

Naturgasdrivna fordon Internationell bevakning

Naturgas

Utveckling & Miljö

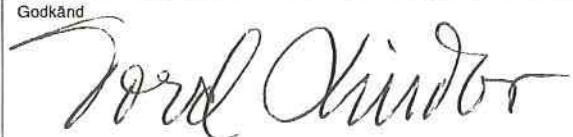
FUD

FORSKNING • UTVECKLING • DEMONSTRATION

Vattenfall

Naturgasdrivna fordon Internationell bevakning

Naturgas

Från BES	Löpnnummer U (G) 1989/3	Datum 1989-08-18	Kl.nr
Författare Mats Ekelund, Eken Konsult AB		Teknikområde Naturgasdrivna fordon	
Rapport kan lånas från Biblioteket 162 87 VÄLLINGBY		Rapporter kan rekvireras från Statens Vattenfallsverk Älvkarlebylaboratoriet Dokumentationscentralen 810 71 ÄLVKARLEBY Tel: 026-88 100	Projektnummer 98454 07 010
Vid utlämnare 		Godkänd 	
Sökord Naturgas, Fordon, Bussar, Emissioner			Antal textblad Antal bilageblad
☒ Only summary in English ☐ Whole report in English ☐ It exists a brochure in Swedish/English ☐ Other			

Rubrik

Naturgasdrivna fordon Internationell bevakning

Sammanfattning

Föreliggande rapport ger en beskrivning av dagsläget och marknaden för naturgasdrivna fordon. Rapporten består av två delar.

Första delen, "Naturgasdrivna fordon, statusrapport", sammanfattar information från fyra aktiviteter; Gastech -88 i Kuala Lumpur; New Zealand Technical Tour; NGV -88 i Sydney och IANGV i Sydney. Motiv för gasanvändning, marknadsuppbyggnad, fordons- och tankningsteknik samt trender för utvecklingen tas upp, och naturgas som drivmedel för bussar och andra tunga fordon belyses särskilt.

Andra delen är "Rapport från Fourth Windsor Workshop on Alternative Fuels" från Windsor, Ontario. Här behandlas olika alternativa drivmedelstekniska och praktiska möjligheter. Alternativen jämförs med varandra och med standarddrivmedel.

NATURAL GAS VEHICLES

SUMMARY IN ENGLISH

This report describes the situation today and the market concerning natural gas vehicles. The presentation is divided into two main parts.

The first part concludes information from four activities; Gastech -88 in Kuala Lumpur; New Zealand technical tour; NGV -88 in Sydney; and IANGV in Sydney. It describes motivation for gas use, market development, vehicle- and fuelling techniques and also trends for the future. Natural gas for buses and other heavy vehicles are specially thrown light upon.

The second part is a report from the Fourth Windsor Workshop on Alternative Fuels in Ontario. It presents technical and practical possibilities of different alternative fuels. The alternatives are compared with each other and with standard fuels.

INNEHÅLL

INLEDNING	1
1 Bakgrund	1
2 Målsättning	1
 DEL I	
NATURGASDRIVNA FORDON, EN STATUSRAPPORT	2
Förord	2
Sammanfattning	3
1 Tillgångar och marknad	5
2 Naturgasfordon i världen	5
3 Motiv för användning av naturgas som fordon drivmedel	7
3.1 Pris	
3.2 Försörjningspolitiska motiv	
3.3 Miljö	
3.4 Övrigt	
4 Marknadsuppbyggnad	11
4.1 Exempel från andra länder	
4.2 Kravformuleringar	
5 Fordonsteknik	14
5.1 Bränsle- och förbränningssystem	
5.2 OEM och eftermarknad	
5.3 Tankar, vikt och aktionsradie	
5.4 Emissioner	
6 Tankningsteknik	20
6.1 Snabb- och långsamfyllning	
6.2 Mor- och dotterstation	
6.3 LNG och cryoteknik	
7 Trender inom NGV	22
7.1 Bilar och lätta fordon	
7.2 Lastbilar	
7.3 Bussar	
8 Naturgasdrivna bussar	23
8.1 Bussar i drift	
8.2 Pågående projekt, några praktikfall	
9 Övriga tunga fordon	27
10 Slutord	27
Bilaga: Program från NGV -88 i Sydney	

DEL II

RAPPORT FRÅN FOURTH WINDSOR WORKSHOP ON ALTERNATIVE FUELS	32
1 Inledning	33
1.1 Deltagare	
1.2 Syfte med konferensen	
1.3 Målsättning med deltagandet	
2 Sammanfattning	35
3 Dieselbränsle	36
3.1 Dieselkvaliteer och egenskaper	
3.2 Emissionsprofil och miljö	
3.3 Forskning	
3.4 Framtid för dieseldrivna fordon	
4 Alkohol	37
4.1 Alkoholkvaliteer och egenskaper	
4.2 Emissionsprofil och miljö	
4.3 Forskning	
4.4 Framtid för alkoholdrivna fordon	
5 Naturgas	39
5.1 Naturgaskvaliteer och egenskaper	
5.2 Emissionsprofil och miljö	
5.3 Forskning	
5.4 Framtid för naturgasdrivna fordon	
6 Tabeller	41
7 Kommentarer och korridormöten	43

INLEDNING

1 Bakgrund

Vattenfall U har under ett antal år genomfört FUD-projekt inom området naturgasdrivna fordon. Dessa aktiviteter innebär att en kunskap har byggts upp inom Vattenfall, och i Sverige, vad gäller teknik för naturgasdrivna fordon och pågående internationell utveckling inom området. Vattenfall bör bibehålla och förstärka denna kompetens, samt sträva efter att sprida information om tekniska möjligheter till intresserade parter.

2 Målsättning

Rapportens syfte är att sprida den information som inhämtats genom bevakning av internationella aktiviteter inom området naturgasdrivna fordon.

FÖRORD

Naturgasdrivna fordon har tilldragit sig ett ökat intresse under de senaste åren. Sannolikt finns möjligheter att nå högt ställda krav på avgasemissioner med bibehållen god totalekonomi.

Under oktober 1988 genomfördes fyra aktiviteter inom detta område i världen, alla med svensk representation. Dessa var:

- o Gastech-88 i Kuala Lumpur, Malaysia, besökt av Mats Ekelund, Eken Konsult AB.
- o New Zealand, technical tour, besökt av Thomas Carlqvist, Swedegas, Mats Ekelund, Björn Svensson, Vattenfall och Ragnar Thörnblom, TFB.
- o NGV-88, andra världsgasfordonskonferensen i Sydney med samma besökare som på New Zealand.
- o International Association for Natural Gas Vehicles (IANGV) council meeting i Sydney, besökt av Carlqvist, Ekelund och Svensson.

Denna rapport sammanfattar, med stöd av intryck, fakta och information från de fyra evenemangen, dagsläget och marknaden för naturgasdrivna fordon.

Rapporten är finansierad av Eken Konsult AB, Swedegas AB, Transportforskningsberedningen och Vattenfall. Rapporten är skriven av Mats Ekelund i samarbete med deltagarna i ovanstående aktiviteter.

SAMMANFATTNING

Varaktigheten på naturgastillgångarna ur befintliga källor och med dagens konsumtion är mellan 40 (USA) och 150-200 år (Kanada, S-O Asien och Sovjet). Motiven för användning av naturgas i fordon kan vara ekonomiska, försörjningspolitiska eller miljömässiga.

Naturgasens "gasformighet" och dess enkla kemiska komposition gör gasen till ett potentiellt lågemissionsbränsle. Uppfattningen att en ersättning av bensin eller diesel, utan teknisk modifikation, av motorn automatiskt skulle ge bättre avgasemissioner är dock felaktig. Partiklar, svavel, bly och andra skadliga ämnen försvinner visserligen men i stället finns risk för ökade kväveoxidutsläpp och aldehydbildningar.

För att nå låga avgasemissionsvärden redovisas i huvudsak två tekniker

- o Stökiometrisk drift med trevägskatalysator
- o Drift med mager bränsleblandning (luftöverskott).

Användare av olika fordonstyper har olika kostnadsfilosofi. Om motivet till konvertering är en långsiktig besparing eller grundat i miljöskäl väljer man det dyrare Ottomotoralternativet. Om motivet är att snabbt få igen investeringsbeloppet men inte få samma goda ekonomi under avskrivningsperioden väljer man det billigare dual-fuel alternativet.

Erfarenheterna från länder med betydande fordonsflottor eller med omfattande utvecklingsprogram för naturgas är att någon har tagit ett initiativ, vilket lett till att flera aktörer på marknaden samordnat sina aktiviteter. Marknaden är då överens om några grundläggande punkter för att lyckas med en introduktion.

- o Gasdriften måste ha en egen definierad livskraft.
- o Om incitamentet är annat än ekonomiskt måste kostnaden för det önskade resultatet definieras.
- o Politiska beslut måste vara långsiktiga.

Konvertering av fordon till naturgasdrift har hittills varit en eftermarknadsföreteelse. Experter från hela världen är överens om att motor- och fordonsindustrins engagemang är nödvändigt. Forskning, utveckling och produktion av motorer och fordon behöver det baskunnande och de resurser dessa industrier besitter.

I ett energipolitiskt läge när naturgasen introduceras i allt fler länder, bl a i Sverige, och när naturgasen dessutom har en intressant potential ur ekonomisk och miljömässig synvinkel borde en svensk marknad vara av intresse att bygga upp.

Ordlista

AGA	American Gas Association, Australian Gas Assosiation
BCR	British Columbia Research council
Bar	Tryckenhet
CGA	Canadian Gas Association
Dual fuel	Drift med två bränslen samtidigt
GANZ	Gas Association of New Zeeland
GM	General Motors
HT	Huvudstadsområdets Trafikselskab (Köpenhamn)
IANGV	International Association for Natural Gas Vehicles
LB	Lastbil
ML	Malmö lokaltrafik
Magert bland- ningsförhåll- ande	Blandningsförhållande med luftöverskott
Mutagen	Sannolikt cancerframkallande
NG	Naturgas, Natural Gas
NGV	Natural Gas Vehicles, naturgasdrivna fordon
OEM	Original Equipment Manufacturers, Fordons- och motortillverkare
Ottomotor	Tändstiftsmotor, (samma princip som i de flesta personbilar.)
PB	Personbil
SL	Storstockholms lokaltrafik
Stökiometri	Idealiskt blandningsförhållande mellan luft och energi i förbränning.
US Transient	Amerikansk mätmedod representerande ett visst körmönster
13 mode	Stationär mätmedod

1 TILLGÅNGAR OCH MARKNAD

Varaktigheten på naturgastillgångarna ur befintliga källor och med dagens konsumtion är mellan 40 (USA) och 150-200 år (Kanada, S-O Asien och Sovjet). Gasen kan endast transporteras i gasfas via pipe-lines, eller per fartyg nedkyld till låg temperatur (LNG). Dessa system är mer kostsamma än motsvarande för transport av olja, och utgör i vissa fall en trång sektor idag.

Världsbanken delar i sin statistik in marknaden för petroleum-produkter i tre huvudenheter.

1. Industri (inkl. uppvärmning)
2. Hushåll (" "
3. Transporter

Transportsektorn är störst av dessa tre.

