



# Metanutsläpp i den svenska fordonsgaskedjan

## – En nulägesanalys

(Methane emissions in the Swedish CNG/CBG chain  
– A current situation analysis)

Lotta Göthe

*"Catalyzing energygas development  
for sustainable solutions"*

## **Metanutsläpp i den svenska fordonsgaskedjan - En nulägesanalys (Methane emissions in the Swedish CNG/CBG chain – A current situation analysis)**

Lotta Göthe

Denna studie har finansierats av:  
Energimyndigheten  
Avfall Sverige  
AGA Gas AB  
Borås Energi och miljö AB  
E.ON Gas Sverige AB  
Göteborg Energi AB  
Lunds Energikoncernen AB (publ)  
NSR AB  
Scania CV AB  
Stockholm Gas AB  
Svenskt Vatten  
Swedegas AB  
Volvo Trucks Corporation  
Öresundskraft AB

Rapporten finns också publicerad av:  
Svenskt Vatten Utveckling – Rapport C SGC2013-282  
Avfall Sverige Utveckling – Rapport B 2013:03

© Svenskt Gastekniskt Center AB

---

*Postadress och Besöksadress*  
Scheelegatan 3  
212 28 MALMÖ

*Telefonväxel*  
040-680 07 60

*Telefax*  
0735-279104

*E-post*  
[info@sgc.se](mailto:info@sgc.se)

*Hemsida*  
[www.sgc.se](http://www.sgc.se)



## Svenskt Gastekniskt Center AB, SGC

SGC är ett spjutspetsföretag inom hållbar utveckling med ett nationellt uppdrag. Vi arbetar under devisen "*Catalyzing energygas development for sustainable solutions*". Vi samordnar branschgemensam utveckling kring framställning, distribution och användning av energigas och sprider kunskap om energigas. Fokus ligger på förnybara gaser från rötning och förgasning. Tillsammans med företag och med Energimyndigheten och dess kollektivforskningsprogram *Energigastekniskt utvecklingsprogram* utvecklar vi nya möjligheter för energigaserna att bidra till ett hållbart samhälle. Tillsammans med våra fokusgrupper inom *Rötning, Förgasning och bränslesyntes, Distribution och lagring, Kraft/Värme* och *Gasformiga drivmedel* identifierar vi frågeställningar av branschgemensamt intresse att genomföra forsknings-, utvecklings och/eller demonstrationsprojekt kring. Som medlem i den europeiska gasforskningsorganisationen GERG fångar SGC också upp internationella perspektiv på utvecklingen inom energigasområdet.

Resultaten från projekt drivna av SGC publiceras i en särskild rapportserie – *SGC Rapport*. Rapporterna kan laddas ned från hemsidan – [www.sgc.se](http://www.sgc.se). Det är också möjligt att prenumerera på de tryckta rapporterna. SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll.

SGC ger också ut faktabroschyrer kring olika aspekter av energigasens framställning, distribution och användning. Broschyrer kan köpas via SGC:s kansli.

SGC har sedan starten 1990 sitt säte i Malmö. Vi ägs av Eon Gas Sverige AB, Energigas Sverige, Swedegas AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energikoncernen AB (publ) och Öresundskraft AB.

Malmö 2013

Martin Ragnar  
*Verkställande direktör*



## Swedish Gas Technology Centre, SGC

SGC is a leading-edge company within the field of sustainable development having a national Swedish assignment. We work under the vision of “*Catalyzing energygas development for sustainable solutions*”. We co-ordinate technical development including manufacture, distribution and utilization of energy gases and spread knowledge on energy gases. Focus is on renewable gases from anaerobic digestion and gasification. Together with private companies and the Swedish Energy Agency and its frame program *Development program for energy gas technology* we develop new solutions where the energygases could provide benefits for a sustainable society. Together with our focus groups on *Anaerobic digestion, Gasification and fuel synthesis, Distribution and storage, Power/Heat and Gaseous fuels* we identify issues of joint interest for the industry to build common research, development and/or demonstrations projects around. As a member of the European gas research organization GERG SGC provides an international perspective to the development within the energygas sector

Results from the SGC projects are published in a report series – *SGC Rapport*. The reports could be downloaded from our website – [www.sgc.se](http://www.sgc.se). It is also possible to subscribe to the printed reports. SGC is responsible for the publishing of the reports, whereas the authors of the report are responsible for the content of the reports.

SGC also publishes fact brochures and the results from our research projects in the report series *SGC Rapport*. Brochures could be purchase from the website.

SGC is since the start in 1990 located to Malmö. We are owned by Eon Gas Sverige AB, Energigas Sverige, Swedegas AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energikoncernen AB (publ) and Öresundskraft AB.

Malmö, Sweden 2013

Martin Ragnar  
*Chief Executive Officer*



## Författarnas förord

Arbetet inleddes med en bred inläsning av rapporter inom området gjordes för att skaffa en bild över det generella kunskapsläget. Intervjuer och samtal med personer inom olika sektorer inom biogas/fordonsgas-området följde, för att få en bild över vilka huvudsakliga kritiska punkter som finns avseende metanläckage och en övergripande bild över flödet av metan i värdekedjan.

Avstämning gjordes i referensgrupp.

Uppgifter eftersöktes inom varje delområde i det kartlagda flödet, dels från dokumenterade studier, dels från muntliga uppgifter från personer i branschen, när aktuella uppgifter saknades i litteraturen. Det som eftersöktes var uppgifter på utsläppsnivåer, kontrollsystem och trender för utvecklingen. Uppgifterna om utsläppsskällor sammanställdes sedan så att de kunde jämföras med varandra.

Analys av storleksordning på utsläpp i olika delar av kedjan, kritiska punkter för framtiden, var behövs insatserna för att ge god effekt?

Slutrapportering till referensgrupp, avstämning av slutsatser. Deras återkoppling gav en utvidgning av uppdraget till att också jämföra dagens genomsnittliga utsläppsnivåer med de för bästa tillgängliga teknik (Best available Technology, BAT), det vill säga, beräkning av metanutsläppsnivåer för tillkommande ny produktion. Slutrapportering skedde sedan till SGC.

Till projektet har en referensgrupp funnits knuten bestående av följande personer;

Mattias Svensson, SGC (projektkoordinator)

Tobias Persson, SGC

Ragnar Sjö Dahl, AGA gas

Lennart Erlandsson, AVL-MTC

Anna-Karin Schön, Borås Energi och Miljö

Roland Nilsson, E.ON Gas Sverige

Eric Zinn och Lars Holmquist, Göteborg Energi

Ingvar Wängberg, IVL Svenska Miljöinstitutet

Lena Rodhe, JTI

Fredrik Luthman, Lunds Energikoncernen

Mikael Lantz, Lunds Tekniska Högskola

Gunilla Nilsson, NSR

Jonas Strömberg, Scania

Skånetrafiken. Kristina Christensson

Daniel Hellström, Svenskt Vatten

Magnus Andreas Holmgren, SP

Ingemar Magnusson, Volvo Group Trucks Technology

Mårten Blomroos, Volkswagen Group Sverige



## Summary

Environmental and climate benefits of biogas are investigated in several life cycle analyses. One of the factors is identified as crucial for climate benefits, emissions of methane, which can occur at several stages of the chain. The reason why the leakage of methane is so important to minimize is that methane is such a potent greenhouse gas, with the CO<sub>2</sub> equivalent<sup>1</sup> of 25. The total leakage of biogas can amount to 10-20% before giving negative climate benefits compared to fossil based systems<sup>2</sup>. When the leakage is from natural gas, the figure is much lower because it is fossil based.

The purpose of this report is to compile existing knowledge about where methane emissions occur and how much is leaked to the atmosphere. The aim is also to identify areas where further improvement is of particular interest for the respective authority, company or organization concerned.

The report thus focuses only on one emission post relevant to the climate impact of biomethane and natural gas used as vehicle fuel. Positive effects such as reductions in the methane emissions in other areas are not included in the calculations. The compilation of this report can therefore not be used to weigh different fuels climate impact against each other, but is intended as a basis for improvements to ensure and further decrease the climate impact of gas vehicles with respect to direct methane emissions.

Emissions of methane occur in the following stages:

- The production of natural gas and biogas.
- The distribution of fuel.
- When refuelling.
- In vehicle operation, mainly consisting in unburned methane from the engines but also leakage from the tanks.

Overall, the largest sources of methane emissions from the gas chain in Sweden today is biogas production, including the upgrading of biogas.

*Summary of the estimated emissions from different parts in the gas chain in Sweden. Distribution is calculated as an average of 55% through pipeline, the remainder via truck distribution.*

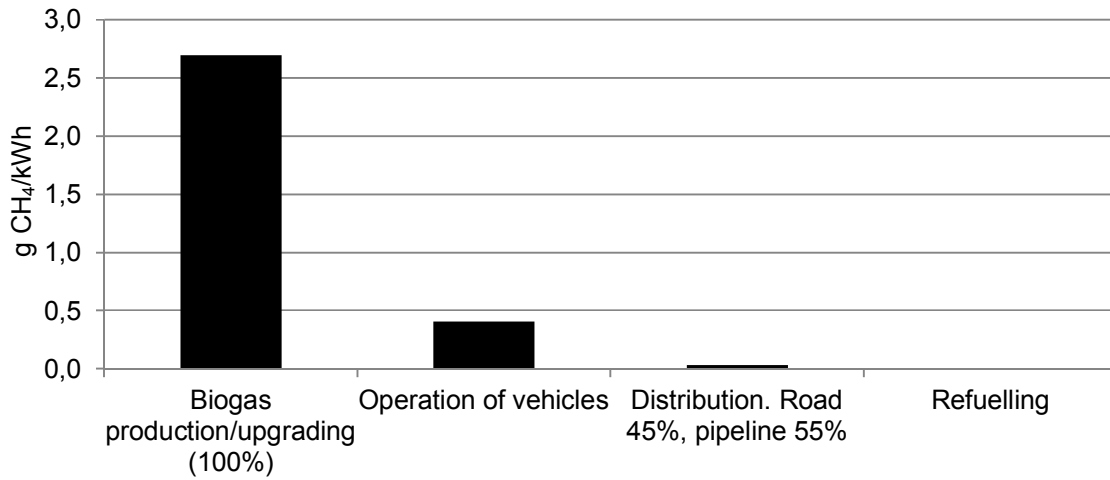
Only biogas	Buses and trucks (g CH <sub>4</sub> /kWh gas)	Cars (g CH <sub>4</sub> /kWh gas)
Biogas production/upgrading (100%)	2.7	2.7
Operation of vehicles	0.41	0.14
Distribution. Road 45%, pipeline 55%	0.034	0.034
Refuelling	0.0001	0.0008
<b>TOTAL</b>	<b>3.1</b>	<b>2.8</b>
<b>Emissions in % of gas used</b>	<b>4.2%</b>	<b>3.8%</b>

