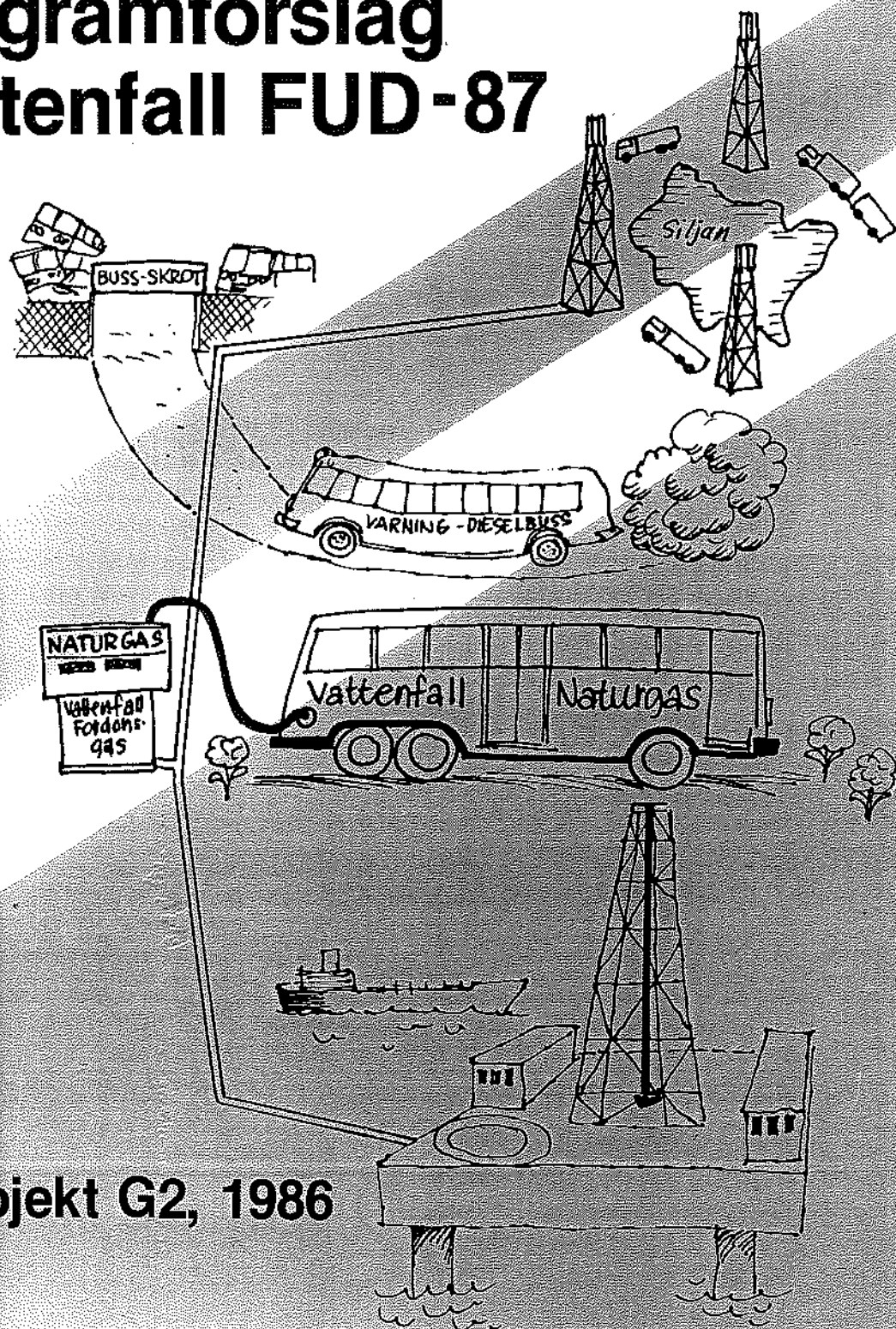


Naturgasdrivna fordon

- Lägesrapport
 - Programförslag
- ## Vattenfall FUD-87



Gasprojekt G2, 1986

FUD

FORSKNING • UTVECKLING • DEMONSTRATION

Vattenfall

Naturgasdrivna fordon

- **Lägesrapport**
- **Programförslag**

Vattenfall FUD-87

Gasprojekt G2, Dec. 1986

Från UG	Löpnummer	Datum 1986-12-19	Kl.-nr UG-3780
Författare Thomas Carlqvist, BEG4		Huvudområde/Programområde/Projektområde Gasprojekt-G2/Energiteknik/Gasanvändning	
Rapporter kan lånas från Vattenfall, BEG 162 87 VÄLLINGBY tel. 08 - 739 50 00		Rapporter kan rekvireras från Statens Vattenfallsverk Älvkarlebylaboratoriet Dokumentationscentralen 810 71 Älvkarleby, tel 026-88100	Projektnummer UG-98454 01 008
Vid/Utfärdare Thomas Carlqvist <i>Thomas Carlqvist</i>		Godkänd Tord Lindbo <i>Tord Lindbo</i>	
Sökord Naturgasdrivna fordon, Gasfordon, Gasformiga drivmedel			Antal textblad 31
			Antal bilagsblad 27
☐ Only summary in English ☐ Whole report in English ☐ It exists a brochure in Swedish/English ☐ Other			

Rubrik **NATURGASDRIVNA FORDON**
 - Lägesrapport
 - Programförslag Vattenfall FUD 1987

Sammanfattning

Uppskattningsvis finns ca 600 000 naturgasdrivna fordon i världen. Italien är världens största användare av naturgas för fordonsdrift med nästan 300 000 NGV-fordon. Nya Zeeland har under de senaste fem åren haft en enorm expansion av antalet naturgasdrivna fordon från ett fåtal till över 100 000 fordon. USA och Kanada har 20 000 respektive 8 000 naturgasdrivna fordon. I Danmark har 11 bilar och 3 bussar konverterats till naturgasdrift.

I Sverige har det funnits ca 4 500 fordon drivna med propan eller s k motorgas. Marknaden tappade intresset 82-83 när debatten om katalysatorrening kom och statsmakterna indikerade att skatteinivån på motorgas skulle justeras upp. Storstockholms Lokaltrafik AB (SL) och Malmö Lokaltrafik (ML) har sedan 1984 provkört sammanlagt sju bussar på motorgas. ML kommer troligen att fortsätta ovanstående motorgasförsök med naturgasdrift. ML vill ha bränsletankar som ger samma räckvidd, men inte väger mer än nuvarande dieseltankar. ASEA Plast i Piteå har tagit fram en plastkomposittank, som skulle kunna göra detta möjligt.

Tekniken för naturgas som fordonsdrivmedel är väl beprövad och finns färdig att köpa från tillverkare i flertalet länder. Naturgasen komprimeras till ca 200 bar (compressed natural gas, CNG) och kan antingen tankas direkt från en kompressor och då tar det ett flertal timmar eller via en tankreservoar och då tar det bara några minuter.

Ekonomin för naturgas som fordonsdrivmedel karakteriseras av en låg bränslekostnad och en hög kostnad för infrastruktur, fordonstankar och motorkonverteringar. I länder med naturgasdrivna fordon är bränslekostnad/mil för ett gasdrivet fordon omkring 50% lägre än för ett annat fordon.

Miljöfördelar för naturgas som fordonsdrivmedel jämfört med en bensinmotor är ett lågt CO-utsläpp och ett ganska lågt kolväte-utsläpp. NO_x-utsläppen är desamma som vid bensindrift och formaldehydutsläppen är större. Jämfört med en dieselmotor ger gasdriften en kraftig reduktion av sot, partiklar och PAH. Kolväte- och NO_x-utsläpp kan förväntas minska, men CO-utsläpp blir oförändrat eller något högre.

Internationell bevakning och utvärdering med avseende på teknik, ekonomi och miljö av fordonsdrift med naturgas kommer vara Vattenfalls FUD-program inom detta område under 1987. Programmet består av en omfattande studie typ "state of the art" inom området och av efterföljande information- och rapporteringsverksamhet. Studien kommer att dokumenteras med en rapport och med en lättförståelig broschyr. Målsättningen är att kunna hålla ett seminarium för att sprida information och PR i slutet av 1987.

Inom Sverige kommer kontakter tas med samtliga som för närvarande är aktiva inom området gasformiga drivmedel eller som kan tänkas bli i framtiden. Inom Norden skulle kontakter och information kunna erhållas via en nordisk samarbetsgrupp som initierats av Nordiskt Ministerråd. Internationellt skulle information kunna erhållas via en s k IGU-kommitté (Internationella Gas-Unionen) för gasdrivna fordon, via Sveriges tekniska attachéer och med studiebesök.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

SAMMANFATTNING

A LÄGESRAPPORT

- 1 NATURGASANVÄNDNING FÖR FORDONSBRUK I VÄRLDEN
 - 1.1 Italien
 - 1.2 Nya Zeeland
 - 1.3 Kanada
 - 1.4 USA
 - 1.5 Brasilien
 - 1.6 Danmark
 - 1.7 Övriga
- 2 GASANVÄNDNING FÖR FORDONSBRUK I SVERIGE
 - 2.1 1960-talets och 1970-talets introduktion av motorgas
 - 2.2 Biogaser
 - 2.3 Vätgas
 - 2.4 Teknik och teknologi
 - 2.5 Ekonomi
 - 2.6 Händelseförlopp och utvärdering
- 3 TEKNIK FÖR NATURGAS SOM FORDONSDRIVMEDEL
 - 3.1 Teknologi
 - 3.2 Infrastruktur
 - 3.3 Fordon
 - 3.4 Motortyper
 - bensen
 - bensen/diesel
 - diesel
 - 3.5 Jämförelse med andra drivmedel
- 4 EKONOMI FÖR NATURGAS SOM FORDONSDRIVMEDEL
 - 4.1 Bränslekostnader; bensen, diesel, naturgas och motorgas (propan)
 - 4.2 Kostnader för tankanläggning
 - 4.3 Kostnader för konvertering
 - 4.4 Slutsatser
- 5 MILJÖFÖRDELAR FÖR NATURGAS SOM FORDONSDRIVMEDEL
 - 5.1 Naturgasens beståndsdelar
 - 5.2 Avgasemissionen
 - 5.3 Reningsteknik
 - 5.4 Säkerhetsaspekter

B PROGRAMFÖRSLAG FÖR VATTENFALL FUD-87

- 1 INTERNATIONELL BEVAKNING OCH UTVÄRDERING AV-
SEENDE PÅ TEKNIK, EKONOMI OCH MILJÖ AV FOR-
DONSDRIFT MED NATURGAS
- 2 DEMONSTRATIONSPROJEKT MED NATURGASDRIVNA
FORDON
- 3 FORSKNING OCH UTVECKLINGSPROGRAM INOM
SVERIGE FÖR NGV-TEKNIK
- 4 VALD PROGRAMINRIKTNING FÖR FUD 1987
- 5 INRIKTNING OCH SYFTE

REFERENSLISTA**BILAGOR**

- 1 Budgetförslag FUD-87
- 2 Konferensrapport, "Gaseous fuels for transportation", Vancouver 86
- 3 Pågående projekt i Sverige med anknytning till CNG-teknik
- 4 Naturgaskonvertering av bussflotta, lönsamhetskalkyl
- 5 Initiativ från TFB (Transportforskningsberedningen)
- 6 Svenska utvecklingsprojekt

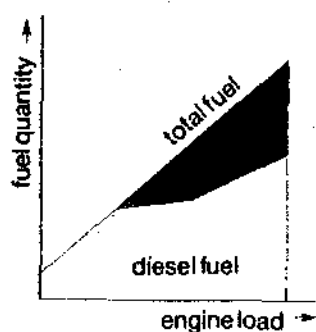
FÖRORD

Denna rapport om naturgasdrivna fordon är en del av Vattenfalls FUD-program 1986.

Rapporten har beställts av Tord Lindbo, Vattenfall UG (Gasutveckling). Materialet har tagits fram av Thomas Carlqvist, Vattenfall BEG4 (Gasdistribution och gasanvändning), tillsammans med Mats Ekelund, HB Eken, Stockholm. Vattenfalls FUD-program 1987 för naturgasdrivna fordon kommer att drivas inom Vattenfall US med Birgit Bodlund som beställare.

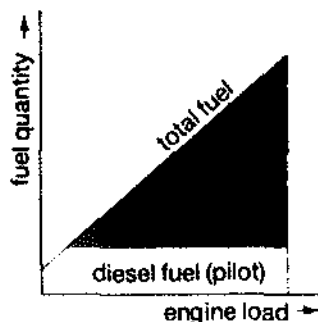
ORDLISTA

NGV	= Natural gas for vehicles, naturgas för fordonsdrift
CNG	= Compressed natural gas, komprimerad naturgas
LNG	= Liquefied natural gas, flytande naturgas
Bulk	= Cisterntransport mellan lagringstankar ($> 3 \text{ m}^3$)
Motorgas	= LPG, propan
Dual fuel	= Tvåbränsledrift (t ex diesel/naturgas eller bensin/naturgas)
Single fuel	= Enbränsledrift (i denna rapport endast NGV)
Mixed fuel	= Variabel inblandning av diesel



mixed fuel system

Pilot injection = Konstant inblandning av diesel



pilot injection system

SAMMANFATTNING

Lägesrapport

Uppskattningsvis finns ca 600 000 naturgasdrivna fordon i världen. Italien är världens största användare av naturgas för fordonsdrift med nästan 300 000 NGV-fordon och drygt 300 tankstationer. Användningen av gasdrivna fordon påbörjades under mellankrigsåren och har sedan pågått kontinuerligt. Nya Zeeland har under de senaste fem åren haft en enorm expansion av antalet naturgasdrivna fordon från ett fåtal till över 100 000 fordon. För närvarande finns ca 300 tankstationer och ytterligare 200 är på väg.

USA och Kanada har 20 000 respektive 8 000 naturgasdrivna fordon. I länderna Brasilien, Japan, Australien, Bangladesh, Frankrike, Nederländerna, Sovjet m fl pågår projekt eller introduktion på olika nivåer. I Danmark har 11 bilar och 3 bussar konverterats till naturgasdrift. Försöken bedrivs som demonstrationsprojekt och intresset för NGV-fordon, framförallt gasdrivna stadsbussar, är stort i Danmark.

För närvarande finns inget naturgasdrivet fordon i Sverige. I samband med jordgasprojektet på Östgötaslätten 1984 testades en Saab personbil på naturgas, jordgas och rötgas. Bilen fick endast en mindre effektminskning med naturgasdrift, men klarade inte de nya emissionskrav som kommer att gälla från 1989.

I Sverige har det funnits ett stort antal fordon drivna med propan eller sk motorgas. I början av 80-talet fanns ca 4 500 konverterade fordon och ca 85 tankstationer för motorgas från Malmö till Luleå. Marknaden tappade intresset 82-83 när debatten om katalysatorrening kom och statsmakterna indikerade att skattenivån på motorgas skulle justeras upp, medan skattenivån på den nya blyfria bensinen skulle sänkas. I mitten av 1986 fanns endast ca 700 fordon kvar och oljebolagen håller nu på att avveckla tankställena för motorgas.

Storstockholms Lokaltrafik AB (SL) och Malmö Lokaltrafik (ML) har sedan 1984 provkört sammanlagt sju bussar på motorgas. Resultaten från proven visar på förbättrade avgasvärden, men mycket höga bränslekostnader på grund av stor gasförbrukning och högt motorgaspris (se tabell s 16). SL kommer eventuellt att undersöka om man kan driva bussar med rötgas från Henriksdals reningsverk.

ML kommer troligen att fortsätta ovanstående motorgasförsök med naturgasdrift. Två bussar i Malmö är konverterade till ottomotorcykel med tändstift. Endast mindre justeringar krävs för att köra dessa motorer på 100% naturgas istället för motorgas. Bussen måste dock utrustas med ett nytt tanksystem för lagring av naturgas vid ca 200 bars tryck. ML vill ha bränsletankar som ger samma räckvidd, men inte väger mer än nuvarande dieseltankar. ASEA Plast i Piteå har tagit fram en plastkomposittank, som skulle kunna göra detta möjligt. För att få erforderliga myndighetsgodkännande måste dock kostsamma provningar av tanken göras. ASEA Plast håller på att söka externa utvecklingspengar för att utföra dessa prover. För närvarande verkar detta vara det enda som fattas för att förverkliga det klart mest intressanta demonstrationsprojekt av gasdrivna fordon inte bara i Sverige utan även i Norden, med tanke på att det är den första konverterade dieselbuss som går på 100% metan.

Tekniska verken i Linköping planerar att driva ett tiotal fordon på förädlad rötgas och man har sökt externa utvecklingspengar till projektet. I Härnösand har man i ett försök, som delvis finansierats av Vattenfall, spjälkat vatten till vätgas, som använts för att värma en bostad och driva en personbil. Studsvik Energiteknik håller på med en förstudie av vätgaskonverterade stadsbussar. Studien finansieras av Vattenfall US, Uppsalabuss och Efn och är en del av det samarbete som Sverige har inom IEA.

