

AMM



# Arbets- och miljömedicin – Lund

Rapport nr 1/2012

## Miljömedicinskt utlåtande angående luftföroreningar i Trelleborg

Anna Lindgren, läkarstuderande, doktorand  
Kristoffer Mattisson, yrkes- och miljöhygieniker  
Maria Albin, överläkare, docent

## Sammanfattning

I denna rapport ger Arbets- och Miljömedicin i Lund ett miljömedicinskt utlåtande rörande luftföroreningar i Trelleborg som ett komplement till rapporten ”Luftkvalitet och hälsa i Trelleborg”.

Sambandet mellan luftföroreningar och hälsoeffekter har studerats i ett flertal studier och visat negativa hälsoeffekt både för korttids- och långtidsexponering av luftföroreningar. Luftföroreningar innefattar exponering för ett antal olika ämnen och partiklar. I detta arbete har exponering för kväveoxid, kvävedioxid och partiklar (PM10 och PM2,5) studerats.

Kväveoxider och kvävedioxid kan i sig ha negativa hälsoeffekter men används ofta som ett mått på hälsoeffekter av de totala luftföroreningarna. Studier har bland annat visat samband mellan ökad förekomst av astma, sämre tillväxt av lungfunktion, ökad förekomst av allergier, ökat antal akutbesök och kväveoxider/kvävedioxider. Troligtvis beror dessa samband inte på toxikologiska effekter av kväveoxider/kvävedioxider i sig, utan på andra luftföroreningar som de samvarierar med.

Toxikologiska studier genom vilka mekanismer partiklar ger upphov till sjukdom, har visat att partiklar påverkar hjärtats och kärlens funktion och kan orsaka oxidativ stress och inflammation. Sammantaget ger epidemiologiska studier av dödlighet och sjuklighet, samt experimentella studier av potentiella mekanismer, ett mycket starkt stöd för att det finns ett direkt orsakssamband mellan exponering för partiklar och effekter på luftvägs- och hjärt-kärlsjukdom. Sambandet med hjärt-kärlsjukdom är särskilt starkt för PM2,5. PM10 verkar framförallt ha effekt på luftvägarna, men troligen även på hjärt-kärlsjukdom.

Rapporten redovisar uppmätta och modellerade (beräknade) halter av kväveoxid, kvävedioxid och partiklar (PM10) i Trelleborgs kommun. De modellerade halterna, som ligger något högre än de uppmätta, har kopplats till individexponering för respektive luftförorening. De modellerade värdena visar att de högsta nivåerna av luftföroreningar finns i Trelleborgs tätort och att de lägsta nivåerna finns i östra delen av Trelleborgs kommun. I Trelleborgs tätort är de modellerade halterna högst i området runt hamnen. Den genomsnittliga modellerade exponeringen i Trelleborg för kvävedioxid var  $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kväveoxid  $12,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  och PM10  $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Skillnaden i den genomsnittliga exponeringen för kväveoxider mellan de högst exponerade och de lägst exponerade var över  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En viktigt utsläppskälla är sjötrafiken.

Baserat på modellerade värden i en tidigare studie är Trelleborg den kommun som har de högst halterna av luftföroreningar i jämförelse med tre liknande kommuner (Landskrona, Ängelholm och Hässleholm). Det är också förhållandevis en stor del av Trelleborgs invånare som upplever sig som störda.

En generell rekommendation när det gäller luftföroreningar är att all reducering av luftföroreningar kan förväntas ge hälsovinster eftersom en minskning från en måttlig nivå förväntas ge samma fördel som samma minskning från en högre nivå.

## **Problembeskrivning**

Arbets- och Miljömedicin i Lund kontaktades av Trelleborgs kommun angående en miljömedicinsk bedömning av luftföroreningar i Trelleborg. Den miljömedicinska bedömningen är tänkt att vara ett komplement avseende hälsopåverkan till rapporten Luftkvalitet och Hälsa i Trelleborg som tagits fram inom kommunen. Frågeställningen rör halter, exponering och hälsoeffekter av luftföroreningar i form av partiklar och kväveoxider i luften. Föroreningshalter i Trelleborgs kommun som helhet och Trelleborgs tätort utreds, samt luftföroreningshalter i Trelleborgs hamn.

## **Innehållsförteckning**

|  |    |
|--|----|
| 1. HÄLSOEFFEKTER AV LUFTFÖRORENINGAR .....                                     | 4  |
| 2. HÄLSOBASERADE RIKTVÄRDEN FÖR LUFTFÖRORENINGAR .....                         | 15 |
| 3. EXPONERING FÖR LUFTFÖRORENINGAR I TRELLEBORG .....                          | 16 |
| 4. RISKBEDÖMNING: HÄLSOEFFEKTER AV LUFTFÖRORENINGAR I<br>TRELLEBORG .....      | 28 |
| 5. OSÄKERHETER KRING HÄLSOEFFEKTER FRÅN LUFTFÖRORENINGAR I<br>TRELLEBORG ..... | 30 |
| 6. MILJÖMEDICINSK BEDÖMNING OCH REKOMMENDATIONER.....                          | 31 |

# 1. HÄLSOEFFEKTER AV LUFTFÖRORENINGAR

## Hälsoeffekter från partiklar i luften

Partiklar mäts i massa, men med hänsyn till storleksfördelning. Partikelmassan (PM) mäts som PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> eller PM<sub>0,1</sub> med en aerodynamisk diameter på respektive <math><10\mu\text{m}</math>, <math><2,5\mu\text{m}</math>, samt <math><0,1\mu\text{m}</math>. PM<sub>0,1</sub> mäts inte rutinmässigt men tros vara viktig för hälsoeffekter. Storleksfördelningen har betydelse bland annat för hur partiklarna deponeras i luftvägarna, större partiklar fastnar högre upp i luftvägarna medan mindre partiklar kan nå längre ner i lungorna. Partiklar med samma storlek kan dock ha helt olika kemisk sammansättning.

WHO har kommit fram till att rådande kunskapsläge inte tillåter specifik kvantifiering av hälsoeffekter från olika källor eller individuella PM-komponenter, utan tills vidare talar kunskapsläget för att alla partiklar har skadliga hälsoeffekter (avgaspartiklar från trafik, partiklar från vägslitage, dubbdäckspartiklar, förbränning av biomassa, utbrott med vulkanaska, m.fl.). Detta är dock troligen en förenkling av verkligheten. Eftersom partikelsammansättningen varierar internationellt kan svenska studier därför vara av extra vikt för bedömningen av regionala hälsoeffekter från partiklar.

PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub> mäts oftast av glest placerade mätstationer i stads- eller landsbygdsmiljö och speglar bakgrundshalter av föroreningarna. Särskilt PM<sub>2,5</sub> har en homogen spridning inom städer. PM<sub>10</sub> däremot har både en homogen bakgrundshalt och en mer lokal rumslig variation till exempel beroende på uppvirvling av partiklar från vägbanan. Tanken är att endast bakgrundshalterna (inte lokala föroreningar) skall fångas när man mäter PM<sub>10</sub> i bakgrundsstationer. Epidemiologiska studier av partiklars hälsopåverkan baserade på PM<sub>10</sub> avspeglar alltså oftast effekten på hälsan av bakgrundsexponering i en stad. Mer lokal partikelexponering avspeglas bättre av PM<sub>0,1</sub>, som dock sällan i sig mäts eller används i epidemiologiska studier i dagsläget.

De epidemiologiska studierna redovisas i detta utlåtande indelade i korttids- respektive långtidsstudier. Korttidsstudier visar akuta effekter i relation till daglig variation i halten av luftföroreningar i en stad. Långtidsstudierna studerar hälsoeffekter av olika nivåer av luftföroreningar över långa tidsperioder, exempelvis för boende i områden med högre jämfört med de lägre halter av luftföroreningar, vanligen mätt som årsmedelvärden. Detta avspeglas även i riktvärdena som är uppdelade i korttids- respektive långtidsvärden.

## Internationella epidemiologiska studier av hälsoeffekter från luftburna partiklar

### *Sjuklighet*

Exponering för luftburna partiklar påverkar både andningsorgan och hjärt-kärlsystem. För luftvägssjukdomar visar sig akuta effekter av PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub> i form av ökade luftvägsbesvär såsom hosta, akuta attacker av astma och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) (Ling 2009, WHO 2005). Detta ger upphov till ökat antal sjukhusinläggningar. Studier på långtidseffekter har också visat nedsatt lungfunktion, särskilt hos barn som bor i områden med höga halter av PM<sub>2,5</sub> (Gauderman et al. 2007). Det finns också studier som visar att luftföroreningar, mätt som PM<sub>2,5</sub>, orsakar lungcancer (Turner et al. 2011).

För hjärtkärlsjukdom visar sig den akuta sjukligheten i form av sjukhusinläggningar p.g.a. kärlkramp/hotande hjärtinfarkt, hjärtinfarkt, och stroke (Brook 2008, Brook et al. 2010). Vissa studier har även visat en ökad risk för hjärtrytmrubbning och hjärtsvikt (Brook 2008, Brook et al. 2010). Dessa akuta effekter kan uppstå redan efter några timmar med höga partikelhalter.

Långtidsstudier har visat långtidseffekter som accentuerad åderförfettning/förkalkning (Künzli et al. 2010), vilket är en riskfaktor för senare insjuknande i kärlekskramp/hotande hjärtinfarkt, manifest hjärtinfarkt och stroke. Sambandet mellan hjärt-kärlsjukdom och PM<sub>2,5</sub> anses nu vara mycket väl visat, medan sambandet mellan hjärt-kärlsjukdom och PM<sub>10</sub> är något mer osäkert.

### *Dödlighet*

Korttidsexponering för PM<sub>10</sub> och särskilt PM<sub>2,5</sub> har visat samband med total dödlighet, dödlighet i hjärt-kärlsjukdom och dödlighet i luftvägssjukdom (Pope och Dockery 2006). Effekten verkar vara starkare i områden med hög andel PM<sub>2,5</sub> i relation till PM<sub>10</sub>, vilket ofta motsvarar områden med huvudsakligen trafikgenererade partiklar. Långtidseffekter på dödlighet har huvudsakligen visats för höga halter av PM<sub>2,5</sub>. Livslångt boende i områden med höga bakgrundshalter av PM<sub>2,5</sub>, ger högre dödlighet än boende i städer med lägre halter (Pope och Dockery 2006).

Både kort- och långtidsexponering för partiklar ger upphov till ökad dödlighet. Korttidsexponering har i många studier visat ökad dödlighet med ca 1% under dagar med en ökning av halten PM<sub>2,5</sub> med 10 µg/m<sup>3</sup> jämfört med dagar med lägre luftföroreningshalter (Pope och Dockery 2006). Långtidseffekterna är däremot betydligt större; longitudinella kohortstudier har visat en total ökning av dödligheten med ca 6-17% för de som bor i städer med 10 µg /m<sup>3</sup> högre årsmedelvärden av PM<sub>2.5</sub> jämfört med andra städer (Pope och Dockery 2006).). Effekter på dödlighet från långtidsexponering för partiklar ses inte bara bland äldre, även spädbarn visar ökad dödlighet. Enligt en studie i USA (Woodruff et al. 2006) så var boende i områden med 10µg/m<sup>3</sup> högre PM<sub>2.5</sub> än andra områden, associerat med en fördubblad risk för död i luftvägssjukdom under det första levnadsåret.

### **Svenska epidemiologiska studier av hälsoeffekter från luftburna partiklar**

I Sverige finns flera studier som belyst samband mellan korttidsexponering för partiklar och dödlighet relaterad till hjärt-kärlsjukdomar. I en korttidsstudie genomförd i bland annat Stockholm, fann man att individer som tidigare haft hjärtinfarkt hade en ökad dödlighet förknippad med förhöjda halter av PM<sub>10</sub>. PM<sub>10</sub>-medelhalter över 2 dagar var associerade med 5% ökning av dödligheten per 10 µg/m<sup>3</sup> (Berglind et al. 2009). Däremot sågs inget samband mellan korttidshöjning av PM<sub>10</sub>, eller andra luftföroreningar, och risken att första gången insjukna i hjärtinfarkt. (Berglind et al. 2010)

I en skånsk studie av korttidseffekter från PM<sub>10</sub> uppskattades en 13% riskökning finnas för sjukhusinläggning på grund av ischemiskt stroke (stroke orsakat av syrebrist/propp) då dygnsnivåerna av PM<sub>10</sub> översteg 30 µg/m<sup>3</sup>, i jämförelse med dygnsnivåer lägre än 15 µg/m<sup>3</sup> (Oudin et al. 2010).

Hos hjärtsjuka ökade risken för allvarlig rytmrubbning i hjärtkammaren med upp till 76% vid 2 timmars exponering för PM<sub>10</sub> för den fjärdedel som hade högst exponering, jämfört med den fjärdedel som hade lägst exponering, i både Göteborg och Stockholm (Ljungman et al. 2008). Långtidsexponering för PM<sub>10</sub> ökade risken att dö i hjärtinfarkt med ca 16% i en studie i Stockholm, för de som bodde vid de högsta koncentrationerna av PM<sub>10</sub> (Rosenlund et al. 2006, 2009).

Det finns betydligt färre studier av sambandet mellan partiklar och luftvägssjukdom i Sverige. En tidsseriestudie utförde under åren 2001-2005 vid akutsjukhusen i Stockholm, Göteborg

och Malmö visar att antalet akutbesök för sjukdomar i andningsorganen ökade totalt sett med 1,4% per 10 µg/m<sup>3</sup> PM10 i luften, medan akutbesök för astma ökade med 2,8% (Forsberg et al. 2008).

I ett miljömedicinskt utlåtande rörande luftkvalitet i Ystad finns väl dokumenterade hälsoeffekter listade (Tabell 1).

Tabell 1: Miljömedicinskt utlåtande om luftkvaliteten i Ystad, (Albin et al. 2010).

