

Demonstration af naturgasbus

Demonstrationsprojekt i København i perioden december 2006 - februar 2007



DONG
energy

 **movia**

 **VEOLIA**
TRANSPORT

 **MAN**

Indholdsfortegnelse

1	Forord.....	1
2	Sammenfatning og konklusion.....	2
3	Bussen	3
4	Miljø.....	4
5	Fyldestationen.....	6
6	Resultater	8
6.1	Busdrift	8
6.2	Drift af fyldestation	9
6.3	Chaufførvurdering	9
6.4	Passagervurdering	9
7	Demonstrationsaktiviteter.....	10
7.1	Åbningsarrangement på Rådhuspladsen i København	10
7.2	Seminar om "Biogas i trafikken"	11
8	Sikkerhed	13
9	Infrastruktur for naturgasforsyning	14
10	Udvikling i EU.....	16
11	Perspektiver	17
	Bilag 1. Specifikation af bussen	18
	Bilag 2. Kontaktpersoner	21

1 Forord

Formålet med projektet har været at demonstrere anvendelse af en miljøvenlig¹ naturgasbus i Danmark, og opnå praktiske erfaringer med naturgasbusdrift i København.

Naturgasbusser er velafprøvet teknologi som serieproduceres af MAN og andre leverandører. Der kører alene i Europa ca. 6.500² naturgasbusser, og naturgaskøretøjer har været anvendt i adskillige år i lande som Italien, Sverige, Tyskland, Frankrig m.fl. Der er ca. 1.100 af MAN's naturgasbusser i drift på verdensplan.

Projektets formål har således ikke været at afprøve eller teste selve teknologien, men derimod at afdække eventuelle uforudsete problemstillinger ved drift under danske forhold, forud for en vurdering af mulighederne for en større satsning på naturgasbusser i Danmark.

Projektet er gennemført i samarbejde mellem:

- DONG Energy
- MAN Last og Bus
- Trafikselskabet Movia
- Veolia Transport

Gentofte den 29. maj 2007

¹ Bussen overholder EEV-standarden ("Enhanced Environmental Vehicle")

² Status primo 2006, tallet er formentligt noget højere på nuværende tidspunkt.

2 Sammenfatning og konklusion

Der er gennemført et demonstrationsprojekt med en naturgasdrevet bybus. Bussen har i perioden 01.12.2006 - 01.03.2007 kørt rutedrift i Storkøbenhavn på linie 68 mellem Lyngby Station og Vesterport Station, over bl.a. Rådhuspladsen. Bussen er således også testet i tæt bytrafik. Der er tale om en lang rute, og bussen har været i drift fra morgen til aften. Bussen har i projektperioden tilbagelagt ca. 17.000 km.

Bussen har levet fuldt op til de krav med hensyn til acceleration m.m., som er nødvendige for at kunne overholde den normale tidsplan. Der har således ikke forekommet forsinkelser, som skyldes mangelfuld præstationsevne, tekniske problemer eller lignende. Der har i projektperioden ikke været nogen tekniske eller driftsmæssige problemer, eller serviceforringelser, ved at anvende naturgasbussen.

Chaufførernes vurdering af bussen er, den har været meget behagelig at køre med og at accelerationen var forbløffende god. Chaufførerne har fået mange tilkendegivelser fra passagerer, og de har stort set udelukkende været positive. Bortset fra forhold (design af sædebetræk m.m.), som ikke vil være aktuelle ved en egentlig indførelse af naturgasdrift over en længere periode, har der ikke været nogen kritikpunkter fra chauffører og passagerer.

Naturgasmotorer udleder meget lave emissioner af blandt andet NO_x og partikler, og naturgaskøretøjer har derfor fx ikke behov for at anvende partikelfilter. Den anvendte bus overholder EEV-standarden, som er den skrappeste standard der stilles til emissioner af skadelige stoffer. Nye naturgasbusser kan endvidere reducerede udledningen af CO₂ med mellem 9-16% i forhold til dieselbusser, afhængigt af trafikintensiteten.

Naturgasbussen, som hurtigt blev kaldt "den stille bus", opfattes som meget lydsvag af chauffører og passagerer. Trafikselskabet Movia har foretaget en kontrolmåling af støjniveauet under drift, og målingen bekræftede det lave lydniveau.

Bussen har i projektperioden været anvendt til demonstrationsformål ved to lejligheder. I forbindelse med idriftsættelsen af bussen i rutedrift åbnede Transport- og Energiminister Flemming Hansen projektet, og han kørte med på bussens første tur fra Københavns Rådhusplads til Folketinget. Bussen og den midlertidige fyldestation blev også vist frem i forbindelse med seminaret "Biogas i trafikken Muligt i Sverige, muligt også i Danmark?", som blev afholdt af Biogas Øresund på Danmarks Tekniske Universitet.

