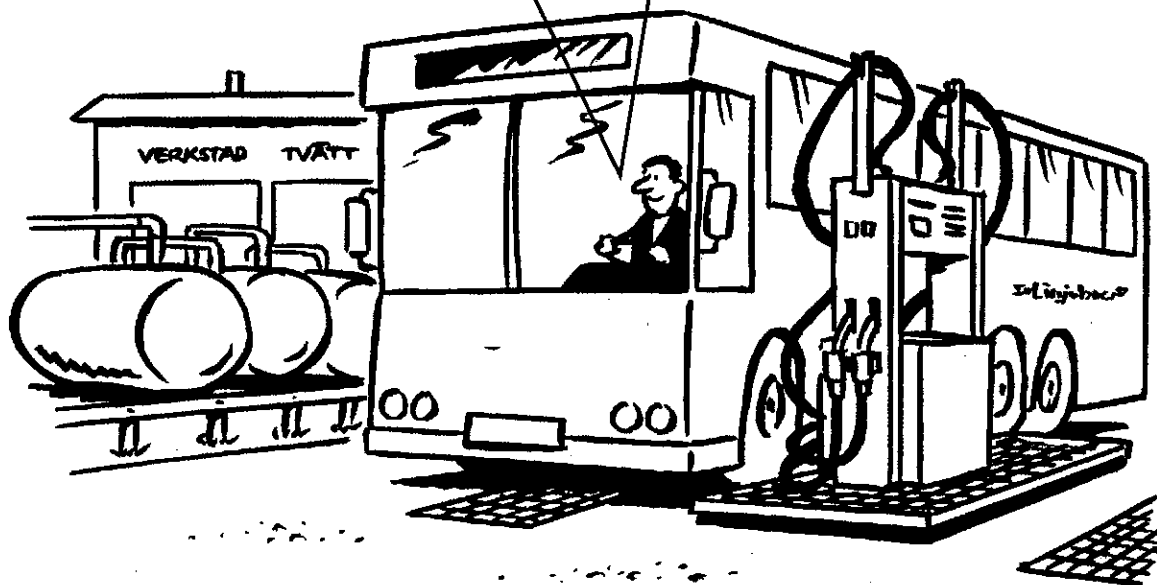


Blandbränsle?



## BLANDBRÄNSLE ETANOL/DIESELOLJA

PM för  
Västtrafik

*Ecotraffic R&D AB*

Peter Ahlvik  
Åke Brandberg

Oktober 1999

**INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

Sida

1	INLEDNING OCH BAKGRUND .....	1
2	METODIK.....	1
3	EGENSKAPER FÖR EN ETANOLEMULSION .....	2
4	HANTERING AV ETANOLEMULSIONER.....	2
5	EMISSIONSEGENSKAPER FÖR ETANOLEMULSIONER .....	2
5.1	Reglerade emissioner enligt ECE R49 .....	3
5.2	Reglerade emissioner enligt Braunschweigcykeln.....	3
5.3	Icke reglerade emissioner.....	5
5.4	Biologiska tester .....	7
6	MILJÖKLASSNING AV ETANOLEMULSIONER.....	8
7	DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....	9
8	REFERENSER.....	10

**FIGURFÖRTECKNING**

Sida

<i>Figur 1: Relativa emissioner enligt Braunschweigcykeln</i> -----	4
<i>Figur 2: Relativa PAC emissioner enligt LTU:s modal cykel</i> -----	6
<i>Figur 3: Aldehydemissioner</i> -----	7
<i>Figur 4: Resultat i TCDD test enligt LTU:s modal cykel</i> -----	8

## 1 INLEDNING OCH BAKGRUND

Emissionerna från den tunga trafiken utgör, trots kraftiga minskningar som följd av de avgasbestämmelser som införts under de senaste åren, alltså ett stort problem. Så gott som samtliga tunga fordon med en totalvikt över 16 ton drivs med dieselolja. Därmed omfattas de även av dieselmotorns emissionsproblematik, dvs NO<sub>x</sub> och partikelemissioner. Trots de nämnda sänkningarna av emissionsnivåerna för nya fordon kommer problemen att kvarstå under lång tid framöver eftersom livslängden för dessa fordon är betydande. Det finns därför skäl att undersöka ifall möjligheter kan hittas för att minska dessa emissioner även för äldre fordon. Ändringar av bränslets sammansättning, s k reformuleringar, kan vara en metod att åstadkomma detta. Ett känt exempel är de svenska miljöklassade dieseloljorna. En inblandning av alkoholer i dieselolja i form av en emulsion är en annan metod som testats de senaste åren.