Tabell 9.1. Väl dokumenterade effekter på grund av exponering för partiklar i luften.

|   | Luftvägar   | Hjärt-kärlsystemet   |
|---|---|--|
| Korttidseffekter<br>(tillfälligt förhöjda halter) | Ökad risk för död i akut luftvägssjukdom            | Ökad risk för död i hjärt-kärlsjukdom (hjärtinfarkt, stroke) |
|   | Ökat antal sjukhusbesök på grund av luftvägssjukdom | Ökat antal sjukhusbesök på grund av hjärt-kärlsjukdom        |
|   | Ökad risk för försämring hos vuxna med astma        | Ökad risk för påverkan på hjärtrytm                          |
|   | Ökad risk för försämring hos barn med astma         |  |
|   | Långtidseffekter                                    | Ökad dödlighet   |
|   | Ökad risk för lungcancer                            |  |
|   | Ökad risk för kronisk bronkit                       |  |
|   | Sämre lungtillväxt hos barn                         |  |

### Toxikologiska studier och hälsoutfall för höga halter av partiklar

Toxikologiska studier, som undersöker via vilka mekanismer partiklar ger upphov till sjukdom, har visat att partiklar påverkar hjärtats och kärlens funktion och kan orsaka oxidativ stress och inflammation (Brook 2008, Brook et al. 2010, Franchini och Mannuci 2011). Det finns evidens för akuta effekter i form av påverkan på hjärtrytm och syrebrist i hjärtmuskeln, hos personer med känd hjärtsjukdom som exponeras för höga halter av partiklar. En möjlig mekanism för syrebristen i hjärtat är att vissa kärl inte vidgas som de skall p.g.a. den oxidativa stressen. Även viss evidens finns för att upprepad eller kronisk partikelexponering ökar utvecklingen av åderförfattning/förkalkning, vilket förklarar långtidseffekten av luftföroreningar på hjärt-kärlsjukdom. Effekter på hjärtkärlsystemet har i toxikologiska studier generellt visats vid exponeringsnivåer väsentligt över de halter som finns i utomhusluft, men som ändå är relevanta för att belysa mekanismer.

Det finns också toxikologisk evidens för en effekt på andningsorganen av exponering för partiklar, genom att dessa inducerar inflammation både lokalt och generellt i lungan (Ling 2009). Partiklar försämrar makrofagernas (en typ av vita blodkroppar) förmåga att oskadliggöra infektiösa agens (virus och bakterier), samt ger inflammatorisk skada på cellerna i luftvägarnas slemhinna, vilket kan ge ökad känslighet för infektioner. Det finns även en del toxikologisk evidens för att dieselpartiklar kan underlätta utvecklandet av allergi (Health Effects Institute 2010).

### Sammanfattning av hälsoeffekter vid exponering för höga halter av partiklar

Sammantaget ger epidemiologiska studier av dödlighet och sjuklighet, samt experimentella studier av potentiella mekanismer, ett mycket starkt stöd för att det finns ett direkt orsakssamband mellan exponering för partiklar och effekter på luftvägs- och hjärt-kärlsjukdom. Sambandet med hjärt-kärlsjukdom är särskilt starkt för PM2,5, medan PM10 framförallt verkar ha effekt på luftvägarna, men troligen även på hjärt-kärlsjukdom.

## Hälsoeffekter av kväveoxider i luften

Kvävedioxid, NO<sub>2</sub>, är en vattenolöslig gas som kan nå långt ner i lungorna. En dominerande källa till exponering av NO<sub>2</sub> är trafikavgaser, där främst kväveoxid släpps ut i avgaserna och sedan tillsammans med ozon (O<sub>3</sub>) snabbt bildar NO<sub>2</sub>. Ofta mäter man den totala koncentrationen av kväveoxider (NO + NO<sub>2</sub> = NO<sub>x</sub>), som en indikator på förekomsten av lokala föroreningar från trafik. Koncentrationerna av NO<sub>x</sub> varierar mycket på lokal nivå. Halterna av NO<sub>x</sub> och NO<sub>2</sub> ligger oftast nära varandra, även om NO<sub>2</sub> har en något mindre rumslig variation. Hur väl den rumsliga variationen fångas beror på hur man mätt NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>. De flesta kommunala mätstationerna mäter bakgrundluft, vilket ger en god uppfattning av just bakgrundshalter, men en dålig skattning av variationen i exponering mellan olika individer. Halterna av NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub> är som är högst i gaturummet och avtar snabbt med ökande avstånd från gatan, för att sedan sjunka till bakgrundshalter inom ca 150m. Lokalt höga koncentrationer kan endast uppfångas om man mätt precis vid utsläppen, eller om man modellerat utsläppen med hög upplösning. Vi använder här i texten omväxlande NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>, då bägge koncentrationerna studerats i epidemiologiska studier och hälsoeffekterna kan anses vara desamma. Även om NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub> i sig kan vara toxiska så används de främst som en indikator för andra giftiga luftföroreningar.

### Internationella epidemiologiska studier av hälsoeffekter från NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>

#### *Sjuklighet*

Korttidsstudier på barn av effekter av daglig variation i halten av NO<sub>2</sub>, har visat att ökade halter av kvävedioxid är förknippad med ett ökat antal sjukhusinläggningar och läkarbesök för astma (WHO 2005). Astmasymtom förvärras, men också hosta och bronkitsymtom kan förstärkas. Andra studier visar en klar effekt av NO<sub>2</sub> på förekomsten av virusinfektioner, men också att astmasymtom efter virusinfektioner hos astmatiker blir värre efter exponering för NO<sub>2</sub> (WHO 2005). Korttidsstudier på vuxna har visat att NO<sub>2</sub> ökar antalet sjukhusinläggningar inte bara för astma, utan även för hela gruppen av sjukdomar i andningsorgan och hjärt-kärlsystem. Tar man hänsyn till andra föroreningar vid tidpunkten blir dock sambanden mindre starka, förutom för sjukhusinläggningar för astma där effekten klart verkar vara associerad med NO<sub>2</sub>, snarare än med PM10 eller PM2,5 (WHO 2005).

Långtidsstudier tyder på ett samband mellan långtidsexponering för höga halter NO<sub>2</sub> och utveckling av astma hos barn (Health Effects Institute, 2010). Sambandet hos vuxna är mindre studerat men det finns viss evidens för detta även hos dem. Långtidsstudier har även visat att NO<sub>2</sub> är associerat med sämre "tillväxt" (åldersrelaterad ökning) i lungfunktionen hos barn (Gauderman 2007). Effekterna kan dock ej säkert tillskrivas NO<sub>2</sub> i sig, eftersom andra högt korrelerade luftföroreningar som PM också visar samband med sämre lungfunktion. Det finns också långtidsstudier som tyder på att trafikrelaterade luftföroreningar är associerade med lungcancer hos vuxna, men inte heller denna effekt kan säkert tillskrivas NO<sub>2</sub> i sig.

#### *Dödlighet*

Korttidsstudier har visat att en daglig variation med förhöjda koncentrationer av NO<sub>2</sub> ökar total dödlighet, samt både dödlighet i hjärt- och kärlsjukdomar och dödlighet i luftvägssjukdomar. Effekten beräknad från en sammanställning av tillgängliga studier är att en korttidsökning med 45 µg/m<sup>3</sup> medför 2,8% akut ökning i total dödlighet. (WHO 2005)

Långtidsexponeringen för NO<sub>x</sub> var förknippad med en ökad dödlighet i en norsk studie, där NO<sub>x</sub> vid hemadressen använts som indikator på exponering för trafikavgaser. För varje ökning av årsmedelvärdet med 10µg/m<sup>3</sup> ökade den totala dödligheten med 8% och dödligheten i andningsorganens sjukdomar (utom lungcancer) med 15% (Nafstad et al. 2004).

## **Svenska epidemiologiska studier och hälsoeffekter från NO<sub>x</sub>/ NO<sub>2</sub>**

En studie av korttidseffekter från NO<sub>x</sub> som utfördes under åren 2001-2005 vid akutsjukhusen i Stockholm, Göteborg och Malmö, visade en ökning av antalet akutbesök totalt för andningsorgansjukdomar med 0,5% per 10 µg /m<sup>3</sup> ökning av NO<sub>x</sub> i luften, samt i akutbesök för astma med 1,2% per 10 µg/m<sup>3</sup> (Forsberg et al. 2008). En äldre studie i södra Sverige visade att dagar med höga nivåer av NO<sub>2</sub> var associerade med fler astmaattacker (Forsberg et al. 1998).

Studier av långtidseffekter har i Skåne visat att förekomsten av astma och KOL är ca 40% respektive 60% vanligare hos vuxna som bor nära en starkt trafikerad väg, eller i områden med årsmedelhalter av NO<sub>x</sub> över 19 µg /m<sup>3</sup> (Lindgren et al. 2009). En studie i Umeå tyder på att vuxna allergiker som bor i områden med höga årsmedelhalter av NO<sub>2</sub>-halter utvecklar astma i högre utsträckning (Modig et al. 2006). En studie i Stockholm har också visat att höga årsmedelhalter av NO<sub>x</sub> vid bostadsadressen leder till ökad risk för allergiutveckling och pipande andning hos barn (Nordling et al. 2008), d.v.s. troligen till astmautveckling. En svensk studie i Stockholm har också visat årsmedelhalter av NO<sub>2</sub> är associerad med risken för lungcancer (Nyberg et al. 2000).

I Skåne har långtidsexponering av NO<sub>x</sub> inte visats vara förenad med högre risk för stroke för befolkningen i sin helhet (Oudin et al. 2009), dock hade de som var långtidsexponerade för förhöjda halter av NO<sub>x</sub> och samtidigt hade diabetes en högre risk för stroke, än de som bara hade diabetes (Oudin et al. 2011). Långtidsstudier har visat att risken att dö i hjärtinfarkt är associerad med NO<sub>2</sub>, precis som det är associerat med partiklar. Detta beror troligen på stark korrelation mellan dessa luftföroreningar p.g.a. den huvudsakliga källan (trafiken) är gemensam (Rosenlund et al. 2006, 2009).

## **Toxikologiska studier på NO<sub>x</sub>/ NO<sub>2</sub>**

Många experimentella studier har studerat NO<sub>2</sub>: generellt krävs höga koncentrationer av kvävedioxid för att påverka lungfunktion hos friska vuxna. Personer med astma, kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL), eller kronisk bronkit är dock känsligare. Man kan se en ökning i reaktiviteten i luftvägarna vid exponering för >200 µg/m<sup>3</sup> kvävedioxid hos astmatiker och vid >1900 µg/m<sup>3</sup> hos friska vuxna (WHO 2005).

Troligen orsakar NO<sub>2</sub> i sig själv inte effekter på luftvägarna under korttidsexponering i den allmänna miljön, annat än i t.ex. hårt belastade vägtunnlar där koncentrationerna kan bli mycket höga. Den lägsta nivån där man experimentellt visat effekter hos känsliga grupper är ca 200µg/m<sup>3</sup> (WHO 2005). Dock har av etiska skäl försök inte kunnat göras på personer med svår astma, och det är möjligt att de är känsligare.

Förutom att direkt påverka lungorna, kan NO<sub>2</sub> också göra luftvägarna hos allergiker känsligare för det luftburna ämne (allergen) de är allergiska mot. Detta har visats i en ”verklighetsnära” exponering d.v.s. vid NO<sub>2</sub> halter som förekommer utomhus, men det ska då noteras att detta skedde i närvaro av höga halter av PM2.5 (och troligtvis även andra föroreningar). Det negativa hälsoutfallet kan alltså inte med säkerhet tillskrivas NO<sub>2</sub>. (WHO 2005) Man har även visat att NO<sub>2</sub> ökar känsligheten för infektioner (WHO 2005). I studier på möss minskar mängden virus som krävs för att inducera infektion kraftigt efter NO<sub>2</sub>-exponering (Ciencewicki 2007).



### **Sammanfattning av hälsoeffekter vid exponering för förhöjda halter av NO<sub>x</sub>/ NO<sub>2</sub>:**

I flera epidemiologiska studier i Sverige har man funnit samband mellan NO<sub>2</sub> och luftvägssjukdom på nivåer under WHO-guidelines. Dock kan det inte uteslutas att detta beror på andra luftföroreningar, företrädesvis från trafik, som oftast förekommer samtidigt vid de platser där NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-koncentrationen är hög.

I WHO:s guidelines står det klart uttalat att 40 µg/m<sup>3</sup> är rimligt som årsmedelvärde om man bara beaktar hälsoeffekten från NO<sub>2</sub>. Om man däremot använder NO<sub>2</sub> som en indikator för luftföroreningar från trafik, så finns evidens för att man borde hålla NO<sub>2</sub>/ NO<sub>x</sub> nivåerna betydligt under 40µg/m<sup>3</sup>.

I Sverige har man observerat en ökad risk för utveckling av astma och lungcancer vid förhöjda årsmedelvärden av NO<sub>x</sub>/ NO<sub>2</sub> vid bostaden. Det är dock troligt att dessa effekter kan härstamma från trafikavgaser generellt, snarare än NO<sub>2</sub> i sig. Ur hälsosynpunkt finns det alltså starkt stöd för att minskning av emissioner som ger upphov till NO<sub>x</sub> skulle förbättra hälsan. Men denna effekt är troligen beroende av att minskat utsläpp från NO<sub>x</sub>-källan även ger reduktion av andra föroreningar. NO<sub>x</sub> samvarierar framförallt med ultrafina partiklar, vilket skulle kunna vara den egentliga orsaken till sambanden vid låga nivåer mellan NO<sub>x</sub> och hälsoeffekter.

### **Regional respektive lokal exponering**

De flesta mätstationer för luftföroreningar mäter halterna i bakgrundsluft, och speglar dåligt koncentrationerna på gatunivå där människor exponeras. Att mäta exakta koncentrationer av t.ex. NO<sub>x</sub> vid alla vägar är dock dyrt och kan inte göras för stora populationer. För att mäta lokal exponering i epidemiologiska studier har man ofta istället använt olika miljöfaktorer, som avstånd till väg med en viss trafikdensitet, för att uppskatta lokal luftföroreningsexponering. På så sätt har man kunnat se att den lokala exponeringen för luftföroreningar, t.ex. att bo mycket nära en större väg, påverkar hälsan, oberoende av om bakgrundsluften är ren eller smutsig.

