

# **Hälsoriskbedömning av fordonsavgaser vid lokalisering av förskolor i centrala Umeå**

Lars Modig, Bertil Forsberg  
Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet

Gunnar Omstedt mfl  
SMHI

Kontaktperson vid Miljö- och hälsoskyddskontoret, Umeå kommun  
Fredrik Lönneborg

## Innehåll

Bakgrund och syfte.....	4
Metod .....	6
Exponeringsbedömning.....	6
Studerade förskolor .....	6
Valda exponerings-responsfunktioner och konsekvensberäkningar .....	7
”Pip i bröstet” och astma.....	7
Lungfunktionspåverkan.....	8
Resultat.....	9
Diskussion .....	10
Referenser.....	13



## Bakgrund och syfte

Betydelsen av frisk luft för människors välbefinnande och hälsa har varit känd under lång tid, men det är först under de senaste 50 åren som problematiken med luftföroreningar börjat belysas på allvar. I dag finns det ett stort vetenskapligt underlag som beskriver luftföroreningarnas negativa hälsoeffekter både på barn och vuxna.

Världshälsoorganisationen (WHO) har vid ett flertal tillfällen lyft fram luftföroreningar som en av de viktigaste frågorna rörande barns hälsa, och hävdar att barn skall ses som en särskilt känslig grupp för luftföroreningsexponering. Sjukdomar i luftvägarna är en av de vanligaste dödsorsakerna bland barn i utvecklingsländer, och den vanligaste orsaken till sjuklighet (bl.a. astma) bland barn i mer industrialiserade länder<sup>1</sup>. Att barn anses vara en särskilt känslig grupp beror av flera olika faktorer, bland annat har barn en högre andningsfrekvens jämfört med vuxna vilket gör att exponeringsdosen blir högre vid samma exponeringsnivåer. Vidare kan barn inte på samma sätt som vuxna aktivt påverka sin exponering för miljöfaktorer, t.ex. genom att välja bostadsområde eller resvägar. Den kanske viktigaste faktorn är dock att barn är under tillväxt. Luftvägarna utvecklas i olika steg under och efter graviditeten, och växer sedan i storlek fram till sena tonåren<sup>2</sup>. Det är välkänt att sänkt lungfunktion ökar risken för sjuklighet även som vuxen, varför tillväxten av luftvägarna bör ske så opåverkad som möjligt. Det är fortfarande okänt om och i vilken utsträckning en nedsättning av lungfunktionen som barn kan återhämtas längre fram i livet.

Kopplingen mellan luftföroreningar och luftvägseffekter på barn är väl fastslagen, och har kunnat påvisas för olika typer av hälsoeffekter och för både kort- och långtidsexponering<sup>3,4</sup>. I en nyligen publicerad kunskapsöversikt beskrivs två huvudkategorier av luftföroreningseffekter på barn; där den första är effekter på luftvägarnas utveckling och risken att utveckla kroniska luftvägssjukdomar, och den andra är framkallande och förvärrande av symptom hos både friska barn och barn med befintliga luftvägsbesvär<sup>3</sup>.

Det finns ett antal studier som visat att barn som är bosatta i mer förorenade områden har en sämre lungfunktion jämfört med barn som bor i mindre exponerade områden. I en amerikansk studie följdes ett stort antal barn under 8 år (från 10 till 18 års ålder) och resultaten visade att de barn som bodde i de mest förorenade samhällena, baserat på mätningar av bland annat kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), hade en lägre lungfunktionstillväxt jämfört med de barn som bodde i mindre förorenade samhällen<sup>5</sup>. I samma studie visades också att barn som bodde nära högt trafikerade vägar hade en sämre lungfunktion jämfört med barn som bodde på ett större avstånd från sådana vägar. En liknande studie har även genomförts i Sverige inom den så kallade BAMSE-kohorten (Barn Allergi Miljö Stockholm Epidemiologi-projektet), och resultaten visade att barn som bodde mer exponerade för fordonsavgaser under första levnadsåret hade lägre lungfunktion vid 4 års ålder jämfört med barn som varit mindre exponerade<sup>6</sup>. Utöver de mer långsiktiga effekterna på lungfunktionen finns även studier som visat att korttidsvariationer av luftföroreningshalter har en akut påverkan på lungfunktionen både hos barn med och utan en underliggande luftvägssjukdom<sup>3</sup>.

Amerikanska "Health Effects Institute" har gjort en stor litteraturgenomgång och där det framgår tydliga samband mellan luftföroreningsexponering och astmatiska symptom, men även att det finns tecken på samband till uppkomst av astma hos barn<sup>4</sup>. Begreppet "luftvägssymtom" innefattar besvär såsom hosta, pip i bröstet, bronkit, hösnuva, astmatiska besvär m.fl., och förekomsten av dessa i befolkningen studeras oftast via enkäter i s.k. tvärsnittsstudier. Från Europa har det kommit flera välgjorda tvärsnittsstudier som visar att

rapportering av luftvägssymtom är signifikant vanligare för barn som är bosatta i mer exponerade omgivningar jämfört med barn som bor mindre exponerat<sup>3</sup>. En studie från Nederländerna visade att förekomsten av symtom var högre på skolor som låg inom 400 meter från en starkt trafikerad väg, och att besvären var värst för de barn som hade en underliggande allergi<sup>7</sup>. Under hösten 2011 publicerades en studie från Norrbotten som visade att förekomsten av pip i bröstet var högre bland barn som bor inom 200 meter från en väg med mycket tung trafik<sup>8</sup>. Förekomsten av luftvägssymtom är även tydligt kopplat till korttidsvariationer i luftföroreningshalter, med en ökad rapportering med stigande halter<sup>3</sup>.