Emulsioner av dieselolja med vatten och/eller alkoholer är en sedan länge känd metod som potentiellt kan minska emissioner och/eller bränsleförbrukning för dieselmotorer. Redan 1913 deklarerade en forskare att det inte fanns något nytt med denna idé. Intresse för detta område har sedan dess med jämna mellanrum dykt upp. En sådan period fanns internationellt på 80- talet och i Sverige uppmärksammades detta också i början av 90-talet efter att vissa framsteg inom området gjorts i Australien. Inom ramarna för KFB:s biodrivmedelsprogram har sedan några flottprov med bränslet utförts i SSEU:s och Aspen Petroleums regi. De använda drivmedlen har i Sverige marknadsförts under namnen "Etamix" respektive "Diesohol", som innehåller 15 vol% *etanol*. Inom ramarna för Biodrivmedelsprogrammet har också emissions-tester utförts vid högskolor och andra testinstanser (SMP och MTC). Därmed finns en viss dokumentation att utgå ifrån när man vill göra uppskattningar av emissionspotentialen för etanol och dieselblandningar. I USA har i staten Illinois en etanol/ dieseloljeblandning med 15 % etanol testats under namnet Oxydiesel.

Det förtjänar också att nämnas att några tester med inblandning av *metanol* även har utförts vid LTU inom Ecotraffics EU-projekt "BAL-Fuels" (BAL: Bio-Alcohol) [1]<sup>1</sup>. Vidare har sådana emulsioner testats [2] vid FEV Motorenteknik i Tyskland på uppdrag av världens största metanolproducent Methanex, som också lanserat bränslet (Green Diesel) i Chile.

## 2 METODIK

Ingen egentlig litteraturgenomgång har gjorts för att utreda frågan om blandbränsle utan den tillgängliga litteraturen på Ecotrafic har använts som underlag. En enkel litteratursökning i SAE:s databas (SAE Engines database) om blandbränslen bestående av alkoholer och/eller vatten i kombination med dieselolja gav 38 rapporter. En utmärkt litteratursammanställning över området (där f ö de flesta av de rapporter som vi hittat finns med) genomfördes av Olsson vid LTH 1990 [3]. Detta underlag tjänade som vägledning för senare insatser från KFB. Ett antal rapporter om användning av blandbränslen i tunga fordon har publicerats från KFB:s Biodrivmedelsprogram [4 –

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

10]. I huvudsak har dessa rapporter använts för uppskattningarna av emissionsnivåerna.

### 3 EGENSKAPER FÖR EN ETANOLEMULSION

Lägre alkoholer, som metanol och etanol kan inte lösas i dieselolja annat än i mycket låga koncentrationer till skillnad från bensin där lösligheten är fullständig under förutsättning att alkoholen är vattenfri. För att en inblandning av alkoholen skall kunna ske måste antingen något ämne tillsättas som förbättrar lösligheten (eng.: co-solvent) eller också måste en emulsion mellan dieseloljan och en alkoholen åstadkommas.

För att åstadkomma den önskade blandningen måste man alltså tillgripa någon form av fysikaliskt eller kemiskt "våld". Lyckas man på något sätt (med en pump el. dyl.) åstadkomma en mycket kraftig och snabb omblandning (fysikaliskt våld) finfördelar sig vattnet i små droppar och man får en emulsion. Denna emulsion separerar dock efter en kort tid, dvs den är inte stabil. Med hjälp av en kemisk tillsats (kemiskt våld), ett s k emulgeringsmedel, kan man åstadkomma att blandningen förblir stabil under en längre tid (månader i bästa fall). Även i detta fall måste dock oftast emulgeringen ske på mekanisk väg. De fundamentala egenskaper som beskrivits här är således likartade som för emulsioner av vatten och dieselolja, vilket beskrivits i ett tidigare PM för Västtrafik.

Den sammansättning av bränslet som använts av Aspen Petroleum i de svenska flottförsöken var följande (i volymsprocent):

- 82 % Mk1 dieselolja
- 3 % emulgator, Dalco
- 15 % 95 %-ig etanol

Uppgifterna om vilken blandning som använts i de flottprov som administrerats av SSEU är mycket knapphändiga och slutrapporten ger egentligen ingen vägledning om exakt vilken specifikation som skulle ha använts (!). De enda uppgifter som förekommer är att blandbränslet skulle innehålla 15 % etanol.

### 4 HANTERING AV ETANOLEMULSIONER

Någon erfarenhet från praktisk hantering av alkohol/dieselolja-emulsioner i stor skala finns inte då de vid utförda försök varit specialtillverkade och distribuerade. Man får förmoda att emulsioner har mycket sämre lagringsegenskaper än enbart dieselolja och måste behandlas som "färskvare" med möjlig lagringstid på i bästa fall några månader. Känsligheten bör vara stor för störningar i emulsionens stabilitet genom små förekomster av vatten vid distribution och lagring.

### 5 EMISSIONSEGENSKAPER FÖR ETANOLEMULSIONER

Emissionsresultat finns både enligt 13-steps ECE R49 körcykeln (för motorprovbänk) och enligt den s k Braunschweigcykeln eller "busscykeln" (för chassidynamometer).

Den första körcykeln (ECE R49) är stationär (konstant varvtal och belastning) och är således mest lämpad för stationära motorer eller motorer avsedda för landsvägskörning (typ långtradare). Eftersom den senare körcykeln (Braunschweigcykeln) är transient (varierande varvtal och belastning) lämpar den sig bäst för fordon i tätort. Man kan förutsätta att de fordon som kommer att använda ett blandbränsle som regel kommer att användas i tätort och därför är de resultat som har genererats enligt denna körcykel av störst intresse. Därför koncentreras redovisningen på denna körcykel.