Antalet naturgasdrivna fordon (NGV) i världen uppgår till ca 600.000. Världsbankens bedömning är att transportsektorn utgör naturgasmarknadens största tillväxtpotential.

2 NATURGASFORDON I VÄRLDEN

Historiskt sett är Italien och Australien pionjärländer. Italien har haft en stadig marknad och periodvis kraftig tillväxt sedan 30-talet och har nu 220-230.000 fordon. Australien experimenterade och kommersialiserade NGV redan på tidigt 20-tal.

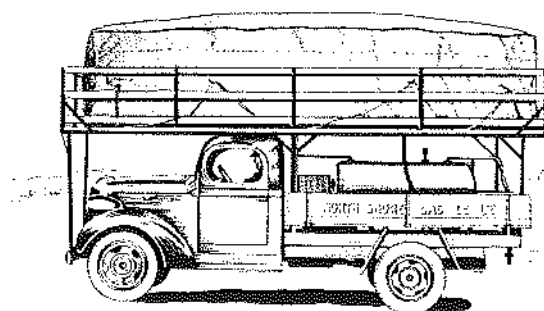


Bild 2:1 Naturgasdriven lastbil från 20-talets Australien

I följande tabell (1:1) återfinns en sammanställning över NG-fordon i världen och planerna för respektive land.

	Bussar	LB	PB	Tanknings- stationer	Planer
Argentina	20	100	28.000	156	PB och LB.
Australien	40	100	250	20	Dual fuel, LB+ Buss
Belgien	0	0	5	1	Undersöka LB
Canada	80	8.000	12.000	110	Alla fordonstyp- er. Bussar först
Columbia	0	0	30	1	Ej redovisat
Checkoslovakien	0	0	30	?	"-
Danmark	5	0	11	3	Deltar i Nord- iska projektet.
Frankrike	0	0	3.000	?	Buss och PB
Finland	0	0	1	1	Valmetmotor utv.+Nord proj.
Holland	2	10	100	2	PB och Buss
Indonesien	0	0	3.500	?	Taxiflottor + Buss
Indien	3	0	0	?	Bussar
Iran	0	0	1.250	?	Ej redovisat
Irland	1	2	30	1	Taxiflottor,
Italien	100	9.000	230.000	260	Bussar, LB
Malaysia	0	0	300	4	Bussar, taxi
Nya Zeeland	70	110	122.000	400	Bussar, LB
Pakistan	0	0	400	?	LB, bussar
Sovjetunionen	0	110.000	11.000	227	1 milj tunga före 1993
Storbritannien	2	8	40	2	Lätta LB, Buss
Sverige	0	0	1	0	Bussar, LB
Thailand	12	6	50	3	Taxi, LB
Ungern	15	0	1	1	Stadsbussar
USA	70	2.200	30.000	250	Bussar först övrigt också
Österrike	0	0	100	20	Ej redovisat
tot ca	430	130.000	440.000	1500(ca)	

Tabell 1:1 Naturgas drivna fordon i världen 1988

IANGV (International Association for natural Gas vehicles) har ca 200 medlemsföretag i de flesta av ovanstående länder. Organisationen är en källa för internationell information, kontakter och samordning. IANGV bildades 1986 och har ännu inte spelat någon avgörande roll för tillväxten inom området naturgasdrivna fordon. Deras framtida agerande kan dock innebära en mer avgörande roll. På programmet står bl a följande aktiviteter:

- o Tillhandahållande av internationell konsult och produkt-service.
- o Agerande som "Pressure-group"
- o Uppföljning av internationell marknadsutveckling, bl a för kontakter med tillverkande industrin.
- o Samordning och upprättande av internationella standard för tankar och andra komponenter.

3 MOTIV FÖR ANVÄNDNING AV NATURGAS SOM FORDONSBRÄNSLE

När gas finns tillgänglig kan marknad för användning av naturgas i fordon uppstå. Motiven kan vara ekonomiska, försörjningspolitiska eller miljöskäl. I nedanstående tabell är angivet vilka huvudmotiv de olika länderna angivit:

	Konsument-ekonomiska	Försörjningspolitiskt	Miljö	.
Argentina	X	X		
Australien	X	X		
Belgien				
Canada	X	X	X	
Danmark	X	X	X	
Frankrike				
Finland	X		X	
Holland	X			
Indonesien	X	X		
Indien	X	X		
Irland	X			
Italien	X		X	
Malaysia	X			
Nya Zeeland	X	X		
Sovjet	X	X	X	
Storbritannien	X		X	
Sverige	X		X	
Ungern			X	
USA	X	X	X	.

Tabell 3:1 Marknadsmotiv

3.1 Pris

Huvudsakliga motivet till att använda naturgas som fordonsbränsle är i flertalet fall möjligheten att reducera kostnader. Nedan följer några indikationer på gasens relativa prisnivå i energiekvivalenter i olika länder.

NG prisrelation till	Bensin	Diesel
Land:		
Argentina	50%	70-80%
Australien	60%	60-70%
Kanada	45%	55-60%
Indonesien	50%	?
Italien	60%	80%
Nya Zeeland	45%	60-70%
Sovjet	?	?
Ungern	?	70%
USA	60-90%	90%

Tabell 3:2 Naturgasens prisförhållande till andra bränslen (energiekvivalenter)

Användare av olika fordonstyper har olika kostnadsfilosofi. Om motivet till konvertering är en långsiktig besparing väljer man i de flesta fall det dyrare Otto-motoralternativet. Om motivet är att snabbt få igen investeringsbeloppet men inte få samma goda ekonomi under avskrivningsperioden väljer man det billigare dual-fuel alternativet. Konverteringen till naturgasdrift kan ha följande kostnadsprofil:

Fordon	Teknik	Konverteringskostnad KSEK	NG utr. avskrivn. krav .
PB	bensin-NG	10	1-3 år
Lätt Lb	bensin-NG	15	3-5 år
"-	diesel-dualfuel*	25	3-5 år
"-	diesel-NG	30	4-7 år
Tung Lb	diesel-dualfuel*	40	4-7 år
"-	diesel-NG	50	8-12 år
Buss	diesel-dualfuel*	45	5-10 år
Buss	diesel-NG	60	8-15 år

*dualfuel = blandat bränsle, diesel och NG

Tabell 3:3 Vanliga konverterings- och avskrivningskostnader
(Prisbilden vanligen hämtad från Nordamerika)

Bland tunga fordon är den kortsiktigt billigaste lösningen övergång från diesel till dual-fuel. Under avskrivningstiden är som regel dock övergången till total naturgasdrift den billigare då gasens pris är lägre än dieseln. Hanterings- och servicekostnader är också lägre vid total naturgasdrift.

3.2 Försörjningspolitiska motiv

Länder som Australien, Nya Zeeland, Kanada, USA och Indonesien har stora egna tillgångar på gas. Beroendet av oljeimport från OPEC och andra oljeproducerande länder skapar en osäkerhet som man kan minska genom att använda inhemsk gas.

Länder i tredje världen är, mer än andra, beroende av att använda inhemska resurser för att stärka handelsbalansen.

Länder som Sovjet, Iran och Argentina har stora tillgångar av såväl olja som gas. Motivet för den inhemska gasanvändningen är sannolikt att export av olja ger större vinst än försäljning av gas.

3.3 Miljö

Naturgasens "gasformighet" och dess enkla kemiska komposition gör gasen till ett potentiellt lågemissionsbränsle.

Uppfattningen att ett utbyte av bensen eller diesel mot naturgas utan teknisk modifikation av motorn automatiskt skulle ge bättre avgasemissioner är felaktig.

Partiklar, svavel, bly och andra skadliga ämnen försvinner förvisso. Istället finns risk för ökade kväveoxidutsläpp och aldehydbildningar. Klart står att en motorteknisk optimering behövs för att naturgas i fordon med fog skall kunna kallas för ett mycket renare bränsle.

Brooklyn Union Gas Co i New York genomför just nu ett av de mest intressanta lågemissionsprojekten i världen med naturgas som bränsle.

Två bussar med GM 454 V8-Turbomotorer utrustade med trevägskatalysator går i trafik i Brooklyn och på Long Island. Emissionsmätningar visar följande värden enligt US transient mätmetod (g/kWh):

	CO	HC	NOx	Part
US krav 1991	20.8	1.7	6.7	0.13
Brooklyn NG-bussar	14.5	1.6	1.9	0.02

Mätresultaten från Brooklynbussarna indikerar att blandningen mellan luft och bränsle inte varit slutgiltigt optimerad. CO-värdena kunde varit avgjort lägre, något på bekostnad av NOx-värdena, om luft/bränsleförhållandet varit optimerat.

Bussarna är tillverkade av Bus Industries of America/Ontario Bus Industries.



Bild 3:1 Naturgasdriven buss i New York, optimerad för låga avgasemissioner.

Cummins har låtit NG-anpassa en motor av typ L10 hos ORTECH i Toronto. Målet var att klara 1991 års nordamerikanska avgaskrav med Ottomotor. Samtidigt har man sagt att energieffektiviteten ska vara max 10%-enheter sämre än dieselcykeln över hela registret. Resultatet har blivit en motor som i nov. 1988 fanns att köpa i en "förserie" vilken klarade avgaskraven, hade som sämst 7%-enheter sämre verkningsgrad och i genomsnitt 5%-enheter sämre verkningsgrad än dieselversionen av samma motor. En Ottomotor, vilket det här är frågan om, har i regel 5-8%-enheter sämre verkningsgrad än en dieselmotor.

I västvärldens länder anges miljön som huvudmotivet för, eller ett av motiven för konvertering till naturgasdrift. Man lägger olika innebörd i "miljömotivet" beroende på vilket land det är frågan om. I vissa länder är reduktion av svart rök (partiklar) motiv nog. I andra länder är motivet mer vetenskapligt grundat.

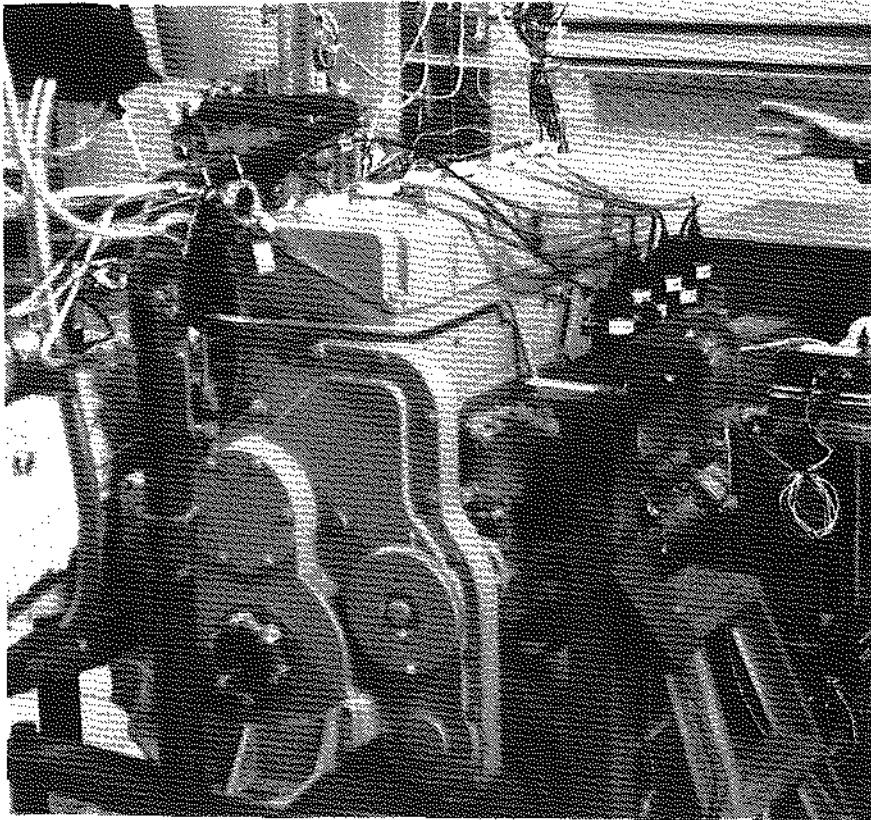


Bild 3:2 Cummins L10 motor i naturgasversion

3.4 Övrigt

I diskussionerna kring användandet av gas som drivmedel bearbetar man inställningen till den nya tekniken. Uttryck som "gas är farligt" och "rullande bomber" förekommer i alla länder. Motiven bör, enligt företag med erfarenhet, bemötas med saklig och välgrundad information. Nonchalans mot osaklig men begriplig oro har ibland medfört dåligt gehör för utvecklingsprojekt. Aktionsradier, tankvikter och tankningstider är de tekniska egenskaper hos naturgasdrivna fordon som fått kritik i sådana situationer.

