

Var inom transportsektorn får biogasen störst klimatnytta?

Per Kågeson – CTS

Lina Jonsson – VTI

CTS Working Paper 2012:18

Sammanfattning

Potentialen i Sverige för produktion av avfallsbaserad rötgas som kan uppgraderas för fordonsbruk överstiger långsiktigt inte 3 TWh (ca fyra gånger mer än idag). Vi finner att klimateffekten blir störst och kostnaden lägst om gasen används i fordon och fartyg som tankar från större depåer. För användning i fartyg måste dock läckaget av metan hållas på låg nivå annars blir klimateffekten sämre än om gasen används i tunga vägfordon.

Att sprida ut biogasen över ett stort antal personbilar spridda över hela landet ger mycket höga kostnader och ter sig inte som en framkomlig väg. Utan subventioner kommer biogasen konsumeras i bussar, lastbilar och fartyg.

Sverige är på väg mot ökad obalans mellan utbud och efterfrågan på biogas för fordonsbruk. Det kan göra att satsningen på fler biogaspersonbilar blir en bro till ökad och långvarig användning av naturgas.

Det är ännu för tidigt att säga om termisk förgasning av biomassa kan bli ett ekonomiskt hållbart sätt att öka utbudet av inhemskt producerad biogas.

Keywords: biogas, biogasbilar, uppgraderad rötgas

Innehåll

1	Bakgrund.....	5
2	Syfte, metod och avgränsning.....	5
2.1	Syfte.....	5
2.2	Metod.....	6
2.3	Avgränsningar	6
3	Biogaspotentialen i Sverige	7
4	Nuvarande användning av biogas och fordonsgas	9
4.1	Uppgradering.....	10
4.2	Fordonsgas.....	10
5	Svensk biogasanvändning i ett internationellt perspektiv	11
6	Tekniska alternativ.....	12
6.1	Fordonsgas i personbilar och lätta skåpbilar.....	12
6.2	Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar	15
6.3	LNG/LBG i fjärrbilar.....	15
6.4	LNG/LBG i fartyg	16
7	Fordonskostnaden i olika alternativ	18
7.1	Fordonsgas i personbilar	18
7.2	Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar	18
7.3	LNG/LBG i fjärrbilar.....	19
7.4	LNG/LBG i fartyg	19
8	Kostnad och prissättning av biogas och naturgas.....	20
8.1	Tillverkning av rågas (biogas).....	20
8.2	Uppgradering av biogas till fordonsgas.....	20
8.3	Distribution.....	21
8.4	Försäljning.....	22
8.5	Prissättningsmodeller	23
9	Nuvarande subventioner	24

9.1	Subventioner av gasdrivna personbilar	24
10	Klimateffekten av olika alternativ	26
10.1	Fordonsgas i personbilar	26
10.2	Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar	27
10.3	LNG/LBG i fjärrbilar	27
10.4	LNG/LBG i fartyg	28
10.5	Sammanfattning klimat effektivitet.....	28
11	Kostnad per reducerat kilo koldioxid	30
11.1	Personbilar.....	30
11.2	Lastbilar och bussar	32
11.3	Kostnader - jämförelse mellan olika alternativ	33
12	Sammanfattning av resultaten samt diskussion	33
12.1	Biogaspotentialen och efterfrågan på drivmedel	33
12.2	Klimatnyttan.....	34
12.3	Kostnadseffektivitet	35
12.4	Utökad produktion av biogas?	35
12.5	Obalans mellan utbud och efterfrågan?.....	36
12.6	Biogas – en bro till mer naturgas?.....	37
12.7	Vad händer på sikt?	37
12.8	Ytterligare aspekter.....	39
12.9	Slutsatser.....	40
13	Referenser	41

1 Bakgrund

Biogas kan framställas i begränsade volymer. Hur och var biogasen används bestäms av kostnader och subventioner. I Sverige stöds produktion av biogas och uppgradering till fordonsgas genom befrielse från koldioxid- och energiskatt samt genom diverse investeringsstöd. Stöden har medverkat till att delar av biogasen används för framställning av fordonsgas men de påverkar inte hur fordonsgasen utnyttjas inom transportsektorn.

Fordonsgas kan användas i såväl personbilar som i tunga fordon och fartyg. I personbilar används gas i ottomotorer som vid behov kan drivas med bensin (bi-fuel), medan tunga fordon antingen går på ren gas eller på en kombination av diesel och fordonsgas (dual-fuel). I fjärrbilar och fartyg måste gasen kylas till LBG/LNG för att i tillräcklig omfattning kunna lagras ombord.

Samdistribution med naturgas är möjlig vilket ökar potentialen för gas men till priset av utsläpp av fossil koldioxid. Vid brist på biologisk fordonsgas räcker inte utbudet till alla typer av fordon utan måste kompletteras med naturgas. Vid underskott innebär detta att marginellt tillkommande kunders fordon kommer att utnyttja fossil gas.

Om användningen av fordonsgas inte subventioneras på annat sätt än genom befrielse från koldioxid- och energiskatt kommer den tillgängliga mängden biogas som uppgraderats till fordonskvalitet att säljas till de områden där den samlade distributions- och användningskostnaden blir lägst. I Sverige förekommer emellertid fordonssubventioner riktade till personbilar, främst genom kraftigt nedsatt förmånsvärde och genom kommunala upphandlingskrav. Dessutom subventioneras utbyggnaden av biogasmackar i syfte att få en geografisk täckning som motsvarar privatbilisternas behov. Viss subventionering av biogasfordon förekommer också inom ramen för kommunal och landstingskommunal upphandling av taxi, färdtjänst och busstrafik.

2 Syfte, metod och avgränsning

2.1 Syfte

Avsikten är att studera om skillnader i subventioneringsgrad mellan olika användningsområden leder till ineffektivitet och sämre klimateffekt än vad som annars skulle ha blivit fallet. Sverige subventionerar användningen av biogas i personbilar och i viss mån i bussar men inte i lastbilar och fartyg trots att de senare sannolikt har lägre investeringskostnad per energienhet och lägre distributionskostnader för gasen jämfört med personbilar.

Hypotesen i denna rapport är att en frånvaro av fordons- och distributionssubventioner skulle leda till att den begränsade biogaspotentialen kom att utnyttjas i tunga fordon och fartyg, inte i personbilar och att detta skulle leda till att klimatnyttan ökar. Tunga fordon och fartyg kan tanka från egna depåer eller från ett fåtal externa distributionspunkter eller servicestationer, medan drivmedelsförsörjning av personbilar kräver ett mera omfattande distributionsnät om man vill säkerställa att fordonen i allt väsentligt körs på gas och inte på bensin. Kommersiella fordon har dessutom fördelen av att kunna slå ut den tillkommande fordonskostnaden på ett stort antal användningstimmar per år, medan privatägda personbilar i genomsnitt bara används under 3-4 procent av årets timmar.

2.2 Metod

Som ett första steg i analysen inhämtas den tillkommande kapital- och driftskostnaden för användning av gas i olika typer av fordon från tillverkarna (inkl. dual-fuel-lösningar) och distributionskostnaden från distributörerna. I nästa steg beräknar vi kostnaden per reducerat gram CO₂ baserat på antaganden om årlig genomsnittlig körsträcka och specifik förbrukning i olika typer av fordon. Subventionskostnaden för personbilar beräknas med utgångspunkt från de nuvarande reglerna för nedsättning av förmånsskatt samt differentieringen av fordonsskatten. De framräknade värdena används avslutningsvis för en bedömning om var biogasen skulle komma att användas om fordon och distribution inte subventioneras samt vilken effekt detta skulle få på kostnadseffektivitet och klimatnytta.

2.3 Avgränsningar

Analysen är partiell genom att den inte beaktar andra potentiella för- och nackdelar av att använda biogas i olika typer av fordon. Enligt Brännlund et al (2010) leder byte från diesel till biogas till betydligt större minskning av partikelemissionen från tunga fordon än om samma mängd gas används för att ersätta bensin i personbilar. Uppgifterna om emissioner från olika motorer är emellertid i huvudsak hämtade från verk utgivna mellan 1997 och 2003. Det innebär att författarna överskattar skillnaden som snabbt krymper över tid när gamla lastbilar ersätts av sådana som uppfyller gränsvärdena för Euro 5 och Euro 6.

Den tillåtna halten av partiklar i avgaserna från tunga lastbilar har sänkts från 0.36 g/kWh för Euro I (1993) till 0.01 g/kWh för Euro VI som träder i kraft 2013. Den senare nivån motsvarar ungefär gränsvärdet för personbilarna (som dock uttrycks i gram per km). Därför förefaller en utvidgning av analysen till att omfatta partikelutsläppen inte särskilt meningsfull även om ren gasdrift potentiellt skulle kunna minska kostnaden för att klara partikelkraven jämfört med motorer som går på diesel.

För en fullständig analys av den frågan skulle man också behöva belysa effekten av byte till gas på partikelemissionen från fartyg vars utsläpp för närvarande är oreglerade och ofta mycket höga. Sjöfartens utsläpp av partiklar kommer emellertid att minska påtagligt som en följd av krav på kraftigt minskade

utsläpp av svavel från 2015. Det nya gränsvärdet för svavel kan bara nås genom väsentligt renare bränslen och/eller utnyttjande av skrubberteknik som i båda fallen leder till en betydande reduktion av partikelemissionen.

Beträffande NO_x är lastbilarnas kommande gränsvärde 0.4 gram per kWh. Det kan jämföras med personbilarnas Euro 6 (från september 2014) på 0.06 g för bensin och 0.08 gram för diesel som omräknat till g/kWh ger ungefär 0.11 respektive 0.17 gram. IMO:s gränsvärde för utsläpp från fartyg (Tier III som träder i kraft 2016) i särskilda skyddsområden (NECA), till vilka Östersjön och Nordsjön sannolikt kommer att räknas, ligger på eller strax över 2 gram per kWh beroende på fartygsmaskinens varvtal.

Effekten på avgasemissionerna av var gasen används kommer inte att bli föremål för någon ytterligare analys i denna rapport, men man kan konstatera att det beträffande föroreningar sannolikt är en fördel att använda biogasen i fartyg även om man också bör beakta att vägfordonens utsläpp i högre grad sker i eller nära större tätorter.

Att belysa klimateffekten i ett livscykelperspektiv ter sig inte heller meningsfullt, eftersom frågeställningen i denna rapport gäller om en given kvantitet biogas får störst klimatnytta i personbilar eller i tunga vägfordon eller fartyg. I samtliga fall är utsläppen från källa till bränsletank före det eventuella bytet till biogas likartade och uppströmsutsläppen från produktion och distribution av gasen är de samma. Den olja som gasen ersätter har i utvinnings- och förädlingsleden givit upphov till ungefär samma utsläpp oavsett om den förbrukas i personbilar, tunga vägfordon eller fartyg. Vi begränsar därför vår analys till emissioner från tank till hjul eller propeller.

3 Biogaspotentialen i Sverige

Den svenska produktionen av biogas genom rötning uppgick 2010 till knappt 1.4 TWh varav 44 procent (0.6 TWh) uppgraderades till fordonskvalitet. Större delen av produktionen var koncentrerad till ett fåtal län. Skåne, Stockholms län, Västra Götaland och Östergötland svarade tillsammans för nästan 60 procent (Energimyndigheten, 2011a).

Tabell 1 visar biogasproduktionens fördelning på anläggningstyp år 2010 samt utvecklingen sedan 2005. Produktionsökningen har främst skett i förhållandevis stora samröttningsanläggningar, som nu står för en fjärdedel av den totala volymen. Minskande utvinning ur deponier gör att den samlade ökningstakten är måttlig. Att deponiernas bidrag minskar är en följd av att det från 2005 är förbjudet i Sverige att lägga organiskt material på tipp. Samröttningsanläggningarnas substrat domineras av gödsel samt mat- och slakteriavfall.

Tabell 1. Den svenska biogasproduktionens fördelning på anläggningstyp.

Anläggningstyp	Antal	Biogasproduktion (GWh)	Andel (%)	Förändring 2005-2010 (%)
Avloppsreningsverk	135	614	44	+10
Samrötningsanläggningar	18	344	25	+111
Gårdsanläggningar	14	16	1	+33
Industrianläggningar	5	114	8	+21
Deponier	57	298	22	-35
Summa	229	1 387	100	+8

Källa: Energimyndigheten (2011a)

Flera försök har gjorts att beräkna den långsiktiga potentialen för framställning av biogas i Sverige. I en bakgrundsrapport från Lunds Tekniska högskola (Lantz och Börjesson, 2010) till Energimyndigheten (2010) anges den totala potentialen för framställning av biogas från svenska substrat till ca 16 TWh. Denna potential är en bedömning av vad som tekniskt är möjligt att odla eller insamla för rötning. Energimyndigheten bedömer på samma tekniska underlag den ekonomiskt och praktiskt tillgängliga potentialen till 3-4 TWh varav från avlopp och avfall 2-2.5 TWh, ur stallgödsel ca 0.7 TWh samt högst 0.5 TWh ur odlingsrester och grödor. Detta innebär att avlopps- och avfallsströmmarna utnyttjas i betydande utsträckning. Av jordbrukets potential, som utgör mer än 80 procent av den totala tekniska potentialen, kan däremot med befintlig teknik och nuvarande kostnadsbild endast en liten del utnyttjas.

Förklaringen till denna obalans är att restprodukterna finns tillgängliga och utgör ett problem från miljö- och klimatsynpunkt. Därför finns ett samhälleligt intresse av avfallet hanteras på ett ansvarfullt sätt. Odling av energigrödor och utnyttjande av växtrester är däremot ett resultat av främst ekonomiska överväganden. Odling för biogasproduktion väljs om den är mer lönsam än odling av livsmedel och foder eller odling av energigrödor för andra ändamål än biogas (t.ex. etanol, RME eller flis). Energimyndighetens utredare bedömer att med konkurrensneutrala styrmedel kommer rötning av grödor för biogasproduktion få svårt att konkurrera med grödor som utnyttjas för framställning av etanol eller annan bioenergi (Energimyndigheten, 2010).

Därtill kan läggas att den långsiktiga användningen av jordbruksmarken också påverkas av de globala livsmedelspriserna som i sin tur influeras av förändring i efterfrågan (t.ex. växande andel animalisk föda) och odlingsbetingelser (inkl. klimatrelaterade förändringar). Speciella problem uppkommer om man förväntar sig eller befarar att relativpriserna ändras så snabbt och så mycket att man inte hinner skriva av investeringar i utrustning och röttningsanläggningar. Sådana farhågor kan leda till att producenter och investerare väljer andra alternativ.