Analyser af konkrete scenarier for indførelse af naturgasbusser i større skala viser, at det er såvel teknisk som økonomisk muligt at etablere fyldestationer til dette formål. En eventuel etablering af naturgasfyldestationer til busser kan åbne op for muligheden for en yderligere indførelse af naturgasdrevne køretøjer inden for andre anvendelsesområder.

Indførelse af naturgasbusser og andre naturgasdrevne køretøjer kan på længere sigt give mulighed for indførelse af biogas- og brintforsyning i transportsektoren, som der er gode erfaringer med i bl.a. Sverige.

3 Bussen

Bussen er en MAN Lions City, Type A21 / NL 243 CNG, som serieproduceres af MAN. Den er produceret i 2005 og havde ved projektets start kørt ca. 20.000 km. Bussen har før projektet været anvendt til demonstrationsformål. Bussen er udlejet af MAN Last og Bus til Trafikselskabet Movia i projektperioden, og Veolia Transport har anvendt den på lige fod med sine øvrige driftsbusser.

Tilladt totalvægt: 18.000 kg
31 siddepladser, heraf 24 i kørselsretning.

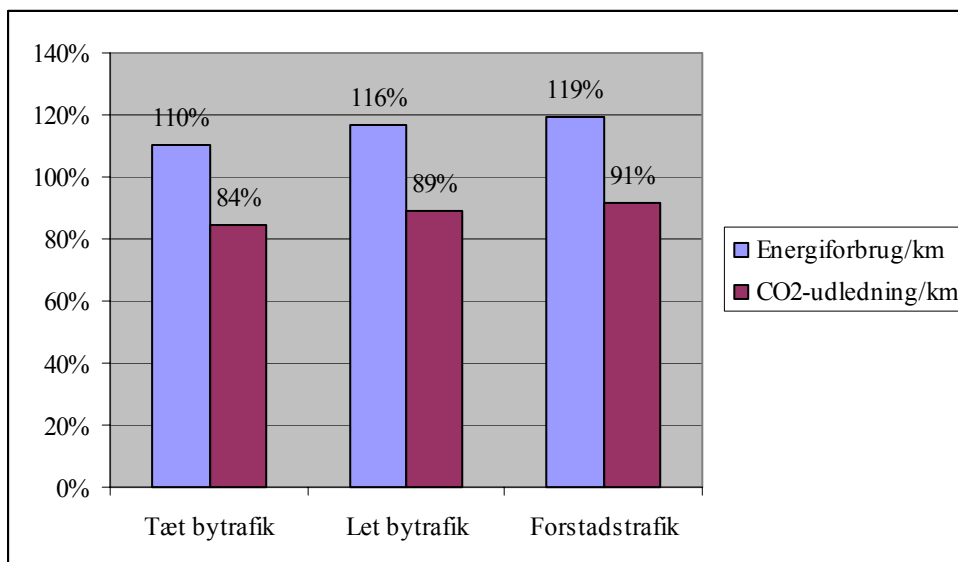
For yderligere detaljer om bussen henvises til bilag 1.

4 Miljø

CO₂

Udledningen af CO₂ pr. energienhed er 23% lavere for naturgas end for dieselolie. Dieselmotorer har til gengæld en højere virkningsgrad, dvs. udnyttelse af brændslet, så CO₂-emissionerne pr. kørt kilometer fra naturgas- og dieselbusser har typisk været nogenlunde ens. Udviklingen går mod mere effektive naturgasmotorer, da der er større optimeringspotentiale for disse end for dieselmotorer. Ved sammenligning af energiforbrug og CO₂-udledning for forskellige brændsler er det vigtigt, at de testes under samme vilkår, dvs. på de samme ruter, med samme bustyper, samme kørestil osv. Derfor er det ofte umuligt at sammenligne data fra forskellige kilder.

MAN har oplyst nedenstående relative energiforbrug og udledninger for nye diesel- og naturgasbusser, som bortset fra brændslet er fuldstændigt identiske, og i den kategori der anvendes til bybusdrift i Danmark. Busserne er testet på ens vilkår i forskellige trafiksituationer. Som det fremgår, udleder naturgasbussen mellem 9-16% mindre CO₂ pr. kørt kilometer end en tilsvarende dieselbus.



