

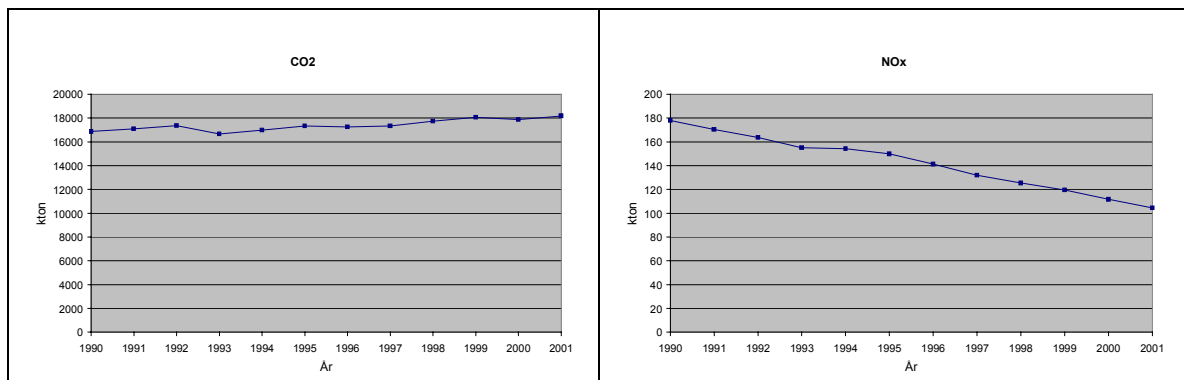


# rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

## Nationell emissionsstatistik för vägtrafiksektorn - ökad kvalitet, trovärdighet och konsensus

### Förstudie



Åke Sjödin, Eje Flodström, Magnus Ekström, Peringe Grennfelt

B1537

September 2003



<b>Organisation/Organization</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	<b>RAPPORTSAMMANFATTNING</b> <b>Report Summary</b>
<b>Adress/address</b> Box 47086 402 58 Göteborg	<b>Projekttitel/Project title</b> SIVL-projekt/project no. B42/02
<b>Telefonnr/Telephone</b> 031 725 62 00	<b>Anslagsgivare för projektet/ Project sponsor</b> Bil Sweden och Vägverket inom ramen för IVL's samfinansierade forskningsprogram
<b>Rapportförfattare/author</b> Åke Sjödin, Eje Flodström, Magnus Ekström, Peringe Grennfelt	
<b>Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report</b> Nationell emissionsstatistik för vägtrafiksektorn - ökad kvalitet, trovärdighet och konsensus. Förstudie National emission statistics for the road transport sector - improved quality, credibility and consenses.	
<b>Sammanfattning/Summary</b> Föreliggande projekts syfte har varit att peka ut möjliga vägar för hur kvaliteten hos och konsensus kring den svenska nationella emissionsstatistiken för vägtrafiken skulle kunna förbättras. I rapporten presenteras en handlingsplan som en tänkbar plattform för hur det framtida arbetet med framtagningen av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn kan utformas, så att ökad kvalitet, ökad trovärdighet samt ökad konsensus bland alla involverade aktörer stegvis uppnås. The aim of this study was to identify possible ways to improve the quality and the consensus of the Swedish national emission statistics for the road transport sector, used for e.g. the reporting to international bodies such as the UNFCCC and CLRTAP. An action plan is presented, which may act as a platform for the future work process to compile the Swedish national emission statistics for the road transport sector, in a manner that favours the quality and credibility of the statistics and consensus among all actors involved in this field.	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren /Keywords</b> Vägtrafik, emissioner, utsläpp till luft, luftföroreningar, emissionsstatistik Road traffic, emissions, air pollutants, air emission statistics	
<b>Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data</b> IVL Rapport/Report B1537	
<b>Rapporten beställs via /The report can be ordered by</b> Hemsida: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-mail: <a href="mailto:publikationsservice@ivl.se">publikationsservice@ivl.se</a> , fax: 08-598 56 90, eller via IVL, Box 210 60, 100 31 Stockholm. Rapporten kan även laddas ner gratis från <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a>	

## Innehållsförteckning

Förord .....	3
Sammanfattning .....	4
1 Inledning .....	5
1.1 Bakgrund och syfte .....	5
1.2 Nuvarande och framtida krav på nationell emissionsstatistik .....	6
1.2.1 Nationell rapportering .....	6
1.2.2 Internationell rapportering .....	6
1.2.3 Nationell miljömålsuppföljning och transportpolitiska mål .....	8
1.2.4 Behov av emissionsdata för modellering på regional och lokal nivå .....	9
1.2.5 Andra behov av emissionsdata .....	10
1.3 Vägtrafikens utsläpp till luft i Sverige - andel och historisk trend .....	12
2 Framtagning av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn - nuvarande process .....	13
2.1 Övergripande process med roller och ansvar .....	13
2.2 Nuvarande emissionsmodell för framtagning av den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn - EMV .....	15
2.2.1 Modellstruktur med indata .....	16
2.2.2 Exempel på utdata och känslighetsanalyser .....	20
2.2.3 Granskningar av EMV-modellens in- och utdata .....	21
2.2.4 Uppdatering och à jour-hållning .....	24
2.3 Nuvarande process i förhållande till internationella riktlinjer .....	25
2.3.1 "Good Practice" och QA/QC-plan .....	25
2.3.2 Verifiering ("Verification") .....	27
3 Underlag för aktörs- och konsensusanalys inom fordonsemissionsstatistikområdet .....	28
3.1 Svenska aktörer - avnämare och utförare .....	28
3.1.1 Vägverket .....	28
3.1.2 Fordonsindustrin .....	30
3.1.3 Naturvårdsverket .....	34
3.1.4 SIKA .....	35
3.1.5 VTI .....	36
3.1.6 AVL MTC .....	39
3.2 EU's modell och pågående EU-aktiviteter inom området .....	41
3.2.1 COPERT-modellen .....	41
3.2.2 ARTEMIS-projektet och ARTEMIS-modellen .....	42
3.2.3 COST346 Emissions and Fuel Consumption from Heavy-Duty Vehicles .....	44
3.2.4 PARTICULATES .....	44
3.2.5 TREMOVE .....	45

4	Möjligheter och begränsningar med oberoende mät- och verifieringsmetoder .....	45
4.1	Ombordmätmetoder .....	45
4.2	Fjärranalysmätningar (FEAT).....	46
4.3	Tunnelmätningar .....	49
4.4	Vägnära mätningar och gaturumsmätningar .....	52
4.5	Mätningar i urbanluft .....	53
5	Förslag till långsiktig handlingsplan för ökad kvalitet och konsensus avseende den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn .....	54
5.1	Aktörs- och konsensusanalys .....	54
5.1.1	Nuvarande modell för den nationella emissionsstatistiken - EMV .....	54
5.1.2	Alternativ till EMV-modellen .....	56
5.1.3	Aktörskedjan för att generera den nationella emissionsstatistiken.....	57
5.1.4	Kvalitetssäkring och verifiering .....	57
5.2	Förslag till organisation, processer och rutiner .....	59
5.3	Förslag till specifika projekt för ökad kvalitet och ökad konsensus avseende den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn.....	61
5.3.1	Förslag till specifika projekt för förbättrade nationella indata, aktivitetsdata .....	61
5.3.2	Förslag till specifika projekt för kvalitetssäkring inklusive verifiering.....	63
6	Referenser .....	65

## **Förord**

Föreliggande rapport har tagits fram på uppdrag av Vägverket och Bil Sweden inom ramen för IVLs samfinansierade forskningsprogram. Arbetet har skett under överinseende av en referensgrupp bestående av Pär Gustafsson och Håkan Johansson, Vägverket, Ulf Roos, Bil Sweden, Urban Westljung, Scania, Peder Fast, Volvo Personvagnar samt Reino Abrahamsson, Naturvårdsverket. Referensgruppen har också givit värdefulla synpunkter på den slutliga utformningen av rapporten. Värdefulla bidrag under projektets gång har också lämnats av SIKA, VTI samt AVL MTC.

## Sammanfattning

Föreliggande projekts syfte har varit att peka ut möjliga vägar för hur kvaliteten hos och konsensus kring den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiken skulle kunna förbättras. I rapporten presenteras en handlingsplan som en tänkbar plattform för hur det framtida arbetet med framtagningen av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn kan utformas, så att ökad kvalitet, ökad trovärdighet samt ökad konsensus bland alla involverade aktörer stegvis uppnås.

Alltmer internationella krav kommer i förgrunden när det gäller hur den officiella nationella emissionsstatistiken tas fram, detta gäller för såväl vägtrafiksektorn som för alla övriga sektorer med betydande utsläpp till luft. Sverige intar en särskild ställning när det gäller utsläppsstatistiken för luftföroreningar i allmänhet och utsläppen från vägtrafiken i synnerhet, som motiverar att vi bör kunna redovisa en emissionsstatistik som är av internationellt sett hög kvalitet och där, i största möjliga utsträckning, konsensus föreligger framför allt när det gäller vägtrafikens utsläpp.

Samtidigt står Sverige inför ett snart vägval, som gäller om man skall fortsätta satsa på och vidareutveckla den egna emissionsmodell för vägtrafiksektorn som använts för den officiella statistikframtagningen sedan omkring år 1997, EMV, eller om man skall gå över till någon gemensam modell inom EU, COPERT eller dess väntade arvtagare efter EU-projektet ARTEMIS' avslutande någon gång under 2004.

I rapporten redogörs för de krav, nuvarande och förväntade framtida, som ställs på den nationella emissionsstatistiken. Vidare görs en genomgång av den idag befintliga processen för framtagningen av statistiken för vägtrafiksektorn. Inklusivt en beskrivning av EMV-modellen och utförda granskningar av modellen, samt en preliminär analys av i vilken utsträckning Sverige idag lever upp till rapporteringsriktlinjerna för Klimatkonventionen, de s k "Good Practice Guidance".

Som grund för en aktörs- och konsensusanalys ligger ett antal separata möten med de viktigaste svenska aktörerna, såväl avnämare som utförare, samt en genomgång av befintlig EU-modell och pågående EU-aktiviteter inom fordonsemissionsområdet.

Analysen mynnar ut i ett förslag på hur framtagningen av den nationella emissionsstatistiken skulle kunna organiseras i framtiden, oberoende av vilket vägval som görs för den officiella modellen. I den framtida processen läggs betydligt större vikt än vad som gjorts tidigare vid en kontinuerlig användning och framtagning av oberoende data för verifiering av nationella emissionsdata med olika metoder, delvis som grund för ökad konsensus kring den officiella statistiken. I denna process inbjuds sakk experter från såväl de viktigaste avnämarna som från olika utförare inom fordonsemissionsområdet att delta. Slutligen lämnas förslag på ett antal specifika FoU-projekt eller projektområden som kan verka kvalitets- och konsensushöjande för den nationella emissionsstatistiken och samtidigt fungera som stöd för en implementering av den föreslagna processen.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

Vägtrafiken har under lång tid stått i fokus när det gäller åtgärder för att minska luftföroreningarnas effekter på såväl hälsa som miljö. Trots att omfattande åtgärder för att minska framför allt de regionala och lokala miljöeffekterna har genomförts på både fordon och bränslen under de senaste 10-15 åren, bedöms åtgärderna inte som tillräckliga, utan skärpta lagkrav väntar såväl för de lätta som för de tunga fordons utsläpp också inom den kommande 5-10-årsperioden. Avgaskraven har med åren blivit alltmer internationellt harmoniserade, bland annat genom det utökade EU-samarbetet, och någon gång efter 2008 kan vi sannolikt vänta oss ett "World Harmonised Certification Procedure". Detta speglar inte bara den ökande globaliseringen av ekonomin, bland annat genom att de flesta biltillverkare idag ingår i multinationella och globala koncerner, utan också delvis den utveckling som varit när det gäller att genom internationella överenskommelser få till stånd utsläppsminskningar för en globalt förbättrad miljö, t ex genom Kyoto-protokollet.

Parallellt med denna utveckling ökar behovet av en frekvent uppdaterad och tillförlitlig emissionsstatistik på nationell nivå. De brister som finns i emissionsstatistiken har på allvar först börjat uppmärksammas under senare år, bland annat genom att riktlinjer för rapporteringen till FN's klimatkonvention har utvecklats och blivit allmänt vedertagna.

Sverige intar en särskild ställning när det gäller utsläppsstatistiken för luftföroreningar i allmänhet och för utsläppen från vägtrafiken i synnerhet, genom att Sverige:

- är en stor nettoimportör av luftföroreningar från kontinenten, genom vårt läge i förhållande till hur luftmassorna rör sig över Europa,
- har sjöar och skogsmark som är extra känslig för bl a nedfall av försurande ämnen,
- har under lång tid arbetat för försurningsfrågan internationellt och för internationella överenskommelser för att få övriga länder att minska sina utsläpp,
- har i europeisk jämförelse tidigt introducerat strikta avgas- och bränslekrav,
- har två betydande tillverkare av personbilar samt två världsledande tillverkare av tunga fordon, såväl lastbilar som bussar.

Sammantaget utgör dessa förhållanden argument för att Sverige bör kunna redovisa en emissionsstatistik som är av internationellt sett hög kvalitet och där konsensus föreligger framför allt när det gäller vägtrafikens utsläpp. En viktig anledning är att vi skall kunna motivera andra länder att göra detsamma, bland annat genom att sprida svensk kunskap.

Föreliggande projekts syfte har varit att peka ut möjliga vägar för hur kvaliteten hos och konsensus kring den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiken skulle kunna förbättras. Projektet har syftat till att upprätta en handlingsplan som en plattform för hur det framtida arbetet med framtagningen av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn skall utformas, så att ökad kvalitet, ökad trovärdighet samt ökad konsensus bland alla involverade aktörer successivt uppnås.

## **1.2 Nuvarande och framtida krav på nationell emissionsstatistik**

### **1.2.1 Nationell rapportering**

Enligt Vägverkets regleringsbrev skall Vägverket årligen redovisa den svenska vägtrafikens utsläpp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC, SO<sub>2</sub> och cancerframkallande ämnen, uppdelat på landsvägstrafik och tätortstrafik samt fordonskategori. Beräkningarna görs av Vägverket med EMV-modellen. Det är samtidigt dessa beräkningar som ligger till grund för att försörja Sveriges internationella rapportering, se nedan. Utsläppen redovisas i Vägverkets årliga sektorsredovisning för perioden 1990-2020, dvs EMV-modellen utnyttjas här även för att göra scenarier i syfte att belysa hur utsläppen utvecklas i relation till olika nationella utsläppsmål.

### **1.2.2 Internationell rapportering**

Sverige rapporterar årligen till Klimatkonventionen (UNFCCC) och till konventionen för gränsöverskridande luftföroreningar (CLRTAP). Dessa försörjer även Sveriges rapportering till EU, bl a enligt det s k Takdirektivet. Underlaget till dessa rapporteringar sammanställs sedan utsläppsåret 2000 av SMED, Svenska MiljöEmissionsData (ett samarbete mellan IVL, SCB och SMHI), på uppdrag av Naturvårdsverket. Formellt är det Miljödepartementet som svarar för Sveriges internationella rapportering.

Klimatkonventionen avser enbart rapportering av direkt eller indirekt klimatpåverkande gaser, medan rapporteringen till CLRTAP primärt omfattar ämnen med storregional spridning och miljöpåverkan. Rapporteringen till Takdirektivet omfattar enbart fyra av de ämnen som ingår i CLRTAP-rapporteringen och det är identiska data med identiska format som rapporteras för dessa fyra ämnen.



Vilka ämnen som omfattas av respektive rapportering framgår av Tabell 1.1 nedan. Till både UNFCCC och CLRTAP rapporteras de nationella utsläppen med upplösning på sektorer och "undersektorer". För vägtrafiksektorn rapporteras till UNFCCC med upplösning på olika fordonsbränslen, medan till CLRTAP (och Takdirektivet) rapporteras med upplösning på ett antal olika fordonskategorier, se Tabell 1.1.

Basåret för rapporteringen till UNFCCC är 1990, vilket innebär att för varje rapportering ska hela tidsserien från 1990 och fram till och med rapporteringsåret redovisas. Om någon beräkningsmetodik ändras för ett rapporteringsår innebär detta enligt riktlinjerna att hela tidsserien ska räknas om och redovisas med den nya metodiken.

För CLRTAP-rapporteringen gäller olika basår för olika ämnen. De längsta tidsserierna sträcker sig tillbaka till 1980 och avser bland annat NO<sub>x</sub> och SO<sub>2</sub>. Även här gäller omräkningar av hela tidsserien när någon ny beräkningsmetodik införs eller när beräkningsmetodiken ändras. Sverige har dock för NO<sub>x</sub> och SO<sub>2</sub> hittills bara rapporterat konsistenta tidsserier från 1990 och framåt (äldre data är framtagna med annan metodik).

UNFCCC genomför regelbundet oberoende granskningar ("review") av de rapporterade ländernas data. Granskningen avser primärt i vilken grad man uppfyllt rapporteringsriktlinjerna, och är inte ämnad att explicit granska själva datakvaliteten som sådan. Även inom CLRTAP har rutiner för att genomföra liknande granskningar börjat prövas.

**Tabell 1.1** Ämnen och upplösning för vägtrafiksektorn samt rapporteringsdatum för Sveriges årliga internationella rapportering avseende utsläpp till luft.

	Ämnen	Upplösning för vägtrafiksektorn	1:a deadline för leverans till NV	MDs sista deadline
UNFCCC	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , HFC <sup>1</sup> , CFC <sup>2</sup> , SF <sub>6</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , NMVOC, CO	-bensin -diesel -naturgas -biobränslen -övriga bränslen	1 nov år Y för utsläppår Y-1	15 april år Y+1 för utsläppår Y-1
CLRTAP	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , NMVOC, CO, NH <sub>3</sub> , TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PAH <sup>3</sup> , POP <sup>4</sup>	-personbilar -lätta fordon -tungta fordon -moped och mc -avdunstning -däck- och bromsslitage -vägslitage	1 dec år Y för utsläppår Y-1	15 feb år Y+1 för utsläppår Y-1
Tak- direktivet	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , NMVOC, NH <sub>3</sub>	samma som för CLRTAP	1 dec år Y för utsläppår Y-1	31 dec år Y för utsläppår Y-1

1) 13 olika HFC, 2) sju olika CFC, 3) total PAH samt fyra olika specifika PAH,  
4) persistenta organiska ämnen, tolv olika klorerade/bromerade ämnen, bl a PCB, DDT och dioxinämnen

### 1.2.3 Nationell miljömålsuppföljning och transportpolitiska mål

Sverige har fastställt 15 olika miljömål (<http://www.miljomal.nu>), varav åtminstone fyra direkt berör vägtrafikens utsläpp av luftföroreningar. Dessa är:

- Begränsad klimatpåverkan
- Frisk luft
- Bara naturlig försurning
- Ingen övergödning

För att på ett tillfredsställande sätt kunna följa upp dessa mål är en tillförlitlig nationell emissionsstatistik en förutsättning. Uppföljningen kommer att vara en central komponent för att fortlöpande utvärdera genomförda åtgärders effekter samt för planering och beslut om ytterligare åtgärder som kan komma att behövas för att klara miljömålen.

För miljömålet *Begränsad klimatpåverkan* är följande delmål fastställda av riksdagen:

*De svenska utsläppen av växthusgaser ska som ett medelvärde för perioden 2008-2012 vara minst fyra procent lägre än utsläppen år 1990. Delmålet ska uppnås utan kompensation för upptag i kolsänkor eller för flexibla mekanismer. År 2050 bör*

utsläppen i Sverige sammantaget vara lägre än 4,5 ton koldioxidekvivalenter per invånare och år, för att därefter minska ytterligare.

För miljömålet *Frisk luft* är följande delmål fastställda av riksdagen:

- Halten 5 mikrogram/m<sup>3</sup> för svaveldioxid som årsmedelvärde ska vara uppnådd i samtliga kommuner år 2005.
- Halterna 20 mikrogram/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde och 100 mikrogram/m<sup>3</sup> som timmedelvärde för kvävedioxid ska i huvudsak vara uppnådda år 2010.
- Halten marknära ozon ska inte överskrida 120 mikrogram/m<sup>3</sup> som åtta timmars medelvärde år 2010.
- År 2010 ska utsläppen av flyktiga organiska ämnen (VOC) i Sverige, exklusive metan, ha minskat till 241 000 ton.

För *Bara naturlig försurning* (och *Ingen övergödning* för NO<sub>x</sub>) gäller följande delmål uttryckta som utsläppsmål:

- År 2010 ska utsläppen i Sverige av svaveldioxid ha minskat till 60 000 ton.
- År 2010 ska utsläppen i Sverige av kväveoxider ha minskat till 148 000 ton.

Som framgår nedan av avsnitt 1.3 så är vägtrafiksektorn i flera fall en betydande källa till de i ovanstående miljömål utpekade miljöproblemen.

Beträffande de transportpolitiska målen finns etappmål för utsläpp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> och VOC. Etappmål motsvaras av begreppet delmål som används inom miljömålen. De är satta för hela transportsektorn, men redovisningen sker per trafikslag (SIKA, 2003a).

#### **1.2.4 Behov av emissionsdata för modellering på regional och lokal nivå**

Utöver att redovisa emissioner med en upplösning på en nationell eller grov regional nivå finns ett stort behov att kunna beräkna emissioner med upplösning med mer lokal upplösning<sup>1</sup>. Detta behov finns bl.a. vid kontroll av halter av luftföroreningar mot miljökvalitetsnormer såväl för befintlig infrastruktur i dagsläge och framtid som vid miljökonsekvensbeskrivning av ny infrastruktur. Till grund för detta måste det utöver spridningsberäkningar finnas emissionsberäkningar av god kvalitet och med hög upplösning. För dessa måste dels en modell som är anpassad för att göra beräkningar på lokal nivå användas och dels den aktuella vägsträckan beskrivas rätt m.a.p. trafikmängder, fordonssammansättning, körmönster, kallstartsandelar m.m. Om detta inte görs blir osäkerheterna större, vilket innebär att mer resurser behöver läggas på

---

<sup>1</sup> Med lokal upplösning menar vi här på gatunivå men inte nödvändigtvis uppdelat på korsning och länk.

mätningar av halter, vilket i längden blir mycket kostnadskrävande. I dagsläget är Vägverkets EVA-modell den i Sverige mest använda modellen för emissionsberäkningar på lokal nivå. Internationellt används bl.a. COPERT-modellen för detta ändamål men även för nationella beräkningar. Det är en klar fördel om samma modell kan användas från lokal till nationell nivå då utvecklingsresurser kan koncentreras på en modell och att det också blir lättare att jämföra aggregering från lokal nivå till regional och nationell nivå. Kommande ARTEMIS-modell skall klara beräkningar från lokal nivå och uppåt.