<sup>1</sup> GWP (global Warming Potential) 100 years, according to IPPC

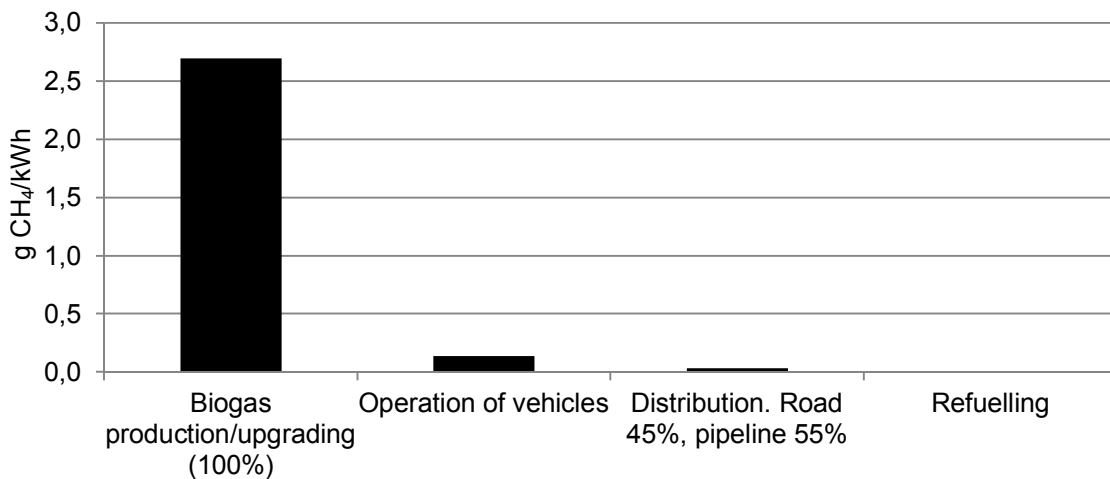
<sup>2</sup> Berglund, M. (2006). Biogas Production from a Systems Analytical Perspective. LTH, Lund University.



## Buses and trucks



## Cars



*Methane emissions from different part of the gas chain, expressed as g CH<sub>4</sub>/kWh gas, for an average heavy vehicle and passenger car in Sweden during 2012.*

The trend of the CH<sub>4</sub> emissions is decreasing, because of the high focus on emissions from biogas production and minimization of leaks. A contributing factor to this is the "Voluntary Commitment" the Swedish Waste Management and Recycling association has pursued since 2007, to work systematically on methane emissions from biogas production. The commitment means a commitment to measure methane emissions and systematic leak detection at the plant, including agreeing to measurements made by a third party every three years.

It should be noted that emissions from natural gas production is outside the boundaries of this compilation, which means that a completely accurate value for the emissions from the production of an average kWh gas is not presented, but because the values for emissions in the natural gas production according to available sources are so low, they would probably not affect values significantly upwards.





The operation of heavy vehicles such as garbage trucks and buses is the second largest single source per kWh consumed gas. Within this area big improvements are expected with the introduction of Euro VI, with both halved emission levels and more representative cycles and testing requirements for vehicles in operation. Since a heavy vehicle in general is operated intensely the first years, the share of Euro VI will increase rapidly. According to the forecast presented in Table 14, emissions can be reduced by 20% already in 2016.

The contribution from distribution is close to negligible relative to other emission sources. Emissions from pipeline transports are the main source within the distribution system. This may be due to inferior data quality. But it may also be due to many small leakages in the system. The leakage by diffusion from the pipelines themselves correspond to, according to estimates, only a fraction of this, 0.0004% of the transported gas quantity<sup>3</sup>.

The report also pointed out a few areas where further action is needed, especially:

- There are a number of facilities that neither has joined the Voluntary Commitment or have regulatory requirements related to methane emissions. The industry concerned need to make efforts to raise the issue of methane emissions. Many of the plants are in public ownership, leading to a need for political responsibility to create better climate benefits of biogas production. Also the regulatory requirements to reduce methane emissions are not in line with the development, these requirements should be tightened.
- Controls on catalyst performance of older buses and trucks should be conducted regularly. In the absence of rules for this at the regulated vehicle inspection, the larger public transport authorities should impose this as a requirement on their contractors. Alternatively, contractors voluntarily take a greater responsibility. At the very least this should be checked by making sample testing on a random basis.
- If the expansion of the LNG operation of ships continues to increase, so does the need for reducing methane emissions from the engines. The best would be a formal regulation of the emissions, which with today's economic and political position regarding maritime shipping is not likely in the near future. Until then, it is the technological development of maritime propulsion suppliers that may drive development forward, possibly supplemented by demand from transport purchasers through, for example, the Clean Shipping Index.
- Regarding the distribution and refuelling, there is a continuing need to replace old technology where methane emissions occur such as older types of refuelling stations and compressors.

In future investments in biomethane for vehicles, new technology will be used. Therefore, it is relevant to highlight the effects on methane emissions from expanded future use and production of biogas. Generally, the selection of "best available technology" (BAT) is what is already in use today in Sweden, in order to present a level relevant to current Swedish conditions in terms of economy and demands from authorities.

---

<sup>3</sup> The estimate of diffusive emissions from piping was made by Sydkraft Konsult AB (Later Sycon AB, now part of Grontmij) in 1994.



A summary of the best technologies used today in Sweden show significantly lower levels of emissions from the production and use of biogmethane as vehicle fuel.

*Summary of the estimated emissions for different parts of the biogas chain in Sweden, using the best available technology.*

<b>Biogas, new production and use, with BAT</b>	<b>Buses and trucks, BAT (g CH<sub>4</sub>/kWh)</b>	<b>Cars, BAT (g CH<sub>4</sub>/kWh)</b>
Biogas production, Measured emissions in a low emission facility	0.1	0.1
Biomethane production, upgrading COOAB Measured emissions, average	0.2	0.2
Operation of vehicles EURO VI, EURO 6 Regulated maximum level	0.18	0.13
Distribution. By truck 45%, pipeline 55% Present calculated level	0.034	0.034
Refuelling Present calculated level	0.0001	0.001
<b>TOTAL</b>	<b>0.45</b>	<b>0.41</b>
<b>Emissions in % of gas used, using BAT</b>	<b>0.61%</b>	<b>0.55%</b>
Present level, share of gas used	4.2%	3.8%



## Sammanfattning

Miljö- och klimatnyttan med biogasen är utredd i flera livscykelanalyser. En av de faktorer som pekas ut som avgörande för klimatnyttan är utsläppen av metan, som kan uppstå i flera led av kedjan. Anledningen att läckaget av metan är viktigt att hålla nere är att metanet är en så pass stark växthusgas, på 25 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter<sup>4</sup>. De samlade förlusterna av biogas kan uppgå till 10-20 % innan det ger en negativ klimatnytta jämfört med fossilbaserade system<sup>5</sup>. När det gäller utsläpp av naturgas är siffran betydligt lägre då denna är fossil.

Syftet med denna rapport är att sammanställa känd kunskap om var metanutsläpp uppstår och hur stora utsläppen är. Målet är även att peka ut områden där fortsatt förbättringsarbete är av speciellt intresse för respektive ansvarig myndighet, företag och organisation som berörs.

Rapporten beräknar och fokuserar således endast på en emissionspost med relevans för klimatnyttan med fordonsgas. Positiva effekter som exempelvis om metanutsläppen minskar på andra områden lyfts inte med i beräkningarna. Sammanställningen i denna rapport kan därför inte användas för att väga olika bränslens klimatnytta mot varandra, utan är tänkt som ett underlag för förbättringsarbete för att säkra och ytterligare öka klimatnyttan med fordonsgasen.

Utsläppen av metan uppstår i följande led:

- Vid produktion av naturgas och biogas.
- Vid distributionen.
- I samband med tankning.
- I fordonsdrift, främst av oförbränd metan från motorerna men även eventuellt läckage från tankarna.

Sammantaget är de största källorna till metanutsläpp från fordonsgaskedjan i Sverige idag biogasproduktionen inklusive uppgraderingen.

*Sammanställning av bedömda utsläpp för olika delar av fordonsgaskedjan i Sverige. Distributionen är räknad som ett snitt vid 55 % av distribution via nät, resterande via flak.*

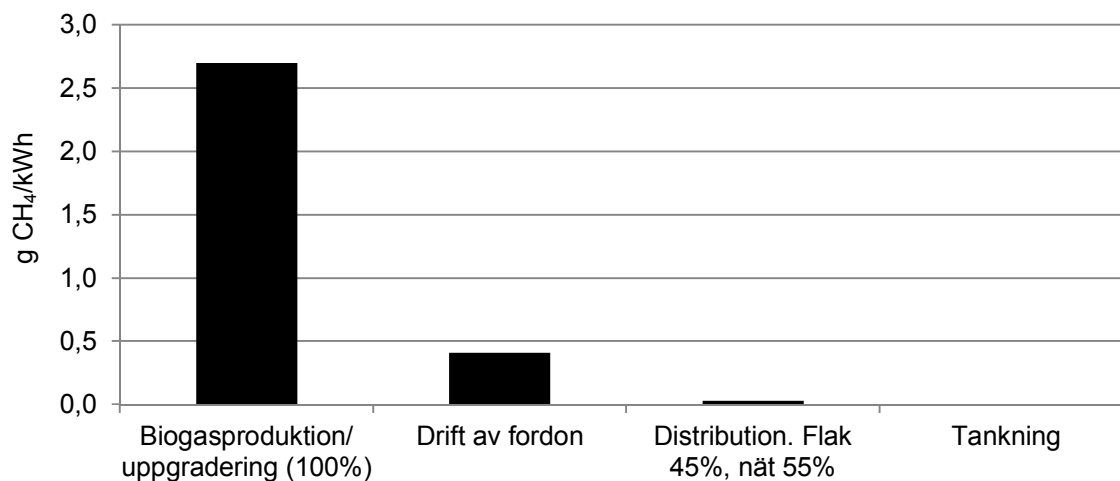
Enbart biogas	Buss och lastbil (g CH <sub>4</sub> /kWh)	Personbil (g CH <sub>4</sub> /kWh)
Biogasproduktion/uppgradering (100 %)	2,7	2,7
Drift av fordon	0,41	0,14
Distribution. Flak 45 %, nät 55 %	0,034	0,034
Tankning	0,0001	0,0008
<b>SUMMA</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>
<b>Andel av gasens energimängd</b>	<b>4,2 %</b>	<b>3,8 %</b>

