

KORTFATTAD
FAKTABROSCHYR
FRÅN SGC OM GAS



Här transporteras Malmös bussresenärer i en bränsleeffektiv fordonsgasdriven hybridbuss med minimal påverkan på både klimatet och den lokala luftkvaliteten.

Gasdrift av fordon

© Svenskt Gastekniskt Center AB
Svenskt Gastekniskt Center, Nordenskiöldsgatan 6, 211 19 MALMÖ,
040–680 07 60, info@sgc.se, www.sgc.se

Text: Mattias Svensson och Jenny Rissler, SGC
Tryck: Lunds kommun, Serviceförvaltningen, Lund 2014
Papper: MultiDesign Ivory 100 g/m². Vårt val av papper är mycket medvetet. MultiDesign Ivory är tillverkat av Lessebo bruk AB i Småland. Pappersmassan utgörs av svensk granvedsråvara, förvaltd i enlighet med PEFC, som framställts till massa med hjälp av en sur magnesiumbisulfidprocess följd av väterperoxidblekning (TCF). Pappret är fritt från optiska vitmedel (OBA), vilka oftast är fossilbase-
rade. Inte heller är pappret bestruket med något icke-förnybart mineral. Papprets CIE-vithet är 60. Denna svaga gulton ger bästa möjliga läsbarhet och innebär jämfört med ett kritvitt papper en kostnadseffektivare produktion och en avsevärt lägre miljöpåverkan vid massablekningen.

*Omslagsbilden visar den nya fordonsgasdrivna hybridbussen från Van Hool. Totalt 15 bussar trafikerar linje 5 i Malmö sedan juni 2014 under namnet "MalmöExpressen", i folkmun även kallad "superbussen".
Foto: Martin Ragnar.*

Svenskt Gastekniskt Center

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett spjutspetsföretag inom hållbar utveckling med ett nationellt uppdrag. Vi finns i Malmö och arbetar under devisen "*Catalyzing energygas development for sustainable solutions*". Företaget samordnar teknisk utveckling kring framställning, distribution och användning av energigaser samt sprider kunskap om ämnesområdet. Fokus ligger på förnybara gaser från rötning och termisk förgasning. Tillsammans med Energimyndigheten driver vi *Samverkansprogram Energigasteknik* där vi skapar möjligheter för energigaserna att bidra till ett hållbart samhälle.

SGC ger ut faktabroschyrer och publicerar resultat från forskningsprojekt i rapportserien SGC Rapport. Rapporter kan laddas ned gratis, men det är också möjligt att prenumerera på dem i pappersform. Broschyrerna går att beställa från SGC:s kansli. SGC ägs av EON Gas, Energigas Sverige, Swedegas, Göteborg Energi, Kraftringen (publ.) och Öresundskraft och är ett av omkring 100 cleantech-företag i Malmö och listat på Malmö Cleantech City:s hemsida.

Centralt för vår verksamhet är våra två fokusgrupper:

- Avfalls- och jordbruksbaserad biogasproduktion
- Storskalig gasförsörjning för drivmedels- och kraftproduktion

Fokusgrupperna träffas två gånger per år. Här utbyts erfarenheter mellan nyckelaktörer inom området. Samtidigt väcks idéer till nya projekt och idéer utifrån förädlas och formas. Fokusgrupperna är också basen för den viktiga omvärldsbevakningen som SGC bedriver. En annan viktig del i omvärldsbevakningen handlar om att representera Sverige och svenska intressen inom gasområdet i bl.a. International Energy Agency (IEA) och i den europeiska gasforskningsorganisationen GERG.

SGC anordnar årligen *SGC International Seminar on Gasification* för världens forskare och industrirepresentanter inom förgasningsområdet, det veckolånga sommaruniversitet *GasAkademin* för forskarstuderande och yrkesverksamma ingenjörer samt, i nära samarbete med ett flertal svenska lärosäten, den nationella gaskonferensen *Green Gas Research Outlook Sweden*.

Innehåll

Fordonsgasens många namn	5
Gasformiga drivmedel	6
Marknaden för fordonsgas	9
Gasdrivna fordon	13
Gasdrift till sjöss	17
Gasdrivna tåg	19
Flyga på gas?	20
Gasdrift – ett kommersiellt tillgängligt alternativ för alla ytburna transporter!	21
Begrepp och förkortningar	22

Den här broschyren

Den här broschyren är framtagen av SGC i samråd med fokusgrupperna Gasformiga drivmedel och Storskalig gasförsörjning för drivmedel- och kraftproduktion. Syftet med broschyren är att tillhandahålla objektiv, kortfattad och lättfattlig baskunskap kring användningen av energigas som drivmedel, med fokus på vägtransporter och fordonsgas. Målgruppen

är beslutsfattare i olika positioner i samhället såväl som gemene man med ett allmäntekniskt intresse. Broschyren kan ses som en oberoende fortsättning på den handboksserie i åtta delar som SGC åren 2004–2011 publicerade under namnet GasAkademin.

Fordonsgasens många namn

Denna broschyr har ett fokus på metanrika gasformiga drivmedel. I Sverige kallar vi det med ett samlingsnamn för fordonsgas, vilket innefattar både naturgas och biometan. På skyltarna som leder oss till gastankställena kan vi se den internationellt vedertagna beteckningen för komprimerad naturgas:



CNG. En annan viktig förkortning är den för gasfordon, NGV, det vill säga naturgasdrivet fordon. Den är dock så etablerad att den kommit att gälla för alla fordon drivna av metanrika gaser, oavsett bränslets ursprung. Fordonsgasens internationella motsvarighet torde alltså vara CNG.



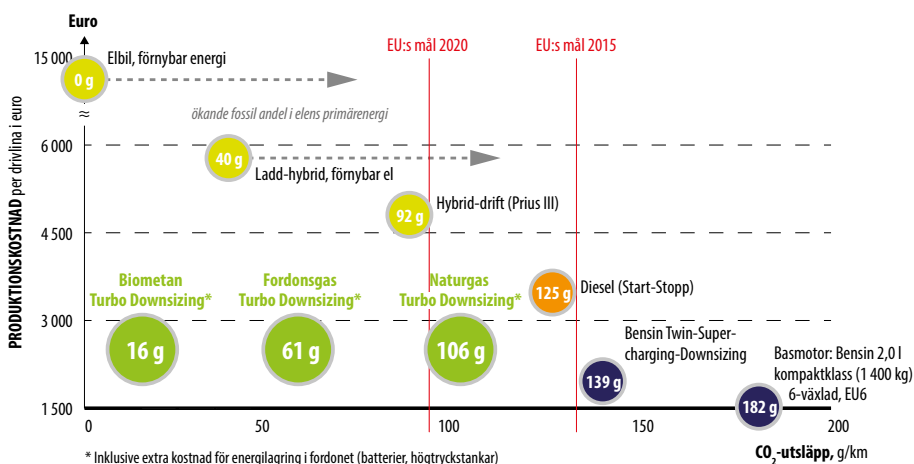
Det internationellt antagna vägmärket för naturgas i komprimerad form används internationellt för alla metanrika bränslen. I Sverige använder vi beteckningen fordonsgas för biometan och naturgas använt som drivmedel. Bild fordonsgasskylt: svt.se

Gasformiga drivmedel

VARFÖR UPPGRADERA BIOGAS TILL BIOMETAN?