### 1.2.5 Andra behov av emissionsdata

#### *Utvärdering av EU's luftkvalitetsdirektiv*

För skydd av hälsa och kulturminnen/kulturföremål har EU infört ett nytt ramdirektiv för luftkvalitet med tillhörande dotterdirektiv som reglerar högsta tillåtna halter i luft av ett stort antal luftföroreningar, varav för flertalet vägtrafiksektorn utgör en betydande och för vissa den helt dominerande källan:

- CO
- NO<sub>2</sub>
- SO<sub>2</sub>
- ozon
- bensen
- PM<sub>10</sub> (PM<sub>2.5</sub>)
- bly
- PAH

För utvärderingen av hur EU som helhet och respektive medlemsland inom EU klarar att leva upp till dessa direktiv, föreligger självklart behov av direkta mätningar av luftkvalitet, men i stor utsträckning också av beräkningar av luftkvalitet med beräkningsmodeller (spridningsmodeller), för vilka tillförlitliga och harmoniserade emissionsdata är av central betydelse. Såväl länder som enskilda kommuner är härvid skyldiga att utföra så kallade Air Quality Assessments.

#### *EU's CAFE-program (Clean Air For Europe)*

CAFE, Clean Air For Europe, är ett EU-program initierat 2001 med det övergripande syftet att utveckla en långsiktig, strategisk och integrerad rådgivningspolicy inom EU när det gäller att minska luftföroreningars negativa effekter på hälsa och miljö. Arbetet omfattar teknisk analys och policyutveckling inom 6:e Ramprogrammet som skall leda fram till att EU-kommissionen antar en tematisk strategi för luftföroreningsområdet

under slutet av 2004 eller i början av 2005. I denna strategi ingår förslag till och formulering av åtgärder som krävs för att uppnå de fastställda luftkvalitetsmålen.

CAFE har följande specifika syften:

1. att utveckla, samla in och validera vetenskaplig information som relaterar till effekter av luftföroreningar (i utomhusluft), emissionsinventeringar, luftkvalitetsbedömningar, emissions- och luftkvalitetsscenarioer, kostnadseffektivitetsstudier och "integrated assessment"-modellering, för att utveckla och uppdatera luftkvalitets- och depositions mål med tillhörande indikatorer, samt för att identifiera åtgärder som krävs för att minska utsläppen,
2. att stödja implementeringen och utvärderingen av befintlig lagstiftning, i synnerhet dotterdirektiven för luftkvalitet, av beslutet om utbyte av information samt av nationella utsläppstak enligt Takt direktivet, i syfte att bidra till utvärderingen och revideringen av internationella protokoll,
3. att tillse att de sektorsspecifika åtgärder som krävs för att nå luftkvalitets- och nedfallsmål är på rätt nivå ur kostnadseffektivitetssynpunkt genom att utveckla effektiva strukturella länkar mellan olika sektorers policies,
4. att fastställa en övergripande integrerad strategi som definierar relevanta framtida luftkvalitetsmål och kostnadseffektiva åtgärder för att uppnå dessa,
5. att utvärdera den tekniska och policy-information som blir ett resultat av implementeringen av programmet.

#### *Kyotoprotokollet, EU's Handelsdirektiv och handel med utsläppsrätter*

Som en följd av Kyotoprotokollet förbereds nu EU's Handelsdirektiv som bland annat kommer att omfatta handel med utsläppsrätter. Dessa kommer primärt enbart att beröra stationära källor, men man kan inte utesluta att i framtiden handel med utsläppsrätter kan komma att appliceras i någon form även på även mobila källor. Redan har projekt initierats inom EU där former för en medverkan av sjöfartssektorn i utsläppshandeln utreds och analyseras utifrån tekniska aspekter. Detta kommer att skärpa kraven på en transparent och tillförlitlig information om de berörda sektorernas utsläpp.

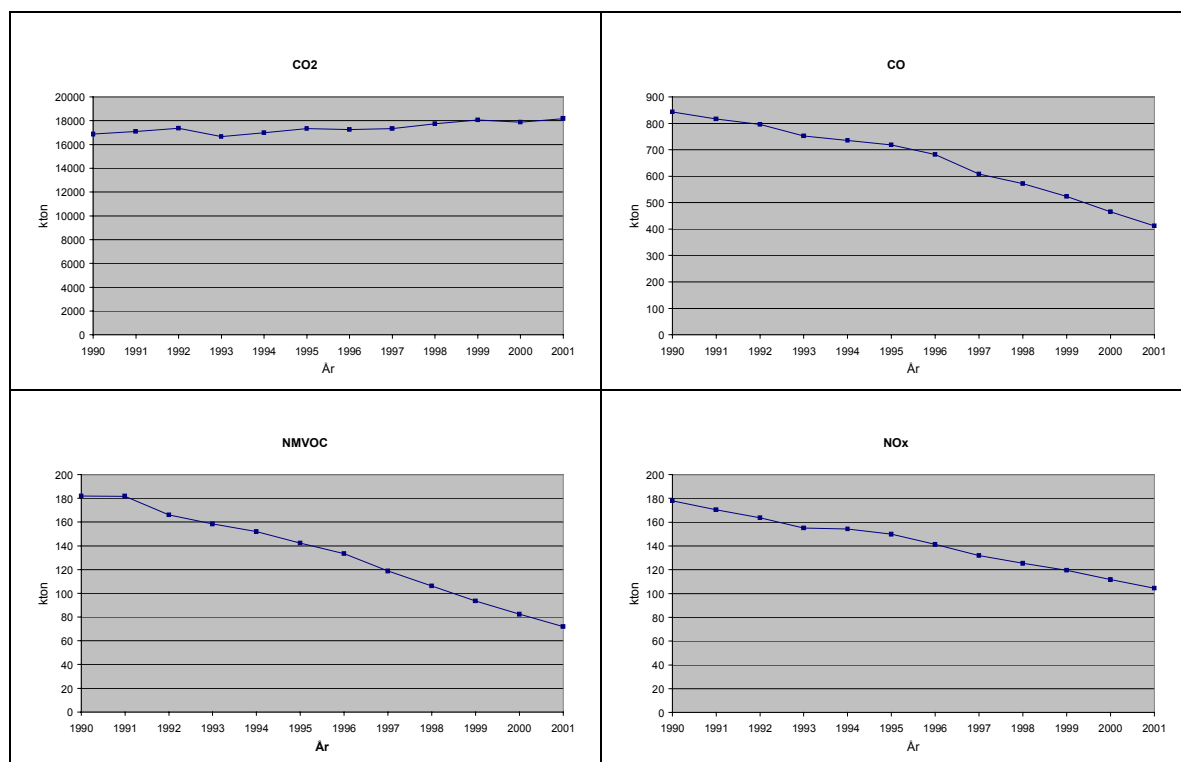
### 1.3 Vägtrafikens utsläpp till luft i Sverige - andel och historisk trend

I Tabell 1.2 redovisas vägtrafiksektorns utsläppsandel i Sverige enligt den senaste internationella rapporteringen (avseende utsläppsåret 2001). Vägtrafiken utgör den enskilt största källan för bland annat CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> och NMVOC.

I Figur 1.1 redovisas den historiska utvecklingen av den svenska vägtrafikens utsläpp mellan 1990 och 2001 för några parametrar enligt den senaste internationella rapporteringen. Under perioden 1990-2001 har utsläppen av CO<sub>2</sub> ökat med ca 8%, medan utsläppen av CO, NMVOC (exklusive avdunstning) och NO<sub>x</sub> minskat med ca 50%, 60% respektive 40%.

**Tabell 1.2** Vägtrafikens utsläppsandel för olika luftföroreningar enligt Sveriges internationella rapportering för år 2001 (bunkring för flyg/sjöfart ingår ej). Partikelrelaterade utsläpp inkluderar väg- och däckslitage etc. (källa: Naturvårdsverket, 2003).

<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
33%	4%	7%	42%	1%
<b>NMVOC</b>	<b>CO</b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>TSP</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
24%	51%	7%	31%	24%
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
9%	17%	2%	67%	14%



**Figur 1.1** Historisk trend för vägtrafikens utsläpp av CO<sub>2</sub>, CO, NMVOC och NO<sub>x</sub> enligt Sveriges senaste internationella rapportering (källa: Naturvårdsverket, 2003).

## 2 Framtagning av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn - nuvarande process

### 2.1 Övergripande process med roller och ansvar

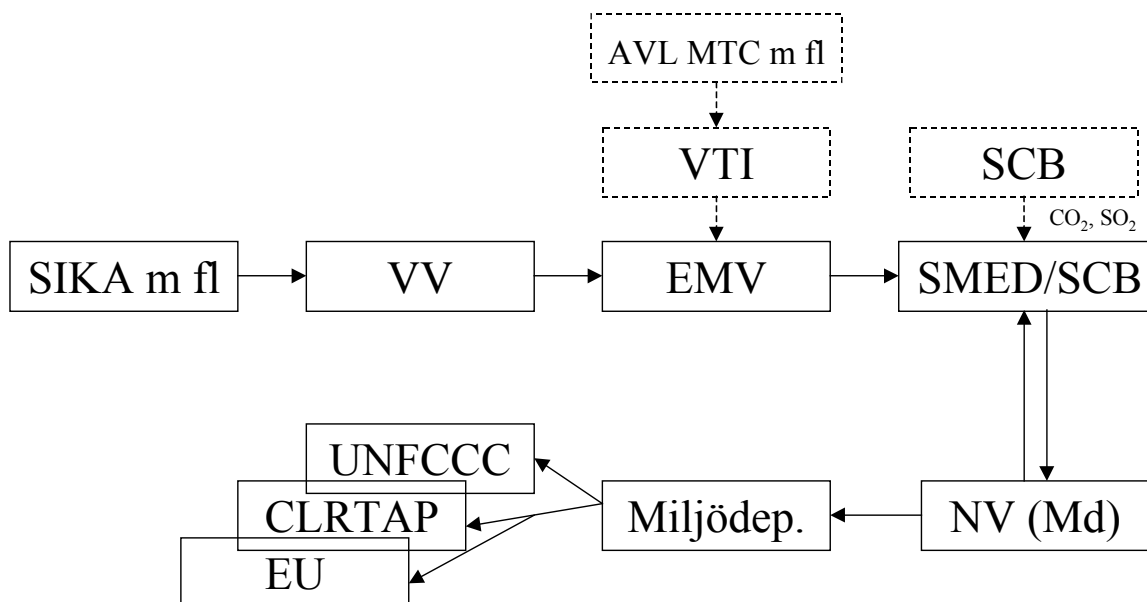
Nuvarande process för framtagningen av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn beskrivs schematiskt i Figur 2.1. Beräkningarna baseras i stor utsträckning på EMV-modellen, som VTI utvecklat på uppdrag av Naturvårdsverket.

VTI har gjort vissa uppdateringar av ingående basfiler till EMV, men har även i olika sammanhang medverkat i projekt för att förbättra de årliga nationella beräkningarna med modellen, t ex genom att förbättra trafikdata och data rörande fordonsanvändning.

En stor del av de emissionsfaktordata som utgör underlag till basfilerna för fordonsbeskrivningen i EMV-modellen härrör från mätningar utförda av MTC.

SIKA är statistikansvarig myndighet för statistik rörande transporter/transportarbete, och tar årligen fram uppgifter på vägtrafiksektorns trafikarbete på nationell nivå. Man tar även fram prognoser för trafikarbetets utveckling.

För de årliga utsläppsberäkningarna med EMV-modellen inhämtar Vägverket SIKAs uppgifter om det nationella trafikarbetet, och gör vissa revideringar och kompletteringar utifrån statistik som man själva förfogar över, t ex fordonsbeståndet enligt bilregistret, uppgifter om trafikarbetet på det statliga vägnätet m.m. Vägverkets årliga uppdatering av beräkningarna med EMV sker med hjälp av flera ytterligare källor. Fordonsbeskrivningen i modellen uppdateras med avseende på bränsleförbrukning för nya fordon utifrån egna data samt uppgifter från Bil Sweden och internationella fordonsbranschorganisationer som ACEA, JAMA och KAMA (Sverige rapporterar genom Vägverkets försorg varje år bränsleförbrukning för nya fordon till EU-kommissionen). Nya avgaskrav läggs in i modellen när de blivit EU-direktiv. Antal fordon och fördelning på kravnivåer uppdateras via SIKAs statistikregister för fordon. Drivmedelsanvändningen uppdateras utifrån statistik från SCB (något modifierad för vägtrafik), medan drivmedelbeskrivningen uppdateras när nya drivmedelsklasser införs via uppgifter från Naturvårdsverket (några data från oberoende, representativa mätningar avseende drivmedelssammansättningen har dock inte tillförts modellen sedan ursprungsversionen). Som ett sista led i det årliga beräkningsarbetet kvalitetsgranskar och dokumenterar Vägverket sina beräkningar och beräkningsresultat.



**Figur 2.1** Schematisk översikt över dagens process för framtagning av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn.



För den årliga internationella rapporteringen inhämtar SMED via SCB resultaten från Vägverkets nationella beräkningar med EMV-modellen och anpassar dessa till de internationella rapporteringsformaten. Anpassningen sker dock först efter att EMV's beräkningsresultat viktats om utifrån de totala bränsleveranserna enligt den årliga energistatistik som SCB tar fram på Energimyndighetens uppdrag. För beräkning av CO<sub>2</sub>-utsläpp är utnyttjande av nationell statistik för bränsleveranser en rekommendation till de länder som rapporterar till Klimatkonventionen (s k Reference Approach). För CO<sub>2</sub> utgör beräkningar med EMV en första approximation tillsammans med approximationer från andra sektorer. Dessa justeras sedan så att de ryms inom totalerna för de nationella bränsleveranserna. Eftersom EMV-modellen inte beräknar utsläpp av samtliga de ämnen som krävs för den internationella rapporteringen, gör SMED vissa egna kompletterande utsläppsberäkningar (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O och NH<sub>3</sub>) utifrån det trafikarbete de årliga EMV-beräkningarna baseras på. SMED utför slutligen kvalitetsgranskningar med avseende på beräkningar och slutresultat innan data levereras till Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket granskar de av SMED levererade utsläppsdata innan de levereras till Miljödepartementet. Även här görs vissa granskningar innan de slutliga officiella data rapporteras till Klimatkonventionen samt CLRTAP och EU. Till följd av hur insamlingen av den svenska industristatistiken är upplagd gör Sverige två leveranser till den internationella rapporteringen: en preliminär leverans innan 31/12 baserad på kvartalssiffrorna för industristatistiken, samt en slutlig leverans som sker efter att den årliga industristatistiken är klar i mitten av februari. Den årliga emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn påverkas dock normalt inte mellan dessa uppdateringar.

## **2.2 Nuvarande emissionsmodell för framtagning av den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn - EMV**

Som redan nämnts ovan baseras framtagningen av den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn idag i huvudsak på den s k EMV-modellen (Hammarström och Henriksson, 1997; Hammarström och Karlsson, 1998). Modellen beräknar utsläppen av de viktigaste ämnena som funktion av trafikdata i form av totala körsträckor och genomsnittliga körsträckor per resa. Till detta kommer ett antal korrektioner för bränslekvalitet, genomsnittlig last med mera. EMV är ett datorprogram till vilket en användare ger indata. Programmet har inga inbyggda emissionsmodeller utan har en konventionell struktur med uppdelning på kallstarteffekter, varmutsläpp och avdunstning. För att utnyttja denna potential fullt ut skall användaren ge trafikindata omfattande antal starter och trafikarbete. Det finns inga krav på att använda försämring, uppdelning på olika faser m.m. Detta är upp till användaren då indata ges, dvs komplexiteten i beräkningarna är upp till användaren. I detta avseende skiljer sig EMV

jämfört med exempelvis COPERT III. Nedanstående beskrivning av EMV baseras på version 2.0, men modellen föreligger i en senare version, 3.0.

## 2.2.1 Modellstruktur med indata

### *Indatakategorier*

EMV-modellen kräver följande indatakategorier:

- **Trafikdata**  
Körsträckor per fordonskategori (nivå 1) uppdelade på långväga och kortväga resor, tätort eller landsbygd samt med och utan släp.
- **Fordonsbeskrivning**  
Emissions- och energifaktorer m m per fordonskategori (nivå 2), drivsystem, kravnivå och årsmodell. Se vidare nedan.
- **Antal fordon**  
Antal fordon per fordonskategori (nivå 2) vid olika årtal uppdelade på årsmodell och drivsystem. Programmet interpolerar mellan olika årtal.
- **Fördelning på kravnivå**  
Fördelning av fordon per kravnivå för fordonskategori (nivå 2), drivsystem och årsmodell.
- **Fordonsanvändning**  
Årlig körsträcka efter ålder för år, fordonskategori (nivå 2) och drivsystem
- **Drivmedelsanvändning**  
Fördelning av bränsleanvändning per bränsletyp för fordonskategori (nivå 2), drivsystem och år.
- **Drivmedelsbeskrivning**  
Diverse bränsledata för bränslekorrektioner efter år och drivmedelstyp.
- **Skrotning**  
Sannolikheten för skrotning efter ålder, fordonskategori (nivå 2) och år.
- **Korrektioner**  
För luftfuktighet, bränslekvalitet och kallstartemissioner.

### Fordonsbeskrivning

Bränsleförbruknings- och emissionsfaktorer för fordonen finns samlade i fordonsbeskrivningen som också innehåller faktorer för emissionsfaktorernas försämring över tid. Det strukturella upplägget framgår av nedanstående matris.

<b>Fordonsbeskrivning</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fordonsnivå 2</b></li> <li>• <b>Drivsystem</b></li> <li>• <b>Kravnivå</b></li> <li>• <b>Årsmodell</b></li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>Varmutsläpp</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Landsväg/Tätort</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Med / Utan släp</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionsfaktorer[g/km]</li> <li>• Bränsleförbrukning[l/km]</li> <li>• Försämringsfaktorer [%/år]</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Kallstarttillägg</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissioner/start [g]</li> <li>• Bränsleförbrukning/start [l]</li> <li>• Försämringsfaktorer [%/år]</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Last</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bil [ton]</li> <li>• Släp [ton]</li> <li>• Resande</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Avdunstning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hot Soak [g/resa]</li> <li>• Running Losses [g/km]</li> <li>• Diurnal [g/dygn]</li> <li>• Försämring [%/år]</li> </ul>
Tid med försämring	

### Basdata

Tillsammans med EMV-modellen levereras en basfil med indata till modellen. I den senaste utgåvan är denna uppdaterad med årliga data till och med år 2002 och med prognosvärden och beslutade kravnivåer till år 2010. Emissionsdata fram till 1996 finns beskrivna i Hammarström (1997) med de överväganden som gjorts och de källor som har använts. Senare uppdateringar, i huvudsak baserade på kravnivåer, finns beskrivna i PM från Vägverket (Vägverket, 2003abc).

### Fordonsindelning

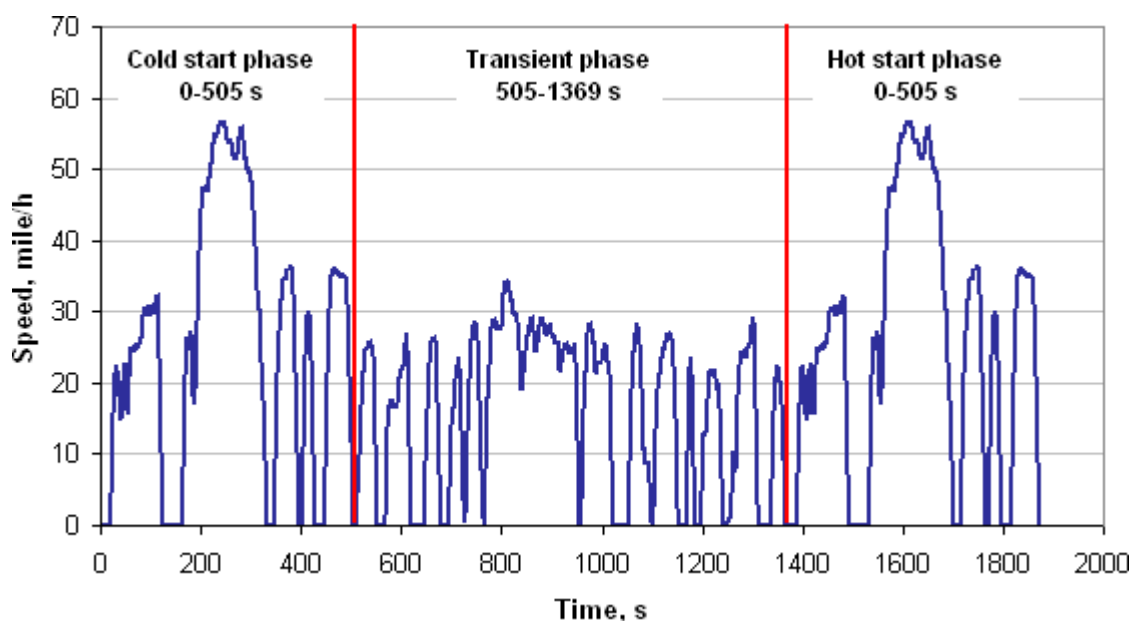
Basfilen innehåller följande fordonskategorier, drivsystem och kravnivåer:

Fordonsnivå 1	Fordonsnivå 2	Drivsystem	Kravnivå			
Personbil	Personbil	Bensin	F40			
			A10			
			A11			
			A12			
			MK1			
			MK2			
			MK3			
		oregl				
		Diesel	A12			
			MK2			
			MK3			
			oregl			
			Tung Lastbil 16-	Tung Lastbil 16-	Diesel	A30
						A31
oregl						
Tung Lastbil 3,5-16	Tung Lastbil 3,5-16	Diesel	A30			
			A31			
			oregl			
Buss	Buss -29p	Diesel	A30			
			A31			
			oregl			
	Buss 30-59p	Diesel	A30			
			A31			
			oregl			
	Buss 60- p	Diesel	A30			
			A31			
			oregl			
Lätt Lastbil	Lätt Lastbil A	Bensin	A10			
			A11			
			A12			
			F40			
			MK2			
			MK3			
		oregl				
		Diesel	A12			
			MK2			
			MK3			
			oregl			
			Lätt Lastbil B	Bensin	A10	
	A13					
	F40					
	MK2					
	MK3					
	oregl					
	Diesel	A13				
		MK2				
		MK3				
		oregl				
		Lätt Lastbil C		Bensin	(A10)	
					A13	
	(F40)					
MK2						
MK3						
oregl						
Diesel	A13					
	MK2					
	MK3					
	oregl					
	Motorcykel		Motorcykel	Bensin	oregl	
	Moped		Moped	Bensin	oregl	

### Emissionsfaktordata

Emissionsfaktordata för personbilar fram t om 1996 bygger på FTP-mätningar hos MTC. FTP-mätcykeln består av flera sekvenser där utsläppen mäts separat. I EMV-modellen används olika delar av mätcykeln för att representera varmutsläpp på landsväg och i tätort samt kallstarttillägg. I Figur 2.2 visas tätortsdelen av mätcykeln.

