



***Amerikanska avgaskrav  
för lätta fordon,  
samt jämförelser med  
europeiska krav***

PM för  
Trafikkontoret i Göteborg

*Ecotrafic R&D AB*

Peter Ahlvik

November 1999

**INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

Sida

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | INLEDNING OCH BAKGRUND .....                             | 1  |
| 2 | METODIK.....   | 1  |
| 3 | KÖRCYKLER.....   | 1  |
|   | 3.1 Nuvarande körcykel i USA och Kalifornien .....       | 1  |
|   | 3.2 Nya kompletterande körcykler i USA .....             | 2  |
|   | 3.2 De europeiska körcyklerna.....                       | 3  |
|   | 3.3 Skillnader mellan körcyklerna i USA och Europa ..... | 4  |
| 4 | EMISSIONSGRÄNSER FEDERALT I USA .....                    | 4  |
|   | 4.1 Nuvarande emissionskrav, Tier 1 .....                | 5  |
|   | 4.2 NLEV programmet.....                                 | 6  |
|   | 4.3 Kommande emissionskrav, Tier 2 .....                 | 6  |
| 5 | EMISSIONSGRÄNSER I KALIFORNIEN .....                     | 8  |
|   | 5.1 Nuvarande emissionskrav, LEV programmet.....         | 8  |
|   | 5.2 Kommande emissionskrav, LEV II programmet.....       | 10 |
| 6 | EMISSIONSGRÄNSER I EUROPA .....                          | 11 |
| 7 | DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....                          | 13 |
| 8 | REFERENSER .....   | 14 |

**TABELLFÖRTECKNING**

Sida

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <i>Tabell 1:</i> | <i>Tier 1 federala emissionsgränser enligt FTP 75 (g/mile) -----</i>  | <i>5</i>  |
| <i>Tabell 2:</i> | <i>Tier 2 Federala emissionsgränser enligt FTP 75 (g/mile) -----</i>  | <i>7</i>  |
| <i>Tabell 3:</i> | <i>Nu gällande emissionsgränser i Kalifornien för lätta fordon (LEV programmet) i FTP 75 (g/mile) -----</i>     | <i>8</i>  |
| <i>Tabell 4:</i> | <i>Nu gällande emissionsgränser i Kalifornien för medeltunga fordon (LEV programmet) i FTP 75 (g/mile)-----</i> | <i>9</i>  |
| <i>Tabell 5:</i> | <i>Framtida emissionsgränser i Kalifornien för lätta fordon (LEV II programmet) i FTP 75 (g/mile) -----</i>     | <i>10</i> |
| <i>Tabell 6:</i> | <i>Framtida emissionsgränser i Kalifornien för medeltunga fordon (LEV II programmet) i FTP 75 (g/mile)-----</i> | <i>11</i> |
| <i>Tabell 7:</i> | <i>EU:s emissionsgränser för personbilar-----</i>   | <i>12</i> |
| <i>Tabell 8:</i> | <i>Nya miljöklasser i Sverige för lätta fordon -----</i>  | <i>13</i> |

**FIGURFÖRTECKNING**

Sida

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| <i>Figur 1:</i> | <i>Den amerikanska FTP-75 körcykeln -----</i>                         | <i>2</i> |
| <i>Figur 2:</i> | <i>Nuvarande (EDC) och kommande (NEDC) europeiska körcykler -----</i> | <i>3</i> |

## 1 INLEDNING OCH BAKGRUND

Emissionerna från vägtrafiken har under de senaste åren minskat påtagligt, främst på grund av införandet av den katalytiska avgasreningen för lätta fordon. Trots det finns fortfarande problem med att kraven för luftkvalitet inte kan uppnås i många tätorter. Dessa krav kommer för övrigt också att skärpas i EU. På grund av de nämnda problemen med luftkvaliteten har myndigheterna i både USA och i Europa funnit att nuvarande avgaskrav inte kommer att räcka för att nå de uppsatta målen. Nya emissionskrav har därför beslutats i Europa fram till 2005/2006 och nya krav har även föreslagits i USA (Federalt och för Kalifornien) för perioden efter år 2004.

Även om de nya emissionskraven i USA ännu inte har godkänts kan det vara av intresse att jämföra dessa emissionsnivåer med de framtida emissionsnivåerna i Europa. Det förtjänar också att nämnas att det föreligger stora skillnader mellan de kör-cykler som används i USA och Europa vilket innebär att direkta jämförelser är svåra att göra. Likväl är det möjligt att identifiera vissa generella skillnader i nivåerna. Det är också av intresse att jämföra principerna för emissionskrav i de båda fallen då det också föreligger skillnader inom detta område.

## 2 METODIK

Emissionskraven för Europa har offentliggjorts i och med direktivet 98/69/EC. Ett nytt miljöklassningssystem som bygger på att dessa gränsvärden används håller också på att arbetas fram i Sverige. Det nya miljöklassningssystemet kommer att införas vid årsskiftet. Den tillgängliga dokumentationen om de nya miljöklasserna är tyvärr för närvarande mycket begränsad men en mer utförlig beskrivning väntas inom kort. Enligt uppgift från MTC (f d Motortestcenter) sker dock redan certifiering av bilar för dessa miljöklasser [1]<sup>1</sup>.

Uppgifter om nuvarande och föreslagna amerikanska och kaliforniska avgasbestämmelser har inhämtats bl a från Internet hemsidorna från respektive myndigheter (EPA och CARB).