<sup>4</sup> GWP (Global Warming Potential) 100 år, enligt IPCC

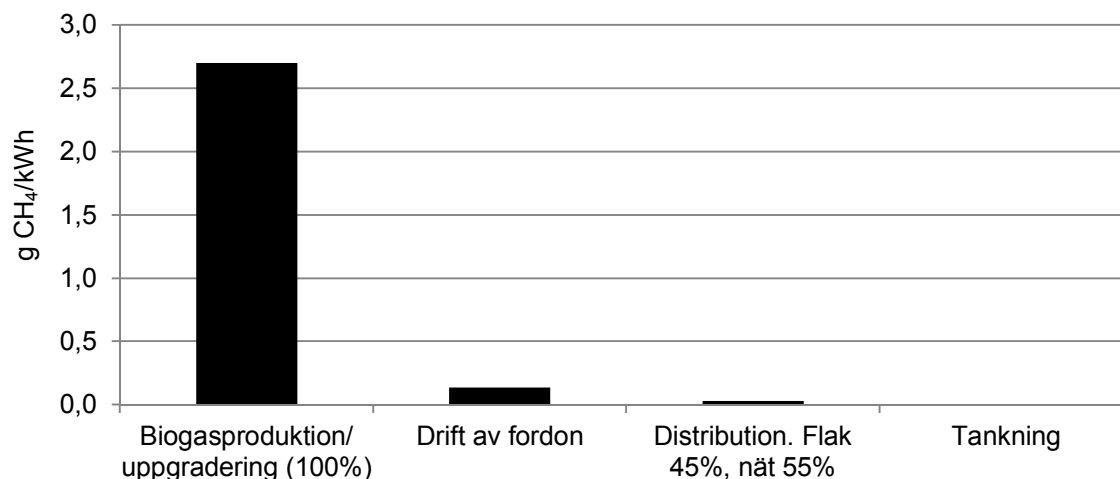
<sup>5</sup> Berglund, M. (2006). Biogas Production from a Systems Analytical Perspective. LTH, Lund University



## Buss och lastbil - biogas



## Personbil - biogas



*Metanutsläpp från olika led i fordonsgaskedjan, uttryckt som g CH<sub>4</sub>/kWh fordonsgas för ett genomsnittligt tungt fordon respektive personbil i Sverige 2012.*

Trenden för dessa utsläpp är minskande, eftersom fokus på just biogasproduktion och minimering av läckor ökar. En bidragande orsak till detta är "Frivilligt åtagande" som Avfall Sverige drivit sedan 2007, om att arbeta systematiskt med metanutsläppen från biogasproduktionen. Åtagandet innebär att man åtar sig att mäta metanutsläppen och systematiskt genomföra läcksökning vid anläggningen. Dessutom medverkar man i att det görs mätningar av extern part vart tredje år.

Här bör påpekas att utsläppsvärden från naturgasutvinningen ligger utanför avgränsningarna i denna sammanställning, vilket gör att ett helt rättvisande värde för utsläpp vid produktion av en genomsnittlig kWh fordonsgas inte presenteras men eftersom de angivna värdena för utsläpp vid utvinningen är så pass låga skulle de troligen inte påverka värdena markant uppåt.

Driften av tunga fordon, som sopbilar och bussar är den näst största enskilda källan räknat per kWh förbrukat gas. Inom detta område förväntas stora förbättringar med införandet av Euro VI, med både halverade utsläppsnivåer och mer



representativa körcykler samt krav på kontroll för fordon i drift. Eftersom tunga fordon körs intensivt, kommer sannolikt andelen Euro VI öka snabbt. Enligt prognosen som redovisas i tabell 14 kan utsläppen ha minskat med 20 % redan år 2016. Bidraget från distributionsledet är nära försumbart i förhållande till övriga utsläppskällor. Utsläppen från nätet dominerar i distributionsledet. Detta kan bero på mindre god datakvalitet. Men det kan också bero på många små utsläpp i systemet. Läckaget genom diffusion från själva rören motsvarar enligt beräkningar<sup>6</sup> endast en bråkdel av detta, 0,0004 % av den transporterade gasmängden.

I rapporten pekas även ut ett par områden där fortsatta åtgärder behöver vidtas, framförallt:

- Det finns en rad anläggningar som varken är anslutna till "Frivilligt åtagande" eller har myndighetskrav kopplade till metanutsläpp. Ansträngningar behöver göras inom branschen för att lyfta metanutsläppsproblematiken hos dessa. Många av anläggningarna är i offentlig ägo, vilket medför ett behov av politiskt ansvarstagande för att skapa en bättre klimatnytta för biogasproduktionen. Myndighetskraven har inte följt med i utvecklingen, här bör kraven skärpas.
- Kontroller av katalysatorfunktionen hos äldre bussar och lastbilar borde genomföras regelbundet. I frånvaro av regler för detta vid fordonsbesiktning, bör större trafikhuvudmän ställa detta som ett krav på sina operatörer. Alternativt att operatörer tar ett större eget ansvar. Åtminstone borde detta genomföras stickprovsmässigt.
- Om utbyggnaden av LNG-drift på fartyg fortsätter öka, ökar även behovet av åtgärder för att minska metanutsläpp från motorerna. Det bästa vore en reglering av emissionerna, något som med dagens ekonomiska och politiska läge avseende fartygstrafiken inte är sannolikt i närtid. Till dess är det den tekniska utvecklingen hos fartygsmotorleverantörerna som får driva utvecklingen framåt, eventuellt kompletterat med efterfrågan från transportköparna via t ex Clean Shipping Index.
- Avseende distribution och tankning finns det ett fortsatt behov att utrangera gammal teknik där metanutsläpp förekommer, som äldre typer av tankstationer och kompressorer.

Vid fortsatta satsningar på biogas till fordon är det ny teknik som kommer att vara den som används. Det är därför i sammanhanget relevant att belysa vilken effekt det blir på utsläppen av metan vid en utökad användning och produktion. Generellt har urvalet av "bästa tillgängliga teknik" (Best Available Technology, BAT) utgått ifrån vad som används i Sverige idag, för att ha en så relevant siffra som möjligt för svenska förhållanden avseende ekonomi och krav från myndigheter.

En summering av bästa teknik som används idag i Sverige visar på betydligt lägre nivåer för tillkommande produktion och användning av biogas.

<sup>6</sup> Beräkningen av utläckande gasmängder genom diffusion har gjorts av Sydkraft Konsult AB (Senare Sycon AB, nu del av Grontmij) år 1994.



*Sammanställning av bedömda utsläpp för olika delar av fordonsgaskedjan i Sverige, vid användning av bästa tillgängliga teknik.*

<b>Biogas, ny produktion och användning, med BAT</b>	<b>Buss och lastbil BAT (g CH<sub>4</sub>/kWh)</b>	<b>Personbil BAT (g CH<sub>4</sub>/kWh)</b>
Biogasproduktion, rötning Uppmätt vid en anläggning med mycket låga emissioner	0,1	0,1
Biogasproduktion, uppgradering COOAB Uppmätt genomsnitt för denna teknik	0,2	0,2
Drift EURO VI respektive EURO 6 Reglerad maxnivå	0,18	0,13
Distribution. Flak 45 %, nät 55 % Nuvarande beräknade nivå	0,034	0,034
Tankning Nuvarande beräknade nivå	0,0001	0,001
<b>SUMMA</b>	<b>0,45</b>	<b>0,41</b>
<b>Andel av gasens energimängd vid BAT</b>	<b>0,61 %</b>	<b>0,55 %</b>
Nuläge, snitt andel av gasens energimängd	4,2 %	3,8 %



## Innehåll

1. Bakgrund.....	15
2. Denna rapport .....	16
2.1 Metod .....	16
2.2 Avgränsningar .....	16
3. Produktion av fordonsgas.....	18
3.1 Biogasproduktion.....	18
3.2 Naturgas.....	23
4. Distribution och tankning .....	25
4.1 Utsläpp vid distribution .....	25
4.2 Utsläpp vid tankning.....	26
4.3 Utsläppsnivå totalt från distribution och tankning .....	27
4.4 Kontrollsystem – distribution och tankning .....	29
4.5 Kunskapsläge – distribution och tankning .....	30
4.6 Utveckling – distribution och tankning .....	30
5. Fordon.....	31
5.1 Utsläppsnivå från bussar och tunga lastbilar.....	32
5.2 Personbilar och lätta lastbilar .....	37
5.3 Fartyg.....	39
6. Totala utsläpp.....	41
7. Påverkan på utsläppen vid användning av bästa tillgängliga teknik.....	45
7.1 Utgångspunkt .....	45
7.2 Bästa tillgängliga teknik - biogasproduktion .....	45
7.3 Bästa tillgängliga teknik - fordon.....	45
7.4 Totalt vid användning av bästa tillgängliga teknik.....	46
8. Fortsatt arbete.....	47
8.1 Kunskapsbehov.....	47
8.2 Åtgärdsbehov .....	47
9. Referenser .....	49
9.1 Omräkningsfaktorer.....	50
Bilaga 1 - Översikt distribution av fordonsgas .....	51



## 1. Bakgrund

För att nå målet med en fossiloberoende fordonsflotta år 2030 är alternativa bränslen för fordon en viktig pusselbit.

Fordonsgas är samlingsnamnet för naturgas och biogas som används som drivmedel till fordon. Gasen är till största delen metan med skillnad i hur den produceras. Naturgas är ett fossilt bränsle medan biogas framställs av biologiskt förnyelsebart material, till exempel avfall. I Sverige såldes förra året drygt 139 miljoner normalkubikmeter fordonsgas varav nära 60 % var biogas.

Fordonsgasen finns i två distributionsformer, dels som flytande fordonsgas (LNG/LBG) som distribueras nedkyld till 130-160 °C, dels som komprimerad fordonsgas (CNG/CBG). Den vanligaste formen vid tankning är CNG/CBG.

Miljö- och klimatnyttan med biogasen är utredd i flera livscykelanalyser. En av de faktorer som pekas ut som avgörande för klimatnyttan är utsläppen av metan, som kan uppstå i flera led av kedjan. Anledningen till att läckaget av metan är viktig att hålla nere är att metanet är en så pass stark växthusgas, motsvarande 25 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter<sup>7</sup>. De samlade förlusterna av biogas kan uppgå till 10-20 % innan det ger en negativ klimatnytta jämfört med fossilbaserade system<sup>8</sup>. När det gäller utsläpp av naturgas är siffran betydligt lägre då denna är fossil.