## 5.1 Reglerade emissioner enligt ECE R49

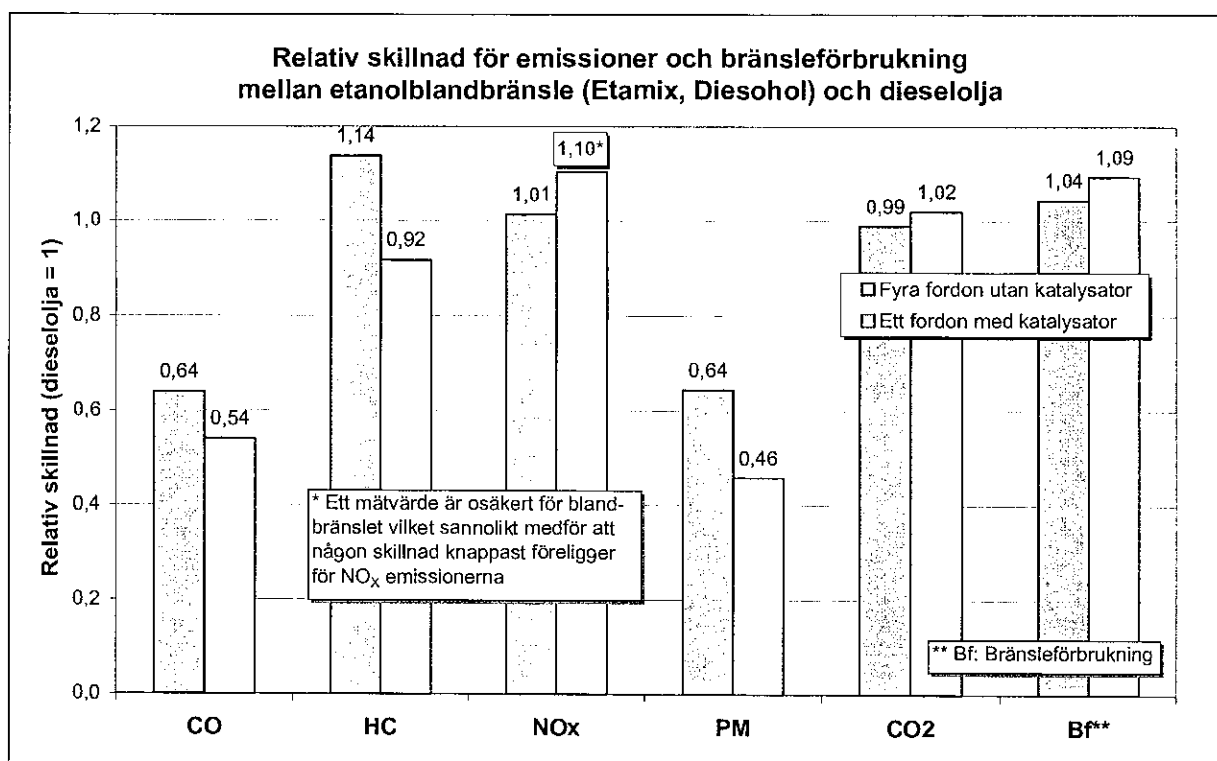
Resultaten enligt testerna i ECE R49 kan sammanfattas enligt följande:

- CO emissionerna minskar något hos de flesta fordonen utom ett där det sker en kraftig ökning. Detta fordon var utrustat med katalysator, vilket kan ha påverkat resultaten.
- HC emissionerna ökar svagt förutom för en bil där ökningen var kraftig.
- NO<sub>x</sub> emissionerna var i stort sett oförändrade och de fluktuationer som observerades är snarare en spridning än en tendens.
- NO<sub>2</sub> emissionerna visade en tendens till ökning men de låg fortfarande på en låg nivå.
- Partikelemissionerna minskade med 28 – 55 %, vilket måste anses som en påtaglig förbättring.
- Bränsleförbrukningen ökade med 6 – 7 % vilket kan förklaras med det lägre energiinnehållet för blandbränslet i jämförelse med diesellojla.
- Motoreffekten (och vridmomentet) minskade i samma omfattning som ökningen av bränsleförbrukningen. Detta är ett problem för blandbränsle som inte skall underskattas eftersom motoreffekten redan vid användning med Mk1 diesellojla reduceras i förhållande till Mk3 bränsle (som motorerna är utvecklade för) och en ytterligare reduktion (som blandbränslet medför) inte är önskvärd.

## 5.2 Reglerade emissioner enligt Braunschweigcykeln

Emissioner enligt Braunschweigcykeln har mätts vid MTC för ett antal fordon drivna med blandbränslen (med diesellojla som referens).