Figur 1. Energiforbrug og CO₂-udledning for naturgasbus i forhold til dieselbus

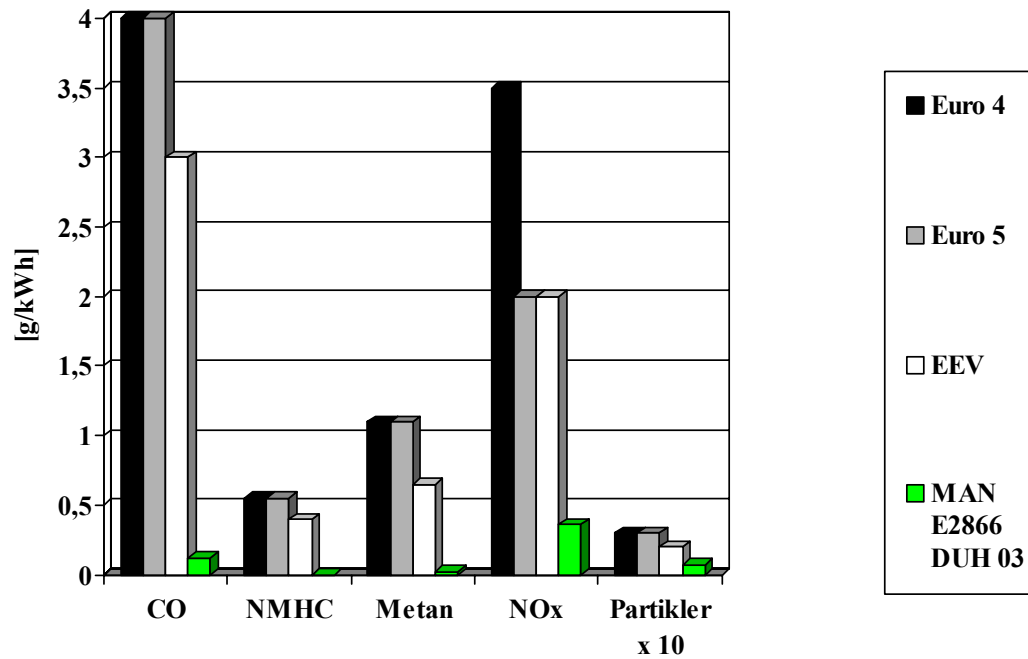
Øvrige emissioner

Motoren er typegodkendt med følgende emissioner i henhold til ETC-testen (Fuel A: GR):

Kulilte	(CO)	[g/kWh]:	0,12
Andre kulbrinter end metan	(NMHC)	[g/kWh]:	0,0
Metan	(CH ₄)	[g/kWh]:	0,02
Kvælstofoxider	(NO _x)	[g/kWh]:	0,36
Partikler	(PT)	[g/kWh]:	0,007

Naturgasmotorer udleder meget lave emissioner af blandt andet partikler, og naturgaskøretøjer har derfor ikke behov for at anvende partikelfilter.

Bussen overholder EEV-standarden ("Enhanced Environmental Vehicle"), og er nedenfor sammenlignet med Euro 4, Euro 5 og EEV.



Figur 2. Emissioner (typegodkendelsestest) sammenlignet med normer

Støj

Naturgasmotorer støjer generelt mindre end dieselmotorer, og bussen opfattes også som meget støjsvag af chauffører og passagerer.

Trafikselskabet Movia har gennemført en kontrolmåling, mens bussen var i drift, og denne måling bekræftede det lave støjniveau.

5 Fyldestationen

Fyldestationen har i projektperioden været etableret på Veolia Transports garageanlæg i Gladsaxe (Columbusvej 6, 2860 Søborg).

DONG Energy har haft ansvaret for etablering og drift af naturgasforsyning og fyldestation.

Fyldestationen er et præfabrikeret betonhus med dimensionerne L:5900, B:3150, H:2730.

Fyldestationen forsynes med naturgas fra forsyningsnettet ved et absolut tryk på ca. 2 bar. Gassen komprimeres og lagres ved et tryk på 250 bar.



Figur 3. Fyldestation og dispenser

Fra selve fyldestationen ledes den komprimerede naturgas over til en dispenser, som anvendes til tankning af bussen. Bussens tankanlæg fyldes til et tryk på ca. 200 bar. Der er typisk forbrugt mellem 200-250 m³_n naturgas på en normal driftsdag. Fyldetiden har med det anvendte anlæg været ca. 15-20 minutter.

Den anvendte fyldestation er en standardenhed designet til anvendelse på offentlige fyldestationer til hurtigfyldning af personbiler, hvor bilen fyldes på 3-5 minutter. Fyldestationen er lejet i projektperioden af FordonsGas AB, og kapaciteten er passende til en enkelt bus. Til permanente anlæg til flere busser vil fyldeanlægget blive konstrueret anderledes, fx som et langtidfyldeanlæg (med tankning om natten) som illustreret i Figur 4. Et langtidfyldeanlæg udnytter, at mange busser og andre køretøjer ofte står stille det meste af natten, hvor de kan fyldes over en periode på flere timer. Hvis der er mulighed for dette, kan lagerkapaciteten reduceres, hvilket sænker anlægsomkostningerne. Hvis der ikke er mulighed for tankning over flere timer, anvendes i stedet

for en hurtigfyldestation med en fyldetid på få minutter, eller en kombination af de to typer. Fyldestationen er efter projektets afslutning transporteret til Sverige.



Figur 4. Eksempel på langtidsfyldeanlæg på svensk busplads.