Vad gäller beräkningar av utsläpp av CO<sub>2</sub> baseras dessa inte direkt på FTP-data. Bränsleförbrukningen för personbilar är normerad så att man får förändring mellan årsmodeller som har en procentuell utveckling som överensstämmer mot data om genomsnittlig bränsleförbrukning för nya fordon. Detta uppdateras av VV årligen.



**Figur 2.2** US FTP körcykeln (tätortsdelen, landsvägsdelen HWY ingår ej).

Tunga fordons emissionsfaktorer i EMV bygger på simuleringar av vägtrafik med en mekanistisk modell, VETO, även den utvecklad av VTI. VETO-modellen använder sig av motormappar, även kallade musseldiagram, och vägbeskrivningar. Underlag till motormapparna till VETO-simuleringarna kommer från MTC, TÜV, Volvo och Scania och baseras på 10 motorer, medan skivnivåkalibrering har gjorts mot data från mer än hundra motorer. Delar av underlaget utgörs av certifieringsdata. Ett antal komplicerade överväganden och urval av data har gjorts för att passa olika kategorier av tunga fordon. I EMV är detta tre klasser av bussar och två klasser av tunga lastbilar, men i VETO-beräkningen har en mer detaljerad indelning använts och sedan vägts samman med hjälp av registrerings- och försäljningsdata. Landsvägskörningen simuleras med 14 typvägar, medan tätortskörning baseras på en modifierad FTP72-cykel. Vägdata i simuleringen

kommer dels från 14 kända vägar, dels från vägbeskrivningarna i FTP och Braunschweig-körcykeln.

Data avseende lätta lastbilar baseras bl.a. på ett underlag med 6 bensindrivna och 2 dieseldrivna bilar i kategori C (Naturvårdsverket, 1989).

Emissionsfaktorer för mopeder och motorcyklar härrör från Naturvårdsverket (1983).

EMV innehåller en mycket stor mängd indata och blir lätt svåröverskådlig vid granskning. En vanlig metod att rationalisera granskningen är att separera stort och smått och koncentrera granskningen på de komponenter som har stor inverkan på slutresultatet. Genom att EMV-modellen är så detaljerad i indata blir denna separation svår i och med att varje enskild komponent ingår med en liten del i slutresultatet. Samtidigt härstammar en stor del av indata från ett mer begränsat indataset med en annan indelning som sedan har fördelats ut på EMV-modellens kategorier, vilket försvårar värdering av de ingående komponenterna.

### *Kallstarter*

Underlag för att inkludera kallstarter i EMV har tagits fram med en särskild beräkningsmodell för kallstarter, COLDSTART (Hammarström och Edwards, 2000). COLDSTART har utvecklats för att kunna beskriva representativa kallstartsutsläpp för bland annat olika geografiska områden, olika typer av startplats och olika uppvärmningsformer. De parametrar som beskrivs av modellen är HC, CO, NO<sub>x</sub>, partiklar, bränsle och el.

## **2.2.2 Exempel på utdata och känslighetsanalyser**

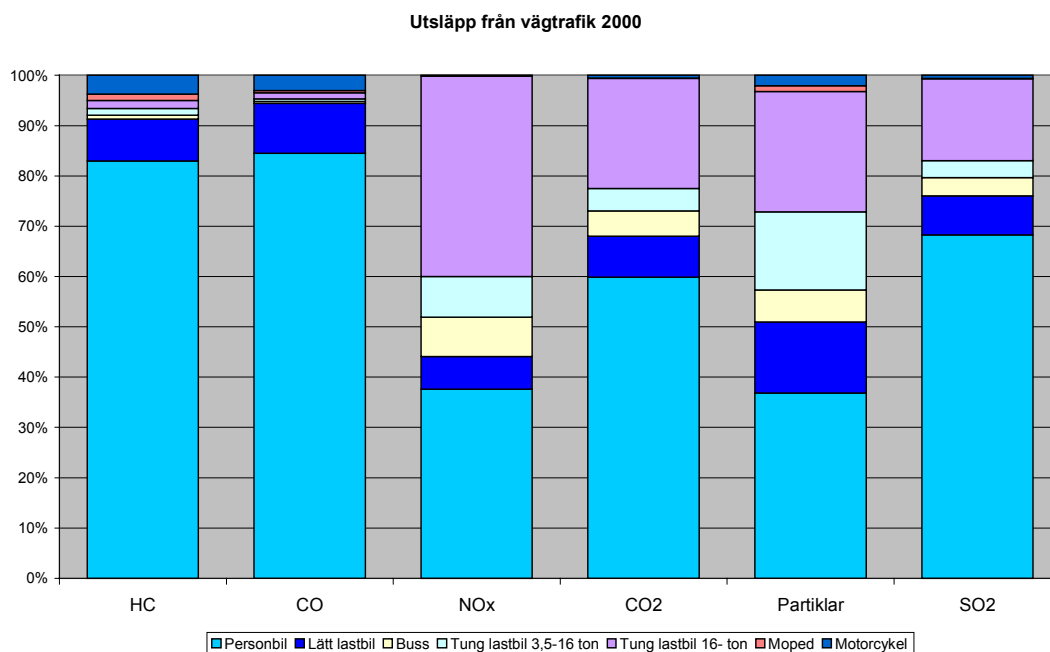
I Figur 2.3 redovisas exempel på sammanställning av utdata från EMV-modellen omgjord på diagramform. Beräkningarna är utförda med EMV version 2.0.

Utsläppen domineras som väntat av personbilar och tunga lastbilar. Lätta och medeltunga lastbilar samt bussar ger ett relativt stort bidrag till partikelemissionerna.

Följande slutsatser redovisas från känslighetsanalyser med EMV (Hammarström, 2000a):

- avdunstning samt kravnivåer bör beskrivas i EMV med en hög ambitionsnivå,
- de lätta fordonen dominerar utsläppen av HC och CO samt av partiklar i tätort,
- kallstartstillägg, med undantag för HC och CO, har ingen större betydelse.

Känslighetsanalyser har också utförts med avseende på bränslekvalitet och utvecklingen av NO<sub>x</sub>-utsläppen från vägtrafiken mellan 1980 och 1995, samt med avseende på förändringar i trafikdata genom antaganden om överföringar av trafikarbete mellan olika fordonskategorier, lansväg/tätort, kortväg/långväg etc. (Hammarström, 2001).



**Figur 2.3** Fördelning av utsläppen från svensk vägtrafik år 2000 på fordonsnivå 1 enligt EMV-modellen (version 2.0).

### 2.2.3 Granskningar av EMV-modellens in- och utdata

Såväl indata och olika former av utdata från EMV-modellen har granskats i olika sammanhang sedan modellens tillkomst. Föreliggande avsnitt tar upp några viktigare exempel på mer eller mindre oberoende sådana granskningar.

#### *Grennfelts och Holmbergs utredning 1997*

Inför trafikpropositionen våren 1998 och uppföljningen av det av riksdagen fastställda målet att minska de svenska kväveoxidutsläppen mellan 1980 och 1995 med 30%, gjordes en utredning om bl a beräkningsresultat och beräkningsförutsättningar för den då nya EMV-modellen (Grennfelt och Holmberg, 1997).

Viktigare generella slutsatser rörande EMV-modellen i denna utredning var bland annat:

- att modellens detaljeringsgrad är för omfattande för att den på ett förståeligt och transparent sätt skall kunna användas för emissionsstatistik, bland annat genom att dokumentationen uppvisar brister och är svår genomtränglig,
- att det saknas en plan för hur modellen rutinmässigt skall uppdateras samt hur den skall verifieras och förbättras,
- att det saknas en systematisk genomgång över osäkerheten i indata till EMV-modellen och hur dessa osäkerheter påverkar de samlade emissionerna.

De faktorer i EMV-modellen, respektive i VTI's beräkningar för emissionsutvecklingen 1980-1995, för vilka utredningen bedömde osäkerheten vara störst var:

- emissioner och emissionsfaktorer för äldre årsmodeller (innan årsmodell 1988) av tunga fordon (>16 ton),
- försämringsfaktorer tillämpade för personbilar av årsmodell äldre än 1985,
- den totala körsträckan av respektive fordonskategori och dess förändringar mellan 1980 och 1995.

Av de sammanlagt tio instanser (Vägverket, Naturvårdsverket, SIKa, KFB, VTI, NUTEK, Svensk Bilprovning, Bilindustriföreningen, Svenska vägföreningen och SPI) som lämnade remissvar på utredningen, hade framför allt Naturvårdsverket respektive VTI invändningar mot vissa av utredningens slutsatser. Naturvårdsverket uppgav i sitt remissvar (Naturvårdsverket, 1998), att när det gäller modellens detaljeringsgrad, man har behov av en modell som både kan användas för nationell statistikframtagning och som ett verktyg för åtgärdsanalyser, konsekvensbedömningar och framtidsprognoser, vilket man anser tillgodoseas med EMV-modellen. Man bestred även utredningens ifrågasättande av modellens ansats av försämringsfaktorer för de äldre personbilarna. VTI ansåg i sitt svar (VTI, 1998) bland annat att utredningen uppvisat betydande fel i bedömningen av dokumentationen av EMV samt att tillgängliga underlag för osäkerhetsbedömning inte utnyttjats eller redovisats i utredningen. På samma sätt som Naturvårdsverket invände man också mot utredningens ifrågasättande av tillämpade försämringsfaktorer för de äldre personbilarna i EMV, och påpekar att utredningen missat viktiga resultat från utförda sk FEAT-mätningar med indikationer på hur effektiv avgasreningen för NO<sub>x</sub> var för de första årsmodellerna av katalysatorbilar.

#### *Jämförelser med emissioner uppmätta i tunnlar*

I ett samarbetsprojekt under 1999 och 2000 kring tre tunnlar i Göteborg, bestämde IVL via bland annat haltmätningar trafikens emissioner i tunnelarna medan VTI beräknade motsvarande emissioner med en kombination av EMV- och den till EMV underliggande



VETO-modellen (Sjödin m fl, 2002). Resultaten visar på avvikelser mellan uppmätta och beräknade genomsnittliga emissionsfaktorer för tunneltrafiken på upp till som mest 60% beroende på tunnel och ämne, men i flertalet fall är avvikelsen lägre och typiskt inom  $\pm 40\%$ . Detta kan förefalla högt, men är en betydligt mindre avvikelse än vad som erhållits i många tidigare tunnelstudier i USA, där man har mycket lång erfarenhet av denna typ av verifieringsstudier. Inverkan på emissionerna av den medvind som trafiken genererar i tunnarna beaktades vid jämförelsen mellan uppmätta och beräknade emissioner. I flertalet fall ledde korrektionen för medvinden i beräkningarna dock till att överensstämmelsen mellan uppmätta och beräknade emissioner försämrades.

#### *Jämförelser med FEAT-data*

VTI (Hammarström, 2001) har gjort jämförelser mellan emissionsutvecklingen med avseende på HC, CO och NO<sub>x</sub> (NO) för bensindrivna personbilar som den beskrivs av EMV-modellen och enligt FEAT-mätningar utförda av IVL vid Gullbergsmotet i Göteborg 1991, 1995 och 1998 (Sjödin och Andréasson, 2000). Jämförelsen baseras på kravnivåer eftersom EMV inte kan generera utdata för enskilda årsmodeller. Enligt VTI skulle jämförelsen kunna sammanfattas med att EMV uppvisar större relativa skillnader mellan kravnivåer än vad FEAT-mätningarna gör, särskilt med avseende på NO<sub>x</sub>, vilket skulle kunna tolkas som att EMV ger en överskattande tendens i fråga om reduktionen med tiden med avseende på de bensindrivna personbilarnas utsläpp. Beträffande jämförelserna för HC bör det påpekas att VTI i sin analys inte beaktat de betydande fel och osäkerheter som konstaterats i FEAT- mätningarna av HC 1991 och 1998.

#### *Jämförelser med uppmätta halter i tätortsluft*

I ett samarbetsprojekt mellan IVL, SMHI och VTI har jämförelser gjorts mellan med EMV-modellen beräknade trender av tätortstrafikens NO<sub>x</sub>-utsläpp och trender härledda från haltmätningar av NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> i Göteborg, Linköping och Uppsala mellan åren 1986 och 1997 (Persson m fl., 2000). EMV-modellen uppvisar i dessa fall genomgående en svagare trend jämfört med vad de haltbaserade trenderna visar. Osäkerheter i denna typ av jämförelser är framför allt betydelsen av andra lokala källor än vägtrafik, samt betydelsen av infrastruktur- och trafikplaneringsåtgärder i den centrala delen av tätorten, för observerade halter och halttrender i tätortsluften. I de fall där den haltbaserade trenden för vägtrafikens NO<sub>x</sub>-utsläpp beräknas utifrån observerade NO<sub>2</sub>-halter föreligger också osäkerheter kring de atmosfärkemiska förhållandena mellan NO och NO<sub>2</sub> i tätortsluften samt andelen NO<sub>2</sub> av NO<sub>x</sub> i trafikavgaserna och dess utveckling över tid.

#### *Jämförelser med drivmedelsleveranser*

Jämförelser mellan drivmedelsförbrukning enligt EMV och statistik för drivmedelsleveranser från SCB skulle kunna tyda på att EMV underskattar både

absolutnivåer och procentuell ökning med tiden (Hammarström, 2001, Gustafsson, 2000). Det föreligger dock vissa brister i statistiken för drivmedelsleveranser som gör att sådana slutsatser är osäkra. Avvikelseerna mellan de bägge metoderna är dock inte större än 5-10%, avseende skattning av både bensin- och dieselförbrukning.

#### *Jämförelser med COPERT*

VTI gjort jämförande beräkningar mellan EMV och COPERT III, med lika förutsättningar avseende den svenska fordonsparkens antalsmässiga fördelning på olika undergrupper, trafikarbete, meteorologiska förhållanden m.m. (Hammarström, 2002). I sammanfattning visar resultaten att, när det gäller att beskriva emissionsutvecklingen, COPERT ger en sämre utveckling än EMV för HC och CO<sub>2</sub>, medan beskrivningen med avseende på NO<sub>x</sub> är likvärdig. Avseende absoluta utsläpp föreligger de största skillnaderna för HC, där COPERT's värden ligger 30-40 % under EMV's. Avvikelseerna är speciellt stora för bensindrivna bilar men även för dieseldrivna. En bidragande orsak är lägre avdunstningsutsläpp enligt COPERT. Även för NO<sub>x</sub>, för kategorin tunga lastbilar, ger COPERT generellt lägre utsläpp jämfört med EMV.

#### **2.2.4 Uppdatering och à jour-hållning**

EMV-modellen levererades med en datafil innehållande en full uppsättning indata till och med år 1996. VTI har på Vägverkets uppdrag gjort uppdateringar av trafikdata och kallstarttillägg.

Vägverket har efter hand kompletterat modellen med nya kravnivåer och trafikdata till och med år 2001. Dessutom har Vägverket lagt in prognosdata till år 2010. Några nya emissionsmätningar ingår inte i underlaget.

Någon rutin för uppdatering och underhåll av EMV-modellen och dess indata finns inte i dagsläget, utan uppdateringar sker när användaren upplever att behovet finns. VTI har tidigare redovisat planer för à jour-hållning, uppdatering och möjliga förbättringar av EMV (Hammarström, 2000b och 2001). För närvarande har VTI ett uppdrag för Vägverket och Naturvårdsverket att under 2003 komplettera EMV-modellen på ett antal punkter som bedöms akuta. Utvecklingen av EMV-modellen skall ske integrerat med utvecklingen av COPERT och ARTEMIS. Följande förbättringar skall härvid göras:

- Utökning av antalet årsklasser från 20.
- Korrigeringar av direkta fel (av mindre betydelse)
- Uppdatering av emissionsfaktorer med data från MTC, COLDSTART kompletterat med nya data, COST 346 samt kommande kravnivåer från COPERT III.

- Personbilar uppdateras från 1993 och tunga fordon från årsmodell 1987.
- Byte av avdunstningsmodell till motsvarande COPERT III
- Utökning med ytterligare bränslen: gas och etanolblandad bensin.
- Utvidgning av antalet ämnen för att klara även beräkningarna m a p internationell rapportering, miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål.

## 2.3 Nuvarande process i förhållande till internationella riktlinjer

### 2.3.1 "Good Practice" och QA/QC-plan

Som stöd för att skapa kvalitetskontrollerade och kvalitetssäkrade data inom den internationella luftutsläppsrapporteringen finns gemensamma riktlinjer att tillgå för de rapporterade länderna. Riktlinjerna för rapporteringen till klimatkonventionen är de mest omfattande och benämns "Good Practice Guidance" (IPCC, 2001). Enligt Klimatkonventionen ska dessa vara fullt uppfyllda av de rapporterade länderna senast vid utgången av år 2004, bland annat för att kunna klara de krav som ställs för att följa upp Kyoto-protokollet från 2008 och framåt. Enligt "Good Practice Guidance" åligger det varje land att upprätta och följa en QA/QC-plan för arbetet med de nationella inventeringarna. För Sveriges del har arbetet med att upprätta en sådan plan nyligen påbörjats av SMED på uppdrag av och i samarbete med Naturvårdsverket (Kindbom m fl, 2003). Officiellt är det Naturvårdsverket som står som ansvarig för kvalitetsplanen och implementeringen av den.

Parallellt med utarbetandet och implementeringen av "Good Practice" inom den svenska luftutsläppsrapporteringen har Naturvårdsverket nyligen påbörjat ett arbete (ett regeringsuppdrag) som bland annat är ägnat att tydliggöra roller och ansvar för de myndigheter som är eller kan tänkas bli involverade i att ta fram dataunderlag för Sveriges klimatrapportering, det s k "Nationella systemet" eller KRAPP. En grundläggande tanke bakom detta är att datalämnande myndigheter skall ta ett större ansvar för kvalitetsgranskning och kvalitetssäkring av sina data inklusive dokumentation. En konsekvens av detta i fallet vägtrafiksektorn kan bli att Vägverket för sina nationella utsläppsberäkningar i framtiden får arbeta efter delar av QA/QC-planen enligt "Good Practice Guidance".

Inom den förstudie som SMED driver på uppdrag av Naturvårdsverket angående i vilken grad Sverige i sin klimatrapportering i dagsläget kan anses tillämpa "Good Practice" (Kindbom m fl, 2003), görs följande preliminära analys för vägtrafiksektorn:

- *Beräkningsmetod:* Idag uppfylls kraven på "Good Practice" när det gäller att beräkna sektorns CO<sub>2</sub>-utsläpp i första hand utifrån bränsleleveranser och stämma av detta mot beräkningar med EMV-modellen baserade på trafikarbete, men detta gäller idag bara för sektorn som helhet och inte för dess underavdelningar. Vidare är det en brist enligt "Good Practice" att EMV inte separerar NMVOC och CH<sub>4</sub> samt inte räknar på N<sub>2</sub>O. Separering av NMVOC- och metan-utsläpp kommer att bli viktigare framöver då andelen alternativbränsle drivna fordon ökar. Beträffande N<sub>2</sub>O kompliceras situationen av att befintligt emissionsfaktorunderlag anses mycket bristfälligt.
- *Emissionsfaktorer och värmevärden:* "Good Practice" uppfylls delvis redan idag, i och med att nationella emissionsfaktorer används som tar hänsyn till kolinnehållet i olika bränslen, bortsett från att hänsyn inte tas fullt ut till de olika miljöklasserna för olika bränslen. För CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O se anmärkning ovan.
- *Aktivitetsdata:* "Good Practice" uppfylls relativt väl redan idag. Svagheter och därmed avvikelser från "Good Practice" är framför allt alternativa drivmedel för vilka kvalitetskontroll saknas samt smuggling och privatimport av drivmedel. Ett annat problem är särskiljning av bränsleanvändning till arbetsmaskiner samt motiveringar och dokumentation till val av olika typer av aktivitetsdata.
- *Fullständighet:* Osäkerheter råder framför allt om Sverige kan anses uppfylla "Good Practice" när det gäller hur vi hanterar smuggling av bränslen. Enligt riktlinjerna skall utsläppen rapporteras av det land där bränslet tankats i fordonet. De fordon som tankas utomlands och som sedan körs i Sverige skall vi alltså inte rapportera utsläppen för, men däremot om insmugglat bränsle används inom landets gränser. Detta är dock information som är mycket svår att komma åt.
- *Tidsserie:* "Good Practice" krav på konsistens i tidsserien (1990-2001) uppfylls för vägtrafiksektorn från och med den rapportering som överlämnades 2003 (noterbart i sammanhanget är att för arbetsmaskiner är motsvarande tidsserie inte konsistent).
- *Osäkerhetsskattningar:* Sverige uppfyller idag inte "Good Practice" med avseende på denna punkt eftersom några osäkerhetsskattningar inte gjorts eller rapporterats för vägtrafiksektorn.
- *Rapportering och dokumentation:* Dokumentationen av beräkningarna med EMV-modellen i Sveriges rapportering till Klimatkonventionen bedöms inte vara tillräcklig bra för att uppfylla "Good Practice" (notera att detta inte är samma sak som att EMV-modellen som sådan skulle vara dåligt dokumenterad!), och överlag bedöms val av metod inklusive motivering, tolkning av riktlinjer samt använda aktivitetsdata behöva dokumenteras bättre.

I förstudien rekommenderas följande specifika åtgärder för att höja kvaliteten i beräkningarna för vägtrafiksektorn i strävan att uppfylla "Good Practice":

- För CO<sub>2</sub>, jämförelse av "top-down"-beräkningar (bränsleleveranser) med "bottom-up"-beräkningar (EMV). Undersöka, förklara och dokumentera skillnader.
- Förbättrad dokumentation av EMV-modellen och av QA/QC för beräkningarna med EMV-modellen, samt generellt av aktivitetsdata från andra organisationer.
- Granskning av använda emissionsfaktorer och jämförelser med tänkbara alternativ (görs idag bara i liten utsträckning och inte systematiskt).
- Kontroll av aktivitetsdata, särskilt fördelning mellan kategorier, alternativa bränslen, smuggling av bränslen.
- Granskning av beräkningar, antaganden och dokumentation av utomstående experter (detta görs redan i stor utsträckning, men kan förbättras).