Behovet är mycket stort av att motverka de farliga föroreningar och klimatpåverkande utsläpp som världens energianvändning ger upphov till. För att täcka vårt behov av el och värme/kyla finns det en mängd framtida alternativ, men en tuffare utmaning är vad man ska göra åt det nästan totala oljeberoendet i transportsystemet? Förutom att minimera vårt transportbehov, så behöver transporterna både bli mer energieffektiva och drivas av en högre andel förnybara bränslen. Biometan är en högkvalitativ energibärare, kemiskt identisk med naturgasens metan och därmed fullt blandbar och utbytbar ur förbrännings synpunkt med sin fossila motsvarighet, vilket inte är fallet för andra biodrivmedel.

Bortsett från el- och bränslecellsfordon så är utsläppen ur avgasröret från fordon drivna av biometan lägre än för alla andra biobränslen. Detta gäller för både reglerade och oreglerade ämnen. Denna för-staplacering gäller även den totala klimatpåverkan. Gasfordonstekniken är kommersiellt mogen, och kan med marknadsutveckling och rätt incitament i stor skala leverera transportlösningar för både lätta och tunga fordon med prestanda liknande den för tunga dieselfordon. Genom köp av biometan kan speditörer sänka sina koldioxidutsläpp betydligt. Hybridisering av fordon, där förbränningsmotorns fördelar kombineras med elmotorns och batteriets, sägs vara framtiden, åtminstone för personbilar och bussar. Hybridisering av gasdrivna fordon är mycket fördelaktigt: Mindre gastankar behövs, och verkningss-



Figur 1. Gasdrivna lätta fordon är en mycket kostnadseffektiv väg att förbättra fordonsskottan. Bilden visar hur mycket mindre kostnadspåslaget blir för bilar med gasdrift jämfört med olika grad av hybridisering och dedikerad eldrift, i förhållande till hur mycket mindre koldioxid respektive alternativ släpper ut. Med tillsats av biometan kan koldioxidavtrycket minska ytterligare, utan att fordonskostnaden ökar. I bilden visas minskningarna för 50 (fordonsgas, löfte från de flesta distributörer) och 100 % inblandning av typisk svensk avfallsbaserad biometan. Även om de exakta kostnaderna och utsläppen inte är dagsaktuella, är kostnadsförhållandena principiellt desamma. Källa: SGC och CAR Center Automotive Research 2010



Bio-DME-driven tung lastbil från Volvo i fältförsök. Bild: Volvo

graden för motorerna är nära dieseln redan i dag vid fullast. Emissionerna blir låga och efterbehandlingsystemen billiga. Ren eldrift har förstås många fördelar, men den stora utmaningen är kostnaderna för och de tekniska begränsningarna hos batteriteknologin. Batteriers energitäthet är ca 20 ggr lägre än dieseln, och 10 ggr lägre jämfört med LNG (flytande fordonsgas). För tyngre fordon övervägs därför kontinuerlig elöverföring eller intermittert snabbbladdning. Utvecklings- och investeringskostnader skulle dock bli betydande. Så även om biogasen enkelt och billigt skulle kunna användas direkt för generering av el och värme så måste man fråga sig om det inte är bättre och smartare att uppgradera den till biometan. En högkvalitativ energibärare som transportsektorn är villig att betala mer för eftersom det saknas bra alternativ, speciellt för tunga fordon.

ANDRA GASFORMIGA BRÄNSLEN (GASOL, DME, VÄTGAS)

Det finns i dag fler gasdrivna fordon i världen än det finns metangasdrivna. Att konvertera ett bensindrivet fordon till gasodrift är billigare än motsvarande konvertering till fordonsgasdrift. Lag-

ring och distribution är enklare och billigare genom att förvätskning uppnås vid omgivningstemperatur och lågt övertryck (5-10 bar). Klimatmässigt ger gasol jämfört med bensin 10 % lägre CO₂-utsläpp, alltså inte lika bra som naturgasens 24 % (förnybar metan ger ännu större klimatnytta). Motortekniskt kan övergång till direktinsprutad gasol i tändstiftsmotorer ge god prestanda, men intresset för metan är större hos fordonstillverkarna, framför allt för tyngre fordon. Gasol, som består av kolvätena propan och butan, är i hög grad en fossil biprodukt från olje- och gasproduktion. Förnybar gasol är tekniskt och ekonomiskt ännu inte ett alternativ annat än i mindre mängder.

Dimetyleter, DME, kan precis som gasol hållas i flytande fas genom ett övertryck. Som fordonsbränsle sett liknar det diesel, och kan användas i anpassade dieselmotorer med lika hög prestanda som diesel, men med gasbränslets lägre partikelutsläpp. Bränslet tillverkas på syntetisk väg ur naturgas, och ur kol vilket man till exempel gör i Kina och där DME även används låginblandat i gasol. I Asien är intresset stort för att använda DME som fordonsbränsle, framför allt

i Japan, Korea, Indien och Kina, men ännu förekommer bara demonstrationer. I Sverige har bio-DME, d.v.s. DME framtaget ur icke-fossil råvara, tagits fram i pilotskala från massaindustrins svartlut. Volvo Lastvagnar har pågående fältförsök med ett totalt fordon sedan 2011. Om säker försörjning och distribution av DME kan etableras så är DME ett intressant framtida alternativt bränsle.

Vätgas är ett bränsle som har kapacitet att ge nollutsläpp vid avgasröret. Bränslecellsfordon släpper i princip bara ut vattenånga, medan vätgasdrivna förbränningsmotorer även ger utsläpp av NO_x . Vätgas är dock bara en sekundär energibärare, och vid jämförelse är det miljöprestandan för den primära energibäraren som används vid framställningen av vätgasen som är viktig, det vill säga elektricitet (elektrolys av vatten) eller metan (ångreformering). Senare års fokus på omvandling av överskottsel från vind och sol till väte eller metan har dock ställt bränslet i en ny dager.

Bränslecellsfordon har funnits i demonstration under många år. Det som lockar är nollemissionerna, låga bullernivåer och den goda verkningsgraden i fordon på uppåt 60 %. Flera tillverkare av lätta fordon planerar start av serieproduktion mellan 2013 och 2020. Den framtida prisbilden för en bil uppges vara 350 000–400 000 kr. Tyskland, Japan och Kalifornien leder utvecklingen genom sina ambitiösa utbyggnadsplaner för tankstationer. Den stora utmaningen för vätgas är dess distribution och lagring. Både komprimering och förvätskning av vätgas är energimässigt mer kostsamt än för metan, och kraven på material är större. Samtidigt som energiinnehållet per kg är 2-3 ggr högre än för övriga energibärare, så har vätgas den sämsta volymseffektiviteten; för flytande vätgas, som är den mest volymseffektiva formen, så motsvarar den ändå bara komprimerad fordonsgas vid 200 bar.

