

EN RAPPORT FÖR TRANSPORTSTYRELSEN

**MÖJLIGHETER TILL UPPGRADERING
AV MOTORER FÖR TUNGA FORDON
FÖR FÄRD I MILJÖZON
AVL MTC 9912
LENNART ERLANDSSON**

AVL MTC
2009/10



Slutrapport

1	BAKGRUND.....	5
2	INFÖRANDE AV MILJÖZONER I SVERIGE	6
3	FÖRORDNING (2006:1208) OM ÄNDRING AV TRAFIKFÖRORDNINGEN....	7
4	AVGASKRAV FÖR MOTORER SOM ANVÄNDS I TUNGA FORDON.....	9
5	ANPASSNING AV MOTORER	10
6	SYSTEM FÖR EFTERMONTERBAR AVGASRENING ("RETROFIT").....	11
6.1	SYSTEM FÖR ATT REDUCERA UTSLÄPP AV PARTIKLAR (PARTIKELFILTER).....	12
6.2	SYSTEM FÖR ATT REDUCERA UTSLÄPP AV KVÄVEOXIDER, (NO _x).....	13
6.2.1	Återcirkulation av avgaser (EGR).....	13
6.2.2	SCR - Selektiv Katalytisk Reduktion.....	14
7	(LAG)KRAV PÅ PARTIKELFILTER	15
7.1	VERT (SCHWEIZ, TYSKLAND, ÖSTERRIKE)	16
7.2	TYSKLAND.....	16
7.2.1	Vägavgifter "Maut-System" för lastbilar	16
7.2.2	Miljözoner.....	17
7.3	USA.....	17
8	SYSTEM FÖR GODKÄNNANDE/CERTIFIERING AV UTRUSTNING	17
9	KONTROLL AV ATT FASTSTÄLLDA KRAV UPPFYLLS	19
9.1	PROVNING AV MOTOR I MOTORPROVCELL	20
9.2	PROVNING AV FORDON PÅ CHASSIDYNAMOMETER.....	20
9.3	PROVNING AV FORDON PÅ VÄG.....	21
9.3.1	Betydelsen av vald körsträcka (test route).....	22
9.3.2	Beräkning av resultat.....	22
10	KONTROLL AV FORDON.....	23
10.1	I SAMBAND MED ÅRLIG KONTROLLBESIKTNING	23
10.2	I SAMBAND MED ANNAN KONTROLL.....	23
11	SLUTSATSER OCH PUNKTER ATT BEAKTA.....	24
	REFERENSER.....	26

Bilagor:

Presentationer av Svenska erfarenheter av ombordmätning

- 5th EURISEC – meeting
- BAQ 2008

Förkortningar

AUVA	The occupational health authorities of Austria
ASB	AB Svensk Bilprovning
BUWAL	The Swiss clean air authority/ Swiss Agency for the
CO	Kolmonoxid
CO ₂	Koldioxid
DDF	Diesel Dual Fuel
DG ENTR	Directorate General Enterprise
DG ENV	Directorate General Environment
DG JRC	Directorate General Joint Research Center
DPF	Diesel Particulate Filter
ECU	Electronic Control Unit
EEV	Enhanced Environmental friendly Vehicle
EGR	Exhaust Gas Recirculation
ESC	European Steady State Cycle
ETC	European Transient Cycle
FAME	Fettsyrametylestrar
g/km	gram per kilometer
g/kWh	gram per kilowatt hour
HC/THC	Kolväten/Totalkolväten
HDV	Heavy duty vehicles
IsC,	In-service Conformity (Hållbarhetsprovning)
LEZ	Low Emission Zone (Miljözon)
Mk-1, -2, -3	Olika miljöklasser för bränsle som marknadsförs i Sverige
NEDC	New European Driving Cycle
N ₂	Kväve
NO	Kväveoxid
NO ₂	Kvävedioxid
NH ₃	Ammoniak
NO _x	Kväveoxider
OBD	On-Board Diagnostic
PEMS	Portable Emission Measurement System
PM	Particulate Matter
SCR	Selective Catalytic Reduction
SEK	Svenska kronor
StVZO	Strassenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
SUVA	The occupational health authorities of Switzerland/ Swiss National Accident Insurance
VERT	Curtailling Emissions from Diesel Engines in Tunnel Construction

Sammanfattning

En justerad skrivning i Trafikförordningen har öppnat möjlighet att anpassa äldre motorer till en senare Euro klass. Möjligheten innebär att äldre fordon kan få brukas under förlängd tid för färd i miljözon. I samband med att miljözoner infördes (1996) i de tre största städerna i Sverige (Stockholm, Göteborg och Malmö) introducerades ett regelverk där fordon kunde brukas i zonen under 8 år, men då ett godkänt partikelfilter monterades kunde denna tid förlängas med ytterligare 4 år. I samband med senaste revideringen av kraven i miljözon slopades dock möjligheten att få förlängd utnyttjandetid i zonen genom att eftermontera avgasrenande utrustning. Från den 1 januari 2007 gäller att tunga lastbilar och bussar utrustade med teknik för drift endast med diesel får färdas i zonen i 8 år, men fordon som är godkända enligt kraven för Euro IV och V får färdas i zonen till och med 2016 respektive 2020. Denna justering av kraven har inneburit en minskad ekonomisk livslängd för fordon som trafikerar zonen och detta påverkar givetvis branschen på ett negativt sätt.

Branschen har sedan en tid uttryckt ett önskemål om att få en förklaring till vad som menas med begreppet ”anpassning” och vilka detaljerade krav som ställs på en sådan. Dessutom har fråga uppkommit om hur den handling som ska medföras i fordonet och som nämns i Förordning om ändring i trafikförordningen 2006:1208, 4 Kapitel, 24§ ska vara utformad.

Av skrivningen i Trafikförordningen framgår att motorer i fordon som har anpassats till att uppfylla emissionskraven för Euro IV alternativt Euro V/EEV får trafikera zonen till 2016 respektive 2002. Övriga krav, som exempelvis på avgasreningens hållbarhet och OBD-system nämns inte i Trafikförordningen och behöver tydligen inte uppfyllas.

Verifierande provning för att säkerställa att emissionskrav innehålls måste, för att vara 100% korrekta, genomföras på en separat motor i en motorprovcell. Ett sådant system får dock anses som oralistiskt och för kostsamt. Samtidigt som enbart en visuell kontroll av utrustning/anpassning inte kan sägas vara av tillräckligt hög kvalitet för att tillåta förlängd tid i miljözon för äldre fordon. En medelväg kan vara att tillämpa samma mätmetoder och provprotokoll som kommer att användas i samband med provning av fordon på väg (ombordmätning enligt PEMS-protokollet) enligt de krav som kommer att fastläggas för fordon som ska uppfylla kraven för Euro VI, och i viss mån, även för Euro V.

Denna mätmetod har utvecklats under de senaste 5 åren i samarbete mellan fordonsindustrin och EU's enhet för forskning och utveckling (DG JRC) när det gäller emissioner från fordon. Mätning av reglerade gasformiga utsläpp (CO, THC, NO_x) ingår i provprogrammet, och nästa steg i utveckling av mätmetoden är att inkludera mätning av partiklar. Då kraven som ställs på anpassade motorer är uppfyllande av emissionskraven för Euro VI ska alla reglerade föroreningar mätas.

En tillverkare av avgasrenande utrustning bör ansöka om ett (typ-)godkännande för att få möjlighet att installera utrustningen på fordon. En enkel administrativ procedur bör följa för att information om hur systemet fungerar säkerställs och ett system som garanterar acceptabel funktion på anpassningen under bilens livslängd bör introduceras.

Frågor som denna rapport inte besvarar är bland annat garantifrågor och vad som händer om ett fordon som anpassat motorn till högre Euro klass inte uppfyller dessa krav.

En fundamental fråga är dessutom om en anpassning av en motor över huvud taget ska accepteras även om den uppfyller emissionskraven för Euro IV/V/EEV, men med största säkerhet inte reducerar utsläppen när fordonet används i sin normala miljö.

1 Bakgrund

Genom Förordningen (2006:1208) om ändring i Trafikförordningen (1998:1276), har från 1 januari 2007 möjlighet öppnats enligt 23§ punkterna 4 och 5 att förlänga tid för färd i miljözon för vissa dieseldrivna tunga fordon.

I punkt 4 anges ”Fordon vars motor har anpassats för att uppfylla de emissionskrav som anges i punkten 2 får föras i miljözon till och med utgången av år 2016” och i punkt 5 anges ”Fordon vars motor har anpassats för att uppfylla de emissionskrav som anges i punkten 3 får föras i miljözon till och med utgången av år 2020”.

AVL MTC har fått i uppdrag av Transportstyrelsen att redogöra för hur en anpassning kan utföras och hur kontroll av emissions nivå kan utföras för att säkerställa att kraven i punkterna 4 och 5 är uppfyllda.

2 Införande av miljözoner i Sverige

Genom en ändring i Vägtrafikkungörelsen (1972:603) 1992, gavs kommuner möjlighet att förbjuda/begränsa tung trafik med vissa dieseldrivna fordon inom särskilt känsliga områden (miljözoner).

Första reella ansatsen att införa miljözoner för att förbättra luftkvalitet i stadskärnor gjorde år 1994. Den av regeringen tillsatta Trafik- och Klimatkommittén gav i februari 1994 konsultföretaget VBB VIAK i uppdrag att utföra en studie av utvidgade möjligheter för kommuner att införa miljözoner i tätorter. En rapport presenterades mars 1994 [1]. Av sammanfattningen framgår bland annat att miljözon är ett (av flera) redskap för att förbättra miljön i tätorter och skapa en marknad för renare och tystare fordon.

I januari 1994 utarbetades ett första förslag till att införa miljözoner i Stockholm. De tre städerna Stockholm, Göteborg och Malmö beslutade att förverkliga idén med miljözoner, och vid ett möte med Naturvårdsverket mars 1995 diskuterades hur ett system för miljözoner kan införas på lämplig sätt. Vid mötet deltog förutom representanter för Naturvårdsverket även representanter från Miljöförvaltningen Stockholm, Gatukontoret Malmö, Gatu- och fastighetskontoret Stockholm, Trafikkontoret Göteborg och AB Svensk Bilprovning.