4 MARKNADSUPPBYGGNAD

Vad kommer först, "hönan eller ägget"? Erfarenheterna från länder med betydande fordonsflottor eller med omfattande utvecklingsprogram är att någon har tagit ett initiativ (skapat hönan) och fått gehör.

4.1 Exempel

På Nya Zeeland är var tredje personbil som det är kommersiellt intressant att konvertera också konverterad.

Först på senare tid har man börjat intressera sig för tunga fordon. Såväl försörjningspolitiska som driftekniska skäl talar för att detta marknadssegment har utsikter att bli mycket stort.

Trettiotalets svåra ekonomiska situation var grunden till Italienarnas utveckling. Tillgången på gas till bra pris och därmed minskat importbehov tillsammans med en industristruktur i norra Italien, som lätt kunde anpassas, var drivkraften, som kom att bli en direkt följdverkan då resultaten från de första fordonen visade sig. Samma motiv drev NGV-industrin under och direkt efter kriget. Efter kriget kom pris och tillgång att vara de faktorer som drev spiralen uppåt.

Allgas i Brisbane, Australien har nyligen tagit emot en beställning av naturgas till 20 nyanskaffade stadsbussar. Beställningen är en av flera liknande beställningar i Australien. Verksamheten är ett resultat av energi- och handelspolitiska åtgärder i samarbete med gasindustrin.

Ett samnordiskt projekt med lågemitterande motorer har sitt ursprung i samhällets krav på stora förbättringar av miljön. Resultaten kommer att bli praktiska prov med bussar i stadstrafik efter inledande motoroptimeringsarbetet. Politisk tilltro, ekonomiska konsekvenser och uppnådda miljömål kommer att driva detta och andra projekt vidare.

Tabellen i början av kapitel 3 anger vilka motiv som gäller. Nedan finns en uppställning över vem eller vilka som varit initiativtagare i olika länder.

Land	Initiativtagare	Motiv
Argentina	Handels dep./Gasindustrin	Försörjningspolitiskt
Australien	Handels & energi dep./Gasind.	Försörjningspolitiskt
Italien	Handels dep./Gasindustrin	Försörjningspolitiskt
Kanada	Gasindustrin	Pris och miljö
Nya Zeeland	Gasindustrin	Försäljning
USA	Gasindustrin	Pris och miljö
Sverige	Lokaltrafiken	Miljö (och pris)

Tabell 4:1

4.2 Kravformuleringar

Stöd i form av skatterabatter har varit ett vanligt sätt för regeringar att hjälpa igång NGV-projekt och andra motsvarande aktiviteter.

Marknaden är överens om några grundläggande punkter för att lyckas med en introduktion.

- 1 Gasdriften måste i grunden ha en egen livskraft enligt det motiv som ligger bakom introduktionen. Detta innebär att om ekonomiska incitament ska driva på marknaden är det viktigare med ett aktivt introduktionsstöd än med enbart skatterabatter.

Regeringars och politikers stöd har ofta visat sig alltför bräckliga och kortvariga (= mandatperioden). Vid borttagande av skatterabatter har flera marknader kollapsat (bla den svenska motorgasmarknaden), trots att en försvarbar ekonomi ändå kunnat påvisas. De offentliga stödinsatser, som är berättigade, är finansiering av:

- o de första tankanläggningarna,
- o de första provfordonen,
- o Grundutbildning och grundforskning,
- o Regel och normskrivning,
- o Offentlig information,
- o Introduktionserbjudanden,

allt i syftet att verifiera resultat, ge en introduktion god fart för att snabbt få volymer och luft under vingarna.

- 2 Om miljön är motivet måste introduktionen följas av långsiktig utveckling och offentligt stöd till emissionsbefrämjande forskning. I ett sådant fall kan det vara motiverat med insatser som stärker den miljövänliga varans (gasens) ekonomiska ställning. **Stöd och beslut bör vara så väl underbyggda, att en långsiktig självgående industriell planering blir följden.**
- 3 Aktörernas egen medverkan är viktig. Allgas i Brisbane, Brooklyn Union Gas i New York och GANZ på Nya Zeeland trodde på naturgas som fordonsbränsle. De skaffade egna fordon och började därefter sälja konceptet till andra. Under det egna uppbyggnadsskedet byggde man upp egen kompetens och infrastruktur. Resultatet på Nya Zeeland är ett skolexempel på målmedveten satsning och samordning.

I Kanada föreslog oljeindustrin och Canadian Gas Association (CGA) ett program med federala och provinsiella investeringsbidrag. Under en följd av år utgick CAD 50.000 per nyöppnad NG-tankstation och CAD 500 till varje konverterat fordon. Priset på energin har inte varit föremål för förändrad beskattning.

Finansiellt stöd till forskning, igångsättning och de första etableringarna har varit gynnsam för utvecklingen. Politiskt stöd i form av:

- o Uttalanden med lång (och kortsiktig) verkan
- o Regelskrivning och utbildning
- o Beställningar

har vistat sig gynnsamma. Däremot har artificiell skatte- och prissättning visat sig ohållbara i längden.



Bild 4:1 Tankstation på Nya Zeeland, "CNG" finns på varje mätarö.

5 FORDONSTEKNIK

5.1 Bränsle och förbränning

Blandbränsle i dieselcykel, där dieseloljan som tändförbättrare till naturgas, eller ren naturgas i Ottomotordrift (med tändstift) är som tidigare nämnts de två huvudsakliga systemen.

Ekonomiska, drifttekniska och hanteringsmässiga skäl gör att eftermarknadsindustrin i allt högre grad överger blandbränsle-alternerativet. Dessutom är detta alternativ sämre ur miljö-synpunkt.

Miljö, ekonomi, hantering och tillgänglighet pekar också på Otto-cykelns större möjligheter att nå goda resultat.

För att nå låga emissionsvärden redovisas i huvudsak två tekniker:

- o Stökiometrisk drift med trevägskatalysator
- o Mager bränsle drift (sk lean burn-teknik)

Trevägs-katalysatortekniken är, som tidigare berörts, en känd teknik som också har funnit sin applikation vid gasdrift. Nord-amerikansk och viss Europeisk industri arbetar på flera fronter för att kunna producera styr- och reglersystem till ett stort antal fordonstyper. Tekniken bygger på att en väl definierad luftmängd förs till en viss bränslemängd. Efter förbränningen bryts de kemiska kedjorna ned i katalysatorn på bråkdelar av sekunder innan de, i betydligt harmlösare skick, släpps ut i naturen.

Magerbränsledriften bygger på principen att gas kan antändas med större luftöverskott. Vid stort luftöverskott i förbränningen minskar temperaturen kraftigt varvid kväveoxidbildningen (NOx) minskar. Till denna lösning kan man också ansluta en s.k oxiderande katalysator.

Mager-motorer har ännu inte kunnat visa riktigt så goda resultat ur emissionssynpunkt som trevägs-katalysatormotorer. Däremot är verkningsgraden, och tillgängligheten på denna motortyp som regel högre.

Bränslesystemen som finns på marknaden är närmast att likna vid vanliga förgasarsystem för bensinmotorer. Styr- och reglersystemen är med några få undantag mekaniska. Under 1989 är åtminstone två nya och förfinade system dock att vänta på marknaden.

Främst av dagens leverantörer ligger TNO/Deltec i Delft, Holland samt Impco i Los Angeles, Californien. De producerar microprocessorstyrda bränslesystem. Southwest Research Institute (SwRI) levererar en förkammarsprutningsvariant till ett magerbränslesystem. SwRI:s affärsfilosofi är dock att endast sälja sin produkt i samband med eget motorutvecklingsarbete. ORTECH i Kanada kommer att introducera marknadens mest sofistikerade styr- och reglersystem under året.

Naturgas är ett långsamt brinnande bränsle. För att motverka de negativa effekter, som kan uppstå därav, är flera lösningar framtagna. Dessa är:

- o Användande av plasmatändning (kraftig och utbredd tändkälla)
- o Flera tändstift per cylinder
- o Hög turbulens på bränsle/luftblandningen
- o Förkammartändning med flamantändning.

5.2 OEM och eftermarknad

Konvertering till naturgasdrift av fordon har hittills varit en eftermarknadsföreteelse.

Huvuddelen av de hittills konverterade fordonen är personbilar med Ottomotorer. Ombyggnaden från bensin- till gasdrift är ur mekanisk synvinkel tämligen enkel. Flera företag i Europa och Nordamerika har därför vuxit upp som arbetat fram konverterings-satser, sk "kits". Exempel på dessa är angivna i tabell 5:1 nedan.

Fabrikat	Land	Prototyp konvert.	Serie konvert.	Personbils- motorer	Tunga motorer
Vialle	NL		X	X	
Landi	NL		X	X	
Deltec/TNO	NL	X	X	X	X
Necam	NL		X	X	
AVL	A	X		X	X
Landi Renzo	I		X	X	X
Tartarini	I		X	X	
Ricardo	GB	X		X	X
VTT	SF	X		X	X
Impco	USA		X	X	X
Air Sensors	USA	X	X	X	
Th. Efficiency	USA		X	X	
Century	USA		X	X	
SwRI	USA	X	(X)	X	X
Garretsons	USA		X	X	X
ECO fuelsyst	USA		X	X	
ORTECH	CAN	X	(X)	X	X
BCResearch	CAN	X		X	X
MOGAS	CAN		X	X	X
Amos	NZ		X	X	X
Transp.fuel	NZ		X	X	X

Tabell 5:1 Tillverkare av gasutrustning till motorer

I tabell 5:2 finns en lista över motor- och fordonstillverkare som f.n. är berörda av eller engagerade i arbete med naturgasdrivna tunga fordon.

