna av NO₂ i ett korrelationsdiagram kan man empiriskt anpassa en funktion till mätvärdena (Figur 10). Denna empiriska formel kan sedan användas för att uppskatta NO₂-halter från de NO_x-halter som spridningsmodellen räknar fram. Med många års mätdata från de fasta mätstationerna har följande formel tagits fram för att passa framför allt gaturum i de centrala delarna av Malmö:

$$NO_2 = NO_x^{(0.72 + \frac{29}{NO_x + 142})}$$

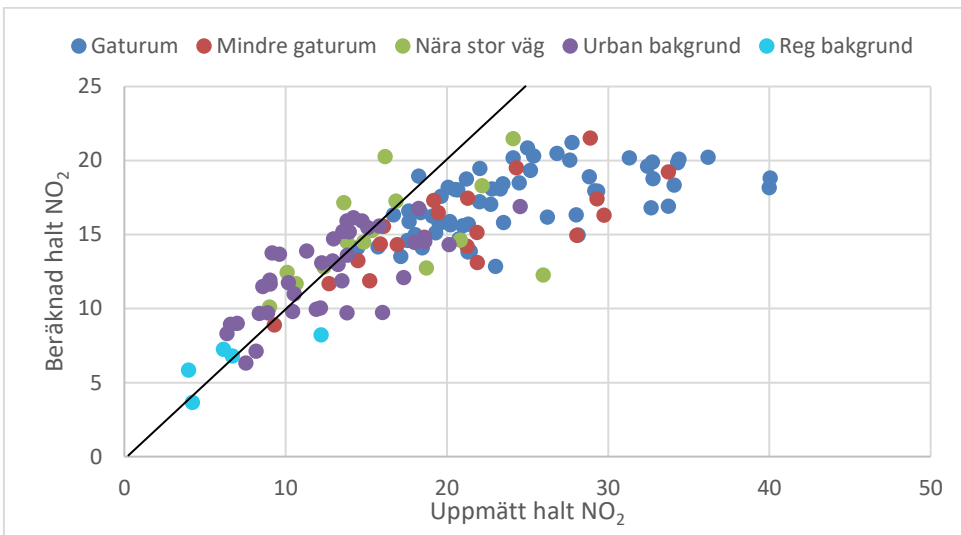
Används den empiriska omvandlingsformeln för att uppskatta NO₂-halten från beräknad NO_x-halt (Figur 11) blir korrelationen för halter över 20 µg/m³ något bättre men avviker fortfarande tydligt från linjen 1:1, som förväntat. Om mätpunkter i utpräglade gaturum, där modellen som nämndes ovan inte räcker till, utesluts blir korrelationen mellan uppmätta och beräknade halter betydligt bättre (Figur 13). Vid tillfällen med mycket långväga intransport av luftföroreningar (i huvudsak från kontinenten) får de uppmätta halterna ett extra bidrag på 5–10 µg/m³ som modellen inte kan förutse. Dock är årsmedelvärdet av detta ”bakgrunds-bidrag” från långväga intransport mycket nära det som finns i beräkningsmodellen.



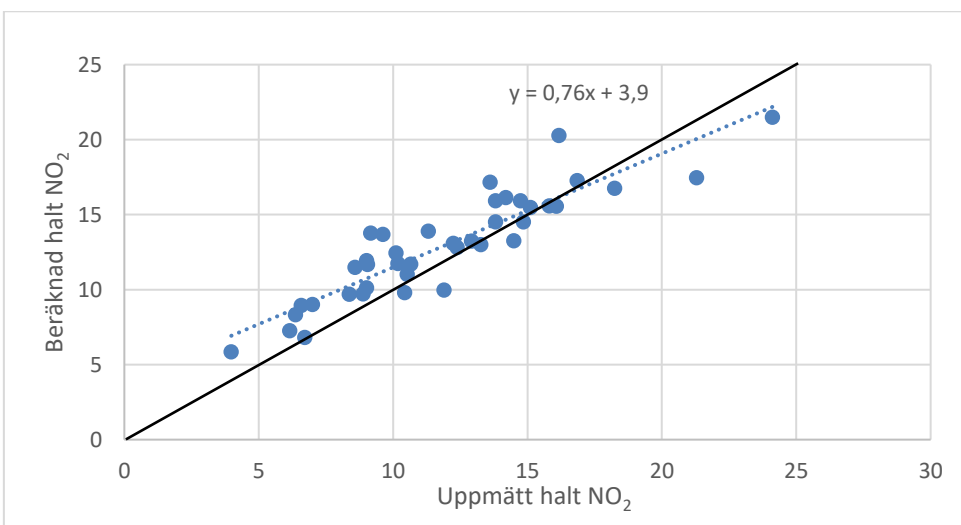
Figur 10. Korrelation mellan uppmätta NO_x och NO₂-halter i µg/m³. Den empiriska omvandlingsformelns kurva är markerad med ett heldraget streck