De tekniska kraven som ställdes på tunga fordon som kunde framföras i miljözonen (från och med 1 april 1996) indelades i två grupper. En grupp som bestod av nyare fordon som var certifierade (godkända) i enlighet med det Europeiska systemet med olika miljöklasser (I, II eller III etc.) gällande prestanda på avgasemissioner. En annan grupp utgjordes av fordon som kunde färdas i miljözon enligt bestämmelser utfärdade av städerna om undantag (dispens). Generellt undantag, till och med år 2001, kunde ges till fordon som inte var äldre än 8 år, och till fordon som var äldre än 8 år under förutsättning att fordonet försetts med godtagbar eftermonterbar avgasreningssystem. I speciella fall eller för speciella fordon fanns dessutom ytterligare möjligheter till dispens. Mer information om miljözon finns att läsa i en rapport från Trafikkontoret Stockholm [2]

I samband med att miljözoner infördes, diskuterades om kraven på motorer monterade i äldre fordon skulle vara baserade på en procentuell reduktion av specificerade föroreningar (partiklar, kolväten och kväveoxider) eller om motorn vid prov skulle uppfylla strängare emissionskrav enligt gällande Europeiska avgaslagstiftning (specifika gränsvärden uttryckta i g/kWh). Då städernas och Naturvårdsverkets ambition var att premiera utrustning med hög potential att reducera utsläpp av partiklar förordades ett system med en procentuell reduktion av utsläppen. Detta är dessutom att föredra ur provningsteknisk synpunkt då det är lättare, och därmed enklare att prova ett fordon på chassidynamometer jämfört med att demontera en motor från ett fordon i bruk, prova motorn i en motorprovcell och därefter återmontera motorn i fordonet. I kraven för miljözon ingår även vissa krav på bullernivå från fordon.

Krav på den eftermonterbara avgasreningssystemen indelades i två nivåer, A och B. I praktiken innebar dessa krav antingen en oxiderande katalysator (kravnivå A) eller ett partikelfilter av typen ”wall-flow” (kravnivå B). AB Svensk Bilprovning (MTC) hade utsetts av städerna att utfärda godkännande av utrustningen. Denna provning utfördes vanligtvis också av MTC, men bestämmelserna var utformade så att även oberoende tredje parts laboratorier (Teknisk Tjänst) utanför Sverige i princip kunde utföra samma provning. MTC

skulle i sådant fall granska den tekniska rapport som utfärdades av det provande laboratoriet och därefter utfärda godkännandet.

De tekniska kraven för förlängd tid för att trafikera miljözon har ändrats under åren. Från och med år 2002 slopades kravnivå A, samtidigt som kraven på reduktion av kolväten höjdes från 60% till 80%. Dessutom infördes en ny kravnivå, C, som innebar en reduktion av utsläpp av kväveoxider. Anledningen var att vissa tillverkare av avgasrenande utrustning började intressera sig för att utveckla EGR-system. Dock har ingen sådan utrustning provats eller godkänts.

Kravnivå (undantag/dispens)	HC	Part.	NOx
A 1998-05-01 - 2001-12-31	Min 60%	Min 20%	
B 1998-05-01 - 2001-12-31	Min 60%	Min 80%	
B 2002-01-01 - 2006-12-31	Min 80%	Min 80%	
C 2002-01-01 - 2006-12-31	Min 80%	Min 80%	Min 35%

Tabell 1: Sammanställning, krav på eftermonterad utrustning

Tabell 1 visar de olika minimum kraven för reduktion (uppmätt före resp. efter montering av utrustning) av vissa föroreningar som krävdes för att få eftermonterbar utrustning godkänd för montering på fordon som utnyttjade möjlighet till att få utökad tid för färd i miljözonen genom undantag/dispens.

I samband med den senaste revideringen av krav i miljözon, gällande från 1 januari 2007, har möjligheten att förlänga tillåten tid för färd i miljözon genom att eftermontera godkänd avgasreningsutrustning enligt tidigare tillämpad praxis slopats. Detta i syfte att förändra regelverket från att ha varit baserat på ett fordon's ålder till att vara baserat på emissionsnivåer uttryckta som "Euro-klasser". Förändringarna av reglerna framgår av den reviderade Trafikförordningen (1998:1276) ändrad genom SFS 2006:1208. De krav som gäller idag för färd i miljözon framgår av en gemensam informationsfolder utgiven av Stockholm, Göteborg, Malmö och Lund [3].

Inte bara de tekniska kraven för färd i miljözon är ändrade. En klar fördel med ändringen i Trafikförordningen är också att kommuner genom en lokal trafikföreskrift själva kan besluta att ett särskilt miljökänsligt område inom tätbebyggt område ska vara miljözon (10 Kap, 1§). Vidare behöver en sådan miljözon inte särskilt utmärkas (10 Kap, 13§).

3 Förordning (2006:1208) om ändring av Trafikförordningen

Som tidigare framgått redovisas i den reviderade Trafikförordningen de nya kraven gällande för miljözon. 4 Kap 22-24§§ är nya paragrafer som införs.

I 22§ anges "*I en miljözon får sådana tunga bussar och tunga lastbilar som är utrustade med teknik för drift endast med diesel föras endast om första registrering, oavsett första registreringsland, skett under de senaste sex åren, innevarande år oräknat*". Vidare anges, "*Med diesel avses i detta avseende sådant dieselbränsle som får saluföras enligt lagen (2001:1080) om motorfordons avgasrening och motorbränslen*".

Av denna skrivning framgår inte klart om tunga fordon som drivs med ett annat bränsle än föreskrivet (Svensk diesel av Mk 1-, 2-, eller 3-kvalitet) är undantagna från krav i miljözon eller om de omfattas av kraven.

Denna skrivning kan jämföras med tidigare skrivning (2002 – 2006) då kraven gällde för dieselmotor drivna tunga lastbilar och bussar, dvs. så länge motorn arbetar enligt dieselprincipen gäller kraven, utan hänsyn tagen till det bränsle som för stunden används i fordonet. Med nuvarande skrivning kan därför en fordonsägare med ett fordon som är äldre än 8 år, enkelt fortsätta sin normala verksamhet i miljözonen endast genom att byte bränsle till ett som ligger utanför specifikationerna i SFS 2001:1080. Detta torde inte vara lagstiftarens avsikt. För att i viss mån undanröja denna risk bör hänvisning till SFS 2006:927 vara mer relevant då bilaga 5 definierar alternativa motorbränslen som är avsedda att ersätta dieselbränsle (FAME, Etanol och syntetiska dieselbränslen).

I 23§ regleras undantagen från kravet på ålder som anges i 22§. I korthet innebär detta att:

1. Dieseldrivna tunga fordon vars motorer är godkända enligt kraven för Euro II och III får färdas i miljözon i 8 år.
2. Fordon vars motorer (med kompressionständning, diesel och med gnisttändning, bensin – gas) är godkända enligt kraven för Euro IV får färdas i miljözon till och med 2016.
3. Fordon vars motorer (med kompressionständning, diesel och med gnisttändning, bensin – gas) är godkända enligt kraven för Euro V eller EEV får färdas i miljözon till och med 2020.
4. Fordon vars motorer har anpassats för att uppfylla emissionskraven för Euro IV får färdas i miljözon till och med 2016.
5. Fordon vars motorer har anpassats för att uppfylla emissionskraven för Euro V eller EEV får färdas i miljözon till och med 2020.

I 24§ anges vilka krav som ställs på dokumentation som ska medföras vid färd i miljözon. För fordon vars motor har anpassats anges ”**Vid färd i miljözon med ett fordon vars motor har anpassats enligt vad som anges i 23§ 4 och 5, ska handlingar som visar att fordonet efter anpassningen uppfyllde angivna emissionskrav medföras i fordonet**”

Senaste justering av texten i Trafikförordningen öppnar enligt 23§ därmed möjlighet till att anpassa äldre motorer till att möta skärpa krav på avgasemissioner. Med en vid tolkning av begreppet ”anpassning” (av en motor) kan detta innebära allt ifrån en enkel modifiering eller justering av befintliga komponenter eller kalibrering av styrelektronik till en avancerad lösning där i princip hela (diesel-)motorn byggs om. I begreppet ”anpassning” torde också en ombyggnad av motorn för att använda andra bränslen kunna inrymmas. (exempelvis diesel → gas, diesel → diesel dual fuel).

I detta sammanhang är det också viktigt att förstå att kravet i Trafikförordningen enbart gäller att vissa emissionsnivåer ska uppnås och inte att en anpassad motor ska vara (mer eller mindre) identisk med en produkt som tillverkaren av en motor redan har i produktion. Givetvis kommer produkter som idag är kända som eftermonterbar avgasrenande utrustning att förekomma. (Oxiderande katalysatorer, partikelfilter, utrustning för att reducera NO_x. Inget sägs i förordningen om vem som har rätt eller möjlighet att utföra denna anpassning inte heller vilka garantier som en anpassad motor omfattas av.

Hur handlingar som nämns i 24§ ska vara utformade och vem som är behörig att utfärda sådana handlingar framgår inte heller av Trafikförordningen.

