

1989 års internationella bevakning av naturgasdrivna fordon

Naturgas

Utveckling & Miljö

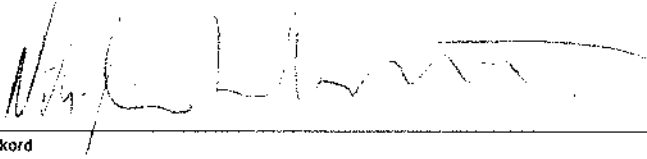
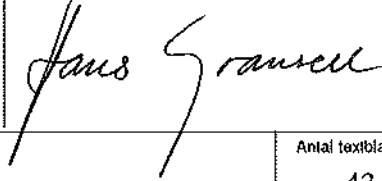
FUD

FORSKNING • UTVECKLING • DEMONSTRATION

Vattenfall

1989 års internationella bevakning av naturgasdrivna fordon

Naturgas

Från UG	Löppnummer U (G) 1990/6	Datum 891212	Kl.nr
Författare Mats Ekelund, Eken AB (del I) Tove Ekeborg (del II)		Teknikområde Naturgas	
Rapport kan lånas från Vattenfalls bibliotek 162 87 VÄLLINGBY		Rapporter kan rekvireras från Statens Vattenfallsverk Älvkarlebylaboratoriet Dokumentationscentralen 810 71 ÄLVKARLEBY Tel: 026/881 00	Projektnummer 93746
Vid utlärdare 		Godkänd 	
Sökord Naturgas, Fordon, NGV, Emissioner		Antal textblad 43	Antal bilageblad 6
☒ Only summary in English	☐ Whole report in English	☐ It exists a brochure in Swedish/English	☐ Other

Rubrik

1989 års internationella bevakning av naturgasdrivna fordon

Sammanfattning

Denna rapport består av två fristående delar:

Del I är en rapport från Fifth Windsor Workshop on Alternative Fuels, Windsor Ontario, Canada 890612 - 14. Denna konferens behandlade huvudsakligen metanol och naturgas, men representanter för LPG, el och etanol hade också en märkbar framtoning.

Följande punkter förefaller stå centralt i debatten kring naturgasdrivna fordon:

- Potential för låga HC- och NOx-utsläpp.
- Låga partikelutsläpp, vilka dessutom har lägre medicinskt inverkan än partiklar från andra drivmedel.
- Fortfarande svårigheter med aktionsradien.
- Fortfarande svårigheter med höga infrastrukturkostnader.
- God ekonomi där gasen är åtkomlig.
- F n god fart på teknikutvecklingen.

USA:s president George Bush presenterade i ett TV-tal den 12 juni ett åtgärdsprogram för att minska utsläppen enligt följande:

- Svavelutsläpp minskning med 50%
- Samlade gifter minskning med 75 - 90%
- HC + NOx (ozone) minskning med 75 - 95% lokalt

Detaljerna hur detta skall ske framgick inte av Vita Husets material, men programmet visade vad lokala och federala myndigheter skall arbeta mot:

1995	ska	500 000	fordon konverteras till alternativa drivmedel	
1996	"	750 000	- " -	
1997	"	1 000 000	- " -	/år framöver

Dessa fordon ska placeras i de värst utsatta städerna.

En klar inriktning mot definierade marknadsnischer framkom i debatten, och för naturgas sas att det är det lämpligaste drivmedlet för tung trafik i tätbebyggda områden. Trafik med aktionsradie upp till mellan 300 och 500 km och med given garagering är mest passande för naturgasdrift.

Del II sammanfattar fakta och intryck huvudsakligen inhämtade under en resa i England och Nordamerika 890907- -16.

I Nordamerika ökar användningen av naturgas som fordonsbränsle i snabb takt. Runt 250 bussar i USA körs för närvarande på naturgas. Motsvarande siffra i Canada är 30-40 stycken, och ett betydligt större antal är under upphandling. I Canada konverteras också många personbilar, men då behålls i allmänhet möjligheten att växla till bensin.

Många forskningsprojekt pågår i Nordamerika för att vidareutveckla motorer och annan utrustning som krävs för naturgasdrift. Ett viktigt projekt är Cummins utveckling av en motor för naturgas. Motorn är en sex-cylindrig L-10 som arbetar enligt leanburn-principen, och man arbetar tillsammans med kända motorlaboratorier, bl a med optimering av förbränningsrummet och framtagning av ett avancerat styr- och reglersystem. De 50 första motorerna är levererade eller under utleverans.

Beträffande tankar för lagring av gasen på fordonen vänds det internationella NGV-intresset mot Sverige och ABB Plast i Luleå. Där har mycket lätta kolfibertankar tagits fram, och för närvarande pågår förhandlingar för att få tanken godkänd av kanadensiska myndigheter.

För Sveriges del är en konvertering till naturgas främst intressant ur miljösynpunkt. Eftersom luftföroreningsproblemen är allvarligast i tätorter, och eftersom de största miljövinsterna med naturgasdrift finns att hämta då naturgasen ersätter dieselolja, inriktas Sveriges intresse i första hand mot konvertering av bussar och andra tunga fordon i stadstrafik. Att köra personbilar på naturgas får med dagens bensinmotorteknik med trevägskatalysatorer anses som mindre motiverat, eftersom miljövinsterna blir små.

Ett stort antal myndigheter, organisationer och företag i Norden har engagerat sig i Nordiska GasBussprojektet, som har som mål att få fram lågemissionsmotorer för i första hand bussar. "Signifikant förbättrade avgasemissioner" vill man uppnå, genom att utveckla och optimera motorer för naturgasdrift. Detta arbete pågår för närvarande och utförs av ett motorlaboratorium i England och ett i USA. I England utvecklar man en Scaniamotor, som ska arbeta med stökiometrisk förbränning och trevägskatalysator, medan laboratoriet i USA, som bygger om en motor från Volvo, tänker arbeta med leanburn-principen. De första resultaten från motoroptimeringsarbetet väntas i början av nästa år (1990).

SUMMARY

International Activities 1989 Natural Gas Vehicles

This report includes two separate parts:

Part I is a report from Fifth Windsor Workshop on Alternative Fuels, Canada 890612-14. This conference mainly discussed methanol and natural gas, but representatives of LPG, electricity and ethanol also had a good portion of the attention.

The following aspects appears to be central in the debate about natural gas:

- Potential for low emissions of HC and NOx.
- Low emissions of particles.
- Still difficulties with the ratio of action.
- Still difficulties with high costs for infrastructure.
- Good economy where the gas is available.
- At the moment fast technical development.

The president of the United States George Bush presented in a TV-broadcasted speech, on the 12th of June, a program on how to go about reducing emissions from the traffic. The details of the program were not well defined, but this is what lokal and federal authorities should work towards:

- | | | | | |
|---------------------|-----------|----------|-----------------------------------|------------------|
| - During 1995 shall | 500 000 | vehicles | be converted to alternative fuels | |
| - " 1996 " | 750 000 | - " | - | |
| - " 1997 " | 1 000 000 | - " | - | / year to follow |

During the debate it was said that natural gas is the most suitable fuel for heavy traffic in city areas. Traffic with a ratio of action of 300 to 500 kilometers and with one specific parking place is most suited for natural gas.

Part II is a summary of facts and experiences from a tour i England, Canada and the United States 890907-16.

The use of natural gas as a fuel for vehicles is increasing rapidly in North America. About 250 buses are for the moment running on natural gas in the United States. In Canada there are between 30 and 40 buses, and a much larger number will be in traffic in the near future. Many private cars in Canada are also being converted, but then the possibility of switching over to gasoline is kept in most cars.

Many research projects on the subject of engine and tank development are in progress in North America. One important project is the development of Cummins L-10 engine for natural gas. Cummins is co-operating with famous laboratories in optimizing the combustion chamber and improving an advanced control system. The first 50 engines are delivered or will be delivered in the near future.

When it comes to cylinders for storing the gas on the vehicles, the international attention is turned towards Sweden and ABB Plast in Luleå, where a very light cylinder made of composites has been developed. Other projects in this area are going on in Canada.

The main reason for converting to natural gas in Sweden is the possibilities of environmental gains, and in consequence of this Swedish efforts are aimed at developing city buses for natural gas. The goal is to receive "significantly reduced exhaust emissions". This project also engages companies and organisations in Norway, Finland and Danmark. At the moment two bus engines are being developed and optimized in two laboratories, one in England and one in USA. The first results from the laboratories are expected in the beginning of next year (1990).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning

Summary in english

Innehållsförteckning	1
Del I: 1 Förord	3
2 Sammanfattning	4
3 Generella intryck	5
3.1 Förändringar sedan förra året	5
3.2 Motiv och drivkrafter	6
3.3 Slutsatser till följd av deltagarnas sammansättning	8
4 Resultatredovisning	10
4.1 Metanol	10
4.2 Naturgas	12
4.3 Etanol	14
4.4 El	14
4.5 LPG	15
5 George Bushs tal	17
6 Slutsatser	18
7 Miljödebatten	19
Bilaga 1 och 2	4 + 2 sidor

Del II: Förord	21
Sammanfattning	22
1 Inledning	23
1.1 Bakgrund	23
1.2 Målsättning	24
2 Naturgasdrivna bussar	25
2.1 Brooklyn Union Gas Company, New York, USA	25
2.2 Hamilton Street Railways, Hamilton, Ontario, Canada	27
2.3 Nordiska Gasbussprojektet	27
3 Personbilar och andra mindre fordon	29
4 Motorutveckling	30
4.1 Utvecklingsprojekt i Nordamerika	30
4.2 Nordiska Gasbussprojektet	31
5 Fordonsutrustning	35
5.1 Tankar	35
5.2 Ventiler	36
6 Tankstationer	37
6.1 Hemmatankning	38
6.2 Större tankstationer	39
6.3 Munstycken och slangbrottsventiler	40
7 Involverade företag och organisationer i Nordamerika	42
Referenser	43

1. FÖRORD

Windsor Workshop hålls årligen i juni. Eken Konsult AB bevakade konferensen 1988 och i år. Avsikten är att bevaka konferensen även kommande år.

Syftet med en kontinuerlig bevakning är närmast att på så sätt kunna känna av trender och strömmningar inom alternativ drivteknik i Nordamerika och i viss mån i västvärlden.

Rapporten är lika finansierad av:

- o Vattenfall (BES)
- o TFB
- o United Turbine
- o Eken Konsult AB

Rapporten är sammanställd av Mats Ekelund.

Andra svenska deltagare i Windsor var Per Lange, Saab-Scania, Claes Pilo, SDAB och Kjell Karlsson, SNV. Juhani Lauriko från VTT i Finland var också där.

Konferensen samlade knappt 300 deltagare mot drygt 200 förra året.

2. SAMMANFATTNING

Förra årets konferens behandlade i huvudsak metanol och till viss del naturgas. Årets konferens präglades mer av sakligt underbyggda argument, presenterade i lika portioner av representanter för de två "huvudalternativen", metanol och naturgas.

Representanter för LPG, el och etanol- alternativen hade också en mer märkbar framtoning. Man beskrev efterfrågeökningar i speciella nischer och visade också på några resultat.

Representationen från olika industrigrenar brukar kunna ge indikation om hur intresset förändras från år till år. Myndigheter på federal och statlig nivå var väl representerade. OEM-tillverkare var representerade i större utsträckning än 1988, Naturgasleverantörer svarade för ett högt deltagande även i år. Oljebolagen representerades sparsamt medan fristående laboratorier och konsulter ökade märkbart. Lokaltrafikföretag och deras intresseorganisationer hade ett ökat deltagarantal.

President George Bush presenterade i ett TV-tal måndagen den 12 juni ett åtgärdsprogram som skulle minska utsläppen. Detaljerna hur detta ska ske framgick inte av Vita Husets material. I ett annat TV-inslag presenterades en offentlig utredning som visade att om alla 8 milj. fordon i södra Californien övergick till metanol skulle ozoninslaget minska 10%. Ett åtgärdsprogram, från Vita Huset, visade dock vilka ambitioner lokala och federala myndigheter hade att arbeta med:

1995 ska	500 000	fordon	konverteras	till	alternativa	drivmedel
1996	"	750 000	"	-		
1997	"	1 000 000	"	-		/år framöver

Dessa fordon ska placeras i de värst utsatta städerna.

3. GENERELLA INTRYCK

Intrycken redovisade nedan baserar sig i huvudsak på innehållet i de presentationer som gjordes. Några intryck är hämtade från s k korridormöten, några från TV-inslag och från President Bushs TV-uttalande om alternativa drivmedel 890612.