Figur 11. Korrelationsdiagram över uppmätta och beräknade halter av kväveoxid, NO_x, i µg/m³. Mätdata från period 1 och 2 (januari-februari).



Figur 12. Korrelationsdiagram över uppmätta och beräknade halter av kvävedioxid, NO₂, i µg/m³. Samtliga mätperioder 2017.



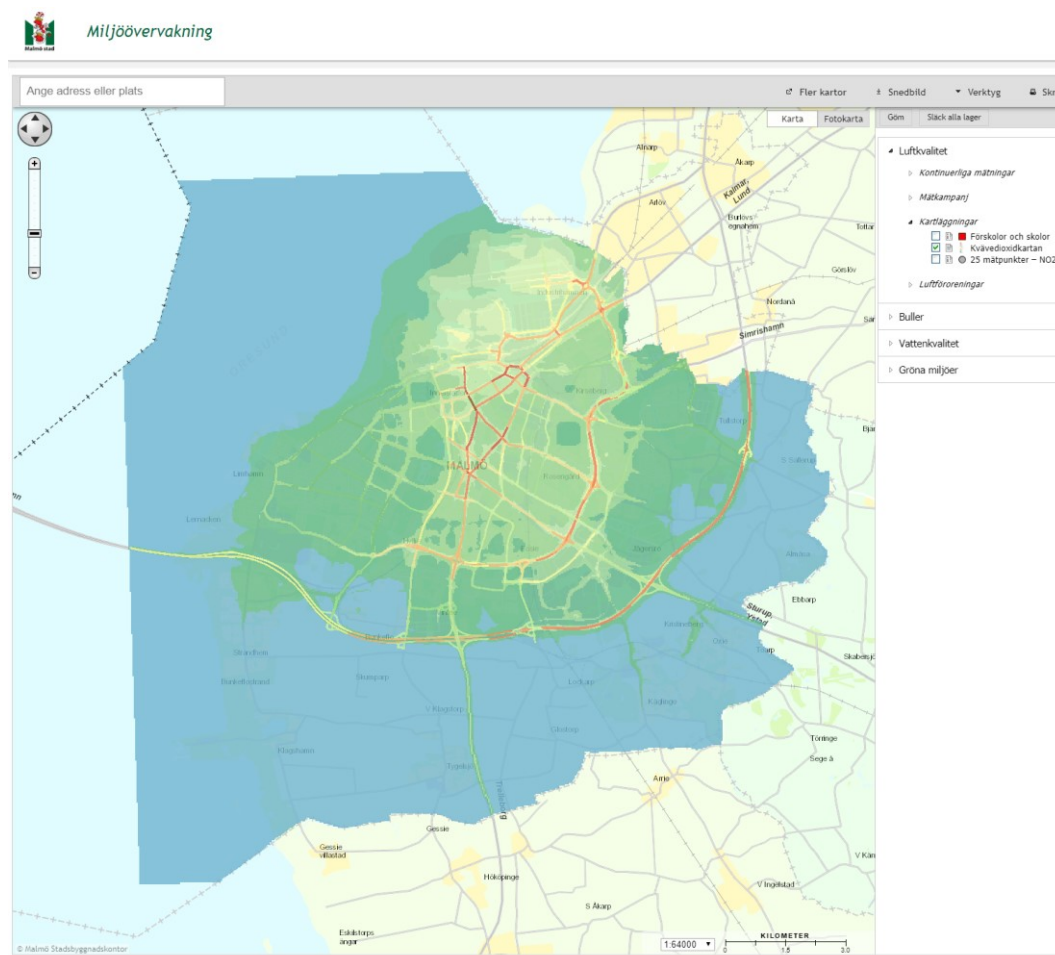
Figur 13. Korrelationen i Figur 12 blir något bättre om mätpunkter i utpräglade gaturum utesluts. OBS! Endast mätperiod 3–5.