Eftersom de fordon som testades vid MTC var av olika ålder kom också emissionsnivåerna att skilja sig kraftigt från fordon till fordon. De resultat som redovisas nedan har därför uttryckts som en relativ förändring där denna förändring således uttryckts som ett medeltal för alla tester. Eftersom det förekommit fordon med och utan katalysator har också en indelning gjorts enligt detta kriterium. I figur 1 visas resultaten för de reglerade emissionerna och för bränsleförbrukningen i Braunschweigcykeln.



**Figur 1:** Relativa emissioner enligt Braunschweigcykeln

Det framgår tydligt av figur 1 att CO emissionerna minskar kraftigt för blandbränsle både med och utan katalysator. Minskningen i absoluta tal är naturligtvis störst i fallet utan katalysator eftersom basnivån (för dieseloilja) då är högst.

HC emissionerna visar en liten men signifikant ökning i fallet utan katalysator men en minskning i fallet med katalysator. Eftersom cetantalet minskar för blandbränslet är en viss ökning av HC att förvänta. Ingen egentlig förklaring till minskningen när katalysator har använts har givits av författarna till rapporten [6]. Man kan tänka sig att katalysatorn har olika effektivitet på olika typer av föreningar och detta skulle möjligen kunna förklara resultaten.

NO<sub>x</sub> emissionerna är oförändrade utan katalysator medan en ökning kan noteras i fallet med katalysator. I det senare fallet är dock resultatet influerat av ett sannolikt mätfel. Resultatet som visas är ett medelvärde av tre mätningar där en av mätningarna ligger ca 30 % högre än de övriga två mätningarna (vilket ger 10 % ökning som medelvärde för alla tre mätningarna). Detta kan knappast förklaras av annat än ett mätfel. Ifall man ej tar med mätningen med det förmodade mätfelet kan ingen skillnad noteras mellan blandbränslet och dieseloilja. Teoretiskt borde en inblandning av etanol leda till en lägre förbränningstemperatur, vilket borde leda till en minskning av NO<sub>x</sub> bildningen. Genom att cetantalet minskar leder detta dock till en längre tändfördröjning med följden att förbränningen är mer intensiv i början. Detta brukar erfarenhetsmässigt leda till att NO<sub>x</sub> emissionerna ökar. Summan av de båda nämnda effekterna balanserar sannolikt varandra, vilket leder till att NO<sub>x</sub> emissionerna inte påverkas.

Partikelemissionerna reduceras väsentligt med blandbränsle. Reduktionen är större för motorn med katalysator men detta kan förklaras med en skillnad mellan motorin-

dividerna, då den spridning som finns mellan de fyra individerna utan katalysator är av samma storleksordning som skillnaden i figur 1. Det kan vara värt att notera att etanolen i blandbränslet står för ca 9 % av energiinnehållet medan reduktionen varierar mellan 36 % (utan katalysator) och 54 % (med katalysator). Således överstiger reduktionen av partikelemissionerna inblandningsprocenten. Ett annat sätt att se på fenomenet är att de partikelemissioner som kan allokeras till etanolen i blandbränslet är "negativa", dvs etanolen minskar även partikelemissionerna från dieseloljaandelen i bränslet. Detta är ett anmärkningsvärt resultat eftersom inget "rent" bränsle *per definition* kan åstadkomma partikelemissioner lägre än noll. Samma resonemang kan också föras för CO emissionerna.

CO<sub>2</sub> emissionerna ligger på ungefär samma nivå som för dieselolja. Man skall då emellertid notera att en del av dessa emissioner är icke fossila. Blandbränslet har därför en fördel när det gäller utsläppen av klimatgaser *under förutsättning att etanolen också produceras med låga utsläpp av klimatgaser.*

Bränsleförbrukningen ökar med 5 till 9 %. Medeltalet för alla fordon är ca 6 %, vilket ungefär motsvaras av det lägre energiinnehållet per viktsenhet. Motorns verkningsgrad påverkas alltså inte in nämnvärd omfattning.

En omgång tester på ett fordon har också gjorts med ett bränsle med en inblandning av RME (5 %). Minskningen av CO och partiklar var inte lika stora för detta bränsle som för det "normala" blandbränslet men i stället kunde en minskning av NO<sub>x</sub> emissionerna med 10 % uppmätas. Även om detta bara är ett enskilt test indikerar detta att bränslets sammansättning kanske kan ändras i framtiden för att en minskning av samtliga emissionskomponenter skall åstadkommas.

### 5.3 Icke reglerade emissioner

Normalt brukar icke reglerade emissioner och biologiska tester utföras för tester gjorda vid MTC enligt Braunschweigcykeln. Endast i undantagsfall finns tillgång till tester från MTC som utförts enligt andra körcykler. Luleå Tekniska Universitet (LTU) utför också emissionstester och analyser av icke reglerade tester. I några fall har även PAC analyser och biologiska tester utförts på provtagningsmaterial från LTU. För blandbränslen finns två sådana rapporter tillgängliga [10, 11]. Den körcykel som använts i LTU:s tester är en stationär (eller semistationär för att vara helt korrekt) körcykel som baserar sig på Braunschweig körcykeln. I och med att LTU:s körcykel inte innehåller transienter kan den inte heller direkt jämföras med den "riktiga" Braunschweigcykeln utan kan sägas vara en "simulering" av denna. Genom att de flesta resultaten för reglerade emissioner trots allt finns enligt den "riktiga" Braunschweigcykeln har endast dessa redovisats här.