BIOMETAN BEHÖVER NATURGAS FÖR ATT VÄXA

Biometan som fordonsbränsle drar stor fördel av att naturgasen finns till hands. De kan blandas obehindrat då de båda har metan som huvudsaklig beståndsdel. Enda skillnaden är åldern på molekylen. Övergången från ett fossilt till ett förnybart gasdrivet transportsystem kan därmed ske gradvis utan tekniska förändringar i existerande infrastruktur. Etablering av produktion kräver på grund av tillståndsprocess och byggnadstid lång framförhållning. Utan tillgång till naturgas skulle den långsamma uppstarten av en regional marknad för fordonsgas inte kunna inledas förrän det fanns tillgång till biogas, och full användning av dess produktionspotential skulle inte uppnås förrän marknaden växt sig större. Resultatet skulle bli minskade möjligheter att nå lönsamhet och lägre utnyttjandegrad av biogaspotentialen. Med tillgång till naturgas kan tillgänglig biometan användas till 100 %, oavsett marknadens storlek och tillväxttakt. Tillfälliga bortfall av biometan på grund av störningar i produktionen kan kompenseras med naturgas. De garanterade leveranserna ger ökad kundnöjdhet, och marknaden kan växa ännu mer. Kundernas krav på en hög andel förnybar fordonsgas sporrar gasbranschen att lägga till mer produktionskapacitet.

Hur garanteras den förnybara delen i gasen?

Den som köper gas vill förstås ha garantier för att det som levereras verkligen är förnybart i den grad som utlovats. Därför håller gasföretagen koll på balansen i sitt eget system: Hur mycket förnybar gas som förs in i systemet, och hur mycket som säljs till kunderna. Systemet kontrolleras genom rapporteringen till myndigheterna, som i sin tur ger företaget del av skattelättnader i form av befrielse från energiskatt och koldioxidskatt.

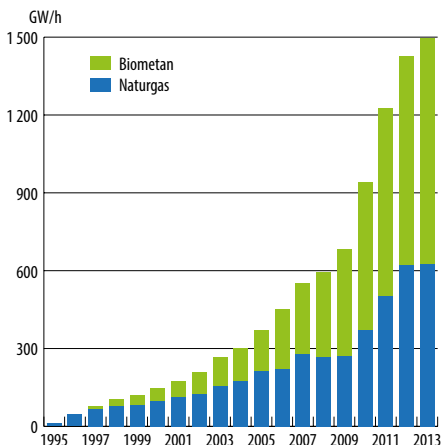
Marknaden för fordonsgas

SVERIGE, VÄRLDSBÄST PÅ FÖRNYBAR GASDRIVEN TRANSPORT

Den svenska energiförsörjningen har blivit alltmer förnybar. Transportsektorn är dock fortsatt beroende av fossila oljebaserade bränslen vilket är drivkraften för de många satsningarna på förnybara bränslen inom sektorn.

Den svenska gasfordonsmarknaden kom till i det sena 1980-talet: Gasbolagen sökte en ny marknad för sin naturgas samtidigt som kommunerna ville minska sina lokala luftutsläpp. Naturgasdrivna stadsbussar blev svaret, vilka efterhand gjorts alltmer klimatvänliga genom en växande andel av förnybart biometan i fordonsgasen. Marknadstillväxten sporrades genom statliga investeringsprogram (LIP och KLIMP) som över mer än tio års tid stöttade kommunernas arbete med att uppnå de statliga miljömålen. Oavsett om de hade tillgång till naturgasnätet, så gjorde statsstödet det möjligt för alla kommuner att uppfylla sina miljömål genom att producera biometan från sitt avfall, för inblandning i naturgasen. Fordonsgasens förnybara andel blev större än naturgasens från 2006. Från och med 2009

har andelen biometan legat runt 60 % på energibasis, samtidigt som marknaden har mer än fördubblats, se figur 2.



Figur 2. Diagram över marknadsutvecklingen i Sverige för fordonsgas med avseende på säljvolymer, uppdelat på naturgas och biometan. Den allt större andelen av biometan i den växande fordonsgasmarknaden visar hur synergin mellan naturgas och biometan fungerar, förutsatt att förnybara bränslen efterfrågas.



Sveriges första naturgasdrivna fordon introducerades 1987 då Malmö lokaltrafik satte tre bussar i trafik. Tidigt igång var också Göteborg, Uppsala och Linköping. Bild: Ingemar Carlson



Eftersom tyngre fordonas bränsleförbrukning motsvarar 20-30 personbilar, så är det lätt att missa hur stor del av marknaden som dessa fordon utgör. Av dagens gasförsäljning går ca hälften till bussarna. Även regionbussar drivs av biogas i dag, som till exempel den på bilden från Skånetrafiken. Bild: Mattias Svensson

Framgången med den svenska gasfordonsmarknaden (nästan 2 % av den totala marknaden för vägtransporter) och dess höga andel biometan hade inte varit möjlig utan ett nära samarbete mellan offentliga och privata aktörer på lokalt och regionalt plan. Den viktigaste faktorn har varit regionala och kommunala upphandlingar som har skapat en långsiktig efterfrågan på en allt högre andel förnybara bränslen vid upphandlingar av trafik tjänster, som till exempel färdtjänst och kollektivtrafik. Bussmarknaden är fortfarande den enskilt viktigaste fordonsgasmarknaden, och utgör cirka 50 % av försäld fordonsgas. Av Sveriges 14 000 bussar är 2 220 gasdrivna (dec 2013). Ca 10 000 av dessa används i kollektivtrafiken, vars bussar därmed till mer än en femtedel är gasdrivna. Forskning har visat att kollektivtrafikens bussar utgjorde den kritiska marknadsnisch som behövdes för etablering och tillväxt av den gryende gasfordonsmarknaden i Sverige – och underlättade den senare framväxten av en större och

mer diversifierad marknad¹. Den gemensamma visionen för kollektivtrafiken att så småningom nå 100 % förnybarhet visar nödvändigheten för gasbranschen att ständigt sträva efter en ökande produktion av biometan för att möta kundernas förväntningar.

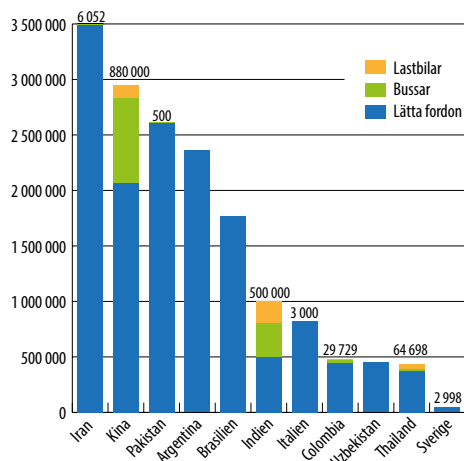
Det viktigaste stödet för Sveriges gasfordonsmarknad har varit befrielsen från energiskatt (gäller både naturgas och biometan) och befrielsen från koldioxidskatt (gäller biometan, för naturgas är den reducerad fram till 2015). Ett annat viktigt stöd är den 40-procentiga nedsättningen av förmånsbeskattningen för tjänstebilsköpare som väljer en miljöbil som drivs på el eller gas. En källa till oro i branschen är den uppfattade bristen på långsiktighet i de politiska besluten. Detta gör det svårt att ta långsiktiga investeringsbeslut. Statens vision om en fossilfri transportsektor 2050 är god, men verktygen för hur målet ska nås saknas ännu. Fordonsgasbranschen är hoppfulla om att nå målet om 100 %

1. Sandén, B., Jonasson, K. *Variety Creation, Growth and Selection Dynamics in the Early Phases of a Technological Transition: The Development of Alternative Transport Fuels in Sweden 1974-2004*. pp. 76, 2005. <http://publications.lib.chalmers.se/cpl/record/index.xsql?pubid=12635>

biometan till transporter till 2030 om rätt spelregler införs. Signalerna från EU om att skattebefrielsen av biobränslen och koldioxidskattesystemet inte kan tillåtas i sin nuvarande tappning från 2016 har gett biobränslebranschens idé om införandet av ett klimatcertifikatsystem förnyad aktualitet.

