



MILJÖFÖRVALTNINGEN

Kvävedioxid vid förskolor och skolor i Malmö 2020/2021

Antagen av miljönämnden 2021-12-14
Rapportnr 5/2021



Rapporter utgivna från och med 2013

01/2013	Livsmedelskontroll på julbord i Malmö 2012	03/2016	Luftkvalitetsmätning Trelleborgsvägen vid Mobilia 2015–2016
02/2013	Metaller i smycken, Tillsynsprojekt i samarbete mellan Göteborg, Malmö och Stockholm	04/2016	Specialkosthantering i skolor och förskolor i Malmö 2016
03/2013	Livsmedelskontroll av storhushåll i Malmö 2012	05/2016	Luftkvalitetsmätning 2016 Tygelsjö
04/2013	Luftkvaliteten i Malmö 2012	01/2017	Luften i Malmö 2016
05/2013	Luftföroreningsmätning vid Rådmansgatan 2012	02/2017	Hygieniska behandlingslokaler och solarier 2016–2017
06/2013	Livsmedelskontroll av kosttillskott 2012	03/2017	Luftkvalitetsmätning vid Nobelvägen och Hornsgatan 2016–2017
07/2013	Kvävedioxidhalter utomhus vid förskolor och skolor i Malmö	04/2017	Elektroniska lågprisprodukter 2017
08/2013	Tillsyn av bilverkstäder i Malmö 2012	05/2017	Kväveoxider vid förskolor och skolor i Malmö 2015–2016
09/2013	Livsmedelskontrollen under Malmöfestivalen 2013	06/2017	Rapport - Kartläggning av omgivningsbuller 2017
10/2013	Kemikalier i ytterkläder - Tillsynsprojekt i samarbete mellan Göteborg, Malmö och Stockholm	07/2017	Kontroll och provtagning vid kebabhantering
11/2013	Livsmedelskontroll av skolor, förskolor samt vård- och omsorgsverksamheter i Malmö 2013	08/2017	Rapport om luftkvalitetsmätningar vid Inre Ringvägen i Rosengård 2017
12/2013	Livsmedelskontroll av storhushåll i Malmö 2013	09/2017	Fokuserat tillsynsarbete 2017 projektet Tryggare Malmö
13/2013	Luftkvalitetsmätningar vid Klagshamnsvägen i Bunkeflo 2013	01/2018	Mikroplast i Malmö - förslag till åtgärder för minskade utsläpp till miljön
14/2013	Livsmedelskontroll av redlighet/märkning och spårbarhet i Malmö våren 2013	02/2018	Hållbarhet för egentillverkade produkter på restauranger och caféer
01/2014	Varor i Lågprissegmentet; Tillsyn över detaljhandeln	03/2018	Områdestillsyn 2017 – pilotprojekt på Möllervången
02/2014	PVC-produkter; Tillsyn över detaljhandeln	04/2018	Luften i Malmö 2017
03/2014	Luften i Malmö 2013	05/2018	Luftkvalitetsmätning vid Stora Varvsgatan i Västra Hamnen 2017–2018
04/2014	Tillsyn på tandvårdskliniker i Malmö 2013	06/2018	Undersökning av mikroplaster i dagvattennätet år 2017 och 2018
05/2014	Hantering och märkning av egenproducerade maträtter i livsmedelsbutiker i Malmö 2014	07/2018	Fokuserat tillsynsarbete i Malmö – delrapport våren 2018
06/2014	Kemikalier i arbets- och profillkläder - tillsyn över detaljhandeln	08/2018	Fokuserat tillsynsarbete i Malmö – delrapport hösten 2018
07/2014	Mätning av tungmetaller och polycykliska aromatiska kolväten i utomhusluft 2013	01/2019	Luftkvalitetsmätning Triangeln 2018
08/2014	Livsmedelskontroll i mottagningskök i förskolor, äldreboenden mm i Malmö 2014	02/2019	Kväveoxider på 30 platser i Malmö
09/2014	Kemikalier i skor och leksaker - tillsyn över detaljhandeln	03/2019	Luften i Malmö 2018
10/2014	Kväveoxidhalter utomhus på 27 platser i Malmö	04/2019	Exponeringstrender för luftföroreningar och hälsoeffekter från trafikens utsläpp
11/2014	Redlighetskontroll av restauranger i Malmö 2014	05/2019	Luftkvalitetsmätning vid Stockholmsvägen -Saarisgården 2018-2019
01/2015	Rapport om kontroll av specialkosthantering på skolor och förskolor i Malmö 2014	01/2020	Samordnad tillsyn inom Tryggare Malmö 2019 För ett rättvist och tryggt Malmö
02/2015	Rapport om detaljhandelns kunskaper om kemikalier i varor - fokus vardagsrummet	02/2020	Gömd elektronik – kemikalietillsyn 2019
03/2015	Luftkvalitetsmätning Södervärn 2013–2014	03/2020	Årsrapport över luften i Malmö 2019
04/2015	Luften i Malmö 2014	04/2020	Allergener Information om allergener på caféer och restauranger
05/2015	Kontroll i Malmö av de svenska salmonellagarantierna vid införsel av kött från nöt, gris och fjäderfä från andra EU-länder 2015	05/2020	Luftkvalitetsmätning Djäknegatan 2019-2020
06/2015	Livsmedelskontroll på hamburgerkedjor i Malmö 2015	06/2020	Engångsartiklar av plast i Malmö stad 2019
07/2015	Höga ljudnivåer 2014–2015	01/2021	Samordnad tillsyn inom Tryggare Malmö 2020 - För ett rättvist och tryggt Malmö
08/2015	Märkning av biocidbehandlade varor - tillsyn över detaljhandeln 2015	02/2021	Luften i Malmö 2021
09/2015	Luftkvalitetsmätning Amiralsgatan 2014–2015	03/2021	Miljöredovisning 2020
01/2016	Kontroll av mottagningskökens möjligheter till tillagning på förskolor i Malmö 2015	04/2021	Utvärdering av Malmö stads policy för hållbar utveckling och mat
		05/2021	Kväveoxid vid förskolor och skolor i Malmö 2020-2021

Rapporterna kan laddas ner från: www.malmo.se

Författare: Susanna Gustafsson, Mårten Spanne
Avdelning: Miljöstrategiska avdelningen (MSA)
Datum: 2021-11-11
Diarienummer: MN-2020-10498
Förvaltning: Miljöförvaltningen Malmö stad
Foto: Malmö stad

Förord/Inledning

Denna rapport är en uppföljning av utomhusmätningar avseende kväveoxider vid några förskolor och skolor i Malmö under vintersäsongen 2020/2021. Mätrapporten har även kompletterats med beräkningar av kvävedioxidhalter vid samtliga förskolor och skolor i Malmö. De tidigare studierna har gjorts vintern 2007/2008, vintern 2010/2011, samt vintern 2015/2016. Dessa mätningar ingår i kontrollen av luftkvaliteten i kommunen enligt luftkvalitetsförordningen (2010:477).

Rapporten är sammanställd av Mårten Spanne och Susanna Gustafsson, enheten för miljöövervakning och analys på avdelningen för stadsutveckling och strategi. Vid provtagning och databearbetning medverkade även Amir Arvin. Kontaktperson: Mårten Spanne, 040-34 20 37, marten.spanne@malmo.se.

Innehåll

Förord/Inledning	4
Sammanfattning	6
1. Inledning	8
2. Lagstiftning, miljömål och miljöprogram	10
2.1 Miljökvalitetsnormer	10
2.2 Miljömål	11
2.3 Miljöprogram för Malmö stad 2021-2030	11
2.4 Råd och riktlinjer	12
3. Metod	13
3.1 Mätningar	13
3.2 Spridningsberäkningar	14
4. Resultat	16
4.1 Mätningar av NO ₂	16
4.2 Utvecklingen sedan 2007	17
4.3 Mätningar av kvävemonoxid och kväveoxider	19
4.4 Jämförelse av mätningar mot referensprovtagning	20
4.5 Spridningsberäkningar för alla förskolor/skolor i Malmö	22
5. Diskussion och slutsatser	24
6. Referenser	26

Sammanfattning

Då små barn, vilka har ett outvecklat immunförsvar, är särskilt känsliga för luftföroreningar är det viktigt att de har en god luftkvalitet i sin vistelsemiljö. Kartläggningen, som är ett led i arbetet med att säkerställa luftkvaliteten för denna grupp, visar att luftkvaliteten på förskolor och skolor i Malmö är bra.