Generellt räknas det som "Good Practice" att prioritera kvalitetsförbättringsarbetet mellan olika sektorer och subsektorer utifrån 1) hur mycket sektorn eller subsektorn bidrar till de totala nationella utsläppen samt 2) hur stor osäkerheten skattats till i de beräknade utsläppen för sektorn eller subsektorn. Ju större bidrag till de totala utsläppen och ju större uppskattad osäkerhet, desto högre skall kvalitetsförbättringsarbetet för den aktuella sektorn/subsektorn prioriteras.

### **2.3.2 Verifiering ("Verification")**

Som ytterligare ett led i "Good Practice" ingår tillämpning av verifieringsprocesser, vilka syftar till att öka emissionsinventeringarnas tillförlitlighet utöver den som ges av det mer renodlat "interna" kvalitetsarbetet i emissionsinventeringsprocessen. Verifiering omfattar processer som kan tillhandahålla alternativ, oberoende information om de rapporterade ländernas årliga utsläpp och utsläppstrender, och kan bidra till:

- input för direkt förbättring av emissionsinventeringar
- ökad tillit till emissionsuppskattningar och emissionstrender
- förbättrad vetenskaplig förståelse relaterad till emissionsinventeringar
- ökat internationellt samarbete för att förbättra emissionsinventeringar

Metoder för verifiering, som kan tillämpas antingen på nationell eller internationell nivå, omfattar:

- Jämförelser med andra oberoende nationella eller regionala emissionsuppskattningar.
- Jämförelser av olika länders emissionsinventeringar med avseende på årsvisa eller tidstrender för emissioner, emissionsfaktorer inklusive osäkerhetsskattningar, aktivitetsfaktorer och emissionsindikatorer, för sektorer och undersektorer.
- Direkta mätningar av emissioner med oberoende metoder
- Jämförelser med atmosfäriska mätningar på lokal, regional och global skala
- Jämförelser med emissionsdata eller emissionsfaktorer i vetenskaplig eller teknisk litteratur

Verifieringsprocessen skall dokumenteras i en särskild rapport som skall göras publikt tillgänglig.

Med undantag för beräkningarna för CO<sub>2</sub>, för vilken de bränslebaserade utsläppsberäkningarna jämförs med de baserade på trafikarbete via EMV, tillämpar Sverige idag inga verifieringsprocesser i sin internationella rapportering.

## **3 Underlag för aktörs- och konsensusanalys inom fordonsemissionsstatistikområdet**

### **3.1 Svenska aktörer - avnämare och utförare**

IVL har inom projektet under vintern/våren 2003 haft separata möten med de viktigaste svenska aktörerna på området, både avnämare och utförare, för att mer ingående diskutera varje aktörs förhållande till och syn på den svenska fordonsemissionsstatistiken, i allmänhet samt på kvalitets- och konsensusfrågorna i synnerhet. Följande avsnitt utgör referat av vad som framkommit vid dessa möten.

#### **3.1.1 Vägverket**

Ett möte hölls på Vägverkets huvudkontor i Borlänge den 13/2 med Pär Gustafsson, Håkan Johansson och Martin Juneholm.

Enligt Vägverkets regleringsbrev skall Vägverket årligen redovisa vägtrafikens utsläpp av CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC, SO<sub>2</sub> och cancerframkallande ämnen uppdelat på landsväg och tätort samt fordonskategori. Detta görs med EMV-modellen, och därmed görs även årliga uppdateringar av vissa indata till modellen.

### *Trafikdata*

Genom åren har ett stort arbete lagts ned på att få fram och "översätta" så bra trafik- och trafikarbetsdata som möjligt till utsläppsberäkningarna med EMV-modellen. Till grund för detta ligger tidigare arbete av bland annat SIKA, VTI, Vägverket och NV. Detta arbete har implementerats i en trafikarbetsmodell som bygger på indata från ett stort antal olika källor. Modellen ägs av SIKA och uppdateras årligen av VTI. På uppdrag av VV, NV och SIKA har VTI även utarbetat en metod för översättning av data från trafikarbetsmodellen till data som passar EMV:s trafikdatastruktur. Fördelning på drivmedel, årsmodeller och kravnivåer görs i EMV genom att använda data om årliga körsträckor från bilprovningen samt antal fordon och fördelning på kravnivåer från bilregistret. För årsmodell 2002 gäller i den senaste uppdateringen att 70% uppfyller avgaskraven för år 2005.

### *Fordonsbeskrivning*

Nya kravnivåer läggs in i modellen först när de blivit EU-direktiv. Ett antagande som görs när dessa läggs in, såtillvida inga mätdata föreligger, är att utsläppsnivån läggs på samma nivå procentuellt i förhållande till gränsvärdet som konstaterats för föregående (motsvarande) lagkrav.

När det gäller fordotsbeskrivningen för bussar antas bussar för 30-59 passagerare köras på landsväg, medan bussar för mer än 60 passagerare antas köra i tätort. För bussar med utrymme för mindre än 30 passagerare antas dessa bara vara dieseldrivna. För lätta lastbilar gäller ny indelning enligt EU-direktiv.

### *Drivmedel*

När det gäller drivmedelsanvändningen hämtas uppgifter för bensin direkt från SCB's statistik. För diesel antas 98.9% utgöras av Miljöklass 1 och 1.1% av Miljöklass 3, eftersom enligt SCB's statistik de totala leveranserna till bensinstationer och dylikt inte "räcker" till hela vägtransportsektorn. Bensin var 2002 till 100 procent av Miljöklass 1 med ett antaget benseninnehåll på 1%.

På årsbasis stämmer inte bränsleförbrukningen enligt EMV helt med bränsleleveranserna enligt SCB's statistik, vilket heller inte är att förvänta bland annat av det skälet att viss "bunkring" sker av fordonsbränslen. Förbrukningen av diesel och bensin enligt EMV korrigeras därför för varje år med faktorerna 0.94 respektive 1.14, utifrån att de totala leveranserna över en längre tidsperiod (1990-2000) skall vara desamma som motsvarande förbrukningar enligt EMV-modellen.

Ytterligare dokumentation om uppdateringar och kvalitetssäkring av indata inför Vägverkets årliga beräkningar med EMV-modellen finns i ett antal särskilda PM (Håkan Johansson, 2003abc).

#### *Synpunkter på EMV och andra modeller, användning av fordonsindustrins data*

- För lätta fordon bygger indata i basfilen till EMV på data för FTP-körcykeln, vilket innebär att indataförsörjningen till modellen på sikt är kritisk, eftersom Sverige nu tillämpar EU-lagstiftning. Samtidigt konstaterar man att FTP förefaller vara den körcykel som stämmer bäst överens med svenska körmönster enligt de sk Västeråsmätningarna.
- Vägverket ser en nackdel i det starka personberoendet hos EMV och framför allt underliggande modeller (COLDSTART, VETO). Man anser det viktigt att på sikt uppnå "kritiska massor" för kompetensförsörjningen till den beräkningsmodell Sverige kommer att tillämpa för sin officiella statistik i framtiden, t ex genom internationellt deltagande eller internationell förankring. Förenklat kan det uttryckas som att man står inför ett vägval för den officiella statistiken: Fortsatt användning av och satsning på EMV eller att gå över till den modell som kommer ut av ARTEMIS-projektet.
- Vägverket ser inget principiellt hinder att ta in fordonsindustrins data som underlag för framtagning av den svenska emissionsstatistiken, så länge de kan underkastas samma kvalitetskriterier, granskning och värdering som "oberoende" data.

### **3.1.2 Fordonsindustrin**

#### *Tillverkare av tunga fordon*

Ett möte hölls på Bil Sweden i Stockholm den 18/3 med Urban Westljung och Per-Ola Post, Scania, Bengt Frögelius, Volvo Lastvagnar samt Ulf Roos, Bil Sweden.

De tunga fordonstillverkarnas motorutvecklingsavdelningar är hårt pressade av att ta fram tekniska lösningar som kan svara upp mot de kommande avgaskraven på de tre stora marknaderna, närmast EURO IV år 2008 för Europamarknaden, EPA 2007 för den amerikanska marknaden och "New Short Term" för den japanska marknaden. Därefter väntar ytterligare skärpningar av avgaskraven, eventuellt i form av ett globalt harmoniserat krav som just nu diskuteras bland världens biltillverkare, "World Harmonised Certification Procedure". Den press från myndigheterna man känner när det gäller de alltmer skärpta avgaskraven, gör att man har svårt att avsätta resurser till ett mer aktivt engagemang från fordonsindustrins sida t ex när det gäller framtagningen av den svenska emissionsstatistiken.



De emissionsdata som relativt enkelt kan tillgängliggöras är certifieringsdata, för vilka man anser att, i takt med att avgaskraven skärps, certifieringskraven blir mer och mer förfinade och därmed mer och mer också speglar "verklig körning" och den miljö fordonen utsätts för. Som exempel nämns certifieringskravet för EURO III, som omfattar två avgasprov, ett statiskt (ESC) och ett transient (ETC). Det senare har införts för att myndigheten ska kunna försäkra sig om att fordonstillverkaren inte tillgriper några emissionshöjande åtgärder när man går utanför det område som regleras av ESC. Man förväntar sig ytterligare tilläggskrav för certifieringen för EURO IV-nivån.

Certifieringsdata anses uppfylla allmänna krav på kvalitetssäkring och transparens. Certifieringen för EU-marknaden utförs av fristående certifieringsmyndigheter (RDV, VAC, UTAC), vilka i sig är kvalitetscertifierade. I USA tillämpas självcertifiering med EPA som granskare. Man anser att certifieringsdata mycket väl skulle kunna utgöra "grundemissionsdata" för tunga fordon för en modell som har som syfte att producera nationell årlig emissionsstatistik, bland annat av det skälet att hur "exakta" och representativa emissionsfaktorer man än försöker simulera fram t ex i g/fkm, så bidrar faktorer som körförhållanden, klimat m.m., alltid till osäkerheter i de totala emissionsuppskattningarna på  $\pm 10-20\%$ . Som ett talande exempel nämndes att hur ofta kallstarter, vid vilken temperatur och vid vilken altitud starter och körning sker med tunga fordon (sett över hela marknader), har stor betydelse för hur bilindustrin angriper och lyckas möta de kommande avgaskraven. Ytterligare en förenkling för att ansätta grundemissionsdata för tunga fordon vore att utgå från kravnivån. Detta anses ge en tillräckligt bra skattning av utsläppen av NO<sub>x</sub> och partiklar, medan utsläppen av CO och HC systematiskt överskattas.

Bilindustrin ställer sig lite avvaktande till chassidynamometermätningar på tunga fordon, främst av det skälet att man anser att man inte kan mäta effektuttaget med tillräcklig noggrannhet ( $\pm 25\%$ ).

De faktorer som påverkar de tunga fordonens utsläpp mest från deras grundutförande anses vara chiptrimning samt bristande underhåll. Chiptrimning tillgrips därför att det kan minska bränsleförbrukningen med upp till 20%. Samtidigt kan i värsta fall NO<sub>x</sub>-utsläppen öka med upp till en faktor 2. Scania gissar att ca 10% av deras fordon utsätts för chiptrimning. Det är främst bland mindre åkerier och enskilda chaufförer som detta förekommer. Problemet är både svårt att komma åt och ta hänsyn till i emissionsuppskattningar. I USA driver EPA redan program för att följa upp tunga fordons emissionsprestanda "in-use", och sådana kan förväntas komma inom EU också, men det är osäkert om fenomen som chip-trimning kan adresseras.

Både Scania och Volvo har utvecklat modeller för att räkna om emissioner från certifieringsenheten g/kWh till t ex g/tonkm, främst som följd av kundkrav. Omräkningar för olika viktsklasser och olika applikationer för vissa rutter kan göras

direkt på respektive tillverkares hemsida. Man är inte benägen att dela med sig av detaljer av hur dessa modeller är uppbyggda. Man hänvisar här också till den modell som tagits fram av Svenska åkeriförbundet.

Beträffande körmönster för tunga fordon gör man en hel del egna mätningar i "real-world" inför att nya motorfamiljer ska presenteras på marknaden. Med avseende på mät- och givarutrustning specialpreparerade fordon lånas därvid ut till åkare för långtidsprov. Enligt Scania och Volvo ligger den mesta körningen med tunga fordon i tre relativt avgränsade områden av vridmoment vs. varvtals-diagrammet: 1) låga varvtal, låga vridmoment, 2) måttliga varvtal, låga vridmoment samt 3) måttligt varvtal, högt vridmoment. Man har testat "heavy-duty eco-driving", och sett exempel där 8% bränslebesparing uppnåddes av förare som själva uppgav sig redan köra snålt (innan eco-driving tillämpades).

Sammanfattningsvis:

- Då både avgaskrav och bränslekvalitet numera är harmoniserade mellan EU-länderna, förespråkar man modellösningar för nationell emissionsstatistik på minst EU-nivå.
- Den nuvarande modellen är svår att granska och utvärdera på grund av dess komplexitet och (därmed) dess brister med avseende på transparens. Man önskar sig enklare och mer transparenta modeller.
- Man förespråkar användning av certifieringsdata som indata för tunga fordon till modellerna i största möjliga utsträckning, då de är lättillgängliga, anses uppfylla grundläggande krav med avseende på kvalitetssäkring och transparens, samt blir mer och mer representativa för verkliga förhållanden i takt med att avgaskraven skärps.
- Mer data behövs framför allt för EURO III-motorer, och uppgifter på transportarbetet som funktion av omgivningsförhållanden (temperatur, altitud m.m.) blir allt viktigare i takt med att avgaskraven skärps för att kunna skatta de verkliga emissionerna.

*Tillverkare av personbilar*

Möte på IVL, Göteborg, 21/3 med Bengt Strömberg och Peder Fast, Volvo Personvagnar, och Ulf Roos, Bil Sweden.

Volvo utför själva ett stort antal mätningar enligt gällande certifieringskörcykel (EDC respektive FTP) på produktionsvagnar, s k Conformity of Production. 0.25% av alla fordon för alla versioner av alla motorfamiljer mäts. I dessa har man konstaterat en

mycket god överensstämmelse med certifieringsvärdet för motsvarande motorversioner. Certifieringsvärdena har betryggande marginal till lagkravet. Detta beror bland annat på att kravnivån är satt för att motsvara medelvärdet av utsläppsfaktorn under hela fordonets livstid. För försämringen antar man EU's vedertagna försämringsfaktor på 1.2 upp till 8000 mil. I USA har Volvo gjort egna studier av hållbarheten genom att samla in bilar från kunder med varierande ålder och körsträcka. Det är svårt att säga hur och i vilken utsträckning dessa resultat kan överföras till svenska förhållanden.

Liksom tillverkarna av tunga fordon förespråkar man - för enkelhet och transparens - en så långt driven användning av certifieringsdata som möjligt i emissionsmodeller. En modell bör kunna ta hänsyn till att vissa årsmodeller ligger extremt bra till i förhållande till lagkraven. Liksom för tunga fordon blir certifieringsproven för lätta fordon alltmer avancerade. Som exempel nämndes att AC finns i 35% av alla nya bilar idag. I certifieringsprovet läggs en last läggs på dynamometern för att motsvara typisk AC-användning. Problem som noterades med användning av certifieringsdata för lätta fordon:

- EU-körcykeln ger inte data uppdelade för "urban" respektive "extra urban", annat än för bränsleförbrukning.
- Körning i höga hastigheter.
- Försämring, särskilt viktigt för Sverige med tanke på vår gamla fordonspark. Vad är försämringen efter 16 000 mil, och hur lång är medelkörsträckan för bilens livslängd? Vid 25 000 mil utgörs 40% av körsträckan över 16 000 mil. Genom SIKAs nya statistik på årliga körsträckor baserade på kontrollbesiktningen finns det också kanske möjlighet att knyta emissionsberäkningar till avgasunderkännanden i besiktningen.
- Tillgången till certifieringsdata för äldre årsmodeller. Bör undersökas.
- Kallstarter (EU-krav på maxutsläpp (CO) vid låga temperaturer introduceras snart).
- Brytpunkt 1997, då man övergick från FTP till EDC. EU's körcykel ger högre bränsleförbrukning än FTP (11% i snitt), skillnaden är större ju större fordonet är (18% för stor bil, 7-8% för liten bil).

Man anser att det bör finnas förutsättningar för Sverige att kunna ha en egen modell för emissionsstatistik. Den bör vara enkel med transparens i indata och beräkningar, och med väl identifierade svagheter.

Beträffande användning av certifieringsdata inflikade man för tunga fordon, för vilka data tas fram i enheten g/kWh, att det finns framkomliga vägar att få fram emissionsstatistik via data/statistik på bränsleförbrukning och/eller bränsleleveranser.

### 3.1.3 Naturvårdsverket

Möte på Naturvårdsverket 4/3 med Sandra Pettersson, Reino Abrahamsson och Kjell Andersson.

Naturvårdsverket ser primärt behovet av emissionsstatistik för vägtrafiksektorn för försörjningen av data till den internationella rapporteringen. Det anses viktigt att långsiktigt kunna säkra ett indataflöde av hög kvalitet. I ett kommande regeringsuppdrag rörande ett nationellt system för utsläpp till luft (KRAPP, se avsnitt 2.3.1) skall bland annat möjligheter för detta belysas närmare. Den internationella rapporteringens krav på Good Practice och QA/QC kommer att få ökat genomslag för hur Sverige bygger upp sin emissionsstatistik.

Man identifierar tunga fordon som det stora problemet både när det gäller behov av fortsatta åtgärder mot vägtrafikens utsläpp och när det gäller brister i dagens emissionsstatistik. Man anser här att VTI sitter på viktig kompetens via motormappar och översättning till utsläpp under verklig körning.

Man anser att en nationell emissionsmodell idealt ska fånga upp dynamiska förändringar i vägtransportssystemet förutom grundläggande faktorer som trafikarbete, fordonsantal, emissionsfaktorer för olika fordonstyper/kravnivåer. Som exempel nämndes:

- uppföljning av mjuka åtgärder, t ex hur följa upp sparsam körning?
- ändrade körsätt på grund av större och tyngre fordon?
- lastfaktorer
- utländsk trafikandel
- kunna se helheten och förskjutningar mellan olika transportslag

Beträffande ansvaret för EMV-modellen anser Naturvårdsverket att det borde föras över till Vägverket, som redan idag ansvarar för TCT-modellen, den modul till EMV som beräknar vägtrafikens utsläpp av cancerframkallande ämnen. I praktiken är det Vägverket som tagit ansvar för utvecklingen av EMV efter 1996.

Man påpekar att efter etapp 3 av Vägverkets och Naturvårdsverket pågående uppdrag till VTI för förbättringar av EMV-modellen skall man kunna peka ut framtiden för

EMV-modellen mot bakgrund den modell som kommer att adopteras av EU efter ARTEMIS-projektet

Man har inga principiella invändningar mot att i en nationell emissionsmodell utnyttja data från bilindustrin, så länge de uppfyller krav på kvalitetssäkring och transparens. Tvärtom anser man det vara bra att utnyttja alla tillgängliga data som är transparenta, men anser det samtidigt vara viktigt med ett oberoende organ som på myndighetsuppdrag värderar och kvalitetsgranskar data innan de stoppas in i modellen. Man påpekar att NV's gamla försiktighetsprincip, att ansätta gränsvärdena (under 80-talet) inte längre gäller i och med EMV-modellen, som försöker skatta de verkliga utsläppen.

### **3.1.4 SIKA**

Möte på SIKA 13/2 med Lennart Thörn, Tina Schagerström och Martina Estreen.

SIKA är som statistikansvarig myndighet för transportsektorn primär leverantör av de trafikarbetsdata som behövs för att med EMV-modellen utföra årliga emissionsberäkningar. För att få uppgifter om trafikarbetet på de svenska vägarna har SIKA, efter konkurrensupphandling, låtit VTI utveckla en modell för detta. Modellen gör en schablonfördelning av tätorts- vs. landsvägskörning, men klarar ej regional upplösning och kallstartsfördelning. Modellen har vid två tillfällen setts över. Vid första tillfället ändrades modellen så att hänsyn kunde tas för trafikarbetsutvecklingen för lätta och tunga fordon. Vid andra tillfället sågs fördelningen inom den tunga trafiken över eftersom bussarnas trafikarbete överskattades medan lastbilarnas ökningstakt underskattades.

I dagsläget är det inget strukturerat samarbete mellan de olika aktörerna som väver samman den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn.

SIKA har lagt ut ett uppdrag på SCB för att ta fram en metod för att ta fram årliga körsträckor utifrån kontrollbesiktningens uppgifter om mätarställningar (SIKA, 2003b). Detta kommer att ge en bra grund för att kunna förse EMV-modellen med nya indata. Med anledning av den nya metoden att skatta trafikarbetet funderade man också över om bilprovningens data från avgasmätningen eventuellt skulle kunna utgöra underlag för att till exempel skatta försämringsfaktorer.

Att fullt ut i trafikarbetsstatistiken fånga den ansats som görs i EMV-modellen med den mycket detaljerade uppdelningen på olika fordonstyper och kravnivåer bedömer SIKA som omöjligt.

Man pekade på den möjlighet till validering av trafikarbetet som finns via EMV-modellen och SCB's bränsleleveranser. Uppgifter om trafikarbetet baserade på

oberoende metoder är dock nödvändiga eftersom svenska åtgärder inom transportsektorn inte helt kan påverka de svenska bränsleleveranserna. Bränsleleveranser mellan olika transportslag och sektorer är ett problem när man vill utnyttja leveransstatistiken för att uppskatta utsläpp från enskilda transportslag och sektorer.

En fortsatt brist med det nya underlaget för att ta fram det nationella trafikarbetet är hur man ska skatta det trafikarbete som utförs av den utländska trafiken, särskilt viktig för tunga fordon, som ju också står för en ökande andel av utsläppen. Uppgifter för de svenska fordonen fås från undersökningen om inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar. Uppgifterna samlas in genom enkäter till svenska lastbilsägare (12000 fordon, 12000 fordonsveckor per år). Undersökningen utförs enligt en EU-förordning som bl.a. kräver uppgifter om svensk trafik i Sverige och utlandet. SCB har fått ett uppdrag av SIKA att skatta den utländska trafiken i Sverige, bland annat via data från Eurostat baserade på data från andra länder enligt ovan nämnda förordning.