MARKNADEN FÖR GASFORDON I VÄRLDEN VÄXER

Världens metangasdrivna fordonbestånd uppgick i början av 2014 till runt 20 miljoner fordon. De flesta länders marknader domineras av lätta fordon. Utvecklingen i dessa marknader drivs oftast av vinsten i den stora prisskillnaden mellan naturgas och bensin. Detta är dock inte fallet i Sverige. Här drivs istället den lätta marknadens tillväxt av myndigheters och enskilda företags miljökrav. Ointresset för gasdrivna tunga fordon i många utomeuropeiska marknader beror på att dieselpriserna hålls nere genom subventioner. I figur 3 ses antalet fordon för de tio största länderna, inklusive Sverige. Speciellt intressant är utvecklingen i Iran och Kina som visar hur riktade



Figur 3. Flest gasfordon i världen – 10 största länderna jämfört med Sverige, 2013 års statistik. Uppgift för antalet tunga fordon ses ovanför varje lands stapel, lastbilar och bussar tillsammans. Totala antalet fordon för Sverige är 47 051 fordon.

satsningar snabbt kan förändra fordonsmarknaden. Utvecklingen i Iran drivs av vinsterna regeringen gör på minskade subventioner när importerad bensin ersätts av inhemskt producerad naturgas.

En stor fördel med gasdrift är förstas den förbättrade luftkvaliteten jämfört med diesel Euro V eller lägre. Även för Euro VI finns fördelen kvar, se avsnittet "Utsläppen mycket lägre för gas" sidan 14. Detta är drivkraften bakom satsningar i den tunga fordonsektorn i till exempel Kina och Indien.

FÖRNYBAR FORDONSGAS I TILLVÄXT – USA NYA VÄRLDSETTAN?

Sverige har länge varit världsledande inom biometan till transporter, med en 60-procentig andel förnybart på en marknad på 1,5 TWh. Detta är på väg att förändras i och med den nya situationen i USA, där delstatliga och federala kvotpliktssystem ger biometan mycket fördelaktiga förutsättningar. USA:s biometanvolymer uppskattas idag till att vara i samma storleksordning som Sveriges, men kommer enligt amerikanska fordonsgasbranschens prognos för 2014 växa till 4 TWh. En grov uppskattning av den mängd biometan som gick till transport i världen ligger på totalt 2–3 TWh 2013. De tre största fordonsgasmarknaderna efter Sverige och USA är Tyskland, Holland och Schweiz. Det är troligt att länder som Storbritannien, Frankrike och Italien inom en snar framtid på grund av sina nyetablerade stöd till biometan kommer att kunna rapportera väsentligen högre siffror. Det finns ett växande intresse i världen för att, precis som Sverige, kombinera avfallshantering med lokal produktion av förnybart bränsle, med demonstrationer i till exempel Indien, Thailand, Kina, Sydkorea och Brasilien.

KOMPRIMERAD OCH FLYTANDE FORDONSGAS KOMPLETTERAR VARANDRA

Gasdrivna personbilar är av tvåbränsletyp, för att kompensera för att stationstätheten ännu inte är

tillräckligt hög i något land. December 2014 hade Sverige 154 publika tankställen för gas, koncentrerade till södra Sverige och storstadsregionerna. Gasdistribution för tunga fordon är enklare och mer kostnadseffektivt att tillhandahålla, eftersom det oftast gäller flottor av fordon som alla tankar på samma ställe. Det finns 58 privata tankstationer och tankningsdepåer i Sverige (december 2013). Mest kostnadseffektiv är oövertakad långsamtankning över natt för bussar, sopbilar och andra fordon som står uppställda en del av dygnet. Kompressorn jobbar samtidigt mot alla fordonen, istället för att som vid snabbtankning endast tanka ett fordon i taget. Den fördelen, tillsammans med behoven i stadsområden för att minska lokala luftföroreningar från transporter, är de främsta orsakerna till att bussar och sopbilar tenderar att bli startpunkten vid uppstart av gasfordonsmarknader i länder i Europa, och andra länder med liknande förutsättningar och drivkrafter.

Fordonsgas kan distribueras, tankas och lagras ombord på fordonen antingen under högt tryck (komprimerad form), eller i flytande form. Komprimerad metan, CNG, är mest kostnadseffektiv och används till exempel i tillämpningar för tunga gasfordon där fordonet återvänder till sin startpunkt under dagen. I fordonen lagras gasen vid maximalt 200 bar tryck, medan trycket kan vara upp till 350 bar i distributionsledet. Väl fungerande komprimering upp till 200 bar kostar 2-3 % av gasens energiinnehåll. Flytande fordonsgas (LNG/LBG) har samma energitäthet som CNG vid 600 bars tryck, ca 22,7 MJ/liter. LNG är flytande och håller -162 till -130 °C beroende på tryck (0-8 bar övertryck). Väl fungerande förvätskning av gas till LNG kostar 8-10 % av gasens energiinnehåll. Det kostar alltså mer energi att framställa LNG, men i gengäld är de kryogena tankarna för LNG väsentligen lättare än högtryckstankarna för CNG. Dentota effekten blir att räckvidden för fordonen ökar till 500-1 000 km, liksom avståndet för vägburen distribution i tankbilar. Jämfört med en dieseltank så

är volymseffektiviteten för flytande metan ungefär hälften så hög. Läs mer i SG:s broschyr "Lagra energi och transportera gas".

Även vad gäller tankstationer så kan CNG och LNG fungera som komplement till varandra. Den billigare CNG-tekniken kopplad till gasnät har bäst ekonomi. Den lite dyrare LNG-distributionen ses som en lösning för att distribuera fordonsgas i hela Sverige, genom att placera tankstationer som erbjuder både LNG och CNG på strategiska knutpunkter för tung vägtransport. Hög utnyttjandegrad och större skala gör ekonomin mer fördelaktig jämfört med CNG-tekniken, och de kryogena pumparna kan leverera vid maxkapacitet dygnet runt, vilket vid hög belastning aldrig är fallet för CNG-tankstationernas kompressorer. Omgivande mindre CNG-tankstationer försörjs via mobila CNG-gasflak. I mindre skala är CNG-tankstationer ekonomiskt fördelaktiga och har inte LNG:ns problem med hantering av den gas som riskerar koka av vid låga utnyttjandegrader. På så vis optimeras fördelarna med bägge distributionsystemen, och nackdelarna minimeras.

*Sveriges publika gastankställen.
Bild: Energigas Sverige*



Gasdrivna fordon

TUNG GASDRIVEN TRANSPORT MED DIESELPRESTANDA MÖJLIG REDAN I DAG?

Som motorbränsle sett är biometan/naturgas överlägset bensin, med ett oktantal motsvarande 130 för biometan (naturgas 110-130). Det är dock bara i en dedikerad förbränningsmotor som denna fördel går att utnyttja fullt ut. I personbilar av tvåbränsletyp, där man kan växla mellan att köra på bensin eller gas, så är motorns design därför en kompromiss som måste ta hänsyn till bensinens högre knockningsbenägenhet (förbränningen i motorn kommer i otakt när bränslet självantänder).