Ett exempel är en holländsk studie där man studerade sambandet mellan dödlighet och sot (black smoke) samt NO<sub>2</sub>. Individer som levde inom 100 m från en motorväg eller inom 50 m från en större väg hade en nästan dubblad (95% ökning) risk att dö i hjärt- eller lungsjukdom. Sambandet var svagare med den uppskattade bakgrundskoncentrationen av black smoke och NO<sub>2</sub> (ökning med 34-54%)(Hoek et al., 2002).

Ett annat exempel är uppföljningen av American Cancer Society- studien (ACS), en av de mest kända luftföroreningstudierna i USA. I uppföljningen gjordes en substudie av Los Angeles, och där visade man att den dödlighet som kunde tillskrivas luftföroreningarna var nästan 3 gånger högre när man jämförde lokala variationer inom Los Angeles, jämfört med de tidigare rapporterade analyserna där man jämförde bakgrundshalter i olika städer med varandra. Skillnaderna i luftföroreningar på lokal nivå, inom distrikt, hade alltså mycket större betydelse för dödligheten, än de regionala skillnaderna i luftföroreningar mellan distrikten (Jerret et al. 2005, Krewski et al. 2009).

Det finns även svenska studier som tyder på starkare hälsoeffekter vid lokal påverkan, exempelvis har studier i Skåne visat ökande förekomst av astma och KOL med ökande närhet till väg (Lindgren et al. 2009, 2010).

Högre effekter vid lokal exponering, kan bero på att koncentrationerna av de uppmätta ämnen är högre lokalt än i bakgrundsluften, särskilt för NO<sub>2</sub> som kommer direkt från avgasröret och sedan sprids. För PM10 beror en stor andel på slitagepartiklar och uppvirvlat vägdamm från vägbanan. En annan ännu troligare förklaring är att det bero på att halterna är högre även av många lokalt genererade icke uppmätta föroreningar, som t.ex. ultrafina partiklar.

### **Sårbara grupper – barn och äldre**

Det är välkänt att barn är en sårbar grupp när det gäller effekter av luftföroreningar (Schwartz 2005, Moya et al. 2004). Barn har ännu ej färdigutvecklade lungor, de utvecklar fortfarande alveoler, d.v.s. den del av lungan där syrgasutbytet sker, fram till 2 års ålder. Lungfunktionen i stort fortsätter även att tillväxa fram till maximal kapacitet i 20-årsåldern. Nedsatt lungfunktion från barndomen följer med hela livet, även om det kan finnas en viss komponent som återställs. Vidare är det väl visat att luftföroreningar förvärrar astmasymtom hos astmatiska barn. Barn har trängre luftvägar än vuxna. Irritation av luftföroreningar som hos vuxna skulle ge en knappt märkbar reaktion, kan framförallt hos små barn resultera i betydande sammandragning av luftvägarna som leder till svårigheter att få luft. Den ökade dödlighet i luftvägssjukdom som ses hos spädbarn som växer upp i områden med höga halter luftföroreningar kan bero på detta, men kan också bero på att luftföroreningar ger en ökad infektionsrisk. Barn är också särskilt sårbara p.g.a. ett outvecklat immunförsvar.

Det finns ganska mycket evidens för att avgaser från trafik ger upphov till astma hos barn, men det råder fortfarande oenighet om det ger upphov till ökad förekomst av allergisk astma och utvecklingen av allergier generellt.

Äldre människor är en annan sårbar grupp i jämförelse med yngre vuxna, på grund av en högre förekomst av redan existerande sjukdom i hjärta och kärl, samt i andningsorganen, vilket i sin tur kan påverka sårbarheten för luftföroreningar. I vilken omfattning äldre är känsligare generellt, oberoende av redan förekommande sjukdom, är mer oklart. Omfattande evidens finns framförallt för att luftföroreningar från trafik ger upphov till hjärt-kärlsjukdom hos män med redan förekommande hjärt-kärlsjukdom, samt för tätare perioder med försämring av sjukdomen hos personer med astma och KOL. Äldre som står för en stor del av denna sjuklighet är alltså speciellt sårbara för luftföroreningar och har ökad risk för sjukhusinläggning/död vid höga luftföroreningshalter.

### **Interventionsstudier**

Interventionsstudier, dvs studier där man undersöker effekten av åtgärder/ingrepp (här minskning av luftföroreningar), har visat förbättrad hälsa vid minskningar av förekomsten av partiklar i luften - även i städer med från början relativt låga nivåer. Det har också visats att effekterna kommer snabbt, redan under första året. Effekter har setts framförallt i form av minskad dödlighet och minskad påverkan på lungfunktionen.

Det har inte gjorts några svenska interventionsstudier, men då studier gjorts i flera geografiska regioner med liknande resultat på sjuklighet och dödlighet kan de antas vara generaliserbara även till svenska förhållanden. Det faktum att ett flertal olika studier med olika typer av partikelsammansättning visat minskad sjuklighet vid reduktion stödjer att exponering för partiklar generellt är en hälsorisk och att partikelreduktioner generellt ger en förbättrad hälsa.

Nedan följer några exempel på interventionsstudier:

I USA har det gjorts en studie på effekten av de generellt minskade halterna av luftföroreningar under 80- och 90-talet i hela USA, (Pope et al 2009). En minskning av PM<sub>2,5</sub> med 10 µg/m<sup>3</sup> var associerad med en ökning av livslängden på i medeltal 0,6 år. Den genomsnittliga sänkningen av PM<sub>2,5</sub> var 6,5 µg/m<sup>3</sup>, och den genomsnittliga livslängdsökningen var ca 0,4 år. I vissa större städer där reduktionen av PM<sub>2,5</sub> var 13-14 µg/m<sup>3</sup> så var livslängdsökningen troligen så mycket som 0,8 år.

I uppföljningen av den kända Harvard-six cities-studien i USA, såg man också en minskad dödlighet i städer med sjunkande nivåer av PM<sub>2,5</sub> (Laden et al. 2006, Schwartz 2008). Man har där kunnat visa att det inte finns någon tröskelnivå under vilken vidare sänkning inte har någon effekt, utan man visade att även sänkningar från PM<sub>2,5</sub>-nivåer som initialt låg under 15 µg minskade dödligheten. Man kunde också visa att den huvudsakliga minskningen av dödlighet kom inom två år .

Effekter av en minskning av sulfatrika partiklar studerades av Pope et al. (2007) i Utah, där ett stålverk, som var källan till de flesta av sulfatrika partiklarna, var ur funktion under ett år: när halten av sulfatpartiklar minskade med 2,5 µg/m<sup>3</sup>, resulterade det i en 2,5% reduktion av dödlighet det året, jämfört med det föregående och det efterföljande året.

En mycket kraftig effekt observerades när man undersökte förändring efter ett plötsligt förbud mot kolanvändning för hemuppvärmning i Dublin år 1990; det minskade sotnivåerna (black smoke) med 35,6 µg/m<sup>3</sup> (70%). Antalet dödsfall minskade mycket kraftigt: 15,5% för dödsfall i andningsorganens sjukdomar, respektive 10,3% för dödlighet i hjärtkärlsjukdom. Hela effekten verkade komma redan första året, ingen vidare nedgång (eller återgång) i dödlighet visade sig de påföljande åren (Clancy et al. 2002) .

Man har även sett långtidseffekter vid reduktion av PM<sub>10</sub>, i form av färre fall av KOL, minskad nedsättning av lungfunktionen med ökande ålder, och minskade besvär av hosta och bronkit. Detta har framförallt setts i studier i Schweiz och Tyskland (Downs et al. 2007, Schindler et al. 2009, Schikowski et al. 2010).

## Referenser

Albin M, Stroh E & Rittner R. (2010), Miljömedicinskt utlåtande avseende luftkvaliten i Ystad, Rapport från Arbets- och Miljömedicin i Lund

Berglind et al. (2009) Ambient air pollution and daily mortality among survivors of myocardial infarction. *Epidemiology*, (1):110-8.

Berglind et al. (2010), Air pollution exposure- a trigger for myocardial infarction? *Int J Environ Res Public Health*, 7(4):1486-99

Brook R.D. (2008) Cardiovascular effects of air pollution. *Clinical Science*, 115: 175-187.

Brook et al. (2010) Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 121:2331-2378.

Ciencewicki J (2007) Air pollution and respiratory viral infection, *Inhalation Toxicology*, 19: 1135-1146

- Clancy et al. (2002), Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet*, 360:1210-14
- Downs et al (2007), Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function.; SAPALDIA Team. *N Engl J Med.*, 357(23):2338-47.
- Finkelsten J.N. and Johnston C.J. (2004), Enhanced sensitivity of the postnatal lung to environmental insults and oxidant stress. *Pediatrics*, 113;1092
- Forsberg B et al. (1998), Daily air pollution levels and acute asthma in southern Sweden, *Eur Respir J*, 12: 4: 900-905
- Forsberg B, Meister K, Segerstedt B. (2008), Luftföroreningshalter och akutbesök för astma och andra luftvägssjukdomar i Stockholm, Göteborg och Malmö 2001-2005 - Projektrapport till Naturvårdsverket, Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar 2008:3, Umeå universitet
- Franchini M. and Mannuci P M (2011) Trombogenicity and cardiovascular effects of ambient air pollution. *Blood*. Online publication June 10, 2011: doi:10.1182/blood-2011-04-343111.
- Gauderman et al. (2007) Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet*, 369: 571-77
- Health Effects Institute (2010), HEI Special report 17. Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure and Health Effects.
- Hoek et al. (2002), Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet*, 360(9341)1203-9
- Jerrett M et al (2005), Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology*, 16(6); 727-36.
- Krewski D, et al. (2009), Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst.*, (140): 5-114; discussion 115-36.
- Krzyzanowski M and Cohen A (2008), WHO Task Force Updates 2006-2010, *Air Qual Atmos Health*, 1:7-13
- Künzli et al. (2010) Ambient air pollution and the progression of atherosclerosis in adults. *PLoS One.*, 8;5(2):e9096
- Laden F, Schwartz J, Speizer FE, Dockery DW (2006) Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard Six Cities study., *Am J Respir Crit Care Med.*, 15;173(6):667-72.
- Lindgren A, Stroh E, Montn mery P, Nihl n U, Jakobsson K, Axmon A. (2009), Traffic-related air pollution associated with prevalence of asthma and COPD/chronic bronchitis. A cross-sectional study in Southern Sweden. *Int J Health Geogr.* , 20;8:2.

- Lindgren A, Björk J, Stroh E, Jakobsson K. (2010), Adult asthma and traffic exposure at residential address, workplace address, and self-reported daily time outdoor in traffic: A two-stage case-control study. *BMC Public Health*, 10:716
- Ling S H (2009) Particulate matter air pollution exposure: role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, *International Journal of COPD.*, 4:233-243
- Ljungman P., et al. (2008) Rapid effects of air pollution on centricular arrhythmias. *European Heart Journal*, 29, 2894-2901
- Modig L, Järholm B, Rönnmark E, Nyström L, Lundbäck B, Andersson C, Forsberg B. (2006), Vehicle exhaust exposure in an incident case-control study of adult asthma. *Eur Respir J.*, 28(1):75-81.
- Moya J, et al (2004), Children's Behavior and Physiology and How It Affects Exposure to Environmental Contaminants, *Pediatrics*, Vol. 113 No. 4:996-1006
- Nafstad P, et al (2004) Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. *Environ Health Perspect.*, 112(5)610-5.
- Nordling E, Berglind N, Melén E, Emenius G, Hallberg J, Nyberg F, Pershagen G, Svartengren M, Wickman M, Bellander T. (2008), Traffic-related air pollution and childhood respiratory symptoms, function and allergies, *Epidemiology*, 19(3):401-8.
- Nyberg F, Gustavsson P, Järup L, Bellander T, Berglind N, Jakobsson R, Pershagen G. (200) Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology*, 11(5):487-95.
- Oudin A, Stroh E, Strömberg U, Jakobsson K, Björk J. (2009) Long-term exposure to air pollution and hospital admissions for ischemic stroke. A register-based case-control study using modelled NO(x) as exposure proxy. *BMC Public Health.* , 19;9:301
- Oudin A., et al. (2010), Estimation of short-term effects of air pollution on stroke hospital admissions in southern Sweden. *Neuroepidemiology.*, 34(3):131-42.
- Oudin A, Strömberg U, Jakobsson K, Stroh E, Lindgren AG, Norrving B, Pessah-Rasmussen H, Engström G, Björk J. (2011), Hospital admissions for ischemic stroke: does long-term exposure to air pollution interact with major risk factors? *Cerebrovasc Dis.*, 2011;31(3):284-93.
- Pope CA and Dockery DW (2006) ,Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect.. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 56: 709-742
- Pope et al. CA. (2007) Mortality Effects of a Copper Smelter Strike and Reduced Ambient Sulfate Particulate Matter Air Pollution. *Environmental Health Perspectives* 115:679-683
- Pope CA 3rd, Ezzati M, Dockery DW. (2009), Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States., *N Engl J Med.*, 22;360(4):376-86.

Rosenlund M, et al. (2006), Long-term exposure to urban air pollution and myocardial infarction. *Epidemiology.*, 17(4):383-90.

Rosenlund M, et al. (2009), Traffic-generated air pollution and myocardial infarction. *Epidemiology.*, 20(2):265-71.

Sacks J.D.. (2011), Particulate Matter-Induced Health Effects: Who is susceptible? *Environmental health Perspectives.*, 119(4); 446-454

Schikowski et al 2010, Decline in air pollution and change in prevalence in respiratory symptoms and chronic obstructive pulmonary disease in elderly women., *Respiratory Research* 11:113

Schindler C, et al (2009), Improvements in PM10 exposure and reduced rates of respiratory symptoms in a cohort of Swiss adults (SAPALDIA).; SAPALDIA Team. *Am J Respir Crit Care Med.*, 1;179(7):579-87. Epub 2009 Jan 16.

Schwartz J. (2008), The effect of dose and timing of dose on the association between airborne particles and survival. *Environmental Health Perspectives.*, 116: 1: 64-69

Schwartz J. (2005) Effect of air pollution on children's health and development. A review of the evidence. WHO 2005, *Air Pollution and Children's Health*

Turner MC, et al. (2011). Long-Term Ambient Fine Particulate Matter Air Pollution and Lung Cancer in a Large Cohort of Never Smokers. *Am J of Respir and Crit Care Med.*, Epub Oct 6.