Trots att resultaten från tvärsnittsstudier tydligt visar på sambandet mellan luftvägsbesvär och exponering, så kan de inte svara på frågan om luftföroreningar ger upphov till sjukdomar i andningsorganen utan kan bekräfta att förekomsten av symtom och sjukdom är högre i mer förorenade områden. För att studera uppkomst av sjukdomar krävs studier där friska barn följs under en längre tidsperiod, och där exponeringsnivåerna kan jämföras mellan de som utvecklar symtom eller sjukdom och de som är fortsatt friska. 2009 publicerades en vetenskaplig översiktsartikel som sammanfattade resultaten från alla studier mellan åren 2002 och 2008, som undersökt sambandet mellan uppkomst av luftvägssjukdom hos barn och exponering för fordonsavgaser<sup>9</sup>. Enligt författarna är det tydligt att luftföroreningar kan ge upphov till luftvägsbesvär och luftvägssjukdom, men att resultaten ofta är svåra att jämföra på grund av metodologiska skillnader. En svensk kohort-studie visade att det finns ett samband mellan fordonsavgaser och uppkomst av pip i bröstet, medan motsvarande samband inte kunde påvisas för diagnosticerad astma. I en studie från Tyskland visade författarna att barn som bodde inom 50 m från en högt trafikerad väg hade en ökad riska att utveckla astma, en risk som sedan avtog med ökat avstånd från vägen<sup>10</sup>.

Uppkomst av allergi diskuteras ofta i samband med fordonsavgaser, och trots att det finns studier som pekar på ett sådant samband så är det vetenskapliga underlaget fortfarande inte helt tydligt<sup>9</sup>.

I huvudsak används två olika metoder för att beskriva exponering för fordonsavgaser i epidemiologiska studier; direkt uppmätta eller beräknade halter av en specifik förorening och geografiskt exponeringsmått (tex avstånd till närmaste hög-trafikerade väg). Kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) och kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ) är tillsammans med partiklar mindre än  $10\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) och  $2,5\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ) i diameter vanligt studerade föroreningar i denna typ av studier.  $\text{NO}_x$  och  $\text{NO}_2$  verkar framförallt som indikatorvariabler på fordonsavgaser, då effekterna av dessa ämnen anses försumbara vid rådande utomhushalter. Det är fortfarande inte känt vilket eller vilka specifika ämnen i fordonsavgaserna som orsakar de hälsoeffekter som man ser, dock tyder resultaten från experimentella studier på att partiklar är särskilt viktiga. Det är således troligt att en stor del av de hälsoeffekter som sätts i samband med  $\text{NO}_2$  beror av partiklar, eftersom  $\text{NO}_2$  i första hand är en indikator på fordonsavgaser i allmänhet. Geografiska exponeringsvariabler är vanligt förekommande eftersom de är enkla att beräkna och har en tydlig koppling till exponeringskällan. Många av de ovan diskuterade hälsoutfallen har visat sig vara starkt kopplade till geografiska exponeringsmått vilket gör att användningen med högsta sannolikhet kommer att öka.

För att resultaten från en epidemiologiskstudie skall vara tillämpbara i en hälsokonsekvensbedömning måste de beskrivas i form av ett exponering- respons samband. Traditionellt beskrivs dessa som en linjär funktion av sambandet mellan halten av ett specifikt ämne eller en förening och förekomsten av (eller risken för) det studerade hälsoutfallet. Ett ofta använt exponerings- respons samband i hälsokonsekvensberäkningar för vuxna är

sambandet mellan halten av partiklar (PM<sub>2,5</sub>) i ett samhälle och mortalitet där mortaliteten antas öka med 6% för varje 10µg/m<sup>3</sup> ökning av PM<sub>2,5</sub> halten<sup>11</sup>. Nyligen presenterades en Europeisk hälsokonsekvensbedömning där exponeringen beskrevs utifrån bostadens avstånd till närmaste högt trafikerade väg (>=10000 fordon/dygn) (www.aphekom.org). Beräkningarna baserades på exponering-responssamband från en Amerikansk studie<sup>12</sup>, och författarna uppskattade att mellan 15-30% av all nydebuterad astma hos barn kan förklaras av bostadens närhet till höga trafikflöden.

Denna hälsokonsekvensbedömning är beställd av Miljö- och hälsoskyddskontoret vid Umeå kommun, i syftet att exemplifiera vilken betydelse lokaliseringen av förskolor i förhållande till fordonstrafik har för barnens hälsa. Rapporten syftar vidare till att belysa möjligheterna att på ett bättre sätt ta hänsyn till trafikavgasers hälsoeffekter vid planering av nya skolor och förskolor.