6 Resultater

6.1 Busdrift

Bussen har kørt uden driftsproblemer, og der har ikke været nogen ekstraordinær service. Bussen har været i fast rutedrift i perioden 01.12.2006 - 01.03.2007, og har i denne periode kørt ca. 17.000 km. Bussen har kørt på rute 68, se kortet nedenfor, mellem Lyngby Station og Vesterport Station, over bl.a. Rådhuspladsen. Bussen er således også testet i tæt bytrafik. Der er tale om en lang rute, og bussen har været i drift fra morgen til aften.



Figur 5. Rute 68, som bussen har kørt på.

Aktionsradiusen for bussen er med det realiserede forbrug estimeret til at være over 600 km. Det skal hertil bemærkes, at projektperioden har været i vinterperioden, hvor forbruget er højere end det gennemsnitlige forbrug over året. Denne rækkevidde er fuldt tilstrækkelig til at bussen kan køre en hel dag uden at skulle tanke op. Optankningen er, ligesom for dieselbusserne, foretaget en gang i døgnet i forbindelse med rengøring og klargøring til næste dags drift.

Naturgasbussen har levet fuldt op til de krav med hensyn til acceleration m.m., som er nødvendige for at kunne overholde den normale tidsplan. Der har således ikke forekommet forsinkelser, som skyldes mangelfuld præstationsevne, tekniske problemer eller lignende.

6.2 Drift af fyldestation

Efter en kort indkøring på 1-2 dage har fyldestationen kørt uden problemer i hele driftsperioden. I driftsperioden blev området ramt af en strømafbrydelse af godt en times varighed, og stationen blev bl.a. i denne forbindelse resat og genstartet.

6.3 Chaufførvurdering

Der er et stort antal chauffører som har kørt med naturgasbussen, og der er naturligvis også mange meninger om denne. Langt de fleste har givet udtryk for, at den har været meget behagelig at køre med og accelerationen var forbløffende god (fra starten var de fleste meget negativt indstillet grundet erfaringer med de eksisterende gasbusser, dvs. LPG-busserne). Bussen er lydsvag.

Det største kritikpunkt gik på førerpladsens indretning, specielt at der er alt for trangt, førersædet kan ikke drejes, placering af spejle osv. Ud over dette, sammenlignede de fleste det med at køre turistbus. Den anvendte naturgasbus har været lejet til projektet, og er ikke indrettet i overensstemmelse med samtlige krav, som Trafikselskabet Movia normalt stiller til busser. De kritikpunkter som er fremført, er alle rettet mod forhold, som ikke vil være aktuelle ved indførelse af naturgasbusser i drift over en længere periode.

6.4 Passagervurdering

Veolia Transport's chauffører har fået mange tilkendegivelser fra passagerer, og de har udelukkende været positive (karakteren af tilkendegivelserne er ikke specificeret).

Trafikselskabet Movia har på en plakat i bussen opfordret passagererne til at give deres mening om bussen til kende via Trafikselskabet Movia's hjemmeside, og har modtaget en række kommentarer, som kan sammenfattes således:

- Der er en meget positiv holdning til indførelse af miljøvenlige naturgasbusser.
- Bussen opfattes som meget lydsvag.
- Der er kritik af sædebetrækket, designet og indretningen af sæderne.

Den anvendte naturgasbus har været lejet til projektet, og er ikke indrettet i overensstemmelse med samtlige krav, som Trafikselskabet Movia normalt stiller til busser. De kritikpunkter som er fremført, er alle rettet mod forhold, som ikke vil være aktuelle ved indførelse af naturgasbusser i drift over en længere periode.

7 Demonstrationsaktiviteter

I projektperioden har bussen været anvendt i forbindelse med to arrangementer, som har haft til formål at demonstrere og synliggøre muligheden for at anvende naturgasbusser.

7.1 Åbningsarrangement på Rådhuspladsen i København

Idriftsættelsen af naturgasbussen i de københavnske gader blev markeret den 30.11.2006 med et åbningsarrangement på Rådhuspladsen i København. Transport- og Energiminister Flemming Hansen åbnede projektet, og var med på den første tur, som bragte ham til Folketinget.



Figur 6. Transport- og Energiminister Flemming Hansen åbner demonstrationsprojektet og kører med på den første tur



Figur 7. Bussens første tur gik fra Københavns Rådhusplads til Folketinget

Ministeren sagde ved introduktionen af naturgasbussen bl.a.:

"Når jeg er i udlandet og ser, hvor langt, man er med naturgasbusser mange steder, har det undret mig, at vi ikke for længe siden er gået i gang med at introducere naturgas i transportsektoren. Så det er mig en glæde, at det sker nu, og at det ikke er på en prøvebane, men i almindelig rutedrift. Miljøet er et top issue, som vi er meget opmærksomme på. Derfor vil jeg benytte lejligheden til at udtrykke min opbakning".