I tunga fordon är det diesel som är norm, och dagens dedikerade gasmotorer med tändstiftständning når ännu inte upp i samma prestanda. Räknet som koldioxidutsläpp per energienhet har gas historiskt alltid legat 5-10 % högre än diesel, och en energieffektivitet som varit 30-40 % lägre än dieseln. Teknikutveckling för gasmotorn och de allt striktare kraven på låga utsläpp gör dock att gasmotorn kryper närmare dieseln i prestanda. Scania är här trendledande genom sin nya Euro VI-motor, som har en bästa verkningsgrad på 40 % jämfört med dieseln 43 %. Vid blandad körning ligger energiförbrukningen bara 7 % högre än för diesel. Redan i dag finns också metandieseltekniken eller "dual-fuel-tekniken" att tillgå, där man i en dieselmotor helt enkelt byter ut merparten av bränslet mot gas. Dieseln fungerar som ett flytande tändstift för den mer trögändade gasen. Den enklaste tekniken är en påbyggnad av dieselmotorn, där gas blandas in i tilluften. 50 till 90 % inblandning på energibasis tillåts av tekniken. Andelen ökar generellt med lastgraden. Detta innebär ofta högre emissioner än om man anpassar tekniken till ren

gasdrift, men den dieselliknande prestandan (både bränsleeffektiviteten och motorstyrkan) innebär att man i snabbare takt kan introducera gasen som drivmedel. Detta teknikspår har Volvo valt för sina tunga gasfordon. I nästa generation av Volvos metandiesel kommer gasen att direktinsprutas i kolven under högt tryck – emissionerna blir bättre när dieselandelen kan minskas ner till 5 %. En ytterligare fördel är att känsligheten för variationer i gaskvaliteten minskar. Nackdelen jämfört med den nuvarande tekniken, där metan blandas med luft utanför kolven, är att man mister möjligheten att köra på ren diesel.



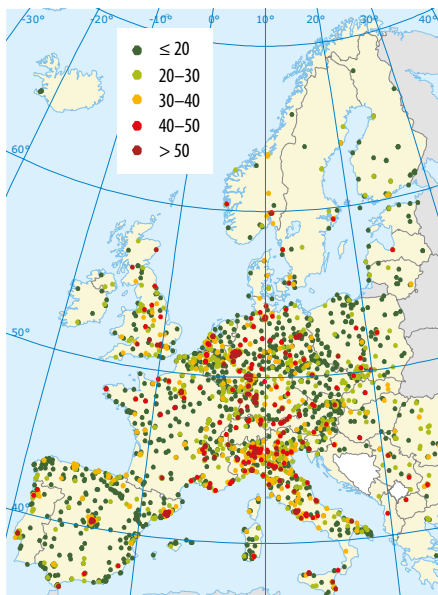
Världens första gaslastbil enligt den nya emissionslagstiftningen Euro VI körs av Bring Frigo för kyltransporter i Helsingborgsområdet. Bild: Scania.

Gasmotorn har alltså över tid inte tilldelats samma utvecklingsresurser på grund av sin perifera ställning på fordonsmarknaden, och har därmed ännu inte nått sin fulla utvecklingspotential. Detta håller nu på att förändras, drivet av det låga globala priset på naturgas, och fördelen med inblandning av biometan. Utmaningen för både diesel och gas är att med fortsatt hög energi- och kostnadseffektivitet möta

allt striktare utsläppskrav. Detta kan visa sig vara svårt även för dieseln, där nya efterbehandlingssystem kan kosta lika mycket som själva dieselmotorn. En liknande trend kan skönjas för bränsleeffektiviteten då nya emissionskrav tvingar dieseltillverkare att kompromissa, samtidigt som gasmotorer blir effektivare. Underhållskostnaderna för tunga gasfordon är idag något högre än för diesel. Erfarenheten har dock varit att med mer kunskap och erfarenhet hos verkstäderna så sjunker kostnaderna till liknande nivåer som för diesel över tid.

UTSLÄPPEN MYCKET LÄGRE FÖR GAS

I tung trafik av start- och stoppkaraktär, till exempel stadsbussar och sopbilar, så har fordon med gasdrift haft en fördel jämfört med diesel, med lägre bullernivåer och historiskt sett lägre utsläpp av partiklar och andra ämnen som bidrar till bildandet av smog, som till exempel kolväten och NO_x . Detta mönster gäller även de nya dieselhybridbussarna. Med införandet av Euro VI och motsvarande mer stränga certifieringar (till exempel EPA 2010 i USA) så förändras dock bilden något. Partikelfilter gör att diesels partikelutsläpp kommer ner till gasens nivåer, oavsett körcykel, även om totalt utsläpp av partikelmassa fortfarande ligger över gasens. NO_x -utsläppen däremot är i högre utsträckning påverkade av hur fordonet körs. Diesels efterbehandlingssystem för NO_x fungerar till exempel sämre i start-stop-drift, eftersom avgastemperaturen vid mycket tomgångsdrift och låg medelhastighet inte alltid når upp till den nivå som krävs. De avancerade partikelfiltren som sitter på både lätta och tunga dieselfordon leder till ökade utsläpp av NO_2 , den del av NO_x som har störst direkt hälsopåverkan. Utsläppen av aldehyder och andra andningsvägspåverkande kolväten är också lägre för gas jämfört med diesel. För att summera: Tittar man på gränsvärden i Euro VI-reglerna ser det ut som att diesel i princip är i nivå med dagens gasfordon. Men frågan är vilka de verkliga utsläppen är.



Årligt medel 2012 av kvävedioxid (NO_2) i olika europeiska städer mätt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, uttryckt som det intervall där 75 % eller mer av de dagliga mätningarnas samlade medel ligger. Gränsen för hälsopåverkan har i Europa satts till $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Källa: European Environment Agency (EEA)

En del frågor återstår dock att besvara vad gäller partiklars hälsopåverkan. Viktmässigt har gas mycket små partikelutsläpp, eftersom i princip ingen sot bildas i en gasmotor. Partiklarna som bildas i gasmotorer är dock mycket mindre, och har i några studier visat sig vara fler till antalet än från diesel. Hälsopåverkan av partiklar beror både på partikelstorlek (bestämmer hur långt ner i lungorna de kan ta sig), och vilka ämnen de bär på. Det är känt att partiklar från dieselfordon ger negativa hälsoeffekter. SGC-studier visar att de cancerframkallande utsläppen från gas är lägre än de för diesel, förutsatt att fordonet har fått rätt underhåll. Mest troligt så kommer partiklarna som emitteras från gasdrivna fordon (till skillnad från diesel) huvudsakligen inte från förbränningen av drivmedlet, utan från motorsmjörjor.

Utsläpp av metan har inga hälsoeffekter, men behöver begränsas eftersom det är en växthusgas. Tillåtet gränsvärde för dagens tunga gasfordon är 0,6 % av tillförd energi – med Euro VI sänks detta till under hälften. Liksom för utsläppsnivåerna för partiklar så är det viktigt att fordonet är rätt underhållet för att hålla sig under dessa gränsvärden hela sin livslängd. I och med Euro VI kommer kontrollerna av tunga fordon bli mer omfattande, med stickprov på fordon i trafik. Distribution och tankning ger negligerbara utsläpp.