Fabrikat	Produkt	Status	Överväger	Produktions
	Motor	Fordon	Undersöker	produktion beslut
Volvo	X	Buss	X	
Scania	X	Buss	X	
DAF	X	B/lb		X
MAN	X	B/lb		X
D.Benz	X	Buss		X
Iveco	X	Buss		X
Renault	X	Buss		X
HINO	X			
John Deere		Mini B/lb		X
Cummins	X			X
Caterpillar	X		X	?
DDC	X		X	
OBI		Buss		X
GM	X			X

Tabell 5:2 Status för några OEM (Original Equipment Manufacturers).

Experter från hela världen är överens om att motor- och fordonsindustrins engagemang är nödvändigt. Forskning, utveckling och produktion av motorer och fordon behöver det baskunnande och de resurser dessa industrier kan tillföra nya produkter. Om marknaderna skall kunna ökas, måste OEM-tillverkning svara för den största volymökningen.

5:3 Tankar, vikt och aktionsradie

Tre typer av tankar förekommer på marknaden:

- o Ståltankar
- o Hybridtankar, metall-liner (stål/aluminium) med kompositarmering
- o Helkomposittankar

I tabell 5:3 finns exempel på tillverkande företag av dessa tanktyper. Där anges också vikts- och prisintervall för olika kvaliteter. Standard ståltank är där åsatt pris och viktindex 1.0.

Generation 1 avser tillverkarens standardprodukt,

Generation 2 den senast utvecklade produkten.

Fabrikat	Land	Generation 1			Generation 2		
		tanktyp	vikt	pris	tanktyp	vikt	pris
Faber	I	stål	1.0	1.0	stål	0.7	1.6
Alusuisse	CH	alu/komp	0.7	1.8	alu/komp	0.6	?
ABB plast	S	komp	0.6	1.6			
HMI	F	komp	0.6	1.4			
PST	USA	stål/komp	1.1	1.2	?		
Taylor W	USA	stål	1.0	1.3	?		
AlCOA	USA	alu/komp	0.9	1.6	alu/komp	0.8	1.3
CNG Cyl.	USA	stål	1.0	?	?		

Tabell 5:3 Tanktillverkare och deras produkttegenskaper

En Faber standard ståltank på 80 liter kostar ca 2.500 SEK i Kanada (okt.88)

För komposittanktillverkarna är det värt att notera att tekniken nyligen har börjat tillämpas. Utvecklingen under de kommande åren pekar ganska entydigt mot att fiberkomposit-teknologin kommer att stå för de avgörande framstegen inom området.

En helt annan lagringsteknologi är absorption av gas under lägre tryck. I denna teknik väntas inte något genombrott under de närmsta åren.

Förvaring av ett gasformigt bränsle medför annorlunda lagringsproblematik i jämförelse med de mycket hanterbara vätskeformiga bränslena.

Tankarna som finns att tillgå på marknaden är i regel dimensionerade för 200 bars maximalt arbetstryck. För att lagra en Nm³ naturgas vid 200 bars tryck fordras fem liters lagringsvolym.

Konsekvensen är att det fordras 5 gånger lagringsvolymen för naturgas vid 200 bars tryck som vid samma mängd energi i diesel. (En liter dieselolja och en Nm³ naturgas är likvärdiga i energihåll).

Under förutsättning av att en naturgasdriven motor har samma energieffektivitet som en dieselmotor innebär det att för att ha 500 km aktionsradie behövs en 150 liters dieseltank (3 liter/mil) medan naturgasen kräver ca 750 liters lagringsvolym.

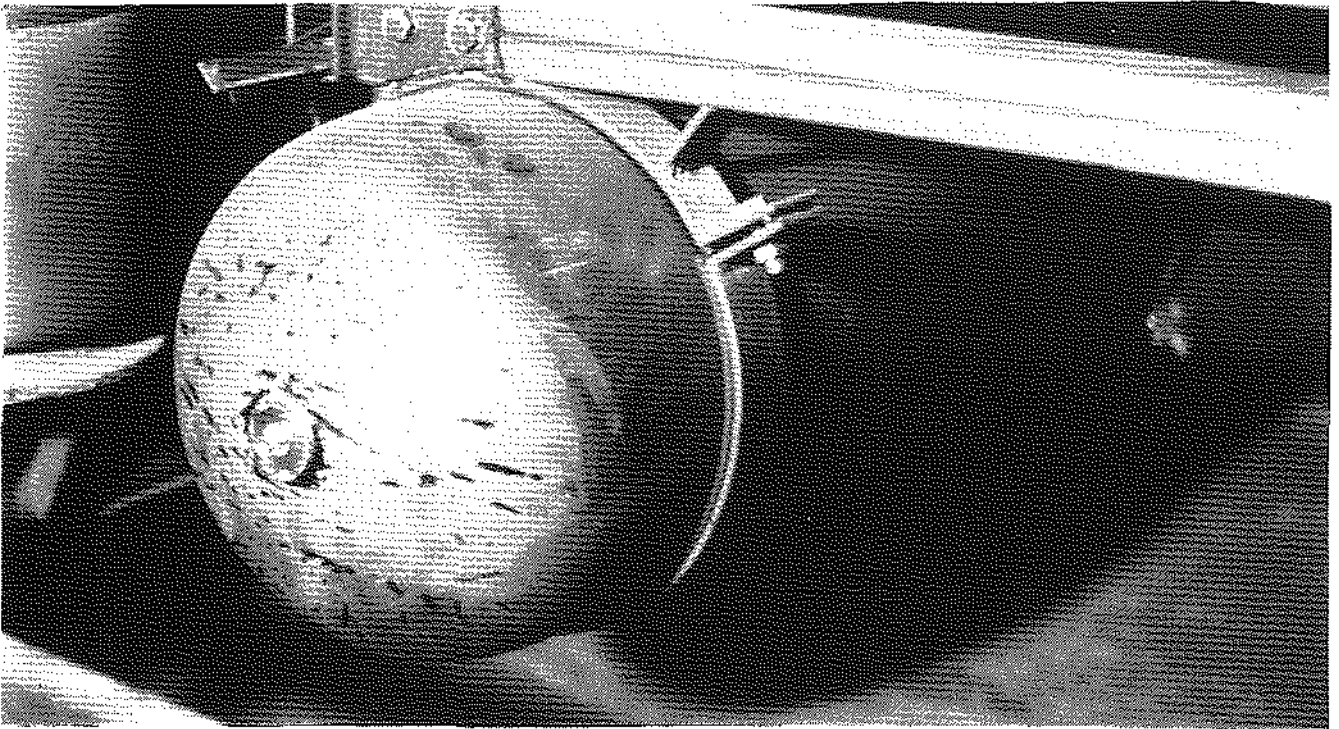


Bild 5:1 Komposittank från ABB monterad i en av Malmö lokaltrafikbussar.

Med beaktande av att en Ottomotor, med hittills använd teknologi, har en verkningsgrad 10%-enheter under dieselcykelns (maximalt 40-45%) krävs då 900 liters lagringsvolym för att nå en aktionsradie på 500 km.

I följande tabell framgår vilka lagringspremissar som kan tänkas gälla vid olika förhållanden.

Dieselförbr. per 10km	NG-förbr. per 10km (Nm ³) 10% merförbrukning.	Tankvolym i liter via 300/500/700km aktionsradie	Tankvikt i kg vid 300/500/700 km aktionsradie.
2	2.2	330 550 770	200-330 330-550 550-770
3	3.3	495 825 1155	300-495 495-825 690-1155
4	4.4	660 1100 1540	395-660 660-1100 940-1570
5	5.5	825 1375 1925	495-825 825-1375 1155-1925
6	6.6	990 1650 2310	594-900 990-1650 1385-2310

Tabell 5:4 Tankvolym och vikter vid krav på olika aktionsradier.

5.4 Emissioner

Emissioner från energiproduktionstillfället till konsumtionstillfället ger en bild av hur miljövänliga eller miljöovänliga olika energi är. Professor Daniel Sperling system, University of California, hävdar att debatt, mätningar och mätmetoder baserar sig på avgaserna från avgasrören. Produktionscykeln, distributionen och vevhusgaser har ännu inte intagit sin rätta plats i debatten. För jämförelsen naturgas/olja kan man utan närmare precisering säga att hanteringen av naturgas är mer miljövänlig än hanteringen av olja (bl a med hänsyn till att raffinaderiprocessen bortfaller).

Daniel Sperling menar också att vissa partiklar eller gaser bör ägnas större uppmärksamhet än andra. Drivhusgaserna är gaser vilka bör ägnas stor uppmärksamhet.

Koldioxid (CO₂), Metan (CH₄), Dikvävedioxid (N₂O) och Ozon (O₃) utgör de huvudsakliga beståndsdelarna i det som skapar drivhus-effekter. Enligt universitetet skulle naturgas svara för 19% lägre tillskott av dessa gaser i förhållande till utnyttjad energi än andra kolvätebaserade bränslen. Biogas från grödor skulle inte ge något tillskott, räknat på grödans hela livscykel.

Bland de reglerade emissionerna bör innehållet i partikelutsläppen, kväveoxiderna och kolväteutsläpp (exklusive metan) beaktas speciellt mot bakgrunder av:

- o Deras toxiska effekt
- o Naturens möjligheter att bryta ner substanserna
- o Deras inverkan lokalt, regionalt och globalt på hälsa, natur och klimat.

Substanser som speciellt misstänks vara mutagena/cancerogena är ännu inte reglerade i något land. Möjligheten att bestämma riktvärden, gränser och normer försvåras av mätmetodernas bristande exakthet. Southwest Research Institute i San Antonio menar t ex att det s.k "Ames test" har så stora brister att man f.n. inte finner det meningsfullt att utföra några sådana tester.

De substanser som främst misstänks vara mutagena/cancerogena kommer från dieselbränsle och från ofullständig förbränning oavsett bränsle.

Avslutningsvis pekar professor Sperling på att de avgasvärden, som anges som krav i USA 1991/1994, är ett bra första steg. De har dock två avgörande brister

1. De omfattar för få och för generella ämnen.
2. De angivna gränserna är fortfarande för höga för att naturen ska kunna bryta ned emissionerna i den takt de produceras.

6 TANKNINGSTEKNIK

6.1 Snabb och långsamfyllning

Snabbfyllning är det tankningsförfarande, som används vid påfyllning av gas på en vanlig bensinstation. Gas från ledningen är komprimerad i ett mellanlager 230-280 bar. Vid tankning öppnas till en ledning mellan mellanlagret och fordonstanken. Tryckutjämning sker och fordonstanken stänger automatiskt tillflödet vid 200 bars tryck. Tankning enligt detta förfarande tar mellan 2 och 10 min.

Långsamfyllning sker t ex nattetid då hela fordonsflottor ska fyllas. Kompressorn, som i snabbtankningsalternativet fyllde mellanlagret, fyller istället fordonstankarna direkt. Efter genomförd fyllning stänger kompressorn automatiskt av.

Befintlig utrustning för snabbtankning uppfyller ofta inte de tempokrav som kan sägas vara berättigade, dvs lika kort tankningstid som för bensin och diesel. Canadian Gas Ass (CGA) har därför uppdragit åt BC Research (BCR), Vancouver, att undersöka och föreslå åtgärder för att genomföra snabbtankning på samma tid som bensin eller dieseltankning.

Resultatet från BCR har hittills blivit en dataprogramvara som kan beräkna och dimensionera varje del i en tankstation. De beräkningsunderlag, som därmed kommit fram, visar att det finns stora effekt- och tryckförluster, även i dagens bästa tankningsanläggningar. CGA:s bedömning är att nya tankstationer med den högre flödeskapaciteten ska finnas i produktion under 1989.

