



Åtgärder för att minska emissionerna av kvävedioxid (NO₂) i Göteborg

PM för Trafikkontoret i Göteborg

Ecottraffic ERD³ AB

**Peter Ahlvik
Henrik Boding
Hans Hjortsberg
Bengt Sävbark**

December 2000

Ecottraffic

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

SAMMANFATTNING

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	1
2	METODIK.....	1
3	FÖRSLAG TILL PRIORITERADE ÅTGÄRDER.....	1
3.1	Förtida introduktion av framtida emissionskrav för motorer till tunga fordon.....	1
3.2	Förtida introduktion av emissionskrav för lätta fordon	3
3.3	Skärpta miljözonskrav.....	3
3.4	Miljözonskrav för lätta fordon	4
3.5	Bättre konventionella drivmedel (reformulering).....	4
3.6	Ecodriving.....	4
3.7	Stora trafikleder och genomfartstrafik.....	5
3.8	Ökad lastfaktor.....	5
3.9	Busstrafik kontra personbilar.....	6
3.10	NO _x reducering på fartyg i reguljär trafik.....	6
4	DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	7

1 INLEDNING OCH BAKGRUND

Det är av vikt att först notera att kväveoxid (NO_x) är ett samlande begrepp för två olika kväveoxider, kväveoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂). En del av de åtgärder som kommer att behandlas nedan påverkar andelen av NO₂ i avgaserna och det kan därför vara av intresse att reda ut några begrepp.

NO₂ är den ”farligare” varianten av NO_x. I avgaserna domineras NO_x emissionerna som regel av NO men i atmosfären oxideras NO så småningom till NO₂. Andelen NO₂ av NO_x i gatuluften beror av flera faktorer och kan ligga inom ett så stort spann som t.ex. från 10 till 90%. Atmosfärskemin bestämmer hur snabb oxidationen från NO till NO₂ är och en typisk tidsskala är någon timme. Enkelt uttryckt kan man alltså säga att de totala NO_x emissionerna är en ”potential” till bildning av NO₂. Det är således viktigt att minska emissionerna av NO_x från fordonen men det är även viktigt att *andelen* NO₂ av dessa NO_x emissioner är låg.

2 METODIK

Två underlag har skickats från Trafikkontoret. Det första underlaget är miljö kvalitetsnormerna (MKN) från Trafikkontoret i Göteborg där bl.a. beräkningar utförda i Airviro programmet redovisas. Beräkningarna (kompletterat med mätningar) visar med all tydlighet att problemen är som störst vid genomfartsleder och på hårt trafikerade gator. Andra mer ”punktvisa” källor som t.ex. sjöfarten och fasta förbränningsanläggningar bidrar sannolikt till bakgrundsnivån men ger inte lika stort bidrag som trafiken och arbetsmaskinerna i de områden där nivåerna är som högst. Det andra underlaget är en sammanställning som Miljöförvaltningen i Stockholm gjort över olika tänkbara åtgärder. Dessa åtgärder härstammar i sin tur från underlag som Vägverket och Trivector sammanställt.

Förutom ovannämndas underlag har också tillgängligt material (rapporter, data sammanställningar m.m.) hos Ecotraffic använts som inspirationskälla. I övrigt baserar sig förslagen på det som kommit fram vid ett ”brainstorming”-möte med Ecotrafics personal.

3 FÖRSLAG TILL PRIORITERADE ÅTGÄRDER

3.1 Förtida introduktion av framtida emissionskrav för motorer till tunga fordon

Miljöklasssystemet för tunga fordon (eller motorer till tunga fordon för att vara helt korrekt) har som bekant stannat upp sedan några år tillbaka. Officiellt har miljödepartementet och Naturvårdsverket som har ansvar för frågan i några års tid hänvisat till förseningen av beslut om de framtida kraven i EU¹. Detta är förvisso sant men redan för ca ett år sedan kom direktivet 1999/96/EG där nivåerna ända fram till 2008/2009 fastställts. Detta var emellertid inte tillräckligt som underlag för beslut om nya miljöklasser utan en utredning (Avgas 2000) som skulle behandla frågorna hade tillsatts. Utredningen kom med sitt slutbetänkande