Denna rapport är en sammanställning av främst utomhusmätningar av kvävedioxidhalter på 27 förskolor och skolor i Malmö från fyra perioder under vintern 2007/2008, vintern 2010/2011, vintern 2015/2016, samt vintern 2020/2021 och har kompletterats med beräkningar av halter vid samtliga 405 förskole- och skolenheter i Malmö.

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 måttlig. 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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till år 2020. Nyligen (2021-09-22) gav Världshälsoorganisationen, WHO ut nya riktlinjer för luftkvalitet och rekommendationen för kvävedioxid sänktes till $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Den genomsnittliga halten av kvävedioxid i utomhusluften vid förskolorna vintertid varierade vid de senaste mätningarna mellan 9 och $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Generellt är förskolorna i centrum mer utsatta för högre halter av luftföroreningar än de förskolor som ligger i stadens ytterområden. Resultaten visar dock att även förskolor utanför centrum som ligger nära starkt trafikerade vägar har högre halter. Varken miljökvalitetsnormen för kvävedioxid eller det nationella miljömålet riskerar att överskridas på någon av de 27 förskolor eller skolor som ingår i den senaste undersökningen. De mätplatser med lägst föroreningshalter ligger samtliga i stadens ytterområden där påverkan från de samlade utsläppen från staden (s.k. urban bakgrund) är mindre och den lokala trafikbelastningen är lägre.

Mätningarna utfördes samtidigt som en global pandemi pågick, vilket påverkade trafikintensiteten i Malmö. En analys av trafikutvecklingen för hela året 2020 jämfört med 2019, utifrån fastighets- och gatukontorets mätningar, visar att trafiken minskade något eller var oförändrad i centrala Malmö. Pendlingstrafiken till grannkommuner och trafiken på Yttre Ringvägen ökade något, trots pandemin. Från undersökningar av Trafikverket under våren 2020 kunde de se minskningar med ca 20 % av vägtrafiken på de större vägarna i Skåne.

Att med en större noggrannhet uppskatta hur mycket pandemins effekter på trafikflödet skulle påverka halterna av kväveoxider och andra luftföroreningar är komplicerat och ligger utanför avgränsningarna för denna rapport. En grov uppskattning är dock att minskningen av kvävedioxidhalten i de centrala delarna av Malmö var ungefär 5 %, medan i andra områden kan minskningen varit större.

För att få en helhetsbild av luftföroreningar vid samtliga förskolor och skolor i Malmö har även beräkningar av kvävedioxidhalten gjorts. Resultaten visar att vid en majoritet av enheterna är årsmedelhalten av kvävedioxid mellan 9 och 14 µg/m³. Ungefär en tiondel (43 av 405) beräknas ha årsmedehalter av kvävedioxid som klarar WHO:s nya riktvärden.

Sedan den första mätningen på förskolor och skolor för ca 15 år sedan är trenden tydligt nedåtgående, särskilt de senaste 5 åren. En möjlig orsak till den tydliga nedgången är att något äldre dieselbilar nu har börjat fasas ut från de fordon som rör sig på vägarna. Samtidigt har Malmö infört åtgärder för att förbättra luftkvaliteten, dels genom åtgärdsprogrammet för kvävedioxid (2006-2017), dels genom att bland annat införa el- och hybridbussar samt annan kollektivtrafik med höga krav på låga utsläpp. Jämförs utvecklingen i procent från den första mätperioden (2007/2008) syns en nedgång av halterna i centrala och mellersta delarna med cirka 25 %. I ytterområdena ser man en minskning av halterna på cirka 20 %.

Då Malmö har en tydlig befolkningstillväxt och det i Översiktsplanen anges att åkermarken utanför staden skall bevaras, kommer en förtätning av bebyggelsen i staden att ske. Vid en sådan förtätning finns det en risk att känsliga verksamheter förläggs närmare utsläppskällor av luftföroreningar. Vägtrafiken är fortfarande den största källan till luftföroreningar och det är därför viktigt att finna lösningar i stadsplaneringen där både barns behov av rena miljöer och vägtrafikens transportbehov kan tillgodoses.

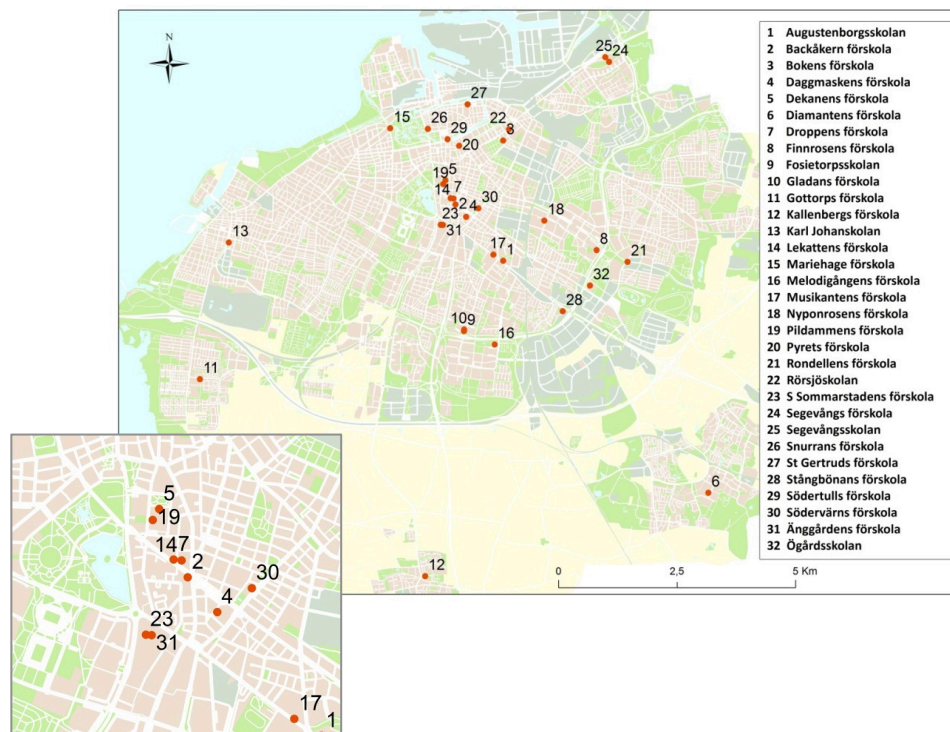
1. Inledning

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.

Malmö stad arbetar för att barn och unga inte ska påverkas negativt av luftföroreningar i staden. En viktig del av detta arbete är att säkerställa en god luftkvalitet på förskolor och skolor genom att uppfylla det nationella miljömålet Frisk luft på de uteytor där barn vistas.

Miljönämnden har i uppdrag att övervaka luftkvaliteten i Malmö stad. Förutom den kontinuerliga mätningen av luftkvaliteten vid stadens tre fasta mätstationer, utförs regelbundet kartläggningar av ett antal luftföroreningar. Vart femte år görs därför mätningar av kvävedioxid och i denna undersökning även kvävemonoxid vid ungefär 25 förskolor och skolors utemiljöer (skolgårdar). Under perioderna 2007-2008, 2010-2011 och 2015-2016, samt föreliggande undersökning 2020-2021 gjordes mätningar av kvävedioxid (NO₂) vid totalt 27 förskolor och skolor.

För att få en mer heltäckande bild av stadens över 400 förskole- och skolenheter har även beräkningar av luftföroreningshalter gjorts. Mätningar och beräkningar kompletterar varandra för att ge denna helhetsbild.



Figur 1. De i den aktuella och tidigare studier ingående förskolornas och skolornas geografiska placering där mätningar av kvävedioxidhalten har gjorts.

Kväveoxider är luftföroreningar som bildas vid all typ av förbränning, och vägtrafikens förbränningsmotorer är den största utsläppskällan i Malmö. Andra källor som arbetsmaskiner, sjöfart, uppvärmning, industrier och energiproduktion ger också betydande bidrag till halterna av kväveoxider. I denna rapport används ”kväveoxider” för att benämna både kvävedioxid (NO_2), vilken är reglerad med miljökvalitetsnormer, och kvävemoxid (NO) som endast finns nära utsläppskällan och därefter relativt snabbt omvandlas till kvävedioxid.