Utvecklingstendenser för tankstationer, globalt sett, verkar peka mot fler långsamfyllningsanläggningar. I de flesta länder förväntas största ökningen av antal fordon ske med tätorts-baserade fordonsflottor. Hittills har dessa i huvudsak tankats enligt långsamprincipen under naturliga stilleståndsperioder.

Genombrott i lagringstekniken, med absorbenter t ex, som gör att aktionsradien kan ökas hos ett fordon, kan innebära att utformningen på tankstationerna kan ändras. Med ökad aktionsradie kan andra fordonstyper och användare komma ifråga. Intercityfordon och personbilar behöver då kunna tanka på vanliga stationer och då krävs optimerad snabbtankning.

6.2 Mor- och dotterstation

Tankstationer, på platser där det inte finns någon gasledning, kan försörjas med containertransporter. På Nya Zeeland fanns som mest 8 sådana stationer. Gasledningsnätet har blivit så utbyggt att endast 3 "dotterstationer" återstår. Principen är följande:

En moderstation utrustas med en överdimensionerad kompressor. På stationen kan man fylla såväl fordon som container. Med en viss beräknad periodicitet transporteras en fylld container från "moderstationen" till den försörjda "dotterstationen".

Dotterstationen har sedan en kompressor som suger ur container-innehållet till ett mellanlager på stationen. Innehållet i containern blir på det sättet välutnyttjat.

Kostnaderna för transporter mellan stationerna ska i detta fall vägas mot kostnaderna för ledningsdragningen till stationen. Kostnaderna för kompressor och mellanlager på dotterstationerna ska vägas mot det minskade antal transporter som behövs mellan stationerna.

6.3 LNG och Cryoteknik

I Australien, USA och Sovjet undersöks f.n. möjligheterna att förvara gasen flytande och nedkyld (LNG). Inga praktiska fordonsprov har företagits. Syftet med försök och beräkningar är att undersöka ekonomi och andra parametrar för att få reda på under vilka omständigheter LNG är lönsamt. Klart är dock att likvifieringsanläggning måste finnas för annat ändamål för att konceptet ska ha möjlighet att konkurrera prismässigt.

7 TRENDER INOM NGV

7.1 Bilar och lätta fordon

Fordonen i naturgasdrivna fordonsflottor består till över 80% av personbilar eller fordon med personbilsmotorer. Enkla konverteringar till ett överkomligt pris har hittills varit faktorer som påverkat marknaden. Beträffande trender för NG-personbilar kan man ange dem i följande punkter:

- o Ökar i tredje världen. Ökningen sker tack vare god driftekonomi och i många fall dess positiva effekt på samhällets ekonomi.
- o Mikroprocessorstyrningar utvecklas i Nordamerika och Oceanien för att kunna komma ifatt och hålla jämna steg med bensindrivna fordons tekniknivå.
- o Västvärldens intressen riktar sig i huvudsak mot tunga fordon. Personbilstillväxten i dessa länder är snarast att betrakta som spinnoff-effekter och praktiska lösningar i samband med andra fordonsanvändningar.

7.2 Lastbilar

I hela världen studeras möjligheterna att använda naturgas som drivmedel för tunga fordon.

Tekniken för konvertering är svårare än för personbilar (Otto-motorer) och man behöver ta hänsyn till fler parametrar. Axeltryck, avskrivningstid, tankningstid, aktionsradie etc är mer avgörande på denna marknad än på personbilsmarknaden. Trenderna kan sammanfattas enligt följande:

- o Alla länder med intresse för naturgas för fordon är någonstans i processen mellan seriösa studier och fordonsflottor i användning.
- o Tekniken är svårare och tar längre tid att applicera
- o Länder med flera års erfarenheter av NGV möter minst socialt motstånd mot att använda gas även i lastbilar.
- o Där debatten om avgaser finns möts naturgas för lastbilar med en öppen attityd.

7.3 Bussar

Ganska entydigt verkar bussar vara de fordon, som västvärldens länder i första hand koncentrerar sig på. Motiven härtill är följande:

- o Möjligheten att få bättre luftkvalitet i tätorter
- o God eller försvarbar ekonomi
- o Bussarnas definierade körmonster och garagering
- o Minskat buller
- o Reglerade tankningsförhållanden

Som nämnt tidigare kommer många länder att ägna stor uppmärksamhet åt att få stadsbussar konverterade. Trenden inom detta område går mot att få:

- o OEM-tillverkare att ta upp NG-bussar på sitt program.
- o Motorerna miljövänliga, tillförlitliga och med god driftekonomi.
- o Aktionsradien anpassad till ett dygns behov med nattlig tankning och med en mindre snabbfyllningsanläggning som reserv.
- o Biogaskvalitéer förädlade till naturgaskvalitet.

8 NATURGASDRIVNA BUSSAR

8.1 Bussar i drift

På ett antal platser i världen körs stadsbussar i någon omfattning. Nedan följer några korta redogörelser från sådana.

Danmark

HT i Köpenhamn har kört en dual-fuel Volvobuss i trafik. Avsikten var att värdera möjligheten att nå bättre avgasemissioner. Resultaten av avgasmätningarna blev nedslående men beredskapsaspekten har, enligt danskarna, varit värdefull att få utredd. I Esbjerg och Veile på Jylland kör Naturgas Syd, en Volvo och en Leyland på pilot-injection. Driftsäkerheten, miljön och ekonomin ska utvärderas.

Holland

DAF och har kört 2 Ottokonverterade bussar sedan slutet av 1987. Motiven miljö, ekonomi och drifterfarenheter ligger till grund för projektet.

Italien

I Udine och Ravenna körs 4-6 Iveco bussar med Ottomotorer. Tankarna är monterade hängande bakpå bussarna och miljömotivet anges som anledning.

Storbritannien

London Transport konverterade 1988 2 st Leyland dubbeldäckare. Driftresultat, teknik och motiv framkom inte under konferenserna.

USA

Brooklyn Union Gas Co kör två bussar med GM 454 V-8 Ottomotorer, utrustade med turboaggregat och trevägskatalysator. Bussarna har visat de bästa emissionsresultaten hittills av alla redovisade försök.

USA redovisar för övrigt 10-15 andra projekt i olika landsdelar, omfattande ca 250 bussar.

Kanada

CGA och Toronto Transit Authority (TTA) har ett mindre antal bussar, varav 2 med trevägskatalysator, i drift. Alla är Ottokonverterade med GM- eller Cumminsmotorer. Ytterligare 125 bussar är under upphandling.

I Hamilton, 60 km från Toronto, går Kanadas äldsta naturgasbussflotta med 6 Ottokonverterade Ivecomotorer i äldre GM-bussar. Hamilton har inköpt ytterligare 6 bussar.

I Vancouver och Montreal pågår försök med enstaka pilot-injection bussar.

Sydamerika

I Brasilien, Argentina, Colombia och Venezuela pågår provdrift med mindre flottor. Ekonomi och försörjningspolitik står som motiv och antalet bussar understiger 100. I Argentina finns en buss med Scania 11-liters bussmotor i sugutförande i drift.

I Santiago de Chile har man låtit utföra en bred studie med jämförelse av gaser, alkoholer, oljor, vegetabilier och bensin. Chile är ett land med stort överskott på bl a etanol. Studien visar bäst ekonomi och miljöresultat vid drift med naturgas.

Mercedes-Benz do Brazil producerar sedan feb 1988 en 6.4-liters rak 6 cylinderns Ottomotor, byggd på deras 6,4 l diesel, för bussar och lastbilar. 200-300 motorer producerades under året.

Australien

Brisbane, Perth, Canberra, Melbourne, Sydney och Adelaide har fått sina första leveranser av stadsbussar. Motiven är ekonomiska och försörjningspolitiska. I Perth har man gått in för Ottokonverterade motorer. I övrigt har man skaffat bussar med pilot-injection motorer.

Nya Zeeland

Auckland bygger f.n. om ett antal av sina 400 dieseldrivna stadsbussar. F.n. finns där 6 bussar och planen är att konvertera minst 50 st. I Wellington kör ca 10 av 150 bussar på NG och i Port of Prince körs hela bussflottan om drygt 30 bussar på gas.



Bild 8:1 Ombyggnad och förlängning av MB dieselbuss till naturgasbuss i Auckland, Nya Zeeland.

Asien

Bangkok, Kuala Lumpor, Sinkiang, Peking, Delhi med flera städer har f.n enstaka bussar som körs på gas. Motiven är officiellt miljö-, ekonomi- och försörjningsbaserade. Den valda tekniken pekar dock på att miljömotivet kommit i bakgrunden.

Sovjet

Informationen från Sovjet är knapphändig. Den pekar på att flottförsök är inledda med pilot-injected motorer.

Sverige

Sveriges två första bussar är under uppbyggnad i Malmö. En utrustas med Caterpillarmotor med trevägskatalysator. Den andra med en Scaniamotor ombyggd från LPG-version. Malmö har dessutom beställt en naturgasdriven mindre buss från Kanada.

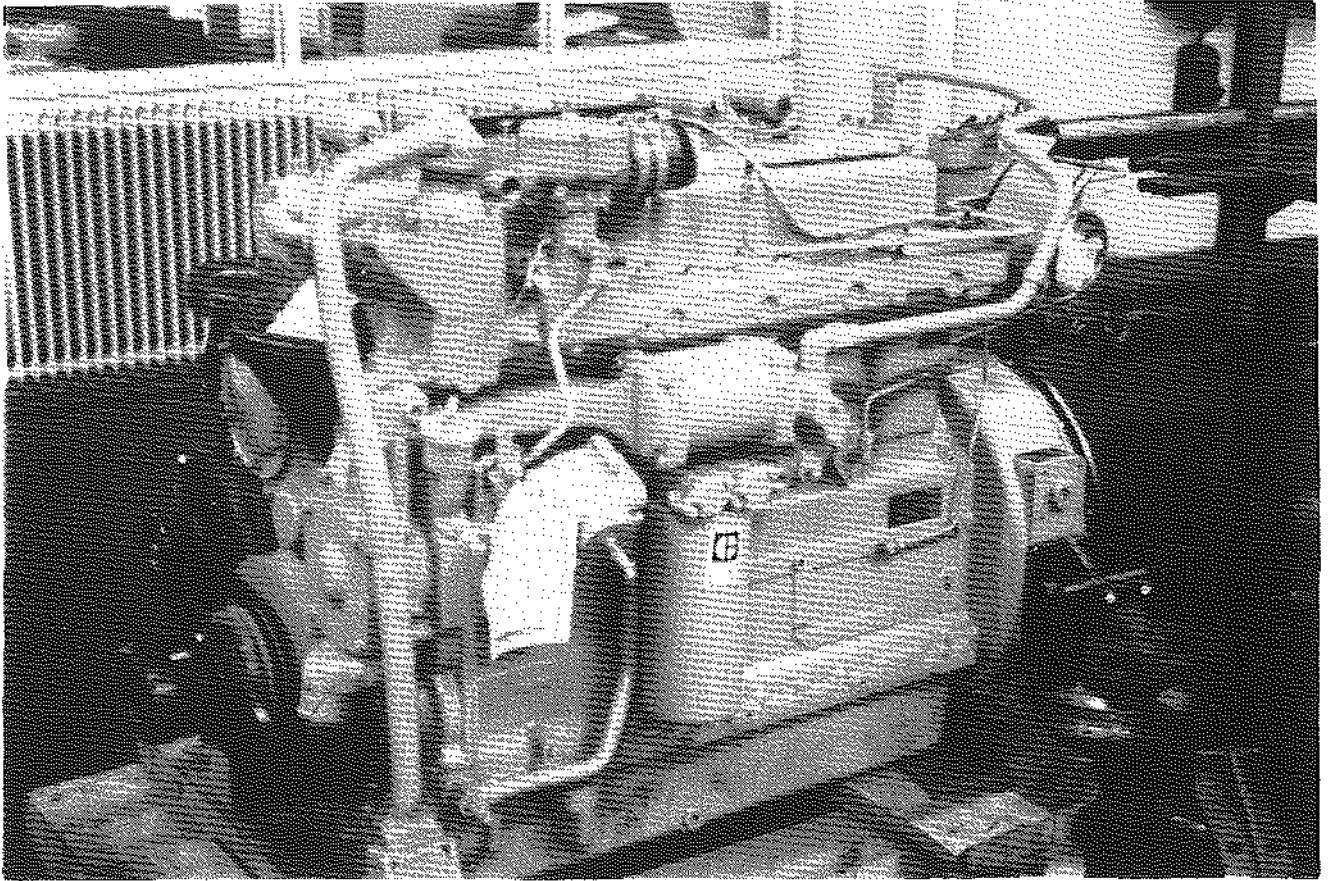


Bild 8:2 Caterpillar 3306 NG-motor för montage i en ML-Scaniabuss.