Tekniken för naturgas som fordonsdrivmedel är väl beprövad och finns färdig att köpa från tillverkade i flertalet länder. Naturgasen komprimeras till ca 200 bar med en konventionell flerstegs-kompressor. Den komprimerade naturgasen (compressed natural gas, CNG) kan antingen tankas direkt från kompressorn och då tar det ett flertal timmar eller via en tankreservoar och då tar det bara några minuter.

Fordonstankarna är gjorda av stål eller lättare tankar av aluminium med ett hölje av glasfiberarmerad plast. Naturgaskonverteringen av en bensinmotor är både lätt att göra och relativt billig, ca 12 000 - 18 000 kr. Utrustningen består i princip av en regulator, en tillsats till förgasaren och en styrning av tändningen. Konverteringen av en dieselmotor är mer komplicerad och dyrare, ca 50 000 - 100 000 kr, eftersom naturgasen behöver en tändkälla i form av tändstift eller olika inblandning av diesel (se ordlistan).

Ekonomi för naturgas som fordonsdrivmedel karakteriseras av en låg bränslekostnad och en hög kostnad för infrastruktur, fordons-tankar och motorkonverteringar. I länder med naturgasdrivna fordon är bränslekostnad/mil för ett gasdrivet fordon omkring 50% lägre än för ett annat fordon. (Gäller inte för dieselfordon i Italien.) Motsvarande låga bränslekostnad/mil för naturgas skulle även vara möjligt i Sverige, vilket framgår av tabell s 16. Största möjligheten att betala tillbaka de stora investeringskostnaderna har naturgasen som drivmedel i koncentrerade fordonsflottor som kontinuerligt kör långa sträckor, men inom ett geografiskt litet område, som t ex stadsbussflottorna. En lönsamhetskalkyl för en naturgaskonvertering av ca 250 stadsbussar visar på en pay-back period på lite över 5 år (se bilaga 4).

Miljöfördelar för naturgas som fordonsdrivmedel beror mycket på hur väl motorn anpassats för naturgasdrift. Jämfört med en bensinmotor ger gasdriften ett lågt CO-utsläpp och ett ganska lågt kolväte-utsläpp, som består av ofarligt metangas. NO_x-utsläppen är desamma som vid bensindrift och formaldehydutsläppen är större. Jämfört med en dieselmotor ger gasdriften en kraftig reduktion av sot, partiklar och PAH. Kolväte- och NO_x-utsläpp kan förväntas minska, men CO-utsläpp blir oförändrat eller något högre. Naturgasen som drivmedel i tyngre fordon skulle kunna vara ett sätt att nå de strängare emissionskrav som kommer i början av 90-talet för dessa fordon.

Programförslag för Vattenfall FUD-87

Ett av huvudsyftena med FUD-verksamheten under 1986 för naturgasdrivna fordon är att ta fram programförslag för mera omfattande FUD-verksamhet under 1987 och även längre fram. Följande tre alternativa handlingsprogram har tagits fram inför FUD-87:

- o Internationell bevakning och utvärdering av teknik, ekonomi och miljö.
- o Demonstrationsprojekt
- o Forskningsalternativ

Utländska erfarenheter visar att demonstrationsprojekt med naturgasdrivna fordon är helt nödvändigt innan en kommersiell introduktion av naturgas som drivmedel kan påbörjas. Tänkbara demonstrationsprojekt är stadsbussar i Malmö, Göteborg eller Varberg. Demonstrationsprojektet hos Malmö Lokaltrafik kommer troligen att genomföras under 1987, utan behov av insatser från Vattenfall. Demonstrationsprojekt i Göteborg eller Varberg kan inte genomföras före naturgasintroduktionen våren 1988, och Vattenfall kommer därför inte göra några satsningar på sådana projekt under 1987.

Tekniken för användning av naturgas som drivmedel är visserligen konventionell och väl beprövad, men inte på något sätt färdigutvecklad eller optimerad för naturgasbränslet. Här borde det finnas mycket att göra i Sverige hos tillverkare av fordon, kompressorer och tryckkärl och på tekniska högskolor eller andra forskningsinstitut. Vattenfall har dock inga planer på egna satsningar inom detta område under 1987.

Internationell bevakning och utvärdering med avseende på teknik, ekonomi och miljö av fordonsdrift med naturgas kommer vara Vattenfalls FUD-program inom detta område under 1987. En detaljerad beskrivning av programmet finns på sidan 25, 28 och i bilaga 1. Programmet består av en omfattande studie typ "state of the art" inom området och av efterföljande information och rapporteringsverksamhet.

Inom Sverige kommer kontakter tas med samtliga som för närvarande är aktiva inom området gasformiga drivmedel eller som kan tänkas bli i framtiden. Transportforskningsberedningen kommer troligen bilda en projektgrupp för att försöka samordna de insatser som görs för gasdrivna fordon i Sverige. Vattenfalls deltagande i en sådan nationell projektgrupp skulle vara ett utmärkt sätt att få kontakt med berörda inom landet.

Inom Norden skulle kontakter och information kunna erhållas via en nordisk samarbetsgrupp som initierats av Nordiskt Ministerråd. Vattenfall har fått en informell inbjudan att delta i detta samarbete vid ett ministerrådsseminarium i Esbjerg 8-9 december 1986. Danmarks intresse för naturgasdrivna fordon är känt, men även Norge kommer under 1987 att påbörja utredningar av den europeiska naturgasmarknaden för fordon.

Internationellt skulle kontakter och information kunna erhållas via en s k IGU-kommitté (Internationella Gas-Unionen) för gasdrivna fordon, via Sveriges tekniska attachéer och med studiebesök.

Studien kommer att dokumenteras med en rapport och med en lättförståelig broschyr. Målsättningen är att kunna hålla ett seminarium för att sprida information och PR i slutet av 1987.

Sammanfattningsvis ska programmet bilda ett underlag för att kunna erbjuda s k energitjänster för naturgasdrivna fordon. Det marknadsorienterade Vattenfall måste veta om man ska sälja naturgas för fordonsdrift, vilka marknadssegment som är lämpliga, vilken teknik kunderna bör använda, vilken ekonomi gasdistributör och kunder kan förvänta sig och vilka miljöförbättringar man kan uppnå.

A LÄGESRAPPORT

1 NATURGASANVÄNDNING FÖR FORDONSBRUK I VÄRLDEN

1.1 Italien

o Historia

Italienska marknaden har använt NGV sedan mellankrigsåren. Under senare delen av 1940-talet tilläts naturgas som drivmedel skapa sig en fast grund och har utvecklats till en marknad på nästan 300 000 fordon till i mitten på 1980-talet. Geografiskt sett är användningen bredast i norra Italien, med Milano i centrum, med ca 250 av landets 350 NGV-stationer.

o Marknad

Flertalet konverterade fordon är bensindrivna personbilar. Anledningen är att diesel premieras skattemässigt mer än andra drivmedel varför villkoren för god ekonomi bäst kunnat uppfyllas av fordon med bensindrift.

o Infrastruktur

Naturgasens distribution sker till hälften i bulk (CNG) till stationer och till hälften genom det befintliga ledningsnätet. Fyllningsanläggningar byggs upp för snabbtankning på tillgängliga platser. Säkerhetsbestämmelserna är ytterst rigorösa, på gränsen till ogenomförbara.

o Konvertering och teknologi

Man har en väl uppbyggd industrikapacitet som dock lider av dåligt rykte. Man har haft stora exportframgångar vid introduktionen av NGV i andra länder, men successivt förlorat marknad pga bristande kvalitet. Konvertering av fordon sker på bilverkstäder knutna till olika bilmärken eller konverteringsfabrikat.

o Ekonomi och skatter

Tunga dieselfordon är helt skattebefriade medan naturgasskatten är 15 procentenheter lägre än på bensen (60% i stället för 75%).

1984 var kundens prisförhållande enligt följande:

Bensin	6.35 SEK/liter	produktpriset	=	ca 2.00 SEK
Diesel	3.15 SEK/liter	"-	=	3.15 SEK
NGV	3.20 SEK/motsv liter	"-	=	1.28 SEK
LPG	4.10 SEK/liter	"-	=	1.64 SEK

Konverteringskostnaden för personbil beräknades till ca 6 000 SEK till såväl NGV som LPG. Motsvarande kostnad för större dieselfordon (buss etc) kostnadsberäknades till ca 35 000 SEK för "dual fuel".

- o Miljö

Under efterkrigstiden har Milanos miljösituation varit den pådrivande anledningen till introduktionen av NGV. Man har konstaterat att 90% av svavelhalten i stadens luft kom från fordon. Denna siffra har genom införandet av NGV minskat kraftigt.

Man har uppmätt kraftigt sänkta koldioxid-, kolmonoxid- och svavelvärden samt sänkta kväveoxidvärden. Naturgasen är blyfri varför värden ej kan uppmätas. (Ref. i huvudsak Malmö Energi-verks studierna 1984.)

1.2 Nya Zeeland

- o Historia

Vid oljekrisen i början av 1970-talet sattes ett mycket omfattande utvecklings- och samordningsprogram igång. Avsikten var att ersätta oljeimporten med inhemska energikällor så långt det var möjligt. Landets tillgångar på naturgas är goda varför en NGV-introduktion var helt logisk. Samordningen har letts av energiministeriet.

- o Marknad

Under åren 1977-1983 byggdes ca 300 fyllningsstationer och 100 000 fordon konverterades. I mitten av 1986 hade man ca 500 fyllningsstationer och ca 10% av drivmedelsmarknaden. Planen tyder på att 200 000 fordon skall vara konverterade per 1989 vilket skulle utgöra 12% av landets fordon.

Målgruppen har sökts i alla fordonstyper. Framgången har varit störst bland tunga dieselfordon, företag med stora fordonsflottor samt innerstadsfordon.

- o Infrastruktur

Tankstationerna är placerade utmed ett delvis befintligt, delvis för NGV uppbyggt distributionsnät med pipeline. Ett mindre antal stationer försörjs med bulktransporter av CNG.

- o Konvertering och teknologi

Vid introduktionen hämtade man kunnande från Italien men övergick till att bygga en industri för att ha eget kunnande och industriell närhet till marknaden. Man har använt känd teknologi och får bedömas kunna leverera utrustning av högre kvalitet än italienska företag.

Konverteringar sker huvudsakligen i speciellt utrustade konverteringsverkstäder, eftersom dieselmotorkonverteringar kräver mer kunnande och verkstadsutrustning.

o Ekonomi och skatter

NGV är skattereducerat jämfört med såväl bensin som diesel. Tankstationer byggs för offentligt bruk av privata företag och av statsägda företag. Bidrag för etablering och konvertering utgår. Priset på naturgas per km är ca halva bensinkostnaden, respektive ca halva dieselskostnaden. Nyzeeländska staten kontrollerar gaspris och skattesats.

o Miljö

Den bättre utvecklade teknologin på nyzeeländsk utrustning ger klart förbättrade avgasvärden jämfört med den italienska applikationen. (Ref. i huvudsak "Gaseous fuels for transportation, Vancouver, Kanada, 1986.)

1.3 Kanada

o Historia

Engagemanget i NGV inleddes vid andra oljekrisen i slutet av 1970-talet. Man beslutade sig för att minska sitt beroende av energiimport och i stället använda egen naturgas för den inhemska drivmedelsmarknaden. Uppkommande tekniska och miljömässiga problem (bl a NO_x -värden i avgasemissionerna) beslutade man sig för att lösa.

o Marknad

Ca 8 000 fordon var vid sommartid 1986 konverterade. Spridningen var tyngre dieselfordon, företag med stora fordonsflottor samt taxibilar.

Man har öppnat möjlighet för privatpersoner som har naturgas i sina bostäder att ha en privat fyllningsanläggning i sin bostad, varför en ny och unik marknadsapplikation kommer att växa fram.

Tillväxten beräknas till 12-15 000 fordon per år fr o m 1987 då nätet av fyllningsanläggningar byggs ut. Marknaden är uppdelad geografiskt och koncentrerad till platser där fyndigheter och infrastruktur finns.

o Infrastruktur

Kanada är till ytan i storlek med USA men har endast 1/15 av befolkningsunderlaget. Infrastrukturen växer därför med utgångspunkt från vardera delstats tillgångar på naturgas samt, respektive delstatsregerings beslut. Den kanadensiska regeringen har övergripande beslutat om infrastrukturens utbyggnad, vilken man också subventionerar. Konvertering av fordon berättigar också till statsbidrag.

o Konvertering och teknologi

Kanadensisk industri och hushåll har under något längre tid använt naturgas varför såväl forskning som tillverkningsindustri vuxit fram. Man har forskat kring absorption utan framstående resultat, samt alternativa tankmaterial med vilka man nått längre.

Eftersom konvertering sker av dieselmotorer och ottomotorer (bensinmotorer) finns både specialverkstäder och allmänna verkstäder för konvertering.

o Ekonomi och skatter

Såväl tankanläggningar som konverteringar är starkt statsbidragsgrundande. Milkostnaden på naturgas är ca 50% av bensinkostnaden och 55% av dieselkostnaden samt ca 90% av motorgaskostnaden.

o Miljö

Huvudinriktningen på forskningen kring miljöfrågorna riktar sig mot att klara avgaskraven enligt de Californiska kraven utan katalysator, dvs kväveoxidvärdena. På detta område har man svårigheter, de övriga avgasvärdena har man lösningar på. (Ref. B.C Research, Gaseous fuels for transportation, Vancouver, 1986.)

1.4 USA

o Historia

Spridda tillgångar har gjort att ingen kontinuitet i fordonsanvändning kan redovisas. Ansatser till samordning har gjorts i Californien i samband med avgasreningsdebatten.

o Marknad

Förutom californiska storstadsområden och Chicago finns inga samordnade marknader. "Öar" av användning finns där lokala tillgångar i direkta källor eller infrastrukturer finns.

Totalt finns ca 20 000 naturgasdrivna fordon i USA. Strukturen varierar från plats till plats. I de ovan nämnda marknaderna finns dieselkonverteringar av tunga fordon såväl som taxiflotter och distributionsfordonsflotter.

o Infrastruktur

Utbyggnaden är baserad på källornas placering och storlek. Distributionen i bulk (CNG och LNG) är väl utbyggd inom vissa geografiska områden. Tankstationer för offentligt bruk är i regel mycket spartanskt utformade.

o Konvertering och teknologi

I Californien och Illinois finns den mest utvecklade delen av NGV-industrin. Några av företagen har egen väl underbyggd utveckling för att optimera motorer, anpassa konverteringar till olika motorteknologier samt för att nå bästa avgasvärden. I dessa stater finns en väl utvecklad verkstadsservice. På andra håll är det svårt att påvisa någon linje.

o Ekonomi och skatter

Varje delstat svarar för sin egen uppläggning av stöd för utbyggnaden. Den enhetlighet som finns består i att mile-kostnaden för naturgas är ca 50% av bensin eller dieselskostnaden. I Californien utgår också stöd vid etablering av fyllningsanläggningar.

o Miljö

Tveksamheten om naturgasdrivna fordon klarar de Californiska avgaskraven har gjort att man inte driver frågan för annat än tunga fordon. 1991/94-års avgaskrav för bussar och lastbilar över 3,5 mt kommer att kunna uppnås vid naturgasdrift. Dessa aspekter är värdefulla för den vidare debatten i alla andra länder. De californiska kraven är vägledande i alla miljöaspekter och den framtida utvecklingen i alla västländer. (Ref. Gaseous fuels for transportation, Vancouver 1986, Nonpetroleum Vehicular fuels V: CNG, Virginia 1985.)