För att lättare kunna bedöma vilken halt av luftföroreningar som finns på olika platser i Malmö tar miljöförvaltningen även fram en beräknad karta över årsmedelhalten av kvävedioxid för hela kommunen (Figur 14). På flera av stadens större gator har beräkningen kompletterats med en modell som tar hänsyn till instängningseffekten av hus kring gatan.

Kartan har en upplösning på 80–100 meter och finns att tillgå på:

<http://kartor.malmo.se/miljoovervakningatlas/>

(Luftkvalitet > Kartläggningar > Kvävedioxidkartan)



Figur 14. Karta över kvävedioxidhalter i Malmö. Kan nås via webbadressen malmo.se/luft.

5. Diskussion

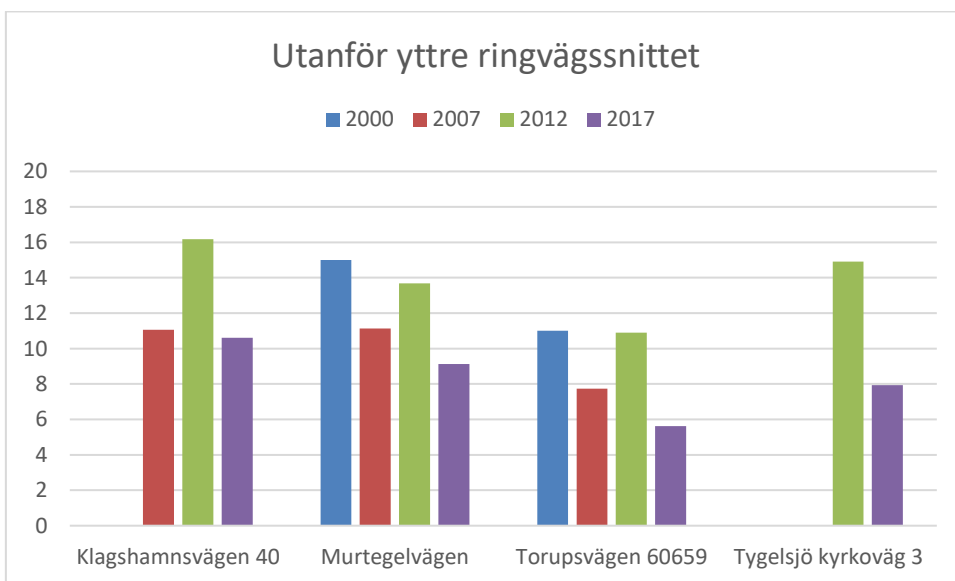
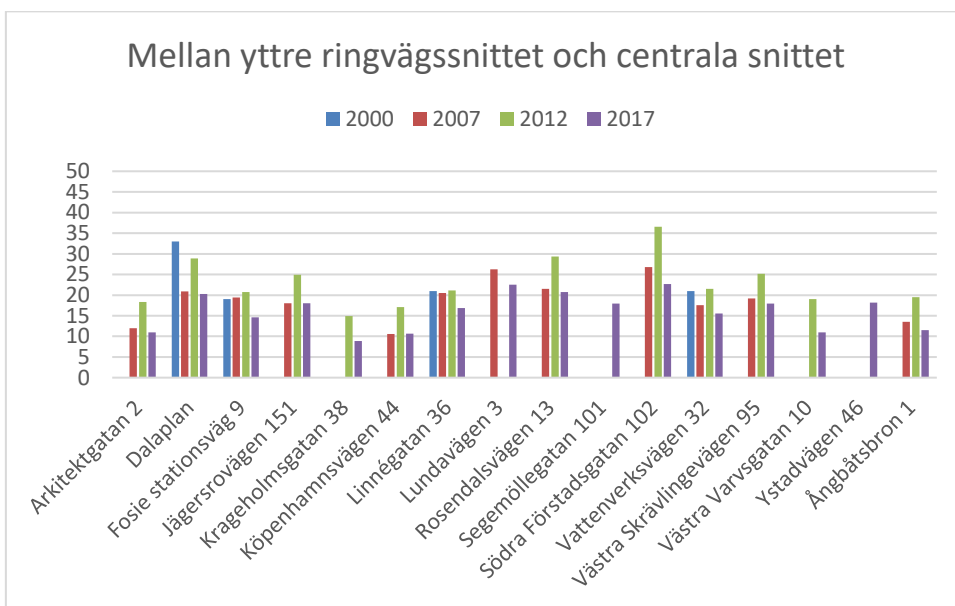
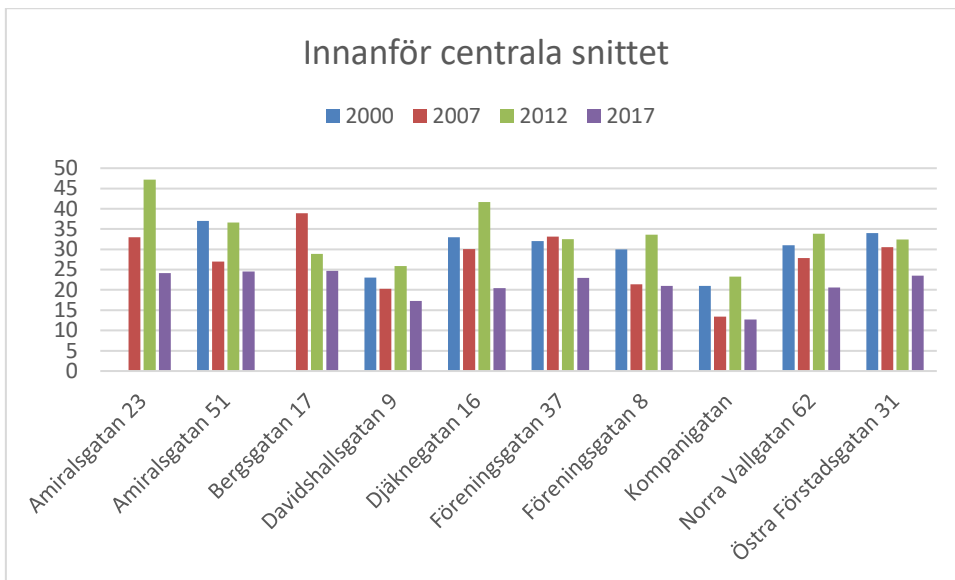
Trots att metod, tidpunkt på året och omfattning för provtagningskampanjerna 2000 – 2017 har varierat något mellan åren är likheterna tillräckliga för att säkert kunna säga att halterna av kväveoxider, både NO och NO₂, har minskat på de undersökta platserna. De högsta halterna återfinns fortfarande på de platser där vägtrafiken är som mest intensiv och där utsläppen stängs inne av höga byggnader (t ex Amiralsgatan, Södra- och Östra Förstadsgatan, Bergsgatan). En slutsats av detta skulle kunna vara att alltid undvika att bygga slutna kvarter vid ny exploatering för att minska instängningseffekten. Dock visar andra undersökningar att smala öppningar i kvartersstrukturen kan leda in gatans luftföroreningar till bakgårdar och andra ytor där människor vistas mer stadigvarande än på en trottoar vid en starkt trafikerad väg. Vid stadsplanering av nya kvarter behöver således en riskavvägning mellan dessa två effekter göras.