Linné et al (2008) anger den tekniskt/ekonomiskt tillgängliga potentialen för biogas från avfall, odlingsrester och gödsel till 8.4 TWh/år. Författarnas bedömning skiljer sig från Energimyndighetens i huvudsak beträffande växtodlingsrester och gödsel och det är oklart vilka antaganden om kostnader

och kostnadsrestriktioner som ligger till grund för deras väsentligt högre bedömning.

Även om Energimyndigheten påtagligt skulle ha underskattat den ekonomiskt tillgängliga volymen från jordbrukets restflöden påverkar inte detta i någon högre grad den mängd gas som kan finnas tillgänglig för användning inom transportsektorn. Det beror på att en stor del av odlingsresterna och gödslet finns på gårdar som är för små för att ligga till grund för egna (eller med grannar gemensamma) anläggningar för uppgradering till fordonsgas och att avståndet till anläggningar för samrötning kan vara stor. Det finns betydande skalfördelar vid uppgradering upp till åtminstone 30 GWh per år (Benjaminsson och Nilsson, 2009).

En rimlig slutsats är att potentialen, exklusive skogsråvara, för framställning av biogas som kan bli föremål för uppgradering till fordonsgas troligen inte är större än 2-3 TWh. Det potentiella utbudet kan jämföras med den mängd energi som utnyttjas i fordon, fartyg och flygplan (exkl. bunkring för utrikes luft- och sjöfart) och som 2010 uppgick till 95 TWh.¹

På lång sikt kan termisk förgasning av skogsrester och annan skogsråvara tillföra betydande kvantiteter, men det förutsätter att förgasningstekniken utvecklas gynnsamt och att gasproducenterna kan betala mer för råvaran än andra intressenter. Det är heller inte säkert att den syntesgas som kan komma att produceras uteslutande kommer att användas till fordonsgas. Alternativa möjligheter är elproduktion eller omvandling till flytande drivmedel som metanol och DME. Det är inte särskilt troligt att tillskottet av fordonsgas från förgasning av biomassa kommer att vara större än ca 1 TWh år 2020. Göteborg Energi håller på att bygga en pilotanläggning på 20 MW med stöd från Energimyndigheten. Den beräknas kunna tas i drift 2013 och kommer vid 8 000 driftstimmar per år att kunna ge 160 GWh biogas per år. Eventuellt beslut om en anläggning i kommersiell skala (80-100 MW) tas först efter det att pilotanläggningen tagits i drift. EON har planer på en förgasningsanläggning i Skåne på 200 MW, men det projektet förutsätter stöd från EU. Tredje generationens biodrivmedel kan på ännu längre sikt komma att bidra och i så fall främst i form av våta substrat som t.ex. alger.

4 Nuvarande användning av biogas och fordonsgas

Den svenska biogasens användning under senare år framgår av tabell 2 som visar en kraftig förskjutning i riktning mot uppgradering och en mindre mot mera el.

¹ Bunkring i Sverige för utrikes luft- och sjöfart uppgick 2010 till 32 TWh.

Tabell 2. Den svenska biogasen fördelad på användningsområden år 2010.

Område	Användning (GWh)	Andel 2010 (%)	Förändring 2005-2010 (%)
Värme	606	44	-12
El	56	4	+51
Uppgradering	609	44	+442
Fackling	112	8	-8
Data saknas	4	0	-99
Summa	1 387	100	+8

Källa: Energimyndigheten (2011a)

4.1 Uppgradering

Den uppgraderade gasen produceras så gott som uteslutande från avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar. År 2010 uppgraderades 50 respektive 87 procent av produktionen från de båda anläggningstyperna. Genom uppgradering (som kan ske med flera olika tekniker) höjs gasens innehåll av metan, medan mängden koldioxid reduceras. Medan naturgas till ca 90 procent utgörs av metan består rötgas till 60-70 procent av metan och till ca 35 procent av koldioxid. Rötgasen kan också vara förorenad av svavelväte, ammoniak och klor. Uppgraderad biogas kan användas som fordonsgas eller blandas med naturgas.

Energimässigt innehåller uppgraderad biogas ca 9.8 kWh per normalkubikmeter, medan naturgas håller 11.0 kWh. Det motsvarar energiinnehållet i 1.1 respektive 1.2 liter bensen. Energin i en kubikmeter uppgraderad biogas motsvarar i stort sett energiinnehållet hos en liter diesel.

4.2 Fordonsgas

Fordonsgas är naturgas och biogas när dessa används som drivmedel. Vid gemensam distribution av naturgas och biogas körs fordonen på en blandning. År 2010 levererades 93 miljoner Nm³ fordonsgas (1 TWh) av vilka 63 procent var biogas och 37 naturgas (Energimyndigheten, 2011b)². Inte oväntat var andelen naturgas högst i de delar av landet där naturgasnät finns, men inblandning av fossil gas förekommer även på andra håll. Vid årsskiftet 2010/2011 fanns 122 publika tankställen för fordonsgas och därutöver 16 dedikerade tankställen för fordonsflottor och/eller företag samt 31 tankställen för bussar.

Av tabell 3 framgår att antalet lätta gasfordon ökat mycket snabbare under de senaste åren än antalet tunga. Räknat som andel av respektive fordonsflotta ligger dock bussar och renhållningsfordon i topp. Lantz och Börjesson (2010) anger andelen gasdrivna fordon i dessa kategorier till 7 respektive 10 procent (baserat på uppgifter från SIKA). Det finns ingen samlad statistik över drivmedelsförbrukningen för dessa fordon, men Lantz och Börjesson beräknar bussflottans användning till närmare 40 procent av den totala mängden

² På annan plats i samma källa anges andelarna till 61 respektive 39 %.

fordonsgas. Stadsbussar och renhållningsfordon som vanligen tankar från egna depåer med långa leveranskontrakt kör på högre andel biogas än personbilar, troligen i genomsnitt över 80 procent biogas. Det innebär att personbilarna använder mer naturgas än biogas. Sannolikt är dock variationen betydande inom landet. I Stockholm torde bilarna väsentligen gå på naturgas, eftersom bussflottan konsumerar merparten av den lokalt producerade biogasen.

Tabell 3. Antal fordon och fartyg 2006-2009 som kan använda fordonsgas

Typ av fordon	2006	2007	2008	2009	Ökning 2006-2009
Personbilar och skåpbilar	11 024	13 407	15 642	21 749	97 %
Tunga fordon	338	369	398	412	22 %
Bussar	757	760	849	963	27 %
Fartyg	0	0	0	0	0 %
Totalt	12 119	14 536	16 889	23 124	91%

Källa: Svenska Gasföreningen (2010)

Det totala antalet årliga nyregistreringar av lätta gasfordon ökade under perioden 2005-2011 från 1 269 till 6 618 bilar. Genomsnittet för perioden motsvarar 1.4 procent av nybilsförsäljningen (2.2 % år 2011).

5 Svensk biogasanvändning i ett internationellt perspektiv

Detta avsnitt baseras nästan helt på Lindberg (2010), som är bilaga till Energimyndigheten (2010).

Inom EU producerades år 2008 ca 88 TWh biogas varav 48 procent baserades på gödsel och organiskt avfall (med mindre inslag av energigrödor), 39 procent utgjordes av deponigas och 13 procent kom från avloppsreningsverk. Räknat per tusen invånare finns den högsta primära biogasproduktionen i Tyskland (44.7 toe), följt av Österrike (28.0), Storbritannien (26.9) och Luxemburg (21.8). Därefter följer Danmark (17.4), Nederländerna (13.8) och Sverige (11.4). Övriga 22 länder producerar mindre än 10 toe per tusen invånare och bland dem har hälften en produktion som understiger 5 toe.

I Europa används biogasen i huvudsak till elproduktion och kraftvärme. År 2008 genererades ca 20 TWh el på detta sätt. I Tyskland och Danmark finns fördelaktiga feed-in tariffer för el producerad från biogas. I Danmark är uppgradering av biogas 10-20 gånger dyrare än direkt leverans av rågas till kraftvärmeverken. Uppgradering av biogas är sparsamt förekommande i Europa och utnyttjande av biogas som drivmedel förekommer i stort sett bara i Sverige. Av det totala antalet uppgraderingsanläggningar i världen fanns 2009 ca 40 procent i Sverige. De svenska anläggningarna var dock i genomsnitt mindre än anläggningarna i USA och Tyskland. Utomlands injiceras den uppgraderade gasen i naturgasnätet.

I slutet av 2009 fanns mer än 11 miljoner gasdrivna fordon och över 16 500 gastankstationer i världen. De flesta finns i Asien och Latinamerika. I Europa hade Italien flest gasfordon (drygt 0.6 miljoner). Fordonen körs i allt väsentligt på fossil gas. Ett skäl utöver den höga kostnaden att inte uppgradera biogas är i många länder god tillgång till naturgas. Medan naturgasen 2008 bara stod för 2 procent av energitillförseln i Sverige svarade den i genomsnitt för 25 procent i Europa (IEA Statistics).

6 Tekniska alternativ

Fordonsgas kan användas direkt i fordon eller i blandning med diesel. I det förstnämnda fallet används gasen vanligen i ottomotorer. I det senare fallet kan blandningen i gynnsamma fall bestå av 80 procent gas och 20 procent diesel. Gasen kan vara komprimerad (CNG/CBG) eller i flytande form (LNG/LBG).

6.1 Fordonsgas i personbilar och lätta skåpbilar

I slutet av 2011 fanns 30 olika gasdrivna modeller av personbilar och lätta skåpbilar på den svenska marknaden. Många av dem var dock varianter av samma modell, så om man räknar grundmodeller snarare än varianter reduceras antalet till 11. De marknadsförs av Fiat (2 grundmodeller), Mercedes-Benz (2), Opel (2), Volkswagen (4) och Volvo (1). Flertalet bilar är byggda så att de valfritt kan gå på fordonsgas och bensin men några har så liten bensintank att ägaren i huvudsak är hänvisad till fordonsgas.

I tabell 4 jämför vi sex av de på marknaden förekommande modellerna (med manuell växellåda) med den av samma tillverkares bensin- och dieselmotorer som beträffande motoreffekt och prestanda kommer närmast gasbilen. För gasbilarna avser värdena för CO₂ naturgas (med värdet för bensin inom parentes). Vid utnyttjande av biogas blir utsläppet noll om man bortser från eventuella utsläpp av fossil gas i produktionskedjan, som förstås också uppstår vid framställning av diesel och bensin, samt förhållandet att bilarna behöver kallstartas på bensin. Zafira 1,6 YNG (CNG) är en s.k. monofuel bil. Det innebär att den endast drivs med gas. Det finns en mindre bensintank i bilen, men bensinen används endast i startmomentet. Därför anges endast ett CO₂-värde för denna bil baserat på gasdriften. För VW Caddy finns heller inget certifieringsvärde för bensin, vilket uppges bero på att bensintanken bara rymmer 13 liter.

Vad Volvo V70 beträffar faller V70 bi-fuel prestandamässigt ungefär mitt emellan bensinmodellerna T4 och T5. Bi-fuel ger 200 hk vid gasdrift mot 180 för T4 och 240 för T5. Accelerationen 0-100 km/h är 7.7 sekunder vid bensindrift för bi-fuel (inget värde anges för den lägre motoreffekten vid gasdrift) samt respektive 8.7 och 7.7 sekunder för T4 och T5. Efter avdrag för den av Volvo uppgivna konverteringskostnaden till gasdrift ligger priset på V70 bi-fuel

väsentligt närmare priset för T4 (+ 14 000) än med T5 (-38 000). Vi har därför dragit slutsatsen att T4 är den bensinmodell som ligger närmast V70 bi-fuel.

Tabell 4. Jämförelser mellan gasbilar och motsvarande modell med bensin- respektive dieseldrift.

Modell	Fordonsgas	Bensin	Diesel
Fiat Punto Evo	1.4 Natural Power	1.2 8 V ECO	1.3 16 V
Motoreffekt (hk)	77	69	95
Acceleration 1-100 km/h, sekunder	16.9 (14.9 #)	14.4	11.7
CO2-utsläpp g/km (bensin inom parantes)	115 (149)	119	110
Tjänstevikt, kg	1245	1040	1105
Riktpris, kronor inkl. moms	169 900	127 900	159 900
Mercedes Benz B 180	NGT BlueEFFICIENCY	BlueEFFICIENCY	CDI BlueEFFICIENCY
Motoreffekt (hk)	116	116	109
Acceleration 1-100 km/h, sekunder	12.4	9.5	10.9
CO2-utsläpp g/km (bensin inom parantes)	135 (170)	146	136
Tjänstevikt, kg	1470	1340	1435
Riktpris, kronor inkl. moms	249 900	224 900	234 900
Opel Zafira	1.6 CNG ecoFLEX Enjoy	1.4 Turbo S/S	2.0 DT ecoFLEX
Motoreffekt (hk)	150	140	130
Acceleration 1-100 km/h, sekunder	11.2	10.7	11.4
CO2-utsläpp g/km (bensin inom parantes)	138 (-)	148	119
Tjänstevikt, kg	2355	2295	2340
Riktpris, kronor inkl. moms	255 900	226 900	245 900
VW Passat	1.4 TSi 150 EcoFuel Masters	TSI 160 MultiFuel Twincharger Masters	TDI 140 Bluemotion Technology Masters
Motoreffekt (hk)	150	160	140
Acceleration 1-100 km/h, sekunder	9.8	8.5	9.8
CO2-utsläpp g/km (bensin inom parantes)	117 (158)	156	119
Tjänstevikt, kg	1598		
Riktpris, kronor inkl. moms	289 000	259 800	279 800

VW Caddy 2.0	EcoFuel Trendline	1.2 TSi Trendline	1.6 TDI Trendline
Motoreffekt (hk)	109	105	102
Acceleration 1-100 km/h, sekunder	13,8	12,4	12,9
CO2-utsläpp g/km (bensin inom parantes)	156 (-)	156	149
Tjänstevikt, kg	1728	1550	1610
Riktpris, kronor inkl. moms	218 100	182 600	213 000
Volvo V70 II 2.5 t AFV			
Bi-Fuel CNG	T4	D5 MAN	
Motoreffekt vid gasdrift (hk)	200	180	215
Acceleration 1-100 km/h, sekunder	(7.7)	8.7	7.8
CO2-utsläpp g/km (bensin inom parantes)	174 (209)	153	134
Tjänstevikt, kg	1890	1714	1844
Riktpris, kronor inkl. moms	289 900	251 900	345 000

Vid bensindrif

Källor: Uppgifter från tillverkare och svenska generalagenter

Gasbilarnas utsläpp av CO₂ vid körning på naturgas ligger i snitt 21 procent under emissionen för samma fordon när den körs på bensin, vilket inte fullt motsvarar skillnaden mellan de båda drivmedlen i kolatomer per energienhet. Deras utsläpp (med naturgas som drivmedel) varierar något i förhållande till motsvarande bensinmodeller, men ligger som väntat klart under de senare, i genomsnitt 5 procent. En följd av att gasbilarna vanligen är tyngre än bensinbilarna blir dock att deras utsläpp vid bensindrif i genomsnitt överstiger de senares med 18 procent.