1.5 Brasilien

o Historia

I oljekrisens tecken tog man i slutet av 1970-talet ett initiativ för att med egna och med egna naturgastillgångar göra ett stort försök med naturgas för stadsbussar.

o Marknad

Man har själv valt en marknad över vilken man förfogar ett antal stadsbussar samt driftsfordon på en plantage.

o Infrastruktur

Brasilien har ett utbyggt pipelinenät sedan tidigare till vilket man har anslutit fyllningsstationerna.

o Konvertering och teknologi

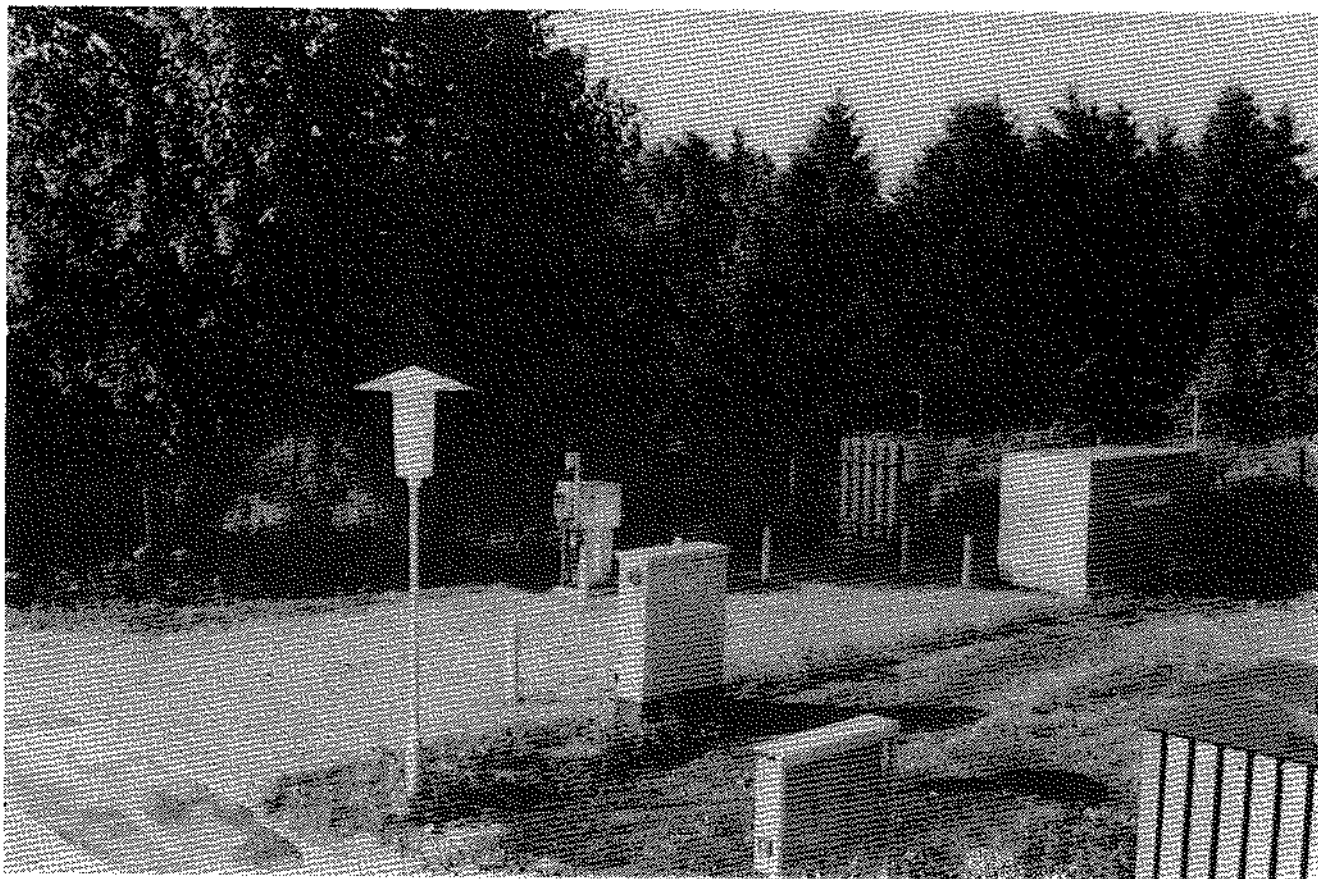
Man har valt att inte köpa produkter från utlandet utan i stället skaffa all kunskap och produktionskapacitet själv. Detta har givit en aktiv utveckling och i vissa sammanhang något okonventionella tekniska lösningar. I försöksprojekten har man konverterat till dual fuel- och single fuel-fordon.

o Miljö

Inga slutgiltiga egna rön har presenteras, dock tycks man med "dual fuel" få klart förbättrade avgasvärden. Single fuel-fordon har visat större förbättringar men inte heller här redovisas ännu några värden. Man poängterar också den bättre arbetsmiljön med mjukare gång, lägre bullernivå och ingen märkbar prestandaförlust. (Ref. Gaseous fuels for transportation, Vancouver 1986. Rapport från Brasilianska Group Ultra.)

1.6 Danmark

I Danmark har 11 bilar och 3 bussar konverterats till naturgasdrift, varav 7 bilar och bussarna är i drift för närvarande. Bussarna går på 40% naturgas och 60% diesel. Det finns tankställen på Södra Jylland och vid Hørsholm på Själland. Försöken bedrivs som demonstrationsprojekt och det finns för närvarande inga planer på en kommersiell användning av naturgas för fordonsdrift.



Naturgastankstation. Hørsholm, Danmark

1.7 Övriga

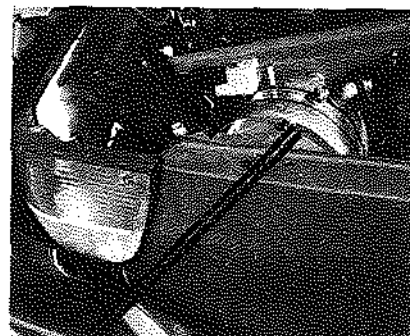
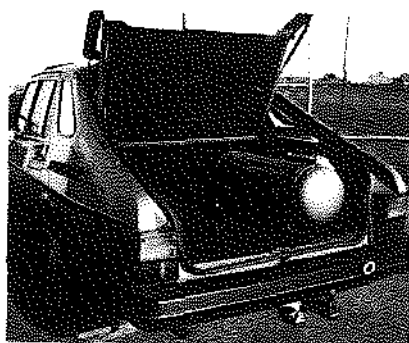
I länderna Japan, Australien, Bangladesh, Frankrike, Nederländerna, Sovjet m fl pågår projekt eller introduktion på olika nivåer. Än så länge dock i ringa omfattning. Japanska Toyota har redovisat de bästa kväveoxidvärdena med en gas (propan) optimerad motor. Resultatet är en 60%-ig kväveoxid (NO_x) nivå av Toyotas bäst redovisade bensinavgasvärden utan katalysator, jämförelsen avser två liknande motorer med redan hög avgasrening. Det kan antas att denna motor klarar 1989 års svenska avgaskrav utan katalysator.

2 GASANVÄNDNING FÖR FORDONSBRUK I SVERIGE

2.1 1960- och 1970-talets introduktion av motorgas

Under åren 1960-1964 pågick aktiviteter för att förmå svenska bilister att konvertera till motorgas. Tankstationer byggdes upp i samarbete med innehavarna av det befintliga gasdepånätet. Dessa stationer var spartanska och något avsides placerade, tilläggsutrustning och förbrukningsvaror såsom olja kunde inte köpas. Trots detta konverterades ett antal fordon men en drivmedelsskatt höjning 1964 omintetgjorde marknaden.

Andra introduktionsförsöket började 1977 i ett samarbete mellan Esso (gasolmarknad), Volvo och Saab. 1979 förband sig staten vid en skattenivå för 5 år framåt. Esso fortsatte sin utbyggnad av tankstationer. Mobil, Shell, Gulf och till sist OK valde att engagera sig i denna marknad. Sammanlagt byggdes 85 stationer från Malmö till Luleå. I storleksordningen 4 500 fordon konverterades.



Motorgastank och förångare i Saab 900.

Då debatten om katalysatorrening kom på allvar 1982-1983 lät man förstå att skattenivån på gas skulle justeras upp och för blyfri bensin justeras ner. Dessa effekter samt en dåligt utvecklad konverteringsteknologi och servicesida gjorde att marknaden tappade intresset. I mitten av 1986 fanns endast ca 700 fordon konverterade.

Tankstationerna var vid detta introduktionsförsök helt integrerade med bensinstationernas övriga verksamhet. Lagringen skedde i regel i ca 9 tons gasolcisterner.

Storstockholms Lokaltrafik AB (SL) och Malmö lokaltrafik (ML) har sedan 1984 försökskört sammanlagt sju bussar på motorgas.

	Single fuel	Dual fuel
SL	4	0
ML	2	1

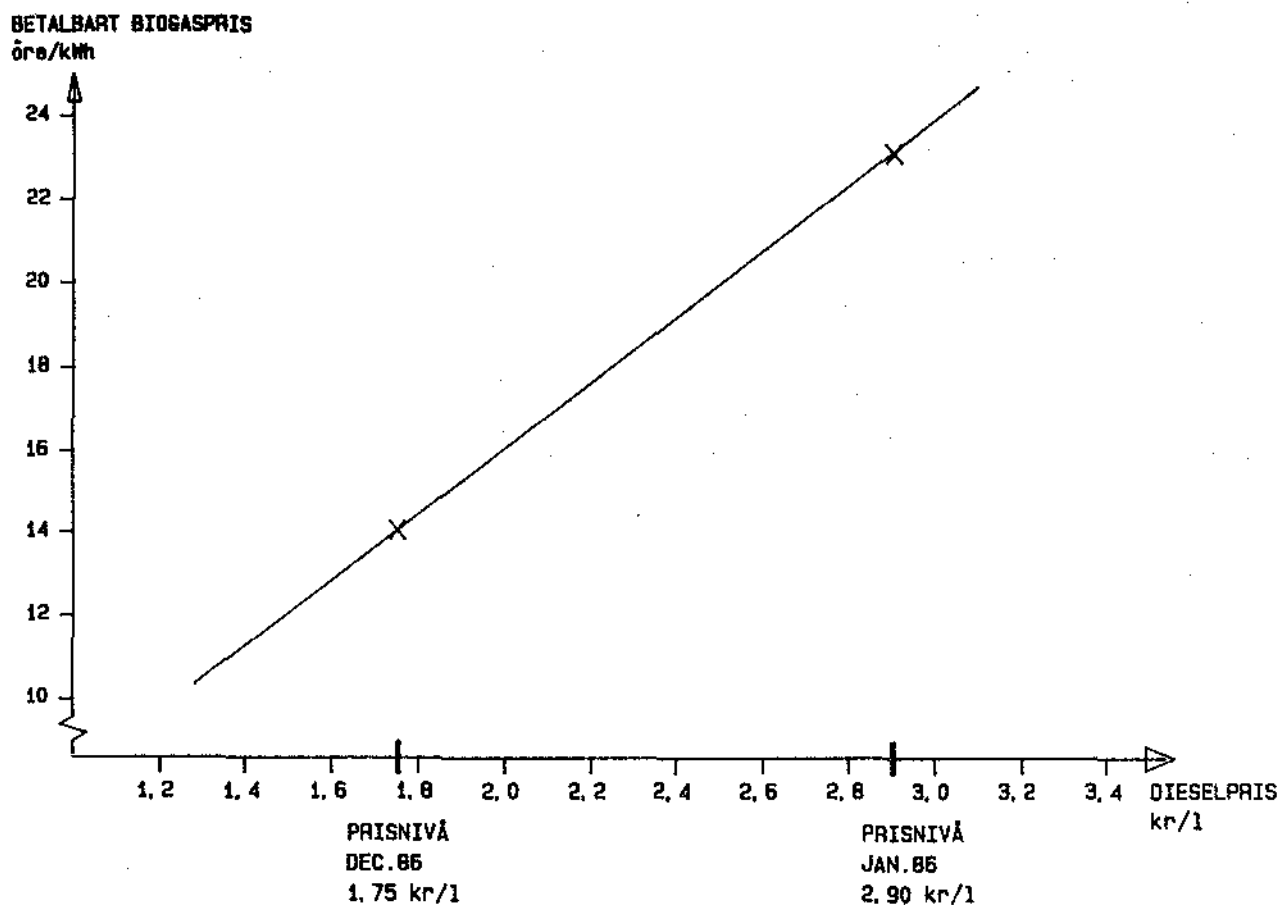
Samtliga motorer är tillverkade av Volvo och Scania. I single fuel-versionen har en konvertering till ottomotorcykel gjorts vilket har resulterat i förbättrade avgasvärden. Dock har kraftigt ökade förbrukningstal varit priset för denna förbättring. Den dual fuel konverterade bussen har körts på ca 30% motorgas. I detta fall har inga förbättringar av avgasvärden kunnat redovisas.

2.2 Biogaser (se även bilaga 3)

Tekniska Verken i Linköping AB har i ett antal prover konverterat en Saab-personbil till att drivas på förädlad rötgas och jordgas. Avsikten har varit att utvärdera möjligheten att på detta sätt sänka företagets driftskostnader för fordonsparken. Projektet har inte drivits under 1986 men man undersöker f n (nov -86) möjligheten att finansiera ett projekt för 10 fordon.

Jord och rötgasen renas till att ca 90% metan för att få en acceptabel körbarhet. Samma konverteringsteknologi används som vid CNG-konvertering.

Betalbart pris för biogas eller rötgas kan höjas avsevärt om den används för fordonsdrift i stället för värmeproduktion, även vid mycket lågt oljepris.



Betalbart biogaspris om gasen används i en bussflotta på ca 120 fordon

2.3 Vätgas (se även bilaga 3)

I ett försök, drivet i Härnösand, har man vid spjälkning av vatten utvunnit vätgas. Denna har använts för att värma en bostad och driva en personbil. Syftet har i första hand varit att utforska tekniken kring en egen energiförsörjning med vätgas i alla förbrukarled.

Under vintern 1986-1987 genomför Studsvik, delvis med hjälp av FUD-medel från Vattenfall, en teknologisk och miljöanalytisk förstudie av konvertering av dieselbussar till vätgasbussar. Resultaten kommer att jämföras med diesel- och naturgasresultat. Projektet är en del av det samarbete som Sverige har inom IEA. Försökspartner är Uppsala-buss.

Denna del av projektet är den första av fyra faser:

Fas två; utvecklingsfas

Fas tre; bussutveckling/konvertering och provning

Fas fyra; demonstrationsfas.

Det finns endast beslut på att genomföra den första fasen av projektet.

Projektet kommer att omfatta fyra år.

2.4 Teknik och teknologi

Konverteringsteknologin och utrustningen är i stort sett identisk för alla gasformiga bränslen. Skillnaden ligger i lagringstekniken där dimensionerna varierar till följd av de olika gasernas fysikaliska egenskaper.

För bensinmotorer apteras utrustningen som tillägg till befintliga drivmedelsanläggningen. En centraliserad, elektroniskt styrd, ventilmanövrering reglerar vilket drivmedel som skall användas. Flertalet fordon har sitt ordinarie drivmedelssystem intakt.

2.5 Ekonomi

Samtliga hittills drivna projekt med gasformiga fordonsbränslen utom motorgas är att betrakta som tekniska försöksprojekt. På samtliga dessa försök har ekonomiska beräkningar omvandlade till storskalighet gjorts, men är bara delvis redovisade. Motorgasen introducerades efter mycket korta och få försöksprojekt, man betraktade i stort teknologin som känd eftersom detta drivmedel hade använts kommersiellt i andra länder.

Under perioden för motorgasens kommersiella livscykel var konsumentpriset 1 kr - 1 kr 50 öre under lägsta listpris för bensin. I den relevanta marknadsföringen talades om en besparing på en krona milen för personbilar. Konverteringen av personbilar kostade ca 7 000 kr. Tankstationerna kostade 250 000 - 600 000 kr med en median på ca 425 000 kr.

- o Fordonsägarna torde i snitt ha gjort besparingar på ca 18 000 kr (alla kategorier).
- o Oljebolagen, vars totala investering varit ca 45 Mkr, har gjort en förlust på ca 20 Mkr.
- o 5-10 av de 85 bensinstationerna har burit sina egna gasdistributionskostnader.
- o Eftermarknadsindustrin har gjort en mindre förlust.
- o Verkstäderna har gjort en mindre vinst.

Fordonsägarnas besparingar av drivmedelsutgifter är helt att betrakta som skattelättnader, eftersom varupriset per mil har varit samma som för bensin och diesel.

2.6 Händelseförlopp och utvärdering

Bio-, röt- och vätgasprojekten har drivits som försöksprojekt med de rutiner för anslag och bidrag som vanligen är förknippade därmed. Man kör en tid och utvärderar. Härvidlag har man konstaterat att lönsamhet endast kan nås då projekten drivs storskaligt.

Motorgasen var inget försök, det var en affärsidé som inte höll, och det av följande skäl:

- o Ingen egen finansiell styrka i varupriset (nödvändig att skatte-subventioneras)
- o Eftersatt eftermarknadsteknologi (konverteringsteknologi, verkstadsteknik)
- o Osammanhängande marknadsföring
- o Kontinuerliga skatteändringsrykten

Vid en introduktion av nya alternativa bränslen torde det vara av intresse att i förväg ha löst dessa frågor.

3 TENIK FÖR NATURGAS SOM FORDONSDRIVMEDEL

3.1 Teknologi

Befintlig teknik och teknologi bygger på andra länders utvecklingsresultat och erfarenheter.

De metoder som används i gassammanhang för fordon bygger på tämligen åldrad mekanisk teknologi. Modern styr- och reglerteknik har, med några undantag, inte nått denna marknad ännu.

3.2 Infrastruktur

Tanken att i Sverige inrikta sig på en pipelineburen distribution gör att sista ledet i distributionen, dvs tankstationen, måste anslutas till befintligt ledningsnät. Distributören har då möjlighet att välja försäljningskanaler.

För att tanka fordon finns två tanksystem att välja mellan. Båda bygger på samma teknik:

- o Slow fill; med tankningstid på 30 minuter upp till flera timmar beroende på om det är enstaka fordon eller en fordonspark som skall tankas. Fyllningen sker med hjälp av en kompressor som komprimerar gasen till ca 200 bar varefter den automatiskt slår av då alla fordon är upptankade.
- o Fast fill; då har kompressorn fyllt upp en mellantank upp till ca 300 bar. Vid tankning öppnas en ventil mellan fordonets tank och 300 bars-tanken så att en tryckutjämning äger rum. Fordonets tank har ett automatiskt överfyllnadsskydd som automatiskt stänger tanken vid ca 200 bar. Beroende på mellantankens kapacitet kan olika stort antal fordon tankas i följd.