3.1 Förändringar sedan förra året

Förra årets konferens behandlade i huvudsak metanol och till viss del naturgas. Andra alternativ såsom LPG, el och etanol nämndes knappast. Bristen på definitiv och jämförbar information var också ett intryck från 1988 års konferens. Å andra sidan beskrevs generella tekniklösningar och absoluta viljeinriktningar av typen:

DDC+ Cummins: Vi kommer inte att kunna leverera dieselmotorer till 1991/94 som klarar partikelkraven.

OBI: 1991 års krav måste ha fått sina tekniska lösningar 1989 för att vi ska hinna med design, godkännande och leverans.

Sunoco (till Ni har tekniken och kunnandet. Låt er inte för-
alternativ- skräckas för att ni inte har alla pengarna. Ni
drivmedels- har en stark framtid.
industrin)

Debatten 1988 fördes mycket kring vilka parametrar som var viktigast nämligen;

- o ekonomi
- o miljö
- o motorlivslängd och prestanda

Representanterna för metanolalternativet förespråkade tillgänglighet, motorlivslängd och prestanda medan naturgasföreträdarna förespråkade avgaskkvalité, ekonomi och säkerhet.

Årets konferens präglades mer av sakligt underbyggda argument, presenterade i lika portioner av representanter för de två "huvudalternativen", metanol och naturgas.

Representanter för LPG, el och etanol- alternativen hade också en mer dominerande framtoning. Man beskrev efterfrågeökningar i speciella nischer och visade också på några resultat.

Slutsatsen av detta kan vara antingen att kompositionen av föredragshållare var bättre denna gången eller att händelserna under konferensen beskrev en del av verkligheten. Mot bakgrund av andra signaler är sannolikt den senare slutsatsen den riktiga.

3.2 Motiv och drivkrafter

Metanol var det "första alternativet" som kom fram då debatten startades om ersättning av ordinarie drivmedel. Motivet var råvarukris och oberoende från OPEC. Metanolen var/är det bränsle som mest liknar dieseln av alla till buds stående alternativ.

Naturgas, etanol och i viss mån LPG har kommit fram under studier där miljömotivet varit den starkare drivkraften.

De motiv som anfördes under konferensen kan redovisas enligt följande, med diesel som jämförelse.

Metanol: o Flytande, god hanterbarhet
 o Hygglig aktiondradie
 o Bättre avgaspotential än diesel (dock tvetydigt)

Naturgas: o God miljöpotential
 o Hög säkerhet
 o Tillgänglig råvara (begränsat på vissa platser)
 o Bästa ekonomin av alternativen

LPG: o God miljöpotential
 o Flytande under lågt tryck
 o Hög säkerhet
 o Erbjuder konkurrenskraftig ekonomi

El: o "Noll-lösning" - alldeles rent
 o Användbart på koncentrerade, operativa områden

Etanol: o God miljöpotential
 o Flytande

Bensin: o Tillgänglig och utvecklingsbar teknik
 o God tillgänglighet till råvara

Vätgas debatteras ej.

De avgas-mätresultat som redovisades var enligt följande för tunga fordon

(gram/kWh, transient mätmetod)

	CO	HC	NOx	Partiklar
Metanol med				
Avocet tänd- förbättrare (sugmotor)	2,6	1,6	7,97	0,62 (höga alde -hydutsläpp)
Samma motor i standard diesel	4,10	1,76	8,0	0,79
Cummins L10 (lean burn)	1,3	1,3	4,5	<0,05

3.3 Slutsatser till följd av deltagarnas sammansättning

Representationen från olika industrigrenar brukar kunna ge en indikation om hur intresset förändras från år till år. Mot den bakgrunden kan följande iakttagelser redovisas:

1. EPA, DOE, DOT samt Transport Canada, TTC samt andra myndigheter på federal och statlig nivå var väl representerade.
2. OEM-tillverkare var representerade i större utsträckning än 1988. Dessa var från:

De understrukna deltog förra året.

GM, Caterpillar, DDC, Steward & Stevenson, Busindustries of America, Flxible Corp, Ford-Canada, Crysler, Sypher-Mueller, Scania, Toyota, Lucas, Mitsubishi, Nissan, Renault, Deutz, Perkins, Mack.

3. Naturgasleverantörer och till den kopplade FoU organisationen svarade för ett fortsatt högt deltagande.
4. Oljebolagen representerades tämligen sparsamt precis som förra året.
5. Fristående laboratorier och konsulter ökade märkbart. SwRI presenterade tämligen tungt material. Saknades, från förra året, gjorde Ricardo.
6. Lokaltrafikföretag och intresseorganisationer svarade för en anseelig ökning av deltagarantalet.
7. LPG- relaterade företag hade nästan ingen representation 1988. Den var fortfarande liten i år men svarade för ett starkare inslag i framställning och debatt.
8. Skolor och perifer industri var fortfarande lågt representerade.

4 RESULTATREDOVISNING

4.1 Metanol

Förutom avgasvärdena från kap 3.2 redovisade Kanadensiska MILE-projektet följande fakta kring tung trafik med metanol:

4 bussar och 4 lastbilar körs i Medicin Hat och i Winnipeg. Inget av dessa fordon avgasmäts utan man koncentrerar sig kring körbarhet.

Under året har komponentutveckling ägt rum för att kunna öka miluttaget i vardera fordon.

Man har bytt/utvecklat följande komponenter:

- o Styr och reglersystem uppdaterat
- o Kamaxlar
- o Minskat turbokapaciteten
- o Ny injekteringsutrustning
- o "Starkare" by-pass-ventil
- o Ökat effektuttag från 200 till 277 hkr

Resultat:

Tidigare miluttag/månad	220-240 mil
nuvarande " -	430-510 mil

Bränsleförbrukningen har ökat med 8-10%	
oljekonsumtionen " -	50-70%

I oljan har mängden rester av följande komponenter visat sig

Komponent	Enhet	
	<u>tidigare</u>	<u>nu</u>
Silicon		-1
Stål	29	102
Aluminium	4	3
Kromämnen	1,8	1,6
Koppar	38	125
Bly	6	18
Ten	9	10

- o Avgasresultaten förefaller vara i nivå med vad svensk motor-industri hävdar som nära förestående för dieselmotorn, dock med två undantag:
 1. Ingen partikelbildning med metanol som drivmedel
 2. Höga aldehydutsläpp även efter efterbehandling.
- o Giftighet och osynliga flammor vid brand, väcker fortfarande stor debatt.
- o Miljödebatten i USA i metanolsammanhang kretsar kring minskning av ozon framförallt i södra Kalifornien. En övergång till metanol i alla 8 milj fordon skulle minska ozonhalten med 10%.
- o Tendenser till acceptabel produktionskostnad av metanol vid storskalig användning.
- o Några hävdar att teknikutvecklingen har haft bättre fart under tidigare år och att dagens tendens med stagnerande tekniska framsteg är övergående.

- o OEM tillverkarna hävdar att metanolmotorer kommer att finnas för leverans 1991 med avgascertifiering enligt kraven.

4.2 NATURGAS

Sedan förra året finns en klar trend att bussanvändare, även i södra Kalifornien, tittar på vilka maximala miljövinster man kan nå. I **bilaga 1** framgår hur lokaltrafikbolag framställt sina anslagsansökningar till UMTA för drift med alternativa drivmedel. Ansökningarna innehåller även exempel på övergång från ett alternativt drivmedel till ett annat.

Laboratorier och tillverkare refererar här till avgaspotentialer, mätresultat och pågående projekt. SwRI refererade bl.a till Nordiska GasBuss projektet som det tuffaste som lagts ut som ett kommersiellt kontrakt någonsin.

Cummins har, med hjälp av SwRI och ORTECH, kommit längst med sin L10 motor i gasversion. De första 50 motorerna är levererade eller under utleverans och man har order på ytterligare 125 för snar leverans. Nuvarande stadium kan sägas vara där, ur leveranshänseende, som metanolmotorleverantörerna var för 3-5 år sedan.

Cummins L10 motor presenterar följande prestanda:

- o Avgasemissioner enl, kap 3.2
- o 37% maximal verkningsgrad, sannolikt 30-32% genomsnittligt enligt transientcykeln.
- o 175 kW vid 2 100 rpm
- o Vridmoment 750 ft-lb vid 1 100 varv
- o Ökad (ospecificerad) motorlivslängd men för "hög" konsumtion av tändstift.

Stora anstängningar görs för att öka aktionsradien för naturgasdrivna fordon. Två olika vägar synes vara huvudinriktningen.

1. Absorbtion; där högskolor och företag arbetar intensivt men utan större framgång.
2. Lättviktstankar; där ABB-Plasts tank är den största framgången hittills. Denna produktpolitik förutsätter att det finns utrymme för tankar i chassier eller på andra platser. Man kan konstatera att aktionsradien och tankvikten, kolfibertanken till trots, är den svårighet som väger tyngst mot naturgasdrift. Begränsningar av tillgänglig infrastruktur och höga kostnader för denna har också sin betydelse.

Följande punkter förefaller stå centralt i debatten kring naturgasdrivna fordon:

- o Potential för låga HC och NOx utsläpp (påverkar ozonbildningen, NOx även smog situationen)
- o Låga partikelutsläpp vilka per enhet har en betydligt lägre medicinsk inverkan än partiklar från andra drivmedel.
- o Fortfarande svårigheter med aktionsradien
- o " - höga infrastrukturkostnader.
- o God ekonomi där gasen är åtkomlig.
- o F n god fart på teknikutvecklingen.

4.3 Etanol

Etanolens användning som fordonsbränsle är koncentrerad till några få mindre marknader. De försök som utförs i Nordamerika är helt relaterade till lokala (industriella) etanolöverskott.

De uppgifter som framkom har inget att tillföra ovanpå vad Saab-Scania har presenterat i de motorförsök som genomförts i Sverige.

4.4 El

Elektrifiering och utbyggnad av innerstadstrafik med eldrift upptar en stor del av kollektivtrafikdebatten. Motivet är:

- o "Noll-lösning" d v s helt rent ur avgassynpunkt
- o Tystgående trafik
- o Har hög transportkapacitet, upp till 400 pass/ekipage
- o Konkurrenskraftigt, passagerarvänligt/inbjudande

Den industriella användningen av el är så stor att ett tillskott i elkonsumtionen även med en stor utbyggnad skulle spela en nästan obefintlig roll ur försörjningssynpunkt.

GM-fordon med lagrad el (batteridrift) går i provdrift på 4 platser med tot 37 fordon. Största forskningsinsatserna ligger på batterisidan. Bly och klorid batterier kan klara upp till 4 års arbete vilket skulle innebära 1 200 cykler.

Övriga data kring de 6 första "Griffin GM-Vans är:

- o Hittills 700 000 miles (110 000 mil)
"trouble free operation" totalt
- o Nytt batteriset kostar USD 1 800 (12 ksek)
- o Acceleration: 0 - 48 km/h 6,5 sek
0 - 96 km/h 17,0 sek
105 km/h topphastighet
- o Aktionsradie 210 km
(med nickelbatteri 240 km)
(med zodium-svavelbatteri 240-320 km)
- o Laddningstiden mellan 6 och 11 timmar

Spårvagnar ser ut att gå mot en ny intresse-hausse vilket troligen kommer att avspegla sig i flera verkliga projekt. Intresset för elbilar och bussar med olika energiförsörjningslösningar verkar tämligen magert.

4.5 LPG

Användningen av LPG (motorgas) koncentrerar sig kring personbilsflottor och pick-ups. Motorstorlekarna i dessa fordon är 4-8 cylindriga och 2,5 - 5,0 liter i slagvolym.

Impco i Los Angeles har gjort framgångsrika avgasprover vilka redovisas i **bilaga 2**, med sin utrustning och motorgas.

Viktigaste händelsen inom personbils-LPG är att såväl Impco, Vialle och Landi Renzo m fl skaffat sig samarbete med personbilstillverkare för att kunna leverera modern utrustning. Eftermarknadsindustrins stora nackdel har tidigare varit att utrustningen varit hopplöst eftersatt i design. Skillnaden nu kan sägas vara 2-4 års eftersläpning mot 10-15 år i början av 80-talet.

Wiens lokaltrafik driver den största bussflottan i världen med alternativt drivmedel, i detta fallet LPG.

Av sina 350 LPG-bussar är 50 st nu uppdaterade med styr- och reglersystem och med katalysatorer. Under de tre första åren med dessa bussar hade man förhöjda underhållskostnader sedan har kostnaderna reducerats till samma nivå som för diesel-drivna bussar. Minskningarna av avgasemissioner och dess effekt väntas minska märkbart, såväl i flora och fauna som hos människan.