Utifrån de kontinuerliga mätningar som görs på stadens tre fasta mätstationer kan man konstatera att det är dygnsnormen för kvävedioxid som är svårast att uppfylla och därefter timnormen. (Malmö stad 2018).

Den extremt stora skillnaden i vindriktning mellan mätperiod 1 och mätperiod 2 (Figur 4) gör att det också är stora skillnader i uppmätta halter mellan perioderna. Den relativa skillnaden mot övriga mätperioder för mätplatser i utpräglade gaturum visar också att virvelbildningen i dessa miljöer påverkar halten mycket. Under period 2 (februari) var NO-halten mycket lägre än period 1 över lag, men extra låg på Föreningsgatan 37 (Anytime), Bergsgatan 17 och Amiralsgatan 23 (fd Konserthuset) där provtagarna satt i lovart. De var dock lika höga eller högre på till exempel Djäknegatan 16, Södra Förstadsgatan 102 (Södervärn), Linnegatan 36 (Limhamn) och Föreningsgatan 8 (Triangeln) där provtagarna satt i lä. Halten blir alltså högre om provtagningspunkten sitter i lä bakom en husvägg och lägre om den sitter i lovar framför en husvägg, beroende på hur utsläppen från vägtrafiken förs mot provtagaren av luftvirveln som bildas när vinden blåser i en vinkel mot gatans riktning.