8.2 Pågående projekteringar, några praktikfall

I USA har UMTA (Urban Mass Transportation Administration) ställt USD 125.000.000 till förfogande för prov med alternativa drivmedel. Reglerna är, enligt American Gas Association, skrivna så att huvuddelen sannolikt kommer att användas till naturgasförsök. Av 209 ansökningar om medel från UMTA avser 199 st naturgasbussar.

Providence i Rhode Island, Tacoma, Olympia och Seattle i Washington samt San Diego i Californien m fl projekterar bussflottor från 2 upp till 80 fordon.

I Kanada planerar Hamilton en utbyggnad till 95 bussar fram till 1995, Toronto med 100-150 bussar under 90-talet, Montreal med 100-200 bussar under 90-talet. CGA:s beräkning är 1.000 Ottomotordrivna, lågemitterande stadsbussar ska vara i trafik före sekelskiftet.

Auckland Transist Authority och deras kollegor i Wellington överväger konvertering av sina 400 resp 150 bussar under de närmast 6 åren.

Bangkok och Kuala Lumpur projekterar 10% av städernas offentliga bussflotta för konvertering senast 1993 resp 1994.

I Sovjet avser man att i sin 5-årsplan få 1.000.000 tunga fordon konverterade. Av dessa anges 100.000 vara stadsbussar.

Det samnordiska bussmotor-projektet med naturgas som lågemitterande bränsle startar 1989.

9 ÖVRIGA TUNGA FORDON

Tunga fordon i stadstrafik väntas bli den huvudsakliga målgruppen i västvärlden efter stadsbussarna. Ur luftkvalitetssynpunkt svarar denna fordonsgrupp för en mångfalt större andel skadliga ämnen i luften än vad bussar gör.

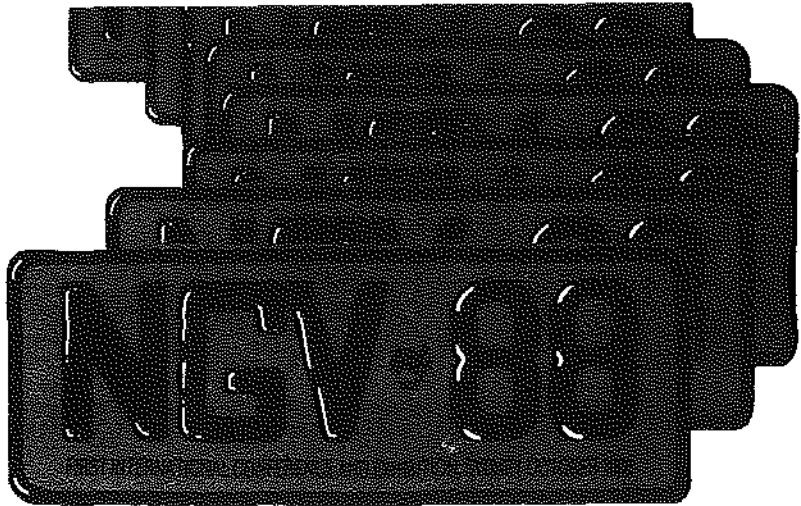
I tredje världen och i Öst (framför allt Sovjet och Kina) drar transportsektorn till sig största uppmärksamheten redan nu.

10 SLUTORD

Man kan konstatera att naturgas som fordonsbränsle är på stark tillväxt.

I ett energipolitiskt läge, när naturgasen introduceras i allt fler länder, bl a i Sverige, och när naturgasen dessutom har en intressant potential ur ekonomisk och miljömässig synvinkel borde en svensk marknad vara intressant att bygga upp.

För att denna marknad ska uppstå och fortleva måste marknadens parter vara överens om incitament, tidshorisont, introduktions- och utvecklingsstrategi, långsiktig skattepolitik etc.



PLENARY SESSION

Paper 1 "NGV AN INTERNATIONAL PERSPECTIVE"

Mr. R.E. Potts
Assistant to the President
Consumers Gas Co.
Toronto Canada

Paper 2 "NGV AROUND THE WORLD"

Dr. G. Harris
Head, Energy Unit
Beca Worley International
Auckland New Zealand

Paper 3 "INSTITUTIONAL CONSIDERATIONS FOR THE MARKETING OF GAS FUELS"

Mr. J.P. West
Research Fellow
Techsearch Inc.
Adelaide Australia

1230

LUNCH

1400

COUNTRY OVERVIEW SESSION

The country overview segment will enable Delegates to be brought up to date with NGV progress in those countries not covered in the business programme. One session will be included in each day's business programme. It will comprise a series of 10 minute summaries of NGV activities in Australia, Brazil, China, Denmark, Finland, France, Holland, India, Indonesia, Iran, Malaysia, New Zealand, Philippines, Singapore, Sweden, Switzerland, Thailand, Trinidad & Tobago, United Kingdom and U.S.S.R. who have indicated they will be represented at "NGV 88"

1500

AFTERNOON TEA

1530

CONCURRENT SESSIONS

Paper 4 "CANADIAN GAS ASSOCIATION'S NATURAL GAS FOR VEHICLES DEVELOPMENT PLAN, 1987 TO 1992"

Mr. R.B. Cumming
Director NGV Development
Canadian Gas Association
Mississauga Canada

Paper 5 "OUTLOOK OF NGV INDUSTRY IN CHINA"

Jang Zhao-zu*, Lan Xi-ju & Du Yong-lin
The State Planning Commission
Gao Xi-fa, Chen Tie-sun & Cheng Zong-ming
The Ministry of Petroleum Industry
Yang Dao-yin
The Ministry of Communications
Beijing The Peoples Republic of China

Paper 7 "PROGRESS IN THE STORAGE OF NATURAL GAS IN STRUCTURED HYDROCARBON LIQUID"

Prof. R.N. O'Brien
University of Victoria
Victoria Canada

Paper 8 "SPECIFICATION AND TESTING OF GAS CYLINDERS FOR ALTERNATIVE CNG FUELS"

Mr D.M. Firth
Metallurgist
Industrial Processing Division
Department of Scientific and
Industrial Research
Petone New Zealand

Paper 6 "VICTORIAN STATE NGV
MARKETING INITIATIVES"

Mr. G.J. Waldron
Manager Gafcor Autogas
Melbourne Australia

Paper 9 "RESULTS FROM LOW EMISSIONS
CONVERSION AND ITS IMPACT IN THE
MARKET PLACE"

Mr M. Ekelund
President Eken NGV Consultants A.R.
Haninge Sweden

1730

SATURDAY 29 OCTOBER 1988

0830

COUNTRY OVERVIEW SESSION

0930

MORNING TEA

000

CONCURRENT SESSIONS

Paper 10 "SICHUAN DEVELOPMENT OF CNG
& LNG FOR AUTOMOBILE USE"

Messrs Meng Zun-Tan, Huag Hui Hong & Lai
Xiao-Bing*

*Deputy Secretary General
Sichuan Province Energy Research Society
Chandu The Peoples Republic of China

Paper 11 "INTRODUCING CNG IN
TRANSPORT IN A DEVELOPING COUNTRY
— THE ARGENTINE EXPERIENCE"

Mr D.A. Goldin
Engineer
Gas Del Estado
Buenos Aires Argentine

Paper 12 "NGV IN IRAN, MARKETING
DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL
IMPACT"

Dr. T. Ebtakar
Professor, Mechanical Engineering
University of Tehran

Paper 13 "UTILIZING NATURAL GAS IN
ASSAM"

Colonel T.B.B. Lahkar
Managing Director
Assam Gas Company Limited
Duliajan India

Paper 14 "MOTHER DAUGHTER STATION
CONCEPT COMBINED WITH CNG/NGV
ACTIVITIES WORLDWIDE"

Messrs A.S. Zwemmer* R. Kelly
*Sales Manager
Sulzer Burckhardt
Basle Switzerland

Paper 15 "ADVANCED NGV REFUELLING
SYSTEMS IN CANADA"

Mr. J.S. Heenan
Program Administrator
CGA NGV R&D Program
Canadian Gas Association
Mississauga Canada

Paper 16 "NGV REFUELLING STATION
EQUIPMENT"

Mr. H. Fulton
Technical Director
Prescon Pty Ltd
Brisbane Australia

Paper 17 "CURRENT POSITION WITH DIESEL
ENGINE DUAL FUEL EMISSIONS"

Mr B.S. Memmot
President
East Coast Conversions, Inc.
Martinsburg USA

1200

LUNCH

1330

CONCURRENT SESSIONS

Paper 18 "CONSUMER DEMAND FOR
NATURAL GAS VEHICLES"

Drs. D. Sperling*, G.S. Harris and L. Arnoux
*Associate Professor

Civil Engineering Department
University of California
Davis USA

Paper 21 "COMPRESSED NATURAL GAS
UTILIZATION IN DIESEL CYCLE ENGINES
(DUAL FUEL) — PETROBRAS
KNOWLEDGE —"

Dr. L.F. Lastres
Engineer
Petrobras - Petroleo Brasileiro
Rio De Janeiro Brazil

SATURDAY 29th OCTOBER 1988 continued

Paper 19 "ELECTRONIC DIESEL NGV
CONVERSION SYSTEMS"

Mr. D. Hughes
General Manager
Gas Power Technology Limited
Perth Australia

Paper 22 "IMPROVING GAS SUBSTITUTION
LEVELS IN SMALL DUAL-FUELLED CI
ENGINES"

Dr. B.E. Milton* & Mr. T.T. Koh
*Senior Lecturer
School of Mechanical Engineering
University of N.S.W.
Sydney Australia

Paper 20 "NATURAL GAS FOR MOTOR
VEHICLES WHERE TO NEXT?"