5. GEORGE BUSH'S TAL

President George Bush presenterade i ett TV-tal måndagen den 12 juni ett åtgärdsprogram som skulle minska utsläppen enligt följande:

Substans	minskning %
o Svavelutsläpp	50
o Samlade gifter	75-90
o HC+NOx (ozone)	lokalt 75-95

Detaljerna hur detta ska ske framgick inte av Vita Husets material. Ett åtgärdsprogram visade dock vilka ambitioner lokala och federala myndigheter hade att arbeta med:

1995 ska	500 000 fordon konverteras till alternativa drivmedel
1996 "	750 000 " -
1997 "	1 000 000 " - /år framöver

Dessa fordon ska placeras i de värst utsatta städerna.

Varje år ska dessutom en kontrollbesiktning, med avgasmätning, genomföras. Tidpunkten för detta genomförande angavs inte.

Tom Bains, EPA, menade att detta var en klar viljeinriktning från presidenten. Uttalandet borde ge alternativdrivmedelsindustrin vind i seglen. Han menade att en viktig aspekt var försörjningsfrågan och USA:s alltför stora import av råolja.

6. SLUTSATSER

En klar inriktning mot definierade marknadsnischer framkom i debatten.

Spårvagnstrafik: Roligast, konkurrenskraftig, lämplig för city trafik

Naturgas: Lämpligaste drivmedlet för tung trafik i tätbebyggda områden. Trafik med upp till intervallet mellan 300 och 500 km aktionsradie och given garagering.

Metanol (och etanol) Lämpligt som drivmedel i tunga fordon som har högre miluttag samt för fordon som går i trafik där tankning måste ske på olika platser. Alkoholerna är lämpliga intercity bränslen.

LPG: Har utvecklats till ett typiskt personbilsbränsle. Marknaden väntar på resultat av långtidsprov med nya utrustningen.

7. MILJÖDEBATTEN

Största vikten i debatten lades vid, i rangordning:

- o Ozon
- o Växthuseffekt
- o Partiklar
- o Toxiditet

Ozon påverkas av HC och NOx varför dessa är av största vikt i diskussionen. Diskussionen om oförbrända HC fördes inte alls, vilket kan tolkas som att utrymmet för den debatten inte finns.

"Ligan" över renaste bränslet vid energikosumtionsplatsen ser ut enligt följande:

1. El (via luftlina)
2. Naturgas
3. Etanol
4. Metanol

Vätgas diskuterades ej.

"Ligan" över renaste totallösning innehåller favoriter i olika läger, där var och en "håller på sitt". T o m EPA har visat sig ta ställning. I detta fallet för metanol.

Av lämnade uppgifter att dömma bör en korrekt listning för tunga fordon se ut enligt följande:

1. Naturgas
2. Metanol
3. Övriga, om de kan erbjuda tillräckligt med drivmedel

Motortillverkarna hävdar fortfarande att 1991/94 års partikelkrav inte kan uppfyllas i tid.

Aldehydutsläppen från metanol tilldrog sig ingen uppmärksamhet.

Utsläppen av oförbränd metan, t ex vid lean-burn drift, synes lämpligt att räkna med då HC utsläppen beräknas.

Canadian Gas Association har tagit initiativ till en studie av ordinarie och alternativa drivmedels miljöbelastning från källa till konsumtion. Denna studie kommer under 1990 att kunna underbygga en saklig diskussion om de olika alternativens nivå av miljövänlighet.

Alternative Fuels Projects as of 06/07/89

No.	Reg City	ST Transit Authority	No. of Vehicles					Comments
			RCV	CNG	Meth	LPG	Oth.Tot.	
1	1 Boston	MA MBTA	APL	5	5	0	0	10 Purchase 5 CNG, 5 Meth., design indoor fueling fac.
2	1 Providence	RI RIPTA	LTR	2	0	0	0	2 Convert 2 Volvo buses to CNG
3	1 Springfield	MA FVTA	LTR	19	0	0	0	19 Convert 9 30' to CNG, purchase 5 40'/5 30' CNG buses
4	2 Buffalo	NY NFTA	APL	25	0	0	0	25 Purchase 25 buses with 100% CNG (gasoline engines)
5	2 New York	NY MSBA and NYCTA	APL	50	0	0	0	50 Purchase 50 100% CNG buses, 10 MSBA(APL) & 40 NYC
6	2 Rochester	NY Rochest.-Genesee RTA	APL	5	0	0	0	5 Purchase 5 CNG buses
7	2 Syracuse	NY CNYRTA	APL	8	0	0	0	8 Phase I: 4 retrofits; Phase II: 4 new 100% CNG
8	3 Baltimore	MD Maryland MTA	APL	10	0	0	0	10 Purchase 10 CNG buses
9	3 Charleston	WV Kanawha Valley RTA	LTR	0	5	0	0	5 Purchase 5 medium size methanol buses
10	3 Norfolk	VA Tidewater TDC	APL	0	0	0	4	4 Convert 4 diesel engines to CNG on 2 ferrys
11	3 Norfolk	VA Tidewater TDC	LTR	0	5	0	0	5 Purchase 5 meth. buses
12	3 Pittsburgh	PA PAT	APRV	5	0	0	0	5 Purchase 5 CNG buses, emission and engine testing
13	5 Peoria	IL Greater Peoria Transit	LTR	0	0	0	36	36 Convert fleet of 36 buses to ethanol
14	5 Gary	IN GPTC	LTR	5	0	0	0	5 Purchase 5 CNG buses
15	5 Cleveland	OH NE Ohio - NOACA	LTR	9	0	0	0	9 Convert 9 paratransit veh. to 100% CNG
16	5 Dayton	OH Miami Valley RTA	LTR	19	0	0	0	19 Replace trolley fleet with CNG buses
17	5 Painesville	OH Ohio DOT	APL	10	0	0	0	10 Purchase 10 CNG buses
18	5 Youngstown	OH Ohio DOT	APL	2	0	0	0	2 Purchase 2 CNG buses
19	5 Jackson	MI Jackson Transit Auth.	LTR	0	0	0	24	24 Convert 12 buses & 12 small buses to Midwest Power
20	5 Detroit	MI Detroit SMART/DDOT	APL	0	12	0	0	12 Purchase 6 Methanol buses each for SMART and DDOT
21	5 Minneapolis	MN MTC	LTR	30	0	0	0	30 Purchase 30 CNG, LNG or Propane shuttle buses
22	5 Minneapolis	MN MCDA	APL	4	0	0	0	4 Purchase 2 CNG & 2 LNG rubber tire trolley buses
23	6 Albuquerque	NM Sun Tran	LTR	16	0	0	0	16 Convert 10 buses to CNG, purchase 6 CNG mini-buses
24	6 Collg.Stat.	TX Brazos Valley	VERB	14	0	0	0	14 Purchase 14 CNG buses
25	6 El Paso	TX Sun Metro	APL	0	0	0	5	5 Purchase 5 methanol or CNG buses
26	6 Fort Worth	TX Fort Worth Transit	APL	10	0	0	0	10 Purchase 10 CNG veh: 7 buses, 2 sm buses, & 1 mini-van
27	6 Houston	TX MTA of Harris County	VERB	25	0	0	0	25 Convert 25 buses to CNG
28	6 Oklahoma City	OK COTPA	APL	21	0	0	0	21 Pur 4 minis/2 para; conv 4 std/2 school/4para/5serv
29	7 Cedar Rapids	IA City of Cedar Rapids	APL	0	0	8	7	15 Convert 7 buses to Midwest Power; 4 LPG para/4 serv
30	7 Des Moines	IA Des Moines MTA	APL	0	0	0	20	20 Convert 20 buses to Midwest Power alcohol additive
31	8 Boulder	CO Special Transit Service	LTR	13	0	0	0	13 Convert existing mini-buses and vans to CNG
32	8 Denver	CO Denver RTD	APL	5	0	0	0	5 Convert 5 buses to CNG
33	8 Salt Lake Cty	UT Utah Transit Authority	APL	5	0	0	0	5 Purchase 5 CNG buses
34	9 Glendale	AZ City of Glendale	LTR	6	0	0	0	6 Purchase 6 CNG paratransit vehicles
35	9 Phoenix	AZ Phoenix Reg. Pub. Trans.	LTR	5	0	0	0	5 Purchase 5 CNG buses
36	9 Phoenix	AZ City of Phoenix	LTR	12	0	0	0	12 Purchase 12 CNG buses
37	9 Tucson	AZ City of Tucson	VERB	5	0	0	0	5 Purchase 5 CNG buses

Alternative Fuels Projects as of 06/07/89 (Continued)

No.	Reg	City	ST	Transit Authority	RCV	No. of Vehicles				Comments	
						CNG	Meth	LPG	Oth.		Tot.
38	9	Los Angeles	CA	SCRID	APL	3	0	0	0	3	Purchase 3 CNG buses and fast fill fueling station
39	9	Los Angeles	CA	SCRID	APL	0	14	0	0	14	Convert 12 DDC 6V92 & 2 Cummins L-10 engines to meth
40	9	San Diego	CA	North County Transit Dis.	LTR	7	0	0	0	7	Purchase 7 CNG buses
41	9	San Diego	CA	SDIC/MTDB	APL	7	0	0	0	7	Purchase 7 CNG buses
42	9	Santa Ana	CA	Orange County Transit	APL	2	2	2	1	7	Convert 6 buses to CNG, Meth. and LPG, & 1 electric
43	9	Santa Ana	CA	Orange County Transit	APL	0	0	0	0	0	Section 8 for planning, eval. and reporting on AFI
44	9	Santa Barbara	CA	SB-MTD	LTR	10	0	0	0	10	Convert 10 existing buses to CNG dual-fueled
45	9	Sacramento	CA	YOLOBUS	LTR	3	0	0	0	3	Purchase of 3 CNG buses
46	9	Sacramento	CA	Paratransit Inc.	LTR	2	2	2	0	6	Purchase mini-buses w. lifts, 2 each for each fuel
47	9	Santa Cruz	CA	Santa Cruz MTD	VERB	0	0	6	0	6	Purchase 6 small propane buses (30')
48	10	Lynwood	WA	Community Transit	APL	0	0	0	23	23	Purchase 23 artics. buses that meet EPA 1991 stds.
49	10	Tacoma	WA	Pierce Transit	APRV	39	0	0	0	39	Purchase 17 100% CNG, 15 Dual-fuel, & 7 supv. veh.

No. of Vehicles
CNG Meth LPG Oth.Tot.

Subtotal Bus Purchases:	312	29	8	88	437
Subtotal Bus Conversions:	86	16	2	31	135
Subtotal Paratransit Vehicles:	15	0	4	1	20
Subtotal Supervisory Vehicles:	5	0	4	0	9

Total: Projects: 49	Vehicles:	418	45	18	120	601
---------------------	-----------	-----	----	----	-----	-----

Breakdown:

Appl. in Review: 23	Vehicles:	91	21	10	56	178
Grants Approved: 2	Vehicles:	44	0	0	0	44
Subtotal: 25	Vehicles:	135	21	10	56	222
Letr and Verbal: 24	Vehicles:	283	24	8	64	379

Funding of Projects (for those where funding data has been determined):