Med naturgas som drivmedel har gasbilarna ofta högre utsläpp än dieslbilarna. I genomsnitt släpper de ut 9 procent mer, men variationen är betydande (+30 till -2 %). När VW Passat och MB B 180 körs på naturgas har de något lägre utsläpp än jämförbara dieselmodeller och kan därmed sägas representera teknikfronten för gasdrivna personbilar, medan Volvo V70 bi-fuel har 30 procent högre emission än V70 D5. Om man väger in de olika modellernas marknadsandelar år 2011 blir utfallet mera positivt, eftersom VW Passat svarade för drygt halva årets försäljning av gasbilar till svenska kunder.

Jämförelseobjekten är genomgående valda så att de så långt möjligt ska ha samma komfortstandard och utrustning som gasbilarna. Bilarna är – bortsett från skillnaderna i drivlina - dock inte helt identiska, vilket man bör ha i åtanke när man jämför cirkapriserna. I genomsnitt kostar gasbilen ca 39 000 kronor mer än bensinbilen (+18 %) men 2 000 kronor mindre än dieslbilen (-0.8 %). VW Passat kostar dock 9 000 kronor mer i gasversionen än som diesel. Man bör också vara uppmärksam på att skillnaden i pris inte nödvändigtvis återspeglar samma skillnad i tillverkningskostnad. Priserna påverkas av vad tillverkare och

generalagent tror att marknaden tål och förhållandet att gasbilar subventioneras inom ramen för förmånsbeskattningen kan ha medfört att bilföretag sett en möjlighet att ta ut ett högre pris än vad de skulle ha gjort i ett läge utan subventioner. I Volvos fall var V70 bi-fuel hösten 2011 prissatt till 289 900 kronor, men i april 2012 hade priset höjts till 326 000 kronor och företaget uppger i den nu aktuella prislistan att konverteringen till gasdrift höjer tillverkningskostnaden med 60 000 kronor.³

År 2010 kördes gasdrivna vägfordon i genomsnitt på en blandning bestående av ca 60 procent biogas och 40 procent fossilgas. Personbilarna körs i genomsnitt på en högre andel fossil gas än lastbilar och bussar vilket beror på att de senare i högre grad tankar från depåer som enbart innehåller biogas. Därtill startas personbilarna alltid på bensen och körs även i övrigt stundtals på det bränslet. Trafikverket (2011) anger att nya gasbilar under 2010 i ett livscykelperspektiv reducerade klimatverkan med ca 42 procent jämfört med nya bensenbilar.

Det kan vara på sin plats att notera att den som primärt väljer en gasbil i syfte att reducera sitt utsläpp av CO₂ kanske vid ett alternativt val av samma modell i bensen- eller dieselutförande skulle ha föredragit den snålaste varianten snarare än den som beträffande motoreffekt och prestanda kommer närmast gasbilen. Skillnaden kan illustreras med Volvo V70 II där D5 MAN i tabell 4 släpper ut 134 gram per km, medan V70 II DRIVE bara ger upphov till 119 gram. V70 DRIVE är dessutom 59 000 kronor billigare i inköp.

6.2 Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar

Användning av fordonsgas i tunga fordon förekommer främst i bussar och lastbilar i stadstrafik. Valet av fordonsgas som drivmedel är i många fall resultatet av krav från offentliga beställare av t.ex. renhållning eller kollektivtrafik. Dessa fordon använder sig av en motor med glödstiftständning som liknar en ottomotor, d.v.s. den motortyp som används i bensenbilar. Då en ottomotor har lägre energieffektivitet än en dieselmotor har även motorer anpassade för enbart fordonsgas relativt dålig energieffektivitet, ca 30 procent sämre än motsvarande dieselmotor⁴. En begränsning är även den relativt korta räckvidden som följer av att gas är utrymmeskrävande. Detta gör att räckvidden för både bussar och lastbilar är för liten för långväga trafik. De mycket låga utsläppen av luftföreningar och partiklar från fordonsgas är en miljömässig fördel som får särskilt stor betydelse då den ersätter diesel i tunga fordon i stadsmiljö. Dock finns en osäkerhet kring utsläppen av mycket små partiklar från gasmotorer vilket skulle kunna innebära en hälsorisk (Broman et al, 2010).

6.3 LNG/LBG i fjärrbilar

LNG/LBG är naturgas respektive biogas som kylts ner till minus 162° C för att övergå i flytande form. Därigenom ökar densiteten, vilket gör det möjligt att få med sig bränsle för betydligt längre sträckor än vad som är möjligt i gasform. Flytande gas måste förvaras i tankar som håller gasen nedkyld, men trots detta

³ http://www.volvocars.com/se/footer/Documents/Volvo-priser_2012_5.pdf (2012-04-04)

⁴ Kontakt med Edward Jobson, Volvo.

sker kontinuerligt viss förångning vilket gör att tankarna måste tömmas om fordonet ska stå oanvänt en längre tid.

Flytande gas kan användas som bränsle tillsammans med en viss andel diesel i en dieselmotor. Denna lösning kallas dual-fuel eller metan-diesel-teknik. Även gasformig biogas går att använda i kombination med diesel men då blir räckvidden avsevärt kortare. Eftersom en dieselmotor är effektivare än en ottomotor får man större utbyte av gasen med dual-fuel-teknik jämfört med när den används i en ottomotor. Motorn går även att köra enbart på diesel. Andelen diesel varierar med belastningen på motorn. För en hög andel fordonsgas bör motorn gå på jämn men hög belastning. Dual-fuel-teknik är därför lämplig för långväga trafik men mindre lyckad i stadskörning med många stopp och accelerationer.

Eftersom metan är en mycket potent växthusgas är det viktigt att eventuella utsläpp av metangas är ytterst små. Farhågor finns kring problem med utsläpp av metan från dual-fuel motorer (Broman et al, 2010).

6.4 LNG/LBG i fartyg

Flytande gas kan användas som bränsle i fartyg, dels i motorer avsedda enbart för gas, dels som dual-fuel i dieselmotorer. Under normala driftförhållanden och hastighet räcker det med inblandning av ca 20 procent diesel. Vid låga laster körs motorn på enbart diesel.

Naturgas i vätskefas kräver ca 1.8 gånger större utrymme per energienhet än diesel. Genom att gastankarna måste vara runda och välisolerade tar de i praktiken upp ungefär dubbelt så stort utrymme som tankar för motsvarande mängd dieselolja. SSPA & ÅF (2011) exemplifierar med ett mindre containerfartyg som vid ombyggnad till dual-fuel skulle förlora ca 4 procent av sin lastkapacitet för att bereda plats för gastankarna, men de ger också exempel på fartyg där tankarna kunnat placeras på däck utan konflikt med lastutrymmet. Sjöfartsnäringens erfarenheter av gasdrift är ännu ganska begränsad, men globalt fanns 2011 närmare hundra fartyg som byggts för LNG eller konverterats till LNG eller dual-fuel, de flesta av dem små. En betydande del av dem finns i Norge som ett resultat av att den norska NO_x-fonden stödjer LNG som ett sätt att påtagligt reducera utsläppet av NO_x samtidigt som emissionerna av svavel och partiklar i stort sett försvinner.

De skärpta kraven på utsläpp av svavel och NO_x i IMO:s svavel- och kväveoxidkontrollområden (SECA respektive NECA) som träder ikraft 2015 respektive 2016 förväntas leda till en påtaglig ökning av användningen av LNG inom sjöfarten. Svavelhalten hos LNG är bara 3.5 ppm och NO_x-emissionen reduceras med 80-90 procent när gasen används i ottocykel och med 20-30 procent i dieselcykel.

Eftersom Östersjön och Nordsjön är SECA-områden och på strandstaternas ansökan kan komma att utses till kontrollområden för NO_x (NECA), kan expansionen av LNG förväntas bli särskilt snabb i Sveriges närområde. För att konceptet ska fungera krävs emellertid att infrastrukturen byggs ut. EU stödjer

utvecklingen genom flera av sina fonder och kommissionen finansierar en pågående studie av förutsättningarna för utbyggnad av infrastrukturen för LNG. Att döma av nyhetsbrevet Sustainable Shippings⁵ referat från olika sjöfartskonferenser förefaller företrädare för de stora klassningssällskapen förvänta sig att det år 2020 globalt kommer att finnas flera tusen gasdrivna fartyg och bland dem betydligt fler stora båtar än idag. MEC Intelligence (2011) räknar med 10 000 LNG-fartyg år 2020, vilket med tanke på den korta återstående tiden förefaller optimistiskt.

Ett problem som möjligen kan bromsa introduktionstakten är att IMO ännu bara antagit interimistiska rekommendationer avseende säkerhetskrav på motorer, gastankar och tankning. Flera klassificeringssällskap har dock på egen hand utvecklat råd och regler. En fråga som ännu inte avgjorts av IMO är i vilken utsträckning som tankning av gas kan tillåtas under pågående lastning/lossning eller med passagerare ombord.

Bland tillverkarna av marina gasmotorer finns bl.a. Wärtsilä, MAN Diesel & Turbo och Caterpillar Marine Power Systems. Verkningsgraden varierar med motortyp och belastning och är lägst i lean-burnmotorer med ottocykel och högst i "high pressure natural gas injection diesel cycle engines". TNO (2011) uppger att verkningsgraden vid gasdrift i dieselmotorer kan vara 1-2 procent lägre än vid motsvarande dieseldrift.

Verkningsgraden i motorer avsedda för gas skiljer sig således bara marginellt från de dieselmotorer som skulle ha använts om skeppsredaren i stället valt en konventionell lösning. Eftersom naturgas innehåller betydligt mindre kol per energienhet än olja (och mer väte), blir koldioxidemissionen, allt annat lika, ca 23 procent lägre vid gasdrift. Den totala emissionen av växthusgaser påverkas emellertid också av metan. Läckage av oförbränt metan är ett större problem i fartygsmaskiner än i de mindre gasmotorer som används i vägfordon. Eftersom metan i ett hundraårsperspektiv har 21 gånger högre växthuseffekt än koldioxid får inte metansläppet (methane slip) överstiga 2 procent om man vill förhindra klimateffekten av byte från olja till gas från att bli negativ.

Mätningar utförda på äldre dual-fuel motorer visar att metansläppet är så stort att klimateffekten av övergången till gas blir klart negativ. MARINTEK (2010) redovisar utsläpp på över 4 procent för ottocykeln men anger 2.5 procent för den senaste lean-burn-motorn. För dual-fuel uppges metansläppet till ca 8 procent. Gasmotorer med högtrycksinsprutning av bränslet har däremot så effektiv förbränning att metanutsläppet blir väsentligt lägre. MAN Diesel & Turbo uppger att företagets nya ME-GI motor bara släpper ut 0.2 g metan per kWh, oavsett belastning. Det är 20-40 gånger mindre än motsvarande utsläpp från de mest moderna dual-fuel motorerna. Det gör att motorn, enligt MAN, har 17-20 procent lägre klimateffekt än motsvarande dieseldrift.⁶

⁵ Sustainableshipping.com

⁶ Diesel Facts 3/2011, MAN Diesel & Turbo

TNO (2011) anger växthuseffekten från tank till propeller vid gasdrift blir 7 procent lägre än vid oljedrift (MGO). Det innebär vid oförändrad energiverkningsgrad att ca 70 procent av fördelen av ett lägre innehåll av kol i klimathänseende går förlorad till följd av metanutsläpp. I en studie av utsläpp från källa till propeller (LCA) kommer Bengtsson, Andersson, och Fridell (2011) till slutsatsen att LNG ger 5-9 procent lägre växthuseffekt än MGO.

7 Fordonskostnaden i olika alternativ

Detta avsnitt redovisar den samhällsekonomiska merkostnaden för fordon som kan utnyttja biogas och naturgas vid jämförelse med fordon som enbart kan använda fossila drivmedel. Det innebär att vi genomgående satt "avskrivningstiden" lika med fordonens beräknade livslängd. Annuiteten för kapitalkostnaden är genomgående beräknad utifrån 6 procents ränta. För tunga fordon tillkommer merkostnader för service och underhåll jämfört med samma fordon i dieseldrift.

7.1 Fordonsgas i personbilar

Merkostnaden för gasdrivna personbilar beror, som redan framgått på om man jämför med motsvarande modell med bensin- eller dieselmotor. Vi redovisar därför två alternativ. Vid ett antagande om 17 års medellivslängd blir den årliga merkostnaden för anskaffningen av gasbilen i genomsnitt 3 735 kronor jämfört med motsvarande bensinbil och baserat på uppgifterna i tabell 4. Vid jämförelse med motsvarande bilar i dieselutförande minskar den årliga kapitalkostnaden med 196 kronor. Vi räknar inte med någon betydande skillnad i årlig servicekostnad.

7.2 Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar

Den del av busstrafiken i Sverige som upphandlas genom trafik huvudmännen drivs i vissa fall med fordonsgas som ett resultat av miljökrav i upphandlingen. Det finns en tydlig merkostnad för att driva bussar med fordonsgas jämfört med diesel. Enligt Västtrafiks uppgifter beräknas biogasdrift totalt kosta ca 2 kronor mer per kilometer jämfört med dieseldrift vid ett dieselpriis på 10 kronor per liter exkl. moms, vilket motsvarar en merkostnad på ca 10 procent (Västtrafik, 2010). Den högre kostnaden beror på större energiåtgång, ca 25-40 procent högre jämfört med en dieselbuss och upp till 60 procent mer än för en dieselhybrid, betydligt högre investeringskostnader och höga underhållskostnader (ca 1 kronor/km i merkostnad).

Vid kontakt med SL bekräftas att det finns en merkostnad jämfört med trafikering med dieselbussar som under perioden 2006-2008 motsvarade ungefär 10-15 procent men att denna merkostnad för nya bussar minskat för de

senare åren. Enligt SL⁷ beror merkostnaden på högre inköpskostnader och till viss del högre service- och underhållskostnader, främst för äldre gasbussar.

Kontakter med Volvo ger uppgifter om merkostnader i form av högre inköpskostnad på 300 000 - 400 000 kronor samt service- och underhållskostnader som är ca 50 procent högre för gasbussar jämfört med motsvarande dieselbuss⁸.

I kostnadsberäkningen antar vi en årlig körsträcka på 7 000 mil och en livslängd på 12 år för en gasdriven stadsbuss. Merkostnaden vid inköp sätts till 350 000 kronor, vilket ger en årlig merkostnad på 42 000 kronor. Merkostnaden för service uppskattas till 70 000 kronor per år.⁹ Den årliga merkostnaden för gasdrift blir under dessa förutsättningar ca 112 000 kronor per buss.