4 Avgaskrav för motorer som används i tunga fordon

Sveriges medlemskap i Europeiska Unionen medför att samma emissionskrav gäller i Sverige som i övriga Europa. Kraven specificeras i EG Direktiv och beroende på tidpunkt för registrering av fordon gäller olika emissionskrav. Dessa krav betecknas som "Euro klasser", och framgår i huvudsak av nedanstående sammanställning

Euroklass	Ikraftträdande	CO	HC	NOx	Partiklar
Euro I	1992 < 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,61
	1992 > 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,36
Euro II	1996.10	4,0	1,1	7,0	0,25
	1998.10	4,0	1,1	7,0	0,15
Euro III	2000.10	2,1	0,66	5,0	0,1
Euro IV	2005.10	1,5	0,46	3,5	0,02
Euro V	2008.10	1,5	0,46	2,0	0,02
EEV	1999.10	1,5	0,25	2,0	0,02
Euro VI	2013.01	1,5	0,13	0,4	0,01

Tabell 2: Gränsvärden (g/kWh) för tunga motorer (vid stationär provning)

Euroklass	Ikraftträdande	CO	NMHC	CH ₄ ¹⁾	NOx	Partiklar
Euro III	2000.10	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16
Euro IV	2005.10	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
Euro V	2008.10	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03
EEV	1999.10	3,0	0,4	0,65	2,0	0,02
Euro VI	2013.01	4,0	0,16 ²⁾	0,5	0,4	0,01

¹⁾ Endast för gasdrivna motorer

²⁾ För dieseldrivna motorer THC

Tabell 3: Gränsvärden (g/kWh) för tunga motorer (vid transient provning)

De krav som gäller för motorer som används i tunga fordon utgörs inte bara av maximalt tillåtet utsläpp av vissa specificerade föroreningar. I det dokument som hänvisas till i gällande Trafikförordning (Europaparlamentets och rådets direktiv 2005/55/EG) framgår att inte bara emissionsnivåer ska uppnås, utan krav ställs även på att motorer ska uppfylla krav på avgasreningssystemets hållbarhet och att ett system för omborddiagnos (OBD) finns. Dessutom finns ett speciellt krav på avgasreningssystem av "senaste generationen" (SCR) för att reducera utsläpp av NO_x uttryckt som ett "utsläppskontrollsystem som använder reagenser som kan konsumeras". I praktiken innebär detta ett krav på ett system som övervakar "SCR-systemet" för att säkerställa korrekt funktion.

I Trafikförordningen anges när det gäller motorer som anpassats för att "uppfylla de emissionskrav som anges i punkten 2" respektive "uppfylla de emissionskrav som anges i punkten 3". I punkterna 2 respektive 3 anges "Fordon vars motor vid tidpunkten för typgodkännande, registrering eller ibruktagande uppfyllde minst de emissionskrav som anges i Europaparlamentets och rådets direktiv 2005/55/EG av den 28 september 2005 om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om åtgärder mot utsläpp av gas- och partikelformiga föroreningar från motorer med kompressionständning som används i fordon samt mot utsläpp av gasformiga föroreningar från motorer med gnisttändning drivna med naturgas eller gasol vilka används i fordon, rad B.1 i tabellerna i punkt 6.2.1 i bilaga 1, får föras i miljözon....". motsvarande skrivning finns även i punkt 3, men där är

referensen i stället ”rad B.2 eller rad C i tabellerna i punkt 6.2.1....”. I praktiken motsvarar referenserna Euro IV (rad B.1), Euro V (rad B.2) och EEV (rad C). Om tolkning av denna skrivning ska vara att en anpassad motor enbart behöver uppfylla emissionskraven i form av maximalt tillåtet utsläpp för motsvarande Euro klass, eller om motorn även ska uppfylla övriga krav för gällande Euro klass framgår inte klart.

5 Anpassning av motorer

Som tidigare diskuterats lämnar den modifierade Trafikförordningen öppet för anpassning av äldre motorer till att uppfylla senare års emissionskrav (Euro klasser). Av förordningen framgår att lägsta nivå som en anpassning måste uppfylla, är att kraven för Euro IV uppnås. I teorin innebär detta att motorer som ursprungligen är godkända enligt krav för Euro II och Euro III kan bli föremål för anpassning/modifiering. Då tunga fordon vars motorer uppfyller kraven för Euro II endast får föras i miljözon till och med utgången av år 2009, torde det vara få fordonsägare som har för avsikt att anpassa en sådan motor från Euro II till Euro IV. Dessutom kan man också ifrågasätta om lämpligheten av att använda ett tungt fordon i miljözon registrerat alternativt tagits i bruk senast år 2000 fram till och med utgången av 2016. År 2000 kunde inte lägre fordon med Euro II motorer sättas i trafik då kraven för Euro III blev obligatoriska.

Av Tabell 2 och 3 framgår vilka emissionskrav som gäller för de olika Euro klasserna. Av Tabell 4 framgår den procentuella skillnaden mellan de olika kravnivåerna. Tabellen kan ge en viss information om med hur många procent de olika föroreningarna måste reduceras för att uppnå en högre Euro klass. Givetvis bör man också beakta att emissioner från en ny motor som provas enligt bestämmelserna inte behöver ligga nära gällande gränsvärden, samt att alla motorer är föremål för viss försämring över tid av emissionsprestanda. Om denna försämring är linjär mot tillryggalagd vägsträcka eller ålder på fordonet är ovisst. Vanligtvis är försämringen beroende på en kombination av körsträcka och den kvalitet på regelbunden service som fordonet får.

Anpassning av motor	Procentuell reduktion av utsläpp			
	CO	HC	NO _x	Partiklar
Euro II → Euro IV	~ 60	~ 60	~ 50	~ 90
Euro II → Euro V	~ 60	~ 60	~70	~ 90
Euro III → Euro IV	~ 30	~ 30	~ 30	~ 80
Euro III → Euro V	~ 30	~ 30	~ 60	~ 80
Euro III → EEV ¹⁾	~ 45	~ 50	~ 60	~ 90

¹⁾ Under transient provning

Tabell 4: Procentuell skillnad mellan Euro klasser

Erfarenhet visar att utsläppen av CO och HC från en dieselmotor i normala fall inte är något problem. Problemområdet är i stället utsläpp av kväveoxider och partiklar vilket kan åskådliggöras med Bild 1. Dieselmotorn har genomgått en stor utveckling under de senaste 10 – 20 åren, då man genom ändrad design har åstadkommit dramatiska sänkningar av utsläppen av både NO_x och partiklar. Detta samtidigt som även bränsleförbrukningen har minskat. De viktigaste ändringarna på motorer har varit modifieringar av insprutningssystem, sätt att tillföra luft, utformning av förbränningsrummet, återföring av avgaser (EGR), och bättre elektroniska kontrollsystem för att styra förbränningsförloppet.

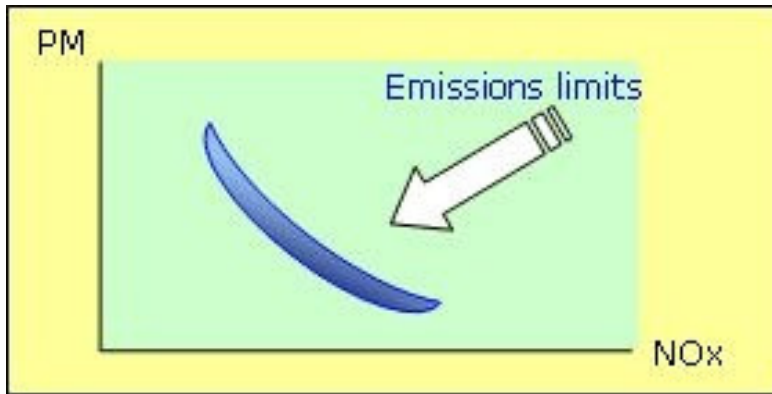


Bild 1: "Trade-off" PM - NO_x

Än idag fortsätter motortillverkarna att jobba aktivt på att förbättra grundutförandet av dieselmotorn, men för att möta ännu högre avgaskrav för nya motorer i samband med godkännandeprocessen kan/måste motorfabrikanten välja teknik för att rena avgaserna även sedan de lämnat motorn "aftertreatment". Vissa avgasreningssystem avlägsnar främst NO_x medan andra tar bort partiklar. Genom att anpassa motordesign till efterbehandlingssystemet kan man t ex välja att öka motorns NO_x-utsläpp samtidigt som partikelemissionerna minimeras och välja ett efterbehandlingssystem som avlägsnar NO_x, eller göra tvärtom, minimera NO_x-utsläppet och välja ett partikelfilter som efterbehandlingssystem.

Då en tillverkare utvecklar en motor som ska monteras i nya fordon sker utvecklingen i regel som ett helt koncept när det gäller motorer som ska uppfylla strängare krav. Detta illustreras av Bild 2.

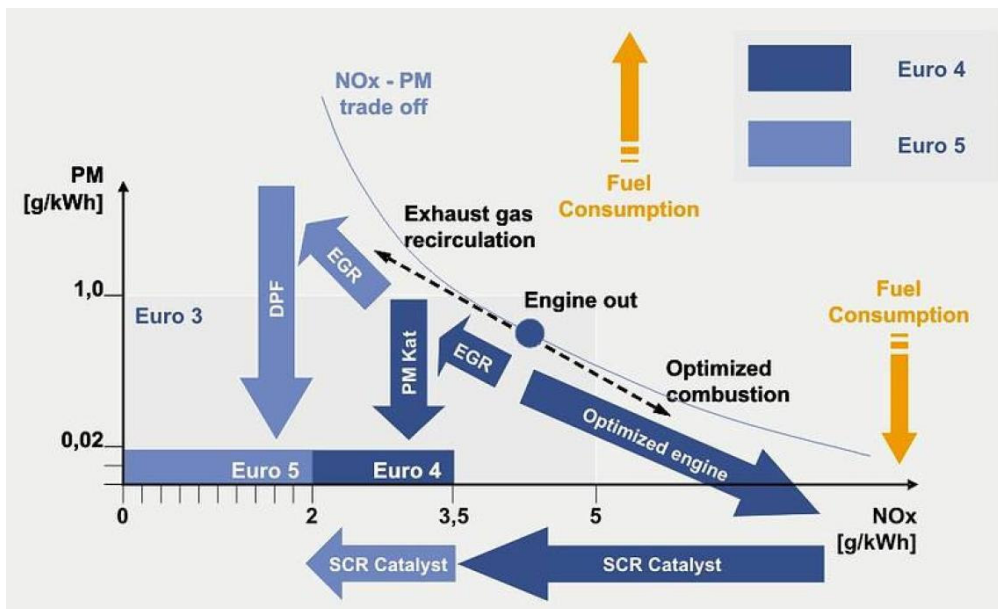


Bild 2: Olika principiella metoder att uppnå emissionsnivå för Euro IV/V

6 System för eftermonterbar avgasrening ("Retrofit")

När det gäller att anpassa motorer monterade i fordon som redan är i bruk, är situationen en helt annan. För äldre motorer finns små möjligheter att på ett kostnadseffektivt sätt uppnå samma låga emissionsnivåer som högre Euro klasser. Av Tabell 4 framgår tydligt att det för

motorer godkända enligt kraven för Euro II är betydande reduktioner som måste uppnås för i stort sett samtliga emissioner. För motorer ursprungligen godkända mot kraven för Euro III krävs största reduktionen för partikel emissioner och för reduktion av kväveoxider, framför allt för att uppnå Euro V kraven. I båda fallen krävs avancerade metoder för denna reduktion och det kan starkt ifrågasättas på rent tekniska grunder om det över huvud taget är möjligt att anpassa en Euro II-motor till att uppfylla kraven för Euro IV/V. Förmodligen kommer det att kräva modifiering av motorns styrsystem, systemet för bränsleinsprutning och eventuellt också modifiering/utbyte av kolvar dessutom som efterbehandlingssystem för reduktion av både partikel emissioner och kväveoxider måste installeras.