3.3 Fordon

I princip kan alla typer av diesel- och bensindrivna fordon konverteras. Stora energiförbrukare som bussar, lastbilar och stora bensindrivna fordon med stora motorer har erfarenhetsmässigt största fördelarna. Tankuppsättning i ett fordon är tungt och utrymmeskrävande, varför större fordon generellt är lämpligare än mindre fordon.

3.4 Motortyper

- o Bensinmotorer konverteras med tillsättning av extra tank (tankar). Gasen leds från tanken via ventil till mängdreglerdon och genom befintlig förgasar- eller insprutningssystem. Det kan vara svårt att lösa tekniken i vissa insprutningsmodeller. Konverteringskostnaden är här 12 000 - 18 000 kr.
- o Dieselmotorer kan konverteras på två sätt. Antingen med tillsättande av tändsystem vilket gör det möjligt att köra såväl tvåtakts- som fyrtaktsdieslar på enbart naturgas.

Med tillsättande av ytterligare en insprutningskanal för naturgas kan en för varje belastning lämplig blandning mellan diesel och naturgas erhållas. Dieselbränslet fungerar då som tändkälla för naturgasen. 15-40% av inblandningen utgörs av diesel.

3.5 Jämförelse med andra drivmedel

Naturgasens fördelar som fordonsbränsle

- o Stora tillgångar av naturgas i världen säkerställer bränsleförsörjning långt in i framtiden.
- o Fordonsbränslet kan distribueras till förbrukarna med naturgasledningssystemet, inga fordonstransporter.
- o Fordonet kan tankas under parkerad tid, t ex i hemmet eller på arbetsplats.
- o Naturgas har ett högre oktantal än bensin (ca 130 RON). Om naturgasen används i en ottomotor (bensinmotor) är detta en fördel, eftersom kompressionsförhållandet kan ökas vilket ger bättre prestanda.
- o Naturgas ger bättre kallstartsegenskaper (ingen chokning).
- o Naturgas som fordonsbränsle ger mycket lägre koloxidutsläpp, något lägre kväveoxid och högre kolväteutsläpp. Det sist nämnda består nästan enbart av ofarlig metan.
- o Naturgas som fordonsbränsle ger tystare och jämnare gång, framför allt för en dieselmotor.

Naturgasens nackdelar som fordonsbränsle

- o Kortare räckvidd (två bränslesystem ger dock längre räckvidd).
- o Högtryckstank ger extra fordonsvikt.
- o Minskad motoreffekt (ca 10%).
- o Dieselmotor måste utrustas med tändningsanordning eller köras på både diesel och naturgas (10-40% diesel).
- o För närvarande ingen serietillverkning av fullständigt optimerat CNG-fordon i världen.

4 EKONOMI FÖR NATURGAS SOM FORDONSDRIVMEDEL

4.1 Bränslekostnader, bensin, diesel, naturgas och motorgas

Preliminära lönsamhetskalkyler visar att vissa applikationer av fordonsdrift på naturgas kan vara lönsamt (se bilaga 4).

Nedan följer två huvudexempel där drivmedelskostnader med och utan skatt (86-10-01) för stort (diesel) och litet (bensin) fordon redovisas.

Lägg märke till att oljepriset under denna tid ligger extremt lågt.

Drivmedelskostnad/mil				
Litet fordon förbrukning	Bensin 1 l/mil, 96 oktan	Diesel 0,8 l/mil	Naturgas 0,88 Nm ³ /mil	Motorgas 1,2 l/mil
Pris	1,70 kr/l	1,90 kr/l	0,10 kr/kWh ¹⁾ (1,08 kr/Nm ³)	1,85 kr/l
Pris (kr/mil)	= <u>1,70</u>	= <u>1,52</u>	0,88 x 1,08 = <u>0,95</u>	= <u>2,22</u>
Skatt	2,35 kr/l	2,00 kr/10 km	0,31 kr/Nm ³	0,92 kr/l
Skatt att addera till priset (kr/mil)	<u>2,35</u>	<u>2,00</u>	<u>0,27</u>	<u>1,10</u>
Konsumentpris (kr/mil)	<u>4,05</u>	<u>3,52</u>	<u>1,22</u>	<u>3,32</u>
Fordons- investering	0	ca 10 000	ca 12 000	ca 9 000
Stort fordon ingen skatt 10 km förbrukning	-	5,0 l/mil	5,5 Nm ³ /mil	12 l/mil
Pris/mil (kr/mil)	-	5 x 1,75 = 9,50	5,5 x 1,08 = 5,94	12 x 2,22 = <u>26,65</u>
Skatt	-	1,96/10 km	0,31 kr/Nm ³	0,92 kr/l
Skatt att addera till priset (kr/mil)	-	<u>1,96</u>	<u>1,70</u>	<u>17,48</u>
Konsumentpris kr/mil	-	<u>11,46</u>	<u>7,64</u>	<u>44,13</u>
Fordons- investering	-	0	70 000 - 100 000 kr (Single fuel- konvertering)	40 000

1) Prisuppgift osäker, då gaspris sätts med substitutionsmetoden

4.2 Kostnader för tankanläggning

"Fast fill": kompressor, mekantank, anslutning, el, uppkoppling, mätutrustning etc 650 000 kr
Förutsättes då att maximalt 15 m rördragning behövs till befintlig infrastruktur samt att 2-3 fordon skall kunna tanka efter varandra och inom en timme.

"Slow fill" för 250 fordon ca 5 000 000 kr

Se vidare bilaga 3.

4.3 Konverteringskostnader

Bensinfordon

För personbilar och andra mindre fordon med bensinmotordrift kan konverteringskostnaden delas upp på tre delar:

1. Konverteringssatsen ca 5 000 kr
 2. Verkstadsarbetet 2 000 - 5 000 kr (beroende på tank-placering)
 3. Tankutrustningen 2 500 - 6 000 kr
- Färdigt fordon 9 500 - 16 000 kr (inklusive moms)

Dieselfordon

Otto cykelkonvertering

Här måste initialt en grundmodell av varje dieselmotor konverteringsutformas till en kostnad av ca 500 000 kr. Kostnaden per motor är därefter 70 000 - 100 000 kr. I detta fallet torde det vara intressant att vid leverans beställa fordonet med en ottomotor. Undersökningar om dessa möjligheter pågår (hösten 1986).

Otto cykelkonverteringskostnaderna kan fördelas i samma punkter:

1. Konverteringssatsen 10 000 kr
 2. Verkstadsarbete, utbytesdelar 50 000 - 60 000 kr
 3. Tankutrustning 10 000 - 30 000 kr
- Färdigt fordon 70 000 - 100 000 kr

Dual fuel (pilotinjection) systemet med två bränslen enligt följande:

1. Konverteringssatsen 5 000 kr
 2. Verkstadsarbete 15 000 kr
 3. Tankutrustning 10 000 - 30 000 kr
- Färdigt fordon 40 000 - 60 000 kr

4.4 Slutsatser

Naturgas är billigaste drivmedlet för fordon förutsatt att tidigare prisantaganden kan gälla. Eftersom en bensinmotor körd på naturgas ger renare avgaser än en bensinmotor med samma utrustning föreligger även miljömässiga fördelar. Om en katalysator sätts på respektive fordon kommer även där det naturgasdrivna fordonet att visa bättre emissionsvärden.

Den relativt tunga inverteringssidan i infrastruktur och konverteringar fordrar god planering företagsekonomiskt och politiskt.

Exempel på en lönsamhetsberäkning av en konvertering av bussflotta på 250 fordon investeringsnivå redovisas i bilaga 4.

5 MILJÖFÖRDELAR FÖR NATURGAS SOM FORDONSDRIVMEDEL

5.1 Naturgasens beståndsdelar

Naturgas består till största delen av metan med ett varierande inslag av etan och högre kolväten som propan och butan. Dessutom finns små mängder av kvävgas, koldioxid och vatten. Varken Nya Zeeland eller USA har någon bränslestandard för NGV medan Italien har vissa begränsningar främst beroende på korrosionsrisker. Halten av svavel och andra föroreningar är mycket låg, på gränsen till försumbar.

5.2 Avgasemissionen

Avsaknaden av bly och svavel i naturgasen samt partiklar och mutagena (cancerframkallande) ämnen i naturgasavgaserna gör att ytterligare emissionsparametrar i jämförelsen med andra drivmedel förs in då energislagen skall ställas mot varandra.

Drift med bensin och dieselolja ger upphov till utsläpp av hundratals olika kemiska föreningar varav de viktigaste är:

- olika kolväten, vilka främst består av oförbränt bränsle
- eldehyder, bl a formaldehyd
- ketoner
- koloxid
- kväveoxider
- svaveldioxid
- partiklar
- samt vid blyhaltig bensin, bly- och halogenföreningar.

I motsats till bensin och dieselolja består naturgas, kemiskt sett av enkla molekyler med få kolatomer. Eftersom avgasutsläppen avspeglar bränslesammansättningen ger användning av naturgas, generellt sett upphov till lägre emissioner än bensin och dieselolja. Kolväteutsläppet innehåller inte bensen eller andra aromatiska kolväten. Halten av PAH är låg, ca en tiondel av vad motsvarande bensinbil släpper ut och kanske en hundradel av vad en dieseldriven motor ger upphov till.

Det kolväteutsläpp som uppkommer vid NGV består huvudsakligen av oförbränd gas som i sig är harmlös för människor. Metan, men även i viss mån etan, propan och butan är stabila föreningar som obetydligt bidrar till smogbildning men samtidigt är svåra (jämfört med bensinkolväten) att bryta ned vid katalytisk avgasrening. Oberoende av bränsle minskar avgasutsläppen kraftigt vid katalytisk avgasrening.

Vid **drift med naturgas** är CO-utsläppet lågt jämfört med bensindrif. Utsläppen av kolväten kan antas vara förhållandevis lågt och består till största delen av metan. NO_x-utsläppet är detsamma som vid bensindrif eller lägre. Formaldehydutsläppet uppges vara ca fyra gånger större än vid bensindrif. Den mutagena effekten av partikelfasen från en LPG-driven bil är låg, jämförbar med den från en bensinbil med katalytisk avgasrening.

Vid ersättning av dieselolja med naturgas i tunga fordon är den största vinsten en kraftig reduktion av sot, partiklar och PAH. Däremot torde CO öka eftersom dieselmotorer normalt ger låga CO-utsläpp. Kolväten och främst NO_x kan förväntas minska. Kolväteutsläppet blir mindre farligt än vid dieseldrift. En ökning av formaldehyd kan förväntas, åtföljd av en eliminering av högre aldehyder. Utsläpp av svavelföreningar minskar kraftigt. (Ref. Naturgas, hälsa och miljö.)

5.3 Reningsteknik

Då bensindrivna fordon förses med katalysator och annan modern serietillverkad avgasrening uppnås en hög reningsgrad av avgaserna. Samma utrustning kan användas för att slutgiltigt rena avgasutsläppen från en naturgasdriven motor. Avgasvärdena blir då ännu något bättre.

Stor del av miljöforskningen kring gasformiga drivmedel inriktas på att nå dagens högsta avgaskrav utan katalysatortillsats. Laboratoriejusterade motorer har kunnat uppvisa sådana värden.

Opel har vid en TNO-test 1983 och Toyota har vid egna tester 1985-1986 kunnat påvisa mycket goda resultat av optimering med minskade NO_x -värden.

Forskning kring tillsatser som binder kväveoxiderna vid andra ämnen redan i förbränningen pågår.

Dieselfordonsutsläppen har i utgångsläget många bra värden som t ex HC- och CO-värden. Kväveoxider, svavel och sotpartiklar är de ämnen dieselteknikerna försöker minska. Svavel- och sotpartiklarna är destruktiva för en katalysator och går inte att i tillräcklig utsträckning rena med nuvarande teknik. Forskning och utveckling är därför inriktade på att hitta en reningsmodell avsedd att klara alla tre ämnena i samma process. Med en naturgasdriven dieselmotor bör man slippa all denna utrustning, vilket skulle kunna betala den merkostnad som konverteringen till naturgas ger. (Ref. Naturgas, hälsa och miljö.)

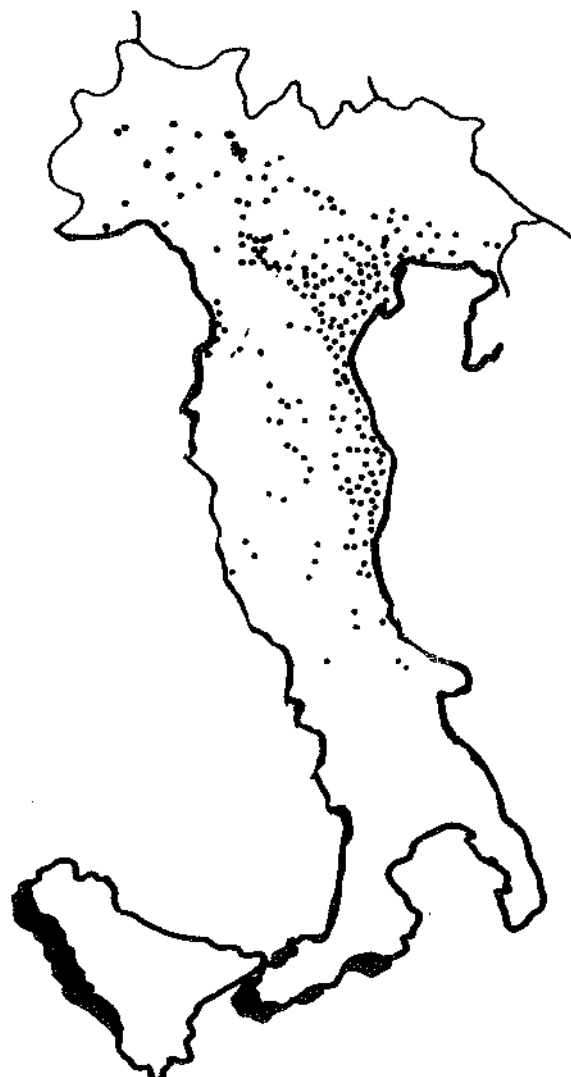
5.4 Säkerhetsaspekter

De flesta produkter kan hanteras på ett säkert sätt även om de har egenskaper som gör dem potentiellt farliga. Förutsättningen är dock en tillförlitlig teknisk utformning och att framtagna hanteringsregler följs.

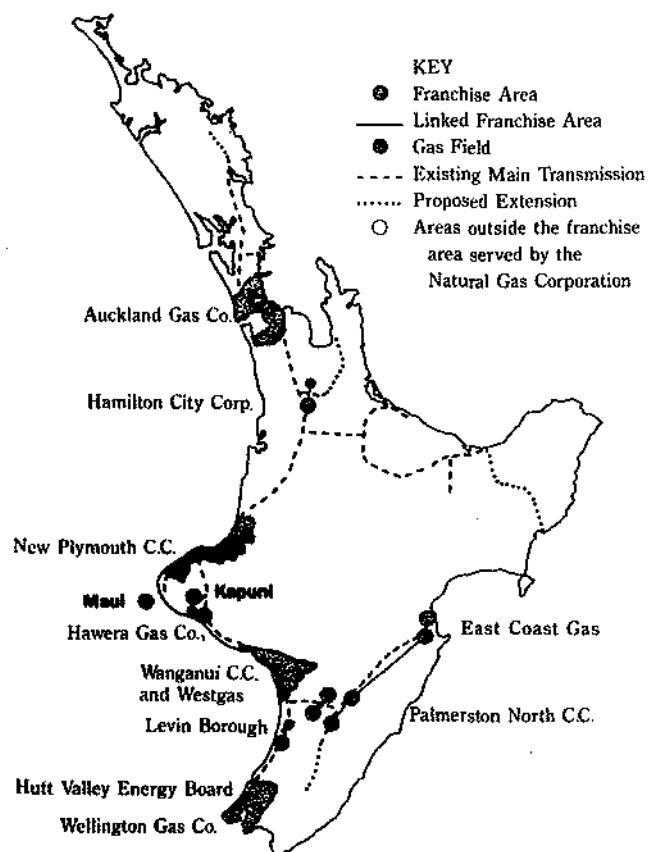
NGV förvaras under högt tryck, vilket är förenat med speciella hållfasthetsproblem vid dimensionering av ledningar och tankar.

Gemensamt för de vid normalt tryck och normal temperatur gasformiga bränslena är risken för bränsleläckage som kan vara svåra att upptäcka och svårbemästrade.