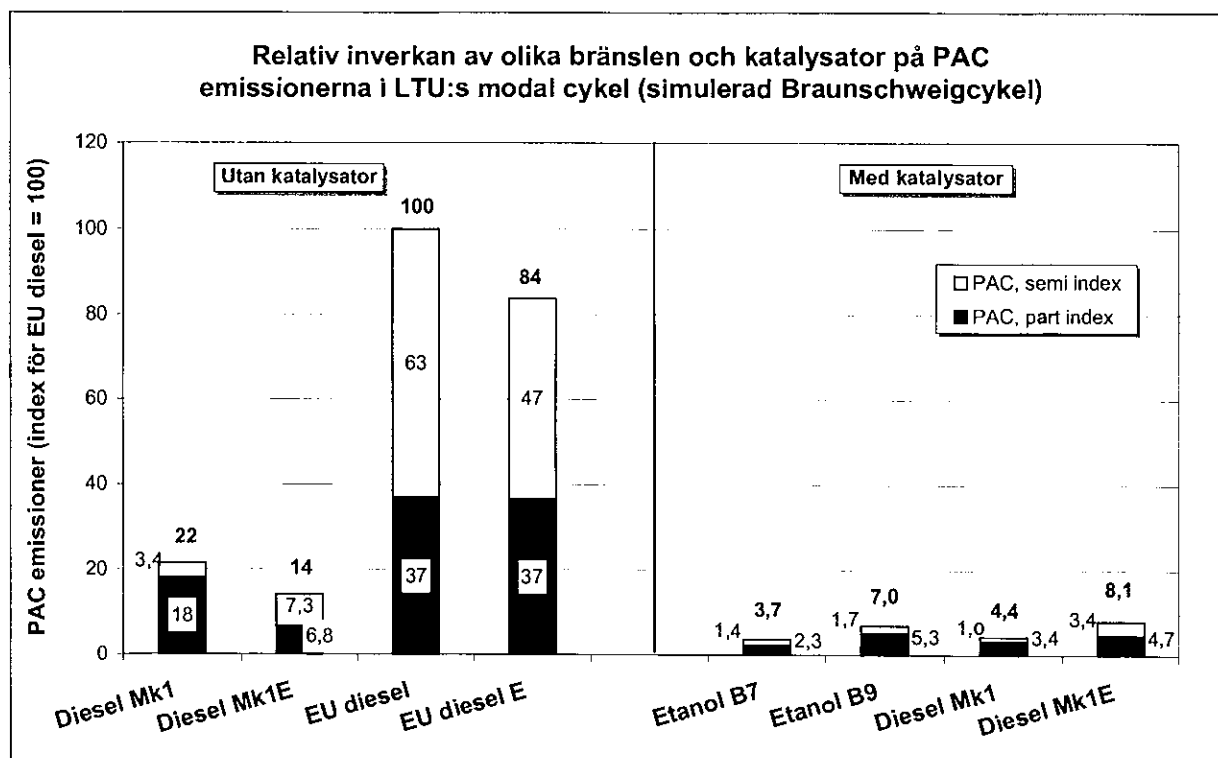
För att förenkla läsningen av de diagram som använts nedan har en nomenklatur använts för de olika drivmedels-, motor- och reningsteknik-kombinationerna. Nomenklaturen är följande:

- Diesel Mk1: Dieselolja av miljöklass 1, *med och utan* katalysator
- Diesel Mk1E: Blandbränsle bestående av etanol (15 %), emulgeringsmedel och dieselolja av miljöklass 1, *med och utan* katalysator

- EU diesel: Dieselolja enligt nuvarande EU specifikation (motsv. Mk3) *utan* katalysator
- EU diesel E: Blandbränsle bestående av etanol (15 %), emulgeringsmedel och dieselolja av nuvarande EU specifikation (motsv. Mk3) *utan* katalysator
- Etanol E7: Etanolbränsle med 7 % tändförbättrare (Beraid), *med* katalysator
- Etanol E9: Etanolbränsle med 9 % tändförbättrare (Beraid), *med* katalysator

Det kan vara värt att notera den europeiska dieseloljan (EU diesel) inte lämpar sig särskilt väl för användning av katalysator (även om det förekommer) genom den förhållandevis höga svavelhalten (i jämförelse med Mk1 och Mk2). Inga tester med katalysator utfördes i alla fall för detta drivmedel (varken med eller utan etanol). När etanolbränsle (ofta kallad "renetanol") testades gjordes inga tester *utan* katalysator. I den redovisning av resultaten som görs nedan har testerna därför grupperats in i en grupp *utan* katalysator och en grupp *med* katalysator.