## 3 KÖRCYKLER

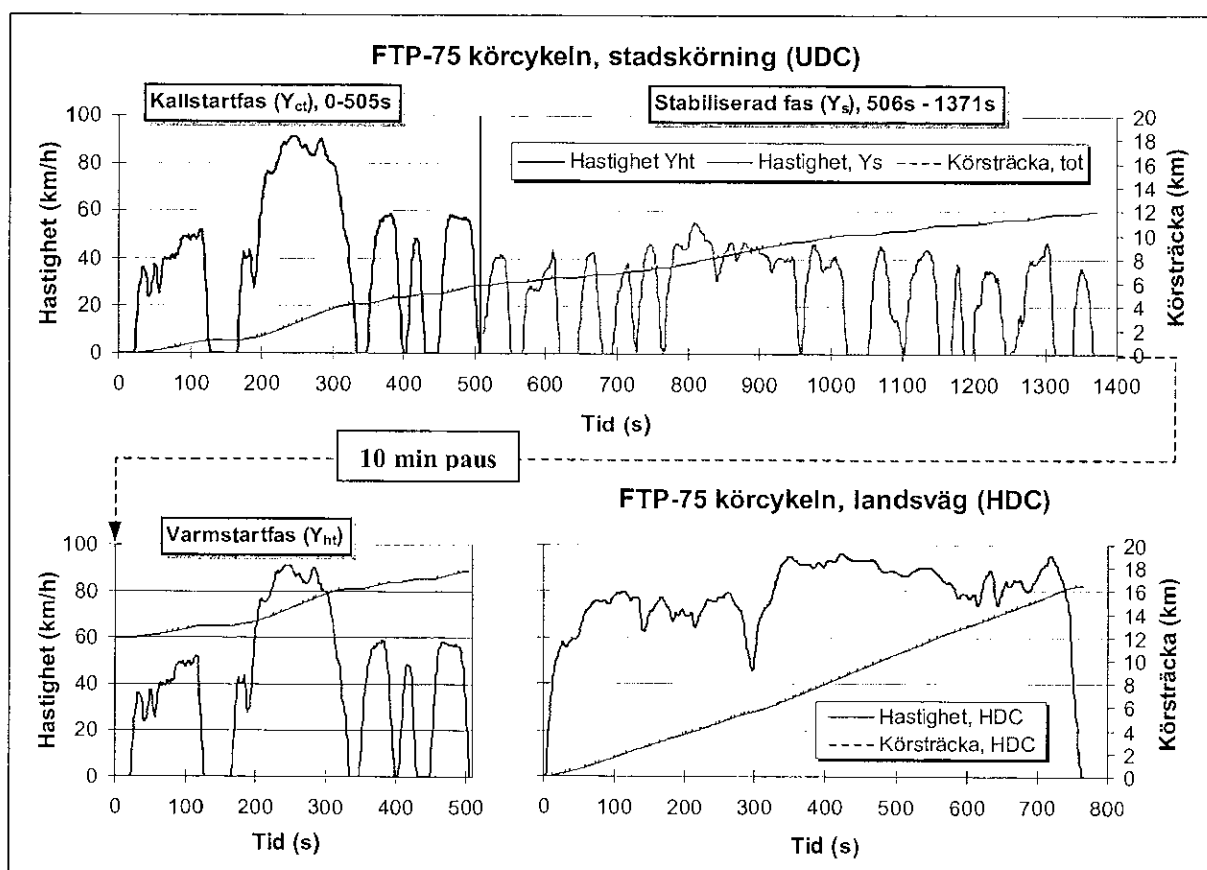
När en genomgång görs av avgasbestämmelser måste man också beskriva vilka kör-cykler som används. Kör-cykeln har nämligen en stor betydelse för emissionsnivån. Det är också mycket svårt att jämföra emissionskrav som satts enligt olika kör-cykler.

### 3.1 Nuvarande kör-cykel i USA och Kalifornien

Den kör-cykel som i dag används i USA och Kalifornien kallas FTP-75 (Federal Test Procedure). En grafisk presentation av denna kör-cykel visas i **Figur 1**.

---

<sup>1</sup> Siffror inom hakparentes avser en referens i referenslistan i slutet av rapporten.



**Figur 1:** Den amerikanska FTP-75 körcykeln

Man ser i **Figur 1** att FTP-75 körcykeln består av tre olika faser stadskörning och en fas för landsvägskörning. Emissionskraven gäller för stadskörning men med ett kompletterande krav på  $\text{NO}_x$  vid landsvägskörning. En viktning av de tre olika faser av stadskörning görs på så sätt att den kalla första faser och den varma sista faser har viktsfaktorerna 0,43 respektive 0,57. På så sätt blir den ekvivalenta körsträckan per kallstart förhållandevis lång (ca 28 km).

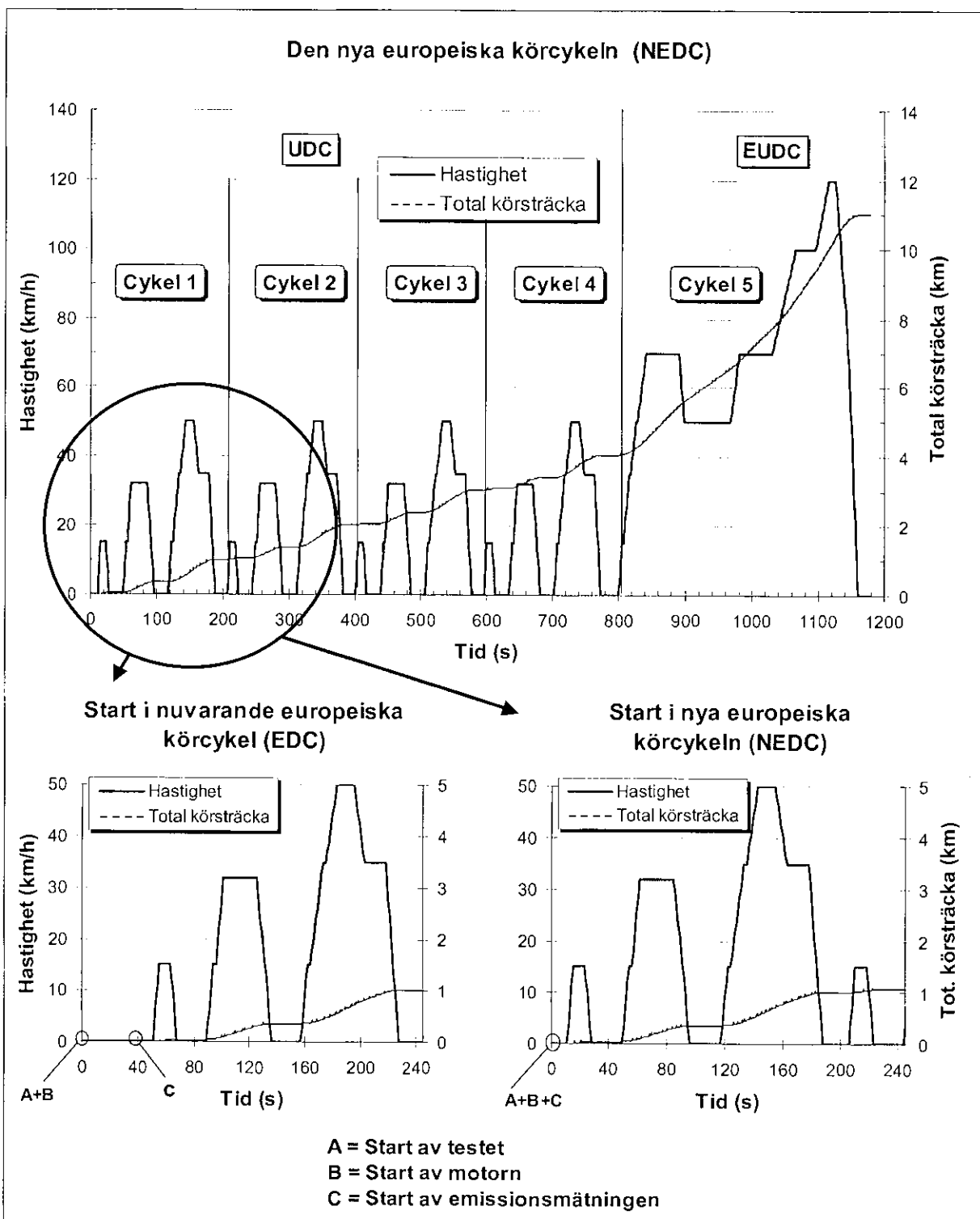
### 3.2 Nya kompletterande körcykler i USA

Man har i USA vid emissionsundersökningar konstaterat att emissionerna vid viss typ av körning kraftigt överstiger de nivåer som erhålls i FTP-75 körcykeln. Ett sådant driftsfall är körning med luftkonditionering vid hög utetemperatur och ett annat fall är under kraftiga accelerationer. Normalt utförs emissionstester utan att hjälppaggregaten är inkopplade. Tillägget till FTP-75 körcykeln kallas SFTP (Supplemental Federal Test Procedure) och omfattar en testprocedur för att mäta emissionerna med inkopplad luftkonditionering (SC03) och en körcykel med kraftigare accelerationer (US06). Standarderna för dessa båda körcykler kommer att fasas in mellan 2000 och 2004 och i båda fallen finns också emissionsgränser.