7.2 Seminar om "Biogas i trafikken"

Det dansk/svenske samarbejdsforum "Biogas Øresund" (www.biogasforum.com) holdt den 01.02.2007 et seminar på Danmarks Tekniske Universitet (DTU) med titlen "Biogas i trafikken Muligt i Sverige, muligt også i Danmark?". Anvendelse af biogas i transportsektoren er en succes i Sverige, og formålet med seminaret var at drøfte de svenske erfaringer samt mulighederne og barriererne for en tilsvarende dansk udvikling.

I forbindelse med dette arrangement blev naturgasbussen fremvist som eksempel på et gasdrevet køretøj. Når biogas anvendes til køretøjer opgraderes den samme gaskvalitet som naturgas, så de samme køretøjer kan køre på både biogas og naturgas.

Som en del af arrangementet transporterede bussen hovedparten af deltagerne ud til demonstrationsprojektets fyldestation, som blev vist frem.



Figur 8. Optankningen af bussen studeres af seminarets deltagere



Figur 9. Gruppebillede på DTU foran naturgasbussen

8 Sikkerhed

Naturngaskøretøjer er underlagt samme sikkerhedskrav og tests som benzinkøretøjer.

Naturngastankene dimensioneres med en sikkerhedsfaktor, så de reelt kan klare et tryk, der er flere gange større end det, de kan blive udsat for. Systemet er lukket, så der for eksempel ikke sker udslip ved tankning.

Ved sammenstød og ulykker er risikoen for brand og eksplosioner lavere end for benzin, diesel og LPG, fordi naturgas vejer mindre end luft og derfor stiger til vejrs i stedet for at løbe ud på vejen, og fordi naturgas har en højere antændelsestemperatur.

9 Infrastruktur for naturgasforsyning

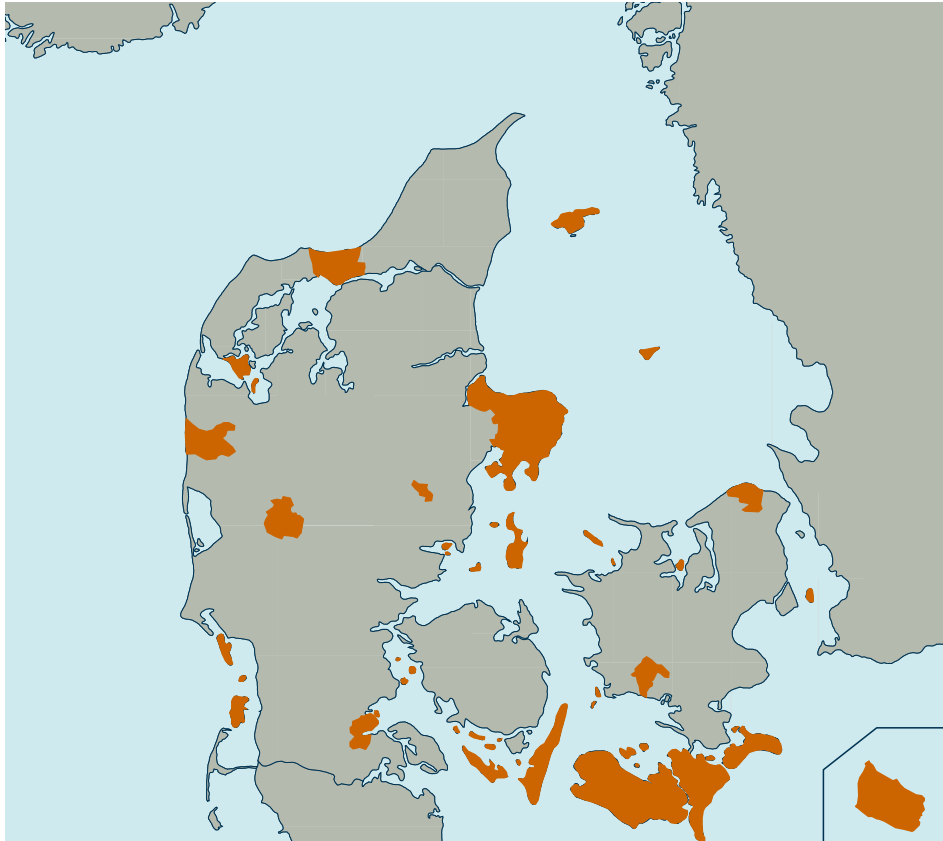
I forbindelse med tidligere overvejelser om indførelse af naturgasdrevne køretøjer har nogle af de fremførte barrierer været, at infrastrukturen ikke er tilstrækkeligt udbygget, og at den nødvendige investering i denne vil medføre uforholdsmæssigt store omkostninger.

DONG Energy har i 2006-2007 foretaget analyser på konkrete scenarier, som viser, at det kan lade sig gøre at etablere de nødvendige fyldestationer i tilknytning til det eksisterende naturgasnet med rimelige investeringer.