I figur 2 visas emissionerna av polycykliska aromatiska föreningar (PAC). I figuren har PAC emissionerna för den partikelbundna och den semivolatila fasen visats. Vidare har en uppdelning av resultaten i resultat med (höger) och utan (vänster) katalysator gjorts. Notera också att kombinationerna i respektive halva av diagrammet inte är desamma (se ovan). För att ytterligare förenkla tolkningen av diagrammet har värdena uttryckts som ett index där indexet satts till 100 för europeisk dieselolja.



**Figur 2:** Relativa PAC emissioner enligt LTU:s modal cykel

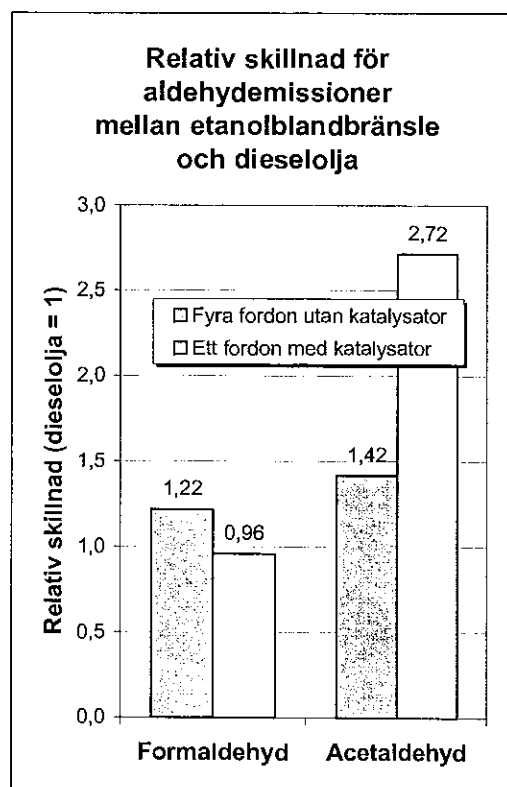


Från resultaten i figur 2 framgår det klart att PAC emissionerna reduceras kraftigt när katalysator används. Likaså är skillnaden mellan svensk Mk1 bränsle och normalt EU bränsle stor.

Resultaten i figur 2 indikerar att en inblandning av etanol i Mk1 dieselolja och i europeisk "normal" dieselolja *minskar* PAC emissionerna när katalysator inte används. Motsvarande inblandning av etanol i Mk1 *ökar* PAC emissionerna när katalysator används. Man skall dock notera att spridningen i resultaten är stora (spridningsmått har inte visats i figuren) och att de skillnader som indikerats ovan kanske inte är signifikanta.

Även om syftet med denna sammanställning inte var att visa resultat för renetanol kan det vara av intresse att notera detta i alla fall. Etanol med 7 % inblandning av Beraid ger ungefär samma (marginellt lägre) PAC emissioner i jämförelse med Mk1 dieselolja medan 9 % inblandning ger ett högre värde. Detta skulle indikera att en stor del av PAC emissionerna kan härröra från tändförbättraren och därmed vore det angeläget att minska användningen av denna. Helst borde man utveckla en motor som inte behöver någon tändförbättrare överhuvudtaget eftersom tändförbättraren kraftigt fördyrar bränslet.

I figur 3 har emissionerna av formaldehyd och acetaldehyd visats. Dessa tester härrör från MTC, dvs testerna har utförts i Braunschweigcykeln. Som framgår av figuren ökar formaldehydemissionerna kraftigt med blandbränsle *utan* katalysator medan skillnaden är liten *med* katalysator. Emissionerna av acetaldehyd ökar både med och utan katalysator. Detta är inte förvånande eftersom dessa emissioner normalt är mycket högre för etanoldrivna fordon. I detta fall är också ökningen väsentligt större med katalysator. Detta kan bero på att katalysatorn omvandlar den oförbrända etanolen till acetaldehyd som är en mellanprodukt på vägen till en fullständig oxidation till vatten och koldioxid. Även om aldehydemissionerna ökar kan det i gengäld vara möjligt att en del andra hälsofarliga emissioner minskar i stället för blandbränslet, men det finns inga mätningar som bekräftar den tesen.