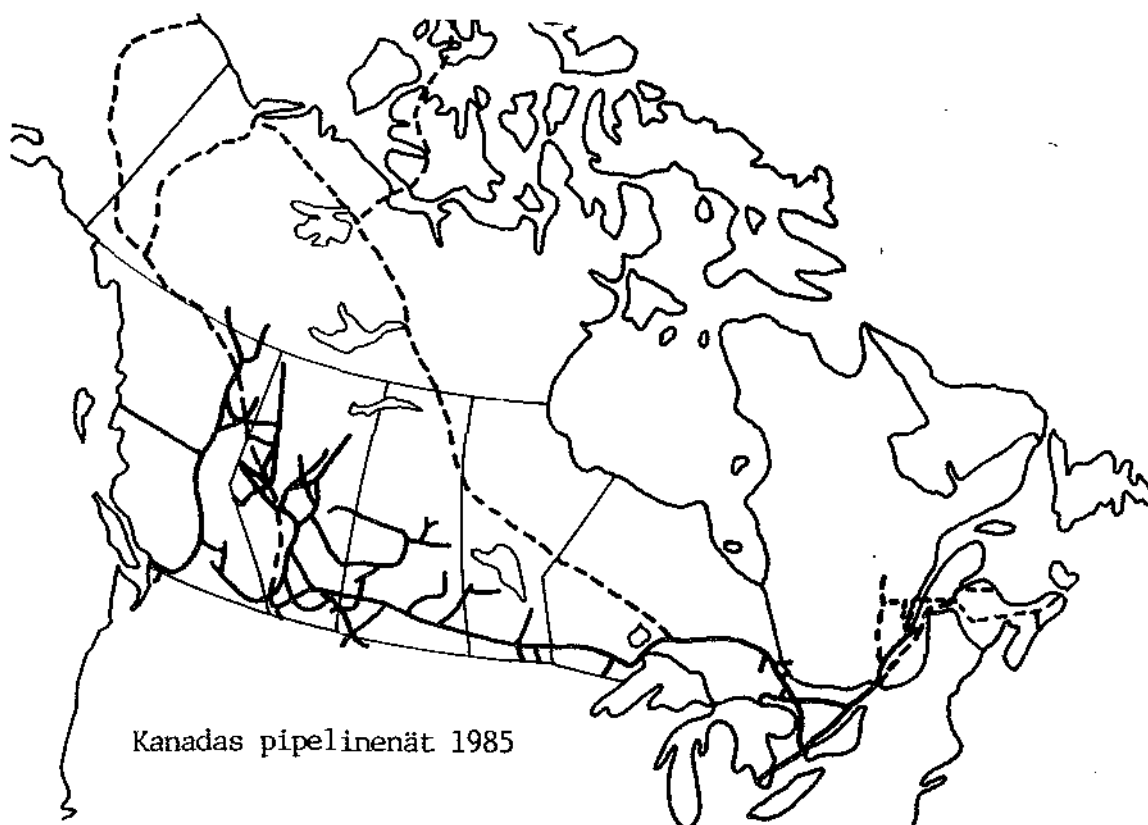
Utformningen av distributionsanläggningar är sådan att personal och konsumenter aldrig kommer i kontakt med gasen.



Italienska nätet av naturgastankstationer.
Huvuddelen av orterna är förbundna via
pipelinenät.

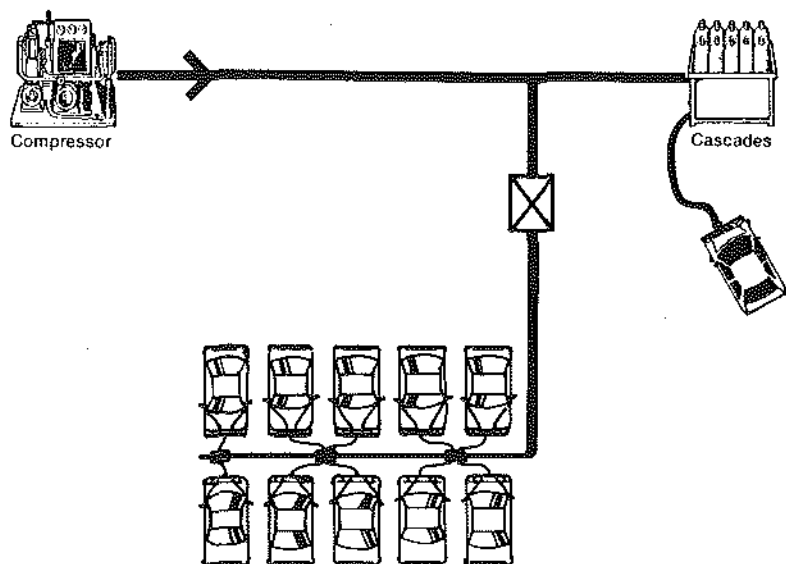


Nya Zeelands pipelinenät 1985

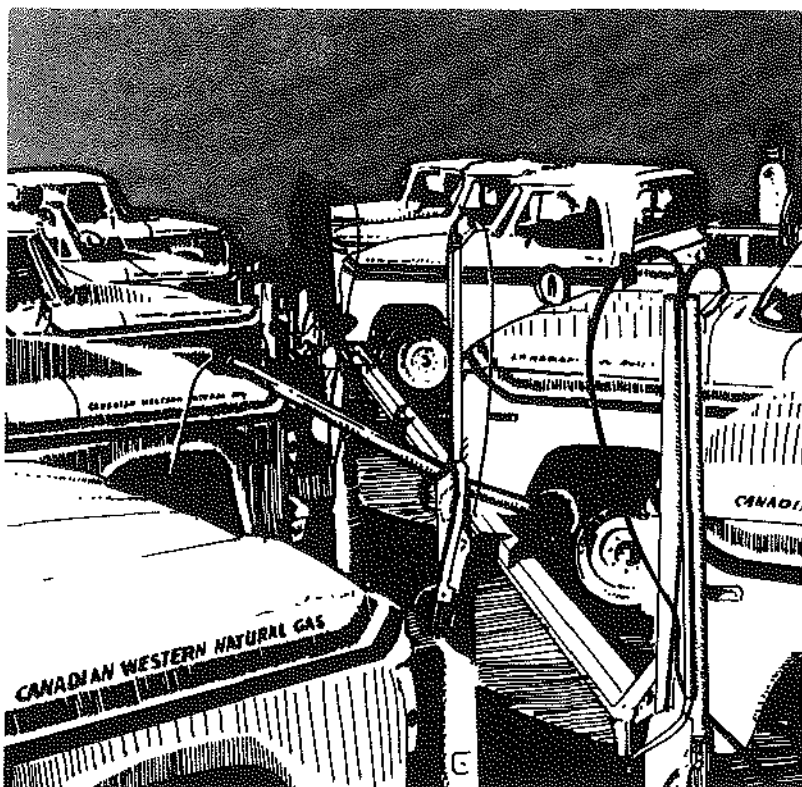


Kanadas pipelinenät 1985

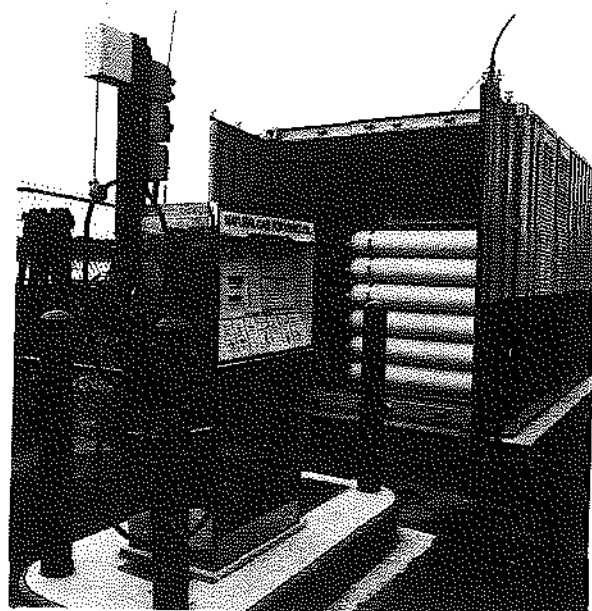
— Existing
- - - Proposed



Princip för tankning; snabbfyllningsanläggning
ovan t.h.



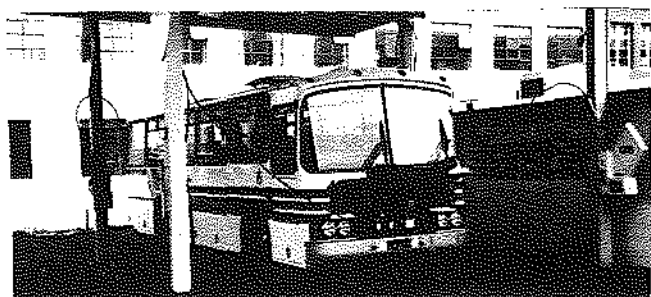
Slow-fill tankning av fordonspark
nattetid



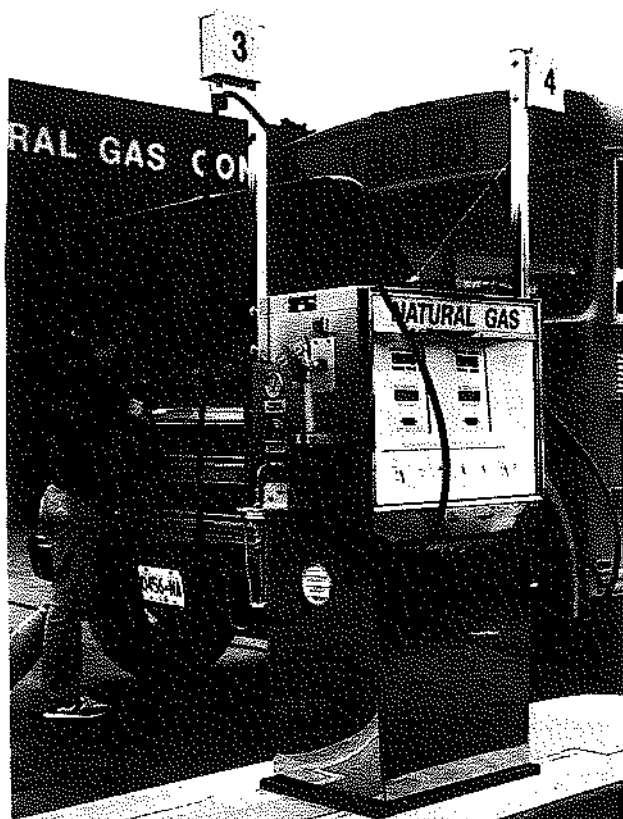
Snabbfyllningsanläggning med utbytbar
mellanlagringscontainer



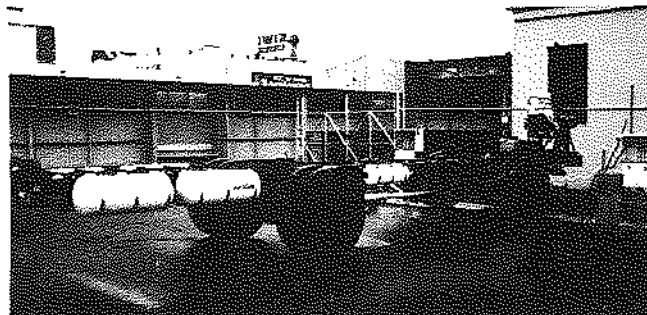
Mobil snabbtankningsanläggning



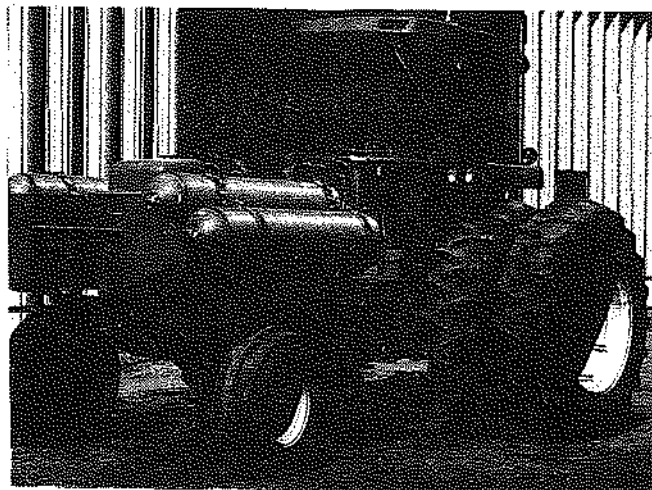
Naturgasdriven buss under "slow-fill" tankning



Naturgasdriven skollbuss



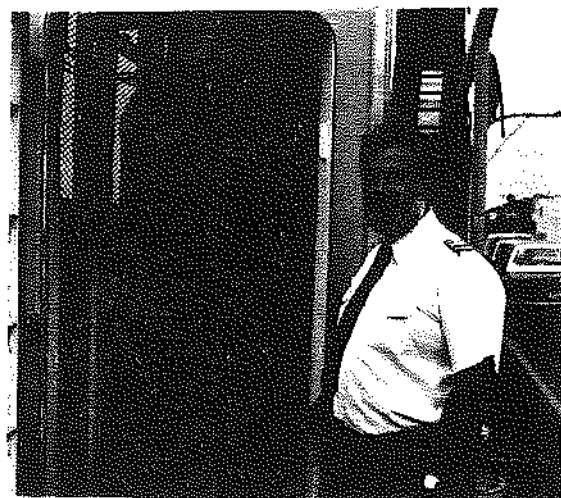
Lastbischassi, fabriksförberett för naturgasdrift, single-fuel.



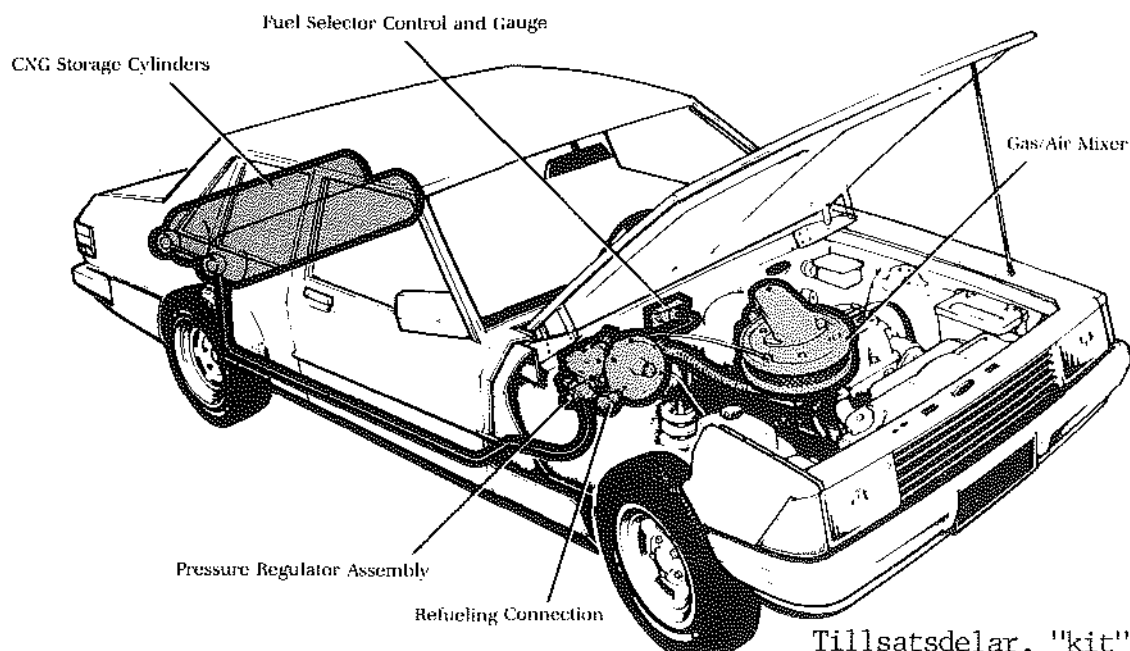
Naturgasdriven traktor med kompositarmerade aluminium-tankar



MV Klatawa, Kanadensisk naturgasdriven bilfärja



En av två tankenheter på MV Klatawa



Tillsatsdelar, "kit", i personbil.

B PROGRAMFÖRSLAG FÖR VATTENFALL FUD-87

Ett av huvudsyftena med FUD-programmet -86 för naturgasdrivna fordon är att ta fram ett programförslag för Vattenfalls FUD-satsningar inför 1987 och även längre fram. Det har visat sig möjligt att hitta mer än en inriktning och omfattning till framtida satsningar inom detta område.

På följande sidor redovisas därför tre alternativa programförslag för FUD gasdrivna fordon 1987. Programförslagen är alternativa handlingsvägar inför FUD-87, men inför kommande år kan alla tre programmen eller delar ur dessa vara aktuella, om intresse finns för att göra sådana satsningar.

De tre huvudalternativen är:

- 1. Internationell bevakning och utvärdering av teknik, ekonomi och miljö**
- 2. Demonstrationsprojekt**
- 3. Forskningsalternativ**

Programalternativ 1 befrämjar kunskaps- och erfarenhetsuppbyggnaden. Alternativ 2 är byggt på uppförandet av en tankstation och alternativ 3 på extern forskning i Sverige.

Vid läggning av denna skrift bearbetas 1987 års FUD-budget och dess inriktning. Arbetet har dock kommit så långt att man kan förutse vilken inriktning som kommer att väljas för naturgasdrivna fordon inför FUD-87. Detta redovisas i avsnitt B4 "Vald programinriktning för FUD-87".