Halterna av kväveoxider har ett starkt samband med den lokala trafikmängden och fordons-sammansättningen. Trafikrörelserna över det centrala snittet har mellan 2000 och 2017 minskat med 19 %, medan de över kommungränssnittet och Yttre Ringvägssnittet har ökat med 30 respektive 40 % (Figur 3). Att på samma sätt beräkna minskningen i kvävedioxidhalt är problematiskt då sammansättningen av provtagningspunkter skiljer mellan områdena. En grov uppskattning kan göras genom att ansätta en linjär regression till mätdata inom respektive område och använda lutningen på linjen för att uppskatta en genomsnittlig minskning inom området mellan år 2000 och 2017. Minskningen i området innanför Centrala snittet blir då 20 % och 25 % i båda områdena utanför (Figur 15). Under denna tid har befolkningen ökat med 28 %.

De totala halterna av kväveoxider (NO_x) har också minskat avsevärt, ca 30 %. Däremot har direktemissionerna av NO₂ ökat (förhållandet mellan NO och NO₂ i emissionerna), vilket gör att man trots vidtagna åtgärder, t ex i Åtgärdsprogrammet för kvävedioxid, inte ser en kraftigare nedgång av kvävedioxidhalterna.



Figur 15. Uppdelning på geografiskt område av uppmätta kvävedioxidhalter 2000–2017. Medelhalter i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för enbart höstmätningarna under respektive år.

Mätningarna med passiva provtagare visade under 2017 en god överensstämmelse med kontinuerligt mätande referensinstrumenten på de fasta mätstationerna Dalaplan och Rådhuset. Detta visar att mätmetoden kan användas för kontroll av kväveoxidhalter på platser där kontinuerliga mätningar inte görs. Den relativa osäkerheten blir dock hög vid låga halter under 5 – 10 µg/m³. Passiv provtagning kan också användas för att både kalibrera och validera spridningsberäkningar av kväveoxidhalter i Malmö. Mätningarna visar också en god överensstämmelse med spridningsberäkningar med Aermod-modellen i urban bakgrundsmiljö. För utpräglade gaturum krävs att beräkningar med OSPM-modellen görs för att kunna förklara de uppmätta halterna.

Kvävemonoxid, NO, förekommer i högst halter nära utsläppskällorna eftersom det i luften snabbt omvandlas till kvävedioxid, i huvudsak genom reaktion med marknära ozon.

De totala halterna av kväveoxider (NO_x) har också minskat avsevärt, ca 30 %. Denna minskning av kväveoxidutsläppen är en konsekvens av främst teknikutveckling, så som införandet av den katalytiska avgasreningen 1990, och minskad trafik. I de centrala delarna av staden (det s.k. centrumsnittet) har trafiken minskat med 19 % mellan 2000 och 2017, medan trafiken över kommungränsen och Yttre Ringvägssnittet har ökat med 30 respektive 40 %. Däremot har direktemissionerna av NO₂ ökat, vilket gör att man trots dessa åtgärder inte ser en kraftigare nedgång av kvävedioxidhalterna.

Sammanfattningsvis kan man säga att det har skett en generell minskning av kväveoxidhalterna i Malmö, och de högsta halterna minskar mest. Trots att miljö kvalitetsnormen inte längre överskrids fler än tillåtet antal gånger per år är det lönsamt ur ett folkhälsoperspektiv att minska halterna ännu mer. Studier som har gjorts i samarbete med Lunds universitet och Naturvårdsverket visar på fortsatt stora kostnader för hälsoeffekterna av exponering för luftföroreningar (Malmqvist 2018). Studien visar att i Skåne dör varje år 543 personer en förtida död på grund av exponering för kvävedioxid. Detta utgör 5 % av alla förtida dödsfall. Kvävedioxidexponeringen i Skåne bidrar också till att 117 barn varje år utvecklar astma och att 59 barn får bronkit. Malmö stad arbetar aktivt med att minska exponeringen för barn och unga, t ex genom att i stadsplaneringen väga in att nya förskolor ska ha en långsiktigt hållbar luftkvalitet vilket innebär att platsen bör uppfylla det nationella miljömålet *Friske luft* (Naturvårdsverket 2017).