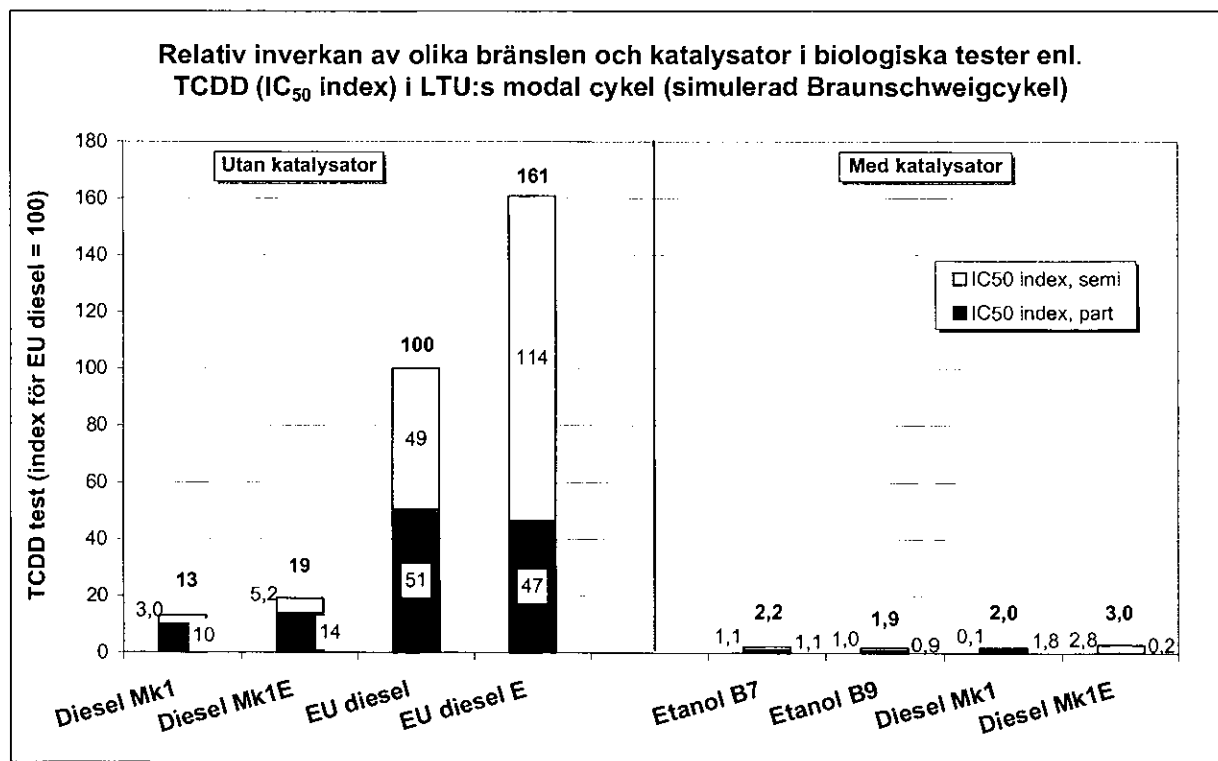


**Figur 3:** Aldehydemissioner

## 5.4 Biologiska tester

De analyser som utförts av LTU har även kompletterats med biologiska tester som Ames test av mutagenitet och det s k TCDD testet som ger utslag för dioxinliknande föreningar. Dessa tester brukar som regel uppvisa en stor spridning. Eftersom spridningen oftast brukar vara mindre för TCDD testet visas enbart de resultaten här.

I figur 4 visas resultaten för TCDD testerna. Liksom för PAC visas ett index för TCDD där referensen är europeisk dieselolja. Indelningen i kategorier är likadan som i det förra fallet (PAC).



**Figur 4:** Resultat i TCDD test enligt LTU:s modal cykel

Resultaten i figur 4 påminner starkt om resultaten för PAC emissionerna när det gäller inverkan av katalysator och förbättrat dieselbränsle även om de relativa minskningarna är större i TCDD testet. Däremot är inverkan av inblandning av etanol alltid negativ, dvs det blir en ökning för varje typ av dieselbränsle och även i fallet när en katalysator används.

Skillnaderna mellan renetanol och Mk1 är små i detta fall och för etanol kan ej heller någon nämnvärd skillnad ses mellan de olika inblandningshalterna av tändförbättrare.

## 6 MILJÖKLASSNING AV ETANOLEMULSIONER

Utformningen av bestämmelser för miljöklassning av drivmedel är med nuvarande skrivningar inte tillämpliga på blandbränslen (undantag s.k. låginblandad bensin). Därav följer att den differentierade beskattning, som finns för miljöklassade bränslen, inte kan användas utan särskilda dispensbeslut från regeringen krävs.

Dispensbeslut med fullständigt borttagen drivmedelskatt har givits t.o.m. 2000 för "ren" etanol för bussar (i verkligheten är etanolhalten inte över 90 % p.g.a. tillsatser av tändförbättrare och denatureringsmedel). Samma beslut har givits för den etanol, som skall produceras i Agroetanols kommande anläggning i Norrköping, vid låginblandning (5 %) i bensin. Vid högre inblandning sker beskattning av etanol med 90

öre/liter och detta gäller även Etamix-blandningen med dieselolja. Vad som dessutom då inträffar är att blandbränslet inte stämmer med definitionen för miljöklassad dieselolja (Mk 1) och dieseloljedelen av blandningen beskattas som icke miljöklassad och får drygt 42 öre/liter högre skatt. Försök från Etanolstiftelsen att få ändring på detta har ännu inte lyckats.