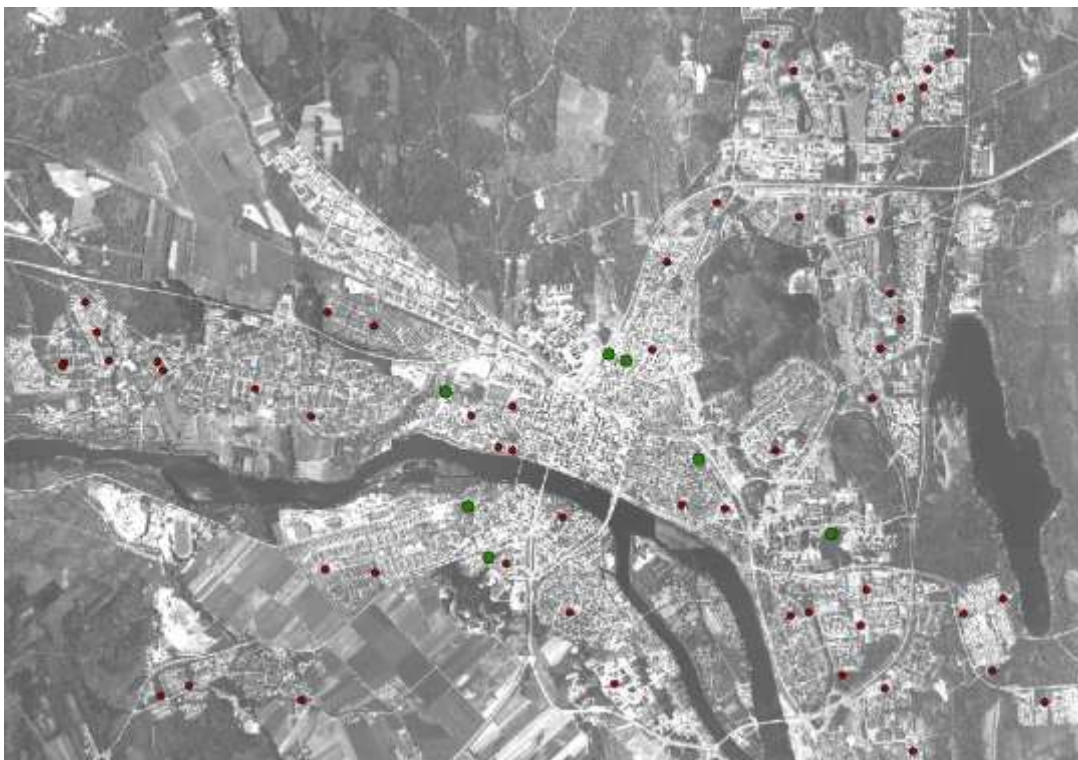
## Metod

### Exponeringsbedömning

Exponeringsbedömningen är gjord av SMHI, och består i årsmedelhalter av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) som avgasindikator samt partiklar mindre än 10µm i diameter (PM<sub>10</sub>) som beräknats med en meteorologisk spridningsmodell.

### Studerade förskolor

Som representativa fall i projektet valde Umeå kommun ut 7 olika skolor (förskolor) för vilka haltberäkningar genomfördes. I figur 1 finns skolorna markerade som gröna punkter, och i samma bild finns övriga förskolor inom centrala Umeå markerade som röda punkter.



Figur 1. De i rapporten studerade förskolorna är markerade som gröna punkter, och övriga förskolor inom centrala Umeå är markerade som röda punkter,

## Valda exponerings-responsfunktioner och konsekvensberäkningar

I denna hälsokonsekvensbedömning har vi valt att använda samband som relaterar till halten av NO<sub>2</sub> (inte PM<sub>10</sub>) huvudsakligen för att det nyligen publicerats sammanvägda exponerings-responssamband för NO<sub>2</sub> men även för att begränsa omfattningen av rapporten. Resultaten av exponeringsberäkningarna för PM<sub>10</sub> redovisas dock under Resultat.

För att ett exponerings-responssamband skall kunna tillämpas på ett bra sätt i en hälsokonsekvensbedömning, bör de data som ligger till grund för studien vara relativt likvärdiga med de data som finns att tillgå i hälsokonsekvensbedömningen. Till exempel bör den geografiska upplösningen på exponeringsdata vara jämförbara, och effekterna beskrivas för samma åldersgrupper. Eftersom det sällan finns specifika studier av exponerings-responssamband från det område som är aktuellt för en hälsokonsekvensbedömning, är exponerings-responssamband som bygger på en kombination av resultat från flera olika studier ofta att föredra framför resultat från enskilda studier.

Resultaten från studier där individer som ingår indelas i drabbade och icke drabbade presenteras ofta som oddskvoter (OR). Hur oddset att drabbas beror av exponeringen är ett sätt att beskriva den relativa risken. För mindre ovanliga sjukdomar ökar dock oddset att drabbas lite mer än sannolikheten att drabbas, varför alla OR i detta fall justerats i samband med konsekvensberäkningarna i enlighet med Zhang J et al<sup>13</sup>.