FEDERAL SHARE:	\$57,795,329
----------------	--------------

Alternative Fuels Projects as of 06/07/89

No.	Reg	City	ST	Contact Person	Telephone	RCV	<--Federal Share-->		<-----Local Share----->			<-Total-> (\$000)
							Section 3	Section 9	State	Local	Private	
1	1	Boston	MA	Ellen Martin	617-722-3482	APL	\$2,465.8	\$0.0	\$0.0	\$822.9	\$0.0	\$3,288.7
2	1	Providence	RI	William H. Trevitt	401-781-9450	LTR	\$301.1	\$0.0	\$0.0	\$100.4	\$0.0	\$401.5
3	1	Springfield	MA	Robert D. Manz	413-732-6248	LTR	\$550.0	\$665.0	\$0.0	\$1,210.0	\$50.0	\$2,475.0
4	2	Buffalo	NY	Vito J. Sportelli	716-855-7264	APL	\$3,937.5	\$0.0	\$1,050.0	\$262.5	\$0.0	\$5,250.0
5	2	New York	NY	Robert Kiley/MSBA	212-878-7000	APL	\$2,401.9	\$0.0	\$0.0	\$800.6	\$0.0	\$3,202.5
6	2	Rochester	NY	John A. Garrity	716-288-6050	APL	\$750.0	\$0.0	\$0.0	\$250.0	\$0.0	\$1,000.0
7	2	Syracuse	NY	Stephen G. Bland	212-264-8973	APL	\$1,744.9	\$96.8	\$544.0	\$105.9	\$638.0	\$3,129.5
8	3	Baltimore	MD	William Konstas	301-333-3373	APL	\$2,250.0	\$0.0	\$0.0	\$750.0	\$0.0	\$3,000.0
9	3	Charleston	WV	Milton C. Back	304-343-3840	LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
10	3	Norfolk	VA	Jane Whitney	804-627-9291	APL	\$480.4	\$0.0	\$0.0	\$160.1	\$0.0	\$640.5
11	3	Norfolk	VA	Jane Whitney	804-627-9291	LTR	\$1,083.4	\$0.0	\$0.0	\$361.1	\$0.0	\$1,444.5
12	3	Pittsburgh	PA	James R. Barthen	412-237-7318	APRV	\$1,500.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$500.0	\$2,000.0
13	5	Peoria	IL	Michael L. Brown	309-676-1912	LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
14	5	Gary	IN	James W. Mullan	219-885-7555	LTR	\$550.0	\$25.0	\$0.0	\$189.6	\$0.0	\$764.6
15	5	Cleveland	OH	Angela Morlok	216-241-2414	LTR	\$175.0	\$0.0	\$0.0	\$75.0	\$0.0	\$250.0
16	5	Dayton	OH			LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
17	5	Painesville	OH	M. Eileen Koc	614-466-8969	APL	\$3,900.0	\$0.0	\$0.0	\$1,400.0	\$0.0	\$5,300.0
18	5	Youngstown	OH	M. Eileen Koc	614-466-8969	APL	\$0.0	\$3,200.0	\$0.0	\$800.0	\$0.0	\$4,000.0
19	5	Jackson	MI	Garrett W. Erb	517-787-8363	LTR	\$527.5	\$0.0	\$175.8	\$175.8	\$0.0	\$879.1
20	5	Detroit	MI	Jerald Hughes	313-833-7025	APL	\$1,863.0	\$0.0	\$0.0	\$621.0	\$0.0	\$2,484.0
21	5	Minneapolis	MN	Lyall Schwarzkopf	612-348-2032	LTR	\$9,000.0	\$0.0	\$3,000.0	\$0.0	\$0.0	\$12,000.0
22	5	Minneapolis	MN	Jerry Luesse	612-342-1346	APL	\$1,346.1	\$0.0	\$0.0	\$292.1	\$861.7	\$2,499.9
23	6	Albuquerque	NM	Bruce Rizzieri	505-764-6105	LTR	\$2,081.5	\$0.0	\$75.0	\$383.9	\$240.0	\$2,780.4
24	6	Collg.Stat.	TX			VERB	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
25	6	El Paso	TX	Mark J. Dorfman	915-533-1220	APL	\$843.8	\$0.0	\$0.0	\$281.2	\$0.0	\$1,125.0
26	6	Fort Worth	TX	Gary Mauro		APL	\$290.0	\$0.0	\$0.0	\$96.7	\$0.0	\$386.7
27	6	Houston	TX	Michael L. White	713-739-4000	VERB	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
28	6	Oklahoma City	OK	Steven C. Klika	405-231-2484	APL	\$0.0	\$436.8	\$109.2	\$0.0	\$0.0	\$546.0
29	7	Cedar Rapids	IA	William Hoekstra	319-398-5367	APL	\$251.6	\$0.0	\$0.0	\$83.9	\$0.0	\$335.5
30	7	Des Moines	IA	Sheri Kyras	515-283-8111	APL	\$33.4	\$0.0	\$0.0	\$11.8	\$0.0	\$45.2
31	8	Boulder	CO	Dickey Hullinghorst	303-441-3561	LTR	\$115.5	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$38.6	\$154.1
32	8	Denver	CO	Chester E. Colby	303-628-9000	APL	\$543.8	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$181.3	\$725.1
33	8	Salt Lake Cty	UT	John C. Pingree	801-262-5626	LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
34	9	Glendale	AZ	Larry Miller	602-256-0996	LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
35	9	Phoenix	AZ	T. J. Ross	602-262-7867	LTR	\$3,112.5	\$0.0	\$0.0	\$787.5	\$250.0	\$4,150.0
36	9	Phoenix	AZ	Richard C. Thomas	602-262-7242	LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
37	9	Tucson	AZ	Hurvie E. Davis	602-791-4371	VERB	\$0.0	\$298.0	\$0.0	\$74.5	\$0.0	\$372.5

Alternative Fuels Projects as of 06/07/89 (Continued) (Continued)

No.	Reg	City	ST	Contact Person	Telephone	RCV	<--Federal Share-->		<-----Local Share----->			<-Total-> (\$000)
							Section 3	Section 9	State	Local	Private	
38	9	Los Angeles	CA	Larry Schlegel	213-972-4370	APL	\$922.4	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$307.5	\$1,229.9
39	9	Los Angeles	CA	Larry Schlegel	213-972-4370	APL	\$717.7	\$0.0	\$0.0	\$239.2	\$500.0	\$1,456.9
40	9	San Diego	CA	Richard L. Fifer	819-967-2823	LTR	NA	0	0	NA	0	\$0.0
41	9	San Diego	CA	Thomas F. Larwin	619-234-3407	APL	\$1,380.0	\$0.0	\$0.0	\$155.0	\$305.0	\$1,840.0
42	9	Santa Ana	CA	Norm Stabeck	714-638-9000	APL	\$1,506.7	\$0.0	\$0.0	\$300.0	\$698.6	\$2,505.3
43	9	Santa Ana	CA	Norm Stabeck	714-638-9000	APL	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
44	9	Santa Barbara	CA	Brian Loew	805-963-3364	LTR	\$1,170.0	\$0.0	\$0.0	\$150.0	\$300.0	\$1,620.0
45	9	Sacramento	CA	Terry Bassett	916-666-8775	LTR	\$710.0	\$0.0	\$0.0	\$57.0	\$245.0	\$1,012.0
46	9	Sacramento	CA			LTR	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
47	9	Santa Cruz	CA			VERB	NA	\$0.0	\$0.0	NA	\$0.0	\$0.0
48	10	Lynwood	WA	Kenneth J. Graska	206-348-7100	APL	\$923.3	\$0.0	\$0.0	\$307.8	\$0.0	\$1,231.0
49	10	Tacoma	WA	Don S. Monroe	206-581-8080	APRV	\$0.0	\$3,645.2	\$0.0	\$491.3	\$400.0	\$4,536.5
TOTAL:							\$49,428.5	\$8,366.8	\$4,954.0	\$11,796.8	\$5,515.7	\$80,061.8

Breakdown of AFI Projects:

Applications in Review:	23	\$23,306.0	\$533.6	\$1,703.2	\$5,248.5	\$2,630.4	\$33,421.7
Grants Approved:	2	\$1,500.0	\$3,645.2	\$0.0	\$491.3	\$900.0	\$6,536.5
Subtotal of Applications:	25	\$24,806.0	\$4,178.8	\$1,703.2	\$5,739.8	\$3,530.4	\$39,958.2
Letters and Verbal:	24	\$24,622.5	\$4,188.0	\$3,250.8	\$6,056.9	\$1,985.3	\$40,103.6

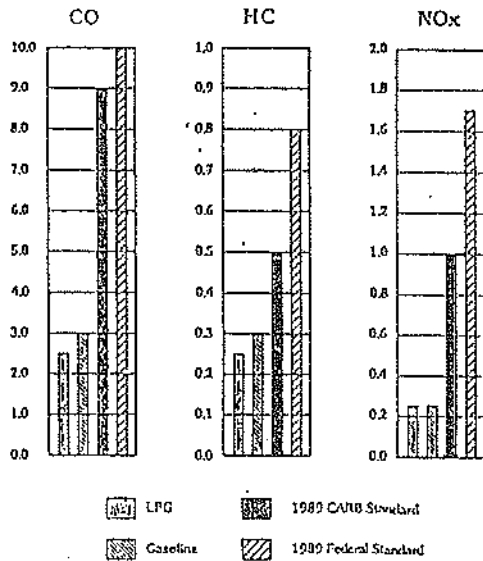
Bi-laga 1 4 (4)

For Applications in Review:

Projects with Set-asides:	9	\$15,510.6	\$96.8	\$1,594.0	\$3,337.0	\$1,445.5	\$21,983.9
Set-asides Requested:	9	\$16,315.0	\$0.0	\$3,000.0	\$1,751.4	\$1,184.9	\$22,251.3

1988 Chevrolet Truck Emissions

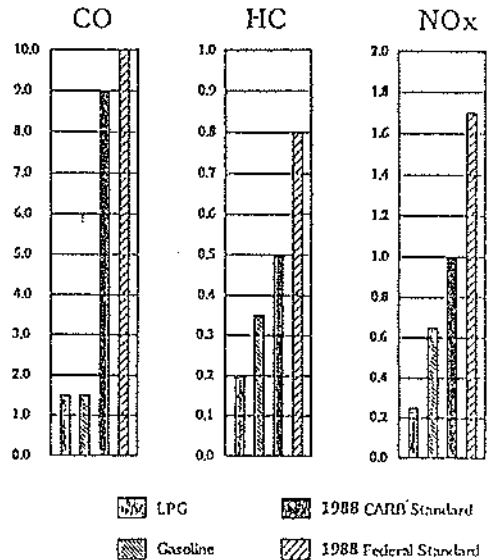
Data in grams per mile



Number One

CARB Emission Rate Summary Data and Standards

Data in grams per mile



Number Two



SOUTH COAST AIR QUALITY MANAGEMENT DISTRICT
9150 Blair Drive, El Monte, CA 91731 (818) 572-6200

FOR IMMEDIATE RELEASE
October 13, 1988

CONTACT: Tom Eichhorn
or Bill Kelly
(818) 572-6262

PROPANE ADDED TO AQMD'S APPROVED LIST OF CLEAN FUELS

Propane has been added to the list of clean-burning fuels that will help clean up the air in the South Coast Air Basin, regional smog control authorities announced today.

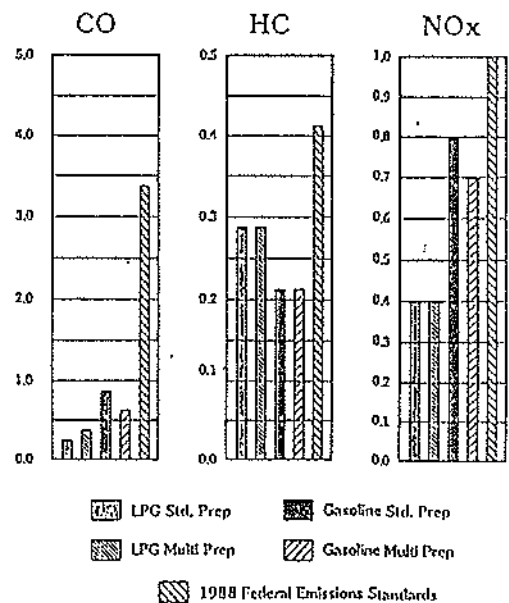
The South-Coast Air Quality Management District added propane to the list because of its clean-burning characteristics and immediate availability, said AQMD Vice Chairman Henry W. Medda.

"Propane has the potential to be used immediately by automotive fleets to cut emissions," said Medda, who also is Mayor Pro Tem of Yorba Linda. "It already is produced by local oil refineries and marketed at more than 100 outlets in the basin."