I samband med att miljözoner och tillhörande krav introducerades bildades en referensgrupp 1996. Arbetet i denna grupp skulle säkerställa att de städer som införde miljözoner skulle tillämpa bestämmelser på samma sätt samt att svara för att en gemensam policy utarbetades. Referensgruppen fick därför ta emot ett stort antal ärenden som diskuterades och beslutades. I gruppen behandlades två fall där tillverkare av motorer inom sina egna verkstäder skulle "uppgadera" motorer från Euro I till Euro II. Som framgår av Tabell 2, är den procentuella skillnaden mellan dessa olika Euro klasser väsentligt lägre än de krav som i praktiken kommer att gälla för motorer som anpassas till att möta Euro IV krav.

För att styrka en uppgradering från Euro I till Euro II erbjöd sig berörd tillverkare att genom undertecknandet av ett "Emission Upgrade Certificate" intyga att specificerad motor i specificerat fordon genom utbyte av ett antal specificerade "software components" uppfyller kraven för Euro II. Denna lösning blev dock aldrig någon succé och möjligheten drogs tillbaka av motortillverkaren.

Intressanta frågor i detta sammanhang är vem som ska ha möjlighet att anpassa en motor, och ikläder sig ansvar för detta, eller om "vem som helst" ska kunna anpassa en motor "hur som helst" givet att gällande emissions gränser inte överskrids. Dessutom hur ska kontroll utföras och av vem för att verifiera emissionsnivån?

Nedan följer en översiktlig beskrivning av den teknik som kan tänkas användas, då det gäller eftermonterbar avgasrening och för att uppfylla kraven för Euro IV. En anpassning av en motor till att möta kraven för en högre Euro klass kan dock teoretiskt utföras på ett annat sätt genom exempelvis en genomgående förändring av "hela motorn". I praktiken kommer förmodligen inte den typen av anpassning att förekomma då kostnader förmodligen blir allt för höga.

6.1 System för att reducera utsläpp av partiklar (Partikelfilter)

Partikelfilter kan delas in i två stora grupper, dels "closed filter" med en förmåga att reducera partiklar med mer än 90% och dels "open filter" med en förmåga att reducera partiklar med 20-40%. "Closed filter" betecknas många gånger som BAT (Best Available Technology), medan "open filters" i vissa fall kan vara tillräckligt effektiva för att en tillverkare kan lyfta emissionsprestanda från en Euro klass till nästa högre Euro klass i kombination men andra åtgärder i/på själva motorn. Ett argument som förs fram under åren är att en tillverkare kan nöja sig med att installera ett "open filter", medan filter som eftermonterbar utrustning alltid har handlat om "closed filter". I det följande diskuteras endast den senare typen av filter då dessa är enda möjligheten att nå en högre Euro klass i samband med en eftermontering (utan att modifiera motorn)

Partikelfilter (i samband med retrofit) är filter som installeras i avgassystemet och som fysiskt fångar partiklar i avgaserna innan de lämnar avgasröret. Typen av filter kallas "wall-

flow”, ”full-flow” eller ”closed-filter”. När filtret efter en tid fylls med partiklar blir genomströmningssmotståndet allt högre och behovet av att tömma filtret ökar. Tömningen sker genom att de uppsamlade partiklarna antänds och därmed oxideras till gaser. Denna avbränningsprocess av uppsamlade partiklar kallas filterregenerering. Filterregenereringen kan göras på flera olika sätt, antingen som en passiv regenerering eller som en aktiv regenerering. I praktiken kan sägas att en passiv regenerering kan fungera på Euro II/III motorer då avgasemissioner ut från motorn i regel är så höga att den kemiska reaktionen som behövs kan genomföras utan aktiv inverkan. För senare motorer (Euro III/IV →) fungerar inte den passiva regenereringen tillfredsställande då ”engine-out” emissioner är så låga att den önskade reaktionen aldrig uppstår. Problemet kan då lösas genom att på olika sätt öka filtertemperaturen till en nivå där sotet oxiderar, så kallad aktiv regenerering.

Moderna filter kan minska emissioner av partiklar med ungefär 90-95% eller till och med mer. Förutsatt att filtret underhålls enligt anvisningarna och att bränsle med låg svavelhalt används har hållbarhet på 90% reduktion påvisats i fall där fordonet/motorn körts mer än 600 000 km.

Begränsningar och svårigheter med partikelfilter

Filter med aktiv regenerering är betydligt mer komplicerade än passiva system. De kräver mer hårdvara (värmare, brännare,...), sensorer samt tillgång till motorns styrsystem för att starta och kontrollera regenereringsprocessen. Dessutom medför dessa system i regel högre något högre bränsleförbrukning i och med ökat energiuttag för att åstadkomma de höga regenereringstemperaturerna.

I förslaget till framtida lagstiftning (Euro VI) övervägs även om maximalt tillåten andel av NO₂ av totala utsläppet av NO_x ska införas. Detta kan innebära att nya krav måste ställas på eftermonterade partikelfilter. Redan idag finns ett förslag till krav (gällande för Amsterdam) att andelen NO₂ inte får överstiga 20% av totala utsläppet av NO_x. Tidigare versioner av partikelfilter kunde dock under ogynnsamma belastningsfall innehålla upp till 60% NO₂ av totala utsläppen av NO_x. Detta kan på ett dramatiskt sätt kan påverka halter av NO₂ i omgivningsluft, speciellt i tunnlar.

Vi har dock erfarit att NO_x emissioner i avgasröret kan uppvisa höga andelar NO₂ (upp till 50%) där partikelfilter har kombinerats med NO_x reducerande utrustning (SCR) för att lyfta emissionsprestanda från Euro III → Euro V. Vad detta i detalj beror på bör undersökas närmare.

Partikelfilter kräver regelbunden rengöring då aska avlägsnas. Rengöringen kan variera från en avancerad rengöring med specialutrustning till en enkel tvättning med vatten. Vissa tillverkare rekommenderar att filtret vänds regelbundet. Typiska rekommendationer från tillverkare är att service på filtret utförs ca en gång per år, men är beroende på fordonets körförhållanden.

6.2 System för att reducera utsläpp av kväveoxider, (NO_x)

6.2.1 Återcirkulation av avgaser (EGR)

EGR (Exhaust Gas Recirculation) är ett effektivt sätt att minska utsläppen av kväveoxider från dieselmotorer genom att återföra en del av avgaserna till motorn. När avgaserna återförs till insugningsluften minskar syrehalten samtidigt som värmekapacitiviteten höjs något. Det

leder till att förbränningstemperaturen sänks och mindre NO_x bildas. EGR innebär alltså inte någon katalytisk reaktion.

EGR ökar bränsleförbrukningen med några procent, om inte motorn som helhet anpassas till tekniken. Problemen vid utveckling av system är främst att utveckla styrsystem som ger rätt prestanda och emissioner för alla upptänkliga driftsförhållanden. EGR-system var vanligt förekommande på bensindrivna personbilar under 1970- och 1980-talet, men används idag mest på tunga dieselmotorer.

Sänkningen av syrehalten gör att det finns risk för en ökning av partikelmängden. Därför är det viktigt att kunna styra mängden EGR vid olika motorbelastningar och att använda ett partikelfilter.

6.2.2 SCR - Selektiv Katalytisk Reduktion

Katalytisk reduktion av NO_x innebär en omvandling till kväve (N₂) och syre (O₂) med hjälp av en särskilt utformad katalysator och ett reduktionsmedel som tillsätts före katalysatorn.

Den mest förekommande reducerande kemikalien är ammoniak (NH₃) vanligen i form av urea. Urea lagras ombord på fordonet och omvandlas till ammoniak i samband med reduktionen. Vanlig marknadsbeteckning på reduktionsmedlet i Europa är AdBlue.

En förutsättning för att SCR-system ska fungera är att avgastemperaturerna kan hållas på en tillräckligt hög nivå. Om avgastemperaturen sjunker under 200°C (körning i utpräglad stadstrafik) är SCR-systemet inte längre aktivt och reduktionsgraden av NO_x är lika med noll.

Potentialen för SCR-katalysatorer är hög (OEM applikationer ca 90%, för retrofit 60-80%) och reducerar förutom NO_x, även HC (upp till 80%) och partiklar (20-30%) på dieselmotorer.

När SCR introduceras anses dessa reducera bränsleförbrukningen något. I och med introduktion av ett mer effektivt system för att reducera NO_x kan verkningsgraden på motorn ökas något och därmed reducera bränsleförbrukningen. Det något högre utsläppet av NO_x tas därefter effektivt hand om av SCR-systemet. Risk finns tyvärr att om SCR-systemet av någon anledning inte fungerar kan motorn släppa ut NO_x emissioner jämförbara med en Euro II/III motor. Total driftskostnad är troligtvis ungefär som för andra fordon eftersom man även måste väga in kostnad för urea.

Begränsningar och svårigheter med SCR

Systemets funktion vid kall väderlek kan ifrågasättas om tillverkare inte infört särskilda lösningar, då urea fryser vid -11°C.