Mr. G. Higgs
Group Manager Marketing
Welgas Holdings Limited
Wellington New Zealand

Paper 23 "EXPERIENCE WITH THE
OPERATION OF HEAVY VEHICLE ENGINES
DEDICATED TO THE USE OF CNG & LPG
FUEL"

Messrs W. Shiells* & P. Garcia
*Director, Transport Fuel Systems (NZ) Ltd
Auckland New Zealand

1500

AFTERNOON TEA

1530

CONCURRENT SESSIONS

Paper 24 "UPDATE OF THE U.S. NATURAL
GAS VEHICLE MARKET 1988"

Dr. J.M. Seisler
Associate Director New Market Development
American Gas Association
Arlington U.S.A.

Paper 27 "NGV DUAL-FUELLING DIESEL/NGV
TECHNOLOGY"

Mr. J.S. Heenan
CGA NGV R&D Program
Canadian Gas Association
Mississauga Canada

Paper 25 "DEVELOPMENT OF A NATURAL
GAS FOR VEHICLE BUSINESS UNIT
APPROACH TO DEVELOP THE NGV
MARKET SEGMENT WITHIN A MAJOR
CANADIAN GAS UTILITY"

Mr. B.E. Rogers
General Manager
NGV Division
Union Gas Limited
Chatham Canada

Paper 28 "NOTES ON PREDICTING THE
POWER OUTPUT OF DIESEL ENGINES ON
CONVERSION TO DUAL FUEL OPERATION
WITH VARIOUS COMMON GASEOUS FUELS
AND THEIR MIXTURES"

Dr. G.A. Karim*, Messrs I. Wierzbka & Y. Zhaoda
*Professor of Mechanical Engineering
University of Calgary
Calgary Canada

Paper 26 "THE MARKET POTENTIAL OF
NGV FOR MARINE PROPULSION"

Mr. A. Brett
Manager Industrial Sales
Allgas Energy Limited
Brisbane Australia

Paper 29 "ELECTRONIC NGV/DIESEL
CONTROL SYSTEM"

Messrs R.G. Allen* & E.E. Milkins
*Senior Research & Development Engineer
GAFCOR Autogas
Melbourne Australia

1730

SUNDAY 30th OCTOBER 1988

0845

COUNTRY OVERVIEW SESSION

0950

MORNING TEA

1020

CONCURRENT SESSIONS

Paper 30 "A SUMMARY OF EXPERIENCES
LEADING TO TRANSPERTH'S DECISION
TO CONVERT ITS DIESEL POWERED
BUSES TO CNG"

Mr. A.J. Noon
Chief Engineer,
Transperth
Perth Australia

Paper 33 "GREATER CONFIDENCE IN THE
USE OF CNG THANKS TO ULLIT
CYLINDERS"

Mr C.L. Hembert
Chairman
H.M. International
Hyeres Cedex France

Paper 31 "DEMONSTRATION OF NATURAL GAS AS AN ECONOMICAL FUEL FOR COMMERCIAL TRANSIT BUSES"

Mr. B.E. Rogers
General Manager
NGV Division
Union Gas
Chatham Canada

Paper 34 "LIGHT-WEIGHT CNG CYLINDERS"

Dr. T. Goran
Production Manager
ABB Plast
Stockholm Sweden

Paper 32 "DEVELOPMENT OF A CUMMINS LI10 NATURAL GAS BUS ENGINE"

Messrs W.A. Goetz, V. Duggal
T. Topaloglu & Dr. A. Lawson*
*Manager Advanced Engine Technology
Ontario Research Foundation
Mississauga Canada

Paper 35 "NGV CYLINDER PRESENT AND THE FUTURE"

Mr. F. Michelini
Sales Engineer
Faber Industrie SPA
Udine Italy

1220

LUNCH

1350

CONCURRENT SESSIONS

Paper 36 "DURABILITY TESTING OF A CHRYSLER 318 NATURAL GAS ENGINE"

Messrs W.A. Goetz, D.A. Thurston & Dr. A. Lawson*
*Manager Advanced Engine Technology
Ontario Research Foundation
Mississauga Canada

Paper 39 "NGV HOME REFUELLING — TECHNICAL EVALUATION & MARKET TESTING"

Drs. D. Cutting* & H. Ly
*NGV Project Manager
AGL Sydney Ltd
Sydney Australia

Paper 37 "COMPARISON OF SPARK IGNITION & DUAL-FUEL CONVERSIONS FOR AN AUTOMOTIVE DIESEL ENGINE"

Messrs T.J. Callan*, & S.T. Elder
*Engineer
Worley Consultants Ltd
Auckland New Zealand

Paper 40 "THE NGV REVOLUTION IN CANADA"

Mr R. Rackham
Manager NGV Fuel Systems
Sulzer Canada Inc.
Toronto Canada

Paper 38 "CLOSED LOOP FUEL SYSTEM AND LOW EMISSIONS FOR A NATURAL GAS ENGINE"

Messrs W.M. Jones, W.A. Goetz*
H. Canning & A. de Voodg
*Manager Fuels
Ontario Research Foundation
Mississauga Canada

Paper 41 "GASEOUS FUELS & THE GREENHOUSE EFFECT"

Drs. M. De Luchi & D. Sperling*
*Associate Professor
Transportation Research Group
Department of Civil Engineering
University of California
Davis U.S.A.

1530

AFTERNOON TEA

1600

CONFERENCE WORKSHOP

Chaired by the President, IANGV, Mr Robert Cumming. This session will allow Delegates to question the IANGV Council and express their views on the Conference and Exhibition.

1630

CLOSING SESSION

SPEAKERS: Messrs R.B. Cumming
D.G. Pinnington

1730

RAPPORT FRÅN

FOURTH WINDSOR WORKSHOP
ON ALTERNATIVE FUELS

WINDSOR, ONTARIO 88 06 20 - 22

A workshop on
technology transfer

Arrangör:
Ontario Research Foundation ORF

Sponsorer
Energy Mines and Resources Canada
U.S. Department of Energy

AV

EKEN KONSULT AB
MATS EKELOUND
88 06 26

1 INLEDNING

1.1 Deltagare

OEM - motor och busstillverkarna i Nordamerika

Detroit Diesel
Cummings
GM
Ontario Bus
Caterpillar

Gasindustrin

Amerikanska och Kanadensiska gasbolag

Oljeindustrin

ESSO
SUNOCO
Mobil
Amoco
Shell

Motorforskare

Ontario Research Foundation	ORF	CAN
South West Research	SWR	USA
BC Research	BCR	CAN
Ricardo		GB

Myndigheter och politiker

Sponsorerna
EPA (USA:s SNV)
Kanadensiska provinsregeringstjänstemän och
politiker
Uppdragsgivare, forskningsuppdrag

SVENSKAR

Ragnar Törnblom	TFB
Kjell Isaksson	SDAB/Aspen
Mats Ekelund	

ÖVRIGA

Lokaltrafikföretag
Åkare
Intresseorganisationer
Komponent tillverkare
Konsulter

1.2 Syfte med konferensen

Syftet med konferensen var att utbyta erfarenheter om olika alternativa drivmedelsmöjligheter ur i huvudsak två synvinklar.

1. Tekniska och praktiska möjligheter till användning.
2. I jämförelse; med varandra och med standarddrivmedel.

1.3 Målsättning med deltagande

Målsättningen med deltagandet var att få en uppdaterad bild av teknik och resultat bland de alternativa drivmedel som är aktuella för Svensk och Skandinaviskt vidkommande.

SAMMANFATTNING

Nordamerikanska motortillverkare deklarerade på konferensen om alternativa drivmedel i Windsor, Ontario, Kanada att 1991 års avgaskrav för dieseldrivna motorer inte kommer att kunna uppfyllas.

Detroit Diesel Company (DDC f.d. DDA) deklarerade att man sannolikt kommer att ha en hög försäljning av dieseldrivna fordon 1990 varefter man kommer att satsa på metanolmotorer. På längre sikt hoppas man kunna producera renare dieselmotorer.

Cummings Engines deklarerade samma misstro mot diesel-teknikens möjligheter. Deras sätt att bemöta de högre avgaskraven är genom utveckling av naturgasdrivna motorer.

Debatt och forskning kring alternanativa drivmedel riktar sig nästan utslutande mot metanol och naturgas. LPG, etanol, vätgas, el osv ägnas mycket sparsam uppmärksamhet.

Jämförelsen mellan de två huvudsakliga altenativen är svår att göra enhetlig. Båda alternativa marknadsförs med olika motiv såsom:

Metanol

- o Flytande
- o Inhemsk produktion
- o Motorlivslängd

Naturgas

- o Emissioner
- o Motorlivslängd
- o Säkerhet
- o Ekonomi

Professionella bedömmare betraktar dagens tekniknivå likvärdig för de båda drivmedelalternativen. Huruvida man skall välja det ena eller det andra är beroende av:

- 1) Vilka mål man vill nå
- 2) Tillgången på drivmedel

3 DIESELBRÄNSLE

3.1 Dieselskvaliteer och egenskaper

Kanadensiska forskningsresultat visade ett samband mellan svavelhalten i dieseln och avgasernas röktäthet. Samtidigt visades ett samband mellan mängden svavel och motorslitage. Båda sambanden visade entydiga nackdelar för miljö och motorer.

Det Kanadensiska svavelöverskottet kommer till viss del att blandas i dieseln. Denna åtgärd var svår att förstå eftersom man samtidigt visade på sämre total emissionsprofil.

Svenska och Amerikanska företag arbetar intensivt med möjligheten att nå goda emissionsredutut med en mycket sträng deffiniering av dieselskvaliteen. Detta till trots kommer inte dessa nya krav att vara tillräckliga för att kunna möta 1991-94 års dieselmotor krav enligt flera bedömmare i talarstolen.

3.2 Emissionsprofil och miljö

I följande tabell jämförs 1991 års amerikanska krav på emissioner med resultat från dieseldrivna fordon (g/kWh)

	CO	HC	NOx	Part
1991 års krav	20,8	1,7	6,7	0,13
Redovisade bästa nivåer	4	1	9	1,5 x)
Med Kanadensiska spec.	4	1	11	2,0 xx)
x) 0,3 part med efterbehandling				
xx) halverad motorlivslängd				

Industrins huvudåtgärd är utveckling av efterbehandlingsutrustning. I huvudsak partikelfällor, katalysatorer och efterbränning.

Detroit Diesel Company (DDC, f.d. DDA) och Cummings deklarerade att man inte skulle komma att klara 1991/94-års regler med dieselmotorer varför alternativforskning är nödvändig. Om man kommer att klara reglerna kommer det inte att vara klart till 1991.

EPA deklarerade att **partiklar**, CO och effekter som bidrar till påverkan av ozon i olika skikt av atmosfären är av största intresse för dem. **NOx** och **HC** värdena har visst samband med ozonbildningen på de olika atmosfäriska nivåerna varför man inte kan se någon anledning att ta lätt på något av värdena, inte ens oförbrända HC.

3.3 Forskning

Dieselmotorns nutida utveckling kretsar helt kring emissionsbegränsande åtgärder. Industrins lösning riktar sig mot användning av partikelfällor kombinerat och/eller efterförbränning. Andra optimeringar är lagda på is tills denna första prioritet är löst. En del som dock saknades på seminariet och i debatten är uppgiften om hur de stora mängder sot som töms ur framtida partikelfällor skall deponeras och förvaras.