Number Three

EPA Crown Victoria Emissions Data and Standards

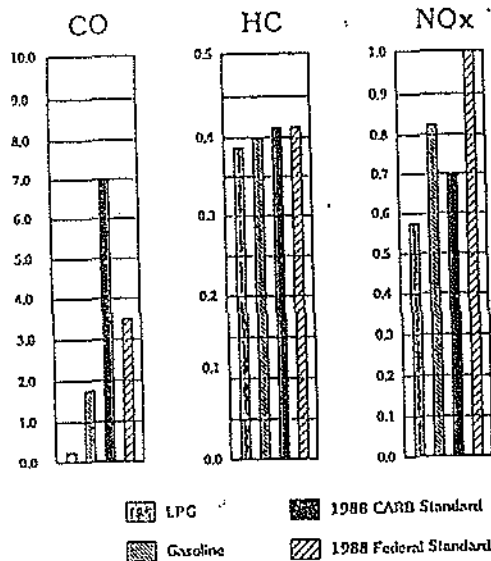
Data in grams per mile



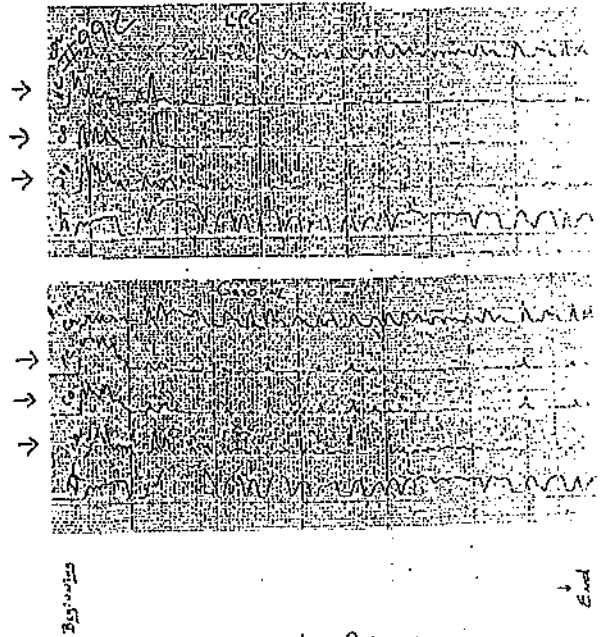
Number Four

High Altitude Crown Victoria Emissions Data and Standards

Data in grams per mile

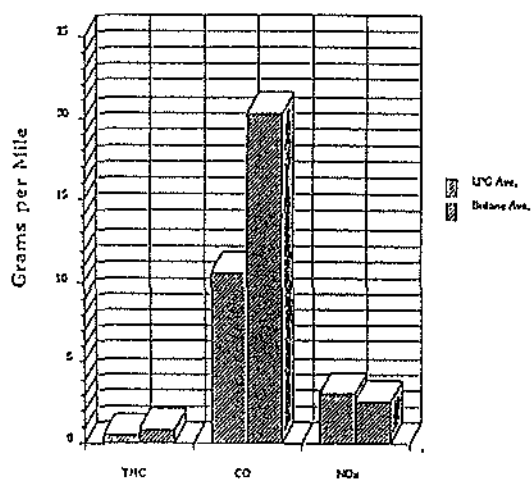


Number Five



Number Six

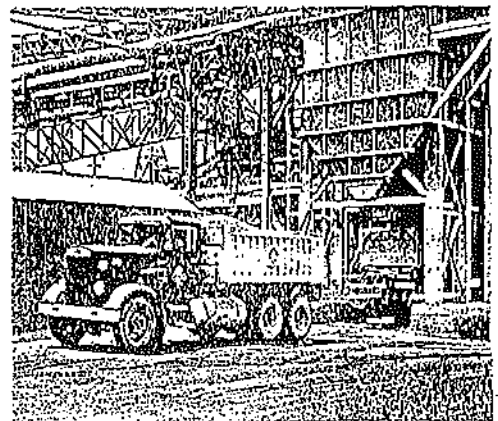
Butane's Emission Impact on Tailpipe Emissions



Average LPG & Butane Emissions

Number Seven

Los Angeles Fleet Operator Enjoys Excellent Performance with LP-Gas



Mr. Harold Sack, Patco's Sales Representative of our Long Beach plant, has a trimmer operating 15 Peterbilt Units using Mack/Scott 270 Engines.

THIS COMPANY WILL NOT PERMIT THEIR COMPANY NAME TO BE USED IN ADVERTISING, BUT DID SAY WE COULD USE THE FOLLOWING INFORMATION:

"Test of our 15 Peterbilt trucks with McNeil 110 engines using Century Combustion have operated some 100,000 miles in city traffic over a period of 10 months. Our propane test mileage has averaged 2 1/2 miles per gallon. CO₂ consumption is only 2 quarts per day per truck. Our loads are 28,000 pounds gross.

"At the time our new boat was purchased, we purchased an extra engine to be used as a spare. As yet, we have not had to use this spare engine. Our only engine repairs to date have been the replacement of 4 or 5 valves. No other engine repairs have been required."

The above company has purchased 422,000 gallons of propane for their fleet, and are very pleased with our service, and the built plant and dispensing facilities initiated by Mr. Ted Wahlst.

අනුමැතිය ඇත.

SALES PROMOTION DEPARTMENT

FÖRORD

Denna rapport sammanfattar fakta och intryck inhämtade under en resa i England och Nordamerika 1989-09-07 - 1989-09-16. Följande besök har genomförts:

- RICARDO, Sussex, England, besökt av Tove Ekeborg, Vattenfall och Mats Ekelund, EKEN AB.
- SwRI, Texas, USA, besökt av Rolf Egnell, Aspen Utvecklings AB, Tove Ekeborg och Mats Ekelund.
- BROOKLYN UNION GAS CO, New York, USA, besökt av Tove Ekeborg och Mats Ekelund.
- HAMILTON STREET RAILWAYS, Ontario, Canada, besökt av Tove Ekeborg och Mats Ekelund.
- CGA's NGV R&D Advisory Committee Meeting, Mississauga, Ontario, Canada, 890911-890912, besökt av Tove Ekeborg och Mats Ekelund.
- BC GAS, British Columbia, Canada, besökt av Tove Ekeborg.

SAMMANFATTNING

Denna rapport behandlar dagens teknik och marknad för naturgasdrivna fordon i Nordamerika, Sverige och andra delar av världen. Rapporten bygger på information inhämtad under en resa i USA, Canada och England i september 1989.

Då stadsbussar anses speciellt intressant att köra på naturgas för Sveriges del, beskrivs detta område mer ingående. Aktuella demonstrationsprojekt och utveckling av motorteknik, tankar och annan utrustning behandlas.

Nordamerika ligger långt framme i utvecklingen av naturgasdrivna fordon. I USA körs runt 250 bussar på naturgas, och i Canada finns för närvarande 30-40 stycken i drift och ett betydligt större antal under upphandling. Intresset är stort, och många forskningsprojekt pågår. Här nämns ett flertal projekt för att förbättra tankstationer, några andra inom utveckling av tankar, och ytterligare några på motorutvecklingsområdet.

I Sverige ökar intresset för miljövänligare bränslen alltmer. Då naturgas erbjuder stora möjligheter att minska utsläppen, speciellt hos dieselfordon, har ett stort antal företag engagerat sig i ett samnordiskt projekt för att få fram lågemissions-bussar. För närvarande pågår utveckling och optimering av två dieselmotorer, med målet att nå "signifikant förbättrade avgasemissioner".

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Tekniken att driva fordon med naturgas istället för dieselolja eller bensin härrör sig från början av 1900-talet och etablerades i Australien redan på 1920-talet. Efter andra världskriget fortsatte spridningen i en rad länder som Italien, USA och Canada. För närvarande räknar man med att det finns runt en miljon naturgasdrivna fordon (eng. NGV - Natural Gas Vehicle), och tekniken vinner idag allt mer terräng runt om i världen, inte minst i Nordamerika.

Olika länder har olika huvudsyften med att stimulera en övergång till naturgas som motorbränsle. Tillgång till gas, helst inhemsk, är ett viktigt motiv i de flesta länder, och ekonomiska intressen kan också ligga bakom. Naturgas erbjuder också en möjlighet att minska på miljöfarliga utsläpp från fordon, speciellt jämfört med dieselfordon, där partiklar, NO_x och HC-sammansättningen traditionellt ger stora problem. Naturgas avger dessutom mindre CO₂/energienhet än både bensin och dieselolja. Ser man på hela distributionskedjan från råvaruutvinning till användning, har naturgas ytterligare fördelar framför de traditionella bränslena, bl a undviks utsläpp från raffinaderier. I stort kan sägas att en önskan att uppnå renare miljö blir ett allt vanligare motiv för övergång till naturgas runt om i världen.

I Sverige är miljön helt klart den drivande faktorn. Intresset för naturgasfordon är därför främst riktat mot bussar i stadstrafik, då det är hos stadstrafiken de största miljöfördelarna finns att hämta. Ett stort samnordiskt projekt för utveckling av naturgasdrivna motorer med "signifikant förbättrade avgasemissioner" pågår för närvarande, kallat Nordiska GasBussprojektet. Vattenfall stöder detta projekt dels finansiellt och dels genom att bekosta en projektsekreterare. Målet med projektet är att få fram stadsbussar och andra fordon med mycket små utsläpp av CO, NO_x och HC, t o m lägre per passagerarkilometer än för en personbil med trevägskatalysator.

Om en konvertering till naturgasbränsle för personbilar eller lastbilar för landsvägstrafik skall bli attraktiv i Sverige måste infrastrukturen byggas upp. Detta innebär först och främst att naturgasnätet, som för närvarande sträcker sig från Malmö till Göteborg, utvidgas. Sedan måste ett stort antal tankningsstationer kunna erbjuda fyllning av gastankarna på ett enkelt och snabbt sätt. Detta är naturligtvis mycket kostsamt, och man

inriktar sig därför på att få fungerande service för naturgasdrivna fordon i storstadsområdena.

Vattenfall har under ett antal år genomfört FUD-projekt inom området naturgasdrivna fordon. En kunskap har byggts upp inom Vattenfall och i Sverige vad gäller teknik för naturgasdrivna fordon och pågående internationell utveckling inom området. För att bibehålla och förstärka denna kompetens, satsar Vattenfall på internationell bevakning och informationsspridning om teknikens möjligheter.

1.2 Målsättning

Målsättningen med denna rapport är att sprida kunskaper om naturgasdrivna fordon, som inhämtades under en resa till England och Nordamerika i september 1989. Resans syfte var att bevaka den senaste internationella teknik- och marknadsutvecklingen inom området, samt att följa arbetet med motorkonvertering och optimering av två bussmotorer för Nordiska Gasbussprojektet. Under resan inhämtades också information och fakta om hemmatankningsenheter, vilket rapporteras ytterligare i Vattenfalls FUD-rapport "Hemmatankning av naturgasdrivna fordon - teknik och marknad" 1989.

2. NATURGASDRIVNA BUSSAR

Med tanke på problemen med förorenad luft i storstadsområdena är stadsbussar speciellt intressanta för konvertering till naturgasdrift. Två olika koncept är vanliga vid ombyggnad av stora dieselmotorer, nämligen dual-fuel och gnisttändning. Det förstnämnda innebär att både gas och dieselolja tillförs cylindern, och dieseloljan förmår där antända naturgasen. Miljövinsterna blir begränsade, om ens några, och detta alternativ är därför inte speciellt attraktivt i Sverige i dagens läge. Här kan i stället det senare, gnisttändning, bli intressant. Med detta koncept bygger man om en dieselmotor till ottomotor. Enbart naturgas används som bränsle, och gasen antänds med tändstift, precis som i en bensinmotor. Detta koncept erbjuder möjligheter till kraftigt minskade emissioner.

I USA pågår olika projekt med totalt runt 250 naturgasdrivna bussar, och i Canada är 30-40 bussar i drift och ett betydligt större antal under upphandling. Australien är ett annat land där man ligger långt framme med naturgasbussar. För närvarande rullar ett sextiototal bussar i demonstrationsprojekt och inom fem år räknar man med att antalet skall ha stigit ända upp mot 1500 stycken. Sverige har precis fått sin första helt naturgasdrivna buss, en Scania som körs i Malmö.

Här nedan beskrivs några olika projekt med stadsbussar närmare.

2.1 Brooklyn Union Gas Company, New York, USA

Brooklyn Union har konverterat två bussar till naturgasdrift. Bussarna är kanadensiska Orionbussar, med GM 454 V8-motorer ursprungligen, ombyggda som ottomotorer med turbo och trevägskatalysator. Sex tankar ger en aktionsradie på ca 150 km. Bussarna körs i skytteltrafik under dagen, och sedan fylls tankarna nattetid vid en långsamfyllningsstation vid bussdepån i Brooklyn.

Av säkerhetsskäl får inte gasfordon i New York köra varken på broar eller i tunnlar, vilket gör att Manhattan är stängd för de här bussarna. En utredning pågår dock angående detta, då gasbolagen vill upphäva förbudet, och resultatet från utredningen väntas komma inom den närmaste tiden.