¹ Förslag till nya miljöklasser framfördes för några år sedan av Naturvårdsverket. Förslaget förkastades dock eftersom det inte hade någon förankring i de europeiska kraven.

de i mars 2000. Det i detta sammanhang enda konkreta förslaget som utredningen framförde var förslaget till nya beteckningar för miljöklasserna. I stället för miljöklass 1, 2 och 3 skulle beteckningarna miljöklass 2000, 2005, osv användas. Trots att de europeiska kraven nu är fastställda och Avgasrening 2000 kom med sitt slutbetänkande redan i mars har fortfarande inget beslut om de nya miljöklasserna för tunga fordon tagits. Detta är självfallet hämmade för utvecklingen.

I det ovannämnda direktivet finns de nya avgaskraven Euro III – V samt ett frivilligt krav för "mer miljövänliga" fordon (EEV²). Något större genomslag för de framtida normerna (förutom den obligatoriska Euro III) kan inte förväntas innan miljöklasssystemet uppdaterats. Ett undantag är dock kollektivtrafiken. På initiativ av SLTF har upphandlingskrav formulerats som bl.a. baserar sig på en gradvis anpassning till de framtida kraven. Något liknande initiativ för andra typer av fordon finns ännu inte. Det är dock praktiskt svårt att införa sådana krav innan beslut om de nya miljöklasser finns. Emellertid kan man göra nödvändiga förberedelser och detta är egentligen vårt förslag. Det torde säkert finnas flera kategorier av fordon där kommunen kan påverka kraven vid upphandling.

Någon lista över de framtida kravnivåerna bifogas inte här men man kan i alla fall notera att NO_x nivån för den mest långtgående kravnivåerna ligger på 2 g/kWh (Euro V och EEV), vilket kan jämföras med 5 g/kWh för Euro III och 7 g/kWh för Euro II. Potentialen till förbättring är således betydande om denna teknik kunde införas i förtid.

Användningen av alternativa drivmedel är i dag en möjlighet att klara NO_x nivåerna i Euro IV (3,5 g/kWh) och Euro V/EEV (2 g/kWh). Krav vid upphandling måste dock ställas för att de alternativt drivna fordonen skall erhålla dessa nivåer. Potentialen att *väsentligt* öka andelen alternativt drivna tunga fordon måste dock anses som relativt liten. För bussar kommer redan SLTF:s initiativ att vara ett tillräckligt incitament för alternativa drivmedel.

En teknik som i dag möjliggör Euro IV för dieselolja är avgasåterföring (EGR). Kommerciella system med denna teknik (kallad DNO_x) finns från utvecklingsföretaget STT. Euro V nivån kan inte klaras ännu utan en vidareutveckling av systemet. Förutsättningarna för att denna utveckling skall vara framgångsrik är att systemet integreras i konstruktionen från början, vilket kräver motortillverkarens medverkan och detta kommer i sin tur att ta längre tid i anspråk. STT:s system bygger på användningen av ett partikelfilter. Det vanligaste av de i Sverige använda partikelfiltren är CRT som utvecklats av katalysator-tillverkaren Johnson Matthey. En nackdel med CRT är att andelen NO₂ i avgaserna ökar. Detta beror på att katalysatorn före partikelfiltret bildar NO₂ som sedan används för att sänka renbränningsstemperaturen för sotet i filtret. EGR ger främst en minskning av NO³, vilket innebär att emissionerna av NO₂ sannolikt blir högre än för en motor utan efterbehandling. Trots det rekommenderar vi systemet eftersom lägre totala NO_x emissioner (ca -50%) ger en lägre *potential* till NO₂ bildning i atmosfären. Utfallet varierar naturligtvis med klimatfaktorer och övriga luftföroreningar (reaktiva kolväten). För att erhålla ett säkrare underlag skulle vi dock rekommendera att detta undersöks. I valet mellan enbart partikelfilter (CRT) och DNO_x (CRT+EGR) är valet lätt. Det sistnämnda ger en halvering av de totala NO_x emissionerna, vilket bör vara en fördel ur NO₂ synpunkt. Möjligheterna att komplettera en del fordon som redan utrustats med CRT filter även med ett EGR system kan övervägas.