1. INTERNATIONELL BEVAKNING OCH UTVÄRDERING MED AVSEENDE PÅ TEKNIK, EKONOMI OCH MILJÖ AV FORDONSDRIFT MED NATURGAS

Avsikten med följande programförslag är att utföra en ur alla synvinklar övergripande studie av andra länders erfarenheter med NGV (CNG). Studien skall ge exempel på lönsamma sätt att använda naturgas som fordonsbränsle, samt innehålla de kunskaper som behövs för att ta fram ett motsvarande underlag för svenska förhållanden, så att bästa tänkbara ekonomi-, teknik- och miljöfördelar kan uppnås vid en eventuell svensk NGV-introduktion. Utöver detta syfte kommer studien att visa inom vilka områden det pågår forskning och utveckling samt på vilket sätt Sverige skulle kunna bidra.

Budgetförslag 470 000 kr

För ett detaljerat budgetförslag hänvisas till bilaga 1.

Resultaten av arbetet torde kunna ge ett så klart underlag att man inför 1988 års FUD-program har ett dokumenterat underlag för NGV-initiativ för demonstration eller kommersiella applikationer.

Tidsstudie

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Förberedelsen												
Studien												
Efterbearbetning												
Rapportering och information												

En utförlig rapport kommer att lämnas efter genomförande av studieresan vid slutet av 1987. Denna kan delges alla svenska intressenter inom området.

2. DEMONSTRATIONSPROJEKT MED NATURGASDRIVNA FORDON OCH INTERNATIONELL TEKNIKBEVAKNING

Avsikten med programförslaget är att i alla delar, dvs ur ekonomisk, teknisk och miljömässig synvinkel, kunna demonstrera hur naturgasen på ett kommersiellt sätt kan användas i Sverige.

Avsikten är att vid introduktionen av naturgas i Västsverige kunna förevisa en kvalificerad tankstation samt professionellt konverterade fordon. Anskaffningen av material ligger i huvudsak under 1987. 1988 tas i anspråk för slutgiltiga fordonsinjusteringar och anpassningar av tankutrustning.

Genomförandet av detta förslagsalternativ kommer att samla en sådan kunskapsbas och erfarenhetsmassa att en eventuell introduktion av NGV i Sverige kan göras med utgångspunkt från detta alternativs inhämtade kunskaper.

Budgetförslag 1 495 000 kr

För ett detaljerat budgetförslag hänvisas till bilaga 1.

Tidsstudie

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Kunskapsunderlag	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Upphandling av utrustning							_____					
Montage										_____		
Igångsättning												_____
Fordonsanskaffning							_____					
Konvertering, justering								_____	_____	_____		
Myndigheter			_____									
Myndigheter, kontroller					_____				_____	_____		
Rapportsammanställning											_____	
Redovisning											_____	_____

Erfarenheten från länder som idag har stora kommersiella naturgasdrivna fordonsflottor, är att det första och nödvändiga steget mot introduktion av naturgas som fordonsbränsle, är ett demonstrationsprojekt. Konventionell och beprövad CNG-teknik för fordon kommer att utnyttjas. Tyngdpunkten skall helt ligga på demonstration och utvärdering av denna teknik i Sverige.

3. FORSKNING OCH UTVECKLINGSPROGRAM INOM SVERIGE FÖR NGV-TEKNIK

Flera områden inom konverteringstekniken står i behov att utvecklas där en forskar- eller utvecklingsinsats skulle hjälpa en framtida introduktion av NGV.

Inom följande områden kan forskning och utveckling bedrivas:

- o Lagring av naturgas (tankteknik);
- o Optimering av konverteringsutrustning;
 Detta med utgångspunkt från att flertalet fordon även i ett väl utbyggt CNG-nät kommer att konverteras som eftermarknadsåtgärd, dvs efter serietillverkning
- o Förbränning från avgasreningssynpunkt och förbrukarsynpunkt.

Tankteknik

Att kartlägga och sammanställa de nordiska ländernas nivå på forskning om tankteknik för naturgas samt forskningen i de länder där naturgas för fordonsdrift används. Speciellt bör ASEA-plast tankförslag värderas med avseende på dess kommersiella och tekniska utrymme på NGV-marknaden.

Budgetförslag 1987 370 000 kr

Om man finner forsknings- eller utvecklingsprojekt värda att satsa på kan man deltaga med finansiering och/eller arbetsinsatser.

Konverteringsteknik

Inledningsvis skulle en insats tillsammans med annan "tung" uppdragsgivare behöva göras för att förmå fordons- och utvecklingstillverkarna att ställa sig positiva till denna åtgärd.

Huvuddelen av detta arbete torde bestå i att på ett marknadsmässigt sätt sammanföra ett antal motortillverkare med tillverkare av konverteringsutrustning. Målsättningen är sedan att kunna starta ett utvecklingsprojekt av konverteringsutrustning som delfinansieras av Vattenfall. Andra tänkbara finansiärer är motortillverkarna, konverteringsutrustningstillverkare, STU etc.

Budgetförslag 1987 325 000 kr

Förbränning från avgas- och förbrukningssynpunkt

Avsikten är att sammanföra information om möjligheten att utan katalysator nå de avgaskrav som kommer att gälla i Sverige fr o m 1989. (Dessa krav kommer att vara de krav som kommer att tillämpas i andra västländer). Dessutom kartlägga utvecklingspotentialen för att minska förbrukningen och reducera effektminskningen vid naturgasdrift. Målsättningen är sedan att satsa på ett utvecklings- eller forskningsprojekt inom området där Vattenfall kan gå in som del-finansiär tillsammans med andra finansiärer, tekniska högskolor eller STU.)

Budgetförslag 1987 340 000 kr

För ett detaljerat budgetförslag hänvisas till bilaga 1.

Summering

Av dessa forskningsalternativ torde avgasreningstekniken vara den svåraste men också den mest lönsamma om väsentliga framsteg görs.

För svenska förhållanden bör man överväga att satsa forskaranslag för utveckling av inhemska produkter. I detta fall har ASEA-plast i Piteå en produkt under utveckling som kan ge stora exportinkomster.

Man har sedan en tid arbetat med en högtryckstank i kompositmaterial vilken skulle kunna användas såväl som tank i fordon som mellanlagringstank. Produkten har mycket hög hållfasthet, låg vikt och kommer att kunna säljas till samma pris som en ståltank. Säkerhetsmässigt är tanken konstruerad så att sprickbildningar skapar små läckage och långsamma fiberdelningar i stället för momentan (explosionsartad) delning och antändning.

4 VALD PROGRAMINRIKTNING FÖR FUD-87

För att befrämja en bred uppbyggnad av erfarenheter och kunskap har programalternativ 1 valts. Detta förväntas ge följande resultat:

- o Skaffa en hög kunskapsnivå från andra användares erfarenheter.
- o Skapa kontakter för kontinuerligt mottagande av tekniskt och miljöanalytiskt material.
- o Undvika misstag vid genomförande av eventuellt demonstrationsförsök eller kommersiella introduktionsprojekt.
- o Vid eventuell introduktion kunna ge marknaden optimala ekonomiska och tekniska lösningar.
- o Sammanställa och värdera argument vid andra forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprojekt.
- o Ge underlag för en allmän utbildnings- och seminarieverksamhet.

Under 1987 kommer inga produktinköp eller hårdvarusatsningar att göras. Däremot kommer stöd till industriutvecklingsprojekt att värderas och via äskande av nya FUD-medel eventuellt stödjas.

5 VATTENFALLS INRIKTNING OCH SYFTE

Vattenfalls inriktning torde vara att i ett första steg bygga upp denna kunskapsstock. Med den som underlag kan den egna strukturella verksamheten mot marknader och målgrupper göras samtidigt som svenska konsumentbehov visar sig. Vattenfall kommer att kunna initiera och stimulera andra industrigrenar till utveckling inom de områden som inte är Vattenfalls naturliga områden. Exempel på sådana är fordonstillverkare, verkstäder, tillbehörsindustrin, kompressortillverkare och distributionsföretag (oljebolag).

Möjligheten till omfattande seminarie- och utbildningsverksamhet borde tas till vara.

I ett andra steg bör infrastrukturen, vid en eventuell introduktion, projekteras. Då bör det också ställas starka förväntningar på övriga industrigrenar för att utbyggnad och utveckling skall kunna ske parallellt. Kontakterna med myndigheter och regering bör ha en stark roll för att klargöra deras hållning tekniskt och politiskt på såväl kort som lång sikt. Välplanerade och målinriktade marknadsinsatser bör börja i detta steg.

Som tredje steg kommer den fysiska utbyggnaden, den fortsatta marknadsföringen och den fortsatta samordningen med industri, myndigheter och andra länder. Kontakter med myndigheter och regering fortsätter liksom en väl planerad marknadsföring.

REFERENSLISTA

1. Gaseous fuels for transportation, konferensrapport, Vancouver, Kanada 1986.
2. Non petroleum vehicular fuels V:CNG Fuels, konferensrapport, Arlington, Virginia 1985.
3. Naturgas, hälsa och miljö. "State-of-the-art"-rapport, Vattenfall, september 1985.
4. Gasnytt, Thomas Carlqvists rapport från "Gaseous fuels for transportation".
5. "Dual-Fuel Natural Gas/Diesel Conversion system in four stroke Diesel engines", B.C Research, Vancouver, Canada, mars 1986.
6. The Development of the use of methane as an automotive fuel principally for city buses in Brazil as conducted by the private sector" Group ultra Sao Paulo, Brazil 1985-1986.
7. "Alternativa drivsystem för bussar, TFB, Karl Koltenhoff, januari 1986.
8. "Komprimerad naturgas för fordonsdrift. En förstudie om marknadsvillkor baserad på internationella erfarenheter", Temaplan, juni 1986.
9. "Naturgas som drivmedel, en studieresa till Italien", Olle Johansson, Malmö Energiverk 1984.

Intervjuer:

- | | | |
|-----|--|-----------------|
| 1. | Rix Industries, Californien | Jack Hall |
| 2. | Impco Carburation inc., Californien | David Meyer |
| 3. | Mogas fuel systems inc., Vancouver, Canada | Tony Filetti |
| 4. | Amos Gas Ltd., Auckland, Nya Zeeland | Larry Amos |
| 5. | Sulzen Buckhardt, Basel, Schweiz | Pierre L Bovon |
| 6. | P.B. Systems Ltd., Vancouver, Canada | Patric Brown |
| 7. | B.C Research, Vancouver, Canada | Julie Boisvert |
| 8. | Pincas Jawetz & Associates, New York | Pincas Jawetz |
| 9. | Kanadensiska miljödepartementet | Victor Shantora |
| 10. | Teknologiske institut, Automobilteknik Danmark | Erik Hansen |

- | | | |
|-----|---|-----------------|
| 11. | Volkswagen Forschung Energietechnik und neue Technologien Alternativkraftstoffe | Holger Menrad |
| 12. | Toyota, Research engineering | Shoji Katsumata |
| 13. | Naturvårdsverket, Stockholm | Ulf Roos |
| 14. | Asea Plast, Piteå/Oslo | Göran Tolf |

BILAGA 1**BUDGETFÖRSLAG TILL FUD-87 PROGRAM**

(Budgetbearbetning pågår vid denna utskriftstidpunkt)

Programalternativ 1**Internationell bevakning och utvärdering med avseende på teknik, ekonomi och miljö av fordonsdrift med naturgas**

Avsikten är att genom studierna av lokala förhållanden och resultat på platser, där NGV är introducerat, inhämta sådan lärdom att en introduktion av NGV i Sverige kan göras med ett korrekt erfarenhetsunderlag. Målsättningen är att redan i inledningsskedet av en introduktion ha sådan kunskap att den tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt sett bästa lösningen på alla huvudfrågor kan väljas.

Programmet kommer även att ge sådan information inom ämnet NGV att bedömningar av utvecklings-, forsknings- och demonstrationsprojekt kan göras. Därmed omfattar detta förslag större delarna av den teoretiska underbyggnaden av de två kommande programalternativen. En väl underbyggd utvärdering av kommersiella projekt och förslag kommer också att kunna göras efter genomförandet av detta programalternativ.

Studien kommer också att ge en inblick i andra länders praktiska hållning i miljöfrågor samt att kunna redovisa var den bästa teknologin inom respektive område står att finna.

Kostnadsposter

- | | |
|--|------------|
| 1. Förberedelser | 40 000 kr |
| <ul style="list-style-type: none"> - Bedöma intressanta studieobjekt - I detalj formulera frågor av vikt till olika studieobjekt - Boka tider, förbereda studieobjekten och nyckelpersoner. | |
| 2. Studien | 200 000 kr |

Studien består av ett stort antal kontakter med personer, institutioner och företag i Sverige och utomlands. För vissa länder kommer t ex Sveriges tekniska attachéer att användas.

Tänkbara kontakter Motiv

- | | |
|---------|--|
| Sverige | <p>Inhämta erfarenheter från tidigare och pågående försök med gasformiga bränslen samt den industriutveckling som pågår hos följande företag:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Bussbolag: SL, ML, GS, Varberg lokaltrafik, Upsala buss o Volvo o Saab o Tekniska Verken, Linköping o ASEA Plast, ASEA Flotech |
|---------|--|

	- o STU - o Transportforskningsberedningen - o Oljebolagen
Danmark	Närheten till Sverige samt deras geografiskt liknande förhållanden. Besök på danska tankanläggningar och i dansk tillverkningsindustri.
Holland	Besök på eftermarknads/konverteringsindustrin för att utvärdera var bästa utrustningen står att finna. Få insyn i forskningsframsteg och förväntade resultat. Besök hos och inhämtande av underlag hos TND.
Italien	Där världen största fordonsflotta finns. Besök i industrier och institutioner. Deras speciella säkerhetsbestämmelser samt att ta lärdom av framgångar och misslyckanden.
Nya Zeeland	För att nära kunna se hur "The New Zealand Corporation" har lyckats föra över 12% av fordonsbeståndet till naturgas på mindre än 5 år. En nationell samordning har skett med en stark integrering av nationella, industriella och energipolitiska önskemål och beslut. Infrastruktur, industribesök samt eftermarknadsindustribesök.
Kanada	British Columbia har världens främsta forskningscenter kring NGV. I Vancouver och Toronto finns en mycket bred erfarenhet av den marknadsmässiga applikationen för NGV. Besök hos tillverkare av konverteringsutrustning samt konverteringsverkstäder. Integrationen av utvinning, förädling, distribution, utlandsförsäljning, bulkhantering, forskning och konsumtion är den mest utvecklade i världen tillsammans med Nya Zeeland.
USA	Californiska applikationer och dess funktion i förhållande till statens avgaskrav. En mängd variabler inom avgasemissionsvärden, driftsekonomi och teknologi torde kunna studeras. Förutsättningarna inom olika geografiska och politiska avsnitt har inbjudit marknaden till stora variationer. Erfarenheter och jämförelser mellan dessa är av stort värde.
Brasilien	Som har byggt upp en helt egen industri, forskningsdel, infrastruktur och fordonsflotta. Ett mycket seriöst och intressant projekt som fortfarande under 1987 kommer att vara i ett relativt tidigt skede.