GASKVALITET FÖR FORDONSGAS

Bensin och diesel är sedan många år mycket väldefinierade bränslen. För gasformiga bränslen mäter metantal (MN) precis som bensinens oktantal bränslets knockningsbenägenhet. Metantalet för ren metan är 100, och nollan definieras av ren vätgas. Inerta gaser ökar MN, medan en högre andel tyngre kolväten sänker det. Naturgas är som namnet antyder ett tämligen oraffinerat bränsle som förutom metan innehåller koldioxid och högre kolväten som till exempel etan och propan. De nationella gasnätens specifikationer är varierande och tolererar ofta en relativt stor variation. Många distributörer är intresserade av att tillsätta vätgas producerad av överskottsel från förnybara källor som vind och sol. Energidensiteten i gasen går då ner, vilket kan kompenseras genom tillsats av tyngre kolväten som propan. Alla dessa åtgärder sänker dock MN.

En ytterligare utmaning är mängden svavel i naturgas, som till största delen kommer från odoriseringsmedlet som tillsätts för att vi alla ska kunna lukta oss till om det läcker gas. Svavlet deaktiverar katalysatorerna som ser till att fordonets utsläpp hålls nere. I Sverige ligger svavelhalten under fordonsbranschens krav på 10 ppm, men många länder sätter till betydligt mer. I Tyskland har man på försök börjat tillsätta en svavelfri odorant. Erfarenheterna har varit

positiva, men det krävs troligen att internationella organ som till exempel EU sätter ner foten för att föra in denna förändring gemensamt över hela Europa, vilket skulle krävas. Bränslen som redan i dag har garanterat låga svavelhalter är biometan som inte tillsatts till nätet och LNG, där svavelföreningar renas bort som en del av förvätskningsprocessen.

Andra ämnen i fordonsgas som behöver kontrolleras är kompressorolja och vatten. För höga halter minskar körbarheten och ger ökade underhållskostnader. På tankstationerna installeras därför filter och torkar som håller nivåerna nere. Samma filter håller också halten av partiklar nere, inklusive de mikroorganismer som förekommer i både naturgas och biometan. Halterna av mikroorganismer är lägre än i vanlig luft, och svensk forskning visar att riskerna för smitta är försumbar, eftersom det är så små mängder.

FRAMTIDENS GASMOTOR PARAR DIESELNS EFFEKTIVITET MED GASENS LÅGA EMISSIONER

Alla tändstiftsmotorer dras med nackdelen att gaspådraget styrs genom att strypa motorn, vilket ger högre bränsleförbrukning vid dellast. En väg runt detta är att späda ut luft/bränsle-blandningen med återförda avgaser, så att spädningen ersätter strypningen som reglering av gaspådraget. Vid full effekt är det istället knockning, när bränslet börjar självantända, som sätter gränsen för tändstiftsmotor. Det är detta fenomen som gör att tändstiftsmotorer måste ha lägre kompressionsförhållande än dieselmotorer, vilket minskar energieffektiviteten.

Speciellt för gasen är att den brinner långsammare än andra bränslen, vilket också minskar energieffektiviteten och samtidigt höjer avgastemperaturen. Gasens låga densitet gör det dessutom mer utmanande att få in mycket bränsle i kolven, vilket begränsar toppeffekten. Ny forskning visar att byte till högturbulenskolvar ger en snabbare förbränning

och lägre avgastemperatur, så att energieffektiviteten ökar. Lägre avgastemperatur gör det möjligt att öka trycket i inkommande luft/bränsle-blandning, vilket ytterligare ökar effektiviteten men också toppeffekten. Avgasåterföringen kan också göras i högre grad, och den ökade utspädningen minskar problemen med knackning vid fullast.

Gränsen för utspädningstekniken sätts av att upprätthålla en stabil tändning av gasen. Tyvärr är metangas det mest trögtända av alla fordonsbränslen. Därför tittar man nu på vägar för att tillföra mer tändningsenergi, så att graden av utspädning kan ökas ännu mer. En lovande teknik som undersöks nu på Lunds universitet är förkammartändning. Tändstiftet sitter i en liten förkammare och tänder där en fet bränslerik blandning. Trycket ökar, och genom hål skjuter blandningen in som en tändande stråle till den utspädda och mer bränslefattiga blandningen i den större kolven. Tekniken används redan i dag i de stora marina tvåtaktsmotorerna, där gasmotorer har bättre energieffektivitet än dieseln.

Kombinationen av alla dessa nya tekniker har potential att leda till en gasmotor med diesellik prestanda, men med gasmotorns låga utsläpp.

En av gasmotorutvecklarnas största utmaningar är den stora variationen i bränslet som diskuteras under avsnittet "Gaskvalitet". För moderna tunga gasfordon (Euro VI) är den lägre kritiska gränsen av MN satt till 70 av fordonsbranschen. Även ovanför MN 70 uppges naturgasens stora variation vara en utmaning för att nå högsta möjliga energieffektivitet. En lösning på detta är utveckling av gassensorer som är billiga nog att installera ombord på fordonen. Med kunskap om gasens sammansättning kan förbränningsmotorn styras för att kompensera för det ändrade bränslet. Två svenska företag, SenseAir och SEM, arbetar på olika teknikspår i samarbete med fordonsindustrin.

GASDRIFT AV ARBETSFORDON

Alla arbetsfordon kan konverteras till gasdrift, företrädesvis metandieseldrift för att bibehålla dieselmotorns prestanda. Utmaningar är de små serierna av fordon, och investeringskostnaden för gasdistributionen, som måste ligga nära arbetsområdet, samt bristen på regler för tygodkännande. Föregångsexempel är Arlandas gasdrivna snöröjningsmaskiner och den första serieproducerade traktorn från Valtra.



Valtras gasdrivna traktor N101 lanserades 2010. Gastankarna är placerade mellan hjulparen, på ömse sidor om hytten. Efter provkörningar ute hos kund valde Valtra 2012 att starta en begränsad serieproduktion. Typiska användare är lantbrukare med dagligt året-runt-behov av traktor för olika arbeten, och kommuner, till exempel trädgårds- och parkservice. Bild: Valtra

Gasdrift till sjöss

Nya utsläppsregler inom sjöfarten gällande svavel i när sjöområden som till exempel Östersjön och Nordsjön träder i kraft från 2015. Den låga gränsen på 0,1 % svavelinnehåll i bränslet, och aviserade skärpningar av NO_x -gränserna, gör att intresset för alternativa drivmedel har ökat markant. En tredje drivkraft är nya regler för förbättrad energieffektivitet, uttryckt som mängd utsläppt koldioxid per ton-km. Flytande metan, LNG, ses som ett av huvudalternativen för nya större fartyg, framför allt om de ska gå i trafik i nuvarande och kommande emissionskontrollområden, se bild nedan.

Idag finns det cirka 50 LNG-drivna fartyg i drift. Inklusive konfirmerade nybyggen 2015-2018 stiger antalet till över 100. En prognos är att det till 2020 finns 1 000. Många av dem kan skifta mellan LNG och olja, vilket ökar flexibiliteten. I Norge har man sedan flera år satsat på LNG-drift, med ett 20-tal färjor och andra fartyg registrerade, vilket kommer att mer

än dubblas de kommande åren baserat på redan lagda beställningar. I Sverige har vi idag endast ett LNG-drivet fartyg: Viking Lines passagerarfärja M/S Viking Grace som går mellan Stockholm och Åbo, i trafik sedan 2013. Det var det första LNG-drivna RoPax-fartyget i världen i sin storleksklass. Nu har också Destination Gotland beställt en LNG-driven färja, för leverans till 2017.