### 3.1.5 VTI

Möte på VTI 14/2 med Ulf Hammarström, Jan Eriksson, Thomas Lange och Urban Björketun.

#### *Allmänt om kunskapsområdet*

VTI's bedömning är att mer arbete lagts ner för att få fram tillförlitlig statistik för vägtrafikens utsläpp än vad som motiveras av sektorns andel av de totala utsläppen, särskilt i förhållande till andra transportslag som sjöfart, flyg etc. Därmed är kunskapen vad gäller vägtrafiksektorns utsläpp jämförelsevis god och därmed vet man också att osäkerheterna är stora. VTI uppfattar också att Sverige när det gäller kvaliteten på utsläppsdata för vägtrafiksektorn ligger bra till i en internationell jämförelse.

Förutom sin roll som FoU- och uppdragsutförare inom området, manifesterat i bland annat utveckling och drift av EMV-modellen och andra fordonsemissionsrelaterade modeller, har VTI även en specifik myndighetsuppgift att årligen granska samtliga trafikverks miljörapporter, för vilka olika utsläppsredovisningar utgör en väsentlig del. Årliga granskningsrapporter från detta arbete finns tillgängliga. Uppdragsgivare är Näringsdepartementet. För vägtrafiksektorn innebär detta att VTI granskar Vägverkets årliga beräkningar med EMV-modellen.

#### *Nuvarande EMV-modell och kommande uppdateringar*

VTI har i ett särskilt notat beskrivit hur alla data tagits fram till EMV-modellen (Hammarström och Henriksson, 1997). Vägverket är idag den huvudsakliga användaren av EMV och genomför själva årliga beräkningar som en del av sektorsansvaret. För dessa tar de fram vissa erforderliga indata själva och skattar också nya

emissionsfaktorer genom att anta att de förändras i enlighet med lagkraven (det som maximalt tillåts). VTI har lämnat en plan för hur EMV ska å jour-hållas. Uppdatering av EMV har skett genom Vägverkets försorg. Denna uppdatering kan betecknas som ambitiös ifråga om trafikdata och antalsdata men mindre ambitiös i övrigt.

EMV-modellen har tillkommit på Naturvårdsverkets initiativ, bland annat för att kunna följa nationella miljö- och utsläppsmål. Uppföljning av dessa kräver tillgång till utsläppsdata för verkliga körförlopp, det räcker alltså inte med enbart data från certifieringsmätningar. Som grund för översättning av certifieringsdata till utsläpp för verkliga körförlopp i EMV ligger simuleringar med VTI's modell VETO. Kallstarter har blivit allt viktigare för utsläppen, och för att kunna beräkna realistiska kallstarteffekter har VTI utvecklat COLDSTART, som kan sägas vara en ytterligare underliggande modell till EMV. Förbättringar som behöver göras för kallstartsberäkningarna är bland annat kallstartstilläggets beroende av motortemperaturen vid start, motorvärmare och parkeringsform. En fråga som uppkommit är kring ”fullt uppvärmd motor”. I en nyligen utförd kallstartsmätning uppnåddes inte stabilt tillstånd utan det förelåg systematiska förändringar ännu efter mycket lång tids körning..

Inom det pågående uppdraget för Vägverket kommer VTI att genomföra uppdateringar av indatafilerna till EMV, bland annat baserat på senare A60-data från MTC. För tunga fordon kommer data att baseras på COST346 där en stor databas tas fram, de olika länderna mäter 1-2 motorer per år till en kostnad av ca 600 kkr per motor. Arbetet, som på mätsidan är koncentrerat på nyare motorer, påbörjades 2001 och något resultat har ännu ej införts i EMV. Bland andra möjliga statistikällor utanför fordonsindustrin nämner VTI MTCs ”långmilare” och övriga europeiska dataset som föreligger för ett mycket stort antal slumpmässigt valda fordon (COST319, MEET och ARTEMIS).

VTI har gjort jämförelser mellan EMV och EU's modell COPERT. Man arbetar även med metoder för att skatta osäkerheter i utsläppsberäkningarna, ett arbete som tillämpas på COPERT.

#### *VTI's syn på utnyttjande av fordonsindustrins data och kompetens*

Enligt VTI har data från fordonsindustrin tidigare visat sig vara svåränvänt – en del är hemligt och för annat saknas redovisning av förutsättningar. Vad som söks är statistik baserad på stora fordonspopulationer (som trafikerar vägnätet). Inom exempelvis ARTEMIS används inga data från fordonsindustrins egna mätningar. VTI anser, bland annat genom de europeiska samarbetsprojekten på fordonsemissionsområdet, att indataförsörjningen är relativt god och behovet av ytterligare data från fordonsindustrin begränsat (undantag, se nedan).

VTI hade omfattande kontakter med fordonsindustrin för omkring tio år sedan och då kring simuleringsprocessen. Viktiga moment i sammanhanget är: motorn

(motormappar) och hur det ska hanteras att EMV räknar med given emission vid fixa förutsättningar (varm motor); inverkan av katalysator; kallstart; avdunstning – hot soak, diurnal, running losses (finns ej hos MTC, VTI tror att fordonsindustrin kan ha sådana uppgifter); kraftöverföring – mekaniska förluster och plaskförluster i olja; kringutrustning som drar effekt; rullmotstånd i däck (svårt att få data från däckindustrin, kanske kan fordonsindustrin lättare få tillgång till deras data); luftmotstånd mot fordonet i sig. Fordonsindustrin skulle kunna tillhandahålla kalibreringsdata för dessa moment och vidare bidra med kunskap om hur alla olika delar hänger ihop, en systembeskrivning. Fordonsindustrins data bedömer VTI vara mindre intressanta när det gäller emissionsfaktorer där det är bättre med data från slumpvisa fordon på väg. På samma sätt behövs för bedömning av inverkan av försämring/åldring data från större fordonspopulationer och då för svenskkörda bilar (det senare kravet blir successivt mindre viktigt inom EU-området). Dock kan fordonsindustrin tala om vilka faktorer som är viktigast vid försämring, något som är bra att veta vid modellering och kalibrering. Fordonsindustrin kan bidra med data för mikrosimulering.

VTI konstaterar att uppföljningen av vägtrafikens utsläpp kan delas in i en del som avser utvecklingen fram till nu, statistikdel, och en framtidsdel, som omfattar framtida teknologi, bilinnehav och bilanvändning. För bilinnehav och bilanvändning behöver nya modeller utvecklas. Enligt VTI's bedömning är fordonsindustrins kunnande i detta sammanhang av störst intresse ifråga om framtidsbeskrivning, t ex att beskriva framtida årsmodeller ur emissionssynpunkt och förekomst av sådana. Hittills har primitiva bilinnehavsmodeller använts som endast ger totalt antal pb. För övriga fordonstyper finns överhuvudtaget inga sådana modeller. Behovet är att ha sådana modeller för samtliga fordonstyper och att så många egenskaper som möjligt också skall ingå, som årsmodell, drivsystem, storlek m.m. För varje sådan cell behövs en prognos för användning (km/år och fordon). Detta beskrivs med en bilanvändningsmodell. Framtida teknologi utgörs av väl förankrade scenarier. Denna typ av modeller bedömer VTI vara av stort intresse också för fordonsindustrin för framtida satsningar.

#### *Behov av framtida insatser*

VTI's bedömning av behov där insatser borde göras eller som har betydelse för existerande modeller, i sammanfattning.

- Allt som har med aktivitetsbeskrivning att göra; starter, resvanor, OD-information, fordonsteknik osv. Det finns ett enormt informationsbehov inom området.
- Emissionsfaktorer är också ett område med närmast omätligt behov.
- Trafikarbete i tätort och på landsbygd har behandlats i VTI rapport 473. Det borde drivas vidare till en helt användbar metod.



- Resvanedata, ny insamling görs av SIKA.
- Årlig körsträcka för olika fordonskategorier håller på att tas fram, men oklart om det blir årliga uppgifter (se avsnitt om SIKA).
- Bilregisterdata
- Andel lastbilar med släp tas från SIKAs undersökning om varutransporter på väg.
- Uppgifter om lastfaktorer hämtas från källan angiven i föregående punkt.
- Sämst data finns för fordonskategorierna bussar och utländska lastbilar.
- Bränslekvalitet följdes tidigare upp, under 80-talet, av dåvarande SNV genom mätningar vid pump. Därefter kan data i viss utsträckning fås från oljeindustrin. Noggrannheten i dessa data är okänd.
- Bilinnehavsmodeller och modeller för bilanvändning, särskilt för tunga fordon.

### 3.1.6 AVL MTC

Möte på AVL MTC 4/3 med David Bauner och Mats Wallin.

AVL MTC's avtal med Naturvårdsverket om mätningar för uppföljning av fordons utsläpp i trafik upphörde 1 juli 1999, mätningar vilka utgjort grund för mycket av de emissionsfaktorindata som idag finns införda i EMV-modellen. AVL MTC utför dock fortfarande vissa A60-prov på uppdrag av Naturvårdsverket, som är intressanta för emissionsstatistiken.

Steady-state mätningar är svåra att modellera transienter ifrån på grund av minneseffekter och dynamiska tillskott som beror av i vilken miljö fordonet körs i. Det finns mycket lite data tillgängliga som kan validera olika modeller, och man anser att det är viktigt med data som kan belysa hur stora osäkerheter modelleringar exempelvis med VETO till EMV-modellen kan innebära.

Översättning av motorprovdata till utsläpp i verklig trafik anser AVL MTC fortfarande vara "jungfrulig mark". Tillsammans med andra avgaslaboratorier i Europa med liknande utrustning diskuterar man för närvarande med EU-kommissionen modeller för översättning, vilka parametrar som måste mätas, drivlineförluster, signifikant last etc.

AVL MTC medverkar också i Cost 346/ARTEMIS och levererar in en del nya data. Programmet koordinerar så att inte "onödiga" dubbelmätningar görs i två länder på samma motor.

När det gäller eventuellt utnyttjande av fordonsindustrins data anser AVL MTC att det är viktigt att komplettera dessa med andra data. Enligt AVL MTC har fordonsindustrin levererat visst dataunderlag till NTM (Nätverket för Transporter och Miljö), men dessa baseras ej på verkliga körningar, utan är kalkyler baserade på motorkörningar, och har inte genomgått någon oberoende kvalitetsgranskning. När det gäller aspekter på en nationell modell som EMV och ett eventuellt utnyttjande av fordonsindustrins data, nämnde AVL MTC också ACEA (de europeiska fordonstillverkarnas branschorganisation) som en betydande aktör i sammanhanget.

AVL MTC pekade också på bristen på data när det gäller körbeteenden för tunga fordon. Vissa ombordmätningar har utförts av VITO bland annat inom ramen för ARTEMIS-projektet, medan man bedömer de system som fordonstillverkarna själva utvecklar fortfarande vara för "prematura". AVL MTC anser att en bra metod är att mäta körmönster i verklig trafik och sedan upprepa dessa i chassidynamometer.

Som exempel på viktiga områden där ytterligare kunskap och insatser behövs framförde AVL MTC:

- Generellt brist på data för tunga fordon.
- Emissionsbilden blir ur åtgärdshänseende mer komplicerad i takt med att fler biobränslen kommer in, t ex måste man väga utsläpp av CH<sub>4</sub> mot CO<sub>2</sub>.
- En nationell emissionsdatabas för emissionsfaktorer för fordon, vilket tidigare föreslagits av bl a AVL MTC utan att hittills kunnat förverkligas.
- Försämringsfaktorer, viktigt följa olika grupper av årsmodeller över tiden.
- Emissioner från utländska fordon.
- De nya elektroniskt styrda insprutningssystemen för dieslar, i synnerhet för tunga men också lätta fordon. Dessa system gör det enligt AVL MTC betydligt svårare att "översätta" data från motorprov till "real world" data. Beroende på vilka styrstrategier en motortillverkare (alternativt "piratchipstillverkare") väljer kommer detta att påverka översättningsalgoritmen. Problemet kompliceras ytterligare av de nya avgasefterbehandlingsteknikerna.

## 3.2 EU's modell och pågående EU-aktiviteter inom området

### 3.2.1 COPERT-modellen

Den första versionen av EU's modell COPERT stod klar 1989 för emissionsinventeringen för CORINAIR 1985. En uppdatering av denna version gjordes till nästa CORINAIR-inventering 1990.

Nästa version, COPERT II som lanserades 1997, innebar en större revision av modellen, bland annat med avseende på metodologi, inklusive utökad fordonsklassificering och utökad antal utsläppsparametrar, korrektioner för väglutning, fordonslast etc. Emissionsfaktorer i COPERT II kommer för äldre lätta fordon från tidigare aktiviteter inom COPERT/CORINAIR, för nyare personbilar från aktiviteter i MEET och för tunga fordon och bussar från den tysk/schweiziska handboken för emissionsfaktorer.

Den senaste versionen av modellen, COPERT III (Ntziachristos och Samaras, 2000), blev klar 1999, och innebär följande viktigare förbättringar jämfört med COPERT II:

- Uppdaterade emissionsfaktorer för EURO I - personbilar (varma emissioner och kallstarter)
- Modellerings av slitageeffekter (p g a fordonsålder och körsträcka)
- Hänsyn tagen till effekten av förbättrad bränslekvalitet
- Utökad antal VOC- och PAH-föreningar

COPERT III uppges ha en rumslig upplösning ned till ca 1x1 km och en minsta tidsupplösning på en timme. Medelhastigheten är i COPERT III den enda körmönsterparameter som påverkar emissionsfaktorer för varmkörda fordon. Rent strukturellt uppvisar modellen i övrigt stora likheter med EMV-modellen.

COPERT används idag i följande länder för att ta fram nationell emissionsstatistik för internationell rapportering:

EU:

- Belgien
- Danmark
- Frankrike
- Grekland
- Irland
- Italien
- Luxemburg
- Spanien

Övriga:

- Bosnien
- Cypern
- Estland
- Kroatien
- Moldavien

En nackdel med nuvarande COPERT för Sverige är att fordonsindelningen i modellen stämmer dåligt med de svenska förhållandena. Det är osäkert om detta kommer att förbättras med den modell som blir resultatet av ARTEMIS-projektet.

### 3.2.2 ARTEMIS-projektet och ARTEMIS-modellen

EU-projektet ARTEMIS syftar till att utveckla en harmoniserad emissionsmodell för att beräkna emissioner från transporter på väg, järnväg, flyg och fartyg. Modellen skall kunna tillämpas på europeisk, nationell eller regional nivå.

ARTEMIS består av 13 arbetsgrupper (workpackages) vilka behandlar var sitt område. IVL medverkar i WP1200 som syftar att ta fram data för validering av modellen. Andra svenska partners i arbetet inom vägtrafikdelarna är VTI, MTC och Lunds universitet. Enligt planen skall ARTEMIS avslutas under 2003. Dock har vissa arbetsgrupper redan aviserat att de kommer att behöva mer tid.

#### *Allmänt om ARTEMIS-modellen*

ARTEMIS-modellen kommer att ha samma metodik för beräkning av emissioner från olika transportslag, men det kommer att bli "en modell per transportslag".

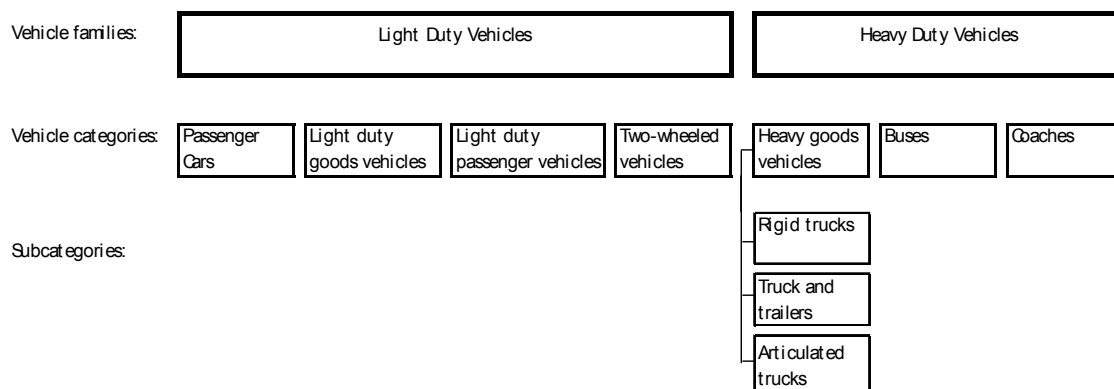
När det gäller vägtrafik så är ett uttalat syfte med ARTEMIS-modellen att ge samstämmiga resultat oavsett den rumsliga upplösningen (dvs nationella emissioner skall vara summan av regionala eller lokala). För detta syfte har man valt att göra ARTEMIS-modellen till en modell på "länknivå", som sedan kan aggregeras till regional eller nationell nivå. Då det är beslutat att modellen skall kunna utgöra underlag för luftkvalitetsberäkningar bör modellen tillåta en tidsupplösning ned till en timme. Beräkningar kommer att kunna göras för åren 1980-2020.

Ingående ämnen i ARTEMIS-modellen kommer att klassificeras på samma sätt som i COPERT, det vill säga tre olika klasser på basis av tillgänglighet och kvalitet på mätdata.

ARTEMIS-modellen ska ge emissionsfaktorer för alla relevanta fordonsklasser och för ett flertal "operational conditions". Man har inom projektet nyligen bestämt att dessa ska vara "trafiksituationer" som motsvarar en viss hastighetsprofil.

Flottans sammansättning i ARTEMIS-modellen kommer av praktiska skäl att bestämmas på mer aggregerad nivå än länk annat än för personbil, tunga fordon och eventuellt tunga fordon med släp. För den nationella nivån behövs framförallt trafikmängder och antalet kallstarter fördelat på olika trafiksituationer/vägotyper för olika fordonstyper. ARTEMIS ska ta fram flottsammansättningar för EU's nuvarande 15 medlemsländer och för de nya medlemsländer där data finns tillgängligt. I tillägg till

den nationella upplösningen kommer en ytterligare differentiering av flottsammansättning beroende på vägtyp eller områdestyp bli nödvändig. Det är dock inte beslutat hur denna differentiering ska se ut. Figur 3.1 illustrerar vilka klasser som flottsammansättningsmodulen i ARTEMIS-modellen kommer att innehålla.



**Figur 3.1** Uppdelning på fordonsklasser i ARTEMIS-modellen.

Förutom de fordonsklasser som visas i Figur 3.1 kommer ARTEMIS-modellen att ta hänsyn till faktorerna: bränsletyp, fordonsålder, fordonet storlek och något som kallas ”influence of load patterns”.

En av de viktigare olösta frågorna för ARTEMIS-modellen är hur man ska ta hänsyn till kallstarter och avdunstningseffekter i modellen. När det gäller kallstarter har en översyn av tillgängliga modelleringsmetoder inletts. Avdunstningseffekter kommer endast att ingå i modellen om EU-kommissionen godkänner ett förslag på projektförlängning.

### Lätta fordon

För lätta fordon har man som mål inom ARTEMIS att

- förbättra mätnoggrannheten i chassidynamometer testen
- utöka databasen med undersökta fordon där behov föreligger
- konstruera en emissionsmodell

Mätunderlaget anses behöva förbättras inom några huvudområden: kallstarter, effekter av luftkonditionering mm, åldringseffekter, avdunstning samt utsläpp av icke-reglerade ämnen. Det är fortfarande oklart vilka av dessa punkter som kommer hinnas med inom projektet.

### Tunga fordon

Bakom emissionsfaktorerna för tunga fordon i ARTEMIS-modellen ligger en separat modell som närmast är av VETO-typ. Som underlag till denna behövs dels statistiska

motormappar, dels dynamiska tester. En stor mängd mätdata finns redan på nationell nivå. Inom ARTEMIS har man arbetat med att ta fram metoder för att utnyttja och harmonisera detta datamaterial. ARTEMIS innehåller också en del kompletterande mätningar, bl.a. ombordmätningar för validering av modellen.

Inom ARTEMIS studerar man också effekten av olika bränslen på emissionerna. Detta arbete görs i huvudsak som en sammanställning av den redan ganska omfattande forskningen inom detta område.

Inom projektet har man tagit fram så kallade "transient correction functions" (en funktion för varje teknologityp t.ex. EURO I, EURO II, osv) som gör att man med ganska god noggrannhet kan beräkna utsläpp för transienta förhållanden utgående från statiska motormappar. Detta resultat är mycket användbart eftersom för 80% av datamaterialet i projektet består av statiska motormappar.

### **3.2.3 COST 346 Emissions and Fuel Consumption from Heavy-Duty Vehicles**

COST 346 har som huvudsakligt mål att utveckla en förbättrad metodik för att uppskatta emissioner från vägtransporter med tunga fordon. Metodiken ska kunna användas både för enskilda fordon och för hela flottor. Emissioner beräknas i gram per kilometer. Aktiviteterna i COST 346 handlar främst om att förbättra det grundläggande dataunderlaget vad gäller emissioner och aktivitetsdata för tunga fordon. Dessutom ska befintliga emissionsmodeller verifieras och utvecklas. Förstärkningen av emissionsdata sker både genom att sammanställa befintliga mätningar, i t ex nationella mätprogram, och genom nya mätningar. Man försöker så långt möjligt koordinera nya mätningar inom nationella program, så att "dubbelmätningar" på en och samma motor undviks. COST 346 är ett femårigt projekt som avslutas i september 2004. Aktiviteterna samordnas med ARTEMIS och PARTICULATES.

### **3.2.4 PARTICULATES**

PARTICULATES är ett större EU-projekt som syftar till att förbättra kunskapen om partikelemissioner från vägtrafik. Inom projektet vill man både utveckla de metoder som används för partikelprovtagning samt genomföra mätningar på såväl lätta som tunga fordon. Relevansen av olika partikelmått (massa, yta, antal) skall undersökas. PARTICULATES är ett treårigt projekt med beräknad avslutning 2004. Arbetet sker i nära samarbete med ARTEMIS.

### 3.2.5 TREMOVE

TREMOVE är en modell utvecklad inom EU för att stödja beslutsprocessen inom EU när det gäller avgas- och bränslekrav. Modellen har kalibrerats för nio europeiska länder och beräknar för varje år mellan 1996 och 2020 kostnader för varje transportslag för olika transportsценарier. De kostnader som modellen beräknar är kostnader för transportanvändare, transportproducenter, industri och stat. Utöver detta beräknar modellen storlek och sammansättning på fordonsflottan, fordonsanvändning, utsläpp samt reshastigheter i tätort, på motorväg och på övrig landsväg. Emissionsmodulen för vägtrafik i TREMOVE baseras på COPERT.