WHO (2005), *Air Quality Guidelines Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*, WHO, Geneva

Woodruff TJ et al. (2006). Fine Particulate Matter (PM<sub>2,5</sub>) Air Pollution and Selected Causes of Postneonatal Infant Mortality in California. *Environmental Health Perspectives.* 114:786-790.

## 2. HÄLSOBASERADE RIKTVÄRDEN FÖR LUFTFÖRORENINGAR

### Riktvärden och föroreningsituationen i Skåne

Vid fastställande av riktvärden har IMM och WHO gjort en rent hälsobaserad bedömning, medan miljö kvalitetsnormen också är en avvägning mot övriga samhällsintressen.

Anledningen till att WHO (2005) trots detta ligger förhållandevis högt vad gäller NO<sub>2</sub> (Tabell 2) är att man menar att det är osäkert om de effekter som uppmätts i relation till måttligt förhöjda halter orsakas av NO<sub>2</sub> i sig, eller beror på en samtidig förhöjning av bl. a. små partiklar (mindre än PM<sub>10</sub>). Den nuvarande riktlinjen för NO<sub>2</sub> är baserat på vetenskapligt underlag för vad som inte ger hälsorisker av NO<sub>2</sub> i sig. Om NO<sub>2</sub> istället ses som en markör på trafikföroreningar finns underlag för betydligt lägre riktvärden än de befintliga (WHO 2005).

Tabell 2: Riktvärden för utomhusluft från Socialstyrelsen: Miljöhälsorapport 2009

| Tabell 6.2. Riktvärden för utomhusluft   |                                    |  |   |   |   |
|--|------------------------------------|--|---|---|---|
| Hälsobaserade rekommendationer, rekommenderade lågrisknivåer, miljö kvalitetsmål, miljö kvalitetsnormer (MKN) och framtida EU-normer för luftföroreningar. |                                    |  |   |   |   |
| Ämnesgrupp<br>Medelvärdestid   | WHO (enbart hälsobaserat)          | Lågrisknivåer,<br>rekommenderade<br>av IMM       | Miljö kvalitetsmål:<br>delmål (år då må-<br>let ska uppnås) | MKN (år då<br>MKN ska upp-<br>nås)                            | Framtida EU-<br>normer ** (år<br>då normen ska<br>uppnås) |
| <b>Kväveoxider<br/>(NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub>)</b>   |                                    |  |   |   |   |
| Timme  |                                    | Riktvärde<br>100 µg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup> | 60 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                 | 90 µg/m <sup>3</sup> (2006) <sup>2)</sup>                     | 200 µg/m <sup>3</sup> (2010) <sup>3)</sup>                |
| Dygn   |                                    |  |   | 60 µg/m <sup>3</sup> (2006) <sup>2)</sup>                     |   |
| År (NO <sub>2</sub> )  | 40 µg/m <sup>3</sup>               |  | 20 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                 | 40 µg/m <sup>3</sup> (2006)                                   | 40 µg/m <sup>3</sup> (2010)                               |
| År (NO <sub>x</sub> )  |                                    | Ca 40 µg/m <sup>3</sup> (halvår)                 |   | 30 µg/m <sup>3</sup> <sup>4)</sup>                            |   |
| <b>Partiklar<br/>(PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>)</b>  |                                    |  |   |   |   |
| Dygn (PM <sub>10</sub> )   | 50 µg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup> | 30 µg/m <sup>3</sup>                             | 35 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                 | 50 µg/m <sup>3</sup> (2005) <sup>4)</sup>                     | 50 µg/m <sup>3</sup> <sup>4)</sup>                        |
| Dygn (PM <sub>2,5</sub> )  | 25 µg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup> | 10 µg/m <sup>3</sup>                             | 20 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                 |   |   |
| År (PM <sub>10</sub> )   | 20 µg/m <sup>3</sup> *             |  | 20 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                 | 40 µg/m <sup>3</sup> (2005)                                   | 40 µg/m <sup>3</sup>                                      |
| År (PM <sub>2,5</sub> )  | 10 µg/m <sup>3</sup>               |  | 12 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                 |   | 20 µg/m <sup>3</sup> (2015)                               |
| <b>Marknära ozon (O<sub>3</sub>)</b>   |                                    |  |   |   |   |
| 8-timmarsmedel   | 100 µg/m <sup>3</sup>              | 80 µg/m <sup>3</sup><br>(1-timmessvärde)         | 120 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                | 120 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                  |   |
| <b>Svaveldioxid (SO<sub>2</sub>)</b>   |                                    |  |   |   |   |
| Timme  |                                    |  |   | 200 µg/m <sup>3</sup> (2001) <sup>2)</sup>                    | 350 µg/m <sup>3</sup> <sup>7)</sup>                       |
| Dygn   | 20 µg/m <sup>3</sup>               |  |   | 100 µg/m <sup>3</sup> (2001) <sup>2)</sup>                    | 125 µg/m <sup>3</sup> <sup>8)</sup>                       |
| År   |                                    |  | 5,0 µg/m <sup>3</sup> (2005)                                | 20 µg/m <sup>3</sup> (2001,<br>till skydd för eko-<br>system) |   |
| <b>Bens[a]pyren</b>  |                                    |  |   |   |   |
| År   |                                    | 0,1 ng/m <sup>3</sup> (livslång<br>exponering)   | 0,3 ng/m <sup>3</sup> (2015)                                |   |   |
| <b>Butadien</b>  |                                    | 0,2–1,0 µg/m <sup>3</sup>                        |   |   |   |
| <b>Bensen</b>  |                                    | 1,3 µg/m <sup>3</sup>                            | 5,0 µg/m <sup>3</sup> (2010)                                |   | 5,0 µg/m <sup>3</sup>                                     |

1) 99-percentil  
 2) Får överskridas högst 175 gånger per år (98-percentil, timme)  
 3) Får överskridas högst 7 gånger per år (98-percentil, dygn)  
 4) Gäller på landsbygd  
 5) Får överskridas högst 18 gånger per år  
 6) Får överskridas högst 35 gånger per år (90 percentil, dygn)  
 7) Får överskridas högst 24 gånger per år  
 8) Får överskridas högst 3 gånger per år

\* Årsmedel ska om möjligt utvärderas som PM<sub>2,5</sub> och inte som PM<sub>10</sub>  
 \*\* Beslutade av Europaparlamentet december 2007.

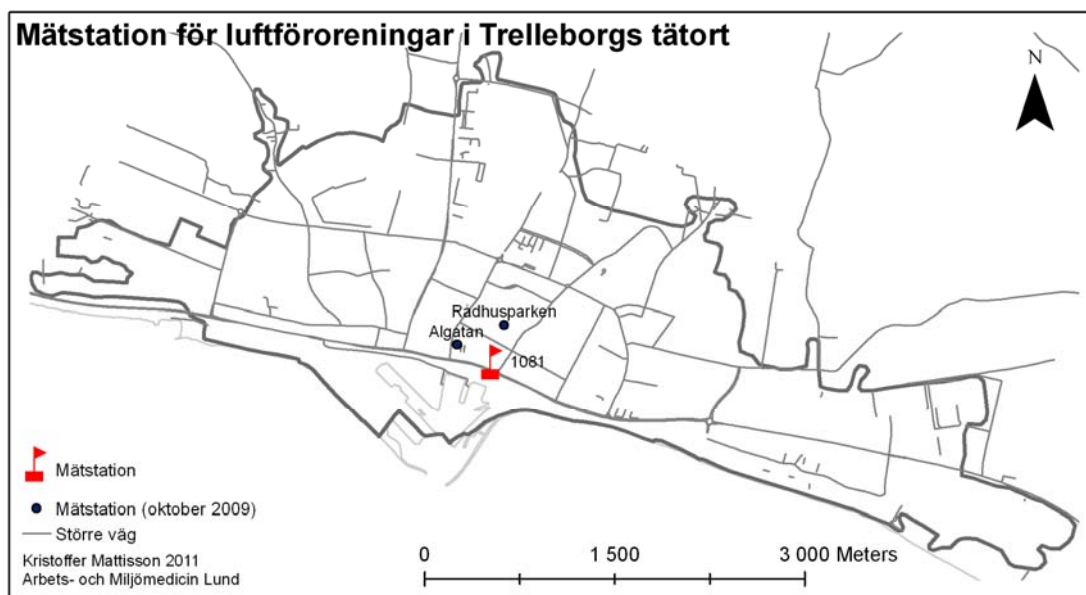
Källor: WHO 2006 [9], www.miljomal.nu, www.ki.se/imm, www.europa.eu/scadplus/leg/sv/lvb/l28031a.htm



### 3. EXPONERING FÖR LUFTFÖRORENINGAR I TRELLEBORG

#### Uppmätta halter av NO<sub>2</sub> och partiklar

Mätningar av halten av olika luftföroreningar finns tillgängliga från en mätstation placerad i centrala Trelleborg (Figur 1). Resultaten av dessa mätningar har sammanställts av Naturvårdsverket och finns att ladda ner från Svenska Miljöinstitutets hemsida (IVL 2011). NO<sub>2</sub> och partikelhalter i luften har mätts som urban bakgrund, vilket innebär att halterna till viss del ses som representativa medelvärden för hela Trelleborgs tätort (station 1081). Undantaget är mätstationen på Algatan som är en så kallad gaturumsmätning, vilket innebär att dessa värden endast kan sägas representera platsen och inte bakgrundnivåer.



Figur 1: Mätstation för luftföroreningar placerad i centrala Trelleborg.

Mätresultaten presenteras nedan som årsmedelvärden och vinterhalvsmedelvärden. Halter redovisas från 2008 och framåt för de mätserier som är tillräckligt kompletta för att beräkna årsmedelvärden. Mätvärden för enskilda dagar finns på Svenska Miljöinstitutets hemsida (IVL 2011).

För oktober månad 2009 fanns ytterligare två mätstationer för NO<sub>2</sub> som ingått i en separat mätning av Svenska Miljöinstitutet.

#### Uppmätta halter av NO<sub>2</sub>

Bakgrundhalten av NO<sub>2</sub> från 2008 och framåt i centrala Trelleborg redovisas i tabell 3. För 2008 finns endast ett vinterhalvsmedelvärde tillgängligt. För 2009 och 2010 finns kalenderårsmedelvärden tillgängliga, dessa ligger på 15,3 µg/m<sup>3</sup> (2009) respektive 15,2 µg/m<sup>3</sup> (2010) (Tabell 1).

Inga av medelvärdena överskrider WHO:s riktlinje på 40 µg/m<sup>3</sup> eller miljökvalitetsmålet på 20 µg/m<sup>3</sup>.



Tabell 3: Vinterhalvårs- och kalenderårsmedelvärden baserat på dagliga mätningar av NO<sub>2</sub> från mätstation 1081 i centrala Trelleborg. Mätvärdena är urban bakgrund och kan därför ses som ett representativt medelvärde för hela tätorten Trelleborg.

| Årtal | Tidsperiod   | Medelvärde NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Maxvärde NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Antal mätdagar | Antal dygn NO <sub>2</sub> > 60 (µg/m <sup>3</sup> ) |
|-------|--------------|---|---|----------------|--|
| 2008  | Vinterhalvår | 16,8  | 47,1  | 133            | 0  |
| 2009  | Kalenderår   | 15,3  | 64,7  | 324            | 1  |
| 2009  | Vinterhalvår | 14,5  | 64,7  | 166            | 1  |
| 2010  | Kalenderår   | 15,2  | 40,5  | 323            | 0  |

Det fanns även medelvärden för oktobermånad 2009 för Stadsparken och Algatan. Medelvärdet i Stadsparken var 12,9 µg/m<sup>3</sup> och 15,4 µg/m<sup>3</sup> på Algatan. På båda platserna var två mätare placerade. Resultat från dessa båda mätare medelvärdesbildades sedan enskilt för de båda platserna.

#### Uppmätta halter av PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>

För partiklar fanns uppmätta halter för PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub> från mätstationen som representerar Trelleborgs tätort (station 1081). I tabell 4 redovisas årsmedelvärde, maxvärde samt antal dygn för överstigande av olika nivåer PM 2,5.

Tabell 4: Uppmätta halter av PM<sub>2,5</sub> vid station 1081 i centrala Trelleborg.

| Årtal | Tidsperiod | Medelvärde PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup> | Max dygns medel PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup> | Antal dygn medel PM <sub>2.5</sub> > 15 µg/m <sup>3</sup> | Antal dygn medel PM <sub>2.5</sub> > 20 µg/m <sup>3</sup> | 90%il dygns medel PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup> | 98%il dygns medel PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup> | Antal mät dygn |
|-------|------------|--|---|---|---|---|---|----------------|
| 2009  | Kalenderår | 7,9  | 53,6  | 24  | 6   | 14,7  | 20,2  | 276            |

Årsmedelvärdet vid mätstationen överskrider inte WHO:s riktvärde på 10 µg/m<sup>3</sup>. Halterna 20 µg/m<sup>3</sup>/dygn som dygnsmedelvärde och 12 µg/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för partiklar (PM<sub>2,5</sub>) ska underskridas år 2010. Dygnmedelvärdet får överskridas högst 37 dygn per år. I Trelleborg överskrids detta värde 6 gånger. Det högsta dygnsmedelvärdet under perioden är 53,6 µg/m<sup>3</sup>/dygn, vilket innebär att WHO:s rekommendation på överskrids en av tre tillåtna gånger per år. Halt är dock högre än Institutet för Miljömedicins hälsobaserade lågrisknivå riktvärde på 10 µg/m<sup>3</sup>/dygn.

Mätvärden för PM<sub>10</sub> redovisas i tabell 5. Riktvärdet för årsmedelvärdet enligt WHO och Miljökvalitetsmålet är 20 µg/m<sup>3</sup>, detta överskreds inte för något av åren 2008-2010.