* EGR-systemet med DNO_x (EGR-systemet).

² EEV: Environmentally Enhanced Vehicles.

³ Det måste medges att underlaget för denna bedömning är litet.

3.2 Förtida introduktion av emissionskrav för lätta fordon

För lätta fordon har emissionskraven satts t.o.m. 2005/2006 (Euro IV). Euro III började införas från och med 2000-01-01 (för nya certifierade motorfamiljer) och skall vara fullt införd 2001-01-01 (samtliga motorfamiljer). Euro IV motsvarar som bekant nuvarande miljöklass 1, vilket sannolikt kommer att benämnas miljöklass 2005 i framtiden. Någon ny miljöklass bortom 2005 finns inte planerad eftersom några kravnivåer efter Euro IV ännu inte satts i EU.

Förvånande är att så pass många bensindrivna bilmodeller redan har certifierats i miljöklass 1. Sannolikt kommer andelen att öka ytterligare eftersom en del modeller av praktiska skäl ännu inte klassats. Statistiken från Tyskland och uppgifter från biltillverkarna visar att i stort sett alla komplett nya bilmodeller och/eller motorfamiljer klarar nivåerna i miljöklass 1 och kommer därför sannolikt också att certifieras i denna klass. Även om denna utveckling är mycket glädjande innebär det tyvärr att potentialen för åtgärder inom detta område är liten.

607? Av de dieseldrivna bilarna finns i skrivande stund bara en modell i miljöklass 1, nämligen VW Lupo 3L. Halvofficiella uppgifter från biltillverkarna antyder att anpassningen till Euro IV kraven kommer att börja ske i större skala från och med 2002. En av orsakerna till att detta sker senare än för bensin torde vara den höga svavelhalten i europeisk dieselloja (350 ppm 2000 och 150 ppm 2005) jämfört med Sverige (10 ppm i Mk1), vilket försvårar användningen av en NO_x reducerande katalysator. Det kan också vara värt att nämna att NO_x kraven inte är lika hårda i Euro III och IV för diesel som för bensin (medan CO och HC kraven är hårdare). Därför kommer en fortsatt potential (åtminstone t.o.m. 2005) för reduktion av NO₂ att finnas genom att välja bensin i stället för diesel. För nya bilar är andelen diesel efter en tidigare uppgång åter mycket låg (6,7% i oktober) men för bilar avsedda för kommersiell drift (t.ex. Taxi) är andelen mycket högre. Detta betyder att det kan finnas en potential att minska NO₂ genom upphandling av tjänster där en stor andel dieseldrivna fordon används i dag (och andra alternativ finns). Förslag för hur detta principiellt skulle kunna gå till har tidigare lämnats till Trafikkontoret av Ecotraffic.

3.3 Skärpta miljözonskrav

I och med att de framtida emissionskraven för tunga fordon fastställts i Europa finns möjligheter att skärpa miljözonskraven. Denna åtgärd kan rekommenderas med hänvisning till den stora effekt för efterbehandlingsutrustning som kraven fick när de infördes. För övrigt behöver kraven också modifieras med hänvisning till att de endast gäller för efterbehandlingsutrustning. Det finns i dag många andra teknologier som kan minska emissionerna men som inte "passar in" i dagens system.

Det kan vara värt att studera de initiativ som tagits i bl.a. USA, Kalifornien och Storbritannien för att godkänna och premiera system för eftermontering. Kraven är att emissionerna för en motor skall minskas och olika nivåer finns för dessa krav.

Eftersom miljözonskraven omfattar ganska stora flottor av fordon finns också möjligheter till att en skärpning av kraven kan få en stor effekt. Tyvärr finns i dag, av rent praktiska skäl, inte riktigt samma potential för arbetsmaskiner även om liknande lösningar rent tekniskt skulle kunna fungera även i detta fall.

3.4 Miljözonskrav för lätta fordon

Miljözonskrav för lätta fordon finns inte i dag. Tanken att förhindra äldre fordon utan katalysator att köra i city är tilltalande. Dock finns en del praktiska problem förknippade med lösningar av detta slag.