Utsläppen uppstår i följande led:

- Vid produktion av naturgas och biogas.
- Vid distributionen.
- I samband med tankning.
- Vid fordonsdrift, främst bestående av oförbränd metan från motorerna men även eventuellt läckage från tankarna.

---

<sup>7</sup> GWP (Global Warming Potential) 100 år, enligt IPCC

<sup>8</sup> Berglund, M. (2006). Biogas Production from a Systems Analytical Perspective. LTH, Lund University.





## 2. Denna rapport

Syftet med denna rapport är att sammanställa känd kunskap om var metanutsläpp uppstår och hur stora utsläppen är. Målet är även att peka ut områden där fortsatt förbättringsarbete är av speciellt intresse för respektive ansvarig myndighet, företag och organisation som berörs. Förbättringar som är avsedda att säkra och ytterligare öka klimatnyttan med fordonsgasen.

Sammanställningen i denna rapport kan inte användas för att väga olika bränslens klimatnytta mot varandra. Metanutsläppen är bara en del av många faktorer som måste vägas samman innan sammanlagd klimatnytta kan beräknas eller bedömas. För sådana bedömningar rekommenderas istället någon av de livscykelanalyser där både plus- och minusposter avseende klimatnyttan hanteras och vägs mot varandra. Förslagsvis:

- "Produktion av dagens och framtidens hållbara biodrivmedel". Underlagsrapport från f3 till utredningen om FossilFri Fordonstrafik. Börjesson mfl (publiceras under våren 2013)
- "Well-to-wheels Analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context". R.Edwards mfl (2011). European Union.
- "Livscykelanalys av svenska biodrivmedel". Börjesson, P. mfl. LTH (2010)
- "Biogas Production from a Systems Analytical Perspective". Maria Berglund (2006). LTH, LU.

Motsvarande information om metanutsläppen har använts i tidigare genomförda livscykelanalyser. Denna rapport behandlar således endast "minusposten" för fordonsgasen ur klimatnyttaperspektivet, med syfte att öka kunskapen inom området och därigenom kunna fokusera på de områden för metanutsläpp där störst nytta kan uppnås.

I denna rapport sammanställs den litteraturredata som finns avseende metanläckaget kopplat till fordonsgas. En bedömning av hur stora utsläppen är totalt sett är också genomförd, utifrån ett antal antaganden som redovisas under respektive avsnitt. Genomgående är målet att göra en konservativ bedömning av utsläppen, alltså göra en bedömning av vad som kan vara normal nivå men, när det råder osäkerhet, snarare överskatta än underskatta nivån.

### 2.1 Metod

Underlag till rapporten har inhämtats genom kontakter med branschen och litteratursökningar. Huvudförfattare är Lotta Göthe på Miljöbyrån Ecoplan. Behjälplig i rapportarbetet har framförallt Magnus Andreas Holmgren på SP varit avseende utsläpp från biogasproduktionen samt Staffan Johannesson och Fredrik Dolf på Miljöbyrån Ecoplan avseende fordon. Även AVL-MTC med Charlotte Sandström-Dahl och Lennart Erlandsson har varit ett stöd i avsnittet om fordon.

Till arbetet har även en referensgrupp varit knuten med personer som på många sätt bidragit till arbetet med sin respektive expertis. Dessa framgår i referensavsnittet.

### 2.2 Avgränsningar

Enbart direkta utsläpp av metan kopplat till fordonsgasen ingår. Positiv påverkan genom minskade metanutsläpp på annat håll ingår inte, exempelvis genom att material rötas istället för att enbart lagras. Inte heller någon jämförelse med de



metanutsläpp som alternativen medför, som till exempel utsläpp av metan kopplat till produktion och användning av diesel eller bensin.

Avgränsningen geografiskt är Sverige. Det betyder att metanutsläpp från utvinningen av naturgas inte ingår eftersom denna inte sker i Sverige, men de nivåer på utsläppen som redovisas av branschen är relativt låga.

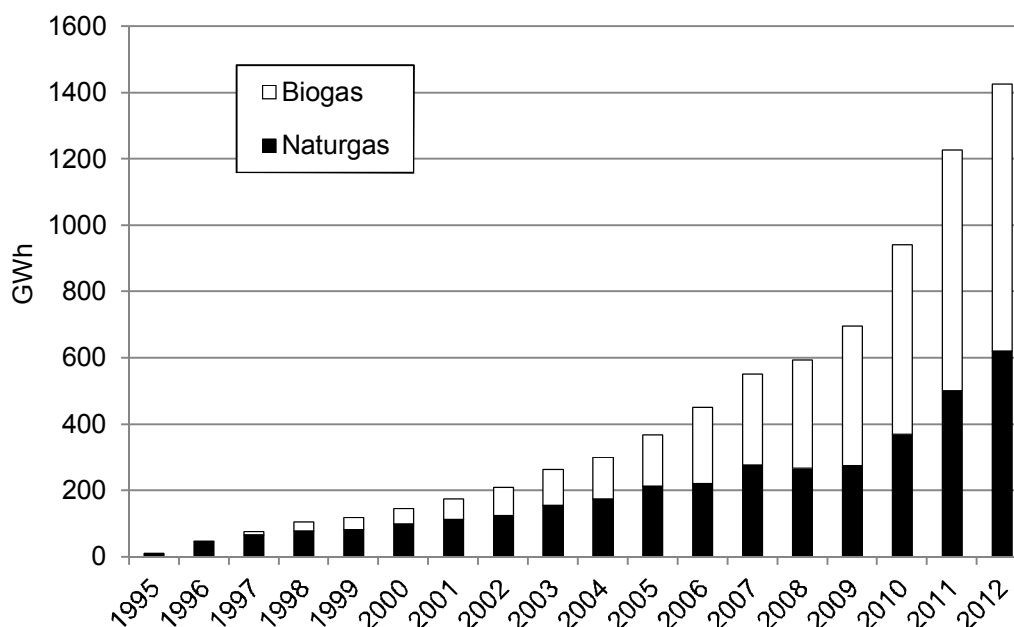
Vid produktionen av biogas är avgränsningen rötammaren och framåt i kedjan, men inte utsläpp från substratet eller rötrest (biogödsel) efter borttransport för spridning på åker. Biogödsellagret i anslutning till anläggningen, under den fas då metanutsläppen sannolikt är som störst från biogödseln, ingår dock.

I sammanställningen har normalsituationen varit utgångsläget. Det betyder att utsläpp från eventuella olyckor inte ingår, däremot planerade utsläpp exempelvis vid återkommande service.



### 3. Produktion av fordonsgas

Försäljningen av fordonsgas har ökat stadigt under seklets början. De första åren dominerade fortfarande naturgasen men från mitten av 00-talet består fordonsgasen av mer biogas än naturgas. Idag är cirka 40 % av fordonsgasen naturgas och 60 % är biogas, se figur 1.



Figur 1. Utvecklingen av försäld fordonsgasvolym i Sverige på energibasis (GWh). Data från [www.gasbilen.se](http://www.gasbilen.se).

#### 3.1 Biogasproduktion

##### 3.1.1 Utsläppsnivå från biogasproduktion

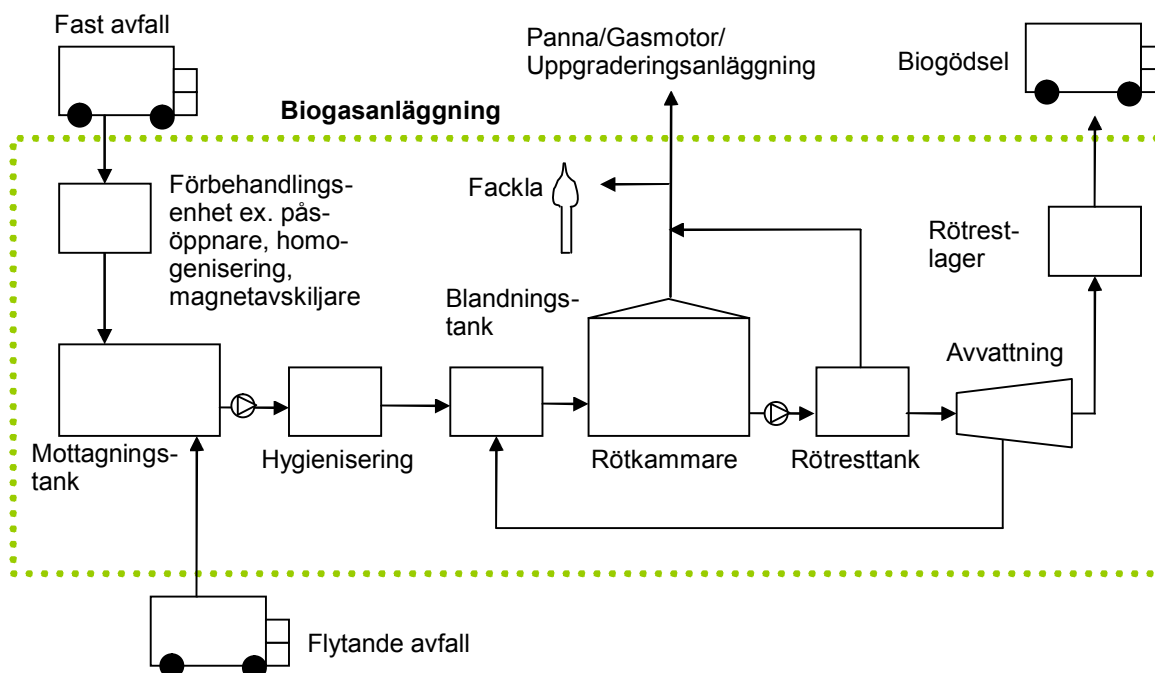
I Sverige producerades år 2011 ungefär 1,5 TWh biogas från sammanlagt 233 rötningsanläggningar. Av den producerade gasen uppgraderades 50 % till fordonsgas, 38 % användes till värmeproduktion, 3 % gick till produktion av el och 8 % facklades bort<sup>9</sup>. Biogas som produceras i gårdsanläggningar, från soptippar och i VA verk används ofta för uppvärmning eller elproduktion på plats utan föregående uppgradering. Metanutsläpp från hela biogasproduktionen kan därför inte enbart allokeras till användningen av fordonsgas.

Biogasproduktionen sker i flera steg som varierar mellan anläggningarna, i figur 2 och 3 nedan framgår ett typflöde.