Man kan också notera att det i USA finns krav på att använda s k ombord-diagnos (OBD) i fordonet för att kunna diagnostisera fel i avgasreningsutrustningen. Liknande krav i Europa kommer att introduceras successivt mellan 2000 och 2005.

### 3.2 De europeiska körcyklerna

I **Figur 2** visas den nya europeiska körcykeln samt den ändring som gjorts i jämförelse med den nu gällande körcykeln.



**Figur 2:** Nuvarande (EDC) och framtida (NEDC) europeiska körcykler

Stadskörningsdelen av den nuvarande europeiska körcykeln (EDC) för lätta fordon har sina anor från 70-talet. Under 90-talet har en komplettering med en landsvägskörning gjorts. Dock kvarstår det faktum att körmönstret är mycket mer utslätat än i FTP-75 körcykeln (**Figur 2**). Detta beror på att FTP-75 körcykeln baseras på loggningar från verklig trafik medan den europeiska körcykeln är mer "konstruerad".

För de nya bestämmelserna för 2000/2001 (Euro III) kommer ytterligare en ändring av körcykeln att genomföras (NEDC). I den nuvarande varianten av körcykeln (EDC) startas bilen och får gå på tomgång under 40 sekunder innan mätningen startas. Därigenom kommer inte emissionerna under denna tid att räknas in i de totala emissionerna för testet. Eftersom emissionerna (för bensindrivna bilar) normalt är höga under startförloppet kan inverkan av de 40 sekunderna utan mätning vara stor. I den nya körcykeln har perioden med 40 sekunders tomgång utan mätning tagits bort och därför startar mätningen samtidigt som motorn startas.

### 3.3 Skillnader mellan körcyklerna i USA och Europa

Som noterats ovan kan ett antal olika skillnader mellan körcyklerna i USA och Europa konstateras. De viktigaste skillnaderna är:

- Viktningen i FTP-75 körcykeln minskar inverkan av kallstartfasen. Den ekvivalenta körsträckan per kallstart är i FTP-75 ca 28 km medan denna körsträcka är ca 11 km i de europeiska körcyklerna (EDC & NEDC). Denna skillnad ger lägre emissioner i FTP-75.
- Den nuvarande europeiska körcykeln (EDC) mäter inte emissionerna under de första 40 sekunderna. Skillnaden försvinner dock i den nya körcykeln (NEDC).
- FTP-75 körcykeln har högre accelerationer. Detta ger ofta högre emissioner men detta gäller inte generellt eftersom tiden innan katalysatorn "tänder" för en del bilar är lång och en mer "aggressiv" körning förkortar denna tid.

Totalt kan man konstatera att EDC körcykeln generellt brukar ge något högre emissioner än FTP-75. NEDC körcykeln ger väsentligt högre emissioner än FTP-75 körcykeln och generellt också högre emissioner än EDC körcykeln. Vissa undantag finns dock i det sista fallet. Dieselmotorer uppvisar t ex mycket små skillnader mellan EDC och NEDC körcyklerna.

## 4 EMISSIONSGRÄNSER FEDERALT I USA

En viktig aspekt att beakta när emissionsgränser jämförs är, förutom de skillnader mellan körcyklerna som beskrivits ovan, att de amerikanska normerna anger emissionerna i enheten g/mile till skillnad från g/km som tillämpas i Europa och i många andra länder i världen.

#### 4.1 Nuvarande emissionskrav, Tier 1

Nuvarande federala emissionskrav i USA benämns Tier<sup>2</sup> 1 och definierades i Clean Air Act (CAA) 1990. Tier 1 emissionskraven fasades in mellan 1994 och 1997. Kravnivåerna har sammanställts i **Tabell 1**.

**Tabell 1:** Tier 1 federala emissionsgränser enligt FTP 75 (g/mile)

| Fordonskategori                 | Vikt<br>(pund <sup>a</sup> ) | 50 000 miles / 5 år (ca 80 000 km)                 |                  |                   |                                |                                |                 |
|---------------------------------|------------------------------|--|------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|                                 |                              | CO   | THC <sup>b</sup> | NMHC <sup>c</sup> | NO <sub>x</sub> D <sup>d</sup> | NO <sub>x</sub> B <sup>e</sup> | PM <sup>f</sup> |
| Personbilar                     |                              | 3,4  | 0,41             | 0,25              | 1,0                            | 0,4                            | 0,08            |
| Lätta lastbilar & bussar        | <3 750 <sup>g</sup>          | 3,4  | -                | 0,25              | 1,0                            | 0,4                            | 0,08            |
| Lätta lastbilar & bussar        | >3 750 <sup>g</sup>          | 4,4  | -                | 0,32              | -                              | 0,7                            | 0,08            |
| Tyngre lätta lastbilar & bussar | <5 750 <sup>h</sup>          | 4,4  | -                | 0,32              | -                              | 0,7                            | -               |
| Tyngre lätta lastbilar & bussar | >5 750 <sup>h</sup>          | 5,0  | -                | 0,39              | -                              | 1,1                            | -               |
| Fordonskategori                 | Vikt<br>(pund <sup>a</sup> ) | 100 000 miles / 10 år (ca 160 000 km) <sup>i</sup> |                  |                   |                                |                                |                 |
|                                 |                              | CO   | THC <sup>b</sup> | NMHC <sup>c</sup> | NO <sub>x</sub> D <sup>d</sup> | NO <sub>x</sub> B <sup>e</sup> | PM <sup>f</sup> |
| Personbilar                     |                              | 4,2  | -                | 0,31              | 1,25                           | 0,6                            | 0,10            |
| Lätta lastbilar & bussar        | <3 750 <sup>g</sup>          | 4,2  | 0,80             | 0,31              | 1,25                           | 0,6                            | 0,10            |
| Lätta lastbilar & bussar        | >3 750 <sup>g</sup>          | 5,5  | 0,80             | 0,40              | 0,97                           | 0,97                           | 0,10            |
| Tyngre lätta lastbilar & bussar | <5 750 <sup>h</sup>          | 6,4  | 0,80             | 0,46              | 0,98                           | 0,98                           | 0,10            |
| Tyngre lätta lastbilar & bussar | >5 750 <sup>h</sup>          | 7,3  | 0,80             | 0,56              | 1,53                           | 1,53                           | 0,12            |