Antag att NO_x emissionerna för en bilsbil utan katalysator (A10 rening) har en NO_x nivå av 2 g/km. En 10 år gammal bil av den första generationen katalysatorbilar kan ha en NO_x nivå av ca 0,5 g/km om reningssystemet fortfarande är aktivt. De nyaste bilarna har en NO_x nivå betydligt under 0,1 g/km. I dag utförs drygt hälften av transportarbetet med katalysatorförsedda bilar. Med ledning av ovanstående resonemang inses att potentialen är betydande.

Svårigheten är att införa ett system för miljözonskrav som är praktiskt enkelt och som kan övervakas utan större åthävor. Sannolikt kan inte ett sådant system realistiskt utan att det kombineras med andra incitament som t.ex. vägavgifter, trängselavgifter el. dyl. Man kunde i ett sådant system ha olika avgifter för olika generationer av fordon.

3.5 Bättre konventionella drivmedel (reformulering)

Vi kan först konstatera att Sverige i dag använder världens bästa dieselbränsle så någon större förbättring kan inte förväntas inom detta område.

I och med övergången till miljöklass 1 bensin, som i allt väsentligt motsvarar EU:s krav för år 2005, har ett stort steg tagits. Miljöklass 1 bensin har en maximal svavelhalt på 50 ppm, vilket är väsentligt lägre än EU:s minimikrav som ligger på 150 ppm från och med 2000. Svavel påverkar dagens katalysatorer genom att konverteringsgraden för alla reglerade ämnen blir lägre än för svavelfri bensin. Effekten av svavel är reversibel, dvs. en enstaka tankning med ett sämre bränsle "förstör" inte katalysatorn även om konverteringsgraden temporärt sjunker. Å andra sidan blir effekten av ett renare bränsle momentan och kommer att ha en effekt på hela bilparken som är försedd med katalysatorer. I framtiden diskuteras även lägre nivåer av svavel i bensen än de 50 ppm som kommer att gälla från 2005. De europeiska, japanska och amerikanska bilindustriföreningarna har krävt ett "svavelfritt" bränsle i framtiden. Nivån för "svavelfritt" sägs i dag ligga någonstans kring 5 eller 10 ppm men man vill precisera nivån senare när mer testdata finns tillgängliga. I Tyskland har en bensinkvalitet med mindre än 10 ppm redan införts på marknaden och ekonomiska incitament kommer nästa år. Möjligheterna att införa denna bensinkvalitet även i Sverige (och lokalt) bör undersökas. Miljödepartementet och Naturvårdsverket har i denna fråga en viktig roll.

I framtiden kommer en ny typ av katalysatorer att användas till de bensinmotorer som använde direktinsprutningsteknik. Dessa katalysatorer är extremt känsliga för svavel och i detta fall skall således bränslet helst vara helt svavelfritt. Utan tvekan kommer detta att leda till att bensen i framtiden förr eller senare måste bli mer eller mindre svavelfri.

3.6 Ecodriving

Ecodriving är ett koncept som i princip hämtats från Finland och där utbildningsmaterialet i bearbetad form används även i Sverige. Detta gäller för lätta fordon. Nytt från och med i sommar är att en utbildning som anpassats för tunga fordon även finns tillgänglig.

Potentialen för Ecodriving torde ligga på ca 10% för minskning av bränsleförbrukningen för lätta fordon – något mindre för tunga fordon. En förstudie utförd på initiativ av Vägverket indikerade små förändringar av emissionerna men resultaten från studien inarbetades i utbildningen för att även ta försöka nå en positiv effekt på emissionerna. Nu håller en större studie på att slutföras och de resultaten bör kunna visa ifall Ecodriving konceptet även kan ha en inverkan på emissionerna. För tyngre fordon är kopplingen mellan bränsleförbrukning och emissioner tydligare än för lätta fordon. Därför finns möjligheter till emissionsminskningar av samma storleksordning som för bränsleförbrukningen.