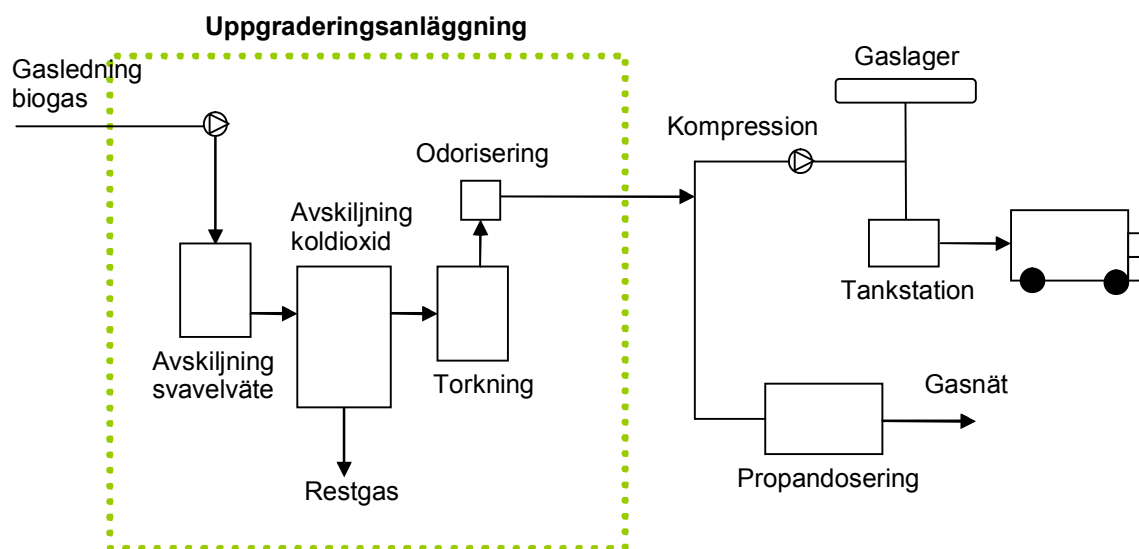
Om biogasen skall användas som fordonsgas måste den uppgraderas, dvs. renas från koldioxid och föroreningar, t.ex. siloxaner.

<sup>9</sup> Energigas Sverige





Figur 2. Typbeskrivning av biogasproduktion. Grön streckad linje visar systemgräns för "Frivilligt åtagande" som Avfall Sverige driver om att arbeta systematiskt med metanutsläppen från biogasproduktionen vid biogasanläggning. Från "Sammanställning av mätningar inom frivilligt åtagande 2007-2012". Avfall Sverige rapport U2012-15.



Figur 3. Typbeskrivning av uppgraderingsanläggning för biogas. Grön streckad linje visar systemgräns för Avfall Sveriges "Frivilligt åtagande" vid uppgraderingsanläggning. Från "Sammanställning av mätningar inom frivilligt åtagande 2007-2012". Avfall Sverige rapport U2012-15.

Utsläpp av metan förekommer i samband med produktion av biogas i varierande omfattning i alla led, men de huvudsakliga källorna är:



- Diffusa utsläpp vid lagring av rötresterna (biogödseln) direkt efter rötningen. Metanproduktionen är starkt temperaturberoende, vilket medför att i fortfarande varm biogödsel som lagras utan uppsamling av metan eller övertäckning, kan metanproduktionen under vissa omständigheter vara betydande.
- Från rester av metan i restgaserna från uppgraderingen av rågasen. Den vanligaste tekniken för uppgradering är vattenskrubber. I PSA-anläggningar adsorberas koldioxiden i kolonner fyllda med t.ex. aktivt kol. Den teknik som ger minst metanutsläpp, som används i svenska anläggningar idag, är kemisorptionsanläggningar (ex. COOAB) där adsorption av koldioxiden sker till en amin-baserad kemikalie.

Generellt är de procentuella utsläppen av metan från biogasproduktion större i mindre anläggningar och anläggningar vars primära syfte inte är biogasproduktion, som avloppsreningsverk. För uppgraderingsanläggningar är det främst äldre anläggningar som inte är optimerade för låga metanutsläpp.

Det var under 2012 sammanlagt 734 GWh biogas som producerades för användning som fordonsgas. För resultat från datainsamlingen, se tabell 1 och 2 nedan.

*Tabell 1. Utsläppvärden för metan i rötning av biogas för fordonsgas. Anläggningar i "Frivilligt åtagande" samt ytterligare 4 anläggningar, mätningarna genomfördes 2007-2012. Samtliga medelvärden är viktade i förhållande till produktionen. När mätningar från rötrestlagret saknas har en schablonberäkning gjorts baserat på medelvärden för utsläppen från sådana lager, för täckta lager 2,4 % förlust, för öppna lager 3,4 % förlust.*

Anläggningstyp <b>RÖTNING</b>	Medelutsläpp (g CH <sub>4</sub> /kWh producerad gas)	Producerad gas (MWh)
Avloppsreningsverk (ibland viss samrötning med matavfall)	1,8	227 135
Avfallsrötning, samrötning	1,9	296 130
<b>Totalt</b>	<b>1,9</b>	<b>523 265</b>

*Tabell 2. Utsläppvärden för metan i uppgraderingen av biogas för fordonsgas. Anläggningar i "Frivilligt åtagande" samt ytterligare 4 anläggningar, mätningarna genomfördes 2007-2012. Samtliga medelvärden är viktade i förhållande till produktionen.*

Anläggningstyp <b>UPPGRADERING</b>	Medelutsläpp (g CH <sub>4</sub> /kWh producerad gas)	Producerad gas (MWh)
COOAB	0,2	186 313
End-of-pipe för metanreduktion	0,4	72 255
PSA	1,2	60 204
Vattenskrubber	1,2	305 720
<b>Totalt</b>	<b>0,8</b>	<b>624 492</b>



### 3.1.2 Kontrollsystem biogasproduktion

Från myndighetshåll kontrolleras utsläpp från biogasproduktionen genom tillstånd enligt miljöbalken. Det är däremot mer ovanligt att nivån på just metanutsläppen finns reglerade i gällande tillstånd. Göteborg Energi gjorde 2011 en kartläggning av 54 samrötnings- och gårdsanläggningar, alltså inga avloppsreningsverk eller deponigasanläggningar<sup>10</sup>. Av dessa var det 14 som hade villkor kopplat till metan, men enbart 6 stycken som hade konkreta riktvärden eller gränsvärden. Det var vanligare med ett generellt villkor att minimera utsläppen, utan gränsvärden eller riktvärden. Det betyder att det är upp till tillsynsmyndigheten om man kräver mätningar av metan i kontrollprogrammen, men det finns inga gränser för hur höga utsläppen får vara. Riktvärden förekommer än gränsvärden, och för dessa var 1 % vanligt, men det finns exempel där riktvärdet för en uppgraderingsanläggning<sup>11</sup> är nere på 0,2 %. I de fall gränsvärden för metanutsläpp finns, ligger de flesta på 1-2 % av total produktion. Flera reglerar endast utsläpp från restgasen vid uppgraderingen.

Lite under hälften av fordonsgasen produceras på avloppsreningsverk. Där är det inte heller vanligt med villkorade metanutsläpp. Ett vanligt villkor för avloppsreningsverk idag är att metangasen som inte nyttiggörs, exempelvis för produktion av fordonbränsle, ska "samlas upp och förbrännas". Ibland kan dock tillsynsmyndigheten gå in och ställa krav på metanutsläppen<sup>12</sup>. Av gårdsanläggningar finns det bara en som rapporteras uppgradera biogas till fordonsgas.

Sedan 2007 har Avfall Sverige drivit "Frivilligt åtagande" om att arbeta systematiskt med metanutsläppen från biogasproduktionen. Åtagandet innebär att man åtar sig att mäta metanutsläppen och systematiskt genomföra läcksökning vid anläggningen. Dessutom medverkar man i att det görs mätningar av extern part vart tredje år. Detta omfattar sammanlagt 42 anläggningar av de totalt 233 anläggningar som finns i Sverige<sup>13</sup>. De anläggningar som producerar fordonsgas är i hög grad anslutna till initiativet. Cirka 70 % av produktionen från rötningsanläggningarna och 85 % av den producerade gasen från uppgraderingsanläggningarna ingår. Det betyder att det finns en relativt god bild över hur metanutsläppen från just fordonsgasproduktionen ser ut.

Mätningar och beräkningar genomfördes vid samtliga deltagande anläggningar i Frivilligt åtagande, under den första 3-årsperioden 2007-2009. Den andra 3-årsperioden 2010-2012 avslutades i början på 2013.

### 3.1.3 Kunskapsläge biogasproduktion

Kunskapsläget inom området är generellt god avseende var läckage uppstår och vad som går att göra åt det. Det frivilliga åtagandet har medfört att det finns tillgänglig mätdata för en stor andel av fordonsgasproduktionen. I en del fall finns det även miljötillstånd kopplade till produktionen, med tillhörande kontrollprogram och miljörapporter.

Kunskapsnivån avseende hur det ser ut med metanutsläpp för de 130 svenska reningsverk som producerar biogas och bland de många småskaliga gårdsan-

<sup>10</sup> Från Eric Zinn, Göteborg Energi. Urvalet baserades på de samrötnings- och gårdsanläggningar som fanns på biogasportalen.se sommaren 2011 samt kompletterades med ytterligare några som de fann intressanta. Inga avloppsreningsverk eller deponigasanläggningar finns med.

<sup>11</sup> Falkenberg Biogas

<sup>12</sup> Kontakt med Naturvårdsverket mars 2013, Robert Ljunggren

<sup>13</sup> Från Biogasportalen.se Antalet gäller 2011.



läggningarna är lägre då dessa i mindre omfattning kontrolleras genom "Frivilligt åtagande" samtidigt som myndighetskraven är svaga avseende kontrollprogram kopplade till villkorade metanutsläppsgränser. Kunskapsnivån hos de enskilda verksamhetsutövarna kan vara högre, men publicerade data saknas.

Ett annat specifikt område där kunskapsunderlaget är mer bristfälligt är de mer diffusa utsläppen vid lagring av rötrest. Sådana lager ligger i vissa fall utanför anläggningen och omfattas då inte av mätningarna i det frivilliga åtagandet, utan uppskattas schablonmässigt. Eftersom dessa utsläpp kan vara stora, behöver kunskap baserat på verkliga mätvärden för läckaget öka, framförallt hos verksamhetsutövare och myndigheter som har ansvar för att vidta åtgärder för att få ner läckaget.