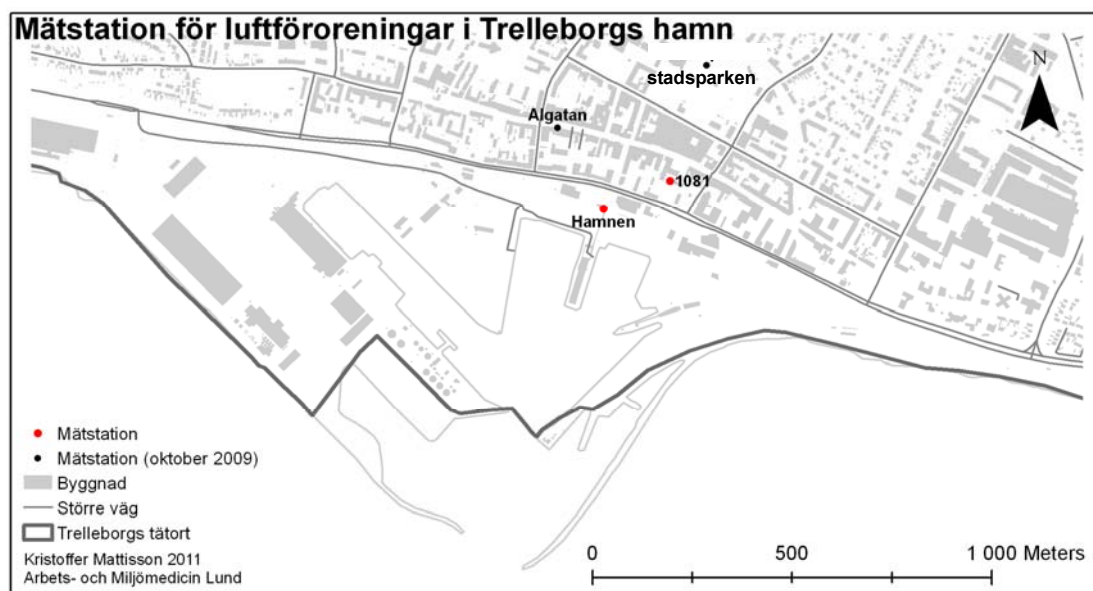
Tabell 5: Uppmätta halter av PM<sub>10</sub> vid station 1081 i centrala Trelleborg

| Årtal | Tidsperiod   | Medelvärde<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | Max<br>dygns<br>medel<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | Antal<br>dygn<br>medel<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | Antal<br>dygn<br>medel<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | Antal<br>dygn<br>medel<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | 90%il<br>dygns<br>medel<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | 98%il<br>dygns<br>medel<br>PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | Antal<br>mät<br>dygn |
|-------|--------------|---|--|---|---|---|--|--|----------------------|
| 2008  | Kalenderår   | 18.3                                    | 92.2   | 55  | 16  | 4   | 30.6   | 40.9   | 288                  |
| 2008  | Vinterhalvår | 17.8                                    | 69.5   | 27  | 12  | 1   | 30.8   | 39.3   | 163                  |
| 2009  | Kalenderår   | 16.5                                    | 69.5   | 35  | 11  | 1   | 26.1   | 38.8   | 304                  |
| 2009  | Vinterhalvår | 17.6                                    | 59.4   | 25  | 9   | 2   | 28.9   | 46.1   | 154                  |
| 2010  | Kalenderår   | 17.4                                    | 59.4   | 45  | 16  | 3   | 29.0   | 45.5   | 294                  |

Riktvärdet för dygnshalter skiljer sig mellan WHO och Miljökvalitetsmålet. WHO:s dygnsmedel på över 50 µg/m<sup>3</sup>/dygn är tillåtet att överskridas 3 ggr/år och rekommendationen överskrids därför för 2008. IMM:s hälsobaserade lågrisknivå på 30 µg/m<sup>3</sup>/dygn överskrids ett flertal gånger samtliga år.

## Trelleborgs hamn

En källa som bidrar till NO<sub>2</sub> halterna i luften i Trelleborgs tätort är hamnverksamheten. Trelleborgs hamn AB har undersökt hamnens luftföroreningsutsläpp baserat på två typveckor 2007 (WSP 2007). Med hjälp av uppgifter om trafik och verksamhet i hamnen under dessa två typveckor har mängden NO<sub>2</sub>-utsläpp från hamnen 2007 beräknats. Den totala mängden utsläpp av kvävedioxid 2007 från hamnen var 770 ton. Av detta beräknades fartygstrafiken stå för 705 ton. Man bör dock ha i åtanke att det sker transport till och från hamnen med fordon som också släpper ut luftföroreningar, bland annat partiklar och NO<sub>2</sub>.



Figur 2: Översigtsbild över placering av mätstationer i centrala Trelleborg och Trelleborgs hamn.

Trelleborgs hamn AB har också genomfört egna mätningar av kvävedioxidhalten i luften på området (Figur 2). Mätaren var placerad så att halter från färjetrafik och övrig verksamhet på området skulle inkluderas. Medelvärdet av dygnsvärdet 2009 var 27,5 µg/m<sup>3</sup>. Från den 6

oktober och framåt gjordes korrigeringar av värdena eftersom fel på mätutrustningen upptäckts. Det kan dock ha varit så att detta fel funnits under längre tid, då underhåll av mätutrustningen gjordes i slutet av sommaren, detta skulle motsvara runt dag 240 och framåt.

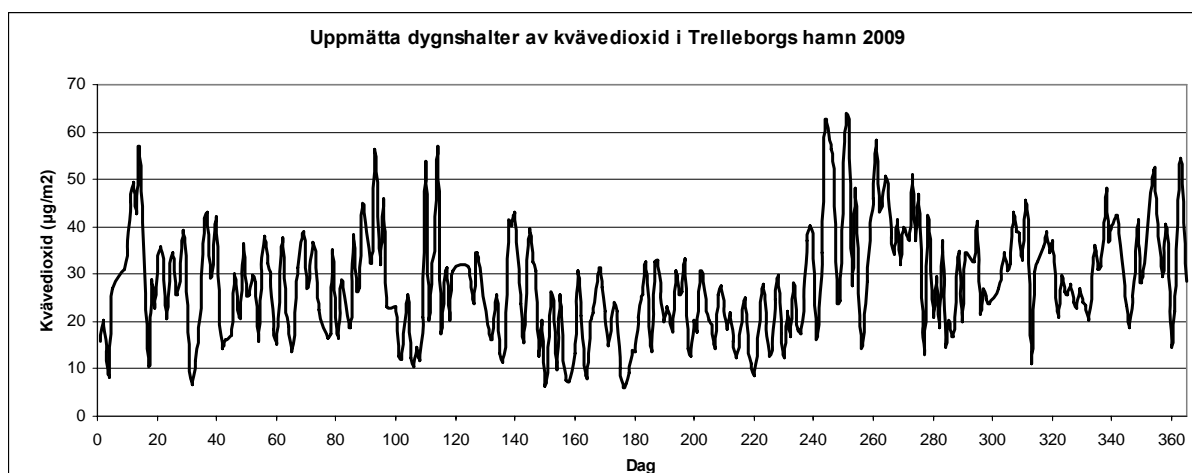


Diagram 1: Dynghalter av NO<sub>2</sub> i Trelleborgs hamn under 2009.

För att få en uppfattning om hur halterna i station 1081 som ska vara representativ för Trelleborgs tätort påverkas av värdena i hamnen gjordes en jämförelse mellan mätvärden i Trelleborgs hamn, Trelleborgs tätort och bakgrundshalten i Skåne i form av en mätstation i Vavihill för 2009 (Diagram 2).

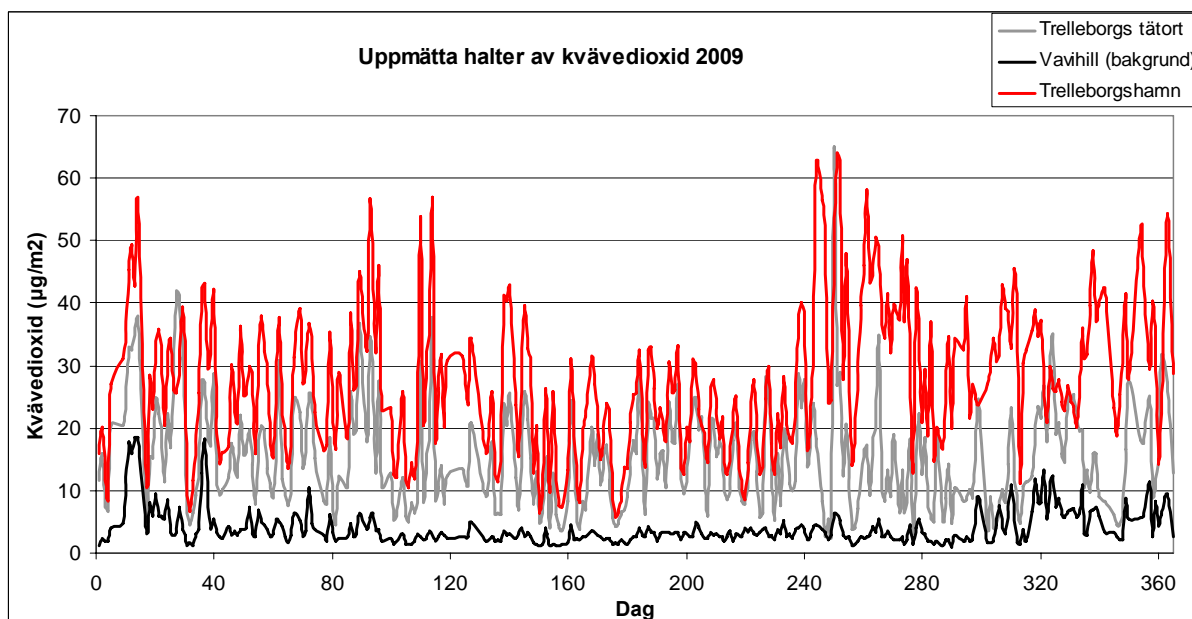


Diagram 2: Dynghalter av NO<sub>2</sub> i Trelleborgs hamn under 2009

Mätplatsen för bakgrundshalten i Trelleborg (station 1081) och mätpunkten i Trelleborgs hamn var placerade med ungefär 200 meters mellanrum. Detta innebär att värdena i dessa två mätstationer kan tänkas ha ett starkt samband. Överensstämmelsen mellan mätvärden som representerar Trelleborgs tätort och Trelleborgs hamn är sämre efter dag 240, vilket skulle kunna förklaras av fel på mätutrustningen som korrigerats. Trots det korta avståndet är det relativt stor skillnad på tätortsvärdena och hamnvärdena (Diagram 3).

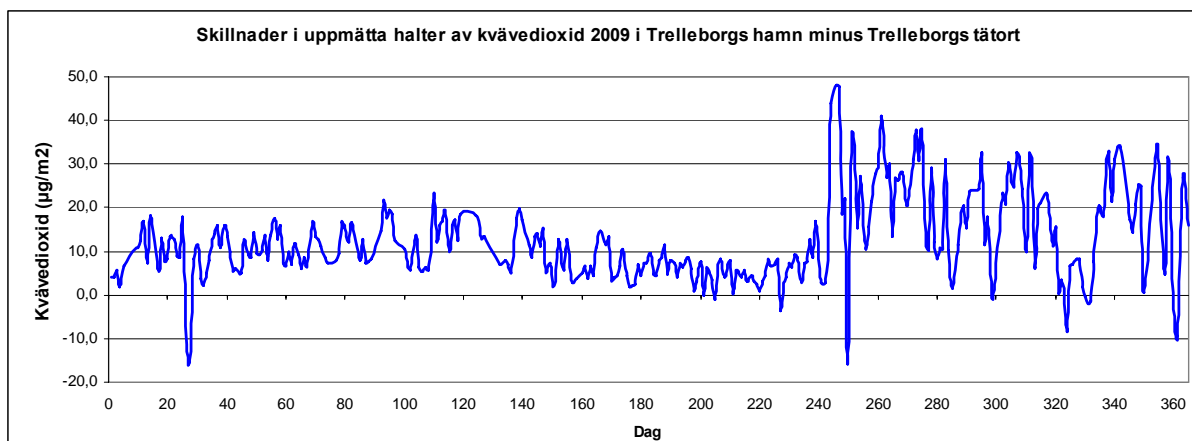


Diagram 3: Differens i halten av kvävedioxid mellan Trelleborgs hamn och bakgrundhalten i Trelleborgs tätort 2009. Totalt fanns mätvärden tillgängliga för 319 dagar.

För att se om värdena i hamnen kunde förklara värdena vid station 1081 avsattes dessa värden mot varandra (Diagram 4).

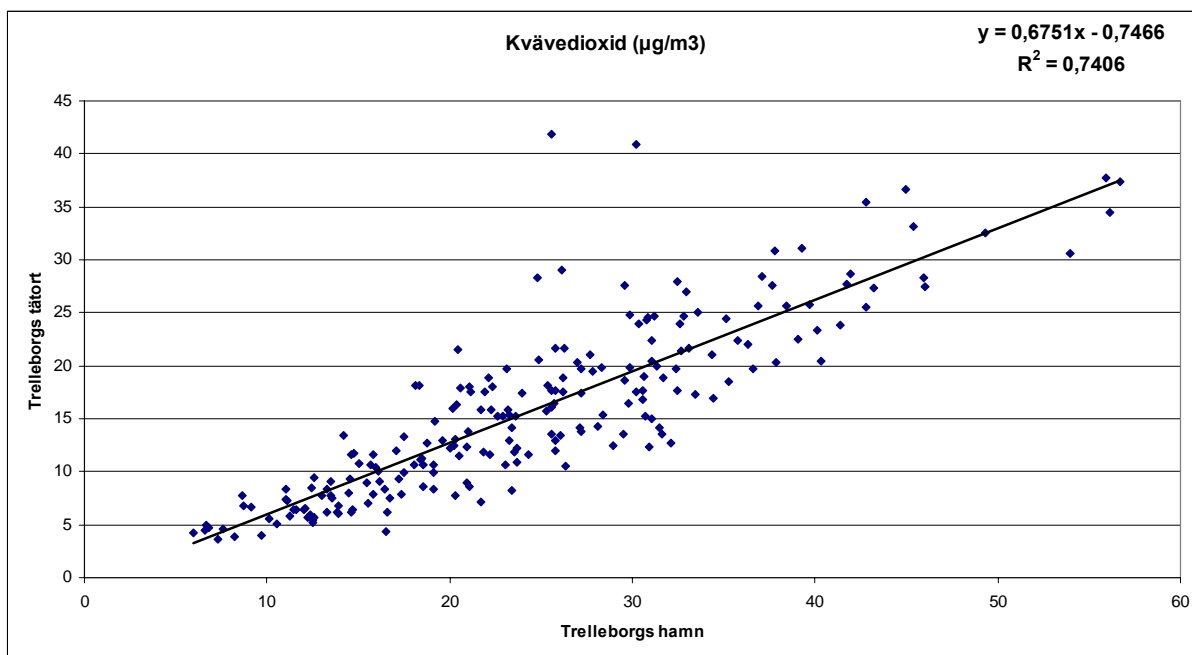


Diagram 4: Värden i Trelleborgs hamn avsatta mot värden i Trelleborgs tätort. Endast mätvärden från dag 1-240 har inkluderats beroende på att det efter dag 240 gjordes korrigeringar av mätvärdena beroende på fel i mätutrustningen.