Trots att NO_x kan minskas till låga nivåer så innebär tekniken flera praktiska utmaningar som påfyllning, lagring och krav på nätverk för distribution av urea etc. Vid fabriksmontering av SCR-system ställs höga krav på övervakningssystem (OBD)

Som tekniska utmaningar kan nämnas en komplicerad hantering av urea och dess dosering, behov av höga temperaturer för att katalysatorn ska fungera effektivt, kontroll av ammoniaköverskott under transienta förhållanden och storleken på katalysatorn.

SCR utan partikelfilter kan släppa ut mer små partiklar än utan. Därför används den ofta i kombination med ett partikelfilter.

Ammoniak i omgivningsluft kan bilda sekundärpartiklar och av den anledningen kan det bli aktuellt att även en "ammoniakslipkatalysator" användas. Kraven för Euro VI omfattar även gränsvärden för NH₃ vilket i praktiken kan innebära att en katalysator speciellt måste anpassas för att möta dessa krav.

7 (Lag)krav på partikelfilter

Inom EU har röster höjts för att skapa ett system med gemensamma krav för retrofit av bilar i bruk. I ett försök att redovisa möjligheter och tänkbara lösningar har på uppdrag av DG Environment en rapport [4] publicerats. I rapporten redovisas dels en sammanställning av olika tekniska åtgärder och dels en policy som bland annat omfattar en EU gemensam plan för införande av ett system för certifiering av lösningar för retrofit. Värt att notera är att inom begreppet "retrofit" ryms i detta fall allt ifrån modifiering av dieselbränsle (water emulsion) till en komplicerad lösning där en konventionell dieselmotor byggs om för att kunna använda en kombination av diesel och gas som drivmedel (diesel dual fuel, DDF).

Rapporten behandlar möjligheten att genom montering av eftermonterbar utrustning reducera skadiga emissioner med en procentuell andel på motorer godkända fram till och med kraven för Euro III. Då kraven som anges i den ändrade Trafikförordningen är lägst Euro IV är endast ett fåtal av lösningarna relevanta. I policy delen av rapporten finns dock synpunkter som är värda att beakta i nu aktuellt Svensk perspektiv. Följande punkter kan därvid vara av intresse:

- Lösningar för retrofit måste certifieras/godkännas för att verifiera att "de håller vad de lovar"
- Krav ska vara tydligt utformade med avseende på om en procentuell reduktion av vissa specificerade föroreningar ska uppnås eller om fastställda gränsvärden (Euro klasser) ska uppfyllas när utrustning monteras. (I nu aktuellt fall är det redan fastslaget att kravnivå lägst Euro IV ska uppnås)
- Det ska klart framgå var den tänkta reduktionen av utsläpp i huvudsak ska uppnås. (I detta fall inom miljözon)
- Överväganden bör göras om (i detta fall) endast emissionsnivåer ska uppnås vid anpassning av motorer eller om också samma krav på eftermonterbar utrustning som på fabriksmonterad utrustning ska ställas vad avser hållbarhet och OBD-system.
- Ett certifieringssystem och därtill hörande krav bör inte strida mot övrig lagstiftning inom EU
- Erfarenhet visar att krav på produkter alltid måste följas upp med någon form av efterkontroll (av produkter i bruk) för att uppnå de satta målen.

I Europa finns redan ett antal system för eftermontering av avgasrenande utrustning för motorer som används i tunga fordon och i arbetsmaskiner. Alla typer av eftermonterbara efterbehandlingsystem är mycket beroende av beskattnings- eller bonussystem eller annan typ av motivation som t ex miljözoner för att kunden ska se det som en lönsam investering. Då detta införs öppnas en ny marknad för eftermonterbar utrustning och risken finns att några tillverkare försöker tjäna snabba pengar med dåliga tekniska lösningar. Det är svårt att skapa certifieringssystem som skapar en rimlig balans mellan insats (tid, pengar) och som samtidigt säkerställer att bara "bra" teknik når marknaden.

7.1 VERT (Schweiz, Tyskland, Österrike)

Mest spridning i Europa har de av arbetsmiljömyndigheterna i Schweiz, Österrike och Tyskland: SUVA, AUVA och TBC, tillsammans med Schweiziska luftvårdsmyndigheten BUWAL införda kraven enligt "VERT protocol" för att säkerställa funktion av eftermonterad utrustning i form av partikelfilter som krävs på dieseldrivna lastbilar, bussar och arbetsmaskiner.

Proceduren för verifiering av prestanda innehåller provning enligt transienta och stationära provcykler samt krav på hållbarhet som verifieras efter 2000 timmars normal drift. Kraven är inriktade på att mäta den "mekaniska" förmågan att reducera utsläpp partiklar (massa och antal) uttryckt i procent. Provning garanterar inte god reduktion när filtret används i normal omfattning installerat i ett fordon. I nu aktuellt fall med krav i miljözon kan således VERT systemet inte användas då det inte kan verifiera uppfyllande av emissionsgränser enligt Euro klasser och reduktion av NO_x inte omfattas av programmet.

Filter som klarar kraven anges i speciell förteckning. Endast filter som klarar hela verifikationsproceduren anses som godkända för användning och får komma med på "VERT's filterlista". Mer information finns på VERT hemsida [5]

7.2 Tyskland

Enligt uppgift från Transportministeriet i Tyskland finns två olika system för att anpassa motorer i äldre tunga fordon till att uppfylla senare europeiska avgaskrav. Dessa beskrivs överskådligt nedan.

7.2.1 Vägavgifter "Maut-System" för lastbilar

I Tyskland har ett system för vägavgifter för lastbilar och lastbils kombinationer med en totalvikt över 12 ton införts från och med 1 januari 2005. Vägavgiftens storlek är beroende på tillryggalagd vägsträcka, antal axlar och lastbilens Euro klass. Lastbilar som i efterhand utrustats med partikelreducerande anordningar betalar en reducerad avgift. Mer detaljerad information om detta system finns på hemsidan för Toll Collect [6], som har fått uppdraget av den tyska regeringen att ta fram ett korrekt vägavgiftssystem, som beräknar och debiterar avgifterna motsvarande den delsträcka som har körts.

Motorer som används i äldre fordon har möjlighet att uppgraderas inom vissa gränser för att därigenom komma i åtnjutande av lägre kilometerskatt. Vad som är praktiskt möjligt att genomföra är att montera partikelfilter och därmed reducera utsläpp av partiklar till att möta kraven för högre Euro klasser. Gällande krav är nationella och finns angivna i Annex XXVII av StVZO [7]. Efter montering av utrustning för efterbehandling av avgaserna måste fordonet genomgå en registreringsbesiktning och uppgifter om monterad utrustning förs in i fordonets registreringshandlingar. Ansökan om reducerad vägavgift kan därefter göras till Toll Collect. I nuvarande system är det endast möjligt att montera utrustning för uppfyllande av kraven för Euro V.

Om någon vill bygga om, anpassa eller modifiera en motor på annat sätt än att montera ett partikelfilter, exempelvis genom montering av en NO_x-reducerande utrustning (SCR, EGR) så måste motorn genomgå identisk provning som vid det ursprungliga godkännandet, certifieringen, av motorn. Kraven som gäller i ett sådant fall omfattar krav både på OBD-system och hållbarhet på det avgasrenande systemet. I praktiken har endast ett mycket begränsat antal motorer/fordon anpassats på detta sätt då det inte är kostnadseffektivt. Systemet med uppgradering av motorer med början från Euro I och som det tillämpas i

Tyskland är således inte lämpligt och anpassat för att på ett enkelt sätt tillgodose nuvarande skrivning i Trafikförordningen.

7.2.2 Miljözoner

För att kunna trafikera en miljözon måste ett fordon tillhöra rätt ”grupp”. Det finns fyra olika grupper av fordon beroende vilken Euro klass som fordonet uppfyller. Högsta avgasklassen har ett grönt kontrollmärke, och därefter följer gult märke och rött märke. Fordon som tillhör den grupp med de lägst ställda emissionskraven har inget märke. Om fordonet har ett grönt märke innebär det rätt att färdas i samtliga miljözoner (i Tyskland) medan fordon med gula eller röda märken har begränsat tillträde.

Det är möjligt att uppgradera ett fordon till en ”högre nivå” på märket, men enda tillåtna uppgraderingen är att montera ett partikelfilter. Det är inte tillåtet att byta motorer eller att göra andra ändringar.

I likhet med ”Maut-systemet” förs information om eftermontera partikelfilter in i fordonets registreringshandlingar, men detta kan endast utföras av ett auktoriserat företag. Även i detta fall är gällande krav nationella och finns angivna i Annex XXVII av StVZO [7]. Annexet är dock notifierat i EG (dokument 2006/595/D). Den praktiska verifieringen av prestanda på filter kan endast utföras av ett ackrediterat test organ som exempelvis TÜV. Inga kompletterande krav ställs på hållbarhet på det eftermonterbara systemet då grundmotorn inte får ändras. En eftermonterbar avgasrenande utrustning får inte påverka OBD-systemet, och det är således inte tillåtet att montera sådana system.

7.3 USA

Även i USA finns system för eftermontering av avgasrenande utrustning på dieseldrivna tunga fordon och arbetsmaskiner. Krav finns fastställda både på Federal nivå och i delstaten Kalifornien. Närmare beskrivning av dessa system finns på Internet. [8], [9] och [10]. I USA omfattar begreppet ”Retrofit” dels vad vi i Europa kallar eftermonterbar avgasrenande utrustning, men dessutom åtgärder relaterat till det bränsle som används.

8 System för godkännande/certifiering av utrustning

I ett tänkt system för certifiering av eftermonterbar avgasrening (eller annan typ av anpassning) bör en tillverkare av utrustning ansöka om ett godkännande. En ansökan ska åtföljas av en utförlig beskrivning om hur systemet är tänkt att fungera samt en detaljerad monteringsanvisning som visar hur utrustning/komponenter ska monteras i fordonet. Beskrivningen ska även innehålla information om hur ingående komponenter ska kunna identifieras (artikelnummer) på ett enkelt sätt när de är monterade i fordonet. Ansökan ska även klart redogöra till vilka fabrikat/typer/modeller av motorer som utrustningen är avsedd. Om möjligt bör en ansökan kompletteras med tekniska rapporter där det av resultat från provning framgår vilka emissionsnivåer som uppnås med monterad utrustning. För att underlätta för en leverantör av utrustning att begära godkännande av avgasrenande utrustning bör fastställda formulär användas i samband med ansökan och där kraven på dokumentation framgår.