När uppmätta halter jämförs med beräknade är det till stor fördel att veta hur mycket det finns av både kvävedioxid och kvävemoxid för att kunna tolka de beräknade halterna. Därför har mätningen 2020/2021 utnyttjat en metod för att provta och analysera även kvävemoxid, förutom kvävedioxid.

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

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. De som arbetar eller går i skolan eller förskolan i ett område där normen överskrids vistas sannolikt oftare i området vid tidpunkterna för rusningstrafik och riskerar därför att vara mer utsatta för luftföroreningar än de som bor i området och arbetar på annan plats.

Barn påverkas mer än vuxna av höga halter luftföroreningar bland annat 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.

2. Lagstiftning, miljömål och miljöprogram

Vilka krav som kan ställas på åtgärder av luftkvaliteten regleras genom lagstiftning samt olika miljömål och program.

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). EU-kommissionen har under 2021 inlett ett arbete med att revidera direktivet utifrån tillkommen kunskap om hälsoeffekter.

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 (NO_2) började gälla år 2006 och består av gränsvärden för medelvärde över år, dygn och timme. Halten får inte överskrida ett årsmedelvärde på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ett dygnsmedelvärde på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som får överskridas högst 7 dygn per år, samt ett timmedelvärde på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som får överskridas högst 175 timmar per år (se Tabell 1 nedan).

Det är kommunens uppgift att kontrollera luftkvaliteten och se till att normerna uppfylls. En kommun som inte klarar att uppfylla miljökvalitetsnormerna är skyldig att vidta åtgärder. Under perioden 2006 till och med 2017 fanns det ett åtgärdsprogram.

Från och med 2017 upphörde åtgärdsprogrammet då halterna sjunkit så pass mycket att det anses som osannolikt att överskridande kan ske. Idag är uppmätta kvävedioxidhalter med god marginal lägre än miljökvalitetsnormen och risken för framtida överskridanden i Malmö bedöms som små. Trenden från mätningarna indikerar att även nuvarande nivåer för nationella miljökvalitetsmålet kan uppnås i gatumiljö inom en rimlig framtid, se dock även avsnitt 2.4.

2.2 Miljömål

Det nationella miljökvalitetsmålet *Frisk luft* är ett av de 16 miljökvalitetsmål som är fastställda av riksdagen. Målet lyder: "Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas" och det skulle varit uppfyllt till år 2020. Preciseringsen 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 webbsida [Sverigesmiljomal.se](https://www.sverigesmiljomal.se).

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål för kvävedioxid.

Kvävedioxid (µg/m ³)	MKN	Precisering för kvävedioxid inom miljökvalitetsmålet "Frisk luft" ¹
årsmedelvärde	40	20
dygnsmedelvärde	60 ²	Precisering inte angivet
timmedelvärde	90 ³	60 ³

1. Se Sveriges miljömål, <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/frisk-luft/>

2. Får överskridas maximalt 7 dygn per år.

3. Får överskridas maximalt 175 timmar per år.

2.3 Miljöprogram för Malmö stad 2021-2030

Malmö stads miljöprogram antogs av kommunfullmäktige under våren 2021 och är Malmöns lokala agenda för arbetet med den ekologiska dimensionen av Agenda 2030. Programmet består av tolv mål med indikatorer fördelade på tre övergripande målområden: Ett Malmö med minsta möjliga klimatpåverkan, Ett Malmö med god livsmiljö och Ett Malmö med rik och frisk natur. Dessa har prioriterats utifrån de nationella miljökvalitetsmålen och Malmöns miljö- och klimatutmaningar. Målet som berör luftkvalitet återfinns under mål 5; Hälsofarlig exponering har minskat avsevärt i Malmö. Miljömålet anger att luftföroreningsnivåer och bullernivåer ska ligga på en nivå som ger förutsättningar för god hälsa, trivsel och rekreation. Nivån för hälsofarlig exponering definieras av de svenska miljömålen. Miljömålet följs upp genom att undersöka Malmöbornas exponering för skadliga luftföroreningar.

2.4 Råd och riktlinjer

Förutom lagstiftning och miljömål finns olika råd och riktlinjer för barns utemiljö. I miljöförvaltningens vägledning för att starta förskola (Malmö stad 2018) rekommenderas att etappmålen för kvävedioxid i miljömålet ”Frisk luft” (se Tabell 1) 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 större utsläppskällor som starkt trafikerade vägar eller vid industriområden.

Nyligen (2021-09-22) gav Världshälsoorganisationen, WHO för första gången på över 15 år ut nya riktlinjer för luftkvalitet och rekommendationen för kvävedioxid sänktes till 10 µg/m³. Forskningen har visat att luftföroreningar ger negativa hälsoeffekter vid betydligt lägre halter än man tidigare trott. Med anledning av detta är även EU inne i en process där luftkvalitetsdirektivet är under översyn, vilket i framtiden även kan påverka svensk lagstiftning.

3. Metod

3.1 Mätningar

Diffusionsprovtagare för kvävedioxid (NO_2) respektive kvävemoxid (NO) från IVL Svenska Miljöinstitutet AB sattes upp utomhus på ett urval av förskolor inom kommunen. Skolorna valdes vid den första undersökningen 2007 ut med en geografisk spridning för att få en heltäckande bild av föroreningsituationen, men med viss övervikt på centrala Malmö eftersom belastningen av luftföroreningarna är som störst där. Förskolor i tidigare undersökningar som inte längre finns har ersatts med andra efter samma kriterier. Kartan i Figur 1 visar placeringen av förskolorna. Mätdosorna sattes upp på cirka tre meters höjd ute på skolgården så som visas för NO_2 -provtagaren i Figur 2.



Figur 2. Provtagning av kvävedioxid vid förskolan Diamanten i Oxie (provtagaren är fäst vid ett träd).

Tabell 2. Provtagningsperioder för mätsäsongerna. Under säsongen 2010/2011 genomfördes endast en provtagning under varje mätperiod, för övriga perioder gjordes två provtagningar per period.

Säsong	Period 1	Period 2	Analys
2007/2008	2007-11-12 – 2007-12-10	2008-01-21 – 2008-02-18	NO ₂
2010/2011	2010-11-08 – 2010-12-07	2011-01-17 – 2011-02-15	NO ₂
2015/2016	2015-11-10 – 2015-12-08	2016-01-19 – 2016-02-16	NO, NO ₂
2020/2021	2020-11-18 – 2020-12-15	2021-01-14 – 2021-02-11	NO, NO ₂

En ny mätmetod för kvävemonoxid, NO, presenterades av IVL strax före den aktuella mätperioden 2015/2016. Denna nya mätmetod möjliggör en betydligt bättre bild av exponeringssituationen och närheten till utsläppskällor vid mätpunkterna. Förbränningsmotorer släpper alltid ut en blandning av NO och NO₂, varefter NO under en tidsrymd på någon timme reagerar med marknära ozon och bildar NO₂. Halten NO i en mätpunkt i förhållande till halten NO₂ avspeglar därför i viss mån avståndet till utsläppskällan. Med kännedom om halterna av både NO och NO₂ är det också möjligt att med större säkerhet kunna göra jämförelser med de spridningsberäkningar som beskrivs i nästa avsnitt.

Den totala mätosäkerheten för NO₂ är ca 20 % för en tvåveckorsprovtagning. Med hänsyn tagen till antalet prover och mätperiodens längd uppskattas mätosäkerheten för respektive säsongmedelvärde till ett spann på 5-13 %.