Mätvärdena av NO<sub>2</sub> i Trelleborgs hamn och Trelleborgs tätort verkar ha ett starkt samband.

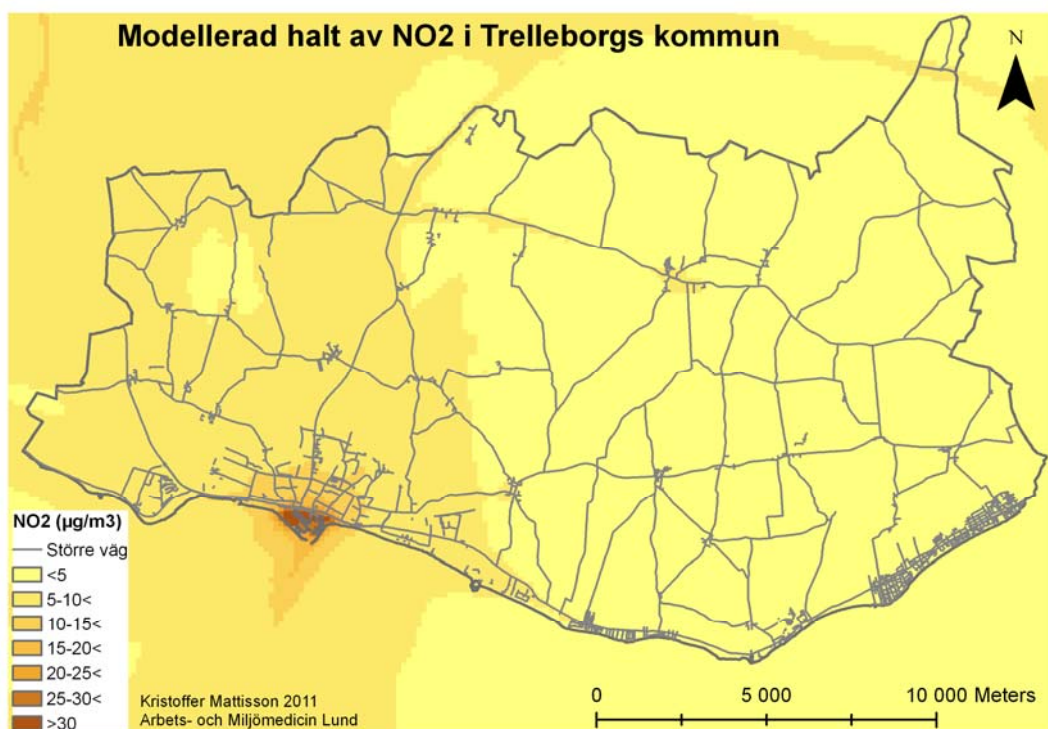
## Modellering av NO<sub>2</sub> i Trelleborgs kommun

Modelleringen av NO<sub>2</sub> har gjorts av Miljöförvaltningen i Malmö (Skånes luftvårdsförbund och Malmö stad 2009) med hjälp av en emissionsdatabas samt en spridningsmodell med basår 2008 (Gustafsson, 2007). Hela kommunen delades in i ett rutnät med 150x150m stora rutor, där halten NO<sub>x</sub> beräknades för varje ruta. De källor till utsläpp av NO<sub>x</sub> som är inkluderade i modelleringen är vägtrafik, industri och energi, arbetsmaskiner och arbetsredskap, jordbruk och skogsbruk, småskalig uppvärmning och övrig trafik (sjöfart, tåg- och flygtrafik). Emissioner är i viss mån inlagda som schablonhalter, speciellt rörande fartygstrafiken. Modelleringen avser NO<sub>x</sub> -halter, som sedan räknats om till NO<sub>2</sub> enligt en empirisk formel framtagen av Miljöförvaltningen i Malmö (Stroh 2011):

$$\text{NO}_2 = \text{NO}_x^{(0.74+(28/(\text{NO}_x+153)))}$$

Denna formel är specifikt framtagen för Malmö men ansågs på ett tillfredställande sätt representera Trelleborg. Till värden från modelleringen har långväga bidrag av NO<sub>2</sub> tillagts 2 µg/m<sup>3</sup>, baserat på jämförelser av tidigare uppmätta och beräknade NO<sub>2</sub>-halter i Skåne (Jakobsson et al. 2011).

Exponering kopplades till de enskilda individerna i kommunen genom koordinater för varje individ i centroiden, det vill säga mittpunkten, av den fastighet som personen var folkbokförd på den 31 december 2008. Exponeringen av NO<sub>2</sub> för varje individ plockades ut i dessa punkter och delades in i klasser för varje 5 µg/m<sup>3</sup> exponering av NO<sub>2</sub>. Bilden nedan visar nivåer av NO<sub>2</sub> för hela Trelleborgs kommun (Figur 3).



Figur 3: Modellerad halt av NO<sub>2</sub> i Trelleborgs kommun. NO<sub>2</sub> halter har beräknats för varje 150x150m ruta i ett rutnät över hela kommunen.

Trelleborgs tätort har enligt modelleringen de högsta nivåerna av NO<sub>2</sub> i luften. Modelleringen visar att de västra delarna av kommunen har högre nivåer än de östra delarna. Antalet

personer som var utsatta för de olika halterna av NO<sub>2</sub> i hela Trelleborgs kommun redovisas i tabell 7. Totalt var det 41 408 personer som bodde i Trelleborgs kommun 31 december 2008.

Tabell 7: Antal personer exponerade för olika halter modellerad NO<sub>2</sub> vid bostad i Trelleborgs kommun. Halter är modellerade årsmedelvärden i ett 150x150m rutnät.

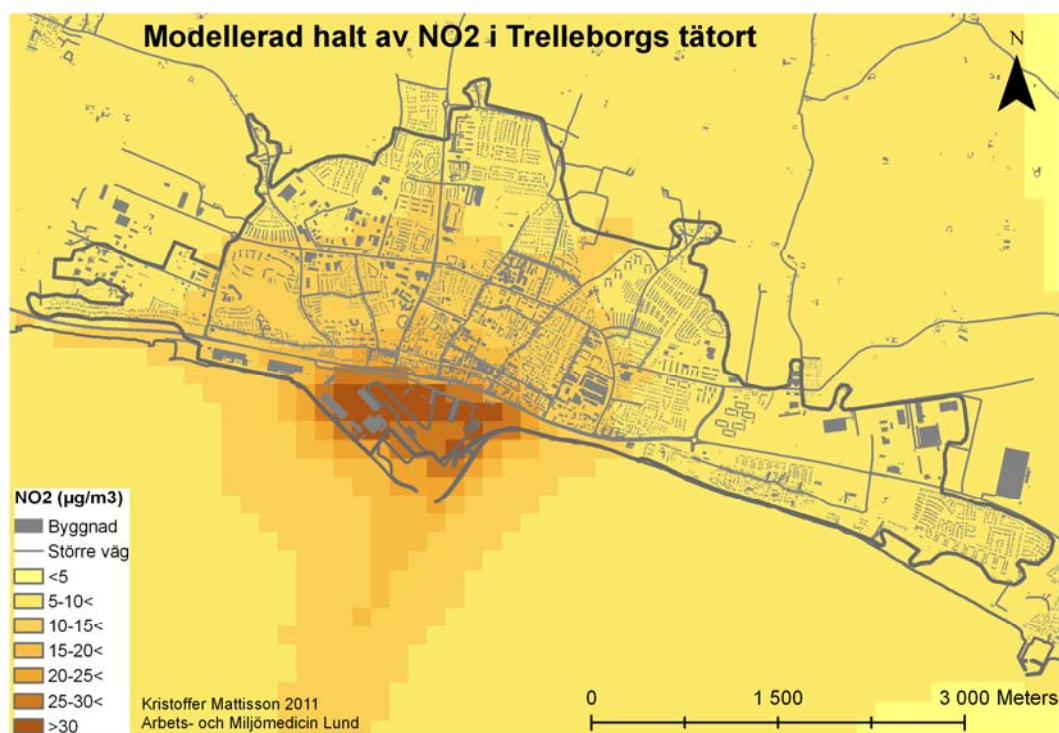
| Exponering NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Antal |
|---|-------|
| <5  | 8374  |
| 5-10<   | 18126 |
| 10-15<  | 10722 |
| 15-20<  | 2753  |
| 20-25<  | 1370  |
| >25   | 63    |

Den genomsnittliga exponeringen för kvävedioxid i Trelleborgs kommun var 9,2 µg/m<sup>3</sup>.

Samtliga invånare i kommunen är enligt modelleringen utsatta för årsmedelhalter vid sina hem som är lägre än WHO:s riktvärde på 40 µg/m<sup>3</sup>. Miljömålet på 20 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> i luft överskrids för ungefär 1400 personer enligt modelleringen och 63 personer beräknas vara utsatta för årsmedelhalter över 25 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>. Den högsta exponeringen för NO<sub>2</sub>, beräknad som årsmedelvärde, var 26 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>.

#### *Trelleborgs tätort*

Baserat på tätortgränser som SCB tagit fram kopplades halterna av NO<sub>2</sub> även till de invånare som bodde i Trelleborgs tätort. Figur 4 visar att NO<sub>2</sub> nivåerna i Trelleborgs tätort är högst i området kring hamnen i Trelleborg.



Figur 4: Modellerad halt av NO<sub>2</sub> i Trelleborgstätort. NO<sub>2</sub> halter har beräknats för varje 150x150m ruta i ett rutnät över hela kommunen.

Antalet personer som bodde i Trelleborgs tätort 31 december 2008 var 25 818. Exponeringen av NO<sub>2</sub> för dessa individer redovisas i tabell 8.

Tabell 8: Antal personer exponerade för olika halter modellerad NO<sub>2</sub> vid bostad i Trelleborgs tätort. NO<sub>2</sub> halter har beräknats för varje 150x150m ruta i ett rutnät över hela kommunen.

| Exponering NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Antal |
|---|-------|
| <5  | 0     |
| 5-10<   | 10910 |
| 10-15<  | 10722 |
| 15-20<  | 2753  |
| 20-25<  | 1370  |
| >25   | 63    |

Den genomsnittliga exponeringen för kvävedioxid i Trelleborgs tätort var 11,7 µg/m<sup>3</sup>.

En jämförelse av tabell 7 och 8 visar att samtliga personer i Trelleborgs kommun som är utsatta för exponeringar av NO<sub>2</sub> över 10 µg/m<sup>3</sup> bor i Trelleborgs tätort.

## Modellering av NO<sub>x</sub> i Trelleborgs kommun

De modellerade halterna av NO<sub>x</sub>, som legat till grund för de modellerade NO<sub>2</sub> halterna, kopplades till individer på samma sätt som för NO<sub>2</sub>. Till den källspecifika modelleringen av NO<sub>x</sub> halter adderades en bakgrundshalt på 3,1 µg/m<sup>3</sup>, baserat på en rapport från Skånes luftvårdsförbund och Malmö stad (2009). Antalet exponerade i olika intervall beräknades både för hela kommunen (Tabell 9) och tätorten Trelleborg (Tabell 10). NO<sub>x</sub> halterna följer samma mönster som NO<sub>2</sub> då de är framtagna ur samma modellering.

Tabell 9: Antal personer exponerade för olika halter modellerad NO<sub>x</sub> vid bostad i Trelleborgs kommun. Halter är modellerade årsmedelvärden i ett 150x150m rutnät.

| Exponering NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Antal |
|---|-------|
| 5<  | 251   |
| 5-10<   | 17322 |
| 10-15<  | 13019 |
| 15-20<  | 6509  |
| 20-25<  | 1642  |
| 25-30<  | 2017  |
| 30-35<  | 442   |
| >35   | 206   |

Maxvärdet av årsmedelxponeringen i Trelleborg var 39 µg/m<sup>3</sup>. Medelvärdet i Trelleborgs kommun var 12,1 µg/m<sup>3</sup>.