## 4 Möjligheter och begränsningar med oberoende mät- och verifieringsmetoder

### 4.1 Ombordmätmetoder

Med ombordmätmetoder avses metoder där all mätutrustning installeras ombord på fordonet. Mätningen genomförs sedan medan fordonet kör på en vanlig väg eller på någon teststräcka. Ombordmätningar har två huvudsakliga fördelar. För det första är kostnaden för en ombordmätning avsevärt lägre än kostnaden för att montera ut motorn och göra en motorbänksmätning (aktuellt främst för tunga fordon). För det andra så blir ju mätningar under körning i verklig trafik inte beroende av någon specifik körcykel på samma sätt som laboriemetoder eller de begränsningar chassidynamometrar och motorbänkar ställer på emissionsmätningar.

Ombordmätningar har tidigare framför allt utförts på lätta fordon. I Sverige har VTI bedrivit arbete med ombordmätningar på personbilar, och bland annat studerat inverkan av olika laster och extrautrustning (släpvagn, skibox) på fordonens emissioner (Lenner, 1998ab; Lenner, 1999; Hammarström, 1999). Liknande mätutrustning finns hos VITO i Belgien, där den använts särskilt för att studera inverkan av olika trafiksituationer och körbeteende på nyare personbilars utsläpp (De Vlieger, 1997 och 2000). VITO's mätsystem har i stor utsträckning också använts för mätningar ombord på tunga fordon, bland annat för att validera emissionsmodellen för tunga fordon inom ARTEMIS.

Olika typer av ombordmätmetoder har funnits under en längre tid men utvecklingen har accelererat under senare år. En orsak är att det amerikanska naturvårdsverket, EPA, efterfrågar kompakta, enkla men ändå tillförlitliga ombordmätsystem för att kunna verkställa vissa i USA beslutade lagkrav på utsläppen från tunga fordon (NTE-tester). Ombordmätmetoder för tunga fordon finns utförligt behandlade i en separat rapport (Ekström och Sjödin, 2003a), och ett referat ges i det följande.

Stora belopp har avsatts till forskning på ombordmätmetoder genom de så kallade *Consent Decrees* från 1998 vilket lett till en accelererad utveckling. Med *Consent Decrees* avses en uppgörelse från 1998 mellan EPA och sju större tillverkare av tunga fordon på den amerikanska marknaden (Caterpillar, Cummins, Detroit Diesel, Volvo, Mack Trucks, Renault och Navistar). Uppgårelsen var en följd av EPAs anklagelser mot tillverkarna att de skulle ha installerat otillåten utrustning på sina tunga fordon. Den otillåtna utrustningen skulle ge sänkt bränsleförbrukning vid stabil landsvägskörning med förhöjda emissioner som följd. En del av uppgörelsen var att ta fram ett program för emissionsmätningar på ”in-use vehicles” det vill säga fordon i bruk. Programmet som kallas *In-Use Test Program* består av fyra faser där de två första faserna innehåller inventering och utveckling av mätmetoder för emissionsmätningar på tunga fordon i bruk (EPA, 2002). Arbetet i fas ett och två har utförts av tillverkarna i samarbete med West Virginia University. Inom ramen för detta arbete har universitetet tagit fram ett system för ombordmätningar på tunga fordon som kallas MEMS (Gautam m fl 2000).

Inga system har ännu klarat de krav som EPA har ställt upp i sitt Cooperative Research And Development Agreement, CRADA. En mätning med ett system som uppfyller de krav som ställs uppskattas ha en kostnad på omkring 2 500 USD (Laennars m fl 2002). På finska VTT finns viss erfarenhet av dagens ombordmätsystem. Man hävdar där att instrumenteringen är ganska tidskrävande att arbeta med (VTT, 2003)

Ombordmätningar har den tydliga fördelen att de kan ge de verkliga emissionerna för ett specifikt fordon under olika driftförhållanden. Nackdelen kan vara att det är svårt att få repeterbara resultat eftersom förhållandena vid mättillfället (meteorologiska faktorer, trafikflöden mm) är svåra att återskapa. Ombordmätningar kan däremot utgöra ett utmärkt verktyg för verifiering av emissionsmodeller om modellen är på fordonsnivå som ARTEMIS/COST346 eller svenska VETO. Kostnaden per fordon för ombordmätningar är dock fortfarande relativt hög, vilket begränsar användningen för verifiering av emissionsmodeller.

## 4.2 Fjärranalytmätningar (FEAT)

Begreppet fjärranalys syftar i samband med emissionsmätningar på spektroskopiska metoder för att mäta utsläpp från enskilda fordon i verklig trafik. En ljusstråle sänds ut tvärs över vägbanan i avgasrörshöjd och absorptionen i avgasplymen i utvalda våglängder mäts. Genom att utnyttja Lambert-Beers lag och genom vissa antaganden om bränslets sammansättning och förbränningens stökiometri kan man sedan beräkna avgashalter i volymsandelar i de outspädda avgaserna eller emissioner i gram per liter förbrukat bränsle. Den dominerande instrumenttypen baseras på så kallad FEAT-teknik (Fuel Efficiency Automobile Test) och används för att mäta emissioner av CO, HC och NO. I samband med FEAT-mätningar brukar passerande fordons registreringsnummer

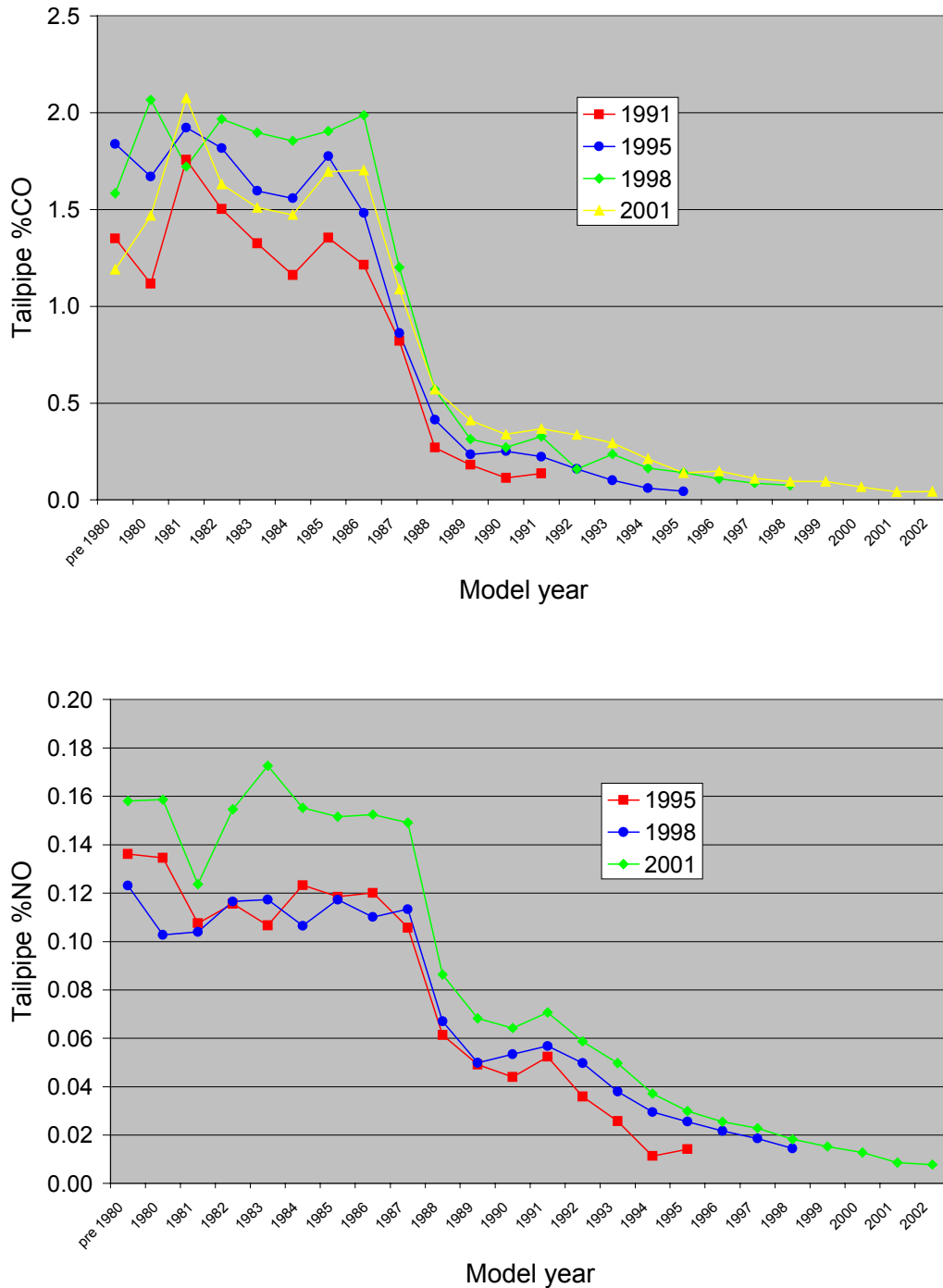


fotograferas så att mätdata i efterhand kan kompletteras med uppgifter om fordonstyp, fordonsålder o s v via bilregistret. Det är också vanligt att man kombinerar FEAT-mätningar med mätning av hastighet och acceleration. Ursprungligen utvecklades FEAT-tekniken av Denver University i slutet av 1980-talet för emissionsmätningar på lätta fordon (Bishop m fl, 1989), för vilka också flest mätningar finns rapporterade. IVL har fört tekniken till Sverige och bedrivit forskning kring olika tillämpningar av tekniken på framför allt bensindrivna personbilar sedan 1991. Exempel på resultat ges i Figur 4.1.

Mätplatsens inflytande på uppmätta genomsnittsutsläpp har diskuterats. Det verkar rimligt att anta att olika mätplatser med olika körmonster och olika fördelningar av fordonsvikt ska leda till signifikanta skillnader i genomsnittsemissioner. De preliminära resultat som IVL tagit fram pekar på att mätplatsen spelar en mindre roll för genomsnittsutsläppet i gram per liter. Vid tunnelmätningar har funnits att väglutning har en tydlig effekt på sträckspecifika emissioner för tunga fordon medan bränslespecifika emissioner verkade oberoende av väglutning (Pierson m fl, 1996). Detta framförs som argument för att det kan vara en fördel att basera emissionsinventeringar på emissionsfaktorenheten g/l i stället för g/km.

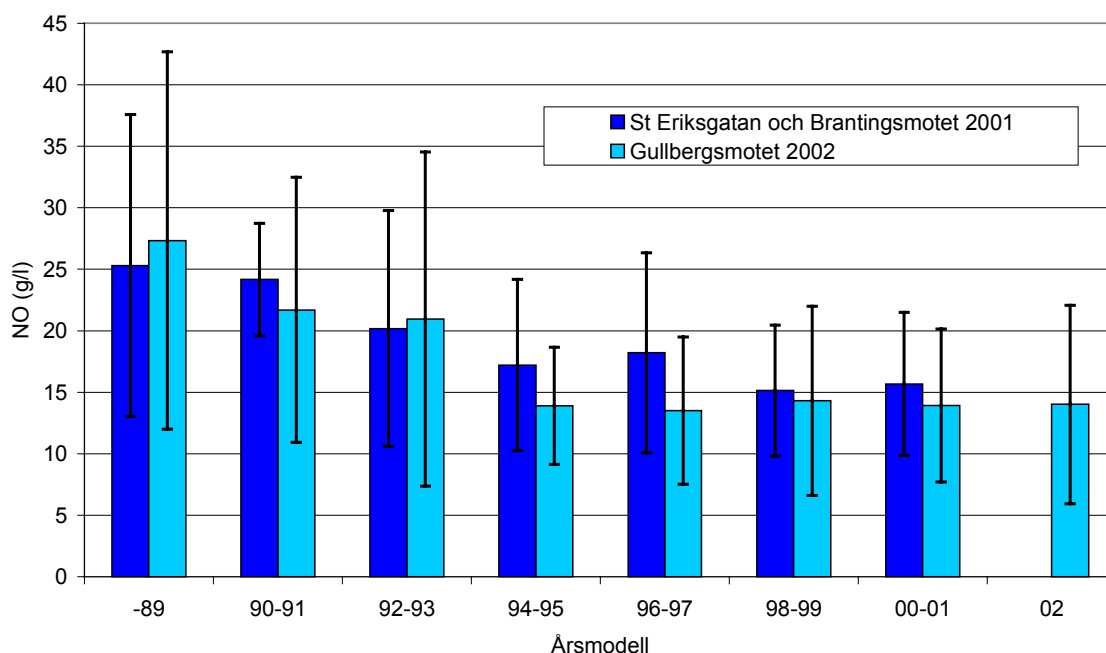
Den största styrkan hos FEAT-tekniken kan anses vara möjligheten att jämföra olika årsmodellers emissionsprestanda, att skatta försämringsfaktorer samt att uppskatta andelen "high-emitters" bland katalysatorbilar.

Det är fullt möjligt att utan vidare anpassningar även mäta emissioner från tunga fordon med FEAT. Avgasrören på tunga fordon kan vara placerade på olika ställen av fordonet vilket kan leda till att ljusstrålen, som normalt går cirka 30 cm ovanför vägbanan, träffar i utkanten av avgasplymen eller i ganska utspädda avgaser. Men eftersom endast avgasernas relativa sammansättning söks kan mätningen genomföras även om bara en liten del av avgaserna hamnar i ljusstrålen. FEAT-instrumentet har ett internt kvalitetssäkringssystem som automatiskt förkastar mätningar som skett på avgasplymer som är alltför utspädda. Följdriktigt så förkastas i allmänhet fler mätningar på tunga fordon än på lätta, men de mätningar som inte förkastas har klarat instrumentets kvalitetskontroll och kan anses tillförlitliga. Flera studier har gjorts av FEAT-mätningar på tunga fordon både i USA och Europa med resultat som varit repeterbara mellan mätplatser och mättillfällen (Bishop m fl, 2001). Exempel på resultat från mätningar med FEAT utförda av IVL under 2001 och 2002 redovisas i Figur 4.2.



**Figur 4.1** Resultat från FEAT-mätningar av CO och NO på bensindrivna personbilar i Göteborg mellan åren 1991 och 2001 (Ekström och Sjödin, 2003b). Årsmiddelvärdena är angivna i volyms-%, men kan enkelt transformeras till utsläpp i gram per liter förbrukat bränsle. Åren 1991 till 2001 avser mätningar vid identiska eller snarlika mätplatser.

De momentana emissioner som mäts med FEAT är starkt beroende motorns av varvtal och effekt vid mätillfället. Eftersom man saknar data på varvtal och effekt för enskilda fordon bör man också undvika jämförelser på fordonsnivå. Däremot, om man antar att faktorer som fordonslast och körmönster är oberoende av till exempel kravnivå eller årsmodell, så kan man mäta skillnader i genomsnittliga emissioner mellan sådana fordonskategorier (Figur 4.2).



**Figur 4.2** NO-utsläpp i g/l för dieseldrivna lastbilar med totalvikt >4ton från mätningar i Göteborg 2001 och 2002 per årsmodell (Ekström och Sjödin, 2003b).

### 4.3 Tunnelmätningar

Tunnelförsök utförs enklast i enkelriktade tunnlar, dvs där motriktad trafik färdas i separata tunnelrör. Den kolveffekt som trafiken orsakar i enkelriktade tunnlar ger en konstant transport av luft från tunnelinloppet till utloppet. Detta ventilationsflöde kan mätas med hjälp av spårgasförsök. För mätningar i enkelriktade tunnlar erhåller man formeln för beräkning av genomsnittlig emissionsfaktor enligt ekvation nedan, där  $E$  är en genomsnittlig emissionsfaktor i enheten massemission per tidsenhet,  $C_{kont}$  och  $C_{ren}$  är uppmätta halter i kontaminerad respektive ”ren” luft,  $Q_{vent}$  är ventilationsflödet av luft genom tunneln,  $L_{tunnel}$  är tunnelns längd och  $f_{trafik}$  är trafikintensiteten.

$$E = \frac{(C_{kont} - C_{ren})Q_{vent}}{L_{tunnel}f_{trafik}}$$

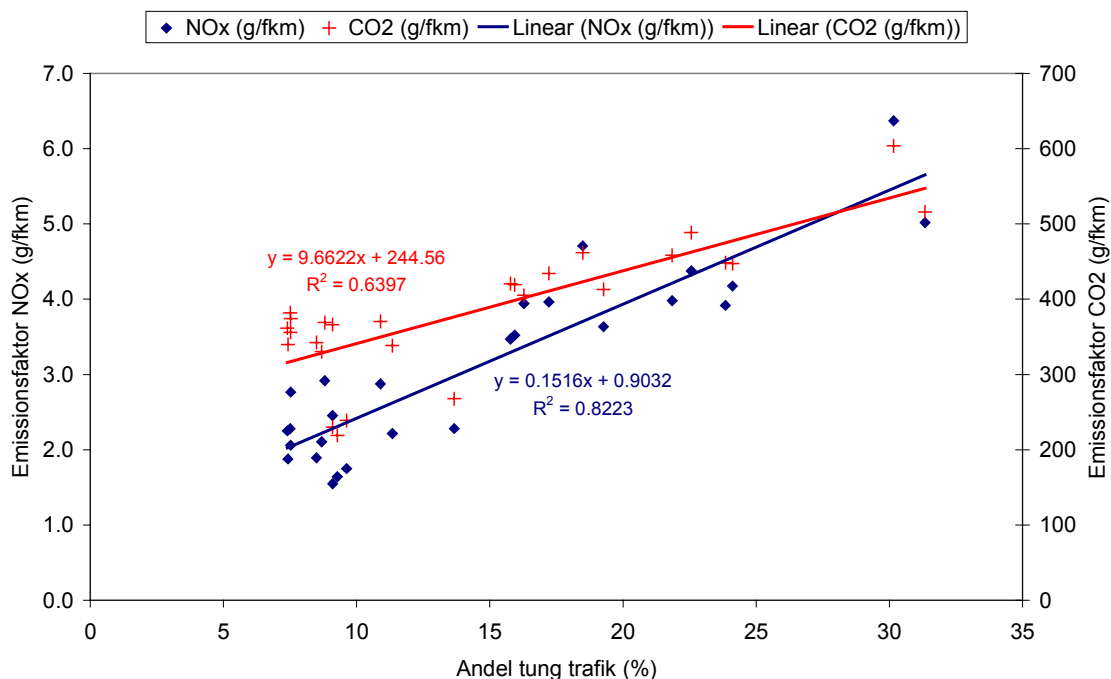
Den uppmätta genomsnittliga emissionsfaktorn,  $E$ , kommer att variera med varierande trafiksammansättning. Idealt är  $E$  summan av emissionsfaktorn för respektive fordonslag multiplicerat med dess andel av trafiken genom tunneln. Om man antar att det endast finns två olika emissionsklasser i tunneln, lätta resp. tunga fordon, med emissionsfaktorer  $E_{\text{lätta}}$  respektive  $E_{\text{tung}}$  och om andelen tunga fordon betecknas med  $x$ , så får man:

$$E = E_{\text{lätta}}(1 - x) + E_{\text{tung}}x$$

Slutsatsen blir att  $E$  är en linjär funktion av andelen tunga fordon,  $x$ . Parametrarna för den linjära funktionen kan tas fram genom linjär regression av  $E$  mot  $x$  för olika mättillfällen (se Figur 4.3). De specifika emissionsfaktorerna  $E_{\text{lätta}}$  respektive  $E_{\text{tung}}$  fås genom att i det framtagna sambandet extrapolera andelen tunga fordon till 0 respektive 100%. För att man skall kunna få en bra linjär korrelation mellan genomsnittlig emissionsfaktor och andel tunga fordon krävs att det finns en betydande variation i andel tunga fordon. Oftast kan detta uppnås genom att mäta både dagtid på vardagar samt nattetid och på helger.

I Figur 4.3 redovisas timmedelvärden för genomsnittliga emissionsfaktorer under en tunnelmätning i Lundbytunnelns norra rör under april 2000. En regressionslinje har beräknats mot andelen tung trafik och ekvationen för denna återfinns i figuren. Den beräknade emissionsfaktorn för NOx för tunga fordon uppgår i detta fall till 16 g/km och för lätta fordon till 0.9 g/km. Den aktuella mätsträckan är betår av ett nedförslut (340 meter, -4 % lutning), följt av en nästan plan sträcka (600 m, -0,25%) och avslutas med ett längre uppförslut (740 m, +3,5%) (Sjödin m fl, 2002). Emissionsfaktorer för trafiken genom Lundbytunneln för CO<sub>2</sub>, uppdelat på lätta och tunga fordon, kan härledas på motsvarande sätt ur figuren.

En fördel med tunnelmätningar är att man relativt enkelt kan utöka mätningarna med ett stort antal komponenter, t.ex. PAH, olika partikelfraktioner, VOC mm.



**Figur 4.3** Timmedelvärden för genomsnittliga emissionsfaktorer för NO<sub>x</sub> och CO<sub>2</sub> för trafiken genom Lundbytunneln plottat mot andel tung trafik. Mätningen utförd april 2000 (Sjödin m fl, 2002).

Tunnelmätningar ingår som en del ARTEMIS-projektet som underlag för att verifiera den modell som ska tas fram. Inom ramen för ARTEMIS har en tunnelstudie genomförts i Lundbytunnelns södra rör i april 2001. Den aktuella mätsträckan består av ett längre nedförslut (750 m, -3,5 % lutning) som följs av en nästan plan sträcka (480 m, +0,25 % lutning,). I nedförslutet erhöles för NO<sub>x</sub> en emissionsfaktor för tunga fordon på 1,2 g/km och för den efterföljande plana sträckan 10 g/km.