Kontakter med Scantias återförsäljare för lastbilar ger uppgifter om merkostnader för en lastbil med gasmotor på 270 hk jämfört med motsvarande bil med dieselmotor på 280 hk på ca 330 000 kronor vid inköp och därtill ökade servicekostnader på ca 7 000 - 10 000 kronor per år.¹⁰ Ett renhållningsföretag med stor erfarenhet av gasfordon bekräftar uppgiften om merkostnaden för inköp men uppskattar merkostnaden för service till betydligt högre belopp, ca 40 000 - 50 000 kronor per år och lastbil. Vi har i våra beräkningar antagit en årlig merkostnad för service på 20 000 kronor per år. Merkostnaden för inköp slås ut på en förväntad livslängd på 9 år baserat på renhållningsföretagets uppgifter, vilket ger annuiteten 48 500 kronor. Tillsammans med ökade servicekostnader på 20 000 kronor per år i snitt blir merkostnaden totalt 68 500 kronor per år.

7.3 LNG/LBG i fjärrbilar

Kontakt med Volvos återförsäljare ger uppgifter om merkostnad för inköp av deras metan-diesellastbil på 400 000 kronor jämfört med motsvarande dieseldriven lastbil samt merkostnader för underhåll på ca 1 700 kronor i månaden. Antaget 8 års livslängd blir den årliga totala merkostnaden 84 800 kronor om vi utgår ifrån att merkostnaden för underhåll är 1 700 kronor per månad under hela livslängden.

7.4 LNG/LBG i fartyg

Kostnadsbilden för användning av flytande gas i fartyg är fortfarande svår att bedöma men kommer att klarna i takt med att tekniken mognar och marknaden växer. För närvarande bedöms ett nytt gasdrivet fraktfartyg kosta ca 20 procent mer i inköp än samma fartyg utrustat för konventionell drift (SSPA & ÅF, 2011). Priset på LNG varierar i viss mån med den tankade volymen men låg hösten 2011 ca 25-30 procent under kostnaden för lågsavvliga destillat (MGO). Priset låg ungefär i nivå med priset för tunga återstodsolja (HFO).

⁷ Lennart Hallgren och Sara Andersson.

⁸ Edward Jobson.

⁹ Körsträcka, livslängd och merkostnad för service baseras på uppgifter i Magnusson (2008).

¹⁰ Thomas Holmström.

En uppenbar vinst med LNG är att redaren slipper tillkommande kostnader för att klara IMO:s krav på utsläpp av NO_x i NECA-områden. Därtill kommer en ytterligare fördel den dag då IMO (alternativt EU) inför någon form av ekonomiskt styrmedel i syfte att begränsa utsläppen av CO₂ från marina bränslen (skatt, avgift eller handel med utsläppsrätter). Det är en vanlig bedömning att fördelarna med gas sammantaget kommer att uppväga den högre initiala kostnaden. Germanischer Lloyd bedömer att kostnaden återbetalas inom några år jämfört med att köpa MGO.¹¹

Eftersom de gasdrivna fartygen fortfarande är förhållandevis få och skepp vanligen inte tillverkas i längre serier är det för närvarande svårt att identifiera ett typfartyg som kan användas som grund för kostnadsjämförelser. Vi tvingas därför avstå från en bedömning av hur kostnadseffektiv från klimatsynpunkt ett skifte till biogas/naturgas är inom sjöfarten.

8 Kostnad och prissättning av biogas och naturgas

Det finns en stor spridning i kostnaderna för såväl produktion och uppgradering som distribution av biogas då kostnaderna starkt beror på lokala förutsättningar. Vår kostnadsuppskattning lutar sig till stor del mot Energimyndigheten (2010). I tabell 6 sammanfattas kostnadsuppskattningarna. Generellt sjunker kostnaderna per kWh för samtliga led i produktions- och distributionskedjan med större volymer. Kostnaden för distribution, i synnerhet då den sker med lastbil, är även avståndsberoende.

8.1 Tillverkning av rågas (biogas)

Kostnaderna för tillverkning av biogas varierar kraftigt beroende på lokala förutsättningar främst i form av tillgång till olika substrat. Biogasproduktion i anslutning till avloppsreningsverk är förmodligen det mest kostnadseffektiva då kostnader för transporten av substratet till anläggningen faller bort och substratet dessutom är en restprodukt. För samrötningsanläggningar varierar kostnaderna mycket, både beroende på kostnaderna för substraten i sig och transportererna av dem. Den biogas som uppgraderas till fordonsgas kommer i stort sett enbart från avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar. Enligt Energimyndigheten (2010) kan produktionskostnaden i bästa teoretiska fall komma ner till 30 öre per kWh, medan den övre gränsen för kostnaden ligger kring 70 öre per kWh. Kostnaderna för gas från avloppsreningsverk ligger i den lägre delen av intervallet.

8.2 Uppgradering av biogas till fordonsgas

Den biogas som produceras i rötningsanläggningar måste uppgraderas för att få en tillräckligt hög metanhalt för att kunna användas som fordonsgas. Benjaminsson och Nilsson (2009) uppskattar kostnaden för uppgradering till 16

¹¹ LNG Towards a Clean Future, Germanischer Lloyd, nonstop Issue 01-2012.

öre/kWh för uppgraderingsanläggningar med små volymer (10 GWh/år) och 6.2 öre/kWh för anläggningar med större volymer (100 GWh/år). Energimyndigheten (2010) gör en högre uppskattning av uppgraderingskostnaden från 15 öre/kWh till 20 öre/kWh. I tabell 5, som sammanfattar kostnadsläget för produktion och distribution av biogas, utgår vi ifrån Energimyndighetens kostnadsuppskattning.

8.3 Distribution

Energimyndigheten (2010) gör bedömningen att distributionskostnaderna för fordonsgas generellt är höga idag till följd av överkapacitet i förhållande till mängden efterfrågad fordonsgas men med stor potential till rationalisering. Kostnaderna per kWh för distribution anges i en uppskattning ligga från som lägst 10 öre per kWh till 1.1 kr per kWh för de sämsta distributionssystemen. Distributionskostnaderna varierar med såväl volym som avstånd. Distribution sker på flera olika sätt, främst via ledningsnät eller med lastbil. Generellt gäller att ju större volymer gas som ska transporteras och ju kortare sträckor gasen transporteras desto mer ekonomiskt fördelaktigt blir distribution via ledningsnät jämfört med lastbilstransport.

Distribution via naturgasnätet

Sverige importerar naturgas från Danmark via en ledning under Öresund till ett naturgasnät som sträcker sig från Skåne upp längs västkusten till Stenungssund med ett grenrör till Gnosjö i Småland. Sammantaget når naturgasnätet ett trettio-tal kommuner i sydvästra Sverige. Eftersom naturgas och biogas kemiskt består av samma sak, metangas, så kan de båda gastyperna ersätta varandra. Det är därför möjligt att distribuera uppgraderad biogas tillsammans med naturgas i naturgasnätet och ca 14 procent av biogasproduktionen förs idag in på naturgasnätet (Energimarknadsinspektionen, 2010). Eftersom den danska naturgasen har ett högre värmevärde än uppgraderad biogas tillsätts propan för att biogasen ska få samma värmevärde.

Naturgasnätet kan delas upp i transmissionsnätet och distributionsnätet. Biogas tillförs distributionsnätet idag men en förutsättning för framtida större anläggningar bedöms vara att även kunna tillföra gas till transmissionsnätet (Benjaminsson och Nilsson, 2009). Givet att det finns kapacitet i naturgasnätet är systemkostnaden för att tillföra ytterligare gas nära nog obefintlig medan kostnaden för biogasproducenten trots detta kan bli betydande genom olika nätavgifter. Energimyndigheten (2010) anger kostnader på knappt 1 öre per km och kWh för transport via naturgasnätet.

Distribution via lokala nät

Lokala nät finns i Trollhättan, Borås, Örebro, Linköping, Västervik, Västerås och Stockholm (Benjaminsson och Nilsson, 2009). I nät som inte är sammankopplade med naturgasnätet behövs system för back-up vid låg produktion av biogas. LNG kan användas för back-up vilket görs i nästan alla lokala gasnät i Sverige. Detta innebär att de lokala näten till viss del även försörjs med naturgas via lastbilstransporter. Sammantaget omfattar de lokala ledningsnäten ca 10 mil varav ingen ledning överstiger 2 mil, vilket speglar att ledningstransport blir en dyr distributionsform över långa avstånd

(Energimyndigheten, 2010). Kostnaden för distribution via ett lokalt ledningsnät uppskattas till 2-15 öre per kWh och km i Energimyndigheten (2010).

Distribution av komprimerad gas med lastbil

Distribution av komprimerad gas (CBG/CNG) görs genom att den komprimerade gasen körs ut med lastbil i gasflaskor monterade på lastväxlarflak. Genom att använda flaskor i kompositmaterial istället för stål minskar vikten av själva gasbehållarna och det blir möjligt att transportera en större mängd gas per lastbil. Distribution av komprimerad gas med lastbil sker idag bland annat i Västra Götaland, Östergötland och i Mälardalen. Flaktransporter är betydligt billigare än distribution i lokala nät för längre transporter och bland annat transporteras idag gas från Örebro till Stockholm på detta sätt. Energimyndigheten (2010) uppskattar kostnaden för flaktransporter till 1-2 öre per kWh och km, dock högre för riktigt korta avstånd.

Distribution av flytande gas (LNG/LBG)

Förvätskning av naturgas till LNG är en beprövad teknik, medan förvätskning av biogas till LBG är en relativt ny företeelse. Transport av flytande gas istället för komprimerad gas sänker distributionskostnaden för långa transporter men är ett dyrt distributionsalternativ på korta avstånd. Förutom kostnaden för själva transporten av LBG tillkommer kostnader för förvätskning och finrening som i Benjaminsson och Nilsson (2009) uppskattas till ca 18 öre per kWh för en gasmängd på 100 GWh per år men är betydligt högre för mindre förvätskningsanläggningar. Detta gör att transport av biogas i flytande form enbart är ett alternativ vid transport av stora gasmängder på långa avstånd där den låga transportkostnaden per km (ungefär en femtedel av kostnaden för komprimerad gas enligt Benjaminsson och Nilsson (2009)) kan uppväga kostnaden för förvätskning och finrening. Då LNG/LBG måste hållas nedkyld för att inte förångas transporteras den förvätskade gasen i termosliknande tankar.

8.4 Försäljning

Försäljningskostnaderna för fordonsgas varierar kraftigt men är generellt höga. För de stora aktörerna Fordonsgas AB och EON uppskattas genomsnittskostnaden ligga mellan 20 och 30 öre/kWh, vilket är 10-30 gånger högre än försäljningskostnaden för bensin och diesel. För kommunalt drivna tankställen uppskattas den uppgå till ca 40 öre/kWh, medan riktigt små tankställen förmodligen har en försäljningskostnad över 1 kr/kWh (Energimyndigheten, 2010). Ett skäl till de höga försäljningskostnaderna är småskaligheten. Energimyndigheten (2010) beräknar att varje publikt tankställe i genomsnitt omsätter ca 7 GWh fordonsgas, vilket kan jämföras med en genomsnittlig omsättning i oljehandeln på 270 GWh per station.

Tabell 5. Kostnader för tillverkning samt distribution av biogas (Energimyndigheten 2010)

	Kostnader (kr/kWh)
Tillverkning av rågas	0.3-0.7
Uppgradering till fordonsgas	0.15 - 0.20
Distribution	0.10-1.1
Försäljning	0.25-0.40
Summa	0.8-2.4

Energimyndigheten (2010) anger att den sammantagna genomsnittliga kostnaden i befintliga system ligger kring 1.50 kr/kWh. Denna kostnad kan jämföras med det genomsnittliga försäljningspriset för fordonsgas vid publika tankställen som 2012-04-19 låg på 14.43 kr/Nm³, vilket motsvarar ca 1.40 kr/kWh. Med de kostnader som anges är det alltså i många fall svårt att uppnå lönsamhet. Ovanstående summor gäller för publika tankställen.

Vid en studie av kostnadseffektiviteten av att använda biogas i tunga fordon som tankar från egen depå jämfört med att använda samma volym i personbilar är kostnaderna för distribution och försäljning en viktig faktor, eftersom personbilarna kräver ett betydligt mer finmaskigt distributionsnät. Vi har försökt att uppskatta skillnaderna i distributions- och försäljningskostnader för dessa fordonstyper, men haft svårigheter beträffande kostnaderna för distribution och tankställen när det gäller depåer, t ex för bussar. Kostnaden per kWh varierar kraftigt beroende på avståndet mellan depån och biogasleverantören men också beroende på gasvolym.

I våra beräkningar gör vi mycket grova uppskattningar som baseras på kontakt med personer i gasbranschen. Vi antar att distributions- och försäljningskostnaderna för depåer ligger på samma nivå som för publika tankställen i storstäder och längs naturgasnätet baserat på ett antagande om att de avsevärt större gasvolymerna per tankställe i depåerna uppväger den skillnad i investeringskostnad som uppstår till följd av att ett tankställe för t ex bussar kräver mycket högre driftsäkerhet än ett offentligt tankställe. Detta innebär att vi antar distributions- och försäljningskostnader för depåer som motsvarar de lägsta skattningarna i Energimyndigheten (2010).

8.5 Prissättningsmodeller

Kontakt med personer i gasbranschen indikerar att fordonsgas generellt har låg lönsamhet och att det finns ett antal, främst kommunala, bolag som säljer gas till priser som inte täcker kostnaderna. Prissättningen sker enligt alternativkostnadsprincipen, d.v.s. priset sätts utifrån kundernas kostnader för konventionella drivmedel. För kunder som har långa avtal, detta gäller t.ex. trafikhuvudmän, är prisutvecklingen ofta kopplad till någon form av prisindex. Dessa prisindex kan bestå av drivmedelspriser för fossila bränslen, medan t.ex. SL har valt ett prisindex som inte innehåller fossila bränslen direkt utan istället

energipriser, allmän prisutveckling samt i ett fall även ett råvaruindex som ska ta hänsyn till kostnadsutvecklingen för substrat för biogasproduktion¹².

För fordonsflottor som tankar från egna tankställen varierar avtalsutformningen när det gäller distributionen. SL har för vissa av sina busdepåer avtal där SL står för distributionskostnaderna till depån, medan gasleverantören beträffande andra depåer själv har investerat i ledningen till depån.

9 Nuvarande subventioner

Framställning och uppgradering av biogas stöds på olika sätt av staten och av vissa kommuner men som framgått ovan tar vi inte upp dessa subventioner i den föreliggande rapporten som helt fokuserar på användningen av uppgraderad biogas. Användningen av biogas som fordonsbränsle subventioneras i distributionsledet genom statligt stöd till publika tankningsstationer samt genom drivmedelsbolagens interna korssubventionering.