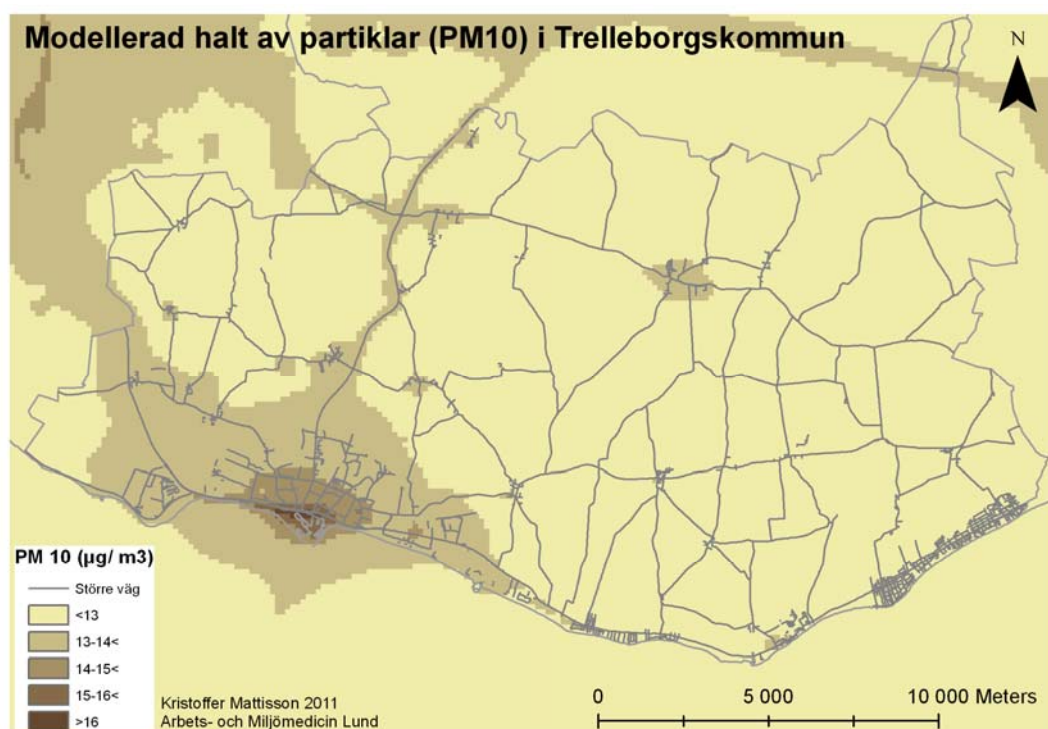
Tabell 10: Antal personer exponerade för olika halter modellerad NO<sub>2</sub> vid bostad i Trelleborgs tätort. NO<sub>2</sub> halter har beräknats för varje 150x150m ruta i ett rutnät över hela kommunen.

| Exponering NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Antal |
|---|-------|
| 5-10<   | 2368  |
| 10-15<  | 12634 |
| 15-20<  | 6509  |
| 20-25<  | 1642  |
| 25-30<  | 2017  |
| 30-35<  | 442   |
| >35   | 206   |

Medelvärde för Trelleborgs tätort var 15,5 µg/m<sup>3</sup>.

### Modellering av partiklar (PM<sub>10</sub>) i Trelleborgs kommun

Halter av PM<sub>10</sub> har modellerats baserat på samma emissionsdatabas och spridningsmodell med basår 2008 som använts för NO<sub>x</sub> modelleringarna (Gustafsson, 2007). Osäkerheten i modelleringen av PM<sub>10</sub> är dock större än för NO<sub>x</sub>. Samma utsläppskällor har legat till grund för modelleringarna. Till det modellerade utsläppen har en bakgrundhalt på 12,5 µg/m<sup>3</sup> adderats, baserat på en bedömning att detta motsvarar bakgrundhalter i Skåne (Skånes luftvårdsförbund och Malmö stad 2009). En upplösning på 150x150m har använts för att modellera PM<sub>10</sub> i hela Trelleborgs kommun (Figur 5).



Figur 5: Modellerad årsmedelhalter av PM<sub>10</sub> i Trelleborgs tätort för 2009. PM<sub>10</sub> halter har beräknats för varje 150x150m ruta i ett rutnät över hela Trelleborgs kommun.

Halten av PM<sub>10</sub> är relativt homogen i hela kommunen, med högre halter främst inne i Trelleborgs tätort. På landsbygden i Trelleborg ligger de modellerade halterna kring 13 µg/m<sup>3</sup>



och i tätorten runt 14-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det högsta modellerade halterna av  $\text{PM}_{10}$  finns i området kring Trelleborgs hamn.

Det modellerade halterna av  $\text{PM}_{10}$  kopplades till bostaden för invånarna i hela kommunen (N=41 408), samt separat också till de personer som bodde i Trelleborgs tätort (N=25 818), på samma sätt som för  $\text{NO}_2$ . I Trelleborgs kommun är skillnaderna (12-16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i exponering för  $\text{PM}_{10}$  vid bostaden relativt små (Tabell 11).

Tabell 11: Antal personer exponerade för olika halter modellerad  $\text{PM}_{10}$  vid bostad i Trelleborgskommun. Halterna är årsmedelhalter modellerade i ett 150x150m rutnät, där dygnsvärden har beräknats och omvandlats till årsmedel.

| Exponering $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Antal |
|--|-------|
| <13  | 8747  |
| 13-14<   | 18741 |
| 14-15<   | 10538 |
| >15  | 3382  |

Den genomsnittliga exponeringen för  $\text{PM}_{10}$  i Trelleborgs kommun var 13,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Enligt de modellerade halterna var det ingen i Trelleborgs kommun som var exponerad för  $\text{PM}_{10}$  halter i luften som överskred Miljökvalitetsmålet eller WHO:s rekommendationer på 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den högsta exponeringen för  $\text{PM}_{10}$  vid bostad var precis under 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Den modellerade exponeringen kopplades också till de personer som bodde inne i Trelleborgs tätort (Tabell 12).

Tabell 12: Antal personer exponerade för olika halter modellerad  $\text{PM}_{10}$  vid bostad i Trelleborgstätort. Halter är modellerade i ett 150x150m rutnät.

| Exponering $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Antal |
|--|-------|
| <13  | 0     |
| 13-14<   | 11898 |
| 14-15<   | 10538 |
| >15  | 3382  |

Den genomsnittliga exponeringen för  $\text{PM}_{10}$  i Trelleborgs tätort var 14,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En jämförelse av tabell 6 och tabell 7 visar att samtliga personer som är exponerade för nivåer högre än 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  av  $\text{PM}_{10}$  i luften vid bostad bor i Trelleborgs tätort, precis som för exponering av  $\text{NO}_2$ .

## Osäkerhet vid modellering

När man tolkar resultat från modelleringar bör man ha i åtanke att detta inte är faktiska värden. Ambitionen med modellerna är att på bästa möjliga sätt representera verkligheten. Genom att använda sig av modeller har man möjlighet att undersöka luftföroreningar för ett mycket större område eller ett större antal personer än vad man annars kan göra. Det är inte ekonomiskt möjligt att mäta exponering för hela Trelleborgs kommun. Det är också så att det vid mätningar finns flera felkällor. Modellering anses därför vara ett bra verktyg för att kunna undersöka större befolkningar. Osäkerheten i modelleringarna av  $\text{PM}_{10}$  i denna rapport är större än för  $\text{NO}_x$ .

För att få en uppfattning om hur modellerade värden och uppmätta värden kan skilja sig åt för Trelleborgs kommun jämfördes uppmätta från 2009 värden och modellerade värden representativa för 2009 för mätstation 1081 och mätstationen i hamnen (Tabell 13).

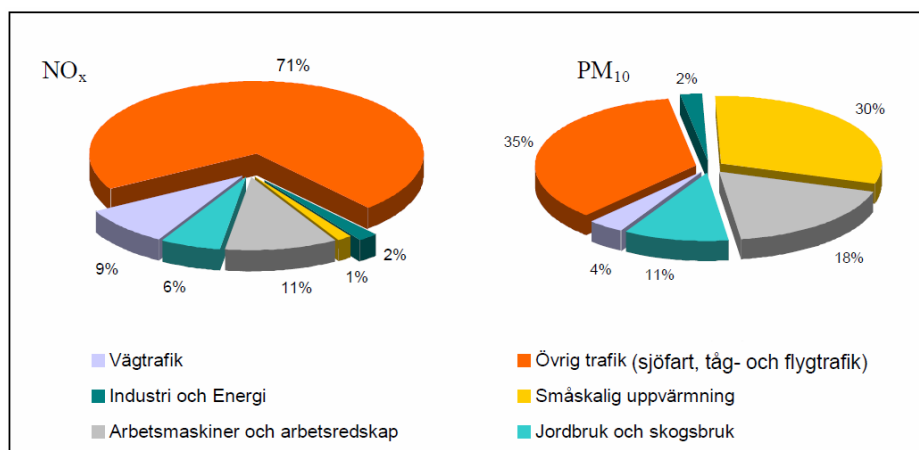
Tabell 13: Uppmätta respektive modellerade halter av NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) för kalenderåret 2009.

| Mätstation | Uppmätt värde | Modellerat värde |
|------------|---------------|------------------|
| Hamnen     | 27,5          | 30               |
| 1081       | 15,3          | 21,2             |

Tabell 11 visar att det verkar vara en överskattning av modellerade värden i jämförelse med uppmätta. Det är dock så att de källor som släpper ut luftföroreningar i modelleringen har utgångspunkt i 2008 och uppdateras efterhand. Detta innebär att man inte kan säga att de modellerade värdena representerar exakt 2009, vilket de har antagits göra i denna modellering. Värdena för vinterhalvåret 2008, det år källorna baseras på, låg till exempel på knappt 2 µg/m<sup>3</sup> högre. Källor till luftföroreningar som ligger till grund för modelleringarna är mer eller mindre kompletta. En källa som till exempel bedöms behöva kompletteras är sjötrafiken, vilket kan ha ett stort inflyttande på modellerade värden i hamnstäder som Trelleborg. Om kompletteringar görs för de källor som ligger till grund för beräkningarna så skulle det finnas möjligheter att öka säkerheten i resultatet av modelleringarna.

## Emissioner till luft från Trelleborgs kommun

En rapport med modellerade halter av partiklar och NO<sub>x</sub> i hela Skåne har sammanställts av Skånes luftvårdsförbund och Malmö stad (2009). Enligt denna rapport så är de totala utsläppen i Trelleborg 2246 ton/år, vilket motsvarar 8,8 % av det totala utsläppet av NO<sub>x</sub> i Skåne. Det totala utsläppet av PM<sub>10</sub> är 121 ton/år, vilket motsvarar 3,9 % av det totala utsläppet i Skåne. Utsläppen för enskilda källor redovisas också i denna rapport (Figur 6)



Figur 6: Procentuell andel utsläpp av modellerade halter NO<sub>x</sub> och PM<sub>10</sub> från olika källor i Trelleborgs kommun (Skånes luftvårdsförbund och Malmö stad 2009).

Enligt modelleringen är övrig trafik (i Trelleborg främst sjöfart) den största källan till utsläpp av NO<sub>x</sub> med 71 % av de totala utsläppen i Trelleborg. Även för partiklar är övrig trafik den största källan till utsläpp i Trelleborg med 35 % av utsläppen, tätt följd av småskalig uppvärmning med 30 %.

## **Referenser**

Gustafsson S. Uppbyggnad och validering av emissionsdatabas avseende luftföroreningar för Skåne med basår 2001. Licenciatavhandling, Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys, Lunds universitet, 2007.

Jakobsson K, Stroh E och Rittner R. (2011), Befolkningens exponering för luftföroreningar i Skåne, Rapport 6/2011, Arbets- och Miljömedicin i Lund

Skånes luftvårdsförbund och Malmö stad 2009, Emissioner och luftkvalitet i Skånes kommuner, <http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/miljo-och-klimat/tillstandet-i-miljon/luft/skanes-luftvardsforbund/rapporter/Pages/Publikationer.aspx>

Stroh Emilie (2011), The use of GIS in assessing exposure to airborne pollutants, Doctoral Thesis, Occupational and environmental Medicine, Lund University

IVL 2011, Hämtad från: [www.ivl.se/](http://www.ivl.se/), Hämtad den: 23 augusti 2011

WSP (2007) RAPPORT- Lågfrekvent buller från färjor i Trelleborgs hamn. Mätning och beräkning för bostäder längs med Järnvägs-, Hamn- och Strandgatan., Rapport för Trelleborgs hamn AB

## 4. RISKBEDÖMNING: HÄLSOEFFEKTER AV LUFTFÖRORENINGAR I TRELLEBORG

Effekterna från luftföroreningar på hälsa i Sverige har kvantifieras av Socialstyrelsen med hjälp av svenska och internationella studier (Tabell 14). Det finns ingen anledning att tro att riskestimatet skulle skilja sig åt för Trelleborg jämfört med övriga Sverige. Det som utmärker Trelleborg är den höga halten av luftföroreningar från hamnen, men det saknas vetenskapligt underlag för att använda olika dos-respons samband beroende på källtyp. Därför får beräkningar på effekt göras utifrån de kända generella riktlinjerna för PM och NO<sub>x</sub> oavsett källa.

Viktigt att notera är att hälsoeffekter har setts även under de hälsobaserade riktvärdena, särskilt för PM<sub>2.5</sub>, där ingen lägsta tröskelnivå kunnat påvisas och effekter setts vid mycket låga nivåer. Samma sak gäller för NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, där effekter i Sverige setts vid halter från 19 µg/m<sup>3</sup> men där effekterna troligen inte kan tillskrivas NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> i sig, utan snarare är en indikator på att den samlade halten trafikavgaser är hälsovådlig.