3.2 Spridningsberäkningar

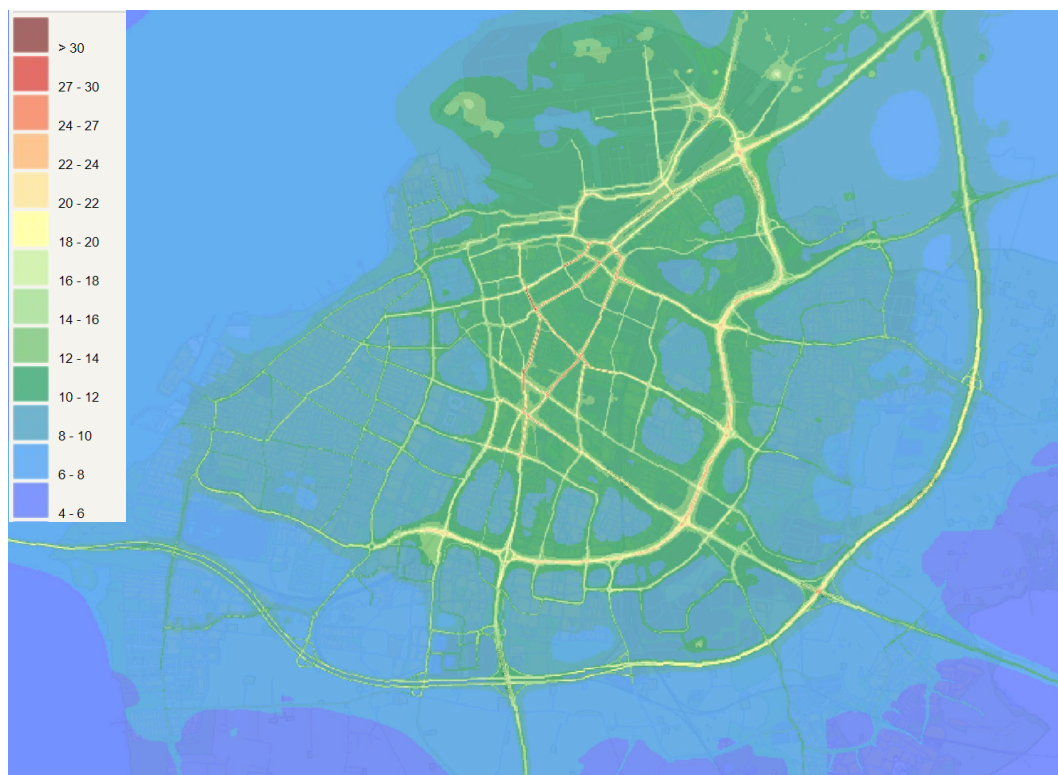
Eftersom luftprovtagningarna i denna studie pågick under två veckor i taget och varje analysvar är ett medelvärde för hela provtagningstiden, är det inte möjligt att jämföra resultaten med normerna för timmedelvärden eller dygnsmedelvärden. För att kunna göra detta krävs en kontinuerligt mätande utrustning med en storlek och komplexitet som inte är praktiskt eller ekonomiskt möjlig att utföra på alla förskolor i studien. Däremot kan man med utgångspunkt från de utförda mätningarna och med hjälp av datorsmodeller beräkna medelhalterna för varje förskola, vilket har gjorts i denna studie.

Systemet som har använts för beräkningarna är EnviMan AQ Planner (OPSIS AB), vilken använder spridningsmodellen Aermod (US EPA) vilken är en sk. Gaussisk spridningsmodell. Emissionsdatabasen är uppbyggd av miljöförvaltningen i Malmö (Gustafsson 2007) och trafikens emissionsfaktorer har hämtats från emissionsmodellen HBEFA 4.1 (Handbook Emission Factors for Road Transport). Väderdata från Malmö stads meteorologiska mast på Heleneholm har använts för att skapa ett ”normalväder” bestående av 360 väderfall som representerar vädret under perioden 2008 – 2015. Emissionsfaktorer och trafikmängder i emissionsdatabasen representerar situationen för mätkampanjen.

En spridningsmodell, även om den är mycket avancerad, är alltid bara en beskrivning av en än mer komplicerad verklighet. Det är därför viktigt att känna till modellens såväl begränsningar som styrkor. Den spridningsmodell som används i denna studie (Aermod) tar till exempel inte hänsyn till byggnader i närheten av beräkningspunkten, vilket kan ge en överskattning av halten om beräkningspunkten ligger nära en utsläppskälla men på en sluten bakgård. I andra fall där beräkningspunkten ligger nära en väg med mycket trafikutsläpp kan de beräknade halterna bli lägre än uppmätta värden. Det är därför viktigt att studera de lokala förutsättningarna för att komplettera beräkningsresultaten. Beräkningsresultaten för de 27 enheter som har högst halter har granskats manuellt och

jämförts med tillgängliga mätdata och lokala förutsättningar för att få en så bra haltbedömning som möjligt. Även de enheter som ligger nära större utsläppskällor, som Inre Ringvägen, har granskats och bedömts manuellt.

I nedanstående figur redovisas beräknade kvävedioxidhalter för år 2019.

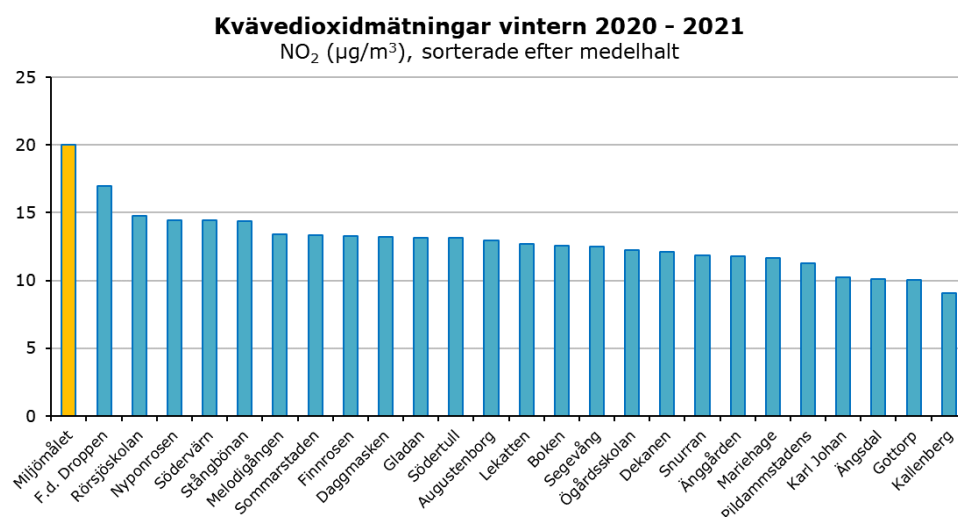


Figur 3. Beräknad årsmedelhalt av kvävedioxid (NO₂) på 2 meters höjd i Malmö, baserad på utsläppsdata från 2019. Enheten är mikrogram per kubikmeter (µg/m³).

4. Resultat

4.1 Mätningar av NO₂

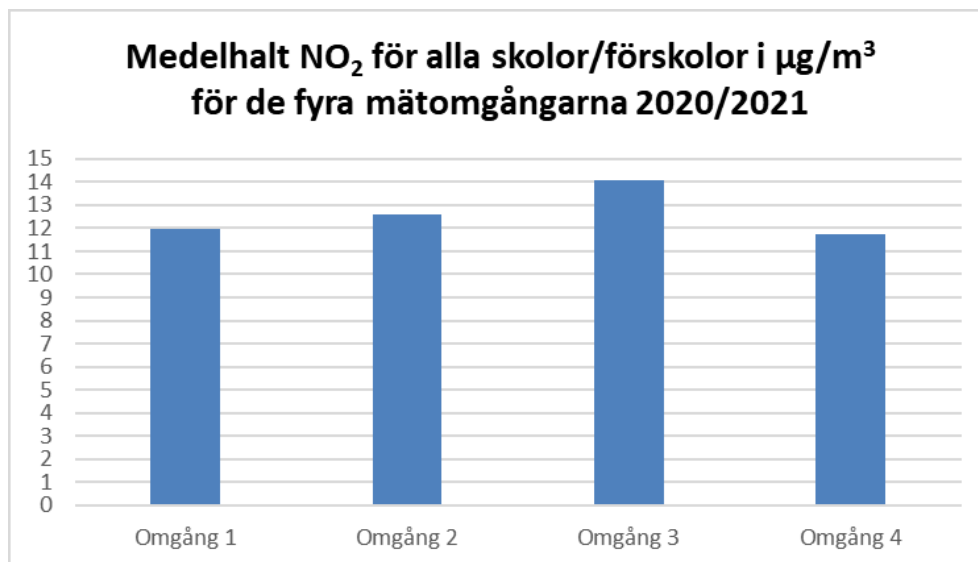
Den genomsnittliga halten av kvävedioxid i utomhusluften vid förskolorna vintertid under 2020/2021 var 13 µg/m³ och halterna varierade mellan 9 och 17 µg/m³. Glädjande är att ingen av förskolorna/skolorna har en uppmätt halt som är högre än det nationella miljömålet. Generellt är förskolorna i centrum mer utsatta för högre halter av luftföroreningar än de förskolor som ligger i stadens ytterområden. Resultaten (Figur 4) visar dock att även förskolor utanför centrum som ligger nära starkt trafikerade vägar har högre halter. Förskolorna i Oxie, Bunkeflo och Tygelsjö hade de lägsta halterna av kvävedioxid.