På fordonssidan subventioneras personbilar genom nedsatt förmånsvärde och genom befrielse från parkeringsavgifter i en rad kommuner. Viss subventionering av bussar förekommer också genom att trafikhuvudmän väljer gasbussar framför billigare alternativ. På motsvarande sätt medverkar landstingens och kommunernas krav vid upphandling av taxi och färdtjänst till att taxiföretagen i viss utsträckning väljer gasfordon.

9.1 Subventioner av gasdrivna personbilar

Förmånsbeskattningen av gasdrivna personbilar består av två element. Dels sätts förmånsvärdet inte efter bilens verkliga pris utan efter priset på närmast jämförbara bil med konventionell drift (d.v.s bensen eller diesel), dels reduceras det sålunda beräknade förmånsvärdet med 40 procent (dock max 16 000 kronor per år). Som redan framgått är de sex bilmodellerna i tabell 6 i genomsnitt ca 39 000 kronor billigare i bensenutförande än som gasbil, medan den genomsnittliga dieselmodellen kostar 2 000 kronor mindre i inköp än den genomsnittliga fordonsgasmodellen.

Den del av nedsättningen som avser jämförelse med bensenbilen innebär ingen uppoffring för stat, kommun och landsting jämfört med om förmånstagaren valt bensenbilen. Nedsättningen med max 40 procent uppgår i genomsnitt för de sex gasbilarna till ca 14 700 kronor per år (baserat på Skatteverkets uppgifter i december 2011). För förmånstagare med 50 procents marginalskatt motsvarar nedsättningen en skattelättnad om ca 7 350 kronor per år, vilket i motsvarande mån minskar skatteintäkterna.

¹² Kontakt med Lennart Hallgren och Sara Andersson, SL.

Tabell 6. Förmånsvärden och nedsättning för några biogasbilar. Kronor per mil under första året.

Fordonsgasmodeller	Förmånsvärde efter nedsättning (exkl. drivmedel)	Nedsättning
Fiat Punto Evo 1.4 Natural Power	16 600	11 067
Mercedes Benz B 180 NGT BlueEFFICIENCY	26 000	16 000
Opel Zafira 1.6 CNG ecoFLEX Enjoy	21 500	14 333
VW Passat 1.4 TSi 150 EcoFuel Masters	26 200	16 000
VW Caddy 2.0 EcoFuel Trendline	21 800	14 533
Volvo V70 II 2.5 t AFV Bi-Fuel CNG	31 200	16 000
Genomsnitt (utan hänsyn till marknadsandelar)		14 656

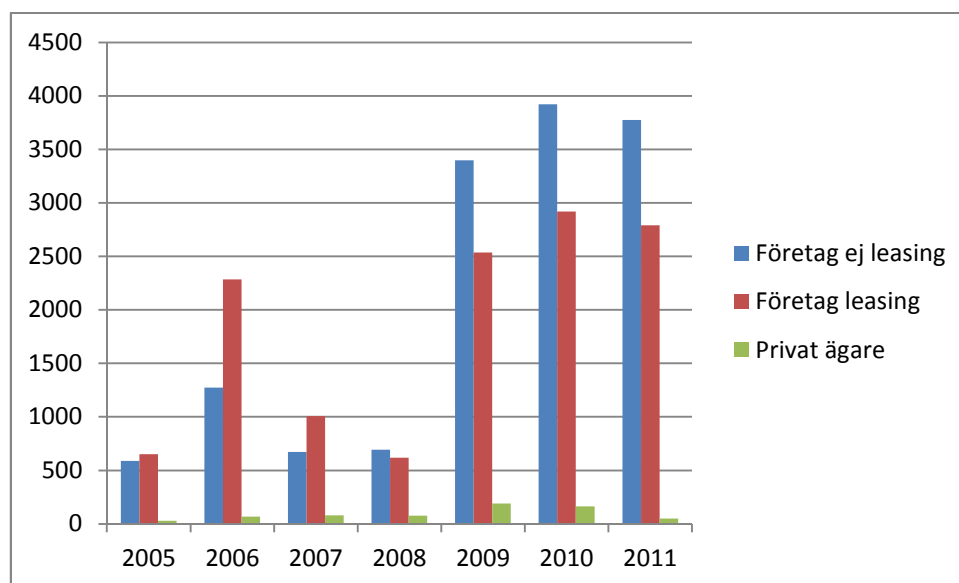
Källa: Skatteverket

<http://www.skatteverket.se/privat/etjanster/bilformansberakning/2011.4.6fdde64a12cc4eee23080004862.html>

Man bör vara uppmärksam på att nedsättningen minskar förmånstagarens kostnad men inte kostnaden för arbetsgivaren. Nedsättningen har karaktär av transferering och påverkar inte den samhällsekonomiska merkostnaden som istället bestäms av skillnader i tillverkningskostnad och drift samt påverkan på miljön.

Av de 6 618 gasdrivna personbilar och skåpbilar som registrerades under 2011 inköptes 2 791 som förmånsbilar, 3 776 som företagsbilar (inkl. taxi) medan 51 registrerades på privata ägare. Fördelningen av nyregistrerade fordonsgasbilar på ägarkategorier under de senaste sju åren framgår av figur 1.

Figur 1. Antal nyregistrerade personbilar som kan köras på fordonsgas fördelade på typ av första ägare



Källa: SCB

Bland de gasbilar som 2011 nyregistrerades på företag fanns 1 546 taxi- och färdtjänstfordon samt 549 bilar som leasats eller inköpts av kommuner och landsting. Dessa fordon utgjorde sammantaget en tredjedel av gasbilarna. De resterande två tredjedelarna består av 1 986 leasade bilar, de allra flesta sannolikt förmånsbilar, och 2 486 ägda bilar, varav en del inköpts av kommunala bolag. Det innebär att den gynnsamma förmånsbeskattningen och kommunala upphandlingskrav (på egna fordon och taxi/färdtjänst) sannolikt är helt avgörande för gasbilsmarknaden. I båda fallen finns således element av offentlig subvention.

Att bara 0.7 procent av de nyregistrerade biogasbilarna sålts till privatpersoner beror förstås på att hushållen inte kan utnyttja fordonssubventionerna och att skillnaden i driftskostnad är för liten för att kompensera dem för gasbilens högre kapitalkostnad. En effekt av detta är att den första ägaren inte kan räkna med att få ett högre andrahandspris för gasbilen än för motsvarande bensinbil. Hela merkostnaden måste skrivas av under de första åren.

10 Klimateffekten av olika alternativ

Klimatnyttan av att använda en kWh biogas beror på hur den utnyttjas. Skillnader uppstår främst beroende på fordonens verkningsgrad vid drift med olika bränslen. Vi bortser beträffande klimatnyttan från de små skillnader mellan användningsalternativen som distributionen av gasen kan ge upphov till. Alternativens kostnader behandlas i kommande kapitel.

Beträffande personbilarna beräknar vi klimatnyttan dels i ett fall där den tillförda gasen fördelas 50/50 mellan biogas och naturgas, dels i ett alternativ där biogasen av kostnadsskäl i sin helhet konsumeras i tunga fordon och fartyg. I det senare alternativet utnyttjar personbilarna följaktligen en mix av naturgas och bensin.

10.1 Fordonsgas i personbilar

I ett första alternativ antar vi att gasbilarna långsiktigt går på en mix bestående av 42.5 procent biogas, 42.5 procent naturgas och 15 procent bensin, vilket ungefär motsvarar dagens situation.¹³ Genomsnittsemissionen för de sex gasbilarna i tabell 4 blir då (tank-till-hjul) 85 g CO₂ per km (enligt EU:s testcykel), vilket är 61 respektive 43 gram mindre än emissionen för motsvarande modell i bensin- och dieselutförande. I relativa termer minskar emissionen med 42 respektive 34 procent. Detta alternativ ligger nära dagens verklighet.

Men om man istället baserar beräkningen på den marginella effekten av ökad efterfrågan på fordonsgas - i ett läge där biogasen i sin helhet konsumeras i tunga fordon och/eller fartyg - kommer den genomsnittliga gasbilen i praktiken

¹³ Hänsyn ej tagen till låginblandning av etanol i bensinen.

att gå på 85 procent naturgas och 15 procent bensin. Medelemissionen blir då 144 gram per km, vilket är 2 gram mindre än vad bensinbilen släpper ut men 16 gram mer än vad dieselmodellen emitterar. Marginaleffekten mot diesel blir en ökning av koldioxidutsläppet med 13 procent. Om alla gasbils kunder väljer VW Passat eller MB B 180 hamnar dock emissionen på samma nivå som om de valt en dieselbil i samma storlek.

10.2 Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar

Fordonsgas i tunga lastbilar och bussar antas ersätta diesel som är det helt dominerande bränslet i tung trafik. Scania anger en halvering av koldioxidutsläppen för sina lastbilar som drivs med enbart fordonsgas jämfört med motsvarande dieseldrivna lastbil.¹⁴ Om gasen består endast av naturgas kan man räkna med att den sämre energieffektiviteten i en ottomotor jämfört med en dieselmotor uppväger naturgasens lägre kolinnehåll per energienhet jämfört med diesel och att utsläppet därmed blir ungefär densamma. Vid kontakt med en avfallsentreprenör med en stor fordonsflotta av gasdrivna sopbilar framkommer däremot uppgifter om betydligt högre bränsleförbrukning i deras gasfordon jämfört med tidigare dieselfordon, vilket ger en mindre minskning av koldioxidutsläppen jämfört med vad Scania redovisar. Vi utgår dock från att drift med fordonsgas (50/50 naturgas/biogas) ger en halvering av koldioxidutsläppen jämfört med diesel.

Våra beräkningar är baserade på ett exempel med gasdrivna sopbilar med hög bränsleförbrukning per km jämfört med t.ex. distributionslastbilar. Eftersom en stor del av de lastbilar som idag drivs med ren fordonsgas är renhållningsfordon anser vi att detta är ett rimligare exempel än att utgå från en genomsnittlig lastbil. Den höga bränsleförbrukningen i dessa fordon gör dock att minskningen i koldioxidutsläpp vid en halvering motsvarar hela 1 kg koldioxid per km vid drift med fordonsgas (50/50). Om vi stället räknar med en halvering av utsläppen från ett viktat genomsnitt av Euro V-klassade lastbilar hamnar vi på en minskning i koldioxidutsläpp på endast ca 440 gram per km.

För gasdrivna bussar utgår vi ifrån en bränsleförbrukning hos konventionella dieseldrivna bussar på 0.4 liter/km och en bränsleförbrukning för motsvarande gasbuss på 0.525 Nm³ fordonsgas per km¹⁵. Med dessa antaganden ger gasdrift ett koldioxidutsläpp på ca 560 gram per km, medan en konventionell dieseldriven stadsbuss ger upphov till ca 1 020 gram koldioxid per km, en skillnad på 460 gram per km.

10.3 LNG/LBG i fjärrbilar

För dual-fuel lastbilen Volvo Methane Diesel uppskattar vi minskningen i koldioxidutsläpp till ca 45 procent vid drift med 25 procent diesel och 75 procent fordonsgas i ett fall där fordonsgasen består till lika delar av biogas och fossil gas.

¹⁴ För Scantias lastbil P 270 Gas/P 305 Gas anges 50 % reduktion av koldioxidutsläpp med fordonsgas.

¹⁵ Beräkningarna för stadsbussar baseras på kostnadsberäkningar i en underlagsrapport till Västtrafiks plan för avveckling av fossila bränslen (Magnusson, 2008).

Bränsleförbrukningen och därmed koldioxidutsläppen för en given lastbil varierar kraftigt beroende på last och körmönster. För jämförelsen med dual-fuel fordon har vi utgått ifrån beräkningar av koldioxidutsläpp från ett viktat genomsnitt av Euro V-klassade lastbilar med och utan släp på det svenska vägnätet baserat på HBEFA-modellen som används av Trafikverket för beräkning av emissioner. I beräkningen har vi antagit samma energieffektivitet för de båda bränslena och att motorn i dual-fuel fordonet har samma energieffektivitet som en konventionell dieselmotor. Detta gör att vi antar samma bränsleförbrukning mätt som kWh/km för en dual-fuel lastbil som en konventionell dieseldriven lastbil. Med dessa antaganden ger dual-fuel lastbilen upphov till ca 400 g mindre koldioxidutsläpp per km än motsvarande dieseldrivna lastbil.

Metansläpp uppkommer i viss omfattning från alla typer av gasmotorer, men motorer som använder dual-fuel teknik där metan och diesel förblandas innan insprutning i motorn har betydligt större utsläpp av metan än motorer av ottotyp, dvs. motorer med gnisttändning. Utan en särskild metankatalysator, eller med en dåligt fungerade sådan, kan metansläppen uppgå till 10 g/kWh.¹⁶ Då metan är en mycket kraftig växthusgas är det viktigt att säkerställa att metankatalysatorerna fungerar tillfredställande och att metansläppen hålls på en låg nivå för att inte klimateffekten från metansläppen ska överstiga klimatnyttan med fordonsgas. Metansläpp på 10 g/kWh motsvarar ungefär koldioxidutsläpp på 700 g/km vilket är strax under koldioxidutsläppen för motsvarande dieseldrivna lastbil. Metansläpp på så hög nivå innebär därmed att utsläppen från dual-fuel lastbilen överstiger utsläppen från en konventionell dieseldriven lastbil. Hur stort problemet med metansläpp är och hur det kommer att utvecklas när motorerna åldras har vi dock inte kunnat göra någon uppskattning av och våra beräkningar är gjorda utan hänsyn till eventuella metansläpp.

10.4 LNG/LBG i fartyg

Under förutsättning att metanläckaget hålls på mycket låg nivå innebär skiftet till naturgas att utsläppen av klimatgaser minskar med 15-20 procent. Med dual-fuel blir emellertid metanavgången större, åtminstone med dagens teknik. I bästa fall förmår bränslets lägre kolinnehåll kompensera för detta. Med hänsyn till osäkerheten räknar vi med att skifte till naturgas/biogas i fartyg leder till att utsläppen av växthusgaser minskar med 15 procent vid högtrycksinsprutning i en gasmotor men ökar med 10 procent med moderna dual-fuelmotorer.