#### Anmärkningar:

- <sup>a</sup> 1 pund = 0,454 kg, dvs 3 750 och 5 750 pund motsvarar 1 701 respektive 2608 kg. Olika sätt att beräkna vikten tillämpas för olika typer av fordon (se anmärkning <sup>g</sup> och <sup>h</sup> nedan).
- <sup>b</sup> THC: totala kolväten, dvs inklusive metan (CH<sub>4</sub>)
- <sup>c</sup> NMHC: kolväten exklusive metan (CH<sub>4</sub>)
- <sup>d</sup> NO<sub>x</sub> för fordon med dieselmotorer
- <sup>e</sup> NO<sub>x</sub> för fordon med ottomotorer
- <sup>f</sup> PM: partikelemissioner
- <sup>g</sup> För personbilar och de två lättaste kategorierna av lastbilar och bussar används en vikt som avser tomvikt plus ett tillägg av 300 pund.
- <sup>h</sup> För de två tyngsta kategorierna av lastbilar och bussar används en vikt som avser ett numeriskt medeltal av tomvikt och vikten för fullastat fordon.
- <sup>i</sup> Livslängden är 120 000 amerikanska mil och 11 år för de två tyngsta kategorierna av lätta lastbilar och bussar.

Emissionskraven i Tier 1 är olika för olika kategorier av lätta fordon. Nivåerna beror på fordonets vikt. Det man också kan notera är att emissionskraven är olika beroende på körsträckan. Vidare tillämpas högre nivåer för NO<sub>x</sub> emissioner från dieseldrivna fordon i jämförelse med andra drivmedel. Enda undantaget är de två tyngsta

<sup>2</sup> "Tier" betyder ungefär trappsteg eller rad.

klasserna där samma NO<sub>x</sub> värde gäller för alla drivmedel. Gränserna för partikelemissionerna gäller bara dieseloljedrivna fordon.

## 4.2 NLEV programmet

Emedan Kalifornien haft betydligt strängare emissionskrav (se kap. 5 nedan) har också en del andra stater i USA önskat införa liknande bestämmelser. Kalifornien har som enda stat möjligheten att föreskriva egna emissionskrav på grund av de speciella problem med luftkvaliteten som finns i denna stat. Amerikanska EPA var av legala orsaker<sup>3</sup> förhindrade att införa nya emissionskrav före år 2004. Det så kallade nationella LEV programmet (NLEV<sup>4</sup>) har kringgått denna regel genom att en frivillig överenskommelse träffades mellan biltillverkarna och de nordöstra staterna. I första skedet anslöt sig 23 olika biltillverkare (SAAB och Volvo finns bland dem) och 9 stater i nordöstra USA till överenskommelsen.

NLEV programmet trädde i kraft 1999 i de nordöstra staterna och kommer att gälla nationellt från och med modellåret 2001. Efter den nämnda frivilliga överenskommelsen kan dock övervakningen av normerna ske på samma sätt som med övriga federala emissionskrav. NLEV programmet harmoniserar emissionskraven mellan Kalifornien och federalt i USA och ger således samma emissionsreduktioner federalt som nås med de Kaliforniska kraven. En viktig skillnad är dock att inget krav på införande av en viss andel elbilar finns för NLEV. I de ursprungliga kaliforniska LEV kraven skulle elbilar införas successivt från 2 % 1998 till 10 % 2003. Detta har sedermera ändrats så att inga krav finns stipulerade före 2003 medan gränsen på 10 % för 2003 kvarstår. Förändringen har skett på så sätt att andelen bilar med lägre emissionsnivåer ökats varför medelnivån är densamma som i de ursprungliga kraven. NLEV har inga krav på elbilar men samma krav på medelemissionsnivå som i de kaliforniska kraven.

## 4.3 Kommande emissionskrav, Tier 2

De amerikanska Tier 2 bestämmelserna är ett förslag till nya federala avgaskrav som enligt planerna skall träda i kraft 2004. Den 13:e maj 1999 publicerades bestämmelserna i "Federal Register" och lämnades ut för en s k "Public Hearing".

Tier 2 bestämmelserna är lika för alla typer av drivmedel, såväl konventionella (bensin och dieselolja) som alternativa. Detta är en viktig skillnad mot tidigare bestämmelser, där t ex vissa skillnader fanns mellan dieselolja och bensin. I Tier 2 bestämmelserna finns 7 olika klasser ("Bins"). Vissa av dessa klasser är desamma som i Kaliforniens LEV II program. En tillverkare kan välja att certifiera ett fordon i vilken Tier 2 klass han vill. Förutsättningen är dock att alla *medeltalet* för NO<sub>x</sub> emissionerna för alla sålda fordon skall ligga under 0,07 g/mile. En annan förändring är att gränserna så småningom kommer att gälla även för lätta lastbilar och bussar (<6000 lbs). Infasningsperioden ligger mellan 2004 och 2007 för denna kategori av fordon. För tyngre fordon (>6000 lbs) kommer en liknande infasning att ske. I detta fall kommer ett interimistiskt krav av 0,2 g/mile gälla mellan 2004 och 2007. I det sista steget 2008 skall 50 % av fordonen klara 0,07 g/mile och 2009 gäller denna nivå för alla fordon.

<sup>3</sup> Fordonstillverkarna är bl a garanterade att kunna producera fordon med en viss framförhållning.

<sup>4</sup> NLEV: National Low Emission Vehicle.



**Tabell 2:** Tier 2 Federala emissionsgränser enligt FTP 75 (g/mile)

| Bin<br>Nr. <sup>a</sup> | 50 000 miles / 5 år (ca 80 000 km) |                   |                 |                 |                   | 120 000 miles / 10 år (ca 193 000 km) |                   |                 |                 |                   |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|                         | CO                                 | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> | CO                                    | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> |
| 7                       | 3,4                                | 0,100             | 0,14            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,125             | 0,20            | 0,02            | 0,018             |
| 6                       | 3,4                                | 0,075             | 0,11            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,090             | 0,15            | 0,02            | 0,018             |
| 5                       | 3,4                                | 0,075             | 0,05            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,090             | 0,07            | 0,01            | 0,018             |
| 4                       | 1,7                                | 0,040             | 0,05            | -               | 0,008             | 2,1                                   | 0,055             | 0,07            | 0,01            | 0,011             |
| 3                       | -                                  | -                 | -               | -               | -                 | 2,1                                   | 0,070             | 0,04            | 0,01            | 0,011             |
| 2                       | -                                  | -                 | -               | -               | -                 | 2,1                                   | 0,010             | 0,02            | 0,01            | 0,004             |
| 1                       | -                                  | -                 | -               | -               | -                 | 0,0                                   | 0,000             | 0,00            | 0,00            | 0,000             |

Anmärkningar:

- <sup>a</sup> Bin (eng. "fack") innebär en specifik emissionsnivå och skulle kunna benämnas "miljöklass" enligt vår nomenklatur.
- <sup>b</sup> NMOG: Non-Methane Organic Gases, organiska gasformiga föreningar utom metan.
- <sup>c</sup> PM: partikelemissioner
- <sup>d</sup> HCHO: formaldehyd
- <sup>e</sup> Livslängden är 120 000 amerikanska mil och 11 år för de två tyngsta kategorierna av lätta lastbilar och bussar.