### ”Pip i bröstet” och astma

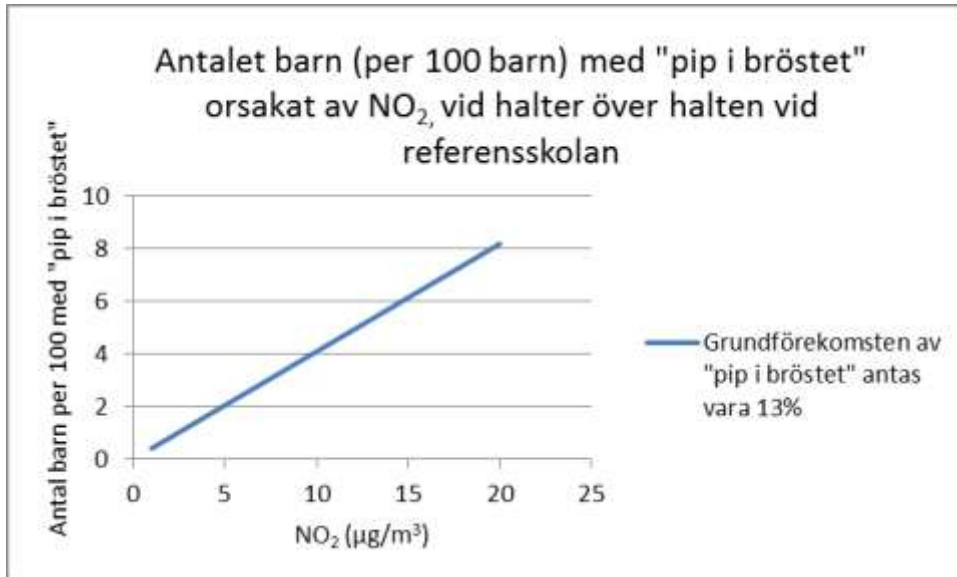
För Naturvårdsverkets räkning genomfördes nyligen ett projekt där kostnaderna för luftföroreningarnas effekter på barns hälsa beräknades<sup>14</sup>. Inom projektet identifierades studier som tittat på sambandet mellan luftföroreningsexponering och uppkomst av luftvägssymtom hos barn, och som ansågs ha jämförbar metodik. Resultaten från respektive studie viktades sedan ihop för att ge ett mer generellt exponerings-responssamband som kunde tillämpas i hälsokonsekvensberäkningarna. Författarna hittade två ”grupper” av studier som ansågs jämförbara, där den första gruppen avsåg fyra longitudinella studier som tittat på uppkomst av ”pip i bröstet” hos barn i åldrarna 5-18 år i förhållande till halten NO<sub>2</sub> utanför bostaden<sup>15-18</sup>. Den andra ”gruppen” bestod av 5 tvärsnittsstudier som studerat samma utfall och samma exponering<sup>7,19-22</sup>.

I denna rapport har vi valt att använda koefficienten som baseras på tvärsnittstudier i Naturvårdsverkets rapport eftersom grundfrekvensen av ”pip i bröstet” som kommer att användas, bygger på en enkätfråga om förekomsten av ”pip i bröstet” de senaste 12 månaderna. Det sammanvägda exponerings-respons-sambandet för de fem tvärsnittstudierna blev en oddskvot (OR) på 1,38 (95% konfidensintervall (KI) 1,16-1,64) per 10µg/m<sup>3</sup> högre halt av NO<sub>2</sub>. Koefficienten skall tolkas som att en 10µg/m<sup>3</sup> högre årsmedelhalt av NO<sub>2</sub> ökar antalet med ”pip i bröstet” 1,38 gånger eller 38%.

De flesta exponerings-responssamband beskriver den procentuella förändringen per enhetsförändring i exponering, och denna förändring måste sedan appliceras på en grundförekomst för att förändringen ska kunna kvantifieras. För vissa typer av hälsoutfall kan grundfrekvensen i en population erhållas från Socialstyrelsen, men när det gäller förekomsten av symtom är man oftast hänvisad till olika enkätundersökningar. I denna rapport har vi utgått från en ”normal förekomst”, grundfrekvens, av ”pip i bröstet” som rapporterats i en nyligen publicerad artikel från projektet Obstruktiv Lungsjukdom I Norbotten (OLIN)<sup>23</sup>. I artikeln anges grundfrekvensen av ”pip i bröstet” under de senaste 12 månaderna bland barn i åldrarna 7-8 år bosatta i Luleå, Piteå eller Kiruna till ca 13%, och andelen av barnen som någonsin fått

diagnosen astma till 7,4%. Dessa grundfrekvenser antas vara de som gäller vid referensskolan (Växthuset) i detta projekt.

Baserat på denna grundfrekvens kan exponering-responssambandet beskrivas som i figur 2. Observera att figuren beskriver den förändring av förekomsten av "pip i bröstet" som antas bero av exponering för NO<sub>2</sub>.



Figur 2. Sambandet mellan antalet barn (per 100 barn) med "pip i bröstet" som kan tillskrivas NO<sub>2</sub>. Figuren beskriver antalet "extra fall" vid halter över den vid referensskolan baserat på en grundfrekvens av "pip i bröstet" på 13%.

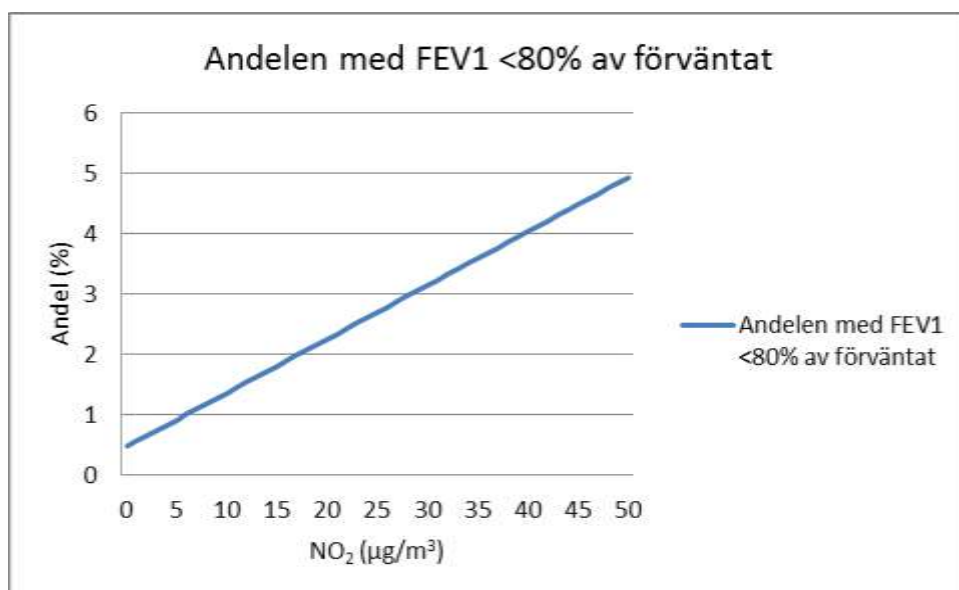
Som tidigare nämnts finns hälsokonsekvensbedömningar som baseras på bostadens avstånd till närmaste större väg. Ett exponerings-responssamband som tillämpats beskriver risken att barn i åldrarna 5-7 år rapporterar astma under det senaste året som 1.64 gånger (OR 1,64, 95% KI 1,10-2,44) högre bland de som bor inom 75 meter från en högt trafikerad väg jämfört med de som bor mer än 300 meter från samma väg<sup>12</sup>. I denna hälsokonsekvensbedömning har gränsen för en högt trafikerad väg satts till 10 000 fordon/dygn. Grundfrekvensen av astma antas vara 7,4 % i åldrarna 7-8 år<sup>23</sup>.

I denna hälsokonsekvensbedömning kommer beräkningarna att baseras på ovanstående exponerings- responssamband för sambandet mellan förekomsten av "pip i bröstet" och halten NO<sub>2</sub> utanför bostaden, och sambandet mellan avståndet till närmaste högt trafikerade väg och astma. Konsekvensbedömningen utgår från skillnader i exponering mellan olika skolor (förskolor) medan exponerings-responssambanden beskriver exponeringen utanför bostaden. Eftersom de amerikanska studierna fått liknande samband när man använt halten på skolgården har vi antagit att övriga samband också är tillämpbara för halten vid skolor/förskolor.

### Lungfunktionspåverkan

En Amerikansk studie har beskrivit hur andelen barn med en betydande sänkning av lungfunktionen förhåller sig till halten NO<sub>2</sub><sup>5</sup>. Resultaten bygger på en studie där lungfunktionen hos barn bosatta i olika kommuner med olika luftföroreningshalter följts under 8 år (från 10 till 18 år). Baserat på resultaten från studien kan sambandet beskrivas enligt nedanstående figur (omarbetsad av författarna till denna rapport baserat på originalresultaten).





Figur 3. Sambandet mellan NO<sub>2</sub>-halten och andelen barn (vid 18 års ålder) med lungfunktion (mätt som FEV1) <80% av förväntat.

I studien har lungfunktion beskrivits som hur den forcerade utandningsvolymen under 1 sekund efter full inandning (Forced Expiratory Volym 1 second, FEV1) förhåller sig till den förväntade FEV1 för den aktuella individen.

Figur 3 visar hur stor andel av barnen som kan förväntas ha en sänkt lungfunktion (FEV1<80%) vid olika NO<sub>2</sub>-halter.

## Resultat

Resultaten från SMHI's exponeringsberäkningar för NO<sub>2</sub> och PM<sub>10</sub> tillsammans med avståndet från respektive förskola till närmaste större väg presenteras i tabell 1. I konsekvensberäkningarna har vi valt att jämföra respektive förskola med den förskola som har lägst modellerad årsmedelhalt av NO<sub>2</sub> (Växthuset), se tabell 2.

Tabell 1. Beräknade årsmedelhalter av NO<sub>2</sub> och PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) för sju förskolor i Umeå år 2007. I parentes anges haltbidrag uppdelat på lokal-, urban- och regional skala, beräkningarna har gjorts med SIMAIRved.

Förskola	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Avstånd till närmaste väg med ≥10000 fordon per dygn (meter)
Haga	16.4 (4.9, 10.1, 1.5)	13.4 (1.9, 4.5, 7.0)	50
Reveljen	13.4 (2.6, 9.3, 1.5)	12.0 (0.7, 4.3, 7.0)	240
Mården	11.3 (1.7, 8.1, 1.5)	11.6 (0.5, 4.1, 7.0)	100
Växthuset	9.6 (1.8, 6.2, 1.6)	10.6 (0.4, 3.0, 7.1)	389
Linjalen	12.7 (2.9, 8.4, 1.4)	12.3 (1.1, 4.2, 7.0)	178
Visionen	10.6 (1.5, 7.6, 1.5)	11.4 (0.3, 4.1, 7.0)	438
Klumpen	10.2 (2.3, 6.4, 1.5)	11.0 (0.7, 3.4, 7.0)	296

I tabell 2 presenteras resultaten från beräkningen av skillnaderna i förekomsten av ”pip i bröstet” mellan de olika förskolorna i jämförelse med referensskolan. Resultaten kan tolkas som att det på förskolan ”Haga” förväntas finnas ca 3 barn fler med ”pip i bröstet” per 100 barn jämfört med på förskolan ”Växthuset” på grund av den högre årsmedelhalten av avgaser indikerat med NO<sub>2</sub>.

Tabell 2. Ökningen av andelen barn med ”pip i bröstet” för de studerade förskolorna, då skolan med lägst exponeringsnivå sätts till referens.

	NO <sub>2</sub> - differens	Beräknat antal barn med ”Pip i bröstet” per 100 barn
Haga	6,8	2,8
Reveljen	3,8	1,6
Mården	1,7	0,7
Växthuset	Referens	Referens
Linjalen	3,1	1,3
Visionen	1,0	0,4
Klumpen	0,6	0,2

Ur tabell 1 framgår att en av skolorna ligger mindre än 75 meter från en högt trafikerad väg, och tre av skolorna ligger ca 300 meter eller längre ifrån en motsvarande väg. Baserat på det antagna dos-responssambandet som beskrivits ovan, är oddset att utveckla astma 1,64 gånger högre, 64%, men justerad sannolikhet blir 56% högre i skolan som ligger inom 75 meter jämfört med de som ligger minst 300 meter bort, vilket motsvarar ca 4 fler astmatiker per 100 elever, cirka en per klass, under antagandet att grundfrekvensen av astma är 7,4%.

Figur 3 visar sambandet mellan den förväntade andelen barn med FEV1<80% vid olika exponeringsnivåer. I tabell 3 har samband applicerats på halterna för respektive förskola, och resultaten visar att det förväntade andelen barn med en betydande påverkan på sin lungfunktion varierar från 1,3 till 1,9%.

Tabell 3. Den förväntade andelen barn med FEV1 >80% av förväntat för respektive förskola.

Förskola	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Förväntad andel med FEV1<80%
Haga	16.4	1,9
Reveljen	13.4	1,7
Mården	11.3	1,5
Växthuset	9.6	1,3
Linjalen	12.7	1,6
Visionen	10.6	1,4
Klumpen	10.2	1,4

## Diskussion

Det är välkänt att fordonsavgaser ökar risken för besvär och sjukdom i andningsorganen hos barn. Således innebär en förbättring av luftsituationen utanför en förskola en hälsomässig vinst och en försämring en hälsomässig förlust med avseende på effekterna av fordonsavgaser. Trots att detta är varit känt under många år så är det sällan som skillnader i halten fordonsavgaser mellan olika platser (bostäder, skolor mm) beskrivs i form av hälsoeffekter, utan jämförelserna stannar oftast vid haltskillnader av olika föroreningar. Vanligt är att man jämför situationen med gränsvärden och normer, vilka ofta är internationella (som världshälsoorganisationens WHO guidelines) eller i vårt fall europeiska kompromisser givna i EU-direktiv. Som exempel kan nämnas att WHO's expertgrupp föreslog partikelgränsvärden bara hälften så höga som dem som tillämpas av EU. Epidemiologiska studier visar att sambanden mellan halt och risk existerar även under de normer för luftföroreningar som finns. Denna typ av hälsobedömning visar mer konkret på betydelsen av sådana skillnader, och utgör därmed ett bättre underlag för planering och utveckling. Det är också i perspektivet samhällsplanering som resultaten bör ses då betydelsen av

luftföroreningar för risken att utveckla luftvägssjukdom hos enskilda individer är ganska liten och endast en av många möjliga riskfaktorer.

”Pip i bröstet” är ett tecken på en förträngning av luftvägarna, och ett symtom som är starkt sammankopplat med astma. Hos barn är det dock relativt vanligt med ”pip i bröstet” i samband med förkylningar varför förekomsten oftast är högre jämfört med en klinisk astma diagnos. Det är dock svårt att i tidig ålder avgöra vad som är tillfälliga episoder av ”pip i bröstet” och vad som är astma. Symtomen är dock ett varningstecken och en riskfaktor för utvecklandet av astma, varför det är flitigt studerat i förhållande till luftföroreningsexponering.

Fordonsavgasernas inverkan på lungfunktionsutvecklingen är också välstuderat, där en ökad exponering orsakar en försämring av lungfunktionen. I denna hälsobedömning användes ett exponering- responssamband som beskriver andelen barn med ett FEV1<80% av förväntat. FEV1<80% används kliniskt som en gräns för vidare utredning, då lungfunktion är lägre än vad som kan anses rymmas inom den normala variationen. Resultaten från beräkningarna visar att andelen barn som kan förväntas ha en FEV1<80% varierade från 1,3 till 1,9% mellan skolorna med lägst respektive högst halt av avgaser indikerat med NO<sub>2</sub>. Vilken betydelse en sänkt lungfunktion i tidig ålder har för sjukdom och livskvalitet senare i livet är fortfarande inte helt klarlagt. Det stora frågetecknet är i vilken utsträckning en försämrad lungfunktion kan återhämtas. En Amerikansk studie har visat att barn/ungdomar som flyttar till en renare miljö hade en ökad tillväxt av lungfunktionen i motsats till de som flyttade till en mer förorenad miljö<sup>24</sup>. Inom en stor Schweizisk studie kunde man visa att försämringen i lungfunktion bland vuxna under en 10-års period var lägre i områden som haft en större förbättring av PM<sub>10</sub>-halten jämfört med områden där förändringen varit mindre markant<sup>25</sup>. Resultaten från dessa studier är positiva och ytterligare ett argument för att sträva mot en ständig förbättring av människors luftmiljö. Det krävs dock fler studier för att bekräfta sambanden och för att kunna beskriva om återhämtning av en försämrad lungfunktion i unga år kan bli fullständig eller den endast sker delvis.

Denna typ av hälsobedömningar är beroende av koefficienter som beskriver sambandet mellan exponering och hälsoutfall. För den aktuella åldersgruppen fanns inga lämpliga studier från Sverige som beskrev sambanden mellan luftföroreningar och de studerade hälsoutfallen, varför exponerings-responsfunktioner hämtades från studier gjorda i andra delar av Europa och USA. Detta innebär en osäkerhet vad gäller sambandens representativitet för svenska förhållanden. Definitionen av de studerade utfallen kan skilja mellan olika studier, det är t.ex. känt att diagnosen astma tolkas olika i olika delar av världen och det är inte orimligt att anta att människors definition av ”pip i bröstet” också kan skilja sig åt.

Ett sätt att minska osäkerheterna är att använda exponerings-responssamband som bygger på en sammanvägning av resultat från flera olika studier. I det tidigare refererade av Naturvårdsverket initierade projektet gjordes en sammanvägning av resultat från flera studier av sambandet mellan ”pip i bröstet” och halten NO<sub>2</sub> utanför bostaden för barn i åldrarna 5-18 år. Ett sådant samband innebär att betydelsen av koefficienter från enskilda studier får mindre betydelse till förmån för ett mer generellt antagande, och gör en tillämpningen mindre osäker.

Det är viktigt att påpeka att luftföroreningar bara är en av många faktorer som kan leda till luftvägsbesvär och sjukdom hos barn. Ärftlighet för allergisk sjukdom, luftvägsinfektioner och inomhusmiljö är andra exempel på riskfaktorer<sup>23</sup>. I och med att detta är en konsekvensberäkning för luftföroreningar, antas dock förekomsten av andra kända riskfaktorer vara samma mellan de olika förskolorna.

Luftföroreningarnas sammansättning varierar också mellan olika städer och länder. NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> är vanligt förekommande i epidemiologiska studier men inte på grund av deras egna inneboende potential att orsaka ohälsa utan som indikatorföreningar för fordonsavgaser generellt. Sammansättningen av fordonsavgaser, t.ex. storleksfördelningen av partiklar, kan således skilja sig åt mellan olika städer trots att nivåerna av NO<sub>2</sub> eller NO<sub>x</sub> är jämförbara.

Skillnaden mellan den högst respektive lägst exponerade förskolan var ca 7 µg/m<sup>3</sup> för årsmedelhalten av NO<sub>2</sub> och ca 3 µg/m<sup>3</sup> för årsmedelhalten av PM<sub>10</sub>, men det är rimligt att anta att det finns större skillnader inom Umeå då de studerade förskolorna valts ut som relativt högt exponerade. De beräknade haltnivåerna vid respektive förskola ligger betydligt under de miljö kvalitetsnormer som gäller för årsmedelhalten av NO<sub>2</sub> och PM<sub>10</sub> och uppfyller även de mer ambitiösa miljö kvalitetsmålen. Vare sig miljö kvalitetsnormerna eller miljö målen utgör dock någon gränslinje för när luftföroreningarna kan orsaka hälsoeffekter. Även skillnader i föroreningshalter som är lägre än miljö målnivån spelar roll för barns hälsa, varför miljö mål och miljö kvalitetsnormer inte kan användas som ett absolut argument ur ett hälsoperspektiv.

Ett barns totala exponering för fordonsavgaser beror av tiden och halten i olika miljöer. Det är dock svårt att för en större population beskriva den totala exponeringen, vilket i praktiken skulle innebära upprepade personburna mätningar på samtliga individer. I dag beskrivs exponeringen i de flesta epidemiologiska studier av fordonsavgasers hälsoeffekter som halten utanför deltagarnas bostäder. Detta eftersom det är den miljö där de flesta tillbringar största delen av sin tid. Exponering- responsfunktionerna för ”pip i bröstet” som tillämpats i denna rapport bygger en exponeringsbeskrivning för deltagarnas bostäder, dock har de i rapporten tillämpats på exponeringen utanför respektive skola. Detta antas dock inte vara ett problem som kan leda till felaktiga slutsatser, då majoriteten av eleverna förväntas bo i närheten av skolan.

## Referenser

1. WHO. Health effects of traffic-related air pollution. In: Krzyzanowski M, Kuna-Dibbert B, Schneider J, eds WHO, 2005.
2. Sandström T, Eklund A, eds. Lungmedicin. Vol. 1:1. Lund: Studentlitteratur, 2009.
3. Naturvårdsverket. Air pollution and children´s respiratory health. Rapport 6353. Naturvårdsverket (2010). 2010.
4. HEI. Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects *HEI Special report*. Boston: Health Effect Institute, 2010.
5. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K, McConnell R, Kuenzli N, Lurmann F, Rappaport E, Margolis H, Bates D, Peters J. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004;**351**(11):1057-67.
6. Nordling E, Berglind N, Melen E, Emenius G, Hallberg J, Nyberg F, Pershagen G, Svartengren M, Wickman M, Bellander T. Traffic-related air pollution and childhood respiratory symptoms, function and allergies. *Epidemiology* 2008;**19**(3):401-8.
7. Janssen NA, Brunekreef B, van Vliet P, Aarts F, Meliefste K, Harssema H, Fischer P. The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness, and respiratory symptoms in Dutch schoolchildren. *Environ Health Perspect* 2003;**111**(12):1512-8.
8. Andersson M, Modig L, Hedman L, Forsberg B, Ronmark E. Heavy vehicle traffic is related to wheeze among schoolchildren: a population-based study in an area with low traffic flows. *Environ Health* 2011;**10**:91.
9. Braback L, Forsberg B. Does traffic exhaust contribute to the development of asthma and allergic sensitization in children: findings from recent cohort studies. *Environ Health* 2009;**8**:17.
10. Morgenstern V, Zutavern A, Cyrus J, Brockow I, Koletzko S, Kramer U, Behrendt H, Herbarth O, von Berg A, Bauer CP, Wichmann HE, Heinrich J. Atopic diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2008;**177**(12):1331-7.
11. Pope CA, 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002;**287**(9):1132-41.
12. McConnell R, Berhane K, Yao L, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, Kunzli N, Gauderman J, Avol E, Thomas D, Peters J. Traffic, susceptibility, and childhood asthma. *Environ Health Perspect* 2006;**114**(5):766-72.
13. Zhang J, Yu K. What's the relative risk? A method of correcting the odds ratio in cohort studies of common outcomes. *JAMA* 1998;**280** (19).
14. Naturvårdsverket. Air pollution and children´s health in Sweden. Rapport (ej publicerad). Naturvårdsverket (2010). 2010.
15. Gauderman WJ, Avol E, Lurmann F, Kuenzli N, Gilliland F, Peters J, McConnell R. Childhood asthma and exposure to traffic and nitrogen dioxide. *Epidemiology* 2005;**16**(6):737-43.
16. Gehring U, Wijga AH, Brauer M, Fischer P, de Jongste JC, Kerkhof M, Oldenwening M, Smit HA, Brunekreef B. Traffic-related air pollution and the development of

- asthma and allergies during the first 8 years of life. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;**181**(6):596-603.
17. Shima M, Nitta Y, Adachi M. Traffic-related air pollution and respiratory symptoms in children living along trunk roads in Chiba Prefecture, Japan. *J Epidemiol* 2003;**13**(2):108-19.
  18. Oftedal B, Nystad W, Brunekreef B, Nafstad P. Long-term traffic-related exposures and asthma onset in schoolchildren in oslo, norway. *Environ Health Perspect* 2009;**117**(5):839-44.
  19. Kramer U, Koch T, Ranft U, Ring J, Behrendt H. Traffic-related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas. *Epidemiology* 2000;**11**(1):64-70.
  20. Nicolai T, Carr D, Weiland SK, Duhme H, von Ehrenstein O, Wagner C, von Mutius E. Urban traffic and pollutant exposure related to respiratory outcomes and atopy in a large sample of children. *Eur Respir J* 2003;**21**(6):956-63.
  21. Sahsuvaroglu T, Jerrett M, Sears MR, McConnell R, Finkelstein N, Arain A, Newbold B, Burnett R. Spatial analysis of air pollution and childhood asthma in Hamilton, Canada: comparing exposure methods in sensitive subgroups. *Environ Health* 2009;**8**:14.
  22. Zhao Z, Zhang Z, Wang Z, Ferm M, Liang Y, Norback D. Asthmatic symptoms among pupils in relation to winter indoor and outdoor air pollution in schools in Taiyuan, China. *Environ Health Perspect* 2008;**116**(1):90-7.
  23. Bjerg A, Sandstrom T, Lundback B, Ronmark E. Time trends in asthma and wheeze in Swedish children 1996-2006: prevalence and risk factors by sex. *Allergy* 2010;**65**(1):48-55.
  24. Avol EL, Gauderman WJ, Tan SM, London SJ, Peters JM. Respiratory effects of relocating to areas of differing air pollution levels. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;**164**(11):2067-72.
  25. Downs SH, Schindler C, Liu LJ, Keidel D, Bayer-Oglesby L, Brutsche MH, Gerbase MW, Keller R, Kunzli N, Leuenberger P, Probst-Hensch NM, Tschopp JM, Zellweger JP, Rochat T, Schwartz J, Ackermann-Liebrich U. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. *N Engl J Med* 2007;**357**(23):2338-47.