10.5 Sammanfattning klimateffektivitet

Skillnaden mellan olika användningsalternativ för biogas beror till stor del på skillnader i verkningsgrad mellan olika motorer. För tunga fordon som går på enbart gas uppkommer förluster i energieffektivitet när man tvingas övergå från dieselmotorer till ottomotorer för att kunna använda gas. Övergången från dieselmotor till ottomotor innebär att för att ersätta energin från 1 kWh diesel

¹⁶ Kontakt med Per Stålhammar, AVL. 10 g metan motsvarar ca 210 g koldioxid i klimatpåverkan.

krävs mer än 1 kWh biogas. För renhållningsfordonet har vi antagit att 1 kWh diesel ersätts med 1.3 kWh biogas medan energiförlusten för stadsbussen är större, där motsvaras 1 kWh diesel av knappt 1.4 kWh biogas. För dual-fuel fordon är emellertid förlusten i energieffektivitet i det närmaste obefintlig genom att gasen förbränns i en dieselmotor. Däremot ger förvätskning av biogas till LBG energiförluster motsvarande 8 procent av energiinnehållet, vilket gör att vi antagit att det krävs 1.08 kWh biogas i gasform för att ersätta 1 kWh diesel.

För personbilar kan man jämföra både med motsvarande bensinbil och dieselmotor. Gasdrivna personbilar använder ottomotorer, d.v.s. samma motortyp som konventionella bensinbilar. Eftersom gasdrivna personbilar genom sin högre vikt drar mer bränsle per km än motsvarande bensinbilar, oavsett om de körs på gas eller bensin, får man i jämförelse med konventionella bensinbilar räkna med att 1 kWh gas ersätter något mindre än 1 kWh bensin. Vid jämförelse med dieseldrivna personbilar gör dessutom skillnaden i verkningsgrad att 1 kWh gas ersätter mindre än 1 kWh diesel.

I tabell 7 jämförs utfallet på utsläppet av fossil koldioxid av olika alternativ för användning av en normalkubikmeter biogas. Tabellen tar således inte hänsyn till vilken fördelning mellan biogas och naturgas som fordonsgasen råkar ha just nu.

Tabell 7. Effekt på utsläpp av fossil koldioxid av olika användning av en kubikmeter biogas.

Fordonstyp	Jämförelseobjekt	1 kWh biogas ersätter	CO ₂ -reduktion
Personbil Bi-fuel	Bensindriven personbil	0.84 kWh bensin	2.15 kg
Personbil Bi-fuel	Dieseldriven personbil	0.73 kWh diesel	1.86 kg
Stadsbuss ottomotor	Dieseldriven stadsbuss	0.71 kWh diesel	1.81 kg
Renhållningsfordon ottomotor	Dieseldrivnet renhållningsfordon	0.77 kWh diesel	1.95 kg
Fjärrbil Dual – Fuel	Dieseldriven fjärrbil	0.93 kWh diesel	2.34 kg
Fartyg Dual-Fuel	Konventionellt dieselfartyg	0.98 kWh diesel	2.44 kg
Fartyg 100 % gasdrift	Konventionellt dieselfartyg	0.98 kWh diesel	2.44 kg

Tabellen visar att effekten på utsläppen av klimatgaser av att använda biogas blir högst inom sjöfarten samt i lastbilar i fjärrtrafik som drivs med motorer som kan gå på en blandning av gas och diesel. Att effekten av att använda biogas blir högre när gasbilen ersätter en konventionell bensinbil än när den jämförs med en dieselmotor beror på att dieselmotorn har högre verkningsgrad. Därför blir nyttan av att byta till gas något mindre. Tabellen tar inte hänsyn till läckage av metan.

Vid jämförelse med konventionella personbilar antas i tabell 7 att den gasdrivna bilen till 100 procent går på biogas, vilket tekniskt inte är möjligt eftersom kallstart kräver att bensin används. Trafikverket räknar med att gasbilar i genomsnitt använder bensin under 15 procent av körningen, vilket utöver

startfasen inkluderar bensen under resor där gas inte funnits att tillgå. Tar man hänsyn till detta hamnar klimatnyttan av att använda biogas i personbilar på ungefär samma nivå som om den hade använts i lokala renhållningsfordon och bussar. Tabell 8 visar klimateffektiviteten hos olika varianter av bränsleanvändning i biogasbilar vid jämförelse med dieslbilar (tank till hjul).

Tabell 8. Effekt på utsläppen av fossil koldioxid av att byta från diesebil till motsvarande gasbil under olika antaganden om utnyttjande av biogas, naturgas och bensen. Procentuell förändring.

Användningsalternativ	Utsläpp relativt diesel
Genomsnittlig gaspersonbil, 15 % bensen och 85 % gas (50/50 biogas/naturgas)	-34 %
Genomsnittlig gaspersonbil, 15 % bensen och 85 % naturgas	+13 %
Bästa gaspersonbil (VW Passat), 15 % bensen och 85 % gas (50/50)	-61 %
Bästa gaspersonbil (VW Passat), 15 % bensen och 85 % naturgas	+ 4 %

Jämförelse kan också göras med bensenbilar. För genomsnittsbilen medför byte från bensen till fordonsgas en minskning med 42 procent, när hälften av gasen utgörs av biogas och med 2 procent när gasen består av enbart naturgas.

Utsläpp av metan framgår inte av tabellerna. Problemet med läckage av metan förekommer främst vid dual-fuel och kan, åtminstone för fartyg, innebära att en betydande del av klimatvinsten går förlorad.

11 Kostnad per reducerat kilo koldioxid

Tabell 9 och 10 sammanfattar kostnaden per reducerat kilo koldioxid av att använda biogas i olika typer av fordon och farkoster för att reducera utsläppen av klimatgaser. Som framgått ovan har vi utgått från troliga livstidskörsträckor och att merkostnaderna samhällsekonomiskt kan avskrivas över fordonens totala livslängd. Räntan är satt till 6 procent. I avsaknad av tillräckligt säkra uppgifter har vi valt att bortse från skillnader i samhällsekonomisk kostnad för produktion av drivmedlen. Det innebär att vi underskattar kostnaden för att byta från petroleumprodukter till fordonsgas, men det spelar mindre roll i detta sammanhang eftersom vårt syfte är begränsat till en analys av var den begränsade potentialen för uppgraderad biogas får störst klimatnytta.

11.1 Personbilar

Vi räknar med att personbilarna i genomsnitt skrotas efter 17 år och att den genomsnittliga årliga körsträckan under fordonens livstid är 14 000 km. I tabell 9 redovisas utfallet för genomsnittet av de sex modellerna i tabell 4 samt för

marknadsledande VW Passat som är väsentlig snålare än genomsnittet. Två varianter visas. I alternativ 1 antas fordonen i genomsnitt över sin livstid gå på 42.5 procent biogas, 42.5 procent naturgas samt 15 procent bensin, medan alternativ 2 redovisar marginaleffekten baserat på ett antagande att efterfrågan på fordonsgas blir väsentligt större än utbudet av biogas. Gasbilarna körs i detta alternativ på naturgas till 85 procent och i övrigt på bensin. Jämförelser görs med motsvarande bensin- och dieselmodeller. Man kan också tänka sig utfall där bilarna under sin livstid i större utsträckning körs på bensin till följd av ändrad beskattning av naturgas och biogas. Vi redovisar dock inget sådant exempel.

Tabellen visar också utfallet under olika antaganden om distributions- och försäljningskostnad. I alternativet "låg" antas merkostnaden uppgå till 25 öre per kWh jämfört med konventionella drivmedel, vilket grovt sett återspeglar situationen i områden som täcks av naturgasnätet. I alternativ "hög" antas merkostnaden för distribution och försäljning uppgå till 70 öre per kWh, vilket återspeglar höga kostnader i stora delar av övriga landet som ofta präglas av små volymer per tankställe och/eller långa distributionsvägar. Kostnaden i Stockholm och andra större städer som saknar anslutning till naturgasnätet ligger någonstans mellan alternativ 1 och alternativ 2.

Tabell 9. Merkostnader för gasbilar relativt motsvarande bensin- och dieselmodeller samt kostnad per reducerat kilo koldioxid.

Gasbilar vs motsvarande bensinmodeller											
	Merkostnad kronor per genomsnittså					Samhällsekonomisk effektivitet					
	Kapital	Drivmedels-distribution + försäljning		Totalt		Utsläpps-reduktion kg CO ₂ /år		Kostnad kr per kg CO ₂			
		Låg	Hög	Låg	Hög	Alt 1	Alt 2	Alt 1		Alt 2	
	Låg	Hög	Låg	Hög	Alt 1	Alt 2	Låg	Hög	Låg	Hög	
Genomsnitt	3735	1888	5286	5623	9021	854	28	6.6	10.6	201	322
VW Passat	2787	1586	4449	4373	7236	1162	462	3.8	6.2	9.5	15.7
Gasbilar vs motsvarande dieselmodeller											
	Merkostnad kronor per genomsnittså					Samhällsekonomisk effektivitet					
	Kapital	Drivmedels-distribution + försäljning		Totalt		Utsläpps-reduktion kg CO ₂ /år		Kostnad kr per kg CO ₂			
		Låg	Hög	Låg	Hög	Alt 1	Alt 2	Alt 1		Alt 2	
	Låg	Hög	Låg	Hög	Alt 1	Alt 2	Låg	Hög	Låg	Hög	
Genomsnitt	196	1888	5286	2084	5482	602	-224	3.5	9.1	∞	∞
VW Passat	935	1586	4449	2521	5384	644	-56	3.9	8.4	∞	∞

Av tabell 9 framgår att kostnaden för att reducera utsläppen av CO₂ genom att använda fordonsgas i personbilar genomgående är mycket hög. Även i de mest gynnsamma fallen ligger kostnaden mellan 3 och 4 kronor per kg, vilket kan jämföras med att utsläppsrätter förväntas kosta 15-20 öre per kg om några år när taket för EU:s utsläppshandelsystem sänks. Den svenska, internationellt sett mycket höga värderingen av CO₂, ligger över en krona per kg (utgående från koldioxidskattens nivå) men klart under kostnaden för biogas i personbilar.

Att det visar sig kosta mindre per kilo att sänka utsläppen av CO₂ genom att byta från diesel till fordonsgas än att reducera dem genom att gå från bensin till gas är en följd av att merkostnaden av ett sådant skifte är så mycket lägre än den

från bensin till biogas att den uppväger förhållandet att reduktionen blir mindre. I alternativ 2 hjälper emellertid inte detta, eftersom bytet från diesel till fordonsgas bestående av 100 procent naturgas ger ökade utsläpp.

I alternativet med höga distributions- och försäljningskostnader blir kostnaden för att reducera utsläppen av koldioxid mycket höga. Att skillnaden mellan den genomsnittliga gasbilen och VW Passat blir så stor är en följd av att genomsnittsbilens utsläpp när den i huvudsak går på naturgas ligger obetydligt under utsläppen från motsvarande bilar avsedda enbart för bensin. Genom förhållandevis hög verkningsgrad blir kostnaden per kilo för VW Passat väsentligt lägre än för genomsnittet av gasbilar men ändå mycket hög.

11.2 Lastbilar och bussar

Tabell 10 visar merkostnaden för tunga gasfordon relativt motsvarande dieselfordon i förhållande till minskningen i koldioxidutsläpp. Här antas att lastbilen med ottomotor samt stadsbussen drivs med fordonsgas som består av hälften naturgas och hälften biogas. För fordon som tankar vid depå är idag andelen biogas i verkligheten högre vilket gör att även utsläppsreduktionen blir högre än i exemplet som är valt för att underlätta jämförelse med personbilarna i alternativ 1 ovan. För dual-fuel lastbilen antas en drivmedelsmix bestående av 25 procent diesel och 75 procent fordonsgas (50/50 naturgas/biogas).

Tabell 10. Merkostnader för tunga gasfordon relativt motsvarande dieselfordon samt kostnad per reducerat kilo koldioxid.

	Merkostnad kr/år och fordon				Utsläppsreduktion kg CO ₂ /år	Kostnad kr per kg CO ₂
	Kapital	Service	Drivmedelsdistribution	Totalt		
Lastbil ottomotor (sopbil)	48 500	20 000	51 100	119 600	18 100	6.6
Dual Fuel-lastbil	64 400	20 400	79 300	164 100	26 700	6.1
Stadsbuss	41 700	70 000	106 500	218 200	31 900	6.8

Kostnaden för distribution och tankning vid depå (sopbil och stadsbuss) antas i beräkningen vara 35 öre/kWh, d.v.s. samma som för personbilar i det låga kostnadsalternativet. Kostnaden för distribution och försäljning av diesel beräknas till totalt 10 öre/kWh. Att merkostnaderna för distribution av gas för stadsbussen samt lastbilen med ottomotor blir så pass höga beror inte enbart på den höga distributionskostnaden per kWh för gas jämfört med diesel utan även till en mindre del på att fordonen förbrukar väsentligt mer energi (30-40 %) än motsvarande dieselfordon.

Kostnaderna för produktion¹⁷, distribution och försäljning av flytande gas (dual-fuel) antas i exemplet vara 50 öre/kWh. Då det ännu bara finns ett fåtal tankställen för LNG/LBG är det svårt att göra kostnadsuppskattningar och det

¹⁷ Förvätskning

är mycket möjligt att kostnaderna per kWh i dagsläget är betydligt högre med ytterst få dual-fuel fordon som tankar från dessa tankställen. I beräkningen av energiåtgång för dual-fuel lastbilen ingår en förlust på 8 procent vid förvätskning.

11.3 Kostnader - jämförelse mellan olika alternativ

Av tabell 9 och 10 framkommer att kostnaden för att reducera utsläpp av koldioxid genom att använda biogas i vägfordon i gynnsamma fall ligger på nivån 4-7 kronor per kilo, när hälften av fordonsgasen antas bestå av biogas och den andra hälften av naturgas. Om så mycket biogas finns att tillgå att fordonen inte alls behöver tanka fossil gas kan kostnaden per kilo fossil CO₂ i det närmaste halveras. Å andra sidan leder brist på biogas till mycket höga kostnader per kilo, vilket alternativ 2 i tabell 9 illustrerar. Man hamnar då även i de distributionsmässigt mest gynnsamma delarna av landet på extrema nivåer vid jämförelse med bensinbilar, och jämfört med diesel leder byte till fordonsgas till ökade utsläpp av fossilt kol. Det är vidare uppenbart att kostnaden för att förse personbilar med biogas blir exceptionellt hög i de mera glest befolkade delarna av landet (alternativ 2 i tabell 9).

12 Sammanfattning av resultaten samt diskussion

12.1 Biogaspotentialen och efterfrågan på drivmedel

Biogas producerad genom rötning utgör en begränsad resurs. Den räcker inte till alla typer av fordon och fartyg utan att kompletteras med betydande mängder fossilgas eller biogas framställd genom termisk förgasning av biomassa (skogsråvara). I avsnitt 2 av denna rapport klargjordes att möjligheterna att med rimlig ekonomi och utan allvarlig konkurrens om bioråvaran framställa biogas som kan uppgraderas för fordonsbruk knappast är större än 2-3 TWh i Sverige. Det är i och för sig 3-4 gånger mer än vad som framställs idag men ändå inte mycket vid jämförelse med den inhemska transportsektorns totala energibehov.