### 3.1.4 Utveckling biogasproduktion

Traditionellt har rötning skett vid avloppsreningsverk där slam från reningsverk använts som substrat. Det huvudsakliga skälet till denna rötning har varit att stabilisera slammet, inte producera biogas. Sedan 90-talet har rötning med fokus på biogasproduktion tillkommit, med en högre teknikhöjd. Med högre teknikhöjd följer ofta minskade metanutsläpp, eftersom effektiviteten i processen ökar.

Med kunskap om metanförluster följer ett ökat fokus på att åtgärda utsläppskällorna både från branschen och från myndighetshåll. Med utgångspunkt från de mätningar som genomförts inom "Frivilligt åtagande" är trenden att metanförlusterna från befintliga svenska anläggningar förefaller minska<sup>14</sup>. På enskilda anläggningar har minskningen varit stor. En samröttningsanläggning hade vid det första besöket inom ramen för "Frivilligt åtagande" 2007 ett täckt rötrestlager utan uppsamling av gasen som bildades där. Uppmätt och beräknad förlust i denna punkt var 6,7 % av den producerade mängden metan. För att åtgärda detta anslöts rötrestlagret till gassystemet för uppsamling av den producerade biogasen. År 2010 uppmättes sammanlagda förluster på <0,1 % på samma anläggning. Ett annat exempel är en uppgraderingsanläggning som hade förluster på hela 12 % vid första besöket 2008. Anläggningens personal har sedan arbetat metodiskt med att åtgärda läckor. Vid mätningen år 2011 var förlusterna nere i 2 %<sup>15</sup>.

Ett annat gott exempel är Gryaab i Göteborg, som nu bygger om sin anläggning med bland annat ett bättre rötrestlager. En 4000 kubikmeter stor, rostfri cistern lyfts in i den slamsilo som används vid företagets biogasanläggning. Med denna på plats kommer anläggningen att sluta läcka metan, vilken istället kan bli en del av företagets konventionella biogasproduktion. En ökad mängd biogas kommer att kunna tas tillvara och förhindra att 81 ton metan per år släpps ut i atmosfären<sup>16</sup>.

Systemet med Frivilligt åtagande har fått stort genomslag i avfallsbranschen och har medfört ökat fokus på frågan om metanförluster.

Men även vid tillståndsgivning för nya anläggningar får metanförluster en ökad betydelse. Krav på högsta tillåtna metanutsläpp finns även i andra länder, bland annat i Tyskland, vilket medför att tillverkarna av utrustning för biogasproduktion

<sup>14</sup> Totalt är det en minskning enligt den preliminära rapporten för Frivilligt åtagande som publiceras våren 2013. Om resultaten från omgång 1 och omgång 2 jämförs ses visserligen en marginell ökning av förlusterna från vissa delar av produktionen. Detta förklaras genom att utsläppen för dessa är relativt konstanta men fler utsläppskällor har upptäckts på anläggningarna vid det andra besöket.

<sup>15</sup> Magnus Andreas Holmgren, SP. Personlig kontakt 2013.

<sup>16</sup> Gryaab pressmeddelande 2013-03-25.



har garantier avseende metanförluster. Tekniken för att rena restgaserna från metan vid uppgraderingen har utvecklats betydligt, vilket syns i de kraftigt minskade utsläppen från uppgraderingen de senaste fem åren<sup>17</sup>.

Idag finns det många planer på att använda så kallade gårdsverk för småskalig produktion av fordonsgas från stallgödsel, något som förra året inleddes i Brålanda. Flera studier visar på att särskilt flytgödsel med dagens hantering, utan rötning, kan ge upphov till såväl höga metanutsläpp som lustgasutsläpp (N<sub>2</sub>O), vilket skulle kunna peka på detta som en särskild fördel ur klimatperspektiv. Utsläppen i Sverige från sådan hantering är dock lägre än i övriga Europa, på grund av vårt kallare klimat<sup>18</sup>.

För just stallgödsel visar dock en ny studie<sup>19</sup> att metanutsläppen sommartid vid en bristfällig hantering av rötresten kan vara relativt höga och även generera lustgas som är en ännu starkare växthusgas. Även en tysk studie har visat på utsläpp av metan på i snitt 6,25 g CH<sub>4</sub>/kWh från rötrestlager från stallgödsel<sup>20</sup>. Något som med enkel teknik kan sänkas betydligt, exempelvis genom uppsamling av metan i restlagret eller kylning av biogödseln. Det främsta hindret för införande av sådan teknik är idag sannolikt en bristande lönsamhet för gårdsanläggningarna, vilket gör det svårt med ytterligare investeringar för att minska emissionerna.

I framtiden kommer även biogas till fordon att framställas genom förgasning av bioråvara. GoBiGas-projektet som för närvarande genomförs i Göteborg är det första storskaliga exemplet i världen. Förgasningsanläggningen som skall ha en planerad produktion på cirka 800 GWh byggs i två etapper, där den första etappen (cirka 160 GWh) är en demonstrationsanläggning som delfinansieras av Energimyndigheten.

Genomförandet av den första etappen ska skapa underlag och erfarenhet inför nästa etapp. Etapp 2 blir en kommersiell anläggning från start, med en planerad gasproduktion på 80 - 100 MW, vilket räcker till ca 100 000 bilar (ca 640 GWh). En motsvarande anläggning planeras i Skåne av E.ON, på upp till 200 MW - eller 1,5 TWh producerad biometan och med möjlig driftsättning år 2017/18. Arbetet drivs under namnet Bio2G. I projekteringen för Bio2G har metanutsläppen ägnats stor uppmärksamhet och en mängd processoptimeringar införts. Metanutsläppen beräknas av E.ON att inte överstiga 0,1 % av producerad mängd biogas<sup>21</sup>.

### 3.2 Naturgas

Naturgasen i ledningsnätet kommer till Sverige från den danska Nordsjön och Tyskland. Utöver det kommer LNG via båt till Sverige, i huvudsak från norska gasfält.

---

<sup>17</sup> "Sammanställning av mätningar inom frivilligt åtagande 2007-2012". Avfall Sverige rapport U2012-15.

<sup>18</sup> Rodhe, L., Baky, A., Olsson, J. & Nordberg, Å., 2012. Växthusgaser från stallgödsel – Litteraturgenomgång och modellberäkningar. Rapport 402, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. ISSN-1401-4963.

<sup>19</sup> "Växthusgaser från rötad och orötad nöflytgödsel i lager och utspridd på mark" SLF projektnr: V0930019. Lena Rodhe mfl (2012)

<sup>20</sup> Enligt "Analysis of greenhouse gas emissions from 10 biogas plants within the agricultural sector". J. Liebetrau et al. Water Science & Technology (2013)

<sup>21</sup> Procent beräknad mot en produktion på ca 20 000 m<sup>3</sup>/h biogas med 97 % metan. Från E.ON, personlig kommunikation.





Utsläppen i samband med utvinningen av naturgas ingår inte i denna rapport, då denna är avgränsad till Sverige. Ofta kommer dessa från samma fält som oljeutvinningen, varför utsläpssiffrorna behöver allokeras för respektive energiform. Utsläppen från Norska gas- och oljefält finns bland annat i en LCA rapport av Marcogaz<sup>22</sup>. Utsläppsnivån anges där till 0,023 % vid produktionen<sup>23</sup> plus ytterligare 0,0052 % från uppgraderingen.

---

<sup>22</sup> Marcogaz LCA report WG-LCA-12-01, 22/06/2011. "Life Cycle Assessment of the European Natural Gas Chain focused on three environmental impact indicators". Papadopoulo mfl (2011)

<sup>23</sup> Data i Marcogaz-rapporten är tagen från Statoils rapportering 2004 avseende hela kontinentalsockeln med fälten Troll A, Sleipner, Statfjord och Asgard.



## 4. Distribution och tankning

### 4.1 Utsläpp vid distribution

Idag får cirka 55 % av fordonsgasstationerna sin gas via ledningsnät. Övriga får gasen direkt från produktionsanläggningen, eller via lastbilstransporter, antingen genom så kallad "flakning" av CNG/CBG eller genom LNG-tankbilar.

#### 4.1.1 Nätdistribution

Den naturgas som distribueras via ledningsnät kommer till Sverige från den danska Nordsjön och Tyskland. Därifrån transporteras gasen i det danska gasnätet till Dragör där det svenska gasnätet tar över. Gasnätet, som ägs av Swedegas, sträcker sig från Dragör i Danmark till Stenungsund, fem mil norr om Göteborg. Gasnätets totala längd är 620 km inklusive grenledningar.

Längs gasnätet finns ett 40-tal mät- och reglerstationer. I mät- och reglerstationerna regleras trycket och gasens volym mäts så att kunderna får gas med rätt tryck samt att avräkning kan ske av gasuttaget. Efter dessa stationer ansluter distributionsnät som vid ett lägre tryck för gasen vidare till slutförbrukare. Biogasen injiceras i dagsläget endast i distributionsnäten.

Utsläppen på de svenska gasnäten är låga relativt de europeiska. Detta beror på att de svenska är nyare. IVL Svenska Miljöinstitutet håller på med en sammanställning av utsläppen från de svenska gasnäten för Naturvårdsverket, som kommer att publiceras i maj 2013. I denna kommer ett värde för det svenska transmissionsnätet som IVL erhållit från Swedegas. Värden för utsläpp från distributionsnäten har varit svårare att få fram inom ramen för denna studie. Därmed används värdet från rapporteringen till Eurogas 2000<sup>24</sup>. I tabell 3 framgår vilka värden som använts i denna studie.

Tabell 3. Utsläpp från nätdistribution av gas i Sverige.

Del av nät-distributionen	Utsläpp (g CH <sub>4</sub> /kWh)	Kommentar/källa
Transmissionsnätet	0,0158	Från Swedegas, genomsnitt de senaste tio åren. Via IVL mars 2013.
Distributionsnätet	0,0427	Från rapporteringen till Eurogas 2000, via SGC.

#### 4.1.2 Distribution via lastbil

Gas till tankstationerna kommer även genom "flakning". Det är transport av komprimerad gas via lastbil med flak som består av många mindre gasflaskor som är sammankopplade. Flaket byts ut i sin helhet på plats vid tankstationen. Vid inkoppling av nytt flak och bortkoppling av gammalt flak sker en tryckavlastning av slangen, vilket innebär ett minskat gasutsläpp.

#### 4.1.3 Distribution av LNG/LBG

LNG transporteras från i huvudsak Norge via fartyg. Gasen lossas från fartyget till LNG-terminal i hamn. Lagringen på terminalen sker kylt.