Figur 4. Uppmätta medelhalter av kvävedioxid (NO₂) för vintern 2020/2021 för alla ingående förskolor och skolor.

Mätningarna gjordes under fyra omgångar, två innan årsskiftet och två efter. Görs en jämförelse av hur halterna har varierat för de fyra mätomgångarna, ser man tydligt att mätningen under omgång 3 (januari) var den period när halterna var som högst, se Figur 5. Noterbart är att skillnaden mellan omgångarna var ganska små.

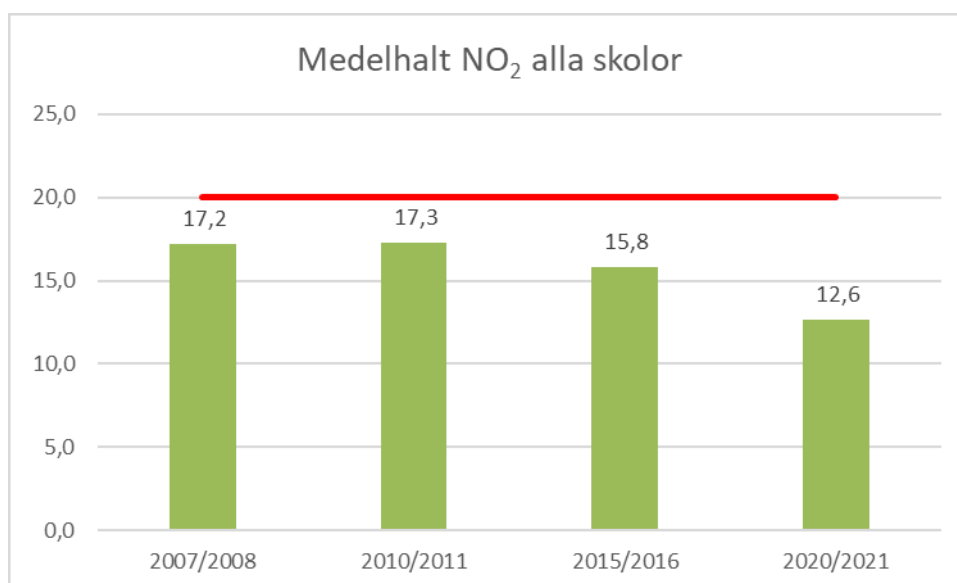
Halten av kvävedioxid i utomhusluften varierar med årstiderna. Under sommaren är kvävedioxidhalterna något lägre än under vinterhalvåret på platser som inte är direkt påverkade av en närliggande källa. Anledningen till dessa årstidsvariationer är som nämnts ovan inte att luftföroreningarna minskar på sommaren, utan det beror på att solljuset genom kemiska reaktioner med luftföroreningarna gör att halterna av kvävedioxid sjunker, samtidigt som andra luftförorenande ämnen, exempelvis marknära ozon, bildas. Skillnaden under året varierar med i storleksordningen 10 till 40 %.



Figur 5. Uppmätta medelhalter av kvävedioxid (NO₂) för respektive mätomgång för vintern 2020/2021 för alla ingående förskolor och skolor.

4.2 Utvecklingen sedan 2007

Alla kväveföreningar har minskat kraftigt de senaste 5 åren, vilket till stor del kan tillskrivas minskade utsläpp från trafiken. Utsläppen är inte helt borta utan det finns ännu en tydlig skillnad mellan mätningar nära trafiken och mätningar längre bort, samt att halterna generellt är lägre på landsbygden. I nedanstående Figur 6 redovisas genomsnittlig halt vid alla ingående förskolor/skolor för respektive vintersäsong. Det syns en tydlig nedgång av uppmätta kvävedioxidhalter vilket följer relativt väl den minskning som noterats vid de fasta mätstationerna i staden. Nedgången av uppmätta kvävedioxidhalter är cirka 27 % sedan första mätningen 2007/2008. Ett problem är att mätplatserna inte är helt identiska med varandra för de fyra mätperioderna. Används endast de skolor/förskolor som mätningar gjorts för i alla fyra perioder (det är 11 förskolor/skolor), så blir minskningen någon procent större.

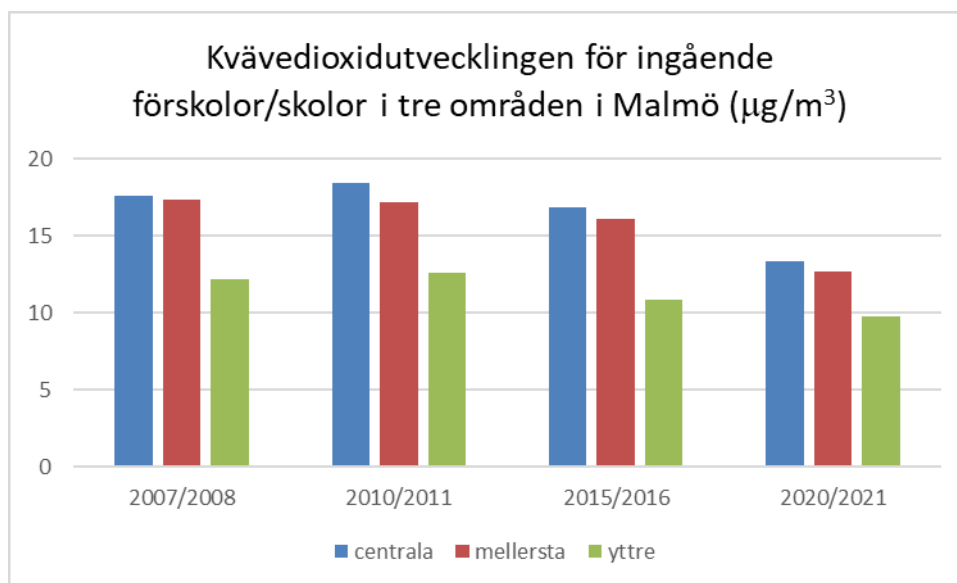


Figur 6. Medelhalt av NO₂ (µg/m³) per mätperiod för ingående förskolor/skolor.

Det kan konstateras en del skillnader vid jämförelse mellan förskolor och skolor i centrala delarna av staden, i mellersta delarna av staden och i ytterområdena. Det finns försvårande omständigheter vid jämförelse. Exempelvis kan en förskola/skola som finns i centrala delarna placeras långt från närliggande källor till luftföroreningar, medan en skola i ytterområdena kan placeras alldeles intill en starkt trafikerad väg. Dessutom har inte samma förskola/skola använts vid mätningarna konsekvent sedan 2007/2008. Detta skapar en osäkerhet och en otydlighet vid analys av resultaten.