Tabell 14: Översikt luftföroreningars hälsoeffekter

| <b>Tabell 6.3. Riskbedömning</b>   |  |  |  |  |            |
|--|--|--|--|--|------------|
| Översikt av luftföroreningars hälsoeffekter i Sverige, baserat på svenska skattningar av befolkningens exponering och internationella befolkningsstudier av sambandet mellan exponering och hälsoeffekt. |  |  |  |  |            |
| Luftförorening   | Hälsoeffekt  | Skattad befolknings-exponering i Sverige   | Samband mellan exponering och effekt   | Beräknad total hälsoeffekt hos befolkningen  | Trend      |
| PM <sub>2.5</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>  | Förkortning av förväntad livslängd                           | 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2.5</sub> (1; 2; 3); 6,3 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (5); 7 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub> (6) | 6–13 % ökad dödlighet per 10 µg/m <sup>3</sup> (4; 5; 7)   | Ca 6–8 månader kortare medellivslängd vilket motsvarar ca 3 000 förtida dödsfall per år  | Oförändrad |
| PM <sub>10</sub>   | Sänkt lungfunktion i vuxen ålder                             | 19 µg/m <sup>3</sup> (1; 2)  | 58 % ökad risk för sänkt lungfunktion per 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> vid årsmedel över 15 µg/m <sup>3</sup> (8) | I en årskull (ca 10 000 personer) har ca 2 800 sänkt lungfunktion när de når vuxen ålder, och för ca 600 av dessa har luftföroreningar bidragit till den låga lungfunktionen | Oförändrad |
| NO <sub>2</sub>  | Lungcancer   | 6,3 µg/m <sup>3</sup> (5)  | 40 % ökad risk för lungcancer per 30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (9)   | Av ca 3 000 nya fall av lungcancer som upptäcks årligen i Sverige har luftföroreningar bidragit till ca 200–300 fall   | Oförändrad |
| PM <sub>10</sub> /NO <sub>2</sub>  | Sjukhusinläggning för sjukdomar i hjärta, kärl och luftvägar | 19 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> ; 6,3 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (10)   | 0,5–3 % fler inläggningar per 10 µg/m <sup>3</sup> (5; 11)   | Av ca 300 000 inläggningar orsakas 600–1 500 av luftföroreningar   | Oförändrad |
| NO <sub>2</sub>  | Besvärddagar (restricted activity days)                      | 6,3 µg/m <sup>3</sup> (5)  | 400 000 fler besvärddagar per år per 1 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (12)  | Ca 1 000 000 extra besvärddagar per år   | Oförändrad |

(1) NMHE 07  
 (2) Forsberg et al. 2005 [2]  
 (3) Förre beräkningen av hälsoeffekten är en uppskattad naturlig bakgrund om 3,0 µg/m<sup>3</sup> frånräknad, baserat på Forsberg et al. 2005 [2]  
 (4) Bellander et al. 1999 [38]  
 (5) Sjöberg et al. 2007 [3]  
 (6) NO<sub>x</sub> har antagits vara i genomsnitt, baserat på Trängselavgifter i Stockholm. [39]  
 (7) Naftstad et al. 2004 [40]  
 (8) Lövenheim et al. 2007 [33], med beräkningar baserade på Gauderman et al. 2004 [41]  
 (9) Nyberg et al. 2000 [36]  
 (10) I beräkningen av hälsoeffekter har 9 µg/m<sup>3</sup> undvikbar exponering för PM<sub>10</sub> antagits, samt att inga hälsoeffekter av NO<sub>2</sub> uppträder under dagar med <10 µg/m<sup>3</sup>  
 (11) Atkinson 2001 [32] och LeTortre 2002 [34]  
 (12) Samakovlis 2005 [31]

## Rapporterade besvär i enkäten Folkhälsa i Skåne 2008

En bred enkät om hälsa, livsstilsfaktorer, levnadsförhållanden och miljö skickades ut 2008 till drygt 52 000 personer och besvarades av drygt 28 000 (54%; Region Skåne 2009). En specialbearbetning av enkäten har gjorts vid Arbets- och miljömedicin som underlag för detta utlåtande. Jämförelse har gjorts mellan Trelleborgs kommun och med tre kommuner (Landskrona, Ängelholm, Hässleholm) som är jämförbara med Trelleborg med avseende på folkmängd (Tabell 15).

Tabell 15: Besvärande luftföroreningar i bostadens omgivning\* samt modellerad NO<sub>2</sub>-exponering (årsmedelvärden)

|                    | Årsmedel<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Andel >10<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Ja    | Nej   | Ingen åsikt |
|--------------------|--|---------------------------------------|-------|-------|-------------|
| Trelleborg (N=442) | 9,1                                      | 33 %                                  | 21,7% | 72,9% | 5,2%        |
| Landskrona (N=370) | 8,5                                      | 0 %                                   | 13,2% | 81,4% | 5,4%        |
| Ängelholm (N=472)  | 6,3                                      | 0 %                                   | 11,7% | 84,3% | 4,0%        |
| Hässleholm (N=430) | 5,1                                      | 0 %                                   | 8,8%  | 88,1% | 3,0%        |

\*Frågan löd: Tänk på omgivningen där Du bor, tycker Du att det finns besvärande luftföroreningar?

▲ På grund av avrundningsfaktorn adderar procentandelarna inte alltid upp till 100.

Av tabell 15 framgår att besvärande luftföroreningar rapporteras av betydligt fler (var femte) tillfrågad i Trelleborg jämfört med övriga jämförbara kommuner (omkring var tionde person). I en tidigare rapport från Arbets- och Miljömedicin i Lund redovisas modellerade värden för samtliga Skånes kommuner (Jakobsson et al. 2011). Enligt denna rapport är Trelleborg den enda av de fyra städerna i tabell 15 som har invånare som är exponerade för årsmedelvärde av kvävedioxid på nivåer över 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vid bostad. I Landskrona är alla invånare utsatta för nivåer mellan 5-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , i Ängelholm är ungefär 20 % utsatta för nivåer under 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och 80% för nivåer mellan 5-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och i Hässleholm är hälften utsatta för mindre än 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och hälften för 5-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det verkar alltså finnas ett samband mellan framförallt högre exponering (exempelvis andel exponerade >10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmedelvärde) och upplevd störning.

### Referenser

Jakobsson K, Stroh E och Rittner R. (2011), Befolkningens exponering för luftföroreningar i Skåne, Rapport 6/2011, Arbets- och Miljömedicin i Lund

Region Skåne (2009), Hälsförhållanden i Skåne-Folkhälsoenkät Skåne 2008, Region Skåne

## **5. OSÄKERHETER KRING HÄLSOEFFEKTER FRÅN LUFTFÖRORENINGAR I TRELLEBORG**

De flesta epidemiologiska och toxikologiska studier har studerat sambandet mellan PM10/PM2,5, NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub> respektive O<sub>3</sub> och olika hälsoutfall. Sambandet mellan dessa och hälsoeffekter är nu välbelagda i vetenskapliga studier. Samtidigt som studier mäter sambandet mellan enskilda luftföroreningar och hälsoeffekter, så exponeras dock folk aldrig i verkligheten för enskilda föroreningar, utan nästan alltid för en mix av föroreningar från olika källor.

Pågående forskning kan förhoppningsvis leda till mer sofistikerade indikatorer speciellt för partikelföroreningar, för att ersätta den nuvarande mass-baserade standarder, som inkluderar en mix av partiklar från många källor och med olika sammansättning, med t.ex. antalsmätt av partiklar och med specifika kemiska innehåll.

Någon mer specificerad mätning av innehåll av partiklar etc. av luftföroreningar i Trelleborg saknas också, varför det finns lite grund att göra bedömning av detta. Källspecifika uppskattningar skulle kunna modelleras och användas för värdering av åtgärder från olika källor.

Generellt ligger nivåerna av luftföroreningar i Trelleborg under befintliga riktvärden, men forskning visar att halter på dessa nivåer ändå kan ge oönskade hälsoeffekter.

När det gäller partiklar finns det stark evidens för att partiklarna i sig är farliga, och alla typer av reduktioner som gjorts har lett till betydande hälsovinster.

När det gäller kväveoxider är det mer osäkert i vilken utsträckning dessa i sig själva är hälsofarliga, och i vilken utsträckning de indikerar att det sammanlagda avgasmolnet från trafik är hälsofarligt. Reduktion där ska därför troligen fokusera på att reducera totala emissioner från trafikällor, snarare än enbart just kväveoxidinnehållet.

## 6. MILJÖMEDICINSK BEDÖMNING OCH REKOMMENDATIONER

För kvävedioxid( $\text{NO}_2$ ) överskrider enligt den gjorda modelleringen miljökvalitetsmålet på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid bostäderna för drygt 1400 personer, samtliga av dessa bor i Trelleborgs tätort. Gällande partiklar ( $\text{PM}_{10}$ ) är det inga halter vid bostäder som enligt modelleringarna överskrider miljökvalitetsmålet och WHO:s rekommendationer på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Osäkerheten i modelleringarna av  $\text{PM}_{10}$  i denna rapport är dock större än för  $\text{NO}_2$ . Uppmätta dygnsmedelvärden av  $\text{PM}_{2,5}$  och  $\text{PM}_{10}$  överskrider IMM:s hälsobaserade lågrisknivåer.

Även om antalet personer som beräknas vara exponerade över riktvärdena är relativt få, är det viktigt att beakta att effekterna av luftföroreningar inte har visats ha någon tröskel under vilken ingen effekt observeras. Varje enhets ökning beräknas därför ha samma effekt, oavsett om den sker i lågdos- eller högdosområdet. Detta innebär att det ur folkhälsosynpunkt är angeläget att reducera exponeringen även för de stora grupper som exponeras för måttliga föroreningshalter.

WHO har publicerat riktlinjer för hur befintliga studier kan vägas ihop så att hälsoeffekter av en viss förändring kan beräknas. Utifrån resultatet av amerikanska studier har det beräknats att de förhöjda partikelhalterna i Sverige orsakar ca 5000 förtida dödsfall (3500 på grund av intransport av förorenad luft och 1800 på grund av lokala föroreningar) motsvarande 3 till 4 månaders kortare livslängd. Skåne är särskilt drabbat på grund av luftföroreningar från kontinenten. Luftföroreningarna beräknas genomsnittligen ge tio månaders kortare livslängd i skånska städer och sju månader kortare livslängd på landsbygden i Skåne. Detta motsvarar ca 950 förtida dödsfall i Skåne orsakade av luftföroreningar (att jämföras med 50-60 dödsfall i trafikolyckor). (Miljösamverkan Skåne 2009)

I Trelleborgs kommun varierar de modellerade nivåerna av kväveoxidhalter( $\text{NO}_x$ ) vid bostad mellan mindre än  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  och högre än  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Detta innebär att risken förknippad med luftföroreningar är fördelad olika inom kommunen. Den modellerade genomsnittliga årsexponeringen i kommunen var  $12,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det skulle enligt Nafstad et al. (2004) kunna innebära att de högst exponerade i Trelleborgs kommun löper en ökad risk avseende dödlighet i andningsorgans sjukdomar med runt 30% i jämförelse med den genomsnittliga exponeringen i kommunen.

En grov uppfattning om möjliga hälsovinster i Trelleborgs kommun av en sänkt halt av luftföroreningar (beräknat som årsmedelsvärde av  $\text{NO}_x$ ) kan fås från följande två exempel:

- I. Exponeringen för hela Trelleborgs tätort (25818 invånare) reduceras med  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hälsovinsten antas baserat på Nafstad (2004) vara 4% reduktion av alla dödsfall. Dödligheten i Skåne som helhet var år 2009 942,59 dödsfall per 100 000 invånare. Givet att dödligheten i Trelleborgs tätort ligger på samma nivå skulle detta innebära 243,4 dödsfall per år i tätorten. En minskning med 4% på grund av lägre föroreningsgrad skulle motsvara en hälsovinst på ca 10 färre dödsfall per år.
- II. Exponeringen för de som nu beräknas vara exponerade  $\geq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , reduceras med  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Detta gäller 4307 personer, samtliga bosatta i Trelleborgs tätort (södra delen av stadskärnan). Utifrån dödligheten i hela Skåne, se ovan, samt 8% reduktion av dödligheten enligt Nafstad (2004) skulle detta ge en hälsovinst med ca 3 färre dödsfall per år. Dessutom tyder skånska tvärsnittsstudier (Lindgren 2009) på att man kan förvänta sig en minskad förekomst av astma med ca 40% och KOL med ca 60% hos vuxna. Dessa effekter har dock inte reproducerats i

tillräckligt många andra studier och kan ej anses helt säkerställda. Dock är det välbelagt att det kan förväntas en minskad förekomst av akuta symtom av både astma och KOL.

Enligt studier som redovisas i avsnittet Hälsoeffekter av luftföroreningar kan man också förvänta sig hälsovinster i form av färre akutbesök, episoder av andningsbesvär, allergier samt färre insjuknande i lungcancer, men detta har ej närmre kunnat kvantifieras inom ramarna för denna rapport.

De uppmätta och modellerade värdena visar att de allra högsta nivåerna av luftföroreningar finns i Trelleborgs tätort och främst i närheten av hamnen. Genom att minska utsläppen från hamnen skulle även exponeringen av befolkningen i Trelleborg kunna minskas. För att tydligare säkerställa hur mycket luftföroreningar som kommer ifrån hamnen skulle det vara av intresse att göra en källspecifik modellering av bidraget från sjöfart. För att kunna göra en sådan modellering skulle bättre data behöva samlas in rörande bland annat fartygstrafiken i hamnen, samt övriga utsläppskällor relaterade till hamnverksamheten.

Trelleborgs invånare rapporterar mer störning av luftföroreningar i bostadens omgivning än invånarna i tre liknande kommuner i Skåne. En jämförelse baserad på modellering av luftföroreningsexponering visar att Trelleborgs invånare är de som är exponerade för de högsta nivåerna i dessa kommuner. Rangordningen mellan upplevd störning och modellerad exponering är den samma för de fyra kommunerna. Det talar för att den rapporterade störningen är relaterad till halterna av luftföroreningar.

En generell rekommendation när det gäller luftföroreningar är att all reducering förväntas ge hälsovinster. Genom att generellt minska emissionerna reduceras halten av alla de ämnen som kan vara skadliga för hälsan, oavsett om det gäller NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, partiklar eller någon annan luftförorening.

### **Referenser**

Miljösamverkan Skåne (2009), Miljökvalitetsnorm partiklar – Projekt inom Miljösamverkan Skåne,

Nafstad P. et al. (2004), Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. Environ Health Perspect., 112(5)610-5.



**Luftföroreningar som kvävedioxid och partiklar orsakar negativa hälsoeffekter t.ex. ökad förekomst av hjärt- och kärlsjukdomar, astma, bronkit och lungcancer. Detta leder i sin tur till ett ökat antal sjukhusinläggningar och en ökad dödlighet.**

**I detta miljömedicinska utlåtande utreds hälsoeffekter av luftföroreningar på invånarna i Trelleborgs kommun. Halterna av kvävedioxid och partiklar har modellerats över Trelleborgs kommun och kopplats till invånarnas exponering via bostad. Mätvärden på ett antal platser i Trelleborgs tätort har också analyserats för att ge en bättre bild av luftföroreningarna**



Arbets- och miljömedicin

221 85 LUND

Tel 046-17 31 85

Fax 046-17 31 80

E-post [amm@med.lu.se](mailto:amm@med.lu.se)

Internet: [www.ammlund.se](http://www.ammlund.se)