Tier 2 förslaget innehåller även vissa förslag till nya krav för drivmedlen. För bensin skall en medelnivå på 30 ppm svavel innehållas men med en maximal gräns på 80 ppm. Detta innebär en väsentlig förbättring i jämförelse med dagens medelnivå som ligger över 300 ppm. I EPA:s dokument nämns ingen gräns för svavelhalten i diesellojla men man citerar en siffra på 30 ppm som bilindustrin krävt. Bilindustrin har i en tidigare publicerad skrift formulerat ett eget förslag till bränslespecifikationer, World-Wide Fuel Charter, WWFC som ofta brukar nämnas i dessa sammanhang [2]. Några ytterligare bidrag till debatten om svavelhalten i bränslen har nyligen presenterats av motor- och bilindustrin på en Internet hemsida speciellt avsedd för detta [3]. I en rapport för de amerikanska motortillverkarnas organisation EMA<sup>5</sup> har de ekonomiska konsekvenserna för att producera en diesellojlekvalitet med olika svavelinnehåll ända ned till 2 ppm undersökts [4]. En motsvarande utredning för produktion av bensin med lågt svavelinnehåll (ned till 5 ppm) har också utförts för fordonstillverkarnas organisation AAM<sup>6</sup> [5]. Vad dessa initiativ kan leda till är ännu för tidigt att bedöma men helt klart är att fordons- och motortillverkarna försöker sätta press på oljeindustrin och myndigheterna för att åstadkomma bättre bränslekvaliteter. En orsak till detta är att vissa nya reningstekniker kräver mycket lägre svavelhalter för att fungera och i vissa fall kan inte viss ny motorteknik, som t ex direktinsprutning av bensin, införas utan denna rening och därmed också en bättre bränslekvalitet.

<sup>5</sup> EMA: Engine Manufacturers Association.

<sup>6</sup> AAM: The Alliance of Automobile Manufacturers. Denna organisation ersätter den tidigare organisationen AAMA (American Automobile Manufacturers Association).

## 5 EMISSIONSGRÄNSER I KALIFORNIEN

### 5.1 Nuvarande emissionskrav, LEV programmet

Det kaliforniska LEV programmet<sup>7</sup> infördes 1994 och tillämpas endast för de tillverkare/importörer som säljer mer än 35 000 bilar på den kaliforniska marknaden. När programmet infördes gällde reglerna för 7 olika tillverkare, de tre stora inhemska tillverkarna och 4 japanska tillverkare. Även andra tillverkare har dock frivilligt anslutit sig – till programmet. I **Tabell 3** har kravnivåerna för lätta fordon listats och **Tabell 4** sammanfattar motsvarande gränser för medeltunga fordon.

**Tabell 3:** Nu gällande emissionsgränser i Kalifornien för lätta fordon (LEV programmet) i FTP 75 (g/mile)

| Personbilar                           |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Kategori <sup>a</sup>                 | 50 000 miles / 5 år (ca 80 000 km) |                   |                 |                 |                   | 100 000 miles / 10 år (ca 193 000 km) |                   |                 |                 |                   |
|                                       | CO                                 | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> | CO                                    | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> |
| Tier 1                                | 3,4                                | 0,25              | 0,40            | 0,08            | -                 | 4,2                                   | 0,31              | 0,60            | -               | -                 |
| TLEV                                  | 3,4                                | 0,125             | 0,40            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,156             | 0,60            | 0,08            | 0,018             |
| LEV                                   | 3,4                                | 0,075             | 0,20            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,090             | 0,30            | 0,08            | 0,018             |
| ULEV                                  | 1,7                                | 0,040             | 0,20            | -               | 0,008             | 2,1                                   | 0,055             | 0,30            | 0,04            | 0,011             |
| Lätta lastbilar och bussar <3750 pund |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
| Tier 1                                | 3,4                                | 0,25              | 0,40            | 0,08            | -                 | 4,2                                   | 0,31              | 0,60            | -               | -                 |
| TLEV                                  | 3,4                                | 0,125             | 0,40            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,156             | 0,60            | 0,08            | 0,018             |
| LEV                                   | 3,4                                | 0,075             | 0,20            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,090             | 0,30            | 0,08            | 0,018             |
| ULEV                                  | 1,7                                | 0,040             | 0,20            | -               | 0,008             | 2,1                                   | 0,055             | 0,30            | 0,04            | 0,011             |
| Lätta lastbilar och bussar >3750 pund |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
| Tier 1                                | 4,4                                | 0,32              | 0,70            | 0,08            | -                 | 5,5                                   | 0,40              | 0,97            | -               | -                 |
| TLEV                                  | 4,4                                | 0,160             | 0,70            | -               | 0,018             | 5,5                                   | 0,200             | 0,90            | 0,10            | 0,023             |
| LEV                                   | 4,4                                | 0,100             | 0,40            | -               | 0,018             | 5,5                                   | 0,130             | 0,50            | 0,10            | 0,023             |
| ULEV                                  | 2,2                                | 0,050             | 0,40            | -               | 0,009             | 2,8                                   | 0,070             | 0,50            | 0,05            | 0,013             |

#### Anmärkningar:

<sup>a</sup> I de kaliforniska bestämmelserna finns olika klasser (Tier 1, TLEV, LEV och ULEV). TLEV står för: "Transitional Low Emission Vehicle"; LEV står för "Low Emission Vehicle" och ULEV för "Ultra Low Emission Vehicle". Man kan även notera att TLEV klassen också har använts i Sverige för miljöklass I bestämmelserna (till utgången av 1999).

<sup>b</sup> NMOG: Non-Methane Organic Gases, organiska gasformiga föreningar utom metan.

<sup>c</sup> PM: partikelemissioner

<sup>d</sup> HCHO: formaldehyd

<sup>7</sup> LEV programmet borde kanske kallas LEV I programmet i fortsättningen då ett nytt s k LEV II program håller på att initieras.