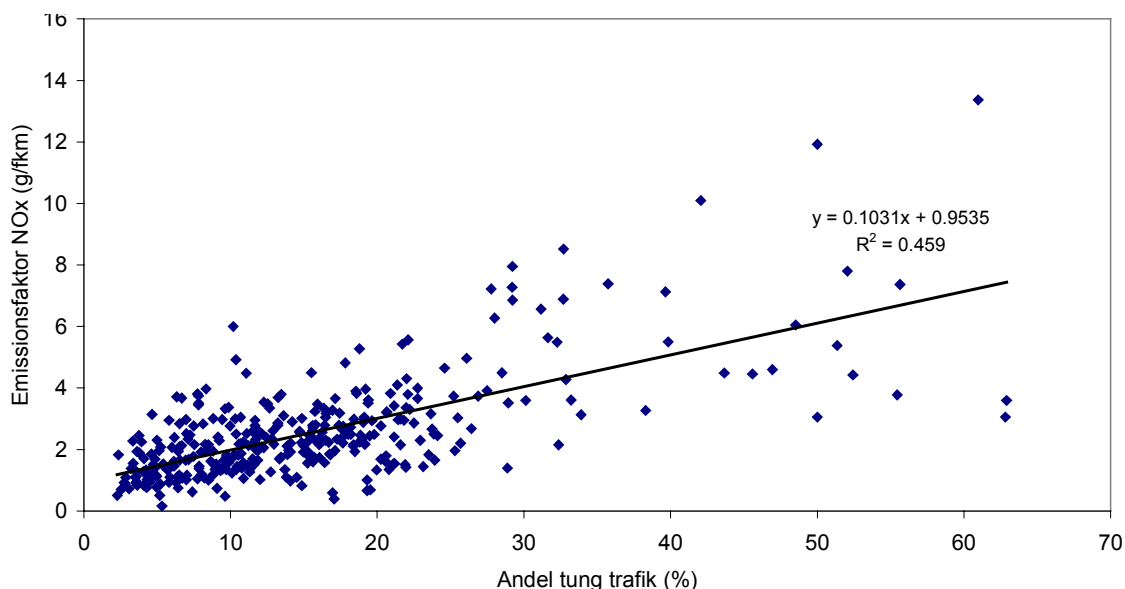
Med tunnelmätningar kan man till en relativt låg kostnad mäta genomsnittliga emissionsfaktorer för stora stickprov från fordonsflottan. Det stora antalet fordon gör att genomsnittliga emissionsfaktorer inte påverkas av enskilda högemitterande fordon och kan bli ganska representativa för fordonsflottan i stort om inte mätplatsens egenskaper gör att man får ett icke representativt urval från fordonsflottan. Det är dock viktigt att komma ihåg att mätresultatet i en tunnelmätning påverkas av de kör- och lastmönster som råder i just den tunneln. Den konstanta ”medvind” som uppstår i enkelriktade tunnelrör på grund av trafikens kolleffekt har lett till en diskussion om tunnelmätningars representativitet. I de allra flesta fall är dock vindhastigheten liten i förhållande till genomsnittlig fordonshastighet. Om tunnelmätningen syftar till verifiering av en emissionsmodell kan man oftast ta hänsyn till medvindseffekten i modellen. Vid ett tunnelförsök i Schweiziska Gubrist-tunneln uppskattades genom modellering att emissionsfaktorn för NO<sub>x</sub> för tunga fordon blir cirka 15 % lägre i en tunnel på grund av medvindseffekten. (John m fl, 1999). För lätta fordon var CO den

utsläppskomponent som påverkades mest av medvinden. I samband med det tunnelförsök som gjordes i Lundbytunneln år 2000 (Figur 4.3) gjordes jämförelser med VETO modellen. VETO-modellen uppskattar att vid en medvind av 4 m/s (som var vanligt under försöket) och en fordons hastighet av 70 km/h (hastighetsbegränsningen i Lundbytunneln) så minskar NO<sub>x</sub>-emissionerna från tunga fordon med 4-12 % (Sjödin m fl, 2002).

#### 4.4 Vägnära mätningar och gaturumsmätningar

Väggkantsmätningar är ett alternativ till tunnelmätningar. Mätningarna sker enligt liknande princip, en mätpunkt i friskluft på lovartsidan om vägen och en mätpunkt i förorenad luft på läsidan. Databehandlingen blir något mer komplicerad eftersom man behöver använda sig av någon typ av spridningsmodell för att beräkna hur avgaskomponenter från vägen sprider sig till omgivningen. I allmänhet utgår spridningsmodeller från en känd källstyrka och man beräknar förväntade halter i omgivningen. Vid emissionsfaktoruppskattningar med väggkantsmätningar vänder man på formeln och beräknar källstyrkan utifrån uppmätta halter.

Figur 4.4 visar resultatet för en väggkantsmätning vid motorväg E6 söder om Kungsbacka under 2000. En regressionslinje för NO<sub>x</sub> har tagits fram enligt samma princip som för tunnelmätningar. Emissionsfaktorn för lätta fordon och tunga fordon kan ur regressionslinjen bestämmas till 0.95 respektive 11 g/km (Ekström och Sjödin, 2003c).



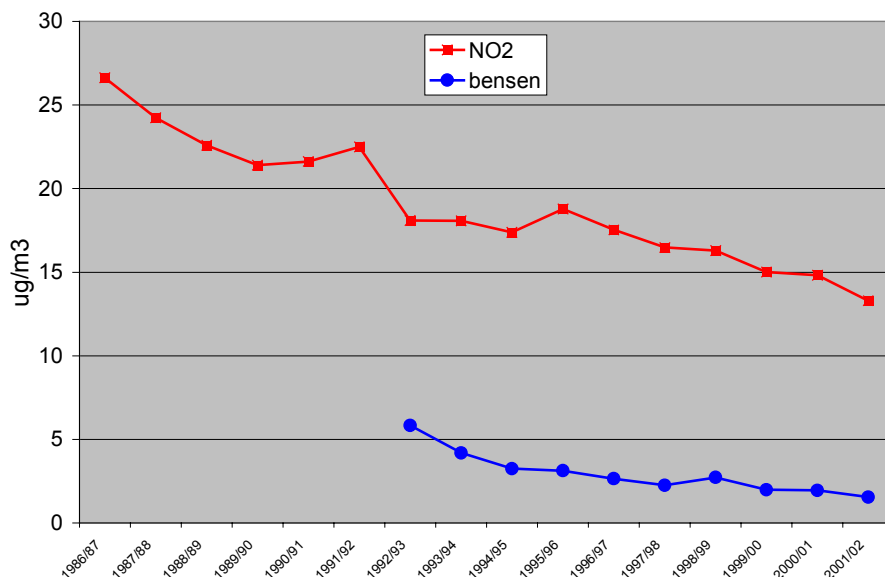
**Figur 4.4** Timmedelvärden för genomsnittliga emissionsfaktorer för trafiken förbi en mätplats vid motorväg E6 plottat mot andel tung trafik. Data från 2000. (Ekström och Sjödin, 2003c).

Samma princip, dvs en omvänd spridningsberäkning, används vid härledning av emissionsfaktorer utifrån haltmätningar i gaturum. I exempelvis Köpenhamn har emissionsfaktorer för CO, NO<sub>x</sub> och bensen härletts från sådana mätningar (Palmgren och Berkowicz, 1997).

## 4.5 Mätningar i urbanluft

Långa tidsserier av mätningar av halter av trafikrelaterade luftföroreningar i tätortsluft ("ovan tak") har tidigare utnyttjats för att dra slutsatser om hur tätortstrafikens utsläpp generellt utvecklats över tid till följd av bland annat katalysatorinförandet i Sverige (Sjödin m fl 1996). Detta skulle kunna användas som en metod för att verifiera beräknade trender för trafikens utsläpp. Vissa invändningar har riktats mot angreppssättet med argument om att det inte går att särskilja vägtrafikens från andra källors bidrag, och att lokala trafikåtgärder runt mätplatsen kan ha stor betydelse för luftkvalitetsutvecklingen. Det finns dock möjligheter att komma runt dessa problem.

I Figur 4.5 presenteras haltutvecklingen för NO<sub>2</sub> och bensen för en svensk "medeltätort", baserat på data från det sk Urbanmätnätet. Den nedåtgående trenden för NO<sub>2</sub> kan till stor del förklaras av katalysatorinförandet, medan för bensen kan införandet av miljöklassade fordonbränslen under 90-talet antas ha minst lika stor effekt. Genom att det finns möjlighet att subtrahera det regionala bakgrundsbidraget till tätortsluftens halt kan man få ett mått på hur utsläpp relaterade till lokala källor utvecklats i tätorten.



**Figur 4.5** Trend för halten av NO<sub>2</sub> och bensen mellan vinterhalvåren 1986/87 och 2001/02 för en svensk "medeltätort" (data från Urbanmätnätet 2001/02).

## **5 Förslag till långsiktig handlingsplan för ökad kvalitet och konsensus avseende den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn**

### **5.1 Aktörs- och konsensusanalys**

Föreliggande avsnitt avser att sammanfatta och dra slutsatser av vad som framkommit och redovisats i föregående avsnitt, med utgångspunkt från att försöka uppnå högsta möjliga grad av konsensus mellan de tre viktigaste avnämarna:

- Vägverket, sektorsansvarig myndighet för vägtrafiken och den idag ytterst ansvariga för att ta fram det grundläggande underlaget för den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn, vilket idag görs genom att Vägverket genomför årliga beräkningar med EMV-modellen.
- Naturvårdsverket, övergripande ansvarig myndighet för Sveriges miljöstatistik, för den nationella miljömålsuppföljningen, för Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft samt för den svenska bilavgaslagstiftningen. EMV-modellen har ursprungligen utvecklats på uppdrag av Naturvårdsverket.
- Svensk fordonsindustri, i föreliggande projekt representerad av Bil Sweden, Scania, Volvo Lastvagnar samt Volvo Personvagnar.

#### **5.1.1 Nuvarande modell för den nationella emissionsstatistiken - EMV**

Innan EMV-modellen togs i bruk omkring år 1997 var bilden ganska splittrad med avseende på den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn. Olika aktörer använde olika beräkningsmetodik och modeller som ledde till både olika utsläppstal och historiska trender för vägtrafikens utsläpp.

Ibruktageandet av EMV har förbättrat denna situation i och med att det nu är den enda utsläppsmodell som genererar officiella data för den svenska vägtrafikens utsläpp (för internationell rapportering och nationell miljömålsuppföljning). Undantaget är för koldioxid (och svaveldioxid) som från och med Sveriges internationella rapportering för utsläppsåret år 2001 baseras på SCB's statistik för bränsleleveranser. Även om indata i form av uppmätta emissionsfaktorer till EMV-modellen inte uppdaterats i någon nämnvärd omfattning sedan modellen introducerades, dvs mycket av grunddata i form av emissionsfaktorer är från mätningar gjorda innan mitten av 1990-talet, så har de nationella utsläppsberäkningarna i sin helhet kunnat å jour-hållas och uppdateras genom



att modellen tillåter att användaren (Vägverket) för varje ny beräkning uppdaterar fördelningen på kravnivåer och aktivitetsdata (trafikarbete fördelat på olika fordonskategorier, kravnivåer och årsmodeller) baserad på statistik som årligen samlas in.

Under 2003 sker som tidigare nämnts en mer omfattande uppdatering av EMV-modellen även när det gäller indata i form av uppmätta emissionsfaktorer. Samtidigt sker förbättringar i indata i form av viktigare aktivitetsdata till EMV-modellen i och med att den nya metodik för att skatta trafikarbetet som tagits fram på uppdrag av SIKAs i bruk, vilken bland annat möjliggör årliga uppdateringar av det totala trafikarbetet fördelat på olika fordonskategorier och olika årsmodeller (se avsnitt 3.1.4). Denna ersätter dock inte ensam nuvarande metod att skatta trafikarbetet, bland annat då den inte behandlar utländska fordon som är betydelsefulla för framförallt de tunga fordonens utsläpp. Däremot är den väl lämpad för att fortlöpande uppdatera fordonsanvändningen i EMV-modellen. Sammantaget kan i och med dessa åtgärder ytterligare kvalitetsförbättringar i den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn förutses under de närmaste åren.

De viktigaste bristerna med EMV-modellen ur den nationella emissionsstatistikens perspektiv kan anses vara:

- Stort personberoende (otillräcklig kritisk massa för kompetensförsörjning till den fortsatta utvecklingen av modellen på sikt).
- Svag internationell förankring, vilket gör att alla utvecklingskostnaderna måste finansieras nationellt.
- Grunddata för lätta fordon är FTP och HWY, som "fasas ut" i och med att Sverige omfattas av EU's avgaslagstiftning. Detta är egentligen inte en svaghet hos EMV eftersom FTP-cykeln anses bättre motsvara verkligheten än EU's körcykel. Den framtida dataförsörjningen måste dock lösas antingen med underlag från EU-certifiering, med brutna tidsserier som följd, eller genom kostsamma separata mätningar med FTP.
- Den höga detaljeringsnivån gör en heltäckande indataförsörjning svår eller av ekonomiska skäl omöjlig att nå, samt leder till bristande transparens, vilket i sin tur gör modellen svår att granska och att uppnå konsensus kring.

Det är framförallt kombinationen av att EMV är en nationell modell och dess höga detaljeringsgrad som på sikt gör den mindre lämpad som stommen för framtagningen av den svenska emissionsstatistiken. Den största fördelen med EMV-modellen, förutom att den redan är väletablerad inom den svenska emissionsstatistiken, är att man i utvecklingen av modellen lagt stor vikt vid att få den anpassad till specifikt svenska förhållanden.

Den höga detaljeringsnivån är inte enbart en nackdel, utan gör att det går att urskilja enskilda fordonsgruppers emissionsandel och genomföra detaljerade känslighetsanalyser.

### 5.1.2 Alternativ till EMV-modellen

Det enda egentliga alternativ som bedöms finnas till EMV-modellen är den modell som ARTEMIS-projektet skall utmytna i någon gång efter detta projekts avslutande under 2004, och som troligtvis blir en ersättare till nuvarande COPERT III. Bland de fördelar som konstaterats med en övergång till en sameuropeisk modell kan nämnas:

- En internationellt brett förankrad och använd modell, vilken till stor del baseras på data som är framsprungna som ett resultat av den harmoniserade bilavgaslagstiftningen inom EU (harmoniserad bilavgaslagstiftning "går hand i hand" med harmoniserade emissionsdata i Europa)
- Baseras på en mångfald större emissionsfaktordatabas.
- Minskat personberoende. Ett stort antal av Europas främsta experter på olika områden har varit och en bidragit inom sina olika områden som de är "bäst" på.
- Delat kostnadsansvar mellan EU och ett stort antal europeiska länder för att förvalta modellen, och för mer omfattande vidareutveckling av modellen då behov uppstår.
- Omfattar redan de ämnesparametrar som krävs för den internationella rapporteringen.
- Svenska resurser inom området kan föras till och fokuseras på att få fram bättre data som behövs för utsläppsberäkningarna som är "landspecifika", dvs framför allt aktivitetsdata, för att utveckla och tillämpa bättre metoder för verifiering av beräkningarna, samt för att bidra till det fortsatta europeiska modellutvecklingsarbetet inom områden där Sverige har en stark position internationellt.

Den största nackdelen med att gå över till den kommande EU-modellen är att det i dagsläget inte är känt exakt hur och när modellen kommer att fungera, samt i vilken utsträckning det kommer att gå att anpassa modellen eller beräkningarna till specifikt svenska förhållanden, och vilka arbetsinsatser detta kommer att kräva. En annan potentiell brist med ARTEMIS-modellen är om den "ärver" den konstaterade bristande förvaltningen av COPERT-modellen, inklusive brister i å jour-hållning och användarstöd. Det är angeläget att Sverige och svenska aktörer i detta sammanhang driver på gemensamt för att försöka undvika att en sådan situation uppstår.

### 5.1.3 Aktörskedjan för att generera den nationella emissionsstatistiken

För att successivt uppnå såväl ökad kvalitet som ökad konsensus när det gäller den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn, föreslås ett närmare och mer långsiktigt samarbete mellan samtliga involverade och berörda aktörer (såväl på utförarsom avnämarsidan). Både mål och utgångspunkt för denna samarbetsprocess bör vara att Sverige inom en överskådlig framtid fullt ut ska uppfylla kraven på "Good Practice". Att upprätta en sådan process bör också ligga i linje med intentionerna i regeringens uppdrag till Naturvårdsverket om upprättandet av det Nationella systemet som en grundbult för den framtida uppföljningen av Kyoto-protokollet.

Även om det i dagsläget ännu inte är helt utrett (pågående förstudie, SMED 2003), så förefaller Sverige redan idag relativt väl leva upp till kraven på "Good Practice" för de internationellt rapporterade utsläppen för vägtrafiksektorn (se avsnitt 2.3). Undantaget gäller för de delar av "Good Practice" som omfattar QA/QC och verifiering. Ett utökad samarbete bland olika svenska aktörer för att förbättra kvalitet av och öka konsensus kring den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn bör därför omfatta även dessa delar av "Good Practice". Förutom de "naturliga" aktörerna som redan är inarbetade i processen för framtagningen av emissionsstatistiken (främst NV, VV, SIKa på avnämarsidan respektive SMED och VTI på utförarsidan), skulle därmed samtidigt förutsättningar skapas för att mer aktivt i processen involvera den expertkompetens som den svenska fordonsindustrin representerar, vilket gynnar konsensus.

### 5.1.4 Kvalitetssäkring och verifiering

Oberoende av vilken emissionsmodell som i framtiden väljs för att generera underlag till den officiella utsläppsstatistiken finns goda förutsättningar för att öka statistikens tillförlitlighet och trovärdighet genom att bedriva arbete med kvalitetssäkring (QA/QC) och verifiering i enlighet med "Good Practice". Ett sådant arbete borde samtidigt skapa förutsättningar för ökad konsensus kring utsläppsdata. Detta kommer att medföra ett delvis nytt sätt att arbeta med framtagningen av den nationella emissionsstatistiken.

Inom den svenska fordonsindustrin genereras oberoende emissionsfaktordata för produktionsfordon från "Conformity of Production"-undersökningar, framför allt tas stora mätadadataunderlag fram för personbilar, vilka kan användas för att verifiera representativiteten i nybilsdata/certifieringsdata i emissionsmodellen. Fordonsindustrin gör också vissa uppföljningar av "in-use"-fordon som eventuellt skulle kunna användas för verifiering av försämringsfaktorer. Man bedriver också egna mätprogram för att undersöka hur deras fordon körs och används i verklig trafik, vilket skulle kunna användas för att verifiera vissa aktivitetsdata som ingår i de officiella beräkningarna.

Viktigt för verifiering av de emissionsdata som genereras vid typgodkännandeprovningar - från fordonsindustrins egna mätningar och mätningar av oberoende avgaslaboratorier - är att mäta bilavgasutsläpp under andra körförhållandena än de som gäller för den standardiserade typprovningen. Verkligt körmonster avviker i många situationer från den standardiserade körcykeln och förändras med att bilarna blir allt motorstarkare. För representativiteten av att använda emissionsdata erhållna enligt den standardiserade provmetoden behöver därför emissionsdata för andra vanligt förekommande körmonster genereras för att verifiera att utsläppen inte avviker signifikant i dessa körmoder.

När det gäller ombordmätningar av emissioner finns i Sverige främst erfarenhet av mätningar på personbilar, men i och med det ökande intresset för ombordmätningar bland de tunga fordonstillverkarna skapas förutsättningar för att detta område kan utvecklas. Nackdelen med ombordmätningar som verifieringsmetod är dock att det av kostnadsskäl är svårt att mäta på så många fordon som skulle behövas för att kunna uppnå representativa "sample". Förutsättningarna för detta är bättre om man inte mäter emissioner ombord, utan enbart emissionsstyrande parametrar, som körmonster o dyl, i syfte att verifiera aktivitetsdata eller för att i efterhand rekonstruera körlopp och mäta emissioner på konventionellt vis i laboratorium. Även av detta finns erfarenhet i Sverige.

I Sverige finns både lång erfarenhet och en framskjuten position internationellt när det gäller arbete med metoder för direkta emissionsmätningar på stora fordonsflottor i verklig trafik - tunnelmätningar och fjärranalysmätningar (FEAT) - som bör kunna utnyttjas. Vid en mer systematisk tillämpning av dessa metoder kan det vara av värde att utse ett antal "riksmätplatser" där återkommande mätningar görs för att skapa bättre förutsättningar för att kunna studera emissionstrender över tid, försämringsfaktorer, nybilsemissioner etc. En viss vidareutveckling av mätteknik och mätstrategier kan behövas innan dessa metoder kan användas på ett optimalt sätt.

I Sverige finns också goda förutsättningar för och kompetens och erfarenhet av att utnyttja mätningar i omgivningsluft för att härleda emissionsfaktorer eller emissionstrender över tid för vägtrafiken. Dedikerade mätningar av halter kring landsvägar kan utnyttjas för att härleda representativa emissionsfaktorer för både lätta och tunga fordon för landsvägskörning och hur de förändras över tid. Liknande mätprogram i gaturum i tätorter kan ge motsvarande information för tätortskörning. Pågående långsiktiga mätprogram i svenska tätorter över hela landet kan på ett kostnadseffektivt sätt framför allt ge information om emissionsutvecklingen för tätortsrelaterad trafik för ämnen där vägtrafiken utgör en dominerande källa: NO<sub>x</sub>, CO, bensen, PM<sub>10</sub>. Även i dessa fall kan man tänka sig inrättandet av speciella "riksmätplatser".

Metoder för verifiering vilka inte kräver särskilda mätinsatser bör också tillämpas. När det gäller CO<sub>2</sub> och andra direkt bränslerelaterade emissioner finns redan idag möjlighet att jämföra emissionsdata beräknade med EMV baserade på trafikarbetsstatistik med motsvarande emissionsdata beräknade utifrån bränsleleveranser framtagna för den svenska energistatistiken. Denna och liknande verifieringsmöjligheter borde kunna utvecklas ytterligare. Ytterligare ett exempel på möjlighet till att få fram andra oberoende dataset för aktivitetsdata utgör SIKAs nya modell baserad på avläsningar av mätarställningar i samband med den årliga kontrollbesiktningen.

Ytterligare möjligheter till verifiering ges genom att i samarbete med några andra länder, främst sådana som har fordonsparker och klimatförhållanden som liknar de svenska, göra olika jämförelser av emissionsdata, emissionsfaktordata och aktivitetsdata i enlighet med vad som föreslås i "Good Practice Guidance".