## 7 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Blandbränslen som Etamix med etanol emulgerad i dieselolja Mk 1 (motsvarande Green Diesel med metanol) ger som tydlig effekt (större än vad som motsvarar halten i blandningen) i form av en reduktion av partikelemissionerna. Förklaringen kan vara att alkoholnärvaron hjälper till att finfördela bränslet i cylindern med lägre sotbildning som följd. PAC emissionerna, både partikelbundna och i s.k. "semi-volatile" fas *minskar* i fallet *utan* katalysator, medan den biologiska aktiviteten *ökar* (ökad cancerrisk). Däremot finns en ökning av *både* PAC emissionerna och den biologiska aktiviteten (ökad cancerrisk) i fallet *med* katalysator. Resultaten är därför inte helt entydiga men det synes svårt att hävda att blandbränslen har någon väsentlig fördel för PAC emissioner och den biologiska aktiviteten. Den minskade sotbildningen ger trots allt inte någon reduktion av oförbrända organiska föreningar och på så sätt erhålls ej heller någon motsvarande reduktion av PAC och biologisk aktivitet. Reduktion av NO<sub>x</sub>-utsläppen har inte entydigt erhållits vid alla utförda tester och är som högst 10 %. Alkoholnärvaron borde medföra något lägre förbränningstemperatur och därmed lägre NO<sub>x</sub>-bildning men detta motverkas av en ökad tändfördröjning.

Den mest positiva effekten av blandbränslet är reduktionen av partikelemissionerna. Samtidigt är dessa emissioner tillsammans med NO<sub>x</sub> emissionerna det största emissionsproblemet för dieselmotorer. Även om reduktionen av partikelemissionerna kan ses som ett kraftigt motiv för användning av blandbränsle måste man ändå beakta möjligheten att använda partikelfilter i stället eller i kombination med blandbränsle. När partikelfilter används minskar partikelemissionerna ändå så mycket att en ytterligare minskning med hjälp av blandbränslet kan vara svår att motivera ur kostnadseffektivitetssynpunkt.

Alkoholblandning medför lägre energiinnehåll per liter och detta ger, utan justering av bränsletillförseln, lägre maximal motoreffekt och lägre max. vridmoment. Bränsleförbrukningen ökar något men någon sämre verkningsgrad har inte noterats utan snarast en tendens till aningen förbättrad sådan.

Blandbränslet kan inte bli ett dieselbränsle som kan tänkas ersätta dieselolja utan måste ses som ett nischbränsle för flottor med egen tankning, för vilken de extra försiktighetsåtgärder i hanteringen som behövs kan vidtas. Med tanke på den inverkan på motorprestanda som blandbränslet har kan det knappast bli accepterat som direkt utbytbart för växelvis användning med enbart dieselolja.

Nuvarande miljöklassnings- och skattebestämmelser är motverkande för användning av blandbränslen av typ Etamix.

## 8 REFERENSER

1. Ecotraffic R&D AB and Nycomb Synergetics: "Feasibility phase project for bio-mass-derived alcohols for automotive and industrial uses – *Altener BAL-Fuels Project.*", Contract No. XVII/4, 1030/Z95-124, 1030/Z95-125, available at the Internet site of Ecotraffic ([www.ecotraffic.se](http://www.ecotraffic.se)).
2. Stommel, P. et al (FEV) & Enga. B.F. et al (Methanex). Reduzierung dieselmotorischer Partikelemissionen mittels methanolhaltiger Dieselkraftstoffe: Green Diesel Fuel. 2<sup>nd</sup> International Colloquium "Fuels". 1998.
3. Olsson L.-O. (LTH): "En litteraturstudie om BLANDBRÄNSLE bestående av DIESEL och ETANOL.", Tekniska Högskolan i Lund, ISRN LUTMDN/TMVK--3160--SE, 1993.
4. Berg R.: "Blandbränsle etanol/diesel – *Etapp 1 och 2.*", KFB-Meddelande 1997:41, 1997.
5. Berg R.: "Blandbränsle etanol/diesel – *SSEU:s delprojekt i etapp 2.*", KFB-Meddelande 1997:40, 1997.
6. Berg R. och Egebäck K-E: "Blandbränsle etanol/diesel – *Slutrapport.*", KFB-Rapport 1997:35, 1997.
7. Alin L.: "Försök med etanol i diesel – *"Diesohol"* – *Slutrapport*", KFB-Rapport 1997:50, 1997.
8. Haupt D, Nordström F, Niva M, Bergenudd L, Hellberg S. (LTU): "Undersökning av reglerade och några oreglerade emissioner från motorer drivna med blandbränsle, dieselolja och etanol." KFB Meddelande 1997:16, 1997.
9. Marforio K. (SMP): "Prestanda och emissioner för Scania DS 11 dieselmotor med diesel/etanolblandning som bränsle." KFB Meddelande 1997:21, 1997.
10. Westerholm R., Christensen A., Törnqvist M., Ehrenborg L., and Haupt D.: "Chemical and Biological Characterisation of Exhaust Emissions from Ethanol and Ethanol Blended Diesel Fuels in Comparison with Neat Diesel Fuels.", KFB Meddelande 1997:17, 1997.
11. Haupt, D., Nordström F., Niva M., Bergenudd L. och Hellberg S.: "Undersökning av reglerade och några oreglerade emissioner från motorer drivna med blandbränsle, dieselolja och etanol", KFB-Meddelande 1997:16, 1997.