6. Slutsatser

Kväveoxidhalterna i Malmö minskar på de undersökta platserna. Halterna har ett starkt samband med den lokala trafikmängden och fordonssammansättningen. Ingen av de under 2017 undersökta platserna överskrider miljö kvalitetsnormen, men ungefär hälften ligger över det nationella miljömålet *Frisk luft*. Det är särskilt platserna i de centrala delarna av Malmö som halterna har minskat mest, bland annat genom det aktiva arbetet med att förbättra luftkvaliteten inom Åtgärdsprogrammet för kvävedioxid. Åtgärdsprogrammet antogs 2007 och avslutades 2017 efter att målet med programmet uppfyllts.

Dock finns det fortfarande stora folkhälsovinster med att förbättra luftkvaliteten i Malmö. Studier som har gjorts i samarbete med Lunds universitet och Naturvårdsverket visar på fortsatt stora kostnader för hälsoeffekterna av exponering för luftföroreningar (Malmqvist 2018). Studien visar att i Skåne dör varje år 543 personer en förtida död på grund av exponering för kvävedioxid. Detta utgör 5 % av alla förtida dödsfall. Kvävedioxidexponeringen i Skåne bidrar också till att 117 barn varje år utvecklar astma och att 59 barn får bronkit.

7. Referenser

Luftkvalitetsförordningen. (SFS 2010:477).

<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20100477.htm>

Malmqvist, E., E. L. Jensen, K. Westerberg, E. Stroh, R. Rittner, S. Gustafsson, M. Spanne, H. Nilsson and A. Oudin (2018). "Estimated health benefits of exhaust free transport in the city of Malmö, Southern Sweden." *Environment international* 118: 78–85.

Malmö stad (2018). "Luften i Malmö 2017". Rapport nr 4/2018, ISSN 1400-4690
Tillgänglig på malmo.se/luft > Rapporter om luften i Malmö

Naturvårdsverket (2017). "Luft & miljö - Barns hälsa - Om luftmiljö och svensk luftövervakning". ISBN 978-91-620-1303-5

Trafikverket (2012). "Handbok för vägtrafikens luftföroreningar, kapitel 5 (Emissioner)".
<http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Halsa/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/Handbok-for-vagtrafikens-luftforeningar/>

Bilaga 1. Termer och uttryck

| | |
|-------------------|---|
| DOAS | differentiell optisk absorbtionsspektrosopi |
| emission | utsläpp |
| f/åmd | fordon per årsmedeldygn |
| IMM | Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm |
| IVL | IVL Svenska miljöinstitutet AB |
| immission | förekomsten av luftföroreningar i en punkt i atmosfären |
| MKN | miljökvalitetsnorm |
| mg/m ³ | milligram per kubikmeter (luft) |
| NO ₂ | kvävedioxid |
| NO | kvävemonoxid |
| NO _x | summan av NO och NO ₂ (räknat som NO ₂ om halten anges) |
| normalvecka | genomsnittlig vecka över mätperioden |
| normalår | genomsnittligt år |
| NV | Naturvårdsverket |
| ppb | miljarddel (eng.: parts per billion) |
| ppm | miljondel (eng.: parts per million) |
| µg/m ³ | mikrogram per kubikmeter (luft) |
| sommarsäsong | 1 april t.o.m. 30 september |
| vintersäsong | 1 oktober t.o.m. 31 mars |
| x-percentil | den högsta halt som uppnås i x procent av (mät)tiden |

Bilaga 2. Mätplatsbeskrivning

I denna bilaga beskrivs varje mätplats kort. Trafiksiffror avser vardagsmedeldygn och de mest aktuella mätningarna tillgängliga 2017.

1. Amiralsgatan 23, Gamla konsethuset

Amiralsgatan vid Konserthuset har ett genomsnittligt dygnsvärde på 15 500 fordon och ca 12 % av dessa klassas som tung trafik, varav 10 %-enheter är gasbussar. Malmöexpressen på linje 5 utgör 1,6 % av den totala trafiken på gatan. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



2. Amiralsgatan 51, Nobeltorget

Här passerar ungefär 13 500 fordon varje dygn och 7 % är tung trafik. Mätningen genomfördes i ett gaturum på stolpe för trafikinformationsportal, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



3. Arkitektgatan 2, Södertorp

Mätplatsen var placerad på en liten sidogata till den mer trafikerade Pildammsvägen. På Arkitektgatan passerar mindre än cirka 500 fordon per dygn, medan det på Pildammsvägen passerar 17 000 fordon per dygn. På Pildammsvägen utgör den tunga trafiken ungefär 5 %. Mätningen genomfördes i på lyktstolpe, ca 3,5 m ovan mark, vid Arkitektgatan.