<sup>24</sup> "SGC Info 026 Låga metanläckage från de svenska naturgasnäten"



Det finns en anläggning i Sverige som gör LBG (biogas), i Lidköping. Denna har en kapacitet på cirka 60 000 MWh biogas per år, där det mesta kyls ned till LBG som sedan används som fordonsgas.

Lastning av flytande biogas sker sedan till tankbil för vidare transport till tankstationen, som då antingen är en LCNG- eller LNG-tankstation. I en LCNG-tankstation förångas flytande LNG till gas och bränslet levereras som komprimerad fordonsgas. LNG tankstationer - där bränslet levereras flytande till fordonet - är relativt ovanliga, det finns fyra i Sverige idag (mars 2013) men ytterligare två planeras under 2013. Tre av de fyra befintliga tankstationerna för LNG levererar även komprimerad fordonsgas och kan därmed omnämnas som LCNG/LNG tankställe.

När LNG blir varmare ökar trycket. I normal drift levereras bränslet till fordonen och ny kall LNG fylls på i bränslestationens tank och håller trycket nere. Men om inte nytt bränsle fylls på kan det i vissa fall förekomma att gas måste ventileras bort om inte aktiv kylning med hjälp av kvävgas finns på tankstationen eller om avkokad gas tas omhand och via kompressor används som CNG. Teknikutveckling och kunskapsnivån har idag nått så pass lång att bedömningen är att kommersiella tankstationer idag byggs enligt "zero-venting policy", men att de första tankstationerna som byggdes i Europa var enkla tankstationer utan kapacitet för att ta hand om avkokt LNG. Fortfarande kan enklare tillfälliga tankstationer vara utan hårdvara för att säkerställa att avblåsning inte sker. I dessa fall är det logistiken kring påfyllning av ny LNG som är avgörande för att undvika avblåsning.

Vid service sker utsläpp av metan tex vid byte av säkerhetsventiler, vilket sker en gång per år på LCNG-stationer. Tanken töms då inte, däremot evakueras delar av rörsystemet.

#### 4.2 Utsläpp vid tankning

I slutet av 2012 fanns det 138 publika tankställen för fordonsgas. Utöver dessa fanns vid samma tidpunkt även 57 icke-publika tankställen, varav 37 var tankställen för bussar<sup>25</sup>.

Publika tankställen är tankställen där leveranser sker till allmänheten. Icke-publika tankställen är tankställen där leveranser till fordon antingen är svårtillgängliga för allmänheten eller som endast är tillgängliga för enskilda kommuner eller företag.

I normalfallet sker det endast ett utsläpp vid själva tankningen med lite gas respektive LNG som ligger i tankningsmunstycket, själva slangen ventileras inte.

På äldre tankstationer kan det förekomma ytterligare utsläpp:

- Vid tankning av komprimerad gas sker normalt tryckavlastning tillbaka mot tanken, men vid äldre stationer förekommer det att tryckavlastning sker mot atmosfär.
- På gamla kompressorer kan det förekomma en tryckavlastning efter kompressorn eftersom den annars har svårt att starta upp mot 200 bars tryck. Då ventileras lite gas ut varje gång den stannar. Om en sådan gammal kompressor finns vid en station som har ett litet lager, så kan den starta och stoppa flera gånger per dygn och därmed släppa ut en del gas. Vid in-

---

<sup>25</sup> Gasbilen.se



samlingen av data till denna studie har endast en sådan kompressor identifierats, det är troligen ett undantagsfall.

#### 4.3 Utsläppsnivå totalt från distribution och tankning

Genom kontakter med branschen har utsläppen i de olika leden beräknats för normal drift<sup>26</sup>. Identifierade utsläppskällor är:

- Gas som evakueras från slangar vid lastning och lossning av gas.
- Gas som är restvolym i ventil vid tankning, "puffen" som hörs vid tankningen.
- Avblåsning av gas.
- Tömning av rörsystem vid service.
- Diffust läckage ur rör och anslutningar samt serviceutsläpp från näten.

Distributionen kan se mycket olika ut mellan tankstationer. För att få en bild av hur mycket metanutsläpp det kan röra sig om, har beräkningar gjorts utifrån de vanligaste distributionsformerna. Utsläppen är mycket låga i denna del av fordonsgashantering.

Den vanligaste distributionen är av CNG då huvuddelen av fordonsflottan är CNG-drivna fordon. För dessa ligger de samlade utsläppen vid normaldrift på mycket varierande nivåer 0,00038-0,06 g/kWh, där det generellt blir högre värden när gasen hämtas via nätet. Se tabell 4-7.

*Tabell 4. Beräknat läckage vid distribution via flakning. I detta scenario flakas gasen från naturgasnätet, utsläppsvärdet från transmission tas med, men inte utsläppen från distributionsnätet då transporterade sträckan på distributionsnätet i detta scenario antas vara kort.*

Scenario CNG-flakning	g CH <sub>4</sub> /kWh gas	Utsläppskälla – kommentar
Transmission, nät	0,016	
CNG-stationer, inkoppling nytt flak	0,0015	Tryckavlastning slangen
CNG-stationer, bortkoppling gammalt flak	0,0001	Tryckavlastning slangen
Serviceutsläpp	0,0014	Ventilering vid service, en gång per år
Tankning munstycke CNG (personbil).	0,0008	Enbart munstycket. Slangen ventileras inte. För lastbil/buss blir utsläppet cirka 10 % av detta då tankad volym per gång är högre.
<b>Totalt</b>	<b>0,02</b>	Tryckavlastning av pump mot atmosfär kan tillkomma, vid de allra äldsta anläggningarna (0,0023).

<sup>26</sup> Flera olika kontakter har tagits. När flera värden för samma utsläpp har erhållits, har en bedömning av vilket värde som kan antas vara mest trovärdigt gjorts alternativt genomsnittsvärden använts.



Tabell 5. Beräknat läckage vid distribution via flakning av biogas. I detta scenario flakas gasen direkt vid produktionen.

Scenario CBG-flakning	g CH <sub>4</sub> /kWh gas	Utsläppskälla – kommentar
CNG-stationer, inkoppling nytt flak	0,0015	Tryckavlastning slangen
CNG-stationer, bortkoppling gammalt flak	0,0001	Tryckavlastning slangen
Serviceutsläpp	0,0014	Ventilering vid service, en gång per år
Tankning munstycke CNG. (personbil)	0,0008	Enbart munstycket. Slangen ventileras inte. För lastbil/buss blir utsläppet cirka 10 % av detta då tankad volym per gång är högre.
<b>Totalt</b>	<b>0,00038</b>	Tryckavlastning av pump mot atmosfär kan tillkomma, vid de allra äldsta anläggningarna (0,0023).

Tabell 6. Beräknat läckage vid distribution via flytande naturgas (LNG) till LCNG station.

Scenario LCNG	g CH <sub>4</sub> /kWh gas	Utsläppskälla – kommentar
LNG-lossning från fartyg till terminal	0,00001	Evakuering av slang efter lossning. Kan vara noll, om det blåses med kvävgas.
Lagring på terminalen	0	Kyls med flytande kväve. Inga planerade utsläpp.
Lastning tankbil	0,00013	Ventiler i båda ändar av slangen, liten volym i själva ventilen. Returslag för att avlufta tanken vid fyllning, kan finnas gas i detta.
Lossning tankbil vid tankstation, till LCNG- eller LNG-tankstation	0,00066	Evakuering av slang efter lossning.
Från LNG-förvaringen på tankstationen	0	Vid en någorlunda omsättning är detta noll. I undantagsfall kan oplanerad avblåsning förekomma.
Serviceutsläpp t.ex. byte ventiler LCNG-stationer	0,0014	Årlig service.
Tankning munstycke CNG (personbil)	0,00083	Enbart munstycket. Slangen ventileras inte. För lastbil/buss blir utsläppet cirka 10 % av detta då tankad volym per gång är högre.
<b>Totalt</b>	<b>0,0030</b>	Tryckavlastning av pump mot atmosfär kan tillkomma, vid de allra äldsta anläggningarna (0,0023).



**Tabell 7. Beräknat läckage vid distribution via nätet.**

Scenario CNG nätdistribution	g CH <sub>4</sub> /kWh gas
Utsläpp nät transmission	0,016
Utsläpp nät distribution	0,043
Tankning munstycke CNG (personbil).	0,0008
Serviceutsläpp	0,0014
<b>Totalt</b>	<b>0,061</b>

Generellt kan sägas att utsläppen per kWh vid tankning blir lägre för tunga fordon, särskilt de som kör på LNG, eftersom den tankade volymen per tillfälle är så pass mycket högre. Se tabell 8.

**Tabell 8. Beräknat läckage vid distribution via flytande naturgas (LNG) till LNG station.**

Scenario LNG	g CH <sub>4</sub> /kWh gas	Utsläppskälla – kommentar
LNG-lossning från fartyg till terminal	<0,00001	Evakuering av slang efter lossning. Kan vara noll, om det blåses med kvävgas.
Lagring på terminalen	0	Kyls med flytande kväve. Inga planerade utsläpp.
Lastning tankbil	0,00012	Ventiler i båda ändar av slangen, liten volym i själva ventilen. Returslag för att avlufta tanken vid fyllning, kan finnas gas i detta.
Lossning tankbil vid tankstation, till LCNG- eller LNG-tankstation	0,00059	Evakuering av slang efter lossning.
Från LNG-förvaringen på tankstationen	0	Vid en någorlunda omsättning är detta noll. I undantagsfall kan oplanerad avblåsning förekomma.
Tankning munstycke LNG	0,00017	Enbart munstycket. Slangen ventileras inte, det trycks tillbaka in i tanken.
<b>Totalt</b>	<b>0,0009</b>	

#### 4.4 Kontrollsystem – distribution och tankning

Respektive nätägare ansvarar för drift och underhåll av gasnätet där det sker en kontinuerlig övervakning och kontroll av gasnätet. Myndigheten för samhällsnytt och beredskap (MSB) ställer krav på att ägarna av gasnäten använder sig av en fristående organisation som kontrollerar konstruktion och underhåll av anläggningarna.

MSB är även ansvariga för att godkänna hur tankstationer skall byggas och har godkänt de tankstationsanvisningar som branschen utarbetat för att definiera hur tankstationer skall byggas<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Anvisningar för tankstationer, TSA 2010, Energigas Sverige



Medan MSB är ansvarig myndighet för att godkänna alla fasta gasinstallationer är det Transportstyrelsen som ansvarar för regelverket gällande alla transporter – både transporter av bränslet fordonsgas och fordonen som drivs av fordonsgas. Ett gränssnitt mellan transporten och tankningen är när fordonet stannar vid en tankstation och drar handbromsen. Då övergår fordonet från att vara Transportstyrelsens ansvar till att övergå som en del av tankstationen, dvs. MSB:s ansvar.