3.	Efterbearbetning. Sammanställning av ovanstående	70 000 kr
4.	Rapportering, information Studien innehåller en mängd erfarenheter, utvärderingar och resultat. En viktig del av FUD-programmet blir att nå ut till berörda i Sverige med resultatet. Rapporteringen består av en rapport, broschyrmaterial och av ett allmänt seminarium. På detta seminarium inbjuds aktuella svenska intressenter för att ge kännedom om Vattenfalls inhämtade erfarenheter, få in synpunkter på utgivet material och sist men inte allra minst fånga upp aktuella samarbetspartners inför en större NGV-satsning.	100 000 kr
5.	Resor. Biljettkostnader och uppehålle	45 000 kr
6.	Övrigt. Förbrukning, inköp av dokumentation, föreläsningmaterial	<u>15 000 kr</u>
		470 000 kr

Programalternativ 2

Demonstrationsprojekt med naturgasdrivna fordon och internationell teknikbevakning

	<u>Aktivitet</u>	<u>Motiv</u>	<u>Kostnad</u>
1.	Tankstation	Kompressor och utrustning för "fast fill", klimat-anpassad, testad, godkänd	600 000
2.	Markarbeten	Fundament etc	50 000
3.	Rörmaterial	Anslutningsutrustning i kompressorn	10 000
4.	Fordon	För att vid demonstrationen i samband med öppnandet av naturgasledningar till Göteborg kunna visa station och fungerande fordon. Dessa avses att provas i Danmark för att säkerställa driften. Tre fordon med olika användningsområden. (Efter introduktionen torde dessa fordon kunna avyttras.)	275 000
5.	Konverteringsutrustning	Utrustning för att konvertera ovanstående fordon till naturgasdrift	40 000

	<u>Aktivitet</u>	<u>Motiv</u>	<u>Kostnad</u>
6.	Konvertering och justering av fordon	Optimering, justering, driftkontroll	50 000
7.	Handläggarkostnader	Se "studien" i alternativ I samt upphandling och igångsättning av tankstation, konverteringsutrustning samt konverteringen	330 000
8.	Inrikes resor		15 000
9.	Utrikes resor		45 000
10.	Naturvårdsverket	Fordonsgodkännande	15 000
11.	Informations- och förevisn.material	Föredragsmaterial, OH, pressmaterial	10 000
12.	Myndighetsgodkännande	Godkännande av tankstation	5 000
13.	Internationell teknikbevakning	Se "studien" alternativ I	50 000
			<u>1 495 000</u>

Programalternativ 3

Forsknings- och utvecklingsprogram inom Sverige för NGV-teknik

A Tankteknik

	<u>Aktivitet</u>	<u>Motiv</u>	<u>Kostnad</u>
1.	Användarländers "state-of-the-art" sammanställning	För att få en klar uppfattning om andra länders forskningsnivå och med det underlaget kunna avgöra var ett forskningsanslag skulle kunna användas bäst	45 000
2.	Forskningsuppdrag	Exempelvis ASEA Plasts tankutvecklingsprojekt	250 000
3.	Materialsammanställning och analys		30 000
4.	Resor		<u>45 000</u>
			370 000

B Konverteringsteknik

	Aktivitet	Motiv	Kostnad
1.	Förundersökning	Studium av vilka konverteringsutrustningsföretag och motortillverkare som dels är intresserade och dels har förutsättning att lyckas bäst av eventuella NGV-konverteringar i Sverige	20 000
2.	Val av samarbetspartners	Strategiuppläggning, sammanförande av företag, målspecifikation	30 000
3.	Forskningsuppdrag	I avsikt att hitta nya tekniska lösningar på ännu olösta tekniker i insprutnings- och styrutrustningar. Målsättningen är att nå högre driftsäkerhet och minska konverteringskostnaden	200 000
4.	Resor		25 000
5.	Uppföljning	Kontinuerliga uppföljningspunkter samt angivande av nya mål. Avsikten är också att resp företag skall skjuta till en anseelig summa till projektet	50 000
			325 000

C Förbränning från avgas och förbrukningssynpunkt

	Aktivitet	Motiv	Kostnad
1.	Kravspecifikation, myndighetskontakt	Att tillsammans med Naturvårdsverket specificera mål med forskningen av avgasemissioner. Här skall kontakt tas med t ex fordonstillverkare så att krav på förbrukning och effektreducering kan upprättas.	20 000
2.	Studium	Andra länders avgaskrav och dessas koppling till svenska krav	20 000

	Aktivitet	Motiv	Kostnad
3.	Resor	Enligt ovan	25 000
4.	Forskningsuppdrag		50 000
5.	Sammanställning och presentation	Av forskningstagaren	<u>25 000</u>
			340 000

BILAGA 2

GASEOUS FUELS FOR TRANSPORTATION

Rapport från konferens i Vancouver 1986-08-07 - 1986-08-10

- 1 INLEDNING
- 2 TEKNIK
- 3 PÅGÅENDE PROJEKT MED CNG I BUSSAR
- 4 MILJÖ
- 5 SLUTSATSER

1 INLEDNING

Konferensen i Vancouver som samlade 375 delegater och 34 utställare hölls i samband med en världsutställning vars tema var "Man in motion". Förutom gasdrivna fordon har många andra frågor rörande persontransporter behandlats vid olika tillfällen under det gångna halvåret (se bifogat program från Expo 86).

Intresset för gasdrivna fordon har ökat enormt de senaste åren och för närvarande finns i världen ca 3 miljoner fordon varav 600 000 är naturgasdrivna. Huvuddelen av dessa fordon är mindre personbilar med otomotorer. Orsaken till det ökade intresset är en förväntad "överproduktion" av LPG samt stora fynd av naturgas i många länder.

2 TEKNIK

Det totala systemet för CNG (Compressed Natural Gas) består av tre huvudkomponenter; tankanläggning, gastanken i fordonet och motorn.

2.1 Tankningsanläggning

Tankanläggningen kan utformas enligt två olika principer, snabb och långsam fyllning. Vid långsam fyllning arbetar anläggningens kompressor direkt mot fordonens lagringstankar som normalt dimensioneras för max 200 bar. Tidsåtgången bestäms av kompressorernas kapacitet och antalet inkopplade fordon på systemet. Normalt är fyllningstiden ca 6-8 timmar och detta sker lämpligen under natten. Fördelarna med systemet är hög fyllnadsgrad i fordonen, låg investering i tankanläggningen samt lågt energibehov för komprimeringen. Snabbfyllningen görs från ett mellanlager med högt tryck (ca 250 bar). Tankningen tar ca 3 minuter för en personbil. Mellanlagret återfylls kontinuerligt med hjälp av en flerstegs kolvkompressor. I båda fallen tas gasen normalt från lågtrycksnätet (4 bar).

2.2 Bränslelager i fordonet

Lagringstankarna i fordonet består av stål eller aluminiumcylindrar som i vissa fall förstärkts med armerad epoxyplast. Cylindrarna har en diameter mellan 200 och 300 mm och valfri längd för att passa fordonet. Med ett lagringstryck på 200 bar motsvarar varje liter gaslager ca 0,2 liter diesel. Tankarna placeras normalt under fordonet och en buss kan beroende på motorplacering och liknande försees med 300 till 1 000 liters total tankvolym, vilket motsvarar 60 till 170 liter diesel. Bränslemängden i tankarna kan enkelt mätas med hjälp av en manometer. Övriga komponenter som ingår i tanksystemet är avstängningsventiler, tryckreduceringsventil och tankanslutning.

Tryckreduceringen sker oftast i två steg innan gasen tillförs motorn. Tankanslutningen är försedd med en mikrobrytare som omöjliggör start motorn så länge fyllningsmunstycket är anslutet. Vanligtvis är samtliga lagringstankar parallellkopplade.

2.3 Motorn

Konverteringen av motorn kan göras på flera sätt beroende på motortyp och önskemål om tvåbränsledrift. Den enklaste konverteringen utförs på en ottomotor (bensinmotor) där förgasaren förses med en gas-/lyftblandare. I sin enklaste form sker blandningen i en venturi där gasen tillförs i venturihalsen. Då luftflödet ökar sjunker trycket och mer gas sugas in i blandaren. Motorns befintliga förgasarinstallation förändras inte. Skifte mellan gas och bensindrift sker med hjälp av magnetventiler i respektive bränsleledning.

I moderna avancerade motorer med elektroniskt styrd bränsleinsprutning förses insugsröret med extra gasmunstycken. Styrningen av gas-/luftblandningen sker via bilens elektroniksystem.

Konverteringen av dieselmotorer kan göras på två sätt, antingen med tillsats av NG i insugsluften och antändning med diesel eller ombyggnad av motor till Ottocykel.

Ombyggnad till ottomotor är relativt komplicerad och bör göras redan i tillverkningsstadiet. Fördelen med denna metod är att motorn går på 100% gas.

Den andra metoden innebär ett minimum av ingrepp i motorn. Gasen blandas in i insugsluften och antändning sker genom insprutning av en liten mängd dieselolja. Tändoljan svarar för ca 10% av energitillförseln vid full effekt. Insprutningsmängden är relativt konstant oberoende av effektuttaget vilket innebär att andelen naturgas sjunker vid lägre last. Denna typ av konvertering möjliggör också drift med 100% diesel.

3 PÅGÅENDE PROJEKT MED CNG I BUSSAR

De flesta projekt som pågår runt om i världen kan karaktäriseras som försöksverksamhet. Intresset är dock stort på flera håll och kommersiella projekt är att vänta i Brasilien, Kanada och på Nya Zeeland.

3.1 Stadsbussar i Brasilien

I Brasilien har ett försöksprojekt genomförts med sex konverterade bussar, tre ottomotorer och tre dieselmotorer med metantillsats. Försöken visade att ottomotorkonverteringen gav den bästa ekonomin. Den maximala räckvidden mellan tankningarna var 240 km.

3.2 Konvertering av buss i Kanada

Bussen har en tvåtakts dieselmotor som konverterats till tvåbränsledrift. Bussen körs av B.C. Transit i Vancouver. Försöken kommer att utökas med ytterligare 10 bussar.

3.3 Hamilton Street Railway, Kanada

Sex bussar med tvåtakts dieselmotorer har konverterats genom att motorerna byttes ut till sexcylindriga/IVECO ottomotorer på 170 hp. Motorerna var försedda med IMPCO's gasblandare och gaslagret var 7 st aluminiumcylindrar med en volym på 150 liter per styck. Bussarnas räckvidd var 350 km per tankning med en genomsnittsförbrukning av ca 4 kg naturgas per mil. Hela projektet har kostat 650' CanD.

3.4 Konvertering av bussar på Nya Zeeland

Prov pågår med bussar konverterade både till gas/diesel och till ottomotorer.

3.5 Dansk naturgasbuss

I Danmark körs en volvobuss på naturgas/diesel.

4 MILJÖ

Någon markant förbättring av emissioner har inte uppmätts i något av de presenterade försöken. Speciellt problematiskt ur emissions-synpunkt verkar gas-/dieseldriften vara. Här återstår en del forskningsarbete. En genomgående tendens är dock att stoftemissionen minskar i jämförelse med ren dieseldrift.

När det gäller ottomotorer minskar framför allt utsläppen av CO medan NO_x och oförbrända kolväten är detsamma som vid bensindrift. NO_x emissionen kan till och med öka om naturgasens högre oktantal (ca 130 RON) utnyttjas för att höja motorns kompressionsförhållande och därmed verkningsgraden. Utsläppen av oförbrända kolväten är huvudsakligen metan vilket kan betraktas som ofarligt.

5 SLUTSATSER

Användningen av naturgas för drift av bussar är begränsad till länder med god inhemsk tillgång på naturgas och samtidigt ett importbehov av dieselbränsle. Det främsta motivet för naturgasdrift är därför bränsleekonomin.

Ur användarens synpunkt är skillnaderna mellan gas och diesel mycket små. Då passagerarna på bussarna, i kapitel 3.3, intervjuades hade ingen observerat något som avvek från en färd med en vanlig dieselbuss. För bussbolaget och chaufförerna är det främst den kortare räckvidden och den begränsade tillgången på tankställen som kan upplevas som besvärligt.

VATTENFALL

Pågående projekt med anknytning
till CNG Teknik

Stockholm 1986-09-11

THEORELLS ENERGIKONSULTER AB

Göran Fermbäck

Inledning

Föreliggande rapport syftar till att ge en sammanställning av de projekt i Sverige som behandlar gasdrift av fordon.

Projekt

1. Rötgasdrift av personbilar i Linköping

Syfte

Målsättningen är att driva ett antal av Tekniska Verket i Linköping ABs bilar på förädlad rötgas. Motivet för projektet är ekonomin. Genom att ersätta bensin uppnås en större besparing än med dagens system då gasen används för fjärrvärmeproduktion.

Teknisk beskrivning

Rötgasen renas från CO_2 och H_2S i en speciell filtereringsanläggning. Gasen komprimeras i ett lager till 300 bar. Den renade gasen består till 94 % av metan och resten CO_2 . Anläggningen är beskriven i bilaga 1.

Bilarna "tankas" till ett tryck på 200 bar i 50 liters ståltuber vilket ger en körsträcka på ca 12 mil.

Läge

Ansökan om investeringsbidrag har sänts till STU. Tekniska Verket i Linköping AB har beslutat sig för att gå vidare.

2. Körprov med rötgas, jordgas och naturgas i Linköping

Syfte

Att utröna körbarheten för en konverterad Saab som drivs med jordgas från Östgötaslätten. Vidare gjordes avgas- och körtester vid Saab's laboratorium i Trollhättan. Här prövades jordgas, rötgas och naturgas.

Teknik

Bilen försågs med en venturiblandare mellan de normala förgasaren och insugsröret. En gastub på 50 l placerades i bilens lastutrymme. Den övriga utrustningen, tryckreducerventiler, mixer och magnetventiler har levererats av LANDI HARTOG Utrecht Holland. Denna firma har också levererat och justerat tre venturiblandare en för varje gastyp. Bilen var också försedd med en utrustning för ändring av tändkurvan vid övergång mellan gas och bensin. Bilen var mindre körbar d v s riktigt slö, då den kördes på jordgas (70 % metan och 30 % kväve) och rötgas (60 % metan och 40 % CO₂). Rötgasens fuktinnehåll ställde också till praktiska problem.

Naturgasen gav en god körbarhet och klarade dagens utsläppskrav men den kommer inte att klara de krav som gäller från 1989.

För att få bilen besiktigad efter konverteringen behövdes en dispens från Svensk Bilprovning vad gäller gastankens montering. Tanken var lätt demonterbar och "tankningen" skedde genom byte av gasbehållaren. Vidare har bilen fått dispens från avgaskraven i SFS 1972:596. Denna dispens gavs av Naturvårdsverket och har upphört att gälla.

I princip är alla gasbilar undantagna från avgasbestämmelserna. Den dispens som avses är bensindriftsfallet efter konverteringen. Vid en ombyggnad av insugssystemet gäller inte det typgodkännande som bilen ursprungligen har. Nya avgaskrav kommer 1989 och dessa innebär en skärpning. Då kommer även gasbilar att omfattas av bestämmelserna. Konsekvenserna av de nya reglerna är att samtliga fordon måste förses med katalytisk avgasrening.

Läge

Projektet genomfördes under 1984.

3. Vätgasdrift av personbil i Härnösand

Syfte

Att driva personbil med vätgas som produceras genom spjälkning av vatten. Energin till spjälkningen tas från en egen vindgenerator. Den producerade vätgasen används också för uppvärmning av ett bostadshus. Projektet leds av Olle Tegström tel. 011/238 83. Vattenfall deltar i projektet.

Teknik

Bilen är en Saab som försetts med en gasutrustning från IMPCO. Konverteringen har utförts med hjälp från främst Mercedes som har stor erfarenhet av vätgasdrift. En vätgasdriven Mercedes var med i den tyska montern vid världsutställningen EXPO 86 i Vancouver.

Tändtidpunkten vid vätgasdrift måste sättas något senare än vid bensindrif. Anledningen är vätgasens höga förbränningshastighet. Vid metandrift är förhållandena tvärt om där måste tändtidpunkten vara tidigare.

Bilens lagringstank är en stålbehållare fylld med en porös järn-titan legering. Vätgasen absorberas av metallen vid ett högsta tryck av 20 bar. För att få ut gasen måste tanken värmas vilket sker med motorns kylvatten. Den största nackdelen med denna lagringsprincip är tankens höga vikt.

Avgasemissionerna från bilen är mycket låga vad gäller allt utom NO_x .

Läge

Körproven med bilen pågår och kommer att fortsätta ytterligare ca 1 år. Bilen är befriad från kilometerfrån 1 juni 1986. Befrielsen förefaller gälla all typ av gasdrift (se bilaga 3). Projektet pågår och har visst stöd från STU.

4. Marknadsanalys för CNG

Syfte

Att ge en bild av vilken marknad som kan vara aktuell för CNG.

Genomförande

Projektet har lagts ut av Swedegas till Temaplan. Utredningen genomförs av Ulf Strömkvist tel 24 13 00. Rapporten är klar och det konstateras att CNG-marknaden är liten i dagens läge. Gasfynd i Siljan eller annan inhemsk gasfyndighet skulle ändra bilden radikalt.

5. Allmän studie vad gäller samtliga bränslen för fordonsdrift

Syfte

Att dokumentera teknik och utveckling vad gäller fordonsbränslen i allmänhet även alkohol och liknande.

Genomförande

Studien görs av Svensk Drivmedelsteknik på uppdrag av STU. Rapporten är klar i augusti. Arbetet görs av kollega till Åke Brandberg tel. 62 07 35.

6. Provdrift med LPG på bussar

Syfte

Att samla erfarenheter från drift med motorgas för att jämföra med andra alternativa drivsystem, såsom svänghjulsbussar och tryckackumulatorbussar. Jämförelsepunkterna är i första hand emissioner, körbarhet och ekonomi.

Genomförande

Proven omfattar 7 bussar i både Stockholm och Malmö.

En av bussarna har konverterats för balndgasdrift med en gasolandel på mellan 0 % - 30 %. Resultaten visar att emission inte påverkas i någon större utsträckning men däremot ökar drivmedelskostnaden med ca 20 %.

De övriga bussarna har konverterats till Ottomotorer och drivs med 100 % LPG. Någon väsentlig förbättring av emissionerna har inte uppnåtts om man samtidigt måste uppfylla kravet på tillräcklig effekt från motorn.

Ekonomi vid LPG-drift är dålig med en bränslekostnad som är 100 % högre än vid dieseldrift.

Kontaktman Olle Johansson tel. 040/24 40 59. Se också bilaga 4.

Proven i Malmö kommer troligtvis att fortsätta med naturgas. Finansieringen blir till viss del genom Transport Forsknings Beredningen. Projektsumma 2 Mkr (ej verifierat). En viktig komponent i projektet är gastankarna som måste ha en låg vikt för att lastbarheten ej skall minska.