4. Bergsgatan 17, Miljöförvaltningen

Bergsgatan är en bussgata med ungefär 12 500 fordon per dygn och cirka 12 % tung trafik, varav de flesta är regionbussar. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, parallellt med ett DOAS-instrument.



5. Dalaplan

På Dalaplan passerar i genomsnitt 29 500 fordon per dygn. Totalt i Dalaplansområdet är trafikflödet nästan 60 000 fordon per dygn. Av dessa är ungefär 3 % tung trafik. Mätningen genomfördes i ett öppet gaturum på stolpe, ca 3,0 m ovan mark, vid vägen. Mätningen med passiva provtagningsutrustningen kunde jämföras med aktiv mätning vid Dalaplan, med kemiluminiscensteknik, vilken också är referensmetod för att mäta kväveoxider.



6. Davidshallsgatan 9

Davidshallsgatan är en bussgata med ungefär 2 200 fordon per dygn och 50 % tung trafik där majoriteten är gasbussar i kollektivtrafik. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



7. Djäknegatan 16

På Djäknegatan passerar varje dygn ungefär 8 500 fordon. 20 % av fordonen är tung trafik och upp emot 17 % utgörs av gasbussar. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



8. Fosie stationsväg 9, Fosieskolan

Gatan var en lokal industrigatan, med huvudsakligen lastbilstrafik. Agnesfridsvägen, som trafikeras av 12 500 fordon per dygn varav ca 10 % är tung trafik, passerar strax öster om mätpunkten. Mätningen genomfördes i öppen miljö på lyktstolpe vid vägen, ca 3,5 m ovan mark. Provtagararmen vänds från gatan på grund av skaderisk från passerande lastbilar.



9. Föreningsgatan 37, f. d. restaurang Anytime

Här passerar upp mot 17 000 fordon per dygn och 4 % av trafiken utgörs av tung trafik. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad (i höjd med vägportalen), ca 3,5 m ovan mark.



10. Föreningsgatan 8, Triangeln

På Föreningsgatan uppgår dygnsmedelvärdet till drygt 13 500 fordon, varav ungefär 5 % är tung trafik. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



11. Jägersrovägen 151, Jägersro

Här var mätplatsen placerad vid Jägersros parkering, alldeles intill Jägersrovägen. Här passerar varje dygn cirka 12 000 fordon varav 10 % är tung trafik. Mätningen genomfördes i en öppen miljö vid vägen på parkeringen vid lyktstolpe, ca 3,5 m ovan mark.



12. Klagshammnsvägen 40, Bunkeflo

Mätplatsen var placerad vid Bunkeflo centrum's parkering. Här passerar i genomsnitt 6 400 fordon varje dygn och 6 % är tung trafik. Mätningen genomfördes på lyktstolpe, 3,5 m ovan mark, vid parkeringsplats intill Klagshammnsvägen.



13. Kompanigatan 5, Rådhuset

Mätplatsen på Rådhuset var placerad på taket, ungefär 20 meter över mark. Mätningen genomfördes i det som brukar beskrivas som en urban bakgrundsmiljö. Mätning sker också med kemiluminiscens-teknik, vilket gör att mätningen med passiva provtagningsutrustningen kunde jämföras med den aktiva mätningen.



14. Krageholmsgatan 38, Rosenvång

Mätplatsen var en liten lokalgata, invid en mindre park. Trafikintensiteten uppskattas till mindre än 300 fordon per dag. Omgivande bebyggelse är lägre villor. Provtagaren placerades i lyktstolpe på ca 3 m höjd.



15. Köpenhamnsvägen 44, Fridhem

På Köpenhamnsvägen passerar 6 000 fordon per dygn och här är ungefär 4 % tung trafik. Mätningen genomfördes i ett halvöppet gaturum på stolpe alldeles vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



16. Linnégatan 36, Limhamn

Förbi mätplatsen passerar varje dygn cirka 6 000 fordon och av dessa utgör den tunga trafiken 6 %. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



17. Lundavägen 3

På Lundavägen passerar cirka 12 500 fordon per dygn. Av dessa är 9 % tung trafik ett flertal av den tunga trafiken är regionbussar. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark. Bilden på provtagningsplatsen är gammal och butikerna har bytt namn.