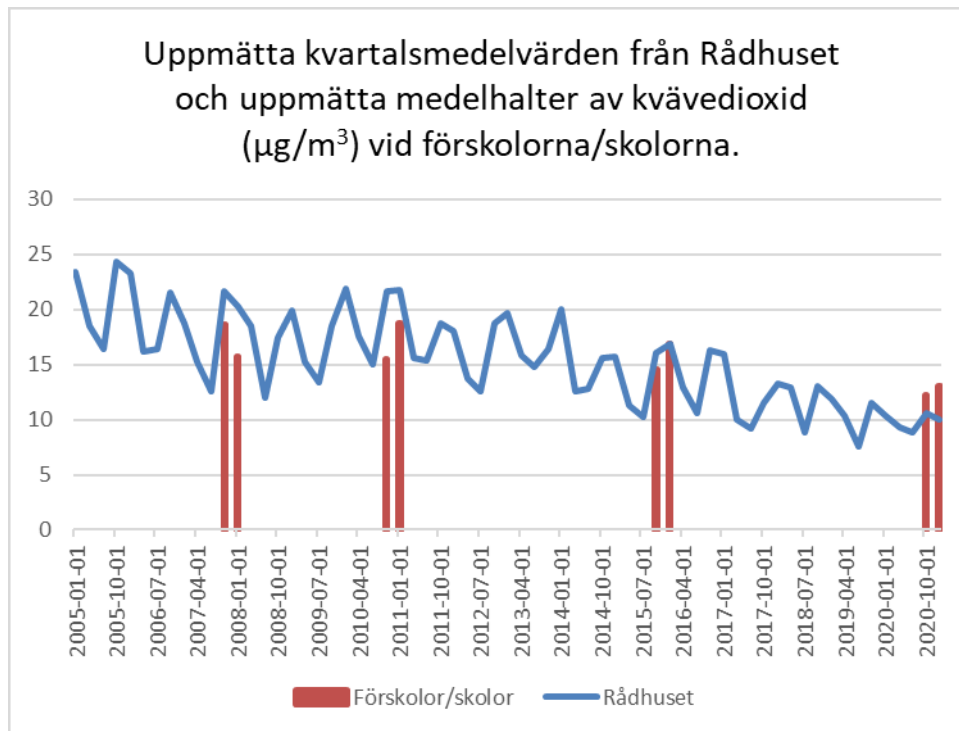
Utifrån erhållna mätningar och klassificering av centrala delarna, mellersta delarna och ytterområdena, syns en tydlig nedgång av uppmätta halter sedan 2010/2011.

Mätningarna indikerar oförändrad eller till och med ökad halt mellan 2007/2008 och 2010/2011. Dock är resultatet förenat med en viss osäkerhet då första undersökningen har haft många osäkerheter i utförande. Jämförs utvecklingen i procent av första mätperioden (2007/2008) syns en nedgång av halterna i centrala och mellersta delarna med cirka 25 %. I ytterområdena syns en minskning av halterna på cirka 20 %. Detta indikerar att minskningen i ytterområdena har varit något lägre procentuellt sett, vilket kan förklaras med att staden har byggts ut och därigenom har utsläppen förhållandevis ökat i ytterområdena. Värt att notera är att fokuset på undersökningen inte har varit att mäta luftkvaliteten i förhållandevis bra miljöer vid förskolor/skolor och därigenom är underlaget betydligt mindre i ytterområdena.



Figur 7. Redovisning av utvecklingen av uppmätta kvävedioxidhalter vid förskolorna/skolorna sedan 2007/2008 för tre områden i Malmö, vilka är centrala, mellersta och yttre delarna av staden.

I nedanstående figur redovisas uppmätta kvartalsmedelhalter gjorda på Rådhuset sedan 2005, samt uppmätta periodmedelhalter för mätningarna på förskolor/skolor för de fyra undersökningarna. Man ser att det finns en viss likhet med utvecklingen mellan förskolor och mätningarna vid Rådhuset. En skillnad är att främst under de senaste åren där halterna på Rådhuset tycks ha minskat i något snabbare än vid föreliggande mätning på förskolor/skolor. Ett skäl till denna utveckling kan vara att vi medvetet försöker mäta där halterna kan vara som högst.



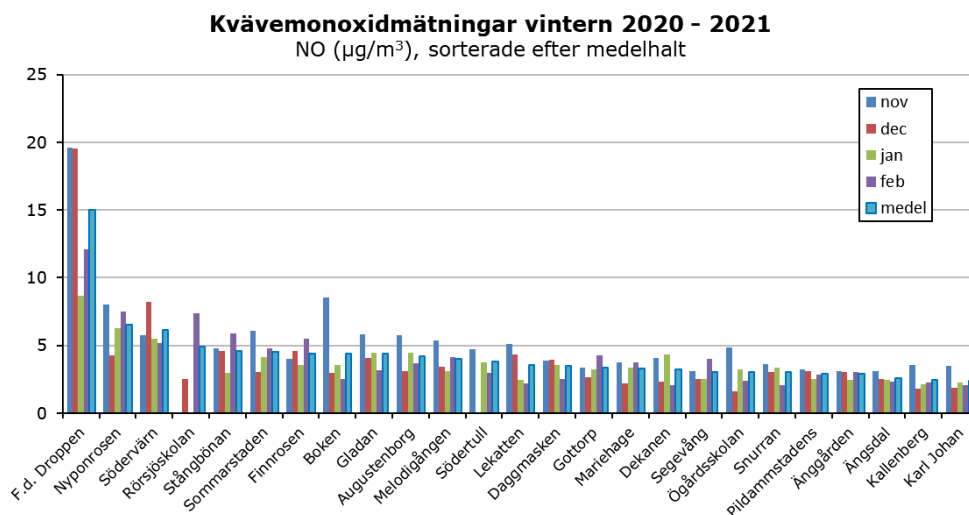
Figur 8. Uppmätta kvartalsmedelvärden från Rådhuset och uppmätta medelhalter av kvävedioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vid förskolorna/skolorna för två perioder per provomgång.

4.3 Mätningar av kvävemonoxid och kväveoxider

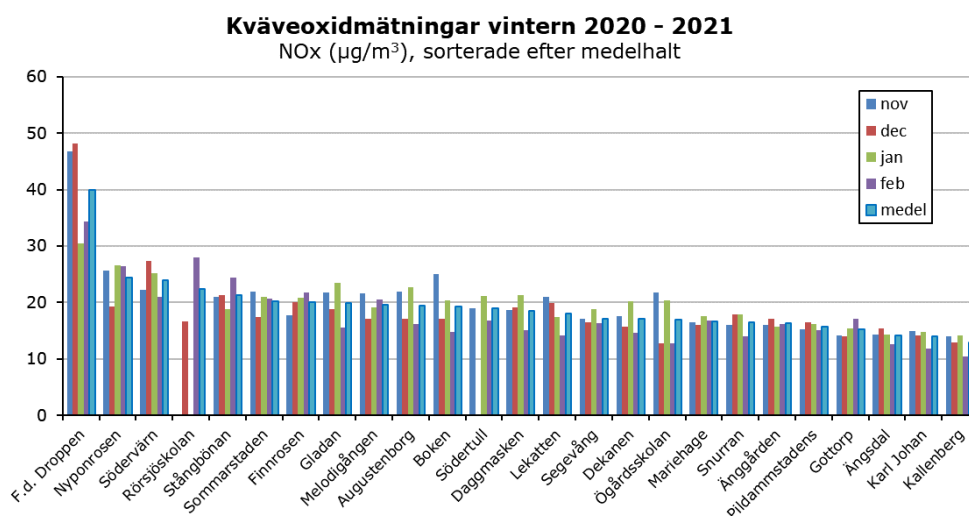
Sedan mätperioden 2015/2016 mäts numera också kvävemonoxid (NO) på respektive mätplats. Uppmätta halter av kvävemonoxid, NO, kan ge en indikation på vilka mätplatser som ligger närmast en betydelsefull utsläppskälla. Oftast är det vägtrafiken som är denna betydelsefulla källa. Kvävemonoxid har inga gränsvärden i miljölagstiftningen då föroreningen inte är lika skadlig som kvävedioxid och faktiskt också förekommer naturligt i kroppen. Dock omvandlas den som förorening i luften på någon timme till kvävedioxid på grund av reaktion med ozon. Solljus påskyndar denna reaktion. I Figur 9 och Figur 10 redovisas kvävemonoxidhalterna respektive kväveoxidhalter sorterade efter medelhalten som uppmättes 2020/2021. Det är intressant att notera vilka mätplatser som ändrar position i de två diagrammen.

Mätningarna vid förskolorna/skolorna visar i allmänhet på låga nivåer av kvävemonoxid, vilket indikerar på liten lokal påverkan. Mätningen vid Johannesskolan (före detta Droppens förskola) intill Carl Gustafs väg visar dock på en påverkan från vägen. Mätplatsen var placerad cirka 10 meter från vägbanan, dock bakom ett bullerplank. De flesta andra mätplatserna uppvisade kvävemonoxidhalter mellan 2–5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är i paritet med vad som mäts i urban bakgrund.

Kväveoxidhalten (NO_x) beräknas genom summering av uppmätt halt av NO och NO₂. Denna beräkning ger ingen ytterligare information, men halterna av NO_x är intressanta att följa då beräkningarna med spridningsmodellen som beskrivs i avsnitt 4.5 baseras på utsläppen av NO_x och kan användas för att bättre förstå hur väl modellen beskriver verkligheten. Vid beräkning av halterna under mätperioderna 2020/2021 var överensstämmelsen mellan modellerad och uppmätt halt mycket god, $-2,8 \pm 3,0 \%$.