Enligt Energimyndigheten (2011b) användes 95.3 TWh energi för inrikestransporter under 2010. Bensin svarade för 39.7 TWh och diesel för 43.4 TWh. Därutöver användes följande mängder: Etanol 2.4 TWh, FAME 2.1, naturgas 0.4, biogas 0.6, Eo 1-5 1.9, flygbränsle 1.9 och el 3.0 TWh. Bunkring för utrikes sjöfart konsumerade 23.3 TWh.

Lantz och Börjesson anger att om hela den svenska bussflottan skulle gå över till biogas skulle förbrukningen motsvara ca 3.9 TWh per år. Grahn och Hansson (2009) uppger med hänvisning till Trafikverket att drift av alla stadsbussar skulle kräva 1 TWh gas per år. Tunga lastbilar (distributionsbilar och långtradare) förbrukade 2008 drygt 17 TWh dieselloja.

Viking Line har beställt en gasdriven bilfärja med plats för 2 800 passagerare som ska trafikera linjen Åbo-Stockholm. Det nya fartyget kommer att konsumera 50-60 ton LNG per dygn (= ca 20 000 ton per år). Tankningen kommer att ske i Stockholm med leverans av LNG från terminalen i Nynäshamn. Den årliga produktionen av uppgraderad biogas i Stockholms län väntas år 2015 ha stigit till ca 390 GWh. Det innebär detta enda fartyg skulle kunna konsumera nästan 80 procent av den regionalt tillgängliga mängden. Även om biogasproduktionen i Stockholms län skulle fortsätta att öka är det uppenbart att fartyg som i reguljär trafik angör Stockholm på sikt har förutsättningar att konsumera hela den regionalt producerade volymen.

SSPA & ÅF (2011) räknar med att sjöfartens efterfrågan på gas inom de nordeuropeiska SECA-områdena kan komma att hamna någonstans mellan 2 och 4 miljoner ton år 2020. Om 5 procent av denna kvantitet omsätts i svenska hamnar blir det 100 000 till 200 000 ton LNG/LBG per år. Det motsvarar ca 1.5-3.0 TWh.

Förhållandet att biogasutbudet inte är jämnt fördelat över landet och inte alltid sammanfaller med potentiell efterfrågan kan eventuellt utgöra ett problem. Fjärrtrafik med lastbilar förutsätter ett begränsat antal bränsledepåer spridda över landet och troligen i många fall lokaliserade till större tätorter belägna längs europavägnätet. I detta fall förefaller latent efterfrågan kunna sammanfalla någorlunda väl med utbudet av lokalt producerad biogas. Regioner med stort utbud av gas producerad från jordbruks- och slakteriavfall kan lokalt producera mer än vad som går åt till depåer för tankning av fjärrbilar och lokala stadsbussar. Till viss del förekommer emellertid sådana lokala överskott i den del av södra Sverige som täcks av naturgasnätet. Eftersom hamnstäder som Göteborg, Helsingborg och Trelleborg finns inom detta område kan sjöfarten i princip konsumera all lokalt eller regionalt producerad biogas.

Slutsatsen blir att leverans av biogas till personbilar inte behövs för att Sverige ska kunna nyttiggöra hela det potentiella utbudet av biogas framställd genom rötning.

12.2 Klimatnyttan

Vår studie visar att klimateffekten av att använda biogasen blir mest positiv om den får utnyttjas i dieseldrivna fartyg och tunga lastbilar i fjärrtrafik, men att reduktionen av koldioxidutsläppen till viss del uppvägs av utsläpp av oförbränt metan som för sjöfartens del är betydande. För att dual-fuel (metan-diesel) ska bli en klimatomfattig framgång måste utsläppen av metan hållas på mycket låg nivå och berörda företag arbetar med att söka åstadkomma detta.

Att använda biogasen i personbilar, bussar och lastbilar som drivs av ottomotorer ger en något lägre klimatnytta än om motsvarande kvantitet utnyttjas i dieselmotorer. Å andra sidan är risken för läckage av metan väsentligt mindre.

12.3 Kostnadseffektivitet

Vår analys visar att kostnaden för att reducera utsläpp av fossil koldioxid genom ökad användning av biogas i transportsektorn är förhållandevis hög eller mycket hög. Lägst (men ändå hög) blir kostnaden om gasen används i tunga fordon som tankar från egna depåer och användning i fartyg kan sannolikt bli ännu fördelaktigare, eftersom gasdrift inte bara minskar utsläppen av fossilt kol utan samtidigt löser sjöfartens problem med utsläpp av svavel och kväveoxider.

Kostnaderna för distribution och försäljning (dominerat av kostnaden för gastankar och annan teknisk utrustning) påverkar i hög grad lönsamheten av att använda biogasen i olika fordonstyper. Smådriftsnackdelar gör att kostnaderna blir höga om den begränsade mängden ska distribueras i ett finmaskigt nät anpassat för personbilar. Särskilt tydligt blir detta i de mer glesbefolkade delarna av landet där det lokala underlaget är litet. Att låta fordon som tankar från egna depåer utnyttja biogasen ger väsentligt lägre kostnad. Denna uppfattning delas av Lantz och Börjesson (2010) som menar att kostnaden för utbyggnad av tankstationer och annan infrastruktur gör att biogas lämpar sig särskilt väl för fordonsflottor som rör sig inom ett begränsat geografiskt område, t.ex. bussar inom lokal- och regionaltrafik, kommunala renhållningsfordon och distributionsbilar.

Användning av fordonsgas i personbilar är helt beroende av fortsatta subventioner i form av befrielse från eller nedsättning av drivmedelskatten samt kraftigt rabatterat förmånsvärde. Utan dessa stöd skulle biogasen sannolikt i sin helhet konsumeras i tunga vägfordon eller fartyg.

12.4 Utökad produktion av biogas?

En mera omfattande produktion av biogas skulle kräva betydande odling av energigrödor på åkermark, men alternativt skulle samma areal kunna användas för odling av energiskog (Salix). Om energiskogsbaserad värmeproduktion (via förbränning) väljs istället för vallbaserad värmeproduktion (via rötning och förbränning) minskar utsläppen av växthusgaser cirka 6 gånger. När halm förbränns direkt för värmeproduktion blir utsläppen av växthusgaser cirka tio gånger lägre jämfört med om halmen först rötas till biogas. Om organiskt industriavfall och hushållsavfall förbränns i stället för att rötas för värmeproduktion blir växthusgasutsläppen 2 respektive 4 gånger lägre (Börjesson och Berglund, 2007).

Därtill kommer att kostnaden för att använda biogas som drivmedel är tre till fem gånger högre än om gasen används till kraftvärme, medan marknadsvärdet av biogas som drivmedel bara är dubbelt så stort jämfört med om gasen används för kraftvärmeproduktion (Energimyndigheten, 2010). Sammantaget innebär detta att det knappast är vare sig ekonomiskt eller klimatpolitiskt rimligt att genom rötning framställa mer uppgraderad biogas än 2-3 TWh per år och att ett utfall inom den lägre delen av intervallet framstår som mera troligt än ett inom det övre med hänsyn till stigande marginalkostnad i produktions- och uppgraderingsleden när man utnyttjat den ekonomiskt mest fördelaktiga delen av potentialen.

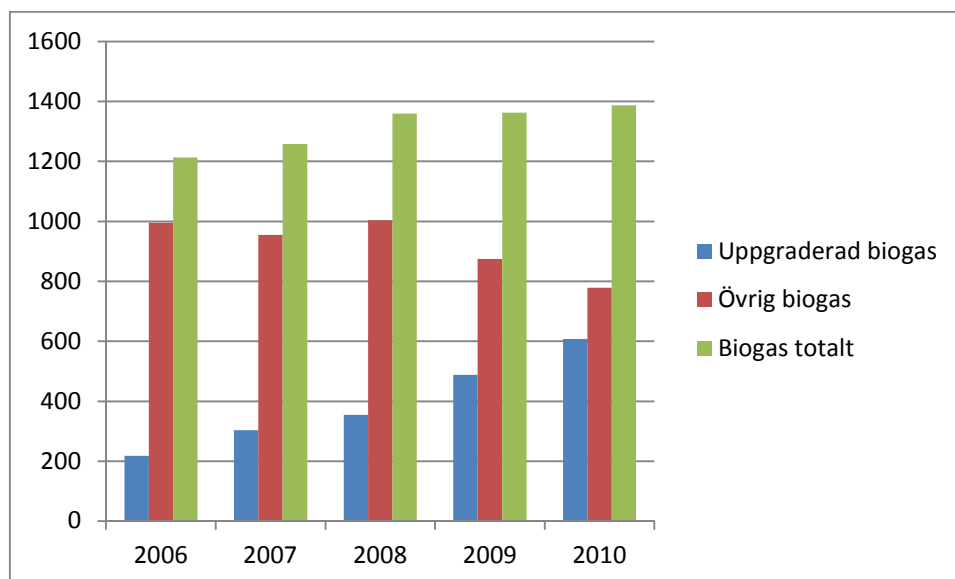
Termisk förgasning innebär att biogas kan produceras utan att jordbruksmark tas i anspråk men konkurrens om skogsråvaran kan vara ett problem, både kostnads- och klimatmässigt. Effekten på utsläppen av koldioxid blir väsentligt större om skogsavfallet får ersätta kol i utländska kraftverk. Frågetecken finns också om ekonomin. Vår uppfattning är att framtidsutsikterna för termisk förgasning kan bedömas först om några år när driftserfarenheter finns från pilotanläggningen i Göteborg. Större tillskott av gas från förgasningsanläggningar kan bli aktuella först bortom 2020-2025 och skulle då sannolikt till stor del kunna konsumeras i fartyg.

Man bör också fråga sig om det vid storskalig förgasning av biomassa möjligen vore bättre att göra Fischer-Tropsch diesel och/eller metanol av den för inblandning i vanlig diesel och satsa på att öka andelen dieslbilar. Produktion av FT-diesel ger visserligen upphov till en betydande omvandlingsförlust men den uppvägs energimässigt på ett ungefär av skillnaden i verkningsgrad mellan diesel- och ottomotorer. Produktion av DME ur syntesgasen kan vara en annan möjlighet.

12.5 Obalans mellan utbud och efterfrågan?

Det finns tecken på att efterfrågan på fordonsgas nu ökar snabbare än utbudet av uppgraderad biogas. Ett problem är att den totala volymen biogas bara ökat med 14 procent under de senaste åren (2006-2010), medan mängden uppgraderad gas under samma tid vuxit med 179 procent. Figur 2 visar utvecklingen under de senaste åren baserat på index för 2006. Andelen uppgraderad gas fortsatte att växa under 2011 och överstiger nu halva produktionen av rötad gas. Eftersom inte all rötgas kan uppgraderas av tekniska och/eller ekonomiska skäl kan det bli så att utbudet av uppgraderad gas inte längre förmår hålla takt med efterfrågan. Antalet registrerade biogasbilar har ökat med över 200 procent sedan 2006.

Figur 2. Produktion och användning av biogas i Sverige



Ett tecken på begynnande obalans mellan utbud och efterfrågan på uppgraderad gas är att AGA och EON under 2011 tvingades importera biogas från Storbritannien och Tyskland för att kunna leva upp till sina åtaganden gentemot större kunder som kräver hög andel biogas i fordonsgasen. AGA började köpa in flytande biogas från Storbritannien. Gasen fylls i containertankar och fraktas med färja till Göteborg, där den omlastas för järnvägs- eller landsvägstransport till yrkesmacken i Älvsjö i södra Stockholm. Transportförlusterna från England bedöms av AGA vara i storleksordningen fem till sju procent av biogasens energiinnehåll. Energigas Sverige uppger att den totala importen av uppgraderad biogas uppgick till ca 100 GWh under 2011. Det motsvarar omkring 15 procent av den totalt försålda volymen och trots detta sjönk, enligt SCB, biogasens andel av den totalt försålda volymen av fordonsgas marginellt jämfört med 2010.

12.6 Biogas – en bro till mer naturgas?

Om Sverige satsar på att uppgradera rötd biogas till fordonsgas och samtidigt inte vill öka beroendet av fossil gas skulle, i en tänkt situation utan fordonssubventioner, biogasen i första hand utnyttjas i fartyg och där detta av brist på efterfrågan eller för långa distributionsvägar inte vore möjligt antingen användas i lokala fordon som tankar från egna depåer eller i fjärrbilar. Användning av fordonsgas i personbilar skulle inte komma ifråga såvida man inte är beredd att öka utbudet genom att tillföra mer naturgas. I denna mening skulle alltså personbilarna marginellt komma att köras på naturgas.

Att tillföra fossil gas kan vara ett sätt att reducera distributions- och försäljningskostnaderna genom att slå ut dem över större volymer. Eftersom metan är ett bra drivmedel som ger mycket låga utsläpp av partiklar kan naturgas vara ett bättre alternativ än diesel och vid större volymer (i många länder) vara ett sätt att dämpa intresset för utvinning av okonventionell olja ur oljesand och oljeskiffer. Användning av naturgas i personbilar får dock ingen effekt på utsläppet av koldioxid (tank-till-hjul) jämfört med diesel. Gasens fördel av lägre kolinnehåll per energienhet går förlorad till följd av den gasdrivna ottomotorns lägre verkningsgrad.

Om regeringen och kommunerna fortsätter att gynna biogasbilar kan den begynnande obalansen mellan utbud och efterfrågan på biogas förstärkas och andelen fordonsgas med fossilt ursprung öka. Därmed finns en betydande risk eller sannolikhet för att satsningen på biogasfordon blir en brygga till ökad användning av naturgas och till att fossil gas introduceras i ytterligare delar av landet. Särskilt påtagligt blir detta om termisk förgasning av biomassa inte blir en kommersiell framgång eller om introduktionen försenas.

12.7 Vad händer på sikt?

En mycket svårbedömd fråga är vad som händer med de nya gasbilarna på sikt. De kan förväntas ha en genomsnittlig livslängd på ca 17 år. Flertalet kommer att byta ägare inom ca tre år från första registrering och då förmodligen i betydande utsträckning övertas av privatpersoner. Vi vet beträffande

etanolbilar att hushållen är mycket priskänsliga och snabbt byter till bensin när den är billigare än E85. Troligen är priskänsligheten hos privata ägare av gasbilar också hög. Två faktorer blir då av avgörande betydelse, nämligen skillnaden i råvaru- och framställningskostnad och frågan om hur biogas i framtiden kommer att beskattas och prissättas. Förhållandet att biogas och naturgas i betydande utsträckning prissätts för att kunna konkurrera med kundernas alternativa val av energiform kan tala till gasens fördel. För den del av biogasproduktionen som inte bygger på restprodukter (som annars skulle utgöra ett avfallsproblem) kan dock svårigheter uppkomma att vid alternativkostnadsprissättning få täckning för kostnaderna.