7. Volvos inställning till LPG och CNG

Teknik

Volvo har tillverkat ett stort antal bilar främst för Taxi som varit utrustade för LPG. Konverteringen kostar mellan 7.500 - 9.000 kr per bil och görs nu av Motorgasteknik i Göteborg. Efterfrågan har minskat och det är tveksamt om 1987 års modeller kommer att certifieras för motorgas pga för höga kostnader.

Tekniskt är det inget problem att köra en Volvo också på CNG.

Framtidsutsikter

I samband med de nya avgasbestämmelserna tror Volvo att gasen är helt död. Gasbilarna går rent tekniskt att anpassa till katalytisk avgasrening men avgaserna blir inte bättre än med bensin. Därmed faller ett av motiven för LPG. Gasbilarna klarar dock inte 1989 års avgaskrav utan katalysator.

BILAGA 4

NATURGASKONVERTERING AV BUSSFLOTTA

Denna konverteringsstudie har beställts av Swedegas i avsikten att ha ett grundberäkningsunderlag för egna gaskostnadskalkyler. Man har också haft för avsikt att få veta vad infrastruktur och konverteringar har för kostnadsbild.

1 Förutsättningar och antagande

Allmänt

- | | | |
|---|--|--------------------------------|
| o | Lämplig storlek bussflotta. Ryms i en stor bussterminal t ex Hornsberg (> 250 bussar) eller Blåsut i Stockholm | 250 bussar |
| o | Fordonens livslängd | 17 år |
| o | Genomsnitt års mil
(5 000 mil nya bussar
3 000 mil gamla bussar) | 4 000 mil |
| o | Max körsträcka per dag
(gäller 1-2% av bussflottan) | 25-30 mil/dag |
| o | Innerstadsbussar | 5-7 mil/dag |
| o | Dieselförbrukning | 4,5 - 5 l/mil |
| o | Kilometerskatt diesel stadsbuss | 1,96 kr/mil |
| o | Dieselpriis 1986-09-20 | ca 1 600 kr/kbm
= 1,60 kr/l |
| o | Milkostnad för dieseldrivmedel inkl skatt | 9,96 kr/mil |
| o | Naturgasförbrukning för buss
1 l diesel = 1,1 Nm ³ NG | 5,5 Nm ³ /mil |

Konverteringskostnader

- | | | |
|---|---|----------------|
| o | Konverteringskostnad till tändstiftsmotor (ottomotor) | 40 000 kr/buss |
| o | Extra drift och underhållskostnader (utöver dieseltankanläggning) nuvärdesberäknat 17 år: | 400 000 kr |

Tankningsutrustning och övrig utrustning inom tomtgräns

o	Kompressorer (2 st)	1 200 000
o	Stolpar/slangupphängning markarb	450 000
o	Rördragning tomtgräns-kompr-fördeln	1 900 000
o	Projektering. El-rör konsult	300 000
o	Pistolhandtag	300 000
o	Slang	625 000
o	Reservkraftaggregat el	125 000
		<u>4 900 000</u>

Antag 5 milj kr. Anläggningen kan utrustas på lite olika sätt, men inom den kostnaden.

2 Betalbarhetsberäkning med nuvärdesmetodenFortsatt dieseldrift

Inga extra investeringskostnader. Detta är orealistiskt, men extra investeringskostnader för rening av dieselavgaserna (som säkerligen kommer) är svåra att uppskatta.

Årskostnad diesel:	$4\,000 \text{ mil} \times 5 \text{ l/min} \times 1,60 = 32\,000$
Skattekostnad per år:	$4\,000 \text{ mil} \times 1,96 \text{ kr/mil} = 7\,840 \text{ kr}$
Kalkyltid:	17 år
Ränta:	6%
Antal bussar:	250 st
Nuvärde:	$4\,000 (5 \times 1,60 + 1,96) 10\,477 \times 250$

OBS! Det har antagits att prisrelationen mellan naturgas och diesel är konstant, dvs ingen relativ priseskalering. Sannolikt kommer naturgasen bli billigare relativt diesel, vilket kommer att öka betalbarheten.

Konvertering till naturgas

o	Konverteringskostnad till tändstiftsmotor 40 kkr x 250 bussar	10 000 kkr
o	Tankningsutrustning	5 000 kkr
o	Nuvärde, drift och underhållskostnader CNG-anl. 17 år	<u>400 kkr</u>
		15 400 kkr

Årskostnad naturgas:	$4\,000 \text{ mil} \times 5,5 \text{ Nm}^3/\text{mil} \times 10,8 \text{ kWh/Nm}^3 \times \text{gaspris}$
Skattekostnad:	$4\,000 \text{ mil} \times 1,96 \text{ kr/mil} = 7\,840 \text{ kr}$ (samma som diesel)
Naturgasskatt:	$4\,000 \text{ mil} \times 5,5 \text{ Nm}^3/\text{mil} \times 0,308 \text{ kr/Nm}^3 = 6\,776 \text{ kr}$

Nuvärde med dieselskatt:

$$15,4 \times 10^6 + 4\,000 (1,96 + 5,5 \times 10,8 \times \text{gaspris}) 10\,447 \times 250$$

Nuvärde med gasskatt:

$$15,4 \times 10^6 + 4\,000 \times 5,5 (0,308 + 5,5 \times 10,8 \times \text{gaspris}) 10\,447 \times 250$$

Betalbart pris för bussbolag efter att dieselmskatt har betalats

17 år 6% realränta:

$$4\,000 (5 \times \text{dieselpris} + 1,96) 10\,447 \times 250 =$$

$$15,4 \times 10^6 + 4\,000 (1,96 + 5,5 \times 10,8 \times \text{gaspris}) 10\,447 \times 250$$

Betalbart pris till distributör (skatten frånräknad):

$$\text{gaspris: } \frac{5 \times \text{dieselpris}}{5,5 \times 10,8} - \frac{15,4 \times 10^6}{4\,000 \times 10\,477 \times 250 \times 5,5 \times 10,8}$$

$$\text{gaspris: } 8,4 \times \text{dieselpris (kr/l)} - 2,5$$

$$\text{dieselpris: } 1,60 \text{ kr/l}$$

$$\text{gaspris: } 11,0 \text{ öre/kWh}$$

$$\text{Antag } 5 \text{ år } 6\% \text{ ränta gaspris} = 7,3 \text{ öre/kWh}$$

$$5 \text{ år } 10\% \text{ ränta gaspris} = 6,6 \text{ öre/kWh}$$

Förbrukning per år: 5,5 milj Nm³/årBetalbart pris för bussbolag efter att naturgasskatt betalats

17 år 6% ränta:

$$4\,000 (5 \times \text{dieselpris} + 1,96) 10\,477 \times 250 =$$

$$15,4 \times 10^6 + 4\,000 \times 5,5 (10,8 \times \text{gaspris} + 0,308) \times 10\,477 \times 250$$

Betalbart pris till distributör (skatten frånräknad):

$$\begin{aligned} \text{gaspris: } & \frac{5 \times \text{dieselpris}}{5,5 \times 10,8} - \frac{15,4 \times 10^6}{4\,000 \times 10\,477 \times 250 \times 5,5 \times 10,8} + \\ & + \frac{1,96}{5,5 \times 10,8} - \frac{0,308}{10,8} \end{aligned}$$

$$\text{gaspris: } 8,4 \text{ dieselpris (kr/l)} - 2,0$$

$$\text{dieselpris: } 1,60 \text{ kr/l}$$

$$\text{gaspris: } 11,4 \text{ öre/kWh}$$

$$\text{Antag } 5 \text{ år } 6\% \text{ ränta gaspris} = 7,7 \text{ öre/kWh}$$

$$5 \text{ år } 10\% \text{ ränta gaspris} = 7,0 \text{ öre/kWh}$$

Betalbart pris för bussbolag om man inte behöver betala någon skatt

17 år 6% = 14,3 öre/kWh
 5 år 6% = 10,6 öre/kWh
 5 år 6% = 9,9 öre/kWh

3 Känslighetsanalys

Följande kostnader är osäkra:

- o Konverteringskostnad till tändstiftsmotor kan öka till det dubbla, ca 80 000 kr. Inköpspriset för en ny buss ligger på ca 500 000 kr. Konverteringskostnaden kan inte överstiga 20% av nypris. I så fall skulle det vara billigare att köpa nya bussar med ottomotorer, som borde vara billigare än diesalbussar. Antag 100 000 kr för konverteringskostnad i känslighetsanalysen.
- o Det vanligaste sättet att konvertera en dieselmotor är att behålla det gamla dieselsystemet och blanda in naturgas med 40-90%. Dieseloljan utgör då en tändkälla och man behöver inte installera tändstift (ingen ottokonvertering). Antag 80% naturgas och 20% diesel i känslighetsanalysen.

Ökning av konverteringskostnad för buss från 40 kkr till 100 kkr

Betalbart pris efter att dieselmskatt betalats:

17 år	6%	realränta:	8,6 öre/kWh
5 år	6%	realränta:	1,3 öre/kWh
5 år	10%	realränta:	-0,1 öre/kWh

Betalbart pris efter att naturgasskatt betalats:

17 år	6%	realränta:	9,0 öre/kWh
5 år	6%	realränta:	1,7 öre/kWh
5 år	10%	realränta:	0,3 öre/kWh

Betalbart pris om man inte behöver betala någon skatt:

17 år	6%	realränta:	11,9 öre/kWh
5 år	6%	realränta:	4,6 öre/kWh
5 år	10%	realränta:	3,2 öre/kWh

20% inblandning av dieselbränsle som tändkälla, konverteringskostnaden oförändrad (den blir i praktiken billigare)

Betalbart pris efter att dieselskatt betalats:

17 år	6%	realränta:	10,3 öre/kWh
5 år	6%	realränta:	5,7 öre/kWh
5 år	10%	realränta:	4,9 öre/kWh

Någon annan skatt är troligen inte aktuell eftersom bussarna fortfarande har kvar dieselbränslesystemet.



TRANSPORTFORSKNINGSBEREDNINGEN

Swedish Transport Research Board

Datum

1986-10-15

Ert datum

Bilaga 5

Bezeichnung

Dnr 168/86-6012

Er bezeichnung

Enligt sändlista

NYTT DATUM FÖR MÖTE OM (NATUR-)GASDRIFT FÖR BUSSAR

Det uppskjutna mötet om gasdrift den 8 oktober här på TFB blir av den 12 november istället.

Tid : Onsdagen den 12 november 1986 kl. 13.30 - 16.30

Plats : TFB konferensrum, Wennerbergsg. 10, 3 tr
(Buss 56 eller 62)

Syftet med mötet är främst att utbyta kunskap och erfarenheter kring olika former av gasdrift. Därmed får TFB sedan lättare att prioritera insatserna avseende gasdrift. Här följer några förslag på vad vi kan diskutera:

- o Rapportering från proven med LPG-bussarna
- o Naturgas, biogas (rötgas) resepektive vätgasdrift; möjligheter och problem
- o Tillgång och pris för olika slags gasdrivmedel
- o Hur lagra gasen i fordonet?
- o Tankningsanläggningar och distribution

Ni har säkert ytterligare aspekter vi kan ta upp. Kontakta mig gärna om Du har möjlighet att hålla ett litet förberett inlägg kring någon av de föreslagna eller andra aspekter. Därmed kan jag göra ett förslag till dagordning för mötet.

Välkomna önskar

Karl Kottenhoff
TFB tel 08-54 02 85

ADRESSLISTA

Lennart Strömwall/Olle Johansson
Malmö Energiverk
Box 830
201 80 MALMÖ

Anders Banck
ASEA Stal Geoenergy AB
Företagsv. 28
222 60 LUND

Gunnar Andersson
Tekniska Verken i Linköping
Box 341
581 03 LINKÖPING
Tel: 013-20 80 00

Roland Gustavsson/Berndt Karlsson
Uppsalabuss Box 12
751 03 UPPSALA

Ingvar Larsson
Scania-Bussar
Box 366
641 23 KATRINEHOLM

Hans Andersson
Volvo-Bussar
405 08 GÖTEBORG

Mats Ekelund
HB Eken
Box 409
101 25 STOCKHOLM
Tel: 08 - 10 37 17

Theorells Energikonsulter
Göran Fermback
Västmannagatan 62
113 25 STOCKHOLM
Tel: 08 - 15 09 80

Bernt Karlsson
K-Konsult
Liljeholmstorget 7
117 80 STOCKHOLM
Tel: 08 - 744 00 00

Thomas Karlqvist
Vattenfall
Avd BEG 4
162 87 VÄLLINGBY
Tel: 08 - 739 50 00

Bengt Tidhult/Gunnar Kinbom
STU
Box 43200
100 72 STOCKHOLM
Tel: 08 - 775 40 00

Göran Tolf
ASEA Plast
941 24 PITEA
Tel: 0911 - 652 60

Bo Malmkvist
SAAB Composite AB
581 88 LINKÖPING

Ragnar Thörnblom
SL Bussdivisionen
Box 4017
171 04 SOLNA
Tel: 08 - 786 20 53

Ake Svensson
Malmö Lokaltrafik
Zenithgatan 68
212 14 MALMÖ
Tel: 040 - 34 27 11

Lennart Thörnqvist
Värme & kraftteknik
LTH
Box 118
221 00 LUND
Tel: 046 - 10 92 71

Kjell Pernestål
Studsvik Energiteknik
611 82 NYKÖPING
Tel: 0155 - 221 24

Göran Carlsson
Avd BLKEDP
Scania
151 87 SÖDERTÄLJE

Svensk Drivmedelsteknik
Box 49051
100 28 STOCKHOLM

NATURGAS FÖR FORDON

Mötet på TFB (Transportforskningsberedningen) hölls 1986-11-12.

Representanter för följande företag och organisationer var där:

SL	Studsvik
ML	Drivmedelsteknik
Malmö Energiverk	Vattenfall
Lunds Tekniska Högskola	Theorells energikonsulter (VBB)
K-Konsult, Stockholm	HB Eken
Uppsala buss	Asea Plast

TFB har berett utrymme för olika teknologier och försök att kort redovisas:

ML; redogjorde för sina försök med motorgasdrivna stadsbussar, tillgängliga avgasvärden redovisades samt tillgänglighet och ekonomi.

TFB; redogjorde för befintliga volymer på anslag hos TFB och STU för denna typen av forskning (100 Mkr på tre år).

HB Eken; redogjorde för Motorgasens kommersiella livscykel.

Malmö Energiverk; redogjorde för sin studieresa till Italien 1984 där NGV (naturgas för fordon) är använt sedan efterkrigsåren.

Studsvik; redogjorde för prov med vätgasdrivna fordon.

Den avslutande diskussionen, i vilken SL var drivande, mynnade ut i att TFB fick i uppdrag att skapa en projektgrupp NGV. TFB avser närmast att träffa finansiärerna i avsikten att samla medel samt att specificera mål och arbetsmetoder. TFB är sammankallande och kommer också att ta hänsyn till andra industriprojekt för naturgas som berör fordonssektorn.

BILAGA 6**SVENSKA UTVECKLINGSPROJEKT****1. ASEA Plast**

Ett av naturgasens grundläggande problem är vikterna och hållfastheten i tankarna på fordonen.

Under ett antal år har ASEA Plast i Piteå forskat kring och utvecklat ett plastfibermaterial för naturgastankar.

Målsättningen har varit att, med samma pris som på ståltankar, ta fram tankar som har samma vikt och ger samma räckvidd som fordonets ordinarie tanksystem (t ex en stadsbuss med dieseltankar vägande ca 500 kg).

Forskningen har kommit till det stadium där man har tillverkat enstaka och korta serier provtankar.

2. ML

Malmö lokaltrafik har under en tid kört stadsbussar helt och delvis på motorgas. Man har för avsikt att konvertera en av dessa bussar till naturgasdrivet fordon.

3. SL

Storstockholms lokaltrafik för diskussion på konsultbasis om möjligheter att driva en större fordonsflotta på förädlad rötgas. Inledningsvis skulle de fyra motorgasbussarna få tjänstgöra som provfordon.

4. Volvo och Scania

Dessa motor- och chassitillverkare har av stora kunder blivit ålagda forskning kring applikation och optimering av naturgas i såväl bussar som lastbilar.

5. LB-teknik

Johnsonägda Helsingborgsföretaget ägnar studier åt såväl konverteringar av bensin- och dieselfordon som anskaffning av kompressor och annan infrastrukturutrustning.

6. Motorgasteknik

Ett mindre personbilskonverteringsföretag i Göteborg som engagerat sig i att skaffa kunskaper i naturgaskonvertering.

7. Con Nova

Som i sina sammansättningar gör hänvisningar till fordonskonsumtion. Bl a ägnar man uppmärksamhet åt spridningen av fordonsanvändare på naturgas.

8. Tekniska Verken i Linköping AB

Kommunalägda tekniska verken har under en period provkört en personbil på förädlad jordgas och förädlad rötgas (se vidare bilaga 4).

9. Div konsultbolag

Konsulter som är eller tidigare varit inblandade i gas eller transportekonomi har engagerat sig i NGV-teknik. Här har såväl fordonssidan som infrastruktursidan fått uppmärksamhet.

10. Vattenfall, Swedegas etc.
Enligt rapporten.