En ansökan bör dessutom innehålla kontaktinformation för en juridisk person (i Sverige) som är ansvarig gentemot både köparen av utrustning och den övervakande myndigheten i fall där utrustning inte fungerar tillfredsställande.

I ett system för certifiering ska det klart framgå av informationsmaterial vem som är ansvarig för ställda krav, till vem en ansökan ska ställas och vem som är slutgiltigt ansvarig för att utfärda ett godkännande. Ett system som kan vara lämpligt att överväga är nuvarande system inom EU där godkännande myndighet och teknisk tjänst är definierade.

Innan ett godkännande utfärdas är det lämpligt att verifierande provning av utrustningen genomförs. Provning ska i detta fall utföras av oberoende tredje part laboratorium exempelvis någon teknisk tjänst i Europa. Det är då väsentligt att provförfarande och provprocedurer är noga specificerade för att lättare kunna bedöma provresultat.

Ovan beskrivet system för godkännande tillämpades i huvudsak under åren 1996 – 2006, då de städer som införde miljözoner ställde kraven och ansvarade för utformning och tillämpning av bestämmelser. Teknisk granskning och verifierande provning utfördes av AB Svensk Bilprovning, Motortestcenter.

Ett system för certifiering bör vara kopplat till någon form av sanktioner, dvs. tillverkaren av utrustningen ska vara ansvarig för sin produkt under hela livslängden. Om det i samband med efterkontroll eller annan uppföljning av system/produkt uppdagas att utrustningen inte fungerar eller på annat sätt inte uppfyller fastställda krav, bör möjlighet finnas att kräva korrigerande åtgärder eller att försäljningen stoppas.

När formalia är uppfyllda och verifierande provning är utförd kan ett godkännande utfärdas. Ett sådant godkännande är tillämpligt för i ansökan specificerade produkter/komponenter till de i ansökan specificerade motorer från angivna tillverkare. Godkännandet kan anses vara ett typgodkännande. Efter att ett godkännande har utfärdats kan en tillverkare av eftermonterbar avgasrenande utrustning marknadsföra och sälja densamma.

För att säkerställa att rätt utrustning är monterad på rätt fordon bör en kontroll av varje bilindivid genomföras. I det tidigare systemet för miljözoner, när avgasrenande utrustning kunde monteras, utfördes denna kontroll av AB Svensk Bilprovning (ASB) genom en särskild förrättning. Kontrollen utgjordes dels av en monteringskontroll dvs. att utrustning monterats på rätt sätt och i enlighet med monteringsanvisningen och dels identifiering av att utrustning överensstämmer med uppgifter som inlämnats i samband med ansökan om godkännande. Efter denna kontroll utfärdade ASB ett intyg som därefter sändes till någon av städerna som tillämpade systemet med miljözoner och ett kontrollmärke att fästa på bilens vindruta kunde översändas till fordonsägaren.

Målsättningen var att i samband med kontrollen också få möjlighet att föra in uppgifter i bilens registreringshandling och i fordonsregistret där det skulle framgå dels att eftermonterbar avgasrenande utrustning var monterad och vilket typ av utrustning som var monterad. Tyvärr fullföljdes inte dessa planer. Om uppgifter hade införts på registreringshandlingar hade det inneburit att en enkel kontroll av funktion och befintlighet av utrustningen kunde göras i samband med årlig kontrollbesiktning. Information kunde också givetvis användas av övervakande myndighet i samband med andra fordonskontroller

I samband med den verifierande provningen är det viktigt att i förväg bestämma hur provningen ska utföras och hur resultat ska tolkas för att konstatera om den anpassade motorn och i förekommande fall om motorn med monterad utrustning uppfyller de specificerade kraven. Dessa krav kan antingen uttryckas som att gränsvärden för en given Euro klass inte får överstigas, eller som att den anpassade motorn uppnår specificerade krav

på en procentuell reduktion av angivna föroreningar. Det vore olyckligt om dessa principiellt vitt skilda krav blandas ihop.

Med nuvarande skrivning i Trafikförordningen gäller att en motor/fordon kan godkännas för förlängd tid för färd i miljözon om den anpassats till att uppfylla kraven för Euro IV. Redan detta krav kan innebära praktiska komplikationer om prov endast utförs efter det att motorn har anpassats. Äldre motorer med bristfälligt underhåll kan vara så dåliga att motorn i ursprungligt utförande inte uppfyller kravnivå för en tidigare Euro klass vilket avsevärt försvårar en anpassning till en senare Euro klass. En annan intressant fråga är förhållandet att äldre motorer är godkända vid provning enligt en stationär körcykel, (ESC) medan en Euro IV motor med avancerad avgasrening i regel ska provas enligt en transient körcykel (ETC). En äldre motor är i regel inte designad för denna typ av provning.

Man bör också vara medveten om risken att en äldre motor som anpassas till Euro IV nivån när det gäller utsläpp, inte med säkerhet kan uppvisa låga emissioner inom miljözonen trots att rätt kravnivå är uppfylld. Erfarenhet från provning av senaste generationens motorer med tillhörande avancerad avgasreningsteknik för att uppfylla kraven för Euro IV och V i normal drift som exempelvis en buss i stadstrafik inte alls uppvisar låga emissioner beroende på en olämplig kombination av avgasrening utrustning och verkliga körförhållanden.

En motor kan ibland (teoretiskt) anpassas till en högre Euro klass utan att använda sig av eftermonterbar avgasrening utrustning. Motorn kan byggas om antingen genom att ändra eller modifiera befintliga komponenter, eller komplettera motorn på olika sätt. Ett system för certifiering bör även ta hänsyn till denna typ av anpassning då Trafikförordningen inte nämmer något om hur en anpassning ska utföras och inte heller vem som kan/får utföra denna anpassning. Om denna typ av anpassning blir aktuell, kommer anpassning av äldre fordon troligtvis att göras individuellt för varje motor, bland annat beroende på motorns kondition före anpassningen/ombyggnaden. För att få någon information om hur anpassningen utförs, bör dokumentation krävas som beskriver hur anpassningen har utförts eller ska utföras och dessutom vilka komponenter som behöver bytas. Om ändringar i någon mjukvara behöver göras ska även denna ändring beskrivas.

Kontroll av att kraven (Euro IV) är uppfyllda bör utföras av ett tredje parts oberoende testlaboratorium (Teknisk tjänst). Detta säkerställer att kontroll kan utföras i de flesta länder i Europa. Efter att provning utförts med godkänt resultat måste en administrativ procedur användas för att säkerställa att det individuella fordonet blir godkänt och märkt på lämpligt sätt för att därigenom få tillåtelse att trafikera miljözonen/-er. Administrationen bör/kan utformas så att den i huvudsak överensstämmer med den som användes tidigare när eftermonterbar avgasrening utrustning monteras.

Efter att det med stor säkerhet kan konstateras att ett fordon har anpassats och att krav är uppfyllda bör fordonet på något sätt lätt kunna identifieras. Detta kan förmodligen göras på enklaste sättet genom att ett märke fästs, väl synligt, på fordonets vindruta, givetvis utan att påverka sikten för föraren.

9 Kontroll av att fastställda krav uppfylls

Kontroll av att fastställda krav uppfylls är alltid väsentligt för att säkerställa att förväntade mål uppfylls. Om kraven ska utformas på så sätt att en skillnad före/efter en anpassning av motorn ska verifieras, eller om den anpassade motorn ska uppfylla krav måste fastställas.

Som Trafikförordningen är skriven ska en anpassad motor understiga gränsvärden för lägst Euro IV. Detta torde innebära att gränsvärdet för samtliga reglerade föroreningar (CO, THC, NO_x och partiklar) för dieseldrivan motorer ska beaktas.

9.1 Provning av motor i motorprovcell

Gemensamma krav i Europa relaterade till prestanda (emissioner och effekt) innebär att motorer som används i tunga fordon måste vara godkända innan ett fordon kan erbjudas på marknaden. Proceduren för ett godkännande regleras via antingen ECE reglemente eller EG Direktiv. Dokumenten kan sägas vara både omfattande och komplicerade men samtidigt väl specificerade. Dokumenten specificerar krav såväl på motorn som hur provning ska utföras och vilken utrustning som ska användas. Krav ställs dessutom att provning ska utföras med ett speciellt (diesel)referensbränsle. Kraven på en motor är specificerade på så sätt att motorn ska provas som en separat enhet i en motorprovcell. Någon hänsyn tas sålunda inte till att motorn förmodligen aldrig kommer att köras som en separat enhet utan i stället monterad i ett fordon. Efter godkänd provning kan motorn levereras och installeras i en mängd olika typer och varianter av ett fordon med stöd av det utfärdade godkännandet. Det är uppenbart att en motor uppträder på ett helt annat sätt när den är monterad i ett fordon och hela tiden utsätts för olika belastningar än när motorn provas under väl kontrollerade former i en provcell som en separat enhet. Hur motorn i verkligheten används har givetvis stor betydelse för hur avgasemissioner varierar för de olika driftfallen.

Provning i en motorprovcell i överensstämmelse med bestämmelser omfattar prov under olika körbetingelser. Dels i form av en stationär provning dvs. motorn provas under konstanta förhållanden i en i förväg väl specificerad provcykel, ESC, (European Steady State Cycle). Dels provas motorer med avancerad avgasrening också under transienta förhållanden dvs. motorn provas under förhållanden där belastning och varvtal ändras kontinuerligt, ETC (European Transient Cycle).

Eftersom provning i överensstämmelse med bestämmelserna specificerar emissionskrav, krav på utrustning samt hur provet ska utföras innebär detta att allt sker under väl kontrollerade former. Vid beräkning av utsläpp från tunga motorer anges de uppmätta resultaten och gränsvärden som g/kWh, gram per effektuttag. Beräkningen kan sägas mer vara ett mått på motorns energieffektivitet (när det gäller bränsleförbrukning) och inte ett mått på hur stora de totala utsläppen är från en resa mellan punkt A och punkt B. För detta krävs att emissioner beräknas som g/distans (km).