EU:s energiskattedirektiv (2003/96/EG) utgör en komplikation för gasbilarna. Biodrivmedel ska enligt det nuvarande direktivet beskattas per volymenhet, och med samma skattesats som de bränslen de är tänkta att ersätta. Biogas och etanol är dock för närvarande befriade från svensk koldioxid- och energiskatt genom ett tidsbegränsat undantag från direktivets krav på att alla drivmedel ska beskattas. EU-kommissionen (2011) föreslår att energiskattedirektivet ska ändras så att medlemsländerna efter svensk förebild ska debitera koldioxidskatt och energiskatt. Biodrivmedel som uppfyller EU:s hållbarhetskrav föreslås bli befriade från koldioxidskatten, medan alla drivmedel ska betala samma energiskatt senast år 2023. Kommissionen föreslår att koldioxidskatten sätts till 20 euro per ton, vilket bara motsvarar ca 18 öre per kilo CO₂. Även om koldioxidskattedelen skulle höjas till motsvarande 40 eller 50 öre per kilo är det tveksamt om befrielse från den skulle vara tillräckligt för att i längden vidmakthålla anläggningar för uppgradering av biogas för fordonsbruk. På kort sikt skulle dock sannolikt befintlig uppgraderingskapacitet fortsätta att utnyttjas. Eftersom ändringar avseende skattenivåer bara kan tas genom enhälliga beslut inom EU är det högst osäkert om eller när den föreslagna revisionen kan komma att genomföras, men kommissionens förslag är rationellt med avseende på konkurrensneutralitet och klimateffektivitet. Regeringskansliet (2011) är i huvudsak positiv till de förändringar som kommissionen föreslår.

Oavsett hur behandlingen av kommissionens förslag utvecklas kan Sverige inte förvänta sig att i längden få EU:s acceptans för fortsatt total skattebefrielse för biodrivmedel genom undantag från de nuvarande reglerna. Statsstödsgodkännandet för det svenska undantaget från energiskatt löper ut 2013. EU:s regler tillåter inte att skattebefrielsen leder till att biodrivmedel överkompenseras relativt bensin eller diesel (Riksrevisionen, 2011). Det innebär att skatterabatten måste reduceras om priset på etanol eller biogas varaktigt är lägre än priset på bensin. Enligt Riksrevisionen (2011) kan Sverige inte behålla skattebefrielsen efter 2020 även om EU:s bestämmelser inte ändras. Det blir en följd av att undantag enligt de nuvarande reglerna inte får beviljas för mer än två perioder om vardera sex år.

Det är således osäkert om befintliga gasbilar varaktigt kommer att köras på biogas. När vårt tillfälliga undantag från det nuvarande energiskattedirektivet upphör kan Sverige komma att välja att stödja fortsatt övergång till

biodrivmedel genom kvotplikt.¹⁸ Det skulle innebära att kostnaderna för biodrivmedelssatsningen övervältras på hela bilistkollektivet och att distributörerna får anledning att välja de för kunderna billigaste lösningarna. Med hänsyn till produktions-, uppgraderings- och distributionskostnaderna för olika alternativ kommer bränslebolagen med stor sannolikhet att satsa på en kombination av låginblandning och begränsade kvantiteter av nischbränslen till fordon som kan tanka från egna depåer eller ett fåtal tankställen. Att tillhandahålla biogas till personbilar över hela landet ryms knappast inom en sådan strategi.

Om befrielsen från drivmedelskatt helt eller delvis upphör kan effekten bli att ägare av personbilar som kan välja mellan gas eller bensin föredrar det senare drivmedlet. Det skulle i så fall innebära att satsningen på biogasbilar på sikt leder till högre utsläpp av fossil koldioxid än om bilarna aldrig hade introducerats på den svenska marknaden. Om bilarna i tabell 4 körs på enbart bensin blir emissionen i genomsnitt 172 gram per km för de bilar som har tillräcklig bensintank för att kunna köras längre sträckor på bensin. Det utsläppet bör i första hand jämföras med ett genomsnitt på 144 gram för samma bilar i ren bensinversion och i andra hand med motsvarande dieselmodeller som i snitt släpper ut 125 gram per km.

12.8 Ytterligare aspekter

Uppgradering av biogas till fordonsgas kan vara ett sätt att diversifiera tillförseln av drivmedel och minska beroendet av petroleumprodukter och då främst diesel, eftersom EU till följd av hög efterfrågan tvingas importera betydande kvantiteter från USA och Ryssland (medan vi exporterar bensin). Men minskat beroende av diesel kan alternativt uppnås genom ökad användning av naturgas och det spelar i detta avseende ingen roll om biogasen eller den fossila gasen omsätts i personbilar eller i tunga fordon och fartyg.

En miljömässigt negativ marginaleffekt uppkommer inte bara som resultat av ökad efterfrågan på biogas (som måste kompletteras med fossil gas) utan också när efterfrågan på diesel och bensin bli så hög att den inte längre kan tillgodoses genom produkter framställda ur konventionell råolja. I det senare fallet tvingas man på marginalen använda drivmedel som framställts ur olja från skiffer och oljesand. En mera rättvisande betraktelse skulle därför kunna vara att jämföra fossil gas med diesel framställd ur okonventionell olja. Vi har emellertid avstått från detta, eftersom frågan om i vilka fordon biogasen får störst klimatnytta inte påverkas av denna marginaleffekt.

En fördel med gasdrift är att utsläppen av partiklar och NO_x påverkas positivt. I förhållande till konventionell teknik blir skillnaden störst i fartyg, men av skäl som redovisats i avsnitt 2.3 har vi valt att inte närmare studera biogasanvändningens effekt på dessa emissioner.

¹⁸ Regeringen föreslog våren 2012 att en till låginblandning begränsad kvotplikt ska införas från den 1 maj 2014.

Ett skäl att specifikt vilja stödja gas i personbilar skulle kunna vara en förhoppning om att kunna bidra till fortsatt utveckling av denna typ av fordonsteknik. Någon stor återstående utvecklingspotential finns dock knappast. Med ca 13.5 miljoner gasfordon i världen varav drygt 1 miljon inom EU¹⁹ måste tekniken betraktas som relativt mogen. VW Passat och Mercedes Benz B 180 kan sägas representera teknikfronten för personbilar, medan det på den tunga sidan sannolikt finns ett något större utrymme för fortsatt teknikutveckling. Jämfört med laddhybrider och elbatteribilar, som åtnjuter samma stöd inom ramen för förmånsbeskattningen, blir dock effekten på produktionskostnaden av ökad försäljningsvolym liten. När samma stöd ges till en mogen teknik uppkommer risk för att subventionen skapar en inlåsnings effekt som drabbar konkurrerande tekniker som långsiktigt kan ha bättre förutsättningar att sänka utsläppen av växthusgaser (Kågeson, 2011). Ett ytterligare skäl att inte satsa på att utveckla biogaslösningar för personbilar är att laddhybrider knappast kommer att drivas med gas. Fordonsindustrin och dess kunder kommer att föredra ett bränsle med hög densitet som gör att batterier och bränsletank sammantaget inte tar för stort utrymme.

12.9 Slutsatser

För att kostnaderna för distribution och försäljning av fordonsgas ska bli rimliga krävs ett betydande kundunderlag för varje depå eller försäljningsställe. Vid de begränsade kvantiteter av biogas som kan framställas genom rötning av avfall och uppgraderas till fordonskvalitet blir klimateffekten störst och kostnaden lägst om gasen får användas i fordon och fartyg som tankar från större depåer. För fartyg som kör på en blandning av gas och diesel (dual-fuel) kan dock klimateffekten bli otillräcklig jämfört med användning i vägfordon om läckaget av metan överstiger 2 procent av den tillförda mängden. I fartygsmotorer som går på 100 procent gas kan läckaget dock hållas på mycket låg nivå.

Att sprida ut den begränsade biogasmängden över ett stort antal personbilar spridda över hela landet ger mycket höga kostnader och ter sig inte som en framkomlig väg utan betydande komplettering med naturgas, om ens då. Utan subventioner skulle biogasen helt komma att konsumeras i bussar, lastbilar och fartyg. Därför bör nedsättningen av förmånsvärdet för biogasbilar avskaffas.

Sverige är på väg mot ökad obalans mellan utbud och efterfrågan på biogas för fordonsbruk. Det kan göra att satsningen på fler biogasbilar kan visa sig bli en bro till ökad och långvarig användning av naturgas.

Det är ännu för tidigt att säga om termisk förgasning av biomassa kan bli ett ekonomiskt hållbart sätt att öka utbudet av inhemskt producerad biogas. Något större bidrag före 2020 är inte troligt.

¹⁹ AMFI Newsletter, December 2011.

13 Referenser

Bengtsson, S., Andersson, K. och Fridell, E. (2011), *A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment May 2011 225: 97-110.

Benjaminsson, J. och Nilsson, R.(2009), *Distributionsformer för biogas och naturgas i Sverige*. Grontmij.

Bernstad, A. och Molén, U. (2011), *Fossiloberoende fordonssektor 2030 – så kan biogasen hjälpa till*. Stockholms Handelskammare, Västsvenska Industri- och handelskammaren, Handelskammaren i sydsvenska företags intresse.

Broman, R., Stålhammar, P. och Erlandsson, L. (2010), *Enhanced Emission Performance and Fuel Efficiency for HD Methane Engines*, AVL/MTC. Litteraturstudie på uppdrag av Trafikverket.

Brännlund, R., Nilsson, I., Söderholm, P. (2010), *Samhällsekonomiska värden av olika miljöeffekter vid ett ökat utnyttjande av biogas*, Umeå universitet och Luleå tekniska universitet, Bilaga 3 till Energimyndigheten (2010).

Börjesson, P., Berglund, M. (2007), *Environmental systems analysis of biogas systems—Part II: The environmental impact of replacing various reference systems*. Biomass and Bioenergy 31 (2007) 326–344.

Energimarknadsinspektionen (2010), *Förändrade marknadsvillkor för biogasproduktion*. EI R2010:17.

Energimyndigheten (2010), *Förslag till sektorsövergripande biogasstrategi*. ER 2010:23.

Energimyndigheten (2011a), *Produktion och användning av biogas 2010*. ES 2011:07.

Energimyndigheten (2011b), *Transportsektorns energianvändning 2010*. ES 2011:5.

EU-kommissionen (2011), *Smartare energibesättning för EU; förslag om ändring av energiskattedirektivet*. Meddelande från kommissionen till

Europaparlamentet, rådet och Europeiska ekonomiska och sociala kommittén. KOM(2011) 168.

Grahn, M. och Hansson, J. (2009), *Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige till år 2030*. Chalmers Tekniska Högskola (på uppdrag av Svenska Petroleuminstitutet).

Kågeson, P. (2011), *Med klimatet i tankarna – styrmedel för energieffektiva bilar*. Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2011:1. Finansdepartementet.

Lantz, M. och Börjesson, P. (2010), *Kostnader och potential för biogas i Sverige*. Institutionen för teknik och samhälle, Avdelningen för miljö- och energisystem, Lunds Tekniska Högskola, Bilaga 1 till Energimyndigheten (2010).

Lindberg, C. (2010), *Internationell utblick*, Bilaga 6 till Energimyndigheten (2010).

Linné, M., Ekstrand, A., Engellsson, R., Persson, E., Björnsson, L. och Lantz, M. (2008), *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter*. BioMil AB och Envirum AB på uppdrag av Avfall Sverige, Svenska Biogasföreningen, Svenska Gasföreningen och Svenskt Vatten.

Magnusson, L. (2008). *Minskat beroende av fossila bränslen - Underlag och förslag till Västtrafiks Avsiktsförklaring*. Sweco på uppdrag av Västtrafik.

MARINTEK (2010), *Emission factors for CH₄, NO_x, particulates and black carbon for domestic shipping in Norway*. Klima og forurensningsdirektoratet, November.

MEC Intelligence (2011), *LNG Propulsion 2012 and Beyond*, mecintelligence.com.

Regeringskansliet (2011), *Översyn av energiskattedirektivet. Faktapromemoria*. Finansdepartementet 2011-05-18.

Riksrevisionen (2011), *Biodrivmedel för bättre klimat. Hur används skattebefrielsen?* RiR 2011:10.

SSPA & ÅF (2011), *North European LNG Infrastructure Project: Baseline Report*. ÅF Industry AB och SSPA Sweden AB.

Stockholms Handelskammare, Västsvenska Industri- och handelskammaren och Handelskammaren i sydsvenska företags intresse (2011), *Fossiloberoende fordonssektor 2030 – så kan biogasen hjälpa till*.

Svenska Gasföreningen (2010), *Sammanställning över antalet gasfordon, tankställen och fordonsgas i Sverige 1995 – 2009*.

TNO (2011), *Environmental and Economic aspects of using LNG as a fuel for shipping in the Netherlands*. TNO report 2011-00166. Delft.

Trafikverket (2011), *Uppdaterade reduktionsvärden för etanol- och gasfordon till bilindex*. PM 2011-03-08.

Västtrafik (2010), *Plan för avveckling av fossila bränslen*.

Centrum för transportstudier är ett forskningscentrum vid KTH – ett samarbete mellan KTH, VTI, WSP Analys & Strategi, Internationella Handelshögskolan i Jönköping, Trafikanalys, Trafikverket, Vectura och VINNOVA. Forskningsfältet omfattar bland annat samhällsekonomisk analys, hållbara transportsystem, prognosmodeller, trafiksimulering, transportsystemets finansiering och organisation, samspelet mellan transportsystem och regional ekonomi samt trafikanters beteenden och värderingar. Centret är en tioårig satsning med en total finansiering från parterna på uppåt 250 miljoner kr, oräknat tillkommande externa uppdrag. Verksamheten sysselsätter motsvarande minst 20 heltidstjänster, oräknat de många forskare vid de olika parterna som har sin finansiering på annat sätt, och har en gemensam lokalisering på KTH:s campus.

The Centre for Transport Studies is a new research centre at KTH – a cooperation between KTH, VTI, WSP Analysis & Strategy, Jönköping International Business School, Transport Analysis, Transport Administration, Vectura and VINNOVA. The research area includes cost-benefit analysis, sustainable transport systems, transport modelling, simulation, financing and organisation, interactions between the transport system and the regional economy, and travellers' behaviour and valuations. The Centre is a ten-year project comprising almost 250 million SEK, not counting additional research grants. The centre employs around 20 full-time equivalents, in addition to the researchers at the partners funded in other ways, and has a joint location at KTH campus.

Centre for Transport Studies
SE-100 44 Stockholm
Sweden
www.cts.kth.se