**Tabell 4:** Nu gällande emissionsgränser i Kalifornien för medeltunga fordon (LEV programmet) i FTP 75 (g/mile)

| Medeltunga fordon, MDV1, 0 – 3 750 pund (g/mile)       |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
|--|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Kategori <sup>a</sup>                                  | 50,000 miles / 5 år (ca 80 000 km) |                   |                 |                 |                   | 100,000 miles / 10 år (ca 193 000 km) |                   |                 |                 |                   |
|  | CO                                 | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> | CO                                    | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> |
| Tier 1   | 3,4                                | 0,25              | 0,40            | -               | -                 | 5,0                                   | 0,36              | 0,55            | 0,08            | -                 |
| LEV  | 3,4                                | 0,125             | 0,20            | -               | 0,015             | 5,0                                   | 0,18              | 0,60            | 0,08            | 0,022             |
| ULEV   | 1,7                                | 0,075             | 0,20            | -               | 0,008             | 2,5                                   | 0,107             | 0,30            | 0,04            | 0,012             |
| Medeltunga fordon, MDV2, 3 750 – 5 750 pund (g/mile)   |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
| Tier 1   | 4,4                                | 0,32              | 0,70            | -               | -                 | 6,4                                   | 0,46              | 0,98            | 0,10            | -                 |
| LEV  | 4,4                                | 0,160             | 0,40            | -               | 0,018             | 6,4                                   | 0,230             | 0,60            | 0,10            | 0,027             |
| ULEV   | 4,4                                | 0,100             | 0,40            | -               | 0,009             | 6,4                                   | 0,143             | 0,60            | 0,05            | 0,013             |
| SULEV  | 2,2                                | 0,050             | 0,20            | -               | 0,004             | 3,2                                   | 0,072             | 0,30            | 0,05            | 0,006             |
| Medeltunga fordon, MDV3, 5 751 – 8 000 pund (g/mile)   |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
| Tier 1   | 5,0                                | 0,39              | 1,10            | -               | -                 | 7,3                                   | 0,56              | 1,53            | 0,12            | -                 |
| LEV  | 5,0                                | 0,195             | 0,60            | -               | 0,022             | 7,3                                   | 0,280             | 0,90            | 0,12            | 0,032             |
| ULEV   | 5,0                                | 0,117             | 0,60            | -               | 0,011             | 7,3                                   | 0,167             | 0,90            | 0,06            | 0,016             |
| SULEV  | 2,5                                | 0,059             | 0,30            | -               | 0,006             | 3,7                                   | 0,084             | 0,45            | 0,06            | 0,008             |
| Medeltunga fordon, MDV4, 8 501 – 10 000 pund (g/mile)  |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
| Tier 1   | 5,5                                | 0,46              | 1,30            | -               | 0,028             | 8,1                                   | 0,66              | 1,81            | 0,12            | -                 |
| LEV  | 5,5                                | 0,230             | 0,70            | -               | 0,028             | 8,1                                   | 0,330             | 1,0             | 0,12            | 0,040             |
| ULEV   | 5,5                                | 0,138             | 0,70            | -               | 0,014             | 8,1                                   | 0,197             | 1,0             | 0,06            | 0,021             |
| SULEV  | 2,8                                | 0,069             | 0,35            | -               | 0,007             | 4,1                                   | 0,100             | 0,5             | 0,06            | 0,010             |
| Medeltunga fordon, MDV5, 10 001 – 14 000 pund (g/mile) |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
| Tier 1   | 7,0                                | 0,60              | 2,0             | -               | -                 | 10,3                                  | 0,86              | 2,77            | 0,12            | -                 |
| LEV  | 7,0                                | 0,300             | 1,0             | -               | 0,036             | 10,3                                  | 0,430             | 1,50            | 0,12            | 0,052             |
| ULEV   | 7,0                                | 0,180             | 1,0             | -               | 0,018             | 10,3                                  | 0,257             | 1,50            | 0,06            | 0,260             |
| SULEV  | 3,5                                | 0,090             | 0,5             | -               | 0,009             | 5,2                                   | 0,130             | 0,70            | 0,06            | 0,013             |

**Anmärkningar:**

- <sup>a</sup> I de kaliforniska bestämmelserna finns olika klasser (Tier 1, TLEV, LEV och ULEV). TLEV står för: "Transitional Low Emission Vehicle"; LEV står för "Low Emission Vehicle" och ULEV för "Ultra Low Emission Vehicle". Man kan även notera att TLEV klassen också har använts i Sverige för miljöklass 1 bestämmelserna (till utgången av 1999).
- <sup>b</sup> NMOG: Non-Methane Organic Gases, organiska gasformiga föreningar utom metan.
- <sup>c</sup> PM: partikelemissioner
- <sup>d</sup> HCHO: formaldehyd

Som synes i tabellerna ovan finns olika klasser ("miljöklasser" enligt vår nomenklatur) att välja mellan. Ett införandeschema med föreskriven andel av olika klasser samt en successivt skärpt kravnivå för NMOG kompletterar bilden (har ej visats här). På så sätt erhålls en successiv sänkning av emissionsnivån.

## 5.2 Kommande emissionskrav, LEV II programmet

Nuvarande LEV program sträcker sig till och med årsmodell 2003. Då man konstaterat att fortsatta emissionsreduktioner är nödvändiga antog kaliforniska ARB<sup>8</sup> i november 1998 det så kallade LEV II programmet. En sammanställning av dessa emissionsgränser för lätta fordon har gjorts i **Tabell 5**.

**Tabell 5:** Framtida emissionsgränser i Kalifornien för lätta fordon (LEV II programmet) i FTP 75 (g/mile)

| Personbilar och övriga lätta fordon <8 500 pund (g/mile) |                                    |                   |                 |                 |                   |                                       |                   |                 |                 |                   |
|--|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Kategori <sup>a</sup>                                    | 50 000 miles / 5 år (ca 80 000 km) |                   |                 |                 |                   | 120 000 miles / 10 år (ca 193 000 km) |                   |                 |                 |                   |
|  | CO                                 | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> | CO                                    | NMOG <sup>b</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>c</sup> | HCHO <sup>d</sup> |
| LEV  | 3,4                                | 0,075             | 0,05            | -               | 0,015             | 4,2                                   | 0,090             | 0,07            | 0,01            | 0,018             |
| ULEV   | 1,7                                | 0,040             | 0,05            | -               | 0,008             | 2,1                                   | 0,055             | 0,07            | 0,01            | 0,018             |
| SULEV  | -                                  | -                 | -               | -               | -                 | 1,0                                   | 0,010             | 0,02            | 0,01            | 0,004             |

### Anmärkningar:

- <sup>a</sup> Kategori av fordon
- <sup>b</sup> NMOG: Non-Methane Organic Gases, organiska gasformiga föreningar utom metan.
- <sup>c</sup> PM: partikelemissioner
- <sup>d</sup> HCHO: formaldehyd

I LEV II programmet har TLEV klassen uttrangerats och en ny klass, SULEV (Super Ultra Low Emission Vehicle) har introducerats. Man kan också notera att kravnivåerna för LEV och ULEV klasserna skärpts för några emissionskomponenter. I jämförelse med LEV I programmet har främst nivåerna för NMOG, NO<sub>x</sub> och partiklar skärpts. I synnerhet för partikelemissionerna kan man notera att de nivåer som föreskrivs (0,01 g/mile eller 0,0062 g/km) är mycket låga och i praktiken ca en tiopotens lägre än dagens europeiska nivå på 0,08 g/km (som bara gäller dieslbilar). Denna nivå är på samma nivå som för bensindrivna bilar och kan omöjligen klaras med dieseldrivna fordon utan partikelfilter.

En annan viktig aspekt av LEV II programmet är att *samma* emissionskrav gäller även för lätta lastbilar och bussar upp till 8500 pund (knappt 4 ton) som för personbilar. Detta innebär en påtaglig skärpning av bestämmelserna för lätta lastbilar och bussar (inkl. s k SUV).

I **Tabell 6** visas emissionsgränserna för de medeltunga fordonen (MDV, medium duty vehicles). I detta fall har helt de gränser som gällde för 50 000 miles slopats och ersatts av gränser för 120 000 miles i stället.

<sup>8</sup> ARB: Air Resources Board, ofta också kallat CARB.

**Tabell 6:** Framtida emissionsgränser i Kalifornien för medeltunga fordon (LEV II programmet) i FTP 75 (g/mile) 2004-2007

| Vikt<br>(pund <sup>a</sup> ) | Kategori <sup>b</sup> | Medeltunga fordon, MDV4 (g/mile)  |                   |                 |                 |       |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------|
|                              |                       | CO                                | NMOG <sup>c</sup> | NO <sub>x</sub> | PM <sup>d</sup> | HCHO  |
| 8 500 -<br>10 000            | LEV                   | 6,4                               | 0,195             | 0,20            | 0,12            | 0,032 |
|                              | ULEV                  | 6,4                               | 0,143             | 0,20            | 0,06            | 0,016 |
|                              | SULEV                 | 3,2                               | 0,100             | 0,10            | 0,06            | 0,008 |
|                              |                       | Medeltunga fordon, MDV 5 (g/mile) |                   |                 |                 |       |
| 10 001 -<br>14 000           | LEV                   | 7,3                               | 0,230             | 0,40            | 0,12            | 0,040 |
|                              | ULEV                  | 7,3                               | 0,167             | 0,40            | 0,06            | 0,021 |
|                              | SULEV                 | 3,7                               | 0,117             | 0,20            | 0,06            | 0,010 |

*Andra källor till  
11, 16, 17*

Anmärkningar:

- <sup>c</sup> Viktsklass (pund)
- <sup>f</sup> Kategori av fordon
- <sup>g</sup> NMOG: Non-Methane Organic Gases, organiska gasformiga föreningar utom metan.
- <sup>h</sup> PM: partikelemissioner
- <sup>i</sup> HCHO: formaldehyd

## 6 EMISSIONSGRÄNSER I EUROPA

För jämförelsens skull visas i **Tabell 7** nu gällande emissionsgränser i Europa. I de europeiska bestämmelserna används olika emissionsnivåer för bensin- respektive dieseloljedrivna fordon. Vidare har även ett undantag funnits för dieselmotorer med direktinsprutning (DI) som tillåts ha högre emissionsgränser än motorer med indirektinsprutning (IDI).

Tabell 7: EU:s emissionsgränser för personbilar

| Direktiv  | Införande <sup>a</sup> | Emission och gräns (g/km) |    |                 |                    |                   |
|---|------------------------|---------------------------|----|-----------------|--------------------|-------------------|
|   |                        | CO                        | HC | NO <sub>x</sub> | HC+NO <sub>x</sub> | PM <sup>b</sup> , |
| Personbilar samt lätta lastbilar och bussar, referensvikt <sup>c</sup> <1250 kg |                        |                           |    |                 |                    |                   |
| Bensin  |                        | 2,2                       | -  | -               | 0,5                | -                 |
| Diesel IDI <sup>d</sup>   | 1996-10                | 1,0                       | -  | -               | 0,7                | 0,08              |
| Diesel DI <sup>e</sup>  | 1997-10                | 1,0                       | -  | -               | 0,9                | 0,10              |
| Lätta lastbilar och bussar, referensvikt <sup>c</sup> 1251 – 1700 kg            |                        |                           |    |                 |                    |                   |
| Bensin  |                        | 4,0                       | -  | -               | 0,6                | -                 |
| Diesel IDI <sup>d</sup>   | 1997-10                | 1,25                      | -  | -               | 1,0                | 0,12              |
| Diesel DI <sup>e</sup>  | 1998-10                | 1,25                      | -  | -               | 1,3                | 0,14              |
| Lätta lastbilar och bussar, referensvikt <sup>c</sup> >1701 kg                  |                        |                           |    |                 |                    |                   |
| Bensin  |                        | 5,0                       | -  | -               | 0,7                | -                 |
| Diesel IDI <sup>d</sup>   | 1997-10                | 1,5                       | -  | -               | 1,2                | 0,17              |
| Diesel DI <sup>e</sup>  | 1998-10                | 1,5                       | -  | -               | 1,6                | 0,20              |

Anmärkningar:

- <sup>a</sup> De två datum som anges i tabellen för införande avser att standarden införs stegvis. Det första datumet är för nya fordon (dvs nya certifieringar) och det senare datumet är för alla nyregistrerade fordon.
- <sup>b</sup> Partikelgränsvärdet gäller bara för dieseldrivna fordon.
- <sup>c</sup> Med "referensvikt" avses vikt i körklart skick exklusive förare med ett fast tilläg av 100kg.
- <sup>d</sup> IDI: indirekt insprutning (förkammare)
- <sup>e</sup> DI: direkt insprutning. Undantaget för bilar med DI motor upphörde 1999-09-30.

I **Tabell 8** visar de nya miljöklasserna som kommer att gälla i Sverige efter årsskiftet. Man kan notera att miljöklass 2 är samma gränser som kommer att gälla i EU från 2000/2001 och för miljöklass 1 gäller på samma sätt EU gränserna för 2005/2006. Till skillnad från tidigare miljöklass 1 som använde amerikanska bestämmelser har för de nya miljöklasserna en harmonisering mot EU genomförts.

Tabell 8: Nya miljöklasser i Sverige för lätta fordon

| MK <sup>a</sup> | Referensvikt <sup>b</sup> | Emissionskomponent och gräns (g/km) |                |      |   |                 |      |                    |                |                 |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------|------|---|-----------------|------|--------------------|----------------|-----------------|
|                 |                           | CO                                  |                | HC   |   | NO <sub>x</sub> |      | HC+NO <sub>x</sub> |                | PM <sup>c</sup> |
|                 |                           | B <sup>d</sup>                      | D <sup>e</sup> | B    | D | B               | D    | B                  | D <sup>d</sup> | D               |
| MK3             | -1250                     | 2,2                                 | 1,0            | -    | - | -               | -    | 0,5                | 0,7            | 0,08            |
|                 | 1251-1700                 | 4,0                                 | 1,25           | -    | - | -               | -    | 0,6                | 1,0            | 0,12            |
|                 | 1701-                     | 5,0                                 | 1,5            | -    | - | -               | -    | 0,7                | 1,2            | 0,17            |
| MK2             | -1305                     | 2,3                                 | 0,64           | 0,20 | - | 0,15            | 0,50 | -                  | 0,56           | 0,05            |
|                 | 1306-1760                 | 4,17                                | 0,80           | 0,25 | - | 0,18            | 0,65 | -                  | 0,72           | 0,07            |
|                 | 1761-                     | 5,22                                | 0,95           | 0,29 | - | 0,21            | 0,78 | -                  | 0,86           | 0,10            |
| MK1             | -1305                     | 1,0                                 | 0,5            | 0,10 | - | 0,08            | 0,25 | -                  | 0,30           | 0,025           |
|                 | 1306-1760                 | 1,81                                | 0,63           | 0,13 | - | 0,10            | 0,33 | -                  | 0,39           | 0,04            |
|                 | 1761-                     | 2,27                                | 0,74           | 0,16 | - | 0,11            | 0,39 | -                  | 0,46           | 0,06            |