København, og mange andre større danske byer, er forsynet med fjernvarme fra centrale kraftværker. Derfor er der ikke anlagt naturgasdistributionsnet i de indre bydele, hvilket besværliggør etableringen af naturgasfyldestationer. Det er dog ikke umuligt, da det er muligt at fylde et mobilt gaslager i en container med komprimeret naturgas på en anden lokation, og transportere den fyldte container til fyldestationen. Når lageret er tømt, udskiftes det med et nyt. Denne metode anvendes adskillige steder i Sverige, primært til transport af biogas til forbrugsstederne. Det er dog en dyrere løsning end direkte tilslutning til naturgasnettet, som derfor er at foretrække.

Ved tankning af busser er det afgørende, hvor bussernes garagepladser findes. Det er på disse pladser, at bussen rengøres og klargøres til næste dag, og også tankes op med diesel eller naturgas. Disse pladser ligger primært uden for den centrale by, hvor der oftere er naturgasforsyning. I Københavns tilfælde har vurderinger af konkrete placeringer vist, at der er flere forholdsvist gode muligheder for at tilslutte fyldestationer til naturgasnettet. I samarbejde med Hovedstadregionens Naturgas I/S (HNG) har DONG Energy vurderet omkostningerne til etableringen af de nødvendige forsyningsledninger. Investeringerne er, i de konkrete tilfælde, ikke større, end at de øgede distributionsindtægter til HNG kan forrente dem. HNG kan med andre ord forventes at ville anlægge de nødvendige gasledninger uden betaling for investeringen, så for busselskabet vil der ikke optræde andre omkostninger end almindelig transportbetaling (transmission, distribution og lager) for levering af naturgassen.

Naturgassystemet er udbredt over det meste af Danmark, som det fremgår af nedenstående kort. Det er dog nødvendigt at undersøge den lokale placering af naturgasforsyningsledninger i forhold til potentielle placeringer af fyldestationer, for at vurdere de reelle muligheder og omkostninger for tilslutning til forsyningsnettet. Danmark er i hvert fald selvforsynende med naturgas til mindst 2015. DONG Energy A/S har investeret i norske felter, som svarer til Danmarks forbrug i yderligere ti år. Uden for naturgasforsyningsnettets område er det teknisk muligt at anvende opgraderet biogas til drift af busser og andre køretøjer, såfremt en fyldestation kan etableres i nærheden af en lokal biogasproduktion.



Figur 10. Naturgasforsyning i Danmark. De orange områder er IKKE naturgasforsynede.

Den samlede omkostning for indførelse af naturgasbusser omfatter etablering af naturgasforsyning, etablering og drift af fyldestationer, meromkostning for indkøb af naturgasbusser i stedet for dieselbusser, forskel i driftsomkostninger m.m. På grund af investeringsomkostningerne er det nødvendigt med et vist volumen, og dermed et vist minimum af busser. Alternativt kan man supplere med andre flåder af køretøjer hos fx kommuner og private virksomheder.

10 Udvikling i EU

EU-Kommissionen har foreslået³, at 20% af benzin- og dieselforbruget i transportsektoren skal være erstattet med alternative brændsler i 2020. Halvdelen (10%) forventes⁴ at blive erstattet med naturgas, og den anden halvdel med biobrændsler og brint. Der er to formål med EU's initiativ. Dels vil man sikre brændselsforsyningen til medlemsstaterne, og mindske afhængigheden af leverancer fra Mellemøsten, og dels vil man mindske miljøbelastningen fra transportsektoren.

Sverige

Der var med udgangen af 2006 mere end 11.500 gaskøretøjer, som fordeler sig på 760 busser, 340 lastbiler og 10.400 personbiler. Der var 95 fyldestationer, hvoraf de 27 var til busser. Kapaciteten kan forventes at blive forøget med ca. 50% inden for kort tid. Der blev i 2006 afsat 44 mio. m³ gas, hvoraf biogas udgjorde 54%.

Tyskland

Takket være en fastfrysning af afgiften på gas til køretøjer frem til år 2018 sker der en kraftig vækst i antallet af fyldestationer. Primo 2007 fandtes der ca. 700, og målet er 1000 ved årets udgang. Antallet af gaskøretøjer var primo 2007 over 50.000, og Tyskland har den kraftigste vækst i Europa i antallet af gaskøretøjer. I 2011 forventes bestanden at være 500.000 køretøjer. Gasprisen er ca. halvdelen af benzinprisen.

Italien

Italien har den længste erfaring med naturgaskøretøjer i Europa, og har i dag ca. 500 fyldestationer og ca. 400.000 køretøjer. Flere steder i Italien tillades kun miljøvenlige biler (gasbiler) at køre i bykernen pga. luftkvalitetsproblemer.