Givetvis är ovan beskrivet förfarande det bästa sättet att verifiera om en motor, ny eller anpassad, uppfyller kraven som ställs på att emissionsnivån Euro IV ska uppnås. Tyvärr uppstår ett antal praktiska problem när denna typ av kontroll ska utföras på en motor som redan sitter monterad i ett fordon. Motorn måste först tas ut ur bilen därefter förberedas för provning i en motorprovcell och därefter åter monteras i bilen. En uppskattning är att en sådan procedur tar minst två veckor och till väldigt höga (orealistiska) kostnader.

9.2 Provning av fordon på chassidynamometer

Lätta fordon, innefattande personbilar och lätta lastbilar, provas på ett helt annat sätt för att verifiera om bilen klarar fastställda krav. Till skillnad från motorer avsedda för tunga fordon där motorn provas som en separat enhet i en motorprovcell, provas lätta fordon i en provcell på en chassidynamometer (rullande landsväg). Bestämmelser för lätta fordon och tunga motorer är av motsvarande komplexitet, men för lätta fordon tar bestämmelserna hänsyn till hela fordonet och inte bara motorn. Vid beräkning av utsläpp från lätta fordon anges de

uppmätta resultaten och gränsvärden som g/km. Då också körcykeln, NEDC (New European Driving Cycle) är noga specificerad i bestämmelsen relateras resultatet givetvis till det angivna körmönstret.

I ett begränsat antal i Europa finns speciella chassidynamometrar utvecklade för mätning av tunga fordon. Givetvis kan verifiering av emissioner utföras med hjälp av en sådan utrustning. Problem kan uppstå då den körcykel som ursprungligen är avsedd att användas vid provning av motorer för tunga fordon i en motorprovcell ska anpassas till att kunna användas vid provning på chassidynamometer av ett komplett fordon. Som tidigare nämnts provas en tung motor separat i en motorprovcell, medan provning på chassidynamometer involverar hela fordonet där fordonsvikt, transmission, drivlina, däck, respons från motor etc. påverkar provresultatet. Denna principiellt stora skillnad i tillämpning kan innebära svårigheter att finna 100 procentig korrelation mellan motorprov och chassiprov.

Baserat på erfarenhet från mer än 20 års provning på AVL MTC kan man med en acceptabel säkerhet säga om ett fordon vid provning uppfyller fastställda krav. Viss osäkerhet kommer dock alltid att finnas beroende på parametrar som man inte fullt ut kan kontrollera. Givetvis finns praktiska begränsningar på vad som går att prova vad gäller fordonets vikt vid provning, antal drivaxlar och längd på fordonet. Tidsåtgången för denna typ av provning kan uppskattas till 2 – 3 dagar, exklusive den tid som eventuellt krävs för att kunna få full åtkomst av fordonsdata från fordonets ECU. Kostnaden för provning reduceras beroende på kortare tid för provning jämfört med motorprov. I Sverige kan, (utanför fordonsindustrin) provning på chassidynamometer bara utföras i Stockholm. I övriga Europa kan denna typ av provning också utföras i Österrike, Holland, Storbritannien, Italien och Finland.

9.3 Provning av fordon på väg

Sedan lång tid har arbete pågått med att utveckla pålitliga metoder för att verifiera emissionsprestanda från fordon i bruk under sin normala användning. Anledningen har varit dels för att utveckla pålitliga emissionsfaktorer från mobila källor och kanske av större intresse, att verifiera hur utsläppsbilden över tid ser ut för tunga fordon i normal trafik (hållbarhetskontroller). För lätta fordon har den typen av provning pågått i vissa länder under mer än 15 år. Sedan år 2000 har stora steg tagits med att utveckla lämplig mätutrustning och en provprocedur som kan accepteras av både myndigheter och fordonsindustrin. Ett projekt, PEMS (Portable Emission Measurement System) Pilot Programme, har koordinerats av DG JRC (Joint Research Center, Ispra, Italien) och tillsammans med medlemsländer och industrin har man nu kommit överens om hur mätning ska utföras och vilka krav som ska ställas på mätutrustning (endast av gasformiga utsläpp än så länge). JRC har under projektets gång rapporterat framsteg i form av rapporter. [11]

Sverige med Vägverket som ansvarig part har aktivt från projektets början deltagit i processen. AVL MTC har som ansvarig för utförandet av mätningar hittills erfarenhet från ca 170 mätningar av olika tunga fordon. Metoden får idag anses som tillräckligt mogen för att praktiskt kunna tas i bruk och arbete pågår för närvarande med att komplettera kraven för Euro VI med ett annex som beskriver hur "Conformity of in-service vehicles/engines" ska utföras. DG ENTR driver detta arbete tillsammans med DG JRC.

Beslut har fattats om principen att i kraven för Euro VI införa möjlighet till ombordmätning av tunga fordon. Ett antal frågeställningar återstår och en fråga är kopplad till vilket bränsle som ska användas vid mätning. Olika typer av bränslen ger upphov till varierande prestanda för emissionerna. Vissa aktörer som vill anta en hög miljöprofil använder sig av bränsle med upp till 100 % biologiska komponenter, eller kräver vid upphandling att operatören använder

sådant bränsle. Ett sådant bränsle kan skilja sig markant från det bränsle som används i samband med provning för godkännandet av motorn.

I fall där en motortillverkare inte garanterar att emissionsprestanda innehålls finns en risk att ett sådant bränsle påverkar avgasemissionerna negativt samt dessutom innebär en ökad risk för motorskador. När provning utförs för att verifiera emissioner från tunga fordon i trafik och uppmätta värden ska jämföras mot ett gränsvärde är det således viktigt att säkerställa att provet utförs med rätt bränsle samt att klarlägga vilken typ av bränsle som har använts i den dagliga verksamheten.

Ombord mätning av avgaser torde vare ett lämpligt sätt att verifiera emissionskrav för motorer som anpassats. Mätutrustning är möjlig att transportera (ca 40 kg) och relativt enkel att installera på en bil. Tillkommande utrustning är extra elförsörjning och gasflaskor för kalibrering av mätutrustning. Tidsåtgång för provning av ett fordon för att få tillräcklig mängd mätresultat är ca en dag. Trots att kostnaden för utrustning som fyller kraven för mätning enligt Euro IV är relativt hög (ca 1 200 000 SEK) blir den totala kostnaden väsentligt lägre än för provning på chassidynamometer.

9.3.1 Betydelsen av vald körsträcka (test route)

Enligt förslag till det test protokoll som är under utarbetning ska bilen som provas köras på samma sätt som vid den dagliga användningen, föraren ska vara den ordinarie föraren eller annan "expert driver" och bilen ska vara lastad på det sätt som den vanligen är. Det är självklart att resultat från provningen påverkas av profilen på den vägsträcka som bilen körs. En grundförutsättning är dock att provsträckan ska utgöras av stads-, förorts- och landsvägskörning i vissa proportioner. I specifikationen för vald test route ingår också rekommendationer om minsta körtid för att därigenom säkerställa att tillräckligt mycket provdata som kan användas vid beräkningen samlas in. Om samma fordon provas med PEMS vid ren landsvägskörning respektive utpräglad stadskörning kommer emissioner att variera beroende på de olika körprofilerna.

9.3.2 Beräkning av resultat

Beroende på hur resultat från provning ska användas kan beräkningen utföras på olika sätt. Om resultat ska användas för att verifiera om en motor monterad i ett fordon i bruk uppfyller gällande emissionskrav för motorn utförs beräkning på ett sätt. Ett annat sätt är om resultat ska användas för att fastställa de totala emissionerna för en transport mellan punkt A och punkt B, eller om resultatet ska användas för att utveckla emissionsfaktorer. I nu aktuellt fall är avsikten att verifiera om motorn uppfyller kraven för specificerad Euro klass.

Då godkännande av motorn görs baserat på resultat från provning i en motorprovcell under kontrollerade former och under en väl specificerad provprocedur, bör detta gälla även för provningen på väg. Ett beräkningsprogram har utvecklats av DG JRC och innebär att endast mätsekvenser som motsvarar provning i motorprovcell tas med i beräkningen. Beräkningsprogrammet (EMROAD) finns tillgänglig på nätet [12] och proceduren finns noga specificerad i PEMS Pilot Programme test procedure.

Diskussioner mellan DG ENTR och fordonsindustrin är inte avslutade om hur redovisning av erhållna resultat vid provning ska jämföras mot gällande krav. Alternativen är antingen att jämföra provresultatet uttrycket i g/kWh mot gällande gränsvärde, eller att använda sig av en "compliance factor" för jämförelse mot gränsvärdet. Beslut i frågan kommer att fattas i en

nära framtid. I föreliggande fall då ett fordon med en motor som anpassats till att uppfylla kraven för lägst Euro IV har dock detta ingen större betydelse.

För ytterligare information och en övergripande beskrivning och förklaring till PEMS Pilot Programme hänvisas till JRC's hemsida. [13]

För att presentera resultat från PEMS mätningar utförda på AVL MTC hänvisas till bilagor till denna rapport.

10 Kontroll av fordon

För att säkerställa att den anpassade motorn över tid inte försämrar emissionsprestanda bör viss kontroll utföras i samband kontroll av fordon i bruk. Sådana kontroller kan vara årlig kontrollbesiktning, kontroll av fordon i bruk genom ombordmätning av avgaser och en eventuell speciell kontroll av fordon som trafikerar miljözon. I samband med att ett kontrollsystem övervägs, bör man besluta om en sådan kontroll ska omfatta en (enkel) verifierande provning, en kontroll av funktion för väsentliga system, exempelvis när SCR-system ingår i anpassningen, eller endast en kontroll av att utrustning finns monterad. För fordon som trafikerar miljözon finns ytterligare en kontroll nivå, att ett ”miljözonsmärke” finns applicerat på fordonet eller att handlingar som nämns i 24§ finns med i fordonet. Vid all efterkontroll av fordon i bruk är det viktigt att klargöra vad som händer om/när ett fordon kan konstateras att inte uppfylla ställda krav.