Figur 9. Kväveoxidhalter vid samtliga mätpunkter i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 10. Kväveoxidhalter vid samtliga mätpunkter i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4 Jämförelse av mätningar mot referensprovtagning

Förutom mätningar vid ingående förskolor/skolor gjorde två mätningar på två platser där kontinuerliga mätningar görs inom Malmös ordinarie mätprogram. De två platserna var mätstationen Rådhuset och vid Lundavägen där mätvagn 4 var placerad. Mätningarna från Rådhuset görs i taknivå lite vid sidan av de större trafiklederna och andra lokala källor. Mätplatsen representerar det som beskrivs som urban bakgrund. Mätningen vid Lundavägen är i en mer intensiv trafikmiljö, i ett relativt trångt och slutet gaturum. Genom att jämföra uppmätta halter med de två olika mätmetoderna i de två miljöerna ger detta ett mått på tillförlitligheten. I Tabell 3 redovisas uppmätta halter med de två mätmetoderna, men endast för Rådhuset. Notera att omgång 1 och omgång 2 gjordes november - december 2020 och där är referensmätdata validerad. Mätdata för omgång 3 och 4 som gjordes i januari och februari 2021, är däremot ännu inte validerad. Mätning av kväveföroreningar med passiva provtagare är en väl beprövad metod som miljöförvaltningen använt under flera år och som visar på god

överensstämmelse med de kontinuerliga mätningarna i Malmö. Skillnaden mellan mätningarna är generellt små, man ser dock att för ovaliderad data efter årsskiftet ökar skillnaden mellan de två mätmetoderna. Skillnaden i resultat för de två mätmetoderna är dock inom det område som kan förväntas för respektive mätmetods osäkerhet.

Tabell 3. Redovisning av uppmätta kvävedioxid-, kväveoxid- och kvävemonoxidhalter med passiva provtagare och referensprovtagning på Rådhuset under de fyra mätperioderna 2020/2021.

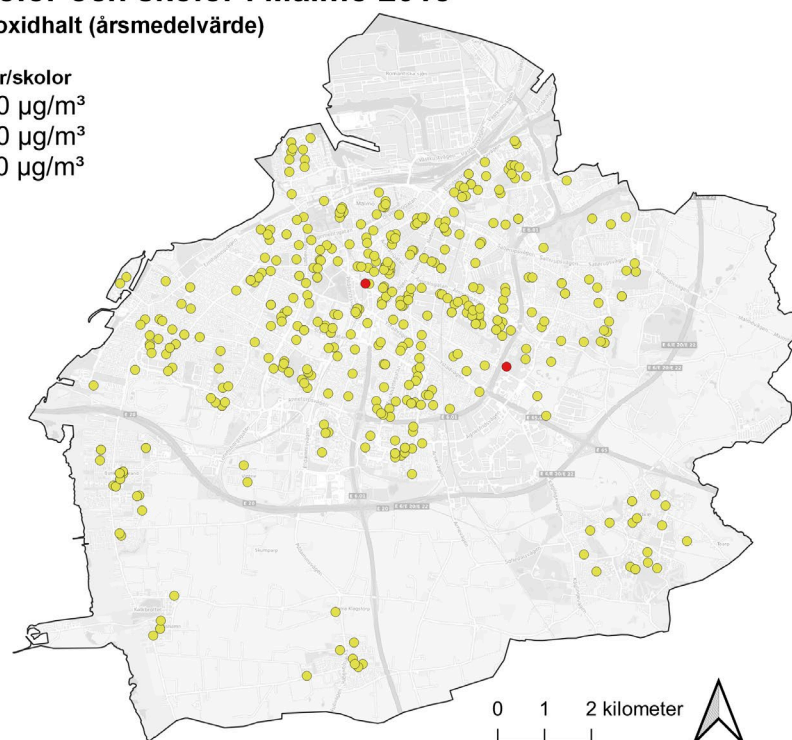
MÄTNINGAR PÅ TAKET TILL RÅDHUSET (URBAN BAKGRUND)

	Passiva provtagare			Referensprovtagare		
	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO
Omg 1	12	18	4	10	13	2
Omg 2	13	16	2	12	15	2
Omg 3	13	17	3	13	15	1
Omg 4	11	16	3	12	15	2

Förskolor och skolor i Malmö 2015

Kvävedioxidhalt (årsmedelvärde)

- Förskolor/skolor
- > 20 µg/m³
 - > 10 µg/m³
 - ≤ 10 µg/m³



Figur 11. Beräknad kvävedioxidhalt som årsmedelvärde **2015** vid Malmös förskole- och skolenheter, där alla utom två enheter klarar det nationella miljömålet "Frisk luft" på 20 µg/m³. År 2015 klarade ingen enhet WHO:s nya riktvärde för kvävedioxid på 10 µg/m³.

4.5 Spridningsberäkningar för alla förskolor/skolor i Malmö

För att kunna uppskatta luftföroreningshalter på platser där inte mätningar genomförts kan man utföra spridningsberäkningar. Med sådana beräkningar kan man också uppskatta årsmedelvärdet för luftföroreningen.

Beräkningarna utgår från en databas med stadens samtliga (dokumenterade eller uppskattade) utsläppskällor, en väderdatabas och en spridningsmodell. Modellen justeras med hjälp av mätningar (som de tidigare beskrivna mätningarna av NO och NO₂) och resulterar i en ”haltkarta”. En sådan karta kan ses på:

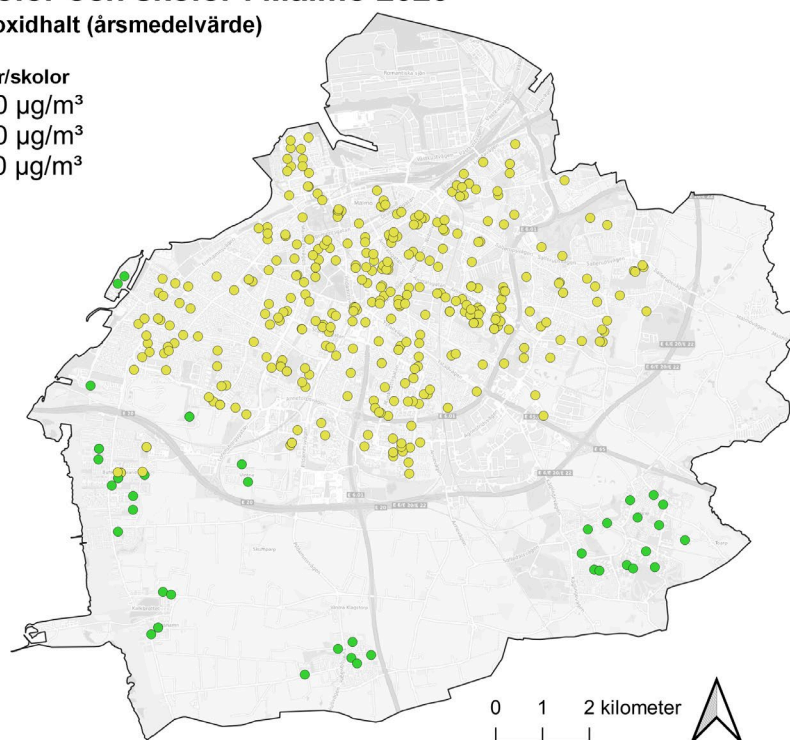
https://kartor.malmo.se/rest/leaf/1.0/?config=../configs-1.0/tema_miljoovervakning.js

Med hjälp av denna karta kan sedan halterna vid samtliga förskole- och skolenheter avläsas. I Figur 12 visas dessa med olika färger. De 362 skolor som ligger över WHO:s nya riktlinjer för kvävedioxid har markerats med gult, de övriga 43 har markerats med grönt. Det framgår här relativt tydligt att det är enheter i de centrala delarna av staden och i ett stråk längs med Ystadvägen och Jägersrovägen som har högst årsmedelvärden. Ingen av de beräknade helårshalterna för skolor och förskolor översteg miljökvalitetsnormen eller det nationella miljömålet. I Figur 11 på föregående sida visas situationen vid förra kartläggningen 2015.