3.4 Framtid för dieseldrivna fordon

Undertecknad har under de senaste åren deltagit på ett antal aktiviteter där OEM - tillverkare redovisat en mer eller mindre stark tilltro till lösningar med partikelfällor etc. För första gången nämndes officiellt svårighet med att nå erforderliga resultat. Ragnar Törnblom, TFB, uttryckte en tilltro till att av de 4-600 bussar som årligen ersätts inom svensk lokaltrafik, kommer under kommande år under hundra att säljas totalt.

4 ALKOHOLER

4.1 Alkoholer och egenskaper.

De alkoholer som man använder är metanolbaserade, M100 och M85. I Nordamerika förs ingen debatt kring Etanol, vilket görs i Sverige.

Motoralkoholerna har egenskaperna att vara flytande, de är motorvänliga jämfört med diesel och kan framställas inhemskt. Man kan också visa på avgasnivåer som klarar 1991 års Amerikanska dieselmotorkrav (samt de Svenska förslagen 1995).

Svårigheterna är höga drivmedelskostnader, mycket hög giftighet och ett ogynnsamt brandbeteende. Drivmedlet kostar f.n. 2-3 ggr diesel per energienhet och kommer vid hög konsumtion att kosta 1,5-2 ggr.

Motortekniskt sett blir utfällningar och motorskador p.g.a. bränslet mindre omfattande än motsvarande drift med diesel. Metanoler innehåller heller inget svavel varför man t.ex. bör kunna räkna med en lägre motorlivslängd. F.ö. är metanolen mycket aggressiv mot metaller, tätningar, packningar etc och ger upphov till korrusion..

Etanolen förekommer i mycket begränsad omfattning i Nordamerika. Det stora jordbruksöverskottet gör dock att det finns en avsättning som inblandning i bensen. Vad årets torka innebär i frågan om tillgång på etanol är dock svårt att säga. I Sverige finns en livligare debatt i vilken Scania deltar. Resultat från mätningar med deras (Gen II) etanoldmotor redovisas i kap 4.2.

Kostnaderna för Etanol är tämligen hög 2-3,5 ggr diesel och 2-2,5 ggr vid hög konsumtion. Konsumtionen begränsas huvudsakligen av tillgången på spannmål.

4.2 Emissioner och miljö

I följande tabell jämförs avgsemissionerna för motoralkoholer i bussmotorer med de i kap 3.2 angivna värdena, (g/kWh, transient mätmetod)

	CO	HC	NOx	Part	
1991 års krav	20,8	1,7	6,7	0,13	
Dieselmotor i standard	4	1	9	1,15	x)
Med Kanadensisk spec.	4	1	11	2,0	xx)
Metanol bussmotor	0,5	1	7	låg	xxx)
Etanol bussmotor	0,5	0,4	5,5	0,06-0,13	xxxx)
	x)	0,3 Part med efterbehandling			
	xx)	halverad motorlivslängd			
	xxx)	M100 med katalysator			
	xxxx)	Scania juni 1988, 13 mode test-program.			

Aldehydutsläppen (mutagena) är omfattande från alkoholmotorer. användandet av en oxiderande eller en trevägskatalysator minskar värdena av mutagena ämnen. Man rapporterar dock att katalysatorernas effekt på aldehyderna minskar kraftigt efter en tid med förhöjda utsläpp som följd. Källan till förändringen är inte känd. Stort intresse drar sig också till alkoholernas giftighet. Spill på huden kan leda till sjukdom, 1 000 ppm i luften ger huvudvärk. EPA:s motsvarighet till arbetarskyddsstyrelsen följer noga utvecklingen och kräver resultat.

4.3 Forskning

Forskningen kring metanoldrivna motorer riktar sig mot:

- o Säkerhetsaspekt (giftighet, skydd och flambeteende vid eld)
- o komponentutveckling för att motverka korrusion.
- o framtagning av tändförbättrare för att minska negativa emissionseffekter.
- o Bränsle definition.

4.4 Framtid för alkoholdrivna fordon

Metanolen har varit föremål för stora investeringar under de senaste 10-15 åren. I USA anses alkoholerna som det stora alternativet och enda framkomliga vägen att nå emissionsmålen inom 20 års sikt. Man skapar på så sätt ett minskat oljeberoende och höjer sin nationella beredskap.

F.ö. förefaller utvecklingen inom metenolanvändningen, enligt många experter att stå tämligen stilla. Man provar olika projekt i många länder men industrin tycker själv att utvecklingen inte är tillräcklig.

I Sverige försätter STU och andra att driva prov med Metanol- och Etanolmotorer. Goda avgasresultat från Scantias Etanolmotor kommer sannolikt att medföra att motoralkoholintresset ökar igen. Till följd av de omfattande investeringar i forskning och utrustning som gjorts är det sannolikt att intresset kommer att hålla i sig.

5 NATURGAS

5.1 Naturgaskvaliteer och egenskaper

Den enkla kemiska konstruktionen, gasens avsaknad av besvärande föroreningar och dess jämna värmevärde gör att ingen debatt kring kvaliteten förekommer. Däremot är gasens låga densitet och kostnader för kompression och lagring föremål för omfattande forskning. De som kraftigast kritiserar gas framför dessa synpunkter som de mest belastande. Ur driftsteknisk synpunkt har gasen visat sig lämplig med goda tänd och förbrännings-egenskaper, mycket låga slitagevärden varför motorena väntas kunna få en ökad livslängd.

Ur säkerhetssynpunkt visar naturgasdrivna fordon lägsta antalet olyckor av alla drivmedels och fordonstyper i USA.

5.2 Emissionsprofil och miljö

Naturgasen som användas tillsammans med diesel som tändförbättrare eller utan avgasoptimering kan inte visa på några nämnvärda avgasemissionsförbättringar. Med antingen stökiometrisk bränsleblandning och 3-kat eller med utmagring av blandningen kan dock kvaliteten ökas. I följande tabell jämförs en optimerad motor med en mager-blandnings motor och en med 3-kat. (g/kWh, transient testcykel)

	CO	HC	NOx	Part	
1991 års krav	20,8	1,7	6,7	0,13	
Dieselmotor standard	4	1	9	1,5	
Med Kanadensisk spec	4	1	11	2	x)
Metanol bussmotor	0,5	1	7	låg	xx)
Etanol bussmotor	0,5	0,4	5,5	0,06-0,13	xxx)
NG motor optimerad	23	3,6	6,7	0,01	
NG mager motor	4,1	1,2	4,3	0,01	
NG med 3-kat	6,6	1,0	1,16	0,01	

x) halverad motorlivslängd
 xx) M100 med katalysator
 xxx) Scania juni 1988, 13 mode
 testprogram

Avgasemissioner är centrala debattämnen i hela västvärlden. Värdena i ovanstående tabell kan därför komma att stå i centrum för kommande debatter. Partikelutsläppen från NG-motorer härrör sig endast från förbränning av smörjolja.

5.3 Forskningen

Lagring, tankning och bränslesystem utgör de stora forskningsområdena. jämfört med alkoholerna har endast en begränsad investering i forskning genomförts. Fältprover genomförs i begränsad omfattning och de första bussarna med 3-kat är i drift.

5.4 Framtid för Naturgasdrivna fordon

Citytrafiken i västvärlden ställer stora krav på låga avgas-(och buller) emissioner. Fordon i sådan trafik kör med begränsade dagliga körsträckor och garageras i regel på samma plats. Dessa är:

- o Bussar
- o Lätta och tunga lastfordon i stadstrafik
- o Personbilar (taxi etc), på sikt

Naturgasen har hittills visat sig billigare för användarna än andra energikällor.

En studie för Santiago de Chile visade följande kostnadsökningar för olika alternativa drivmedel. Kostnaderna är de totala kostnadsökningarna för användande i en fordonsflotta.

Naturgas	500 USD/år över dieseldrift
Metanol	2 500 " -
Etanol	3 500 " -
Partikelfällor	600 " -

Värt att notera är att Chile har etanolproduktion i ganska stor omfattning, varför ovanstående siffror är gynnade av det faktum.

Debatten om alternativa drivmedel förs fram i olika ljus beroende på vilket drivmedel man förespråkar eller debatterar.

På alkoholsidan talar man om att drivmedlet är:

- o Flytande
- o Inhemskt producerade
- o Befrämjande för motorn, etc

Från naturgashåll talar man om:

- o Emissioner
- o Säkerhet
- o Pris

På följande sida finns en ovetenskaplig uppställning i ett försök att föra samman flera argument än de förespråkarna själv väljer att ta upp.

1 = dålig, dyr etc
10 = bra, billig etc

Avgasemissioner									
	Reglerade	Mutagena	Miljö	Tillgångar	Infrastrukt.	Motorteknik	Lager	Invest.	Driftskost.
Diesel	2	2	2	8	10	9	9	5	7
Metanol	6	4	4	3	3	6	5	4	3
Etanol	7	4	5	2	2	6	6	3	2
Naturgas	8	9	7	8	3	6	3	4	7
LPG	7	8	8	4	5	6	5	5	7
Vätgas	8	9	8	1	0	2	1	1	2

De olika alternativa drivmedels förespråkarna framför olika argument för och emot sitt och andras alternativ. Ovanstående sammanställning kan utgöra en modell där flera alternativ förs samman. Beroende på vad man vill uppnå får man sätta koefficienten på ett sådant sätt att en bedömning kan göras.

7 KOMMENTARER OCH KORRIDORMÖTEN

Nedan redovisas några kommentarer från debatter där enskilda företag redovisade sin ståndpunkt.

Sunco

"Tala inte illa om er själv". Ni har bra teknik att bygga på (riktande sig mot fordonsutvecklare inom alternativbränslemarknaden). Koncentrera er i stället på följande:

1. Det drivmedel som ger bäst ekonomi
2. Det drivmedel som ger bästa totala säkerhet.

Detroit Diesel Corp (f.d.DDA)

Vi kommer att ha en alkoholmotor klar till 1991 som klarar 91 års dieselkrav.

Cummings

Vi kommer att ha en naturgasmotor klar tills 1991 som klarar 91 års dieselkrav.

BC Research

Bra teknik finns för den som vill eftermarknadskonvertera sin diesel till naturgas / diesel.

EPA (+ Ragnar Törnblom)

Glöm inte att titta på alla andra dieselfordon i tätorter, inte bara bussar.

Bob Skinner, vice energiminister, Ontario

- o Oil prices will not make your day. Work with your alternativ and be ready before you are up front with the problem.
- o Governments will go for new pollutant standards.

Korridormöten

- o IMPCO i Los Angeles, tillverkare av regulatorer och konverteringsutrustning kommer att köpas av Air Sensors i Seattle (Mycket bra för utvecklingen, ME:s kommentar)
- o BCR:s optimering av tankstationer klar i programvara inom kort. Vi kommer att få tillgång till den.
- o Ed Larson VD på Brooklyn Union Gas Co har tillsammans med

ca 25 andra gasbolag bildat ett bolag för att marknadsföra och arbeta med regler för naturgasdrivna fordon. Till chef i det nya bolaget har Jeff Seisler, AGA, utsetts. Jeff Seisler kommer att efterträdas av två personer på AGA.