I siffrorna ovan räknas inte de stora LNG-tankerfartygen in, vilka används för global transport av naturgas i form av LNG. Dessa kan transportera laster på upp till 266 000 m^3 LNG, motsvarande 1,6 TWh, och är snart 400 till antalet. Eftersom de måste hantera den ständiga avkokningen av gas motsvarande 2-6 % av lasten under 20 dagars resa så använder de i regel gasen som drivmedel. Andelen gas i förhållande till olja styrs av skillnad i pris, och om fartyget har återförvätskning av gasen installerad eller inte.



Världen över växer intresset för att begränsa sjöfartens utsläpp i de områden där dessa påverkar mest, nära våra kuster och i våra inlandhav. Reglering av svavel NO_2 kommer troligen att följas av reglering av partiklar och koldioxid. Bild: DNV GL



AGA:s LNG-bunkerfartyg Seagas och M/S Viking Grace i Stadsgården, Stockholm. Genom att bunkringen sker på sjösidan kan av- och pålastning ostört ske på landsidan. Bild: Karl Gabor/AGA Gas

Metanutsläppen inom sjöfarten har ännu inte reglerats, men diskussionerna om att sätta gränser för utsläppen av växthusgaser gör att motortillverkarna redan nu arbetar på att begränsa utsläppen av metan. Vissa hävdar att de kommit ner i samma nivåer som vägfordon, medan andra fortfarande rapporterar högre utsläpp, upp till 5 % av tillförd energi.

Andra alternativa drivmedel som diskuteras för fartyg är gasol, DME och metanol. Huvudfokus ligger dock på det senare. Det finns motorlösningar tillgängliga redan nu för gasol och DME, men intresset är lägre på grund av osäkerhet vad gäller försörjningssäkerhet och framtida priser. Metanol tillverkas

från naturgas och har samma tillgänglighet. Det kan också via termisk förgasning tillverkas från biomassa. Fördelen med dessa tre drivmedel jämfört med LNG är att det är lättare att passa in deras lagringstankar på befintliga fartyg, vilket öppnar upp för möjligheterna till konverteringar. Stena lines RoPax-färja Stena Germanica konverteras till exempel till metanoldrift tidigt 2015. Eldrift via batterier diskuteras också. Ett steg på vägen är hybriddrift med uppladdning mot ett större batterilager, så att båtens motorer i högre grad går på fullast, vilket ökar energieffektiviteten. Scandline-Färjan M/F Prinsesse Benedikte som trafikerar Rødby-Puttgården är ett exempel.

Gasdrivna tåg

Det biogasdrivna tåget Amanda i Sverige är fortfarande tämligen världsunikt. Men faktum är att intresset för gasdrift inom tågsektorn ökat markant de senaste åren. Den största drivkraften är de lägre priserna på naturgas, men också de lägre utsläppen. De länder där det händer mest är USA, Kanada, Ryssland och Indien, som fortfarande till stora delar har dieseldrivna järnvägar. I Sverige och merparten av Europa är elektrifiering av järnvägarna dominerande, vilket gör att intresset här inte är så stort. Det finns dock ett fåtal sträckor som inte är elektrifierade. För att slippa höga investerings- och utvecklingskostnader är den teknik man vanligen satsar på metandieseltekniken med konvertering av befintliga

dieselmotorer som kan växla mellan att köra med en större inblandning av gas och att köra på ren diesel. I USA tittar man även på hur direktinsprutade metandieselmotorer från tillverkaren Westport skulle kunna användas på tåg. Fördelen med lägre dieselandel i bränslet paras dock av nackdelen att inte kunna köra på ren diesel.

Det är inte tekniskt svårt att konvertera dieselloken från dieseldrift till gasdrift (metandiesel), men baserat på det lilla antalet lokomotiv som kan säljas så är det en utmaning att optimera motorerna så att de får tillräckligt låga utsläpp. En annan utmaning är hållbarheten – det är viktigt att lokomotiven har hög tillgänglighet och livslängd i sina motordelar. Utöver det kan regelverksfrågor utgöra ett hinder i många länder, och man måste visa järnvägsbranschen att en investering kan sänka deras totala kostnader på sikt. De framtida utsikterna i Nordamerika om ett kanske tre gånger så lågt naturgaspris jämfört med olja fram till 2040 har gjort det lättare att ta beslut om ny teknikutveckling. I naturgasproducerande länder kan prisskillnaden mellan gas och diesel vara ännu större. I länder utanför västvärlden är de tillåtna utsläppsnivåerna också högre.

*Biogaståget Amanda ägs av Tekniska Verken i Linköping och gick 2006-2010 i daglig trafik mellan Linköping och Väster-
vik. Efter en krock vid en järnvägsövergång togs Amanda ur
trafik. Tåget renoverades och hyrdes ut med sikte på försäl-
jning till Inlandsbanan 2011. Brist på biogas satte stopp för
det och tåget och har sen dess stått uppställd i Sveg, förutom
ett gästspel i Kristianstad som rullande evenemangplats
för Region Skånes miljöprisutdelning 2012. Utmaningen för
eventuella köpare är att täcka investeringskostnaden för den
dedikerade tankningsstationen som tåget behöver.
Bild: Lasse Hejdenberg, Hejdlösa bilder*



Flyga på gas?

Gasdrivna flygplan tillhör fortfarande framtiden, men är redan idag tekniskt möjliga. Redan i slutet av 1980-talet demonstrerade Ryssland detta genom att konvertera en av tre jetmotorer på flygplanet Tupolev-155 till gasdrift. Gasen förvarades i en kryogen gasbränsletank i aktern av planet. De första fem flygningarna gjordes med flytande vätgas i tanken, men för resterande 100 testflygningar användes LNG.

Det som gör LNG mest intressant som flygbränsle är att det har ett högt energiinnehåll per massenhet, vilket för flygplan är viktigare än ett högt energiinnehåll per volymsenhet. Konverterade flygplan av dual-fuel-typ kan bära det kryogena bränslet i tankar vars format är anpassade till standarden för

lastcontainrar. Används en fjärdedel av lastutrymmet kan 60 till 90 % av bränsleförbrukningen ersättas av LNG (beroende på rutt och flygplanstyp). I passagerarflygplan är ofta stora delar av fraktutrymmet tomma. Det är alltså fullt möjligt att i ombyggda flygplan nå flygbranschens långsiktiga mål om 80 % mindre NO_x och 50 % mindre CO_2 , det senare genom inblandning av biometan. Flytande metan är kemiskt stabilt vid lagring, påverkas inte negativt av de stora temperaturfluktuationerna, är tillgängligt i dag och i framtiden, och är genom inblandning av biometan ett förnybart bränsle. De flesta flytande alternativa bränslen som nu används på flygplan som inblandningsbränslen (dropin-bränslen) på flygplan har inte alla dessa fördelar.