18. Murtegelvägen, Oxie Centrum

I Oxie placerades mätanordningen på en lyktstolpe på Oxie Centrums parkering. Varje dag passerar här upp emot 1 200 fordon. Mätningen genomfördes i en öppen miljö på lyktstolpe ca 3,5 m ovan mark. En mindre ombyggnad av refugerna på parkeringen har gjorts sedan bilden togs för åtskilliga år sedan.



19. Norra Vallgatan 62, vid Mälarbron

Vid mätplatsen på Norra Vallgatan passerar nästan 12 500 fordon per dygn, varav 6 % är tunga fordon. Mätningen genomfördes i halvöppet gaturum, d.v.s. fasad på ena sidan och öppet på andra sidan. Mätningen gjordes på den öppna sidan mot kanalen på en stolpe, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



20. Rosendalsvägen 13, Saarisgården

Mätplatsen ligger alldeles intill den starkt trafikerade Stockholmsvägen. På Stockholmsvägen passerar mer än 36 000 fordon per dygn och 5 % av dessa är tung trafik. Mätningen genomfördes i ett stort gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid den intilliggande Rosendalsvägen.



21. Segemöllegatan 101

Denna gata var en tidvis vältrafikerad lokalgata med 7 200 fordon rörelser per dygn, som löper parallellt med Inre Ringvägen (till höger utanför bilden). Längs Inre Ringvägen passerar cirka 55 000 fordon per dygn. Provtagaren placerades i belysningsstolpe på ca 3 m höjd, i ett öppet gaturum.



22. Södra Förstadsgatan 102, Södervärn

Förbi Södervärn passerar cirka 18 000 fordon per dygn, varav 9 % är tung trafik. De flesta tunga fordon är gasbussar. Mätningen genomfördes i ett gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



23. Torupsvägen 606-59, Torup

Mätplats Torup var placerad vid den enskilda vägen mellan Torups slott och Statarmuséet. Mätningen genomfördes i öppen bakgrundsmiljö, ca 3 m ovan mark, på stolpe.



24. Tygelsjö kyrkoväg 3, Tygelsjö

Provtagaren var placerad på Kallenbergs förskola på ca 3 m höjd. Närmaste större väg är Tygelsjövägen på 85 m avstånd med cirka 6 000 fordon per dygn.



25. Vattenverksvägen 32, Kirseberg

På Vattenverksvägen passerar varje dygn ca 2 600 fordon. 13 % är tung trafik och av dessa är 9 % naturgasbussar. Mätningen genomfördes i ett delvis öppet gaturum på lyktstolpe, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.



26. Västra Skrävlingevägen 95, Gulahöja

Mätplatsens placering var 50 m från Inre Ringvägen, där ungefär 53 000 fordon passerar varje dygn. Drygt en tiondel av dessa är tung trafik. Mätningen genomfördes i öppen miljö på lyktstolpe, ca 3,5 m ovan mark, ca 7 m från fasaden på det närmaste bostadshuset.



27. Västra Varvsgatan 10, Vittraskolan

Gatan var en bred, öppen gata belagd med markplattor. Den trafikeras med runt 10 000 fordon per dygn, varav en tiondel är tung trafik. Provtagaren placerades i belysningsstolpe på ca 3 m höjd, i ett relativt öppet gaturum med bred trottoar.



28. Ystadvägen 46

Denna väg är en av en av de större infartslederna till Malmö med cirka 19 000 fordon per dygn, varav ca 5 % är tung trafik. En hög andel av denna lastbilstrafik är med släp. Provtagaren placerades på en belysningsstolpe på ca 4 m höjd.



29. Ångbåtsbron 1, f. d. Smörkontrollen

Mätplatsen på Ångbåtsbron var belägen längst ut vid Smörkontrollen, där Malmö möter havet. De stora Tysklands-färjorna passerade tidigare inte långt här ifrån. Mätningen genomfördes i en öppen miljö på en lyktstolpe, ca 3,5 m ovan mark.



30. Östra Förstadsgatan 31, Värnhem

Här passerar mer än 6 500 fordon varje dygn och 14 % av dessa är tung trafik, varav 12 % är kollektivtrafikbussar. Mätningen genomfördes i ett trångt gaturum vid fasad, ca 3,5 m ovan mark, vid vägen.