#### 4.5 Kunskapsläge – distribution och tankning

Inom branschen finns det en god kunskap om var läckor kan uppstå och hur de skall motverkas. Inom respektive företag finns det medvetenhet om var de planerade utsläppen finns även om det hittills inte varit sammanställt exakt hur mycket dessa planerade utsläpp utgör sammantaget. Utsläpp undviks genomgående av flera samverkande skäl: säkerhet, ekonomi, miljö. De flesta utsläppen är planerade och beräkningsbara.

När det gäller offentligt tillgängliga studier har vi inte funnit oberoende studier med mätningar inom området. Marcogaz gjorde en studie 2011, där uppgifter från branschen ligger till grund för de publicerade siffrorna på de totala utsläppen i distributionen inklusive olyckshändelser och serviceutsläpp<sup>28</sup>. Det finns även generella uppgifter på utsläpp totalt i distributionen som används som grund i diverse livscykelanalyser. Men inga samlade studier har hittats med detaljer för utsläppen fördelat på olika delar i kedjan. Det är däremot på gång en sådan studie i USA<sup>29</sup> på The Center for Alternative Fuels, Engines and Emissions (CAFEE) vid West Virginia University (WVU).

Eftersom denna del av kedjan sannolikt har relativt sett låga utsläpp och det finns inbyggt i säkerhetskulturen att hålla dem låga, verkar det inte finnas ett behov att ännu noggrannare kartlägga de planerade utsläppen. Däremot är kunskapen avseende nivån på utsläpp kopplade till olyckshändelser eller andra oplanerade utsläpp mer bristfällig och det kan möjligen uppgå till nivåer där det är relevant att kartlägga dem.

#### 4.6 Utveckling – distribution och tankning

De utsläppskällor som funnits historiskt, som avblåsning och evakuering av gas i slangar och rör, är något som successivt byggts bort.

Jämfört med systemen i övriga Europa är de svenska ganska nya och därmed av en högre standard. I samband med att ledningsnäten och utrustning blir äldre kan det möjligen medföra ökade utsläpp på sikt om inte standarden upprätthålls. Detta motverkas dock av att transmission och distribution av gas omgärdas av strikta säkerhetsregler och höga ekonomiska intressen i gjorda investeringar vilket gör att teknisk kvalitet på utrustningen bedöms hållas konstant hög.

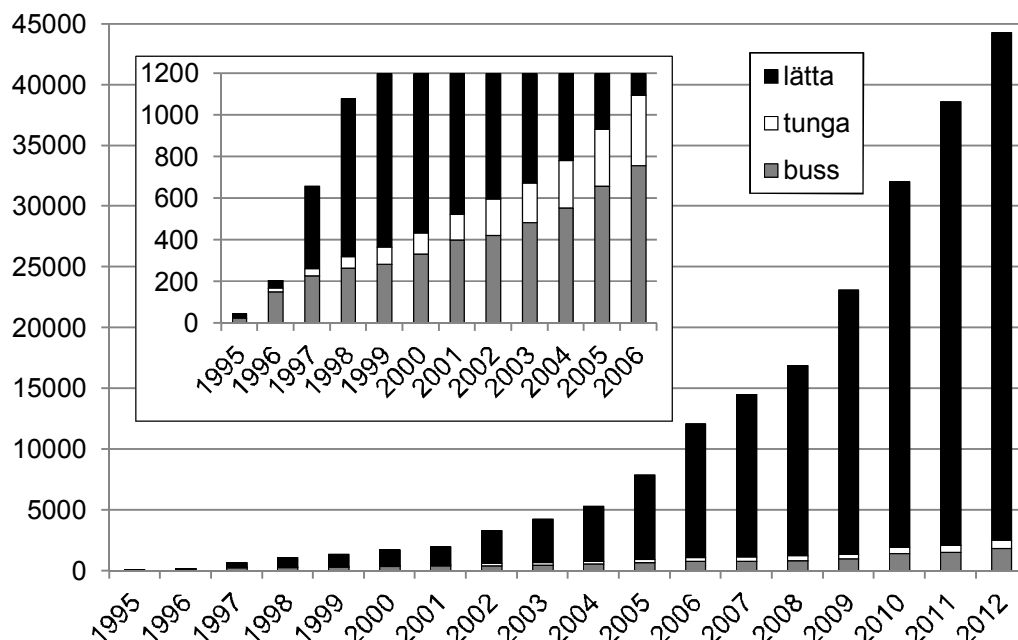
<sup>28</sup> Marcogaz LCA report WG-LCA-12-01, 22/06/2011. "Life Cycle Assessment of the European Natural Gas Chain focused on three environmental impact indicators". Papadopoulou mfl (2011)

<sup>29</sup> <http://www.ngvglobal.com/new-wvu-study-to-examine-natural-gas-vehicle-emissions-0307#more-25898>



## 5. Fordon

Antalet gasfordon har ökat kraftigt de senaste tio åren, vilket framgår i figur 4 nedan.



Figur 4. Antal gasfordon i Sverige, 1995-2012. Från Gasbilen.se.

Det finns idag ungefär 44 000 gasfordon registrerade i Sverige. Huvuddelen utgörs av person- och lätta lastbilsars samt nyare fordon. Se tabell 9. EURO-klassningen kopplas till de reglerade emissionerna, som utgör ett gränsvärde vid nyregistrering.

Tabell 9. Antal registrerade gasfordon mars 2013 (nyregistreringar från 2013 ingår inte).

Registrerade gasfordon jan 2013	Antal tunga lastbilar	Antal bussar	Registrerade gasfordon januari 2013	Antal personbilar och lätta lastbilar
EURO I	1	1	EURO 1	17
EURO II	20	33	EURO 2	639
EURO III	93	232	EURO 3	3 223
EURO IV	168	362	EURO 4	16 580
EURO V	361	1 230	EURO 5	21 686
<b>SUMMA</b>	<b>643</b>	<b>1 858</b>	<b>SUMMA</b>	<b>42 145</b>

Personbilar för fordonsgas kombinerar alltid möjligheten att köra på både fordonsgas och bensen. Några av fordonen kallas monovalenta och är optimerade för gasdrift med liten bensintank (< 15 liter) medan andra fordon benämns bivalenta eftersom de har större bensintank samt är optimerade för fordonsgas och bensen. Med nedskalade överladdade motorer med hög kompression utnyttjas gasens egenskaper på ett bra sätt.





Motorer för bussar och sopbilar har traditionellt varit tändstiftsmotorer som bara kan köras på fordonsgas. Men motortekniskt utvecklas flera olika lösningar som alla har olika fördelar och nackdelar för olika egenskaper. Tändstiftsmotorer med stökiometrisk förbränning ( $\Lambda=1$ ) ger höga motortemperaturer men kan använda trevägskatalysator, medan lean-burn motorer med tändstift arbetar med luftöverskott som håller motortemperatur nere men kan vara känslig gällande emissioner eftersom trevägskatalysator inte kan användas.

Dual-Fuel motorer är kompressionsantända motorer som blandar metangas och luft före cylindern medan insprutad diesel antänder som ger hög energieffektivitet. Kompressionsantända direktinsprutade motorer ger lägre metanemissioner och en högre gasandel, men har å andra sidan begränsad körbarhet på diesel. Dual-fuelmotorer har full körbarhet på enbart diesel.

## 5.1 Utsläppsnivå från bussar och tunga lastbilar

### 5.1.1 Planerade emissioner – bussar och tunga lastbilar

För tunga fordon regleras metanutsläppen specifikt i g  $\text{CH}_4/\text{kWh}$  i Euro-klassningen, där kWh inte är kopplad till bränslet utan motorns uteffekt. Alla fordon som certifieras måste därmed ligga under gränsvärdet, med hänsyn taget till försämringsfaktorn som är satt i förhållande till en beräknad försämring för 70 000 mil eller 7 år. Utöver detta tar fordonstillverkarna normalt höjd för att inte ligga precis på tillåten nivå. Det betyder att fordonen som kommer ut från fabrik ligger avsevärt under värdena i Euroklassningen, men sedan försämras i emissionsnivåer eftersom katalysatorns effekt minskar över tid, dock skall det inte överskrida den reglerade emissionsnivån innan 70 000 mil eller 7 år passerat.

Samtidigt har körcyklerna historiskt inte varit väl anpassade till den användning som exempelvis bussar har, med en stor andel stadstrafik, något som ändrats med den nya Euro VI. Det betyder att de verkliga metanemissionerna ofta kan ligga på högre nivåer än de reglerade emissionerna.

I denna rapport utgår vi därför från att samtliga fordon ligger på den reglerade emissionsnivån, varken över eller under. Emissionsnivåerna omräknade till g  $\text{CH}_4/\text{kWh}$  gas framgår i tabell 10.

Tabell 10. Reglerade emissioner för metan, för olika EURO-klasser med gasdrift. Värdet för utsläpp av  $\text{CH}_4/\text{kWh}$  är utsläppen i förhållande till uteffekten på motorn. 1) Värdet omräknat på förenklat sätt till utsläpp metan per kWh gas i tanken, genom multiplikation med en antagen verkningsgrad på 35 %.

Emissionsnivå	Införande datum	Test	NMHC (g/kWh)	$\text{CH}_4$ (g/kWh)	$\text{CH}_4$ (g/kWh gas) <sup>1</sup>
Euro III	1999.10 endast EEV	ETC	0,4	0,65	0,23
Euro III	2000.10		0,78	1,6	0,56
Euro IV	2005.10		0,55	1,1	0,39
Euro V	2008.10		0,55	1,1	0,39
Euro VI	2013.01	WHTC	0,16	0,5	0,18

De flesta tunga fordon körs många mil per år de första åren, för att efter detta utgöra reservfordon eller skrotas, vilket betyder att äldre årsmodeller är ganska ovanliga i trafiken även om de fortfarande är registrerade.



För att få en enskild emissionssiffra för metanutsläpp från tunga fordon som kan användas för beräkning av utsläpp i nuläget, kan utsläppen viktas i förhållande till antalet fordon inom respektive EURO-klass. Då blir utsläppsnivån 0,41 g/kWh förbrukad gas. Se tabell 11. Detta ligger även på samma nivå som en norsk studie där utsläppsnivåerna för bussar anges i samma enhet<sup>30</sup>.

*Tabell 11. Viktning av metanutsläpp från tunga fