

MILJÖMÅL FÖR GÖTEBORGS STAD
Kommentarer och förslag

En rapport för
Trafikkontoret i Göteborg

Ecotrafic ERD³ AB

Peter Ahlvik

November 2001

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | INLEDNING OCH BAKGRUND..... | 2 |
| 2 | NUVARANDE MILJÖMÅL | 2 |
| 3 | FÖRSLAG TILL NYA MILJÖMÅL | 2 |
| 3.1 | Kvävedioxid (NO ₂) och kväveoxid (NO)..... | 3 |
| 3.2 | Svaveldioxid (SO ₂) | 3 |
| 3.3 | Försurning (SO _x ekvivalenter) | 4 |
| 3.4 | Partiklar..... | 4 |
| 3.5 | Bly..... | 4 |
| 3.6 | Marknära Ozon (O ₃) | 5 |
| 3.7 | Koloxid (CO) | 5 |
| 3.8 | Cancerframkallande ämnen | 5 |
| 4 | DISKUSSION OCH SLUTSATSER..... | 8 |
| 5 | REFERENSER | 8 |

TABELLFÖRTECKNING

Sida

| | |
|--|---|
| <i>Tabell 1. Prioriterade cancerframkallande ämnen</i> | 7 |
|--|---|

FIGURFÖRTECKNING

Sida

| | |
|--|---|
| <i>Figur 1. Antal cancerfall i Sverige som följd av luftföroreningar [3]</i> | 6 |
|--|---|

1 INLEDNING OCH BAKGRUND

Trafiken bidrar med en stor del av de luftföroreningar som påverkar den lokala luftkvaliteten. I Göteborg görs uppföljningar av luftkvaliteten genom kontinuerliga mätningar och resultaten redovisas i månatliga rapporter och i kondenserad form till allmänheten i form av att halterna av luftföroreningar rapporteras i media.

Trafikkontoret i Göteborgs stad arbetar för närvarande med att ta fram underlag för att uppdatera stadens miljöprogram för de närmaste 5 åren. Programmet följs upp årligen.

De nuvarande miljömålen följer gällande svenska förordningar, riktlinjer m.m., samt EU:s direktiv inom området. I flera fall är bestämmelserna mycket klara och ger litet utrymme för tolkningar eller egna initiativ. En sådan luftförorening är kvävedioxid (NO₂) som är en väldefinierad kemisk förening och som inte skiljer sig från fall till fall beroende på ursprung. För andra föroreningar kan det vara väsentligt svårare att kvantifiera målen. Ett sådant exempel är cancerrisken.

Ecotraffic fick i slutet av november 2001 i uppdrag från Trafikkontoret att granska de nuvarande miljömålen och föreslå eventuella kompletteringar och förändringar. Detta PM har tagits fram som diskussionsunderlag efter att några publikationer studerats och efter diskussioner med expertis på området.

2 NUVARANDE MILJÖMÅL

Någon genomgång av gällande gränser m.m. görs inte här, eftersom sådana sammanställningar redan finns, men några generella kommentarer kan vara av intresse att inkludera i alla fall.

Nuvarande och kommande gränsvärden, miljö kvalitetsnormer, riktvärden m.m. har sannolikt satts i förhållande till vad som anses möjligt att åstadkomma i praktiken och skall därför bedömas utifrån dessa förutsättningar. I en del fall verkar det finnas tröskelvärden under vilka det inte uppkommer några hälso- eller miljöeffekter – i andra fall finns inga sådana gränser. Baserat på det faktum att medicinsk expertis i dag verkar bedöma att tröskelleffekterna ligger lägre än nämnda bestämmelser är det sannolikt att utvecklingen i framtiden kommer att innebära att gränserna skärps successivt i åtminstone några steg till. Redan beslutade utsläppskrav för fordon, arbetsmaskiner, industri m.m. kommer att leda till kraftiga reduktioner inom flera områden men det är inte troligt att dessa minskningar kommer att leda till att framtida mål för luftkvalitet, som ännu ej satts men som man kan spekulera om att kommer, inte nås.

Författarens åsikt är att prioriteringen för miljömålen i framtiden kommer att successivt skifta över från de föroreningskomponenter som mäts i dag till ”nya” föreningar och CO₂. Exempel på nya föroreningar är t.ex. cancerframkallande ämnen och andra föroreningar som är ger upphov till ökad dödlighet och insjuknande, t.ex. partiklar.

3 FÖRSLAG TILL NYA MILJÖMÅL

I detta avsnitt kommenteras de viktigaste föroreningarna och några förslag till förändringar och utökningar presenteras.

3.1 Kvävedioxid (NO₂) och kväveoxid (NO)

Kvävedioxid är den för människan farligare föreningen av de båda kväveoxiderna (NO_x) som för fordonsemissioner alltid redovisas som ett summanvärde (med molekylvikten för NO₂). NO omvandlas i luften till NO₂ och detta sker med varierande hastighet beroende på atmosfärskemien. Ur försurnings- och övergödningssynpunkt är ämnena likvärdiga. Sekundärt bildade partiklar i form av nitrater härrör också (delvis) från NO_x emissionerna (t.ex. jordbruk är en annan källa).

Halterna kring de mest trafikerade lederna i Göteborg är fortfarande inte tillräckligt låga för att vara acceptabla i förhållande till EU:s nya direktiv för luftkvalitet. Sjöfarten står för en större andel av utsläppen än trafiken och arbetsmaskinerna tillsammans men eftersom de sistnämnda källorna finns närmare områden där människor vistas är sannolikt inverkan större.

Någon annan rekommendation än fortsatt mätning och utvärdering kan inte ges. Möjligen kan en inventering av andelen långväga transport vara av intresse då NO_x är en emissionskomponent av regional karaktär.

3.2 Svaveldioxid (SO₂)

Utsläppen av SO₂ från trafiken (och andra källor) har minskat kraftigt de senaste två decennierna. Andra källor (t.ex. sjöfart) och långväga transport är i dag dominerade för nedfallet av svavel och för de sekundärt bildade partiklar som har sitt ursprung från svavelutsläppen.

Svavelhalterna i dieselolja och i stort sett i alla alternativa drivmedel är mycket låga (<10 ppm, i praktiken 2-4 ppm för Mk1). I andra europeiska länder är gränserna för svavelinnehåll i bensin och dieselolja högre än i Sverige. I bensinen kommer svavelhalten i EU (enligt förslag) att minskas ned till samma nivå som för dieselolja av miljöklass 1 i Sverige¹. Sannolikt kommer detta att ske inom några år och *före* den obligatoriska tidtabellen eftersom bilindustrin utövar en kraftig lobbyverksamhet för att införa den nya bensinen så snabbt som möjligt. Vägtrafikens bidrag till utsläppen av SO₂ kommer enligt Ecotraffics uppfattning inom något år att vara i stort sett försumbara. Miljöförvaltningen i Göteborg har i sin Miljörapport för 2000 [2] kommit fram till en annan slutsats (dvs. att trafiken inte når målet), vilket kan tyckas anmärkningsvärt mot bakgrund av nu kända fakta.

Den i dag sannolikt största hälsoeffekten av SO₂ är de sekundärt bildade partiklarna (via sulfater). Genom långväga transport förs dessa partiklar till Sverige. Statistiska analyser visar att sulfaterna har en liknande effekt på daglig dödlighet och insjuknande som små partiklar och angeläget vore det därför att minska nivåerna (även om detta inte är lätt). I flera av de olika mätmetoderna för partiklar kommer även sulfater att räknas med som partiklar.

SO₂ bidrar liksom NO_x till försurning och skogsdöd. Det verkar enligt de senaste rönen som om SO₂ har en större inverkan på skogsdöden än NO_x emedan denna minskat de senaste åren i samvariation med minskningen av SO₂ medan försurningen inte uppvisat samma trend. Kopplingen mellan skogsdöd och SO₂ är således större än för NO_x.

¹ Introduktionen av dessa drivmedel skall ske med tillräcklig geografisk täckning till 1 januari 2005 för att tillåta en fri rörlighet av fordon. Fullt genomförda skall åtgärderna vara till 2011.

Förslaget är att mätningarna av SO₂ fortsätter. Analys av partikelfraktioner kan användas för att uppskatta andelen av sulfater och andra svavelföreningar i partiklarna.

3.3 Försurning (SO_x ekvivalenter)

Man kan överväga att räkna samman NO_x och SO_x i ett slags försurningsindex, då detta är mer fokuserat på den effekt man vill studera (försurning) och därför är ett bättre mått än att separat redovisa båda komponenterna. Lämpligen uttrycks försurningen i SO_x ekvivalenter. Beräkningen av detta index är trivial. I och med att bidraget från SO_x numera är så litet, vilket bl.a. noterats i en ny rapport från Naturvårdsverket [4], är det tveksamt om en sådan redovisning skulle ha något större värde.

3.4 Partiklar

Äldre mätningar av partiklar genomfördes som sotmätningar och är därför svåra att korrelera till resultat från nyare mätmetoder. Studier har visat att *mindre* partiklar verkar ha *större* hälsoeffekter (daglig dödlighet och insjuknande), vilket medfört att man försöker övergå från att mäta totala mängden partiklar. När det gäller cancer och partikelstorlekens inflytande är resultaten mycket osäkra. Mätningar av PM₁₀ (<10µm) och PM_{2,5}, som den senaste tiden införts, är mer relevanta för de förstnämnda hälsoeffekterna men man bör också notera att partiklar från fordonsavgaser och från förbränning ofta är ännu mindre. För fordonsavgaser kan man generellt säga att alla partiklar är mindre än 1 µm.

Partikelnivåerna i Sverige är generellt sett mycket låga i Sverige i jämförelse med andra länder i Europa. Paradoxalt nog kan halterna ibland ligga på samma nivå i mindre tätorter i Norrland som i större städer (som Stockholm och Göteborg). Detta är en indikation på att inte bara trafik och industri bidrar med partikelutsläpp utan att även andra källor har stor betydelse (t.ex. vedeldning). Dieselfordon och bensinbilar vid kallstart torde stå för det största bidraget till partiklar från vägtrafik och arbetsmaskiner; sjöfart och industri är andra stora källor. Den långväga transporten av partiklar står sannolikt för en stor andel av partiklarna i Göteborg.

Eftersom en koppling verkar finnas mellan de minsta partiklarna och hälsoeffekter är det angeläget att intensifiera mätningarna av de minsta partiklarna (PM_{2,5} men kanske också ännu mindre partiklar, t.ex. PM_{1,0}). Partiklarnas bidrag till cancer bör kvantifieras och jämföras med andra föroreningar.

3.5 Bly

Bly från trafiken är inget stort problem längre eftersom bensinen för vägfordon och arbetsmaskiner i dag är blyfri. Bly används fortfarande som legeringsämne i en del komponenter i bilar (t.ex. kylare, lagermetall m.m.) men återfinns i *mycket ringa* omfattning i avgaserna om bensinen är blyfri². Man försöker dessutom fasa ut bly från komponenterna i bilarna i framtiden.

² Blyad bensin används fortfarande inom flyget och vissa andra nischer. Detta är knappast motiverat då det finns fullgoda blyersättningsmedel.

3.6 Marknära Ozon (O₃)

Marknära ozon bildas från kväveoxider (NO_x) och flyktiga organiska föreningar (VOC) under inverkan av solljus. Förhållandet mellan dessa föreningar styr bildningen på ett komplicerat sätt. Oftast är halterna av VOC avgörande för bildningen av lokal ozon medan NO_x har större påverkan på bakgrundshalten. Den största andelen av ozonet härrör dock från långväga transport. Frapperande är att ozonhalten inte förändrats nämnvärt under de senaste 25 åren, men denna trend är generell även för andra orter i Sverige (även ökningarna förekommer). Data som finns från mer omfattande mätningar och beräkningar från andra städer i Europa visar att VOC är styrande för den lokala ozonhalten. Detta gäller sannolikt också i Göteborg. Även om den största källan till ozon i Göteborg är långväga transport borde åtgärder för att minska VOC övervägas. Trots att industrin är den största källan är trafikens bidrag till utsläppen av VOC betydande.

3.7 Koloxid (CO)

CO utgör inget allvarligt hälsoproblem i dag då en halt under en viss nivå (tröskeffekt) inte verkar utgöra något större hälsoproblem. Källan är främst kallstart av bensinbilar och speciellt äldre bilar utan katalysator. Nivåerna kommer med all sannolikhet att successivt minska när nya renare bilar ersätter de äldre. Lokalt kan dock höga halter uppträda. Som jämförelse kan nämnas att man i USA fortfarande har vissa problem med för höga CO nivåer trots att katalysatorer infördes ett decennium tidigare än i Sverige. Sannolikt kan i USA:s fall en högre trafikintensitet, en större andel personbilar av trafiken samt att "medeltunga" fordon är bensindrivna (äldre fordon har ej katalysator) till skillnad från Sverige och Europa där dessa är dieseldrivna, vara förklaringen till de speciella problemen i USA.

3.8 Cancerframkallande ämnen

Utsläppen av cancerframkallande ämnen skall enligt förslag från Naturvårdsverket och beslut i Riksdagen minska med 90% på längre sikt. År 1991 anges som basår. Göteborg har anammat detta mål men även infört ett delmål på en reduktion med 50% till 2005.

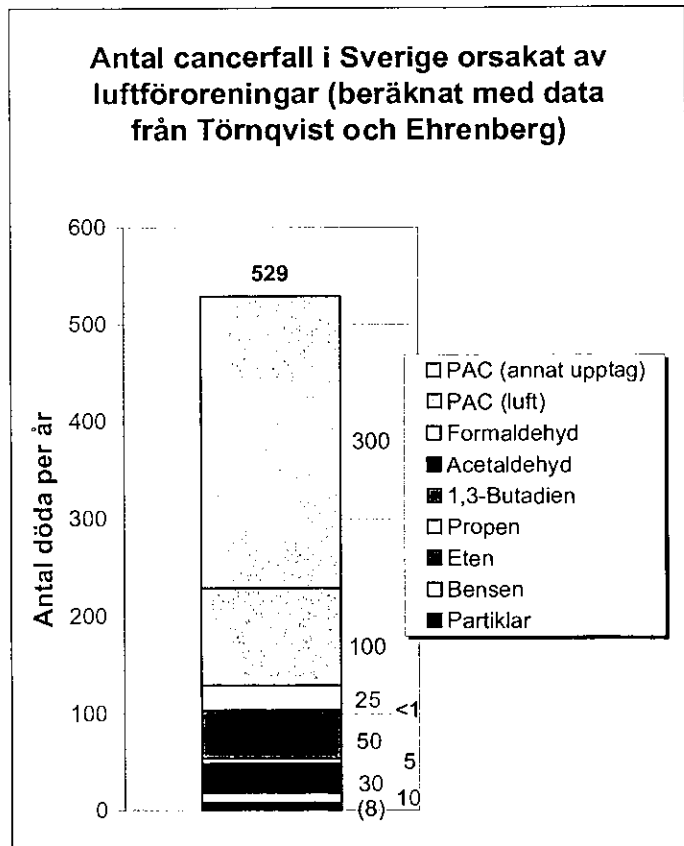
I och med det så kallade tätortsprojektet som genomfördes på 80-talet insamlades data som sedan kom att användas för beräkningar av antalet insjuknade och döda i cancer. Den senaste stora utvärderingen av antalet cancerfall härrör dock från 1994 (Törnqvist och Ehrenberg) och baseras till stor del på äldre resultat [3]. Senare uppskattningar tyder på en minskning av antalet cancerfall men det är svårt att kvantifiera både minskning och absolutnivå.

Även om den ovannämnda undersökningen är gammal visas i **Figur 1** i alla fall en sammanställning av resultaten för att ge en översikt för den efterföljande diskussionen. Det bör noteras att även andra cancerformer än lungcancer ingår i uppskattningen, som därmed är mer heltäckande än de studier som bara omfattar lungcancer. En annan viktig notering är att uppskattningar av detta slag är mycket osäkra.

Figur 1 visar att den dominerande utsläppskomponenten är polycykliska aromatiska föreningar (PAC³). Det största bidraget är via annat upptag än luftföroreningar, t.ex. deponering på gröda (300) som ger ett 3 ggr högre bidrag än inhalationen (100) av PAC. Osäkerheten är dock stor när det gäller denna uppskattning. Andra viktiga ämnen är 1,3-butadien (50), eten (30), formaldehyd (25), bensen (10) och partiklar (8).

Mot bakgrund av data i **Figur 1** kan man möjligen hävda att de senaste årens debatt om cancer, som nästintill uteslutande handlat om partiklar, varit något missriktad. Frågan om huruvida det finns någon effekt av enbart en i sammanhanget "inert" partikel eller om det är de föreningar som lagrats på partikeln som står för effekten medför att osäkerheten om partiklarnas bidrag är betydande. Törnqvist och Ehrenberg har ej heller listat denna emissionskomponent direkt men den nämns som en uppskattning i rapporten. Därför har siffran för partiklar (8) visats inom parentes i **Figur 1** men den ingår i totalsumman. En siffra på 15 cancerfall istället för 8 har också nämnts senare. Trots osäkerheterna kvarstår det faktum att partiklarna sannolikt bidrar till en betydande del av cancerfallen. Frågan om huruvida partikelstorleken har betydelse också i detta fall tillkommer som ytterligare en osäkerhet.

När det gäller cancerrisk mäts i Göteborg rutinmässigt bara partiklarna av de cancerframkallande ämnena i **Figur 1**. Detta är naturligtvis en stor brist och en given rekommendation är därför att utöka mätningarna till att omfatta även andra ämnen. Frågan är vilka ämnen som skall mätas. I **Tabell 1** nedan visas en prioritering av de viktigaste ämnena ordnade efter antalet cancerfall enligt den ovannämnda rapporten. Dessutom visas även den riskfaktor som respektive ämne har. Riskfaktorn har uttryckts som antalet cancerfall per 1 miljon innevånare för en exponeringstid på 70 år av 1 µg/m³ av respektive ämne.



Figur 1. Antal cancerfall i Sverige som följd av luftföroreningar [3]

³ Eftersom de flesta av dessa föreningar används ibland beteckningen polycykliska organiska kolväten (PAH) som samlingsnamn för dessa föreningar.

Tabell 1. Prioriterade cancerframkallande ämnen

| <u>Förorening</u> | <u>Cancerfall</u> | <u>Risikfaktor</u> |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| • PAC | 400 | 28 000 |
| • 1,3-butadien | 50 | 300 |
| • Eten | 30 | 50 |
| • Formaldehyd | 25 | 100 |
| • Bensen | 10 | 8 |
| • Partiklar | 8 | 70 |

I förhållande till det totala antalet fall i Figur 1 (529) ger de ämnen som listats i Tabell 1 98,9% av denna nivå, dvs. en helt försumbar differens⁴. Acetaldehyd och propen är de två emissioner som har försumrats i det senare fallet.

Eftersom en utbyggnad av mätkapaciteten torde vara dyr måste även andra alternativ undersökas. Om även eten och formaldehyd försummas skulle 88,5% av det totala antalet innefattas. En rimlig kompromiss mellan önskan att mäta så många ämnen som möjligt och de höga kostnader och arbetsinsatser det är fråga om måste göras i detta fall.

Mätningar av PAC/PAH som av allt att döma är den mest betydelsefulla emissionskomponenten för uppskattning av cancerrisken är mycket dyra och komplicerade. En arbetsgrupp har undersökt frågan för ev. införande i framtida EU normer⁵. Rekommendationen blev att använda benso(a)pyren (BaP) som markör och att mätningar av denna förorening skulle ingå i de nya normerna. Man rekommenderade dock att även mäta andra PAC/PAH. Författarens åsikt är att man snarast borde börja mäta BaP (kontinuerligt) i Göteborg.

En sammanvägning av cancerrisken för de olika emissionskomponenterna enligt ovan redovisade modell eller någon nyare och bättre utvärdering (om en sådan finns) är att rekommendera. Man kan notera att det nu gått mer än 10 år sedan målet att minska cancerrisken med 90% satts men att en kvantifiering av vad man hittills uppnått ännu inte har gjorts. Författarens åsikt är att man måste försöka göra detta även om metoderna är behäftade med mycket stora osäkerheter. Det är trots allt bättre att ha en dålig uppskattning än ingen alls.

⁴ Från rent beräkningsmässig synpunkt kan man nämna att acetaldehyd i beräkningen räknats som ett fall även om bedömningen är att detta ämne ger upphov till *mindre* än ett fall.

⁵ Från Sverige ingick Roger Westerholm, SU i denna grupp.

Ecotraffics kommentarer

Partiklar och cancer

När det gäller partikelemissioner och cancer måste man framhålla att de underlag som finns inte är speciellt säkert och till största delen baseras på djurförsök. Eftersom exponeringshalterna ofta är mycket höga (1000-falt högre än i stadsluft) finns risk för att effekter uppträder som inte finns vid normala koncentrationer. Det är således möjligt att det kan finnas en tröskeleffekt under vilken ingen ökad cancerrisk finns samt att denna tröskel ligger högre än normal exponering. Detta står i stark kontrast till insjuknande och dödlighet, där det inte verkar finnas någon sådan tröskel.

4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Området är komplext och en gedigen analys är inte möjlig att göra utan större insatser och med bredare kompetens än Ecotrafic f.n. förfogar över.

Nedanstående slutsatser kan dras från det material som sammanställts och baserat på dessa slutsatser kan de efterföljande rekommendationerna göras

- NO_x och SO_x redovisas separat som tidigare. Eftersom NO_x i dag står för den dominerande delen av försurningen finns knappast något skäl att inkludera även SO_x i denna utvärdering.
- Analys av partikelprovtagning bör göras för att undersöka partiklarnas sammansättning och ursprung. Prioritering görs av mindre partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}).
- En ökning av antalet mätta komponenter som ger upphov till cancer rekommenderas. Med dessa mätningar kan ett cancerriskindex beräknas tämligen enkelt. Underlaget för riskfaktorer behöver dock förbättras framgent.
- Generella sammanvägningar av effekter av luftföroreningar kan inte rekommenderas i andra fall än för cancerrisken.

För övriga ovan kommenterade föroreningar och mätningar finns inga speciella rekommendationer.

5 REFERENSER

1. Sveriges Riksdag: "Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft." Sveriges Riksdag, SFS nr: 2001:527, 2001.
2. Miljöförvaltningen i Göteborg: "Miljörapport för 2000 – En beskrivning av miljö tillståndet i Göteborg." Miljöförvaltningen, Göteborg, Rapport R 2001-11, ISSN 1401-2448, ISRN GBG-M-R- -01/11- -SE, 2001.
3. Törnqvist M. and Ehrenberg L.: "On Cancer Risk Estimation of Urban Air Pollution." Environmental Health Perspectives, vol. 102, Supplement 4, October 1994.
4. Naturvårdsverket: "Miljöpåverkan från olika transportslag – Metod för jämförelse." Naturvårdsverket Rapport 5143, 2001.
5. Forsberg B. och Bylin G. "Uteboken – En bok för alla som bryr sig om en hälsosam utomhusluft." Naturvårdsverket Rapport



ECOTRAFFIC
RESEARCH & DEVELOPMENT AB

Huvudkontor / Head office
Karlavägen 18, Box 5671
S-114 86 STOCKHOLM
Tel +46 (0) 8-614 50 56
Fax +46 (0) 8-614 50 08
E-post: eco@ecotraffic.se

Ecotraffic Norge AS
Dronning Maudsgt. 10
PO Box 1404 Vika.N-0115 OSLO
Tel +47-23 11 47 40
Fax +47-23 11 47 67
E-post: ecotraff@online.no

Ecotraffic Philadelphia
916 Washington Lane
Rydal PA 19046, USA
Tel +1-215-481-9753
Fax +1-215-784-6584
E-post: ecotraffic.usa@juno.com

www.ecotraffic.se