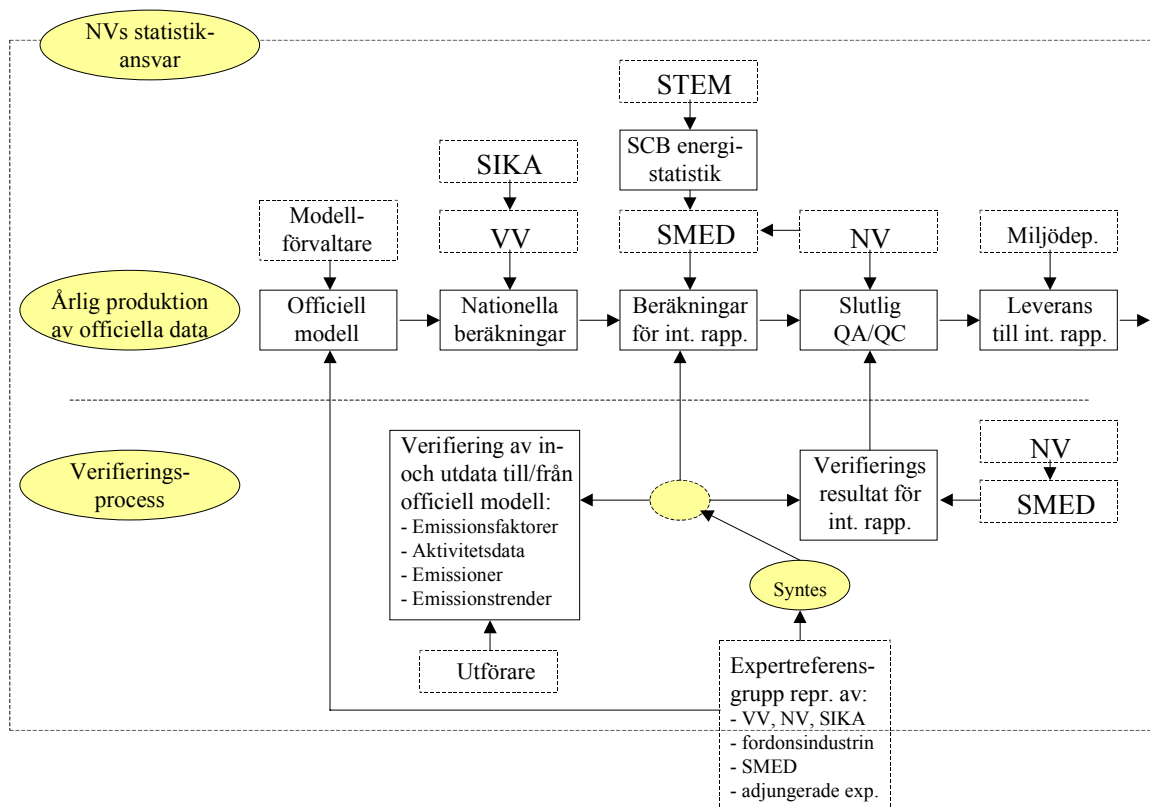
## 5.2 Förslag till organisation, processer och rutiner

I Figur 5.1 presenteras ett förslag på hur den svenska samarbetsprocessen för att ta fram den officiella, internationellt rapporterade utsläppsstatistiken för vägtrafiksektorn skulle kunna organiseras. Processen beskrivs i text nedan.

*Processen för årlig produktion av officiella data* föreslås fungera i stort som den gör idag, för beskrivning i text hänvisas därför till avsnitt 2.1, men kommer givetvis att påverkas av den föreslagna verifieringsprocessen, som blir ett nytt och viktigt moment i framtagningen av den svenska emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn.

Den föreslagna processen är oberoende av vilken emissionsmodell Sverige kommer att tillämpa för sin officiella statistik i framtiden, och vi har i föreliggande projekt inte tagit ställning till vilken av tänkbara modeller som är bäst lämpad för svenskt vidkommande. Alla modeller har sina för- och nackdelar. En förutsättning för att kunna uppfylla "Good Practice" är dock att modellen i allt väsentligt kan beräkna utsläppen av samtliga de ämnen som krävs av den internationella rapporteringen.

*Verifieringsprocessen* kan genomföras dels genom jämförelser av indata till och utdata från den officiella modellen och de årliga officiella beräkningarna med oberoende dataset för emissionsfaktorer, aktivitetsfaktorer, emissioner eller emissionstrender. Noterbart för "Good Practice" är att man också accepterar verifiering genom alternativa emissionsberäkningar, t.ex. genom att applicera oberoende tillgängliga dataset baserat på emissionsfaktorer per bränsleförbrukningsenhet och bränslestatistik. I delprocesserna för verifiering kan flera utförare och aktörer, som t ex fordonsindustrin, vara aktiva. Vissa delar i verifieringsprocessen kan och bör vara årlig, medan andra kan lämpa sig bättre för en lägre frekvens.



**Figur 5.1** Förslag till process för att ta fram den svenska officiella, internationellt rapporterade utsläppsstatistiken för vägtrafiksektorn

En årlig syntes av resultaten från verifieringsprocessen görs under ledning av en referensgrupp sammansatt av experter från de djupast involverade myndigheterna (VV, NV och SIKA), svensk fordonsindustri, SMED och särskilt adjungerade experter vid behov. Referensgruppen utgör samtidigt det forum där de viktigaste avnämarna kan ta del av och diskutera resultat från den årliga produktionen av den officiella statistiken. SMED inarbetar på uppdrag av Naturvårdsverket syntesen i rapporteringsunderlaget till Sveriges internationella rapportering enligt gällande riktlinjer. Syntesen ger referensgruppen också underlag för en återkoppling till den officiella emissionsmodellen.

Det är viktigt med en svensk samsyn när det gäller hur den föreslagna verifieringsprocessen bör påverka den officiella modellen (återföringen från expertreferensgruppen till modellen enligt Figur 5.1 i), annars blir arbetet i denna och underliggande verifieringsarbete uddlöst. I pågående förberedande EMFO-arbete har poängterats vikten av en kritisk granskning och nationell anpassning av den nya ARTEMIS-modellen. Ett sätt att hantera förvaltningsfrågan för den kommande modellen vore att ett antal nationella myndigheter går samman för att ta detta ansvar. Idag är EU's styrning av modellutvecklingsarbetet svag eller obefintlig. Det är viktigt att

förvaltningsfrågan för en kommande ARTEMIS- modell löses, annars riskerar kvaliteten hos de data som modellen genererar att snabbt sjunka.

För att i så stor utsträckning som möjligt bereda nationell och utländsk expertis möjlighet att lämna bidrag till och synpunkter på den föreslagna processen och de resultat som kommer ur den, bör så mycket som möjligt av arbetet redovisas öppet och lätt tillgängligt t ex via en hemsida på internet. Det kan också vara lämpligt att tillgripa olika former av review-förfaranden.

### **5.3 Förslag till specifika projekt för ökad kvalitet och ökad konsensus avseende den nationella emissionsstatistiken för vägtrafiksektorn**

Då Sverige just nu står inför ett vägval beträffande vilken officiell modell för den svenska fordonsemissionsstatistiken som ska användas i framtiden - en vidareutveckling av en genuint svensk modell eller adoptering av en kommande ny EU-modell - har det inte bedömts meningsfullt att i föreliggande projekt försöka identifiera FoU-behov och föreslå specifika projekt när det gäller vidareutveckling/förbättring av emissionsmodeller i sig.

Istället har vi valt att lägga tyngdpunkten på förslag till specifika FoU-projekt som kan höja kvaliteten och öka konsensus avseende den svenska nationella emissionsstatistiken mer eller mindre oberoende av vilken modell som Sverige kommer att välja framöver, dvs projekt som syftar till att förbättra kvaliteten i indata som kan anses vara genuint svenska, t ex olika aktivitetsdata, trafikarbete, respektive som syftar till någon form av verifiering av indata till eller utdata från den nationella emissionsmodellen.

#### **5.3.1 Förslag till specifika projekt för förbättrade nationella indata, aktivitetsdata**

Som exempel på angelägna projekt inom området föreslås (utan prioritetsordning):

- *Emissionsdata*

Ett uppföljningsprogram för emissionsmätningar av bilar i trafik. Viktigt att få kunskap på utsläppen i olika körmoder och olika körförhållanden (kallstart, avdunstning etc.). Även utsläppsökning med ålder och körsträcka för olika ämnen och olika motorer och avgasreningsteknik samt emissioner för sådana ämnen som idag inte regleras i avgaskraven men som ingår i internationell rapportering, t ex metan och lustgas, där det föreligger brister i mätdata för de senaste avgaskravnivåerna..

- *Trafikarbete, körmönster och lastfaktorer för tunga fordon*

De tunga fordonen får en allt större relativ betydelse för utsläppen från den svenska fordonsparken. Ett bättre underlag för att skatta de tunga fordonens trafikarbete med uppdelning på bland annat årsmodell finns nu möjlighet att få med SIKAs nya modell baserad på årliga körsträckeavläsningar. Kunskapen behöver dock förbättras när det gäller de tunga fordonens körmönster och lastfaktorer, vilka i hög grad påverkar de sträckspecifika utsläppen. Data från mätningar i verklig trafik såväl som bättre statistik på lastfaktorer behövs för att förbättra utsläppsstatistiken för tunga fordon.

- *Förekomst av samt emissions- och bränsleegenskaper för utländska fordon*

Olika faktorer samverkar till att den utländska trafiken, såväl lätta som tunga fordon, ökar i Sverige. Kunskapen om hur stort trafikarbete de uträttar och vilka emissionsegenskaper de har, bland annat till följd av de bränslekvaliteter som används i utländska fordon är dock mycket begränsad. Metoder för att analysera och kartlägga detta behöver utvecklas och tillämpas för att förbättra den svenska utsläppsstatistiken.

- *Förbättrad statistik för bränsleleveranser (energistatistiken)*

Utnyttjande av statistik för bränsleleveranser kan vara ett effektivt alternativ till att skatta aktivitetsdata för vägtrafiken, främst på nationell nivå, men potential borde även finnas för lägre geografiska nivåer. Nuvarande statistik är dock för trubbig för att den ska kunna användas optimalt som en oberoende källa till aktivitetsdata och emissionsberäkningar baserade på dessa. Metoder för en förbättrad och för vägtrafiken mer skraddarsydd statistikinsamling behöver utvecklas.

- *Omgivningsförhållandenas påverkan på emissionerna*

Omgivningstemperaturen kan ha stor inverkan på emissionernas storlek, framför allt genom kallstarter. Med ny avgasreningsutrustning för tunga fordon tillkommer en problemdimension genom att deras funktion kan vara ännu mer kritisk beroende på vid vilken temperatur fordonen både körs och startas. Hur stor del av antalet starter och trafikarbetet för olika fordonskategorier utförs vid olika temperaturer? Metoder och modeller för att beskriva detta behöver utvecklas.

- *Körmönster för lätta fordon och "nya typer" av lätta fordon*

I takt med att fler och fler lätta fordon utrustas med avancerade avgasrenings- och insprutningssystem, får körmönstret allt större betydelse för den lätta fordonsparkens totala utsläpp. Samtidigt så ändras bilköparnas köpmönster, så att större och kraftfullare bilar och fler dieslbilar står för en ökad andel av nybilsförsäljningen. Hur påverkar detta körmönstret och i sin tur emissionerna?



- *Förekomst och effekter av "chiptrimning"*

Skärpta avgaskrav på tunga fordon har en bieffekt i att vissa åkare och chaufförer tillgriper s k "chiptrimning" för att förbättra bränsleekonomi eller prestanda hos det egna fordonet. De svenska fordonstillverkarna uppskattar att ca 10% av de nyare fordonen kan vara chiptrimmade, och att utsläppen av NOx och partiklar påverkas i stark negativ riktning, men det råder ett stort mörkertal. Metoder för att kartlägga chiptrimning och för att bedöma trimmade fordons utsläpp behöver utvecklas.

- *Lättillgänglig databas för svenska emissions-, aktivitets- och emissionsfaktordata*

Det finns behov av att sprida de data och den kunskap som byggts upp och byggs upp i Sverige inom fordonsemissionsområdet till en vidare krets - forskare, studenter, politiker, näringsliv m fl., t ex genom att utveckla och upprätta en databas som görs allmänt tillgänglig via internet.

### **5.3.2 Förslag till specifika projekt för kvalitetssäkring inklusive verifiering**

- *Metoder för osäkerhetsuppskattningar av fordonsemissioner*

"Good Practise" föreskriver att varje rapportrande land skall ange osäkerhetsskattningar för rapporterade utsläpp, ned till subsektornivå. För vägtrafiksektorn, där emissionssambanden och emissionsmodellerna ofta är mycket komplicerade, föreligger ett stort utvecklingsbehov.

- *Känslighetsanalyser (Good Practice) som underlag för förbättringsarbete*

Detta bygger egentligen på att bra metoder för osäkerhetsuppskattningar finns utvecklade, men några första ansatser borde kunna göras redan nu som utgångspunkt för hur det mest näraliggande datakvalitetsförbättringsarbetet inom vägtrafiksektorn bör prioriteras.

- *Vidareutveckling av mätningar och mätstrategi med fjärranalys (FEAT) för verifiering av in- och utdata för emissionsmodeller för vägtrafik*

FEAT-teknikens potential för verifiering av såväl in- som utdata till emissionsmodeller bedöms ännu inte vara fullt utnyttjad. Ett mer långsiktigt mätprogram, som även tar fasta på möjligheten att mäta med FEAT på tunga fordon, och en optimal mätstrategi för verifiering av den nationella emissionsmodellen och de nationella emissionsberäkningarna bör utvecklas.

- *Vidareutveckling av mätningar och mätstrategi i tunnlar för verifiering av emissionsmodeller för vägtrafik*

Den nya ARTEMIS-modellen kommer att vara den första modell som utvecklats med stöd av verifierande mätningar, i detta fall tunnelmätningar. Mätstrategin för verifiering av emissionsmodeller genom tunnelmätningar bedöms ha potential att kunna utvecklas till ett ännu "spetsigare" instrument. Förutsättningarna för detta bör utredas närmare i någon form av förstudie mot bakgrund av erfarenheter vunna inom ARTEMIS-projektet och i andra pågående eller nyss avslutade projekt i internationellt samarbete, t ex genom att arrangera en särskild workshop på temat tunnelmätningar för verifiering av emissionsmodeller.

- *Metodutveckling och fördjupad utvärdering av mätningar av trafikrelaterade luftföroreningar i tätorter (ovan tak och i gaturum) för verifiering av trender i beräknade utsläpp för vägtrafiksektorn*

Långa tidsserier av halter av trafikrelaterade luftföroreningar i tätortsluft ("ovan tak") är ett intressant material för verifiering av beräknade trender för vägtrafikens utsläpp (verifiering av emissionstrender är en verifieringsmetod som "Good Practice" föreskriver). Såväl analysmetodikerna som underlaget för sådana analyser behöver dock utvecklas. Eventuellt kan det också vara värt att upprätta dedikerade mätprogram.

- *Utveckling av haltmätningar intill landsväg samt i gaturum som metoder för verifiering av beräkningar av landsvägstrafikens respektive tätortstrafikens utsläpp*

Såväl absoluta utsläpp som trender i utsläpp för landsvägstrafiken kan antas skilja sig markant från d:o för tätortstrafiken. Detta gör att det kan finnas skäl för dedikerade mätningar eller mätprogram intill landsväg och i gaturum i tätorter, vilket behov och förutsättningar för i ett första steg bör analyseras närmare.

- *Utveckling av system för sammanvägd syntes av resultat från studier med olika metoder för verifiering av emissionsmodeller för vägtrafik*

Utvecklingsstöd för det föreslagna syntesarbetet inom verifieringsprocessen.

## 6 Referenser

Bishop, G. A., Stackey, J. R., Ihlenfeldt, A., Williams, W. J., Stedman, D. H. (1989) IR long-path photometry: A remote sensing tool for automobile emissions, *Analytical Chemistry*, **61**, 671A-679A.

Bishop G.A. m fl (2001) The Effects of Altitude on Heavy-Duty Diesel Truck On-Road Emissions, *Environ. Sci. Technol.* **35**, 1574-1578.

De Vlieger, I. (1997) On-board emission and fuel consumption measurement campaign on petrol-driven passenger cars. *Atm. Env.* **31**, 3753-3761.

De Vlieger, I., De Keukeleere, D., Kretschmar, J. G. (2000) Environmental effects of driving behaviour and congestion related to passenger cars. *Atm. Env.* **34**, 4649-4655.

Ekström, M. och Sjödin, Å. (2003a) Metoder och metodik för uppföljning av avgasemissioner från tunga fordon i verklig trafik. IVL rapport 2003-05-20.

Ekström, M. och Sjödin, Å. (2003b) Utvärdering av resultat från FEAT-mätningarna i Göteborg 1991-2002. IVL manuskript under bearbetning.

Ekström, M. och Sjödin, Å. (2003c) Utvärdering av resultat från mätningar av trafikrelaterade luftföroreningar intill E6 i norra Halland år 1990 och 2000. IVL manuskript under bearbetning.

EPA (2002) <http://www.epa.gov/Compliance/civil/programs/caa/diesel/test.html>

Gautam M., Clark N. N., Thompson G. J., Carder D. K., Lyons D. W. (2000) Evaluation of Mobile Monitoring Technologies for Heavy-Duty Diesel-Powered Vehicle Emissions. Dep of Mechanical and Aerospace Engineering, West Virginia University. March 9, 2000.

<http://www.epa.gov/Compliance/civil/programs/caa/diesel/test.html>

Grennfelt, P. och Holmberg, B. (1997) Vägtrafikens kväveoxidemissioner. En granskning av metoder att bestämma emissioner från vägtrafik samt en värdering av emissionsutvecklingen 1980-1995. IVL rapport L98/06.

Hammarström, U. (1999) Mätning och simulering av bilavgaser – körning med och utan husvagn i olika körcykler. VTI meddelande 856.

Hammarström, U. (2000a) LUFT - Lokal utsläppsmodell för vägtrafik: etapp 2 - inventering. VTI notat 56-2000.

- Hammarström, U. (2000b) Beräkningsmodell: bilavgaser II. VTI notat 54-2000.
- Hammarström, U. (2001) EMV - Förbättring och uppdatering. VTI PM 2001-10-09.
- Hammarström, U. (2002) COPERT III - EMV, jämförande beräkningar. VTI-notat 44-2002.
- Hammarström, U. och Henriksson, P. (1997) Indata till EMV-modellen, ett datorprogram för beräkning av avgasemissioner från vägtrafik: källredovisning. VTI notat 5-1997.
- Hammarström, U. och Karlsson, B. (1998) EMV - ett PC-program för beräkning av vägtrafikens avgasemissioner: programbeskrivning och användarhandledning. VTI meddelande 849.
- Kindbom, K., Lidén, M., Adolfsson, R. (2003) Tillämpning av Good Practice Guidance Förstudie. Preliminär SMED-rapport på uppdrag av Naturvårdsverket 2003-04-25.
- IPCC (2001) Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>
- Lenaers G., Verlaak J.. *Emission Control Technology for Heavy-Duty Vehicles. Volume 5: In-use Conformity Testing och Emission Control Devices* Rapport till EU-kommissionen DG ENTR, kontrakt nr ETD/00/503430. Maj 2002. <http://www.europa.eu.int/comm/enterprise/automotive>
- Lenner, M. (1998a) Mätning på väg, med fordonsburen utrustning, av personbilars avgasemission och bränsleförbrukning. VTI meddelande 771.
- Lenner, M. (1998b) Influence of roof-rack, trailer etc on automobile fuel consumption and exhaust emissions, measured on-the-road. *SAE technical paper 98 06 82*.
- Lenner, M. (1999) Bränsleförbrukning och avgasemissioner vid körförlopp: ombordmätningar på personbil under körning i tätort. VTI meddelande 892.
- Palmgren, F. och Berkowicz, R. (1997) Emission estimates from the actual car fleet by air quality measurements in streets and street pollution models. *1st Nordic On-Road Vehicle Emission Workshop*, Göteborg, October 21, 1997.
- Pierson W. R. (1996) Real-world Automotive Emissions - Summary of Studies in the Fort McHenry and Tuscarora Mountain Tunnels *Atm. Env.* **30**, 2233-2256.
- Naturvårdsverket (1983) Luftföroreningar från vägtrafik i Sverige. SNV PM 1671.

Naturvårdsverket (1989) Avgasutsläpp från lätta lastbilar. SNV Rapport 3582.

Naturvårdsverket (1998) Utredning (N97/1699) om Vägtrafikens kväveoxidemissioner. Yttrande dnr. 541-4993-97 Sf.

Ntziachristos, L. and Samaras, Z. (2000) COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emissions factors (Version 2.1). European Environment Agency, Technical Report No. 49, November 2000.

Persson m fl (2000) Trender av trafikrelaterade luftföroreningar och emissioner från vägtrafik. IVL rapport L99/78.

SIKA (2003a) Utkast till uppföljning av de transportpolitiska målen. SIKA 2003-05-26.

SIKA (2003b) Körsträckor under 2001. Resultat och metoder för att skatta fordons körsträckor. SIKA Rapport 2003:3.

Sjödin, Å., Sjöberg, K., Svanberg, P. A., Backström, H. (1996) Verification of Expected Trends in Urban Traffic NO<sub>x</sub> Emissions from Long-Term Measurements of Ambient NO<sub>2</sub> Concentrations in Urban Air. *Sc. Total Environ.* **189/190**, 213-219.

Sjödin, Å. och Andréasson, K. (2000) Multi-Year Remote Sensing Measurements of Gasoline Light-Duty Vehicle Emissions on a Freeway Ramp. *Atm. Env.* **34**, 4657-4665.

Sjödin m fl (2002) Emissioner från vägtrafik - mätningar och beräkningar i tre tunnlar. IVL rapport 2002-03-05.

John, C., Friedrich, R., Staehelin J., Schläpfer, K., Stahel, W. A. (1999) Comparison of emission factors for road traffic from a tunnel study (Gubrist tunnel, Switzerland) and from emission modelling. *Atmospheric Environment* **33**, 3367-3376.

VTI (1998) Remissvar "Vägtrafikens kväveoxidemissioner (N97/1699). Yttrande dnr. 93/98-13.

VTT (2003) Personlig kommunikation med Nils-Olof Nylund 2003-03-31.

Vägverket (2003a) PM: Beräkning av utsläpp till luft i Vägverkets årsredovisning och sektorsredovisning 2002, Håkan Johansson, 2003-02-24.

Vägverket (2003b) PM: Kvalitetssäkring av antalsfördelningar till EMV- och TCT-modellen, Håkan Johansson, 2003-02-24.

Vägverket (2003c) PM: Filer för fördelning på kravnivåer fr.o.m. 1993 till EMV och TCT-modellen, metodbeskrivning och kvalitetssäkring, Håkan Johansson, 2003-02-24.

## IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

### Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)  
IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden  
IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt  
IVLs hemsida: [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



---

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

P.O.Box 210 60, SE-100 31 Stockholm  
Hälsingegatan 43, Stockholm  
Tel: +46 8 598 563 00  
Fax: +46 8 598 563 90

P.O.Box 470 86, SE-402 58 Göteborg  
Dagjämningsgatan 1, Göteborg  
Tel: +46 31 725 62 00  
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult  
Aneboda, Lammhult  
Tel: +46 472 26 77 80  
Fax: +46 472 26 77 90

[www.ivl.se](http://www.ivl.se)