Förskolor och skolor i Malmö 2020

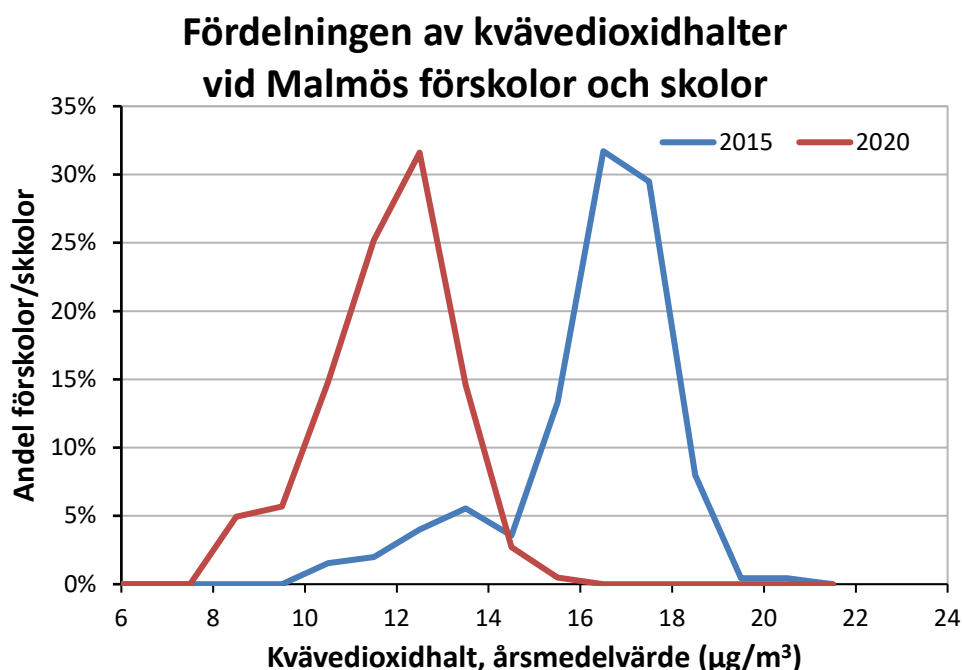
Kvävedioxidhalt (årsmedelvärde)

- Förskolor/skolor
- > 20 µg/m³
 - > 10 µg/m³
 - ≤ 10 µg/m³



Figur 12. Beräknad kvävedioxidhalt som årsmedelvärde 2020 vid Malmös **405** förskole- och skolenheter, som alla klarar det nationella miljömålet ”Frisk luft” på 20 µg/m³. De **43** enheter som har lägst halter är markerade med grönt och klarar WHO:s nya riktvärde för kvävedioxid på 10 µg/m³.

Om man jämför hur halten på alla förskolor och skolor fördelar sig (Figur 13) framgår det också tydligt att det har skett en avsevärd minskning i halt sedan 2015.



Figur 13. Fördelning av kvävedioxidhalten vid samtliga förskolor och skolor i Malmö. Intervallstorleken är $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och diagrammet visar andelen enheter i varje intervall. En tydlig sänkning av halterna har skett mellan 2015 och 2020.

De slutsatser man kan dra av beräkningsresultaten är att de allra flesta enheter är bra placerade ur luftföroreningssynpunkt, men att ju tätare staden blir desto svårare är det att hitta platser med god luftkvalitet. Närheten till lokala utsläppskällor, där vägtrafiken är helt dominerande, avgör i hög grad vilken halt av kvävedioxid som förekommer på enheternas uteytor. I den tätaste bebyggelsen i centrum är det också tydligt att de enheter som har uteytor på helt slutna bakgårdar har en bra eller acceptabel luftkvalitet, även om det finns starkt trafikerade vägar i närheten. Detta eftersom de luftföroreningar som bildas i gaturummet måste transporteras med vindar upp över taknivå, där de späds ut av turbulent strömning, innan de kan nå förskolans/skolans uteyta.

Malmö har infört åtgärder för att förbättra luftkvaliteten, dels genom åtgärdsprogrammet för kvävedioxid (2006-2017), dels genom att bland annat införa el- och hybridbussar samt annan kollektivtrafik med höga krav på utsläppsnivåerna. Samtidigt är det i stadsplaneringen viktigt att finna lösningar där både barns behov av rena miljöer och vägtrafikens transportbehov kan tillgodoses.

5. Diskussion och slutsatser

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 måttlig. 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. Nyligen (2021-09-22) gav Världshälsoorganisationen, WHO ut nya riktlinjer för luftkvalitet och rekommendationen för kvävedioxid sänktes till 10 µg/m³.

Den genomsnittliga halten av kvävedioxid i utomhusluften vid förskolorna vintertid varierade vid de senaste mätningarna mellan 9 och 17 µg/m³. Generellt är förskolorna i centrum mer utsatta för högre halter av luftföroreningar än de förskolor som ligger i stadens ytterområden. Resultaten visar dock att även förskolor utanför centrum som ligger nära starkt trafikerade vägar har högre halter. Föroreningshalterna är nu så låga att varken miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid eller det nationella miljömålet riskerar att överskridas på någon av de 27 förskolor eller skolor som ingår i den senaste undersökningen. De mätplatser med lägst föroreningshalter ligger samtliga i stadens ytterområden där påverkan från de samlade utsläppen från staden (s.k. urban bakgrund) är mindre och den lokala trafikbelastningen är lägre.

Mätningarna utfördes samtidigt som en global pandemi pågick, vilket påverkade trafikintensiteten i Malmö. En analys av trafikutvecklingen för hela året 2020 jämfört med 2019, utifrån fastighets- och gatukontorets mätningar, visar att trafiken minskade något eller var oförändrad i centrala Malmö. Pendlingstrafiken till grannkommuner och trafiken på Yttre Ringvägen ökade något, trots pandemin. Från undersökningar av Trafikverket under våren 2020 konstaterades minskningar med ca 20 % av vägtrafiken på de större vägarna i Skåne.

Att med en större noggrannhet uppskatta hur mycket pandemins effekter på trafikflödet skulle påverka halterna av kväveoxider och andra luftföroreningar är komplicerat och ligger utanför avgränsningarna för denna rapport. En grov uppskattning är dock att minskningen av kvävedioxidhalten i de centrala delarna av Malmö var ungefär 5 %, medan i andra områden kan minskningen ha varit större.

För att få en helhetsbild av luftföroreningar vid samtliga förskolor och skolor i Malmö har även beräkningar av kvävedioxidhalten gjorts. Resultaten visar att vid en majoritet av enheterna är årsmedelhalten av kvävedioxid mellan 9 och 14 µg/m³. Ungefär en tiondel (43 av 405) beräknas ha årsmedelhalter av kvävedioxid som klarar WHO:s nya riktvärden.

Sedan den första mätningen på förskolor och skolor för cirka 15 år sedan är trenden tydligt nedåtgående, särskilt de senaste 5 åren. En möjlig orsak till den tydliga nedgången är att något äldre dieselbilar nu har börjat fasas ut från de fordon som rör sig på vägarna. Samtidigt har Malmö infört åtgärder för att förbättra luftkvaliteten, dels genom åtgärdsprogrammet för kvävedioxid (2006-2017), dels genom att bland annat införa el- och hybridbussar samt annan kollektivtrafik med höga krav på låga utsläpp.

Då Malmö har en tydlig befolkningstillväxt och det i Översiktsplanen anges att åkermarken utanför staden skall bevaras, kommer en förtätning av bebyggelsen i staden att ske. Vid en sådan förtätning finns det en uppenbar risk att känsliga verksamheter förläggs närmare utsläppskällor av luftföroreningar. Vägtrafiken är fortfarande den största källan till luftföroreningar och det är därför viktigt att finna lösningar i stadsplaneringen där både barns behov av rena miljöer och vägtrafikens transportbehov kan tillgodoses.

6. Referenser

Malmö stad (2018). Starta förskola – lagkrav och Miljöförvaltningens råd.
<https://malmo.se/download/18.578ac132166b2bd8d6020832/1544001021581/Starta+f%C3%B6rskola+-+v%C3%A4gledning.pdf>

WHO riktlinjer 2021
<https://www.who.int/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

Luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477).
<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20100477.htm>

Miljöprogram för Malmö stad 2021-2030
<https://malmo.se/miljoprogram>