Frankrig

Ultimo 2005 var der ca. 8.000 naturgaskøretøjer i Frankrig og 125 fyldestationer, altovervejende til offentligt ejede bilflåder som busser og renovationsvogne. Der er naturgasbusser i godt 20 byer, og det vurderes at 30% af alle nye busser er naturgasdrevne. Der er for nyligt offentliggjort en aftale mellem den franske stat, Gaz de France, den franske bilindustri m.fl. om en kraftig udbygning af gasinfrastrukturen frem til år 2010. Der forventes omkring 100.000 gaskøretøjer til denne tid.

³ Grønbog - På vej mod en europæisk strategi for energiforsyningsikkerhed /KOM/2000/0769

⁴ Market development of alternative fuels - Report of the alternative fuels contact group. Dec. 2003.

11 Perspektiver

Imødekommer EU-målsætninger om alternative brændsler

Anvendelse af naturgas i transportsektoren bidrager til at opfylde Danmarks forpligtelser til at nedbringe NO_x-udledninger i henhold til NEC-direktivet (NEC = National Emissions Ceiling). Anvendelsen vil også imødekomme EU's målsætninger om øget anvendelse af alternative brændsler i transportsektoren, hvor naturgas anses som det væsentligste alternativ på kort og mellemlangt sigt. Naturgas forventes at udgøre omkring 10 procent af energiforbruget til transport i 2020. Naturgas kan desuden bane vejen for anvendelsen af biobrændsler (i form af biogas) i transportsektoren, som Danmark skal bidrage til i følge biobrændstofdirektivet.

Biogas kan kombineres med naturgas

Erfaringer fra blandt andet Sverige viser, at der kan være væsentlige synergieffekter ved at kombinere naturgas- og biogasanvendelse til transport. Opgraderet biogas kan anvendes i naturgasdrevne biler, og det forventes at ske i stigende omfang i Europa. En satsning på naturgasdrevne køretøjer kan understøtte en eventuel anvendelse af biogas som motorbrændstof. I Sverige har naturgas været det primære brændstof i forbindelse med opbygningen af markedet for gasdrevne køretøjer, men i dag anvendes der mere biogas end naturgas til transportformål.

Danmark har et stort potentiale for udbygning af biogasproduktionen, og Teknologirådet^{5,6} har peget på biogas som et omkostningseffektivt CO₂-neutralt drivmiddel til transportsektoren.

Naturgas bygger bro til brintforsyning i fremtiden

Anvendelse af naturgas til transportformål kan blive brobyggeren mellem det eksisterende oliebaseede transportsystem og en fremtidig brintforsynet transportsektor. Ligesom for naturgas er der en hønen-og-ægget-problematik forbundet med brintanvendelse i transportsektoren, fordi opbygningen af infrastrukturen til brintforsyning er afhængig af en efterspørgsel, som igen først opstår, når infrastrukturen er til stede. I Malmö har der siden efteråret 2003 kørt to naturgasbaseede busser rundt med henholdsvis 8 procent og 25 procent brint tilsat i naturgassen, og resultaterne er lovende⁷. I det pågældende projekt er brinten tilsat ved fyldestationen, men der forskes bl.a. i Danmark også i mulighederne for en generel tilsætning af brint og/eller biogas til naturgasnettet.

⁵ Energikatalog - Morgendagens Transportbrændstoffer. Danske perspektiver. Teknologirådet, December 2006

⁶ Nyhedsbrevet "Fra Rådet til Tinget" nr. 241, "Biogas – en forsømt mulighed". Teknologirådet, maj 2007.

⁷ SGC Rapport 170 Utveckling och demonstration av användning av metan/vätgasblandningar som bränsle i befintliga metangasdrivna bussar. 2006. www.sgc.se.

Bilag 1. Specifikation af bussen

MAN Lions City, Type A21 / NL 243 CNG

Generelt:

Hvor intet andet er anført i nærværende beskrivelse, leveres bussen i fabrikkens standardudførelse.

Hoveddata:

Længde	11.980 mm
Bredde.....	2.500 mm
Højde	3.370 mm
Indstigningshøjde.....	320 mm
Akselafstand	5.875 mm
Overhæng for.....	2.700 mm
Overhæng bag.....	3.375 mm
Tilladt akseltryk, for	6.930 kg
Tilladt akseltryk, bag (trækaksel)	11.500 kg
Tilladt totalvægt.....	18.000 kg
Venderadius	22.300 mm

Motor 245 HK :

MAN E 2866 DUH 03, vandkølet 6-cylindret stående rækkemotor med turbolader og ladeluftkøling. EEV. Drivmiddel CNG.

Max. effekt (ISO1585 / 88/195 EWG): 180 kW (245 HK) Ved 2200 o/min.

Max. drejningsmoment (ISO 1585): 880 Nm ved 1000-1200 o/min.

Gearkasse:

4 trins Voith D 854.5 fuldautomatisk gearkasse med integreret retarder.

Retarder med håndbetjening via stilk-kontakt på ratstamme.

Foraksel:

MAN stiv foraksel VOK-07-B-01.