3.7 Stora trafikleder och genomfartstrafik

Det framgår av Airviro beräkningarna att det är höga NO₂-halter kring de stora lederna. Dessa utsläpp kommer av flera faktorer; hög trafikintensitet, höga hastigheter och en stor andel fordon som inte har ärende till Göteborgs centrum. Det finns alltså flera sätt att minska utsläppen.

En avlastning av genomfartstrafiken skulle ge betydande minskning av NO_x-utsläppen. En omdirigering av främst tunga dieseldrivna fordon skulle troligen få störst effekt.

NO_x-utsläppen ökar med hastigheten. En hastighetsminskning från 70-90 km/h sänker utsläppen med ca 20 % för tunga fordon. Den procentuella minskningen är sannolikt ännu större för bensindrivna bilar både med och utan katalysator även om det från katalysatorförsedda bilar sker från en betydligt lägre utsläpps nivå. Att sänka hastigheten eller införa övervakning för att få ner hastigheterna till de tillåtna ger alltså minskade NO_x-utsläpp.

Ett jämnt trafikflöde minskar NO_x-bildningen hos samtliga fordon, särskilt för katalysatorförsedda bensinbilar. Det ska påpekas att effekten av en hastighetsänkning försämras eller uteblir om det medför att trafikrytmen blir mer ryckig än i basfallet.

3.8 Ökad lastfaktor

En viktig faktor för NO₂ reducering är att få upp lastfaktorerna i upphandlad trafik. Detta kan t.ex. ske genom förbättrad ruttplanering och ökad samdistribution. Högre lastfaktor och lägre emissioner kan i en del fall uppnås genom att använda större fordon. Onödigt stora fordon eller motorer ger mer utsläpp men å andra sidan är det viktigare att få ner antalet transporter. Det är alltså bättre med få stora bilar än många små eftersom avgasutsläppen ökar marginellt med ökad last medan en extra körning fördubblar utsläppen. För lastbilar (och bussar) finns det en begränsning i t.ex. maximalt tillåten fordonsvikt inkl. last och för färjor och båtar kan också djupet i hamnen vara en begränsande faktor.

Genom att flera olika transporter inom samma område samordnas minskar antalet fordon i området. Fordonen ökar därmed sin fyllnadsgrad. Trängselfaktorn minskar också vilket ger ett jämnare trafikflöde. Samordning av transporterna kan göras vid transportupphandlingar vilket också borde resultera i lägre transportkostnader. Exempel på områden där samtransport och ruttoptimering kan ha effekt är i livsmedelsbranschen. För att optimera rutterna kan man använda sig av GPS (Global Positioning Systems) som är ett satellitbaserat system som tolkar signaler från satelliter, vilka mottages av en portabel mottagare. Mottagaren ger data om position och hastighet hos fordon i trafik som man sedan kan stoppa in i ruttoptimeringsprogram för utvärdering av resultaten. Exempel på sådana program är DPS WinLogiX och DPS RouteLogiX Pro. Dessa program kan optimera enskilda rutter eller

totala system med reducering av det totala antalet fordon, antalet körda kilometer etc. Störst potential har långa och komplicerade rutter med många stopp för lastning och lossning. Studier har visat på upp till närmare 30% reducering av antal fordonskm och tidsutnyttjande för transporter. Avancerade och funktionella lastbärare kan dock krävas för transporter av många olika typer av gods, bl.a. av sanitära skäl.

GPS och GIS (Geographical Information System) kombinerat med mobil telekommunikation kan också göra det möjligt för transportplanerare att hålla reda på positionen hos olika fordon. Med sådana trafikinformationssystem så kan störningar i trafiken rapporteras till föraren och nya uppdrag ges till det fordon som är närmast och nya rutter planeras utifrån dessa nya omständigheter. Detta leder i sin tur till effektivare transportplanering samt omlastning. Det kan också vara en fördel att utnyttja åkare som är en del av ett transport- och logistik företag som t.ex. ASG el. BTL-Schenker. Större företag har med sina många använda fordon och uppdrag bättre möjligheter att utnyttja denna teknik och bäst förutsättningar att optimera många rutter och samordna olika typer av gods på ett effektivt sätt.

För att påverka denna sektor är krav i upphandling på trafik en framkomlig väg. Till exempel att kräva att GPS och annan ruttoptimeringsutrustning handhas av entreprenörerna. För att komma åt andra transporter som ej upphandlas kan information och gemensamma frivilliga projekt inom regionen vara en möjlig lösning. Vid hänsynstagande till globala NO₂-utsläpp (som indirekt påverkar bakgrundsivån) bör också de totala transportavstånden hållas så korta som möjligt. Krav på exempelvis närproducerade produkter och tjänster kan inskrivas i upphandlingskraven.

3.9 Busstrafik kontra personbilar

En övergång från bilåkande till buss ger endast lägre NO_x-utsläpp om befintlig busstrafik utnyttjas bättre än i dag (ökat antal passagerare per buss). NO_x-utsläppen per personkm ligger på ungefär samma nivå för bussar och personbilar om man beaktar att hälften av bilarna idag har katalysator. I takt med att andelen katalysatorbilar ökar kan en ökad *andel* busstrafik ge relativt sett högre NO_x-utsläpp (även om utsläppen minskar totalt). Bussarnas NO_x emissioner kan visserligen minskas med avgasåterföringsteknik (EGR) eller genom att alternativa drivmedel används men de blir ändå inte lägre än för moderna bensindrivna bilar. För att hålla jämna steg med utvecklingen av personbilar krävs således ytterligare åtgärder för att minska NO_x emissionerna från bussarna.

3.10 NO_x reducering på fartyg i reguljär trafik

Det finns en reningsteknik för NO_x med en mycket stor potential att minska emissionerna från fartygsmotorer, nämligen selektiv katalytisk reduktion (SCR). SCR tekniken kan reducera NO_x från dieselmotorer även om dessa har stort luftöverskott i avgaserna genom att ett reduktionsmedel tillsätts. Detta ämne är ammoniak eller ämnen som avger ammoniak genom sönderdelning vid upphettningen i avgaserna. På grund av riskerna med att hantera ammoniak på fartyg används i stället en urea lösning. Med SCR tekniken kan en reningsgrad på över 90% nås. Tekniken demonstreras i dag i ett antal färjor och fartyg i Sverige.

Även om SCR reningstekniken har en stor potential finns problemet att sjöfarten är internationell och därmed endast omfattas av internationella regler och avtal. Störst är möjligheterna att reglera utsläppen från färjor eftersom bilaterala avtal mellan två länder är tänk-

bara. Man kan också undersöka möjligheterna att genom frivilliga avtal påverka transporterna med specialiserade fartyg som t.ex. fartyg som transporterar bilar (Volvo och SAAB) eftersom dessa fartyg är specialiserade och ofta går på väl definierade rutter. Det kan också finnas andra typer av fartyg i reguljär trafik där samma resonemang är möjligt. Differentierade hamnavgifter kan också ha en viss effekt på övrig trafik men berörs inte här då detta är en icke-teknisk åtgärd.

4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Den enkla sammanfattning som gjorts i detta PM visar att det finns en hel del olika tänkbara tekniska metoder att minska NO₂ emissionerna i Göteborg. Endast kvantitativa uppskattningar har i nuläget redovisats för vissa av dessa åtgärder i syfte att påvisa potentialen till minskning av NO₂ emissionerna. För att kunna göra en mer kvalitativ uppskattning eller allra helst en beräkning av utsläppen kombinerat med spridningsberäkningar i simuleringsprogram av typen Airviro krävs en noggrannare genomgång av förutsättningarna. Vi har i denna sammanställning inte gjort någon bedömning och analys av de indata som använts till de resultat som erhållits från Airviro i det material som vi kunnat ta del av.

I denna sammanställning har en koncentration av insatserna gjorts för tekniska åtgärder och åtgärder som har en stor potential. Åtgärder med mindre potential har inte beaktats och det bör därför framhållas att de åtgärder som behandlats här inte är komplett.

Resultatet från genomgången av tänkbara åtgärder har visat att man kan identifiera ett antal olika åtgärder med stor potential. Flera av dessa åtgärder kräver stöd, medverkan eller hjälp av myndigheter för att de skall kunna genomföras rent praktiskt.