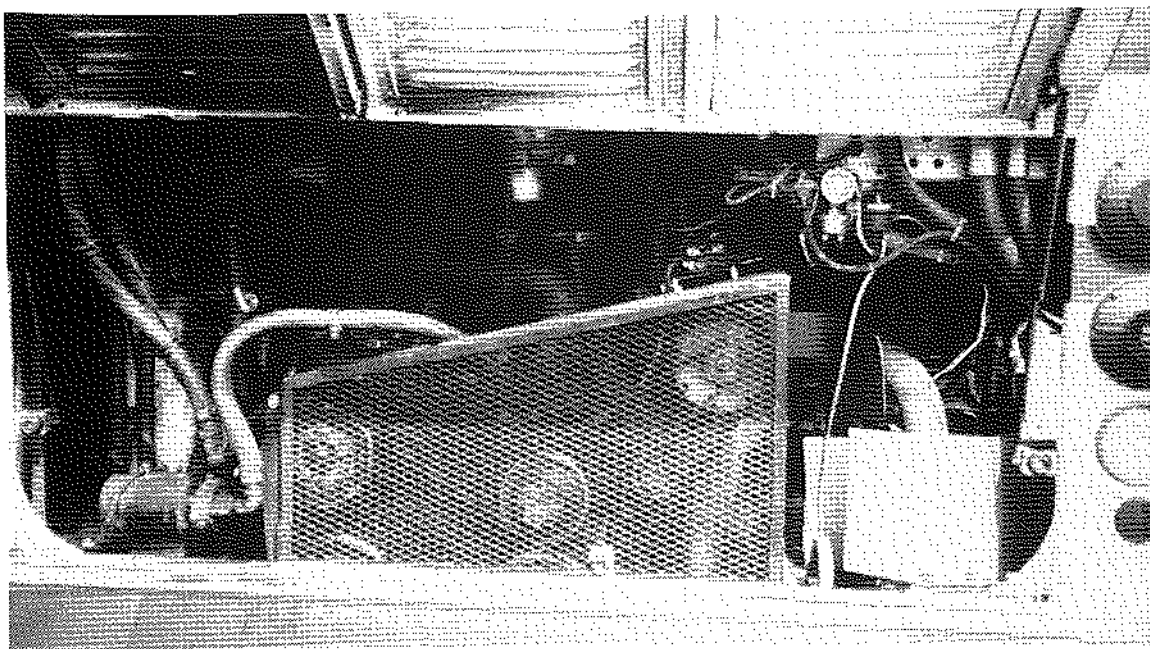


Bild 1. Motorn i en av Brooklyn Unions naturgasdrivna bussar.

Bilden ovan visar GM-motorn, som är en vanlig personbils bensinmotor konverterad till naturgasdrift. Lägga märke till stålplåtarna som avskärmar bl a katalysatorn från strålningsvärmen som utvecklas ur de heta avgaserna.

En av bussarna har varit inblandad i en ur säkerhetssynpunkt intressant olycka. Bussen blev påkörd från sidan av en personbil som skadade tankarna, och gas började läcka ut. Busschauffören var tvungen att stänga av tankarna manuellt, då dessa saknar en säkerhetsventil som stänger av tanken automatiskt vid onormalt stort gasflöde. Ingen explosion eller liknande inträffade, trots att två av tankarna blev så skadade att de fick bytas ut. Lärdomar från denna olycka medförde att varje tank numera är försedd med individuellt monterade automatiska maximalflödesventiler.

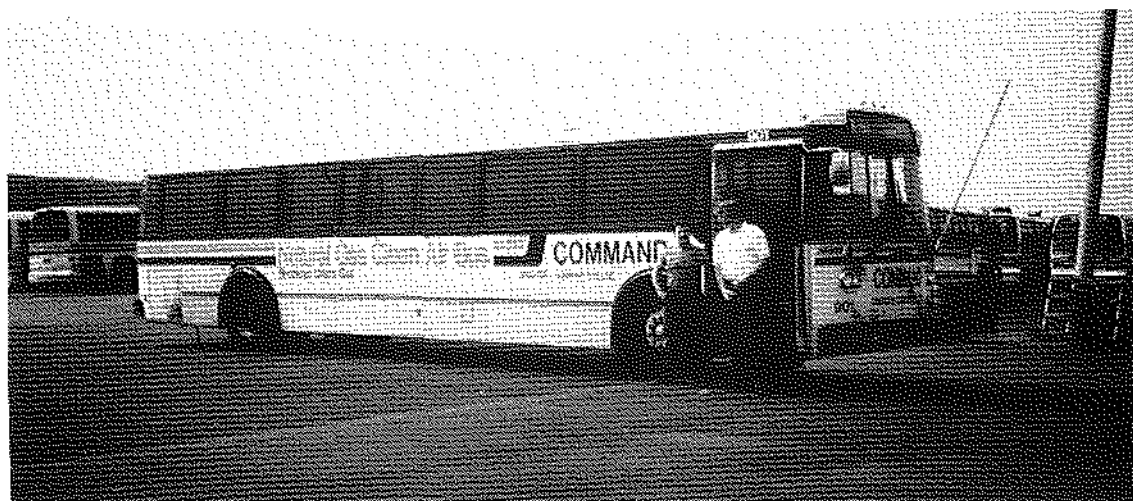


Bild 2. En av Brooklyn Unions naturgasdrivna bussar.

2.2 Hamilton Street Railways, Hamilton, Ontario, Canada

Först med att använda ottokonverterade naturgasdrivna motorer i stadsbussar var Hamilton Street Railways i Canada. För närvarande har man sex GM-bussar i trafik, men flottan skall snart utökas, och 1995 räknar man med att ha över hundratalet.

Motorerna i den befintliga naturgasflottan är sexcylindriga IVECO-motorer, som går på en mager bränsle/luftblandning enligt det s k leanburnkonceptet. Detta ger låga emissioner av speciellt NO_x . Kompressorstationen vid bussdepån erbjuder förutom långsamfyllning även en möjlighet till snabbfyllning av tankarna. Vissa problem uppstår sommartid, eftersom kompressorns kontrollutrustning ej är temperaturreglerad. Vid varm väderlek uppnås ju samma tryck med mindre naturgasmängd i tanken och aktionsradien förkortas därmed.



Bild 3. Hamilton Street Railways har flera naturgasdrivna stadsbussar i trafik.

2.3 Nordiska Gasbussprojektet

Sverige, Norge, Finland och Danmark deltar ett gemensamt projekt för att utveckla låg-emissionsbussar för stadstrafik. Involverade är 28 olika företag och organisationer. Dessa är lokaltrafikbolag, gasindustrin, bilindustrin transportföretag och olika myndigheter.

Projektets första fas innefattar konvertering och optimering av motorer för att uppnå signifikant förbättrade emissioner. En Volvomotor har placerats vid Southwest Research

Institute i Texas, USA, för ombyggnad och optimering enligt leanburnprincipen, medan en Scaniamotor istället skall konverteras för konceptet med stökiometrisk förbränning och trevägskatalysator hos Ricardos motorlaboratorium i Sussex, England.

Om lyckade resultat uppnås med motoroptimeringen, skall projektets andra del sättas igång. Den utgörs av småskaliga demonstrationsprojekt med ett fåtal bussar. Man skall då testa de optimerade motorerna under verkliga förhållanden, samtidigt som tankar, tankstationer och annan utrustning prövas.

Om man under projektdel 1 och 2 uppnår önskade resultat, skall tredje steget inledas. Detta omfattar storskaliga försök med ett 100-tal bussar, i en komplett bussdepå.

Malmö lokaltrafik utför för närvarande prov med en ooptimerad naturgasdriven buss i stadstrafik. Detta projekt kan betraktas som funktionstest av tankar och tankstationer, och resultaten är intressanta även för det samnordiska projektets andra fas. Tankarna är av kolfibermaterial och producerade av ABB Plast i Piteå.

3. PERSONBILAR OCH ANDRA MINDRE FORDON

Bensindrivna fordon har inte lika stor potential för miljövinster som dieseldrivna vid en konvertering till naturgasdrift. Förbättrade emissioner skulle dock ändå kunna uppnås med en ombyggnad optimerad för naturgas, men de flesta bilägare vill ha kvar möjligheten att köra på bensin, vilket omöjliggör en optimering. Man behåller t ex det gamla kompressionsförhållandet, trots att naturgas har ett betydligt högre oktantal. Konceptet att kunna växla mellan bensin och naturgas kallas dual-fuel, men skall inte förväxlas med dual-fuel med diesel och naturgas där bägge bränslena används samtidigt.

Totalt sett är nio av tio naturgasdrivna fordon är personbilar. Italien har ett stort antal av dessa. Siffran har dock minskat något på senare år och för närvarande finns ca 200 000 stycken. I Canada ökar användningen av naturgasfordon snabbt, främst av ekonomiska skäl. Naturgas kostar där ungefär hälften så mycket som bensin. Regeringen stödjer konverteringen av fordonen, eftersom landet har egen naturgas och vill minska oljeanvändningen.

I Sverige satsar man i dagsläget inte på konvertering av mindre fordon, p g a den begränsade potentialen för miljövinster om man behåller möjligheten att köra på bensin. För att en totalkonvertering skall kunna bli aktuell för privata personbilsägare, krävs en väl utbyggd infrastruktur, vilket Sverige inte ens är i närheten av. Här skall dock nämnas att reduktionen av CO₂-utsläppen som erbjuds vid naturgasdrift, gör att tekniken ändå på sikt kan bli intressant.

4. MOTORUTVECKLING

Diesel- och ottomotorer har utvecklats under drygt ett sekel för att köras på bränsle i vätskefas, vilket gör att bensin och dieselolja har ett stort försprång jämfört med gasformiga bränslen som naturgas. I dagsläget har dock flera motortillverkare och motorlaboratorium börjat intressera sig för gasbränslen, och utvecklingen och optimeringen av motorerna har kommit en bit på väg.

Konvertering av en dieselmotor kan utföras enligt tre olika principer. En är blanddriftsprincipen, där naturgas tillförs insugningsluften vid högre laster, medan dieselolja används som basbränsle. Dieseltändningprincipen är närbesläktad, men endast en liten mängd diesel används för att gasblandningen skall antändas (naturgas behöver väsentlig högre tryck/temperatur för att självantända jämfört med dieselolja). Denna utformning kallas även system med pilotbränsle. Den tredje principen innebär att man helt bygger om till ottomotor, och då ersätter dieselinsprutarna med tändstift.

I en naturgasdriven ottomotor (som alltså också kan vara en ombyggd dieselmotor) används 100% naturgas, och antändningen sker med hjälp av kraftig gnista. Naturgas har mycket högt oktantal (ca 130) och är därför ett naturligt ottomotorbränsle.

För Sveriges del är ottomotorprincipen intressantast, eftersom den kan ge störst milövinster. Nackdelar är att ombyggnaden är komplicerad om man utgår från en dieselmotor samt att möjligheten att ha diesel som reservbränsle försvinner.

4.1 Utvecklingsprojekt i Nordamerika

Följande intressanta projekt som pågår i Canada och USA presenterades vid Canadian Gas Association's NGV R&D Advisory Committee Meeting i Mississauga, Canada, 890911-12.

Cummins L-10 NG-motor

Cummins utvecklar en sexcylindrig naturgasdriven motor med mager förbränning enligt ottoprincip. Motorn ger runt 240 hk och maximala verkningsgraden är 39%. För närvarande förbättrar man det elektroniska kontrollsystemet, och man försöker sänka HC-emissionerna. Förbränningsrummets utseende är av avgörande betydelse för hur väl förbränningen sker. Metan (naturgasens huvudbeståndsdel) är en stabil kemisk komposition, och kan bara till ca 25% omvandlas i en katalysator. För övrigt omvandlar

katalysatorn 80-95% av HC, beroende på temperatur, gashastighet och metallerna i katalysatorn.

Ortech, Toronto, Canada har börjat ett 3.5-års projekt för att utveckla ett högturbulent förbränningsrum för L10-motorn. Man skall med denna utformning kunna köra ännu magrare och på så sätt sänka NO_x -bildningen med bibehållen verkningsgrad och låg HC-bildning.

GFI kontrollsystem

Ett system för både bränsle- och tändningskontroll för naturgasdrivna motorer för tunga fordon (t ex Cummins L10) utvecklas av Ortech, Canada. Målet är att motorn med leanburn-drift skall kunna klara 1991 års EPA-krav på bl a NO_x .

Avgaskontroll

CGA (Canadian Gas Association) skall börja ett projekt om utveckling av ett effektivt, optimerat, relativt billigt emissionskontrollsystem med lång livslängd som skall omvandla CH_4 till CO_2 . Systemet utvecklas för en 100% naturgasdriven tändstiftsmotor med mager förbränning, och omvandlingen skall ske utan att öka (och helst minska) NO_x -emissionerna. Testerna skall göras på Cummins L10 NG-motor.

Samtidigt håller Ortech på att karakterisera innehållet i emissionerna från en leanburn-motor vid olika driftsförhållanden. Detta projekt beräknas ta ca 5 år.

4.2 Nordiska Gasbussprojektet

Ombyggnaden av projektets två motorer sker vid motorlaboratorium i England och USA. Här följer rapporter om dagsläget (sep 89) för utvecklingsarbetet.

Ricardo

Ricardo skall bygga om en Scaniamotor. Stökiometrisk förbränning kombinerat med trevägskatalysator och EGR används.

Detaljerna kring ombyggnaden av motorn i stort sett är avklarad. Man ska inom den närmaste tiden starta upp motorn för inledande prov. Dieselinsprutarna skall ersättas av

tändstift och en gasblandare skall tillföra naturgasen till insugningsluften. EGR med kylare är inkopplad och man räknar med att ligga runt 20% EGR vid höga laster. Den s k Nebulakolven skall användas för att öka turbulensen i cylindrarna och därmed öka förbränningshastigheten. Ett turboaggregat finns för att ge högre effekt.

Reglersystemet för blandningskontroll är ännu inte inkopplat. Detta system är viktigt, då bränsle/luftblandningen måste hållas mycket nära den stökiometriska blandningen för att trevägskatalysatorn skall fungera. Inga relevanta testvärden vad gäller emissioner kan därför erhållas innan ett väl fungerande reglersystem installerats. Systemet utvecklas av Ricardo och Mecel, som är ett dotterbolag till Saab-Scania.

SwRI

SwRI konverterar en Volvomotor, där förbränningen skall ske enligt leanburnkonceptet. Leanburn ger sänkta NO_x -emissioner, men förbränningen blir lätt ofullständig vilket medför stora utsläpp av oförbränt bränsle. En oxiderande katalysator skall användas, men HC-emissionerna från naturgas består till största delen av metanmolekyler som är svåra att oxidera.

En litteraturstudie över HC- och CO-emissioner har genomförts, men tyvärr finns inte så mycket skrivet om detta för motorer drivna på bl a naturgas. Resultat från diesel- och bensindrivna motorer visar dock att en stor del av HC- och CO-utsläppen härrör sig från att bränslet är i vätskefas. Detta är naturligtvis positivt ur projektets synpunkt. HC-emissioner från gasformiga bränslen beror till största delen på ofullständig förbränning, och man kommer därför att inrikta sig på att lösa detta problem (och mer eller mindre bortse från andra källor till HC i avgaserna, åtminstone i detta skede av projektet). Turbulent och snabb förbränningsprocess blir härigenom primärt önskvärt för att reducera HC-emissionerna. Med leanburnkonceptet kommer troligtvis inte CO-emissionsmålet att orsaka något problem.

För att kunna förutsäga vissa motoregenskaper vid naturgasdrift har en simulering och modellering utförts. Genom att jämföra en modell, där man ansätter friktionsegenskaper och gasväxlingsarbete, med testdata givna av Volvo för motorn, har man kunnat få fram en ganska bra överensstämmande dieseldriftmodell. Sedan har man skapat en naturgasmotormodell som bygger på tidigare gjorda prov och erfarenheter från liknande motorer. Naturgasmotormodellen anpassas till Volvomotorn med hjälp av dieselmotormodellen, som i sin tur anpassas till Volvos mätvärden. Om man antar att friktionskurvan och gasväxlingsarbetet är detsamma vid naturgasdrift, kan man jämföra

dieselmotormodellen med naturgasmotormodellen och därigenom simulera olika resultat. Kompressionsförhållandet ϵ och ekvivalent blandningsförhållande $\phi = 1/\lambda$ varieras ($\phi = 1$ motsvarar $\lambda = 1$, $\phi = 0.5$ motsvarar $\lambda = 2$). Följande slutsatser kan dras ur resultaten från simuleringen:

- Man kan troligtvis klara effektkravet på 180 kW med leanburnkonceptet utan att överstiga maximalt tillåtet cylindertrycktryck.
- Verkningsgraden blir god (åtminstone vid fullast).
- Man bör ligga i området $0.5 < \phi < 0.6$, för att klara kravet på NO_x -utsläpp mindre än 2.0 g/kWh.
- Effekten påverkas mer av blandningsförhållandet än av kompressionsförhållandet.

Simuleringen säger dock ingenting om förväntade HC-utsläpp, men resultat från tidigare prov med en leanburnmotor liknande Volvomotorn visar att man erhåller för höga HC-värden om man kör så magert för att man klarar NO_x -gränsen. Åtgärder för att bli öka turbulensen måste vidtas om man vill kunna hålla HC-emissionerna nere.

SwRI har nyligen fått fram goda emissionsresultat från motorer med öppet förbränningsrum, och ville därför diskutera möjligheten att använda detta koncept istället för förkammartekniken som beslutats tidigare. Öppet förbränningsrum innebär att gasblandningen sugas in i cylinderrummet och antänds av en kraftig tändgnista. Vid förkammartändning tillförs naturgas till en förkammare, där en nära stökiometrisk blandning erhålls. Denna blandning antänds relativt enkelt med ett tändstift och strömmar sedan ut i cylindern där den antänder resten av gasblandningen. På så sätt kan man använda en mycket mager blandning utan att motorn riskerar att stanna, vilket innebär att NO_x -bildningen kan hållas nere. Nackdelen är främst att reglersystemet för bränsletillförsel blir komplicerat då bränsle tillförs både i insugningsröret och förkammaren. I gengäld slipper man problemet med tändsvårigheter som uppkommer med öppet förbränningsrum. Då SwRI har mycket erfarenhet av förkammartekniken, beslutades att man skall använda denna. Förkammarens utformning skall utvecklas och optimeras, bli placering och minskning av volym.

Man skall använda trottel för att strypa luftflödet vid låga laster. En trottel medför vissa strypförluster, men i gengäld får man högre förbränningsverkningsgrad och jämnare gång vid tomgång och låga laster.

Strypningen av luftflödet (som kan bli fem gånger mindre vid tomgång jämfört med dieseldrift) innebär att problem med pumpning kan uppstå i turbinen i turboaggregatet, vilket SwRI skall undersöka närmare.

Ur bild 4 nedan framgår vilket motorkonceptet som skall användas för konverteringen. Det är önskvärt att placera bränsletillförsel efter laddluftkylaren för att minska skaderisken vid baktändning. P g a utrymmesbrist kan det antagligen inte göras.

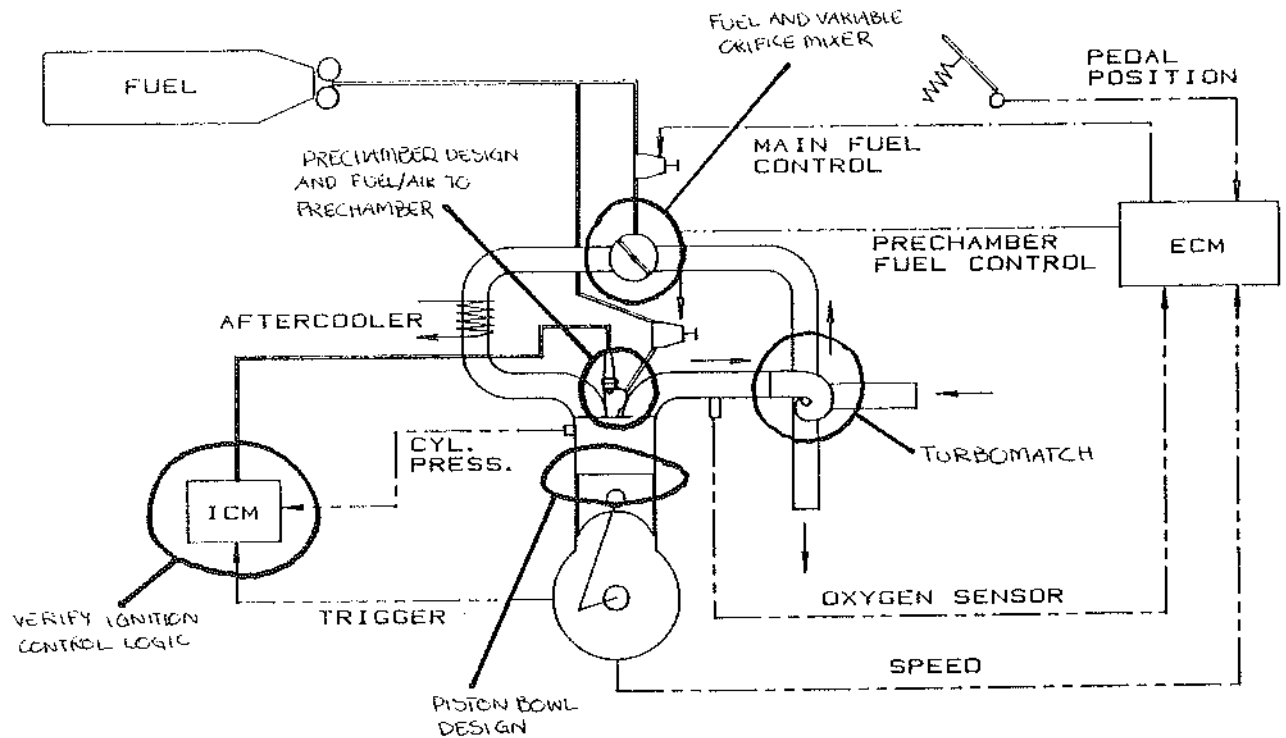


Bild 4. Motorkoncept för Scaniamotorn.

5. FORDONSUTRUSTNING

Utöver ombyggnad av motorn, krävs tankar, gasledningar och annan utrustning vid konvertering till naturgasdrift. Det största problemet är lagringen av gasen i tankar på fordonet.

5.1 Tankar

Naturgasen lagras i cylinderformade tankar på fordonet. Tankarna måste klara ett högt arbetstryck, oftast ca 200 bar, för att kunna inrymma tillräckligt stor gasmängd utan att uppta för mycket utrymme. Till att börja med användes ståltankar, men för att kunna minska på vikten har tankar av aluminium med glasfiberarmering och komposittankar tagits fram.

ABB Plast har utvecklat en helkomposittank som väger mindre än hälften av en traditionell ståltank. Komposittanken är idag godkänd av svenska myndigheter, och används för närvarande på Malmö Lokaltrafiks naturgasdrivna buss (se sid 6). Tanken väger 35 kg, rymmer 70 l och har ett maximalt arbetstryck på 250 bar. ABB Plast och gasdistributionsföretaget BC Gas, Vancouver, Canada förhandlar om en introduktion av tanken på den nordamerikanska marknaden. Först måste dock kanadensiska myndigheter godkänna tanken.

CGA har satt igång ett stort långsiktigt projekt för att utveckla ekonomiska, säkra tankar för naturgasdrivna fordon. Man vill också få fram standardiserade regler för tankar, med giltighet först inom Nordamerika men på sikt i hela världen. Cylindrar av flera olika material; stål, stål/glasfiberarmering, aluminium/glasfiberarmering och komposit, skall analyseras och undersökas vad beträffar olika egenskaper, t ex korrosion, utmattning, hållfasthet, brandsäkerhet, resistens mot mekanisk påverkan.

Under CGA's NGV R&D Advisory Committee Meeting i Mississauga, 11-12 sept 1989, uppmärksammades problemet med provtryckning av tankarna som skall utföras med jämna mellanrum (var 3:e resp var 5:e år för aluminium resp ståltankar). Denna provning är i dagsläget både dyr och tidskrävande, och kan bidra till att potentiella kunder avstår från att konvertera sitt fordon. Intresse och resurser bör ges åt projekt för att utveckla fungerande, billiga metoder för provtryckning av tankar, helst utan att tankarna behöver monteras ned från fordonet.

5.2 Ventiler

Gastankarna är försedda med ett antal ventiler; en säkerhetsventil som öppnar vid för högt tryck, en ventil som stänger om flödet ut ur tanken blir för stort samt en manuell avstängningsventil. På gasledningen från tanken till motorn finns en tryckreduceringsventil, som sänker gastrycket till det för motorn erforderliga.

6. TANKSTATIONER

Fordonstankarna kan fyllas efter flera olika principer, hemmatankning, långsamfyllning och snabbfyllning, som behandlas var för sig här nedan. Aktuella försöksanläggningar och utvecklingsprojekt i Nordamerika inom de olika områdena beskrivs också.

En viktig detalj på tankningsanläggningarna är munstycket (eng. probe) som ansluter gasslangen till fordonet. Munstycket skall vara lätt att koppla på och från, och samtidigt ställs höga krav på att det sluter tätt.

6.1 Hemmatankning

För den fordonsägare som har naturgas i sin villa är hemmatankning ett bekvämt alternativ. Tankningen sker under natten från en liten kompressorstation (eng. RRA - Residential Refueling Appliance eller HRA - Home Refueling Appliance), placerad brevid garaget.

Enheten består av en elmotor (1-2 kW) som driver en kompressor med en kapacitet på ca 3 Nm³/h. En kontrollenhet som sköter ett antal säkerhetsfunktioner, och en liten avblåsningstank behövs också. Det hela kan placeras i någon slags låda för att enheten skall få ett mer tilltalande utseende.

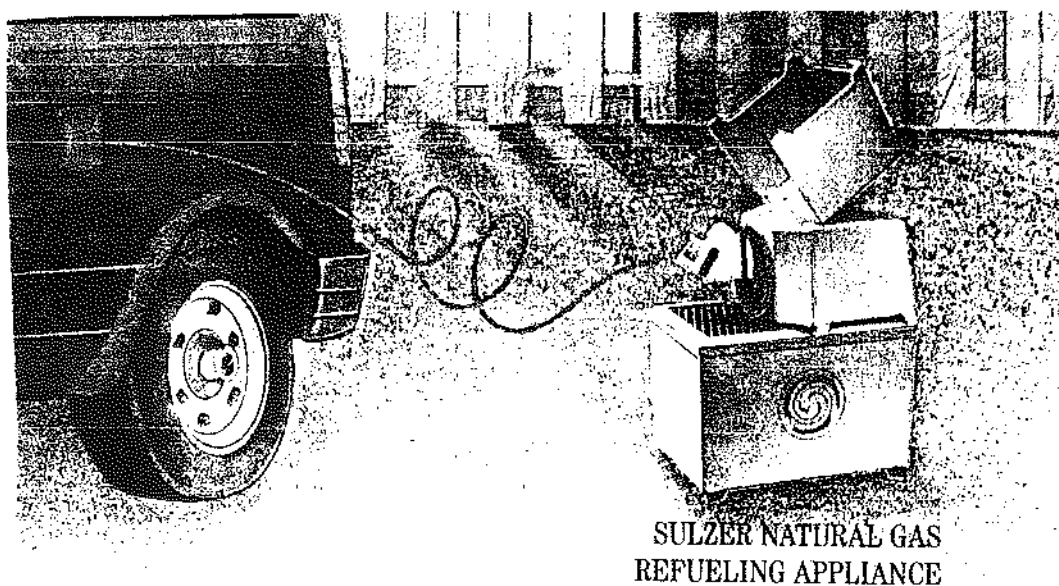


Bild 5. Fuelmakers hemmatankningsenhet.

På kvällen, när fordonet inte behövs mer, kopplas fyllningsmunstycket på fordonet, och enheten startas. Tankarna fylls under natten (det tar ca 5 timmar för att fylla en helt tom 70-liters tank till 200 bar), och när önskat tryck uppnåtts stängs enheten av automatiskt. Fordonsägaren kommer nästa morgon ut till en fulltankad bil.

Kontrollutrustningen gör enheten mycket säker. Enheten stoppas automatiskt bl a vid för hög motor- eller kompressortemperatur, vid plötsligt tryckfall på utgående tryck, om ingående tryck är för lågt, eller då utgående tryck blir lägre än ingående.

I dagsläget har Fuelmaker marknadens bästa hemmatankningsenhet, kallad C2. Fuelmaker är ett kanadensiskt bolag som ägs till lika delar av Sulzer, Schweiz, BC Gas, Canada, och Questar, USA. Kompressorn i enheten är följdriktigt en Sulzer, som anses vara mycket bra. Konkurrenter till Fuelmaker är RIX, Californien, USA, men deras enhet är i dag ett sämre alternativ vad beträffar pris, storlek, ljudnivå och design.

CGA, Canadian Gas Association, planerar att genomföra två projekt om hemmatankningsenheter, det ena blir en riskanalys av användningen av enheterna och det andra skall behandla Sulzers kompressorers tillförlitlighet och livslängd. CGA har också slutfört ett demonstrationsprojekt, och utgående från detta projekt skall man under nästa år publicera en rapport med regler för installation av hemmatankningsenheter.

Vattenfall UG utför för närvarande en generell förstudie om hemmatankningsenheter som skall vara avklarad i årsskiftet 89/90. Eventuellt kommer en demonstration av en enhet att göras nästa år.

6.2 Större tankstationer

Allmänna tankstationer och stationer för organisationer och företag med en stor fordonsflotta kräver betydligt större kapaciteter än hemmatankningsenheten. Två olika utföranden finns.

Långsamfyllning (eng. slowfill) bygger på samma princip som hemmatankning, dvs en kompressor fyller tankarna direkt under ett antal timmar. Skillnaden är att kompressor-kapaciteten är mycket större vid långsamfyllning, som lämpar sig speciellt väl för företag med en stor fordonsflotta igång under dagen, t ex postverk och bussbolag. Flottan tankas sedan nattetid.



Bild 6. Långsamfyllningstation för Brooklyn Union Gas Companys naturgasdrivna bussar i Brooklyn, N Y, USA.

Snabbfyllning (eng. fastfill) används vid allmänna tankstationer, och som komplement till långsamfyllning, t ex för snabbfyllning av en buss med tomma tankar som skall användas igen samma dag. Snabbfyllningsstationer har en mellanlagringsanläggning, bestående av ett antal gastankar, som fylls kontinuerligt av kompressorn så att de håller ett tryck på mellan 50 och 100 bar över fordonens tanktryck (250-300 bar i mellanlagret om fordon med 200-barstankar skall fyllas). Vid tankning öppnas en ledning mellan mellanlagret och fordonet, och gas strömmar över. Vid önskat tanktryck på fordonet stänger en tankventil tillförseln och anläggningen stängs automatiskt av. Med snabbfyllningsprincipen blir tankningstiden 3-4 minuter för ett fordon med två 70-liters-tankar.

Brooklyn Union Gas Company, New York, USA, har två naturgasdrivna bussar, som tankas vid en långsamfyllningsstation nattetid. En fyrstegs-kompressor, med kylning mellan varje steg, komprimerar gasen, och via en tryckutjämnings tank leds gasen till en mätare, där mängden kan avläsas.

Ett annat bussföretag, Hamilton Street Railways, Ontario, Canada har både långsam- och snabbfyllning vid sin tankstation. Företagets sex bussar kan tankas direkt från en kompressor samtidigt, men man har alltså också möjligheten att snabbfylla en buss (vilket tar mindre än 15 minuter).

Många företag och organisationer i Nordamerika intresserar sig i dag för förbättring och optimering av tankstationer. BC Gas, Vancouver, Canada optimerar på uppdrag av CGA en snabbfyllningstation. Med hjälp av flödesprover på ingående delar och datorsimulering har man lyckats få ner tankningstiden för en personbil till 1,5-2 minuter. Man har också tittat på utrymmesbehov och tillförlitlighet. CGA planerar ytterligare två projekt, ett skall förbättra snabbfyllningstationer för allmänheten, och ett annat skall behandla stationer för kommersiella fordonsflottor (t ex bussbolag).

I USA har IGT, Institute of Gas Technology, utvecklat ett datorprogram för analys av tankstationer. Programmet använder fordonsdata (bränsleförbrukning, tankstorlekar, daglig körsträcka), tankstationsdata (kompressorstorlek, mellanlagringskapacitet, arbetstryck) och data för fordonsflotta (antal fordon, erforderlig tankningstid, erforderlig tid för byte av fordon) som indata. Sedan beräknar programmet ett stort antal intressanta värden, såsom erforderligt kompressorflöde, medeltid mellan tankningar på stationen, antal fordon som tankas per dag, total daglig gasefterfrågan etc.

6.3 Munstycken och slangbrottsventiler

Vid tankning ansluts ett fyllningsmunstycke till bilen, se bild 7 nedan. Munstycket skall vara lätt att ansluta till och koppla från fordonet. Det skall också sluta helt tätt så att gasläckage vid tankning inte uppstår.

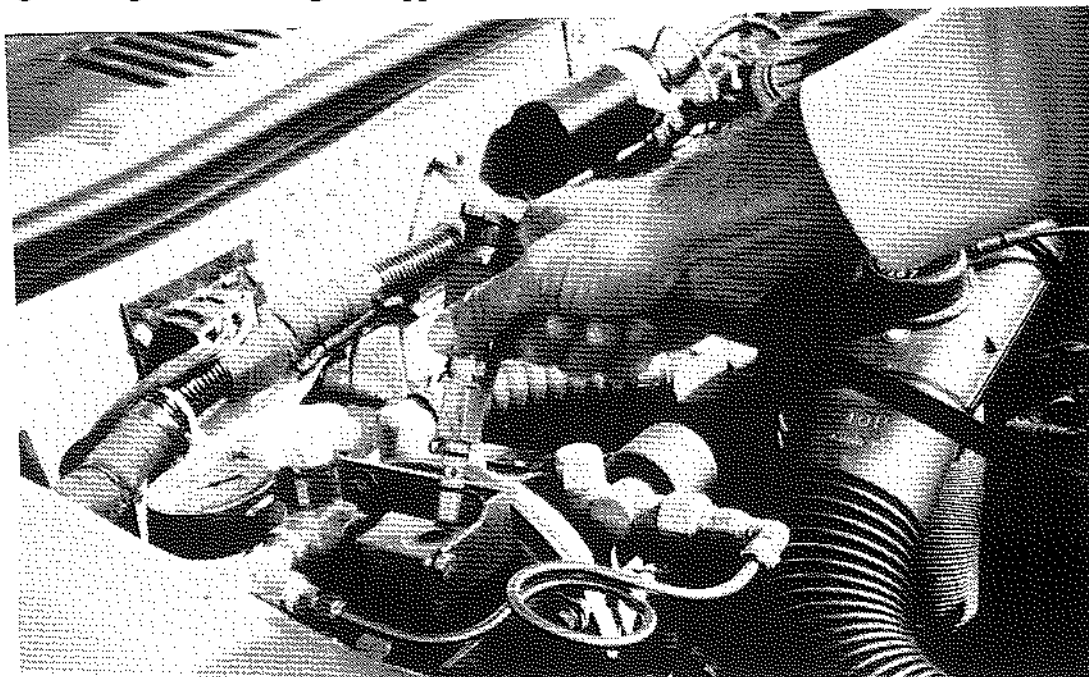


Bild 7. Fyllningsmunstycke.

För att undvika olyckor med avslitna gasslangar eller förstörda fyllningsmunstycken och fordonsföraren kör iväg utan att koppla ifrån munstycket, har man utvecklat en slangbrottsventil. Den lossar slangfästet från mätaren på stationen om man drar tillräckligt hårt i slangen. Även om gastrycket är mycket högt skadas med denna anordning varken slang, fyllningsmunstycke eller anslutningsventil på fordonet. Läckage från såväl slang som från ledning förhindras.



Bild 8. Slangbrottsventil på hemmatankningsenhet.

7. INVOLVERADE FÖRETAG OCH ORGANISATIONER I NORDAMERIKA

Här följer en lista på de viktigaste drivande företag och organisationer inom branchen för naturgasdrivna fordon i USA och Canada.

BC GAS INC.

209 - 2250 Boundary Road
Vancouver, Brittish Columbia
Canada V5M 3Z3

BC RESEARCH CORP.

3650 Westbrook Mall
Vancouver, Brittish Columbia
Canada V6S 2L2

CGA (Canadian Gas Association)

950 Burnhamthorpe Road West
Mississauga, Ontario
Canada L5C 3B4

FUELMAKER CORP.

Box 12503
1066 West Hastings Street
Vancouver, Brittish Columbia
Canada V6E 3G3

GRI (Gas Research Institute)

8600 West Bryn Mawr Avenue
Chicago, Illinois 60631
USA

IGT (Institute of Gas Technology)

3424 South State Street
Chicago, Illinois 60616
USA

NEW YORK GAS GROUP

500 Fifth Avenue - Suite 428
New York, New York 10110
USA

ORTECH INTERNATIONAL

2395 Spealeman Drive
Mississauga, Ontario
Canada L5K 1B3

POWERTECH LABS INC.

12388 - 88th Avenue
Surrey, Brittish Columbia
Canada V3W 7R7

SwRI (Southwest Research Institute)

6220 Culebra Road, P.O. Drawer 28510
San Antonio, Texas 78284
USA

REFERENSER

Litteratur

- "Naturgas som kolvmotorbränsle", STU 1989
- "Naturgasdrivna fordon, internationell bevakning med avseende på teknik, ekonomi och miljö", Vattenfall FUD-87
- "Naturgasdrivna fordon, internationell bevakning", Vattenfall FUD-89
- "CGA's NGV R&D Advisory Committee Presentations", Mississauga, Ontario, Canada 19890911-12

Studiebesök

- Brooklyn Union Gas Company, Brooklyn, New York, USA
- Hamilton Street Railways, Hamilton, Ontario, Canada
- BC Gas, Vancouver, British Columbia, Canada
- Ricardo, Shoreham-by-Sea, Sussex, England
- SwRI, San Antonio, Texas, USA

Intervjuer

- Mats Ekelund, EKEN AB, Stockholm
- Rolf Egnell, Aspen Utvecklings AB, Lerum
- Bruce Vernon, BC Gas, Vancouver, Canada
- Gordon Bryce, BC Gas, Vancouver, Canada
- Bill Henessy, BC Gas, Vancouver, Canada