Bagaksel:

MAN/ZF Portalaksel HONP-13.100

Affjedring:

Elektronisk styret (ECAS) luftaffjedring med niveauregulering styret af 1 vægtsensor på foraksel og 2 på bagaksel.

Kneeling med sænkning på ca. 80 mm

Luftbælge for:2 stk.

Luftbælge bag:4 stk.

Styretøj:

ZF servostyring Servocom 8098 m. testtilslutning.

Ratstamme pneumatisk stilbar i højde og hældning.

Bremser:

Wabco 2-kreds bremsesystem

Indvendigt ventilerede, selvjusterende skivebremser på for- og bagaksel. Med slidindikator i chauffør display.

Håndbremse (trinløs fjederbremse på baghjul).

Holdestedsbremse

ABS (blokeringsfri bremses).

ASR (anti-spin-regulering).

Lufttørrer m/varme. (Wabco)

Brændstofanlæg:

4 stk. Aluminum/composit flasker fabrikat Dynatec, hver på 320 liter. Samlet tankkapacitet 1.280 liter. Systemtryk 200 bar. Der medleveres adapter til brug på alm.- samt hurtigfyldelanlæg.

EI-anlæg:

Spænding24 volt

Batteri2 x 12V, 225 Ah – vedligeholdelsesfri

Generator.....3 stk. á 28,5V / 110A

Natostik til opladning og starthjælp

Dæk/Følge:

6 stk. Continental 275/70 R 22.5 på stålfølge 22.5 x 7.5 m/midtcentrering.

Karosseri/ruder:

Stel fremstillet af svejsede, korrosionsbehandlede 4-kants stålrør.

Front- og hækparti af glasfiber

Tagbeklædning i limet glasfiber

Sidebeklædning i galvaniseret karrosseriplate

Hjulkasser i galvaniseret karrosseriplate

Sideklapper i aluminium

Trækkroge for og bag

Klar sikkerhedsforrude

Sideruder: gråtonede termoruder limede

Bagrude: gråtonet enkeltlagsglas

2 stk. elektriske ventilationsåbninger, friskluftsforsyning i passagerkabine via støv/pollenfilter

Chaufførrude i tonet termoglas, forskydelig

Sidespejle m/varme og fjernbetjening, fabrikat Mekra.

Døre:

Dobbelt indsvings fordør – gennemgangsbredde 1250 mm.

Dobbelt indsvings midterdør med klemsikring – gennemgangsbredde 1250 mm.

Dobbelt indsvings bagdør med klemsikring – gennemgangsbredde 1250 mm

Manuel dørstyring

Destinationsskilte:

Elektroniske LED destinationsskilte fabrikat Mobitec

Udstyr indiv.:

Svanehals mikrofon til chauffør monteret på sæde

Indvendigt Frankfurt-ur/zone/stop skilt med slaveur for chauffør.

Nødhamre med tyverisikring

Chaufførstol Isringhausen 6860/885 med integreret nakkestøtte, 4 vejs justérbar, med varme

Lav-gulv i hele bussen længde

Manuel kørestolsrampe ved midterdør

Ståperron i venstre side mellem for- og midterdør, længde ca. 1300 mm.

Plads til kørestol

31 siddepladser heraf i 24 kørselsretning.

Varme- og ventilationsanlæg:

Automatisk styret og integreret varme- og ventilationsanlæg.

Radiatorvarme

Webasto oliefyr NGW 350

Effektiv defrosteranlæg med udblæsningsspalter/-dyser til frontrude

Blæservedvarme ved alle døre og ved chaufførplads

Andet :

Motorrumms indkapsling

Hastighedsbegrænser

Indbygget videoovervågningsanlæg med 3 stk. kameraer monteret i loftet. Monitor for overvågning monteret ved chauffør.

Lakering :

Bussens underkant lakeret med korossionsbeskyttende lak

Lakeret i rødmetallic, RedMicMet (40-19995)

Bilag 2. Kontaktpersoner

DONG Energy

Asger Myken, S&D, Energiløsninger (civ.ing., projektleder), asgmy@dongenergy.dk, tlf. 3018 5306
Ole Sundman, S&D, Energiløsninger (Afd.chef), olesu@dongenergy.dk, tlf. 3018 5388

MAN Last og Bus A/S

Erik Rolvung (Markedschef - Bus), Erik_Rolvung@man.dk, tlf. 4320 7791
Claus Lindholm (Marketingchef), Claus_Lindholm@man.dk, tlf. 4320 7767

Trafikselskabet Movia

Jesper Kaas Petersen, Kørselsaftaler (civ.ing.), jkp@movia.dk, tlf. 3613 1635

Veolia Transport Danmark A/S

Ulrik Weiss (Teknisk Chef), Ulrik.Weiss@veolia-transport.dk, tlf. 3955 8558
Anne-Marie Skou (Kommunikations- og marketingkoordinator), Anne-marie.Skou@veolia-transport.dk, tlf. 72171268