10.1 I samband med årlig kontrollbesiktning

För att säkerställa att den anpassade motorn över tid inte försämrar emissionsprestanda är kontroll i samband med årlig kontrollbesiktning ett alternativ. Baserat på erfarenhet bör den typ av anpassningar av motorer som förväntas, kontrolleras regelbundet för att säkerställa acceptabel funktion. I fallen då SCR-system kommer att ingå som en del av anpassningen bör särskild uppmärksamhet ägnas åt kontroll av den behållare som innehåller reagenten (AdBlue), är fylld med rätt vätska och att doseringen är riktigt. Detta speciellt med tanke på att ställda krav i Trafikförordningen endast omfattar emissionsnivåer och inte någonting om OBD-system för övervakning av bland annat SCR-systemet och dess dosering.

Om ett system för kontroll av acceptabel funktion av ett eftermonterat avgasrenande koncept införs torde detta medföra smärre justering av andra förordningar. Denna aspekt behandlas inte ytterligare i denna rapport.

10.2 I samband med annan kontroll

Om anpassade fordon till högre Euro klass än Euro IV ska omfattas av den kontroll som kommer att föreskrivas (ombordmätning av fordon på väg) i kraven för Euro VI och i viss mån Euro V bör övervägas. Fordon som är godkända enligt dessa krav kommer att bli föremål för kontroll av avgasutsläpp genom ombordmätning (IsC, In-service Conformity) under bilens livslängd (specificerade som 700 000 km). Om även fordon anpassade till dessa Euro krav ska omfattas av denna kontroll är mycket tveksamt då det bland annat kommer att vara svårt att fastställa vem som bär ansvaret i händelse av att åtgärder krävs för bilar som inte uppfyller kraven.

11 Slutsatser och punkter att beakta

Senaste skrivningen i Trafikförordningen har öppnat möjligheter att anpassa äldre motorer till senare, högre Euro klasser. Vad anpassning i praktiken innebär och de praktiska konsekvenser som följer av en anpassning är inte helt klarlagt. Från samhällets sida är intentionen att använda miljözon med tillhörande krav som ett verktyg att minska avgasemissioner och buller från tunga fordon i känsliga områden. Intresset från fordonsindustrin är att erbjuda marknaden ett bra utbud av tunga fordon som uppfyller senaste krav när det gäller avgasemissioner och buller. Operatörer försöker efter bästa förmåga att uppfylla sina kunders krav på en bra miljö i närområdet, men är starkt beroende av att göra det på ett kostnadseffektivt sätt. Ett av dessa sätt är att anpassa äldre motorer till att uppfylla senare emissionsnivåer.

När möjlighet att anpassa motorer öppnas, måste ett system där man med tillräcklig stor säkerhet kan verifiera funktion/prestanda av ett sådant system införas. Om ett sådant system blir för komplicerat eller kostsamt är det inget som marknaden är intresserad av. Samtidigt måste samhället ställa relevanta krav som säkerställer acceptabla prestanda under fordonets livslängd. För att nå dessa motstridiga mål måste kompromisser övervägas.

Tillverkare lägger ner stora resurser för att utveckla motorer och avgasrenande system till att möta senaste emissionskrav. Motorer och avgasrening utvecklas som ett system och det blir allt svårare att anpassa äldre motorer då det inte längre bara är att montera en ny komponent utan även motorns styr- och reglersystem måste anpassas. Detta kan i regel inte utföras utan assistans från tillverkaren av motorn. Det gamla uttrycket "fit and forget" som gällde tidiga monteringar av katalysatorer såväl som partikelfilter på tunga fordon gäller inte längre.

Ett system som tillåter att motorer anpassas bör inte bara säkerställa låg emissionsnivå i samband med installation på fordonet utan även säkerställa att nivån bibehålls (inom vissa gränser) under fordonets brukandetid/livslängd. Detta kan medföra att kontroller behöver införas i samband med olika typer av regelbunden fordonskontroll.

Vem som kan/får utföra en anpassning av en motor i bruk bör också övervägas samt vilka garantier som kan lämnas. Från ägarens perspektiv har detta kanske ingen större betydelse då fordonets normala garanti period förmodligen har gått ut. Kraven på hållbarhet på motorn och tillhörande avgasrenande system i samband med godkännandet måste styrkas av tillverkaren. Hållbarhetskraven har med tiden skärpts och är idag för motorer som ska uppfylla kraven för Euro VI monterade i fordon med en totalvikt mer än 16 ton, 700 000 km. I och med detta garanterar tillverkaren att motorn och utrustning fungerar under lång tid. Om en motor anpassas innan körsträcka/tid för hållbarheten har passerats kan det finnas risk för kraftigt försämrade utsläpp av emissioner om en anpassning utförs på motorn. Hur detta kan undvikas bör övervägas.

Erfarenhet från vad som i dagligt tal kallas "ekonomitrimning" är inte alltid positiv. Samtidigt som det finns en stor risk förknippad med en situation där en inte professionell mekaniker utför modifieringar av motorn styrsystem. Detta kan få allvarliga konsekvenser inte bara för emissioner utan även för trafiksäkerheten då många elektriska komponenter i en modern bil styrs från samma dator i bilen.

Moderna motorer är många gånger utrustade med system för att reducera utsläpp av NO_x, som kan utgöras av SCR-system. För att ett sådant system ska fungera måste en reagent, vanligtvis Urea lösning som i Europa marknadsförs som AdBlue, tillsättas kontinuerligt.

Kontroll av att ett sådant system fungerar på ett tillfredsställande sätt görs med hjälp av bilens inbyggda OBD-system och föraren får en varning om tillförseln inte fungerar eller behållaren med reagenten börjar bli tom. Systemet är så finkänsligt att det även kan avgöra om en annan vätska, ex. vatten fylls på. Huruvida ett OBD-system krävs om en anpassning görs med hjälp av ett SRC-system framgår inte av skrivningen i förordningen och om så skulle vara fallet vilka krav ställs då på det tillkommande OBD-systemet?

En fundamental fråga är också om ett system med anpassning till kraven för Euro IV är lämpligt och möter de krav som ställs från samhället, dvs. att uppmuntra användning av rena och tysta fordon i citykärnan. Erfarenheten visar tyvärr att ett SCR-system som fungerar utmärkt vid körning under hög belastning, kan fungera sämre, eller till och med inte alls, på fordon som utsätts för utpräglad start-och-stopp körning som exempelvis en buss i stadstrafik. Givetvis kan man genom en relativt enkel mätning av avgastemperatur få en uppfattning om ett sådant system har förutsättningar att fungera på ett acceptabelt sätt. Detta borde klart och tydligt framgå i detaljerade anvisningar om hur ett system med anpassning är tänkt att fungera.

Om mätning av avgasemissioner ska utgöra grund för godkännande av en anpassad motor, bör denna mätning utföras på ett korrekt sätt. Då mätning ska göras för att verifiera kraven i Euro IV bör samtliga reglerade föroreningar (CO, THC, NO_x och partiklar) ingå i mätningen. Dock kan eventuellt partiklar undantas från mätning om ett ”wall-flow” partikelfilter är monterat som, ”by definition”, reducerar utsläpp av partiklar med minst 90%. Lämplig provprocedur (ombordmätning) kan vara den metod som kommer att bli obligatorisk i och med införandet av Euro VI krav.

Vid val av provsträcka bör de riktlinjer som finns för PEMS Pilot Programme beaktas. Mätning behöver endast utföras på fordonet efter anpassning. Provnings bör utföras av oberoende tredje parts laboratorium (Teknisk Tjänst) för att reducera risken för felaktiga mätningar. För att säkerställa acceptabla emissionsnivåer bör även ett system för uppföljande provning införas.

En tillverkare av eftermonterbar avgasrenande utrustning bör ansöka om ett godkännande. Fastställda formulär ska användas och omfatta en beskrivning inklusive funktion av hur anpassningen utförs. Ansökningshandlingar bör tas fram av samma part som senare kommer att utfärda godkännande (handlingar) som ska medfölja bilen.

Det bör också övervägas hur hantering av fordon som bevisligen inte har utrustning som uppfyller ställda krav ska hanteras.

Referenser

- [1] MILJÖZON, Studie av utvidgade bestämmelser med tillämpning Göteborg, VBB VIAK Trafik, Mars 1994.
- [2] Miljözon för tung trafik i Stockholm 1996 – 2007, Trafikkontoret Stockholm 2008-05-12. (www.stockholm.se/tk)
- [3] Informationsfolder: Nya bestämmelser 2007 – Miljözon, Trafikkontoret Stockholm (www.stockholm.se/tk)
- [4] Final Report ENV.C.1/SER/2006/0013r, Assessment of the impact on costs and emissions of technical measures on existing heavy duty vehicles and captive fleets” – Sadler Consultants, November 2006.
- [5] För mer information om VERT:
<http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpF5QrbQ.pdf>
- [6] Beskrivning av det tyska systemet med vägavgifter (Maut-system). Toll Collect som redovisar krav och möjligheter till betalning (<http://www.toll-collect.de>)
- [7] §Anlage 27 StVZO: Massnahmen gegen Verunreinigung der Luft durch Partikeln von Nutzfahrzeugen sowie von mobilen Maschinen und Gerät mit Selbstzündungsmotor.
- [8] Beskrivning av Federala krav i USA för eftermontering av avgasrenande utrustning <http://www.epa.gov/otaq/retrofit/index.htm>
- [9] Potentiella teknologier lämpliga för retrofit som har godkänts av US EPA. <http://www.epa.gov/otaq/retrofit/verif-list.htm>
- [10] Beskrivning av krav i delstaten Kalifornien för eftermontering av avgasrenande utrustning <http://www.arb.ca.gov/diesel/verdev/reg/oalapprovedprocedurefeb07.pdf>
- [11] Översikt och resultat av arbetet inom PEMS Pilot Programme http://ec.europa.eu/enterprise/automotive/pems_meetings/index.htm#documents
- [12] Beräkningsprogram för emissioner i samband med ombordmätning av avgaser och i enlighet med PEMS Pilot Programme <http://eu-pems.jrc.ec.europa.eu/EMROAD.html>
- [13] Övergripande förklaring till PEMS Pilot Programme <http://eu-pems.jrc.ec.europa.eu/index.html>