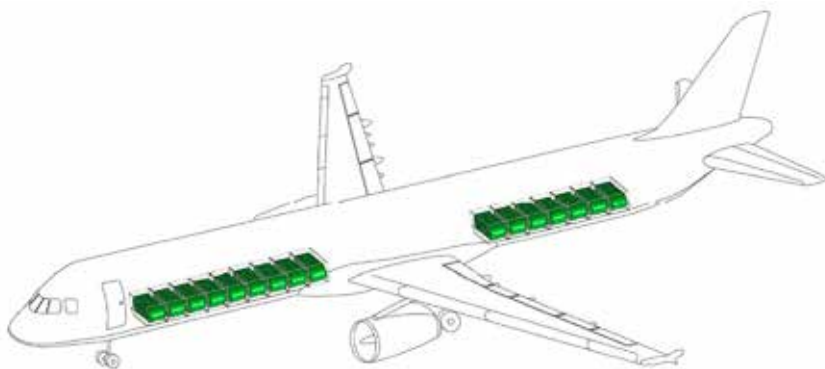


Illustration av hur LNG skulle kunna lagras i standardiserade flygcontainrar ombord en Boeing 777 använd för flygfrakt. 75 % av lastutrymmet är kvar. Bild: Air-LNG

Gasdrift – ett kommersiellt tillgängligt alternativ för alla ytburna transporter!

En fördel som gasdrift har jämfört med alla andra alternativa drivmedel är att det finns kommersiella lösningar för alla de ytburna transportmedlen, se figur 4. Beroende på typ av trafikslag och storlek på

fordonet så kan antingen CNG eller LNG användas. Biometan är fullständigt blandbart och kemiskt identiskt med naturgas, så biometan kan blandas in i den proportion som önskas av kunden.

Fordonstyp	Bränsle idag	Flytande biobränslen	El	Fordonsgas	
				CNG	LNG
Personbilar	Bensin/Diesel	+ (%)	+	+	-
Skåpbilar	Bensin/Diesel	+ (%)	+	+	-
Stadsbussar	Diesel	+ (%)	+ (ledn.)	+	-
Lastbilar	Diesel	+ (%)	-	+	+
Tåg	Diesel/El	+ (%)	+ (ledn.)	+	+
Fartyg	Diesel	+ (%)	-	+	+

Figur 4. Den stora fördelen med gasdrift är att det finns kommersiellt tillgängliga lösningar för alla färdslag utom flyg. Biometan kan man använda 0-100 %, vilket inte alltid är fallet för de flytande biobränslena.



Tankning av taxibilar på Trollhättan Energis gastankställe. Taxibilar är bland de lätta fordon som drar störst fördel av gasdrift, på grund av deras långa körsträckor inom ett begränsat geografiskt område. Bild: Tobias Persson

Begrepp och förkortningar

Avgasåterföring: Spädning av luft/bränsleblandningen genom återföring av avgaser till förbränningsrummet. Sänker förbränningstemperaturen, vilket minskar NO_x -bildningen. I tändstiftsmotorer används det för att minska pumpförlusterna vid dellast. På engelska: exhaust gas recirculation (EGR).

Biometan: Biogas uppgraderad till fordonsgasskvalitet.

CNG: (Compressed Natural Gas), komprimerad metanrik gas som lagras i fordonen vid 200-230 bars tryck. Beteckningen är internationellt erkänd och används på samma sätt som vi i Sverige använder beteckningen fordonsgas.

Dellast: Se Last

Dual-fuel-teknik: Motorteknik där en mindre del diesel används för att genom kompression antända det gasformiga huvudbränslet.

Energieffektivitet: I fordonssammanhang ett mått på hur mycket fordonsbränsle som behövs per enhet utfört arbete, räknat till exempel per km, per kWh eller per ton-km.

Kompressionsförhållande: Ett mått på hur många gånger cylindervolymen pressats samman när cylindern nått sitt högsta läge. Den högre kompressionen hos dieselprocessen ger den högre energieffektivitet.

Fordonsgas: Svensk beteckning för metanrik gas använd som fordonsbränsle vilken innefattar både naturgas och biometan.

Fullast: Se Last

Högturbulenskolvar: Den långsamma förbränningen av metan kan påskyndas genom att öka hastigheten på omblandning i kolven. Ändrad utformning av kolvskålen kan åstadkomma detta, genom att öka turbulensen i gasblandningen vid kompression och förbränning. Detta är ett ännu långtifrån färdigutforskat område.

Last: Ett uttryck som används inom fordonsbranschen för vilken belastning motorn arbetar mot. Uttrycket fullast och dellast beskriver alltså vilken graden av last det rör sig om. Lägst dellast är det till exempel vid tomgång, medan fullast troligen utnyttjas i en uppförsbacke under hög acceleration.

LIP: Se KLIMP.

LNG: (Liquefied Natural Gas); **LBG** (Liquefied Biogas), förvätskad metanrik gas, nerkyld till -130 -- -160 °C.

KLIMP: Det statliga klimatinvesteringsprogrammet bedrevs 2003-2012, som en uppföljare till LIP, Lokalt investeringsprogram (1998-2002). Här kunde kommunerna söka medel för projekt som ökade den ekologiska hållbarheten i samhället (LIP) och som främjade uppnåendet av Sveriges klimatmål (KLIMP). Biogasprojekt erhöll över 500 miljoner av de totala medlen på 5 miljarder kronor.

Knackning: Knackning uppkommer när bränsle/luftblandningen i förbränningsrummets periferi självantänder innan den nåtts av flamfronten som initierades av tändstiftet. Se också Metantal.

Metan: Det enklaste kolvätet, där en kolatom binder fyra väten.

Metandieselt teknik: Se dual-fuel-teknik

Metantal (MN): Ett mått som används för att mäta gasformiga bränslens knockningsbenägenhet. Mot-svarigheten för bensen är oktantal. Definieras som 100 för ren metan, medan ren vätgas har MN 0.

NGV: (Natural Gas Vehicle), internationellt vederta-gen beteckning för fordonsgasdrivna vägfordon.

Oktantal, eller motoroktantal (MON): Ett mått som används för att mäta knockningsbenägenheten hos bensen.

Partikelfilter: Ett filter som fångar upp sotpartiklar bildade i förbränningsrummet. När mottrycket blir för högt regenereras filtret genom att på olika sätt höja temperaturen i filtret så att sotet brinner av. Vissa strategier leder till ökad bildning av NO_2 .

Verkningsgrad: Ett mått på hur stor andel av bräns-lens energiinnehåll som nyttiggörs som arbete.

Selektiv katalytisk reduktion: Ett katalytiskt steg som reducerar NO_x till N_2 genom reaktion med ammoniak. Ammoniaken bildas när det tillsatta ämnet urea sönderdelas.

Små hightechföretag, akademier, konsultbolag,
myndigheter, energibolag/aktieägare, internationella organ,
branschforskningsorganisationer, internationella institut m.m.



SGC är ett spjutspetsföretag inom hållbar utveckling med ett nationellt uppdrag. Vi arbetar under devisen "Catalyzing energygas development for sustainable solutions". Vi samordnar branschgemensam utveckling kring framställning, distribution och användning av energigaser och sprider kunskap om energigaser. Fokus ligger på förnybara gaser från rötning och förgasning. Tillsammans med Energimyndigheten driver vi *Samverkansprogram Energigasteknik* och utvecklar där i projekt med industriella aktörer nya möjligheter för energigaserna att bidra till ett hållbart samhälle.