## Anmärkningar:

- <sup>a</sup> MK: Miljöklass
- <sup>b</sup> Referensvikt anger fordonens vikt i körklart skick exklusive förare men med ett fast tillägg av 100 kg.
- <sup>c</sup> PM: partikelemissioner. Partikelgränsvärdet gäller bara för diesellojdrivna fordon.
- <sup>d</sup> B: bensin
- <sup>e</sup> D: diesel
- <sup>f</sup> För dieslbilar med direktinsprutning (DI) har högre gränsvärden för HC+NO<sub>x</sub> tillämpats tidigare. Undantaget upphörde 1999-09-30 och några emissionsvärden har därför inte visats i tabellen.

## 7 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Som sammanfattning är det enkelt att konstatera att de framtida kraven i USA och Kalifornien är mycket krångliga. Man bör också tillägga att den sammanställning som redovisats här endast utgör en bråkdel av det material som finns tillgängligt. Samtidigt är en genomgång av bestämmelserna en mycket tidskrävande process.

Även om de framtida EU-kraven utgör en påtaglig skärpning av avgasbestämmelserna i jämförelse med tidigare avgaskrav måste man i alla fall medge att de framtida kaliforniska LEV II bestämmelserna och de föreslagna federala Tier 2 kraven är strängare än de framtida EU-kraven. Speciellt påtagligt är detta för partikelemissionerna och i synnerhet för de lite tyngre lätta lastbilarna och bussarna. Även NO<sub>x</sub> kraven har också skärpts väsentligt för dessa fordon. Det torde vara synnerligen svårt att klara NO<sub>x</sub> och partikelkraven utan efterbehandling av avgaserna för diesellojdrivna fordon. Marknaden för diesellojdrivna personbilar i USA och Kalifornien är i dag mycket liten. Endast några få tillverkare finns representerade inom denna kategori (VW/Audi, Mercedes är en par av dessa). De amerikanska biltillverkarna har i och för sig visat en betydligt större aktivitet inom FoU på detta område vilket förebådat om en introduktion i större skala av diesellojdrivna personbilar. Det är möjligt att de kaliforniska LEV II kraven och de föreslagna federala Tier 2 kraven är en reaktion

mot detta då det är allmänt känt att både EPA och CARB är påfallande negativt inställda till dieseldrift. Även om försäljningen av diesellojdrivna personbilar varit försumbar under de senaste åren har i stället andelen diesellojdrivna lätta lastbilar och bussar (SUV mm) ökat ständigt. En marknadsandel av ca 30 % och däröver har noterats för vissa kategorier av dessa fordon. Eftersom denna kategori av fordon också tagit en stor marknadsandel av bilförsäljningen överhuvudtaget kan de beslutade och föreslagna kraven komma att ha en stor påverkan på marknaden. Mycket riktigt har också de största protesterna kommit från EMA, dvs organisationen för motortillverkarna. De flesta dieselmotorer till denna kategori av fordon härrör nästan uteslutande från en typ av motorer som i Europa skulle klassas som lastbilmotorer. Ofta certifieras sådana motorer både för kravnivåerna för motorer till tunga fordon (med emissioner i g/bhp-hr) och för kraven för fordon (emissioner i g/mile). Det är inte svårt att inse att kraven är mycket svårare att uppfylla med en motor på kanske 6 till 7 liters cylindervolymer i en stor van än för en liten personbil.

I dag säljs bilar som klarar ULEV kraven för personbilar i Kalifornien. Dessa bilar är som regel bensin- eller gasdrivna. Något enstaka fordon har även certifierats för SULEV kraven för lätta lastbilar och bussar. Det synes inte omöjligt att klara emissionskraven med bensindrivna bilar särskilt som kraven införs successivt och att det fortfarande är några år kvar tills bestämmelserna träder i kraft. Svårigheten består i att klara kraven med den typ av direktinsprutning av bensin som nu håller på att utvecklas och som kan ge en betydlig sänkning av bränsleförbrukningen. Avgasreningsteknik med konventionella katalysatorer fungerar inte väl (NO<sub>x</sub> rening) med det syreöverskott som finns i avgaserna från dessa motorer. För att den nya typ av katalysatorer som ny håller på att utvecklas krävs dock en bensinkvalitet med mycket låg svavelhalt. Det kan således vara möjligt att denna teknik inte vinner lika snabbt insteg i USA som t ex i Japan. Liknande problem finns även med dieselloja och som bekant finns i dag ingen kommersiell teknik för NO<sub>x</sub> rening för dessa motorer bl a beroende på att svavelhalten är mycket hög i dieselloja (med Sverige som undantag). Alternativa drivmedel har i detta sammanhang en betydande fördel eftersom svavelhalten är mycket låg för dessa drivmedel.

Man diskuterar i dag om huruvida emissionsfördelarna med hybridsystem (med konventionella kolvmotorer) och bränsleceller kan medföra ett genomslag i framtiden för dessa drivsystem med tanke på de kommande skärpta avgaskraven. Ecotraffic's bedömning är dock att de föreslagna avgaskraven i Europa och USA kan klaras med helt konventionella drivsystem för bensindrift. Skall de nya drivsystemen få ett stort genomslag är det sannolikt också andra fördelar (t ex bränsleförbrukning) som kommer att vara av störst betydelse.

## 8 REFERENSER

1. Glenn Dahl, MTC, personlig kommunikation, september 1999.
2. AAMA, ACEA, EMA, and JAMA: "World-Wide Fuel Charter", [www.acea.be](http://www.acea.be), 1998.
3. Internet hemsida: [www.lowsulfurfuel.com](http://www.lowsulfurfuel.com), 1999.
4. MathPro Inc.: "Refining Economics of Diesel Fuel Sulfur Standards.", Internet site: [www.lowsulfurfuel.com](http://www.lowsulfurfuel.com), 1999.



5. MathPro Inc.: "Refining Economics of 5 ppm Sulfur Standard for Gasoline in PADDs 1-3.", Internet site: [www.lowsulfurfuel.com](http://www.lowsulfurfuel.com), 1999.
6. Runo Ahnland (för Vägverket): "Partiklar – Trafik, hälsoeffekter och åtgärder.", Dokumentation från konferens i Stockholm den 6 maj 1999.
7. Ahlvik P. (Ecotraffic): "Characterization of emissions from cars with lean-burn and direct injection gasoline engines.", MTC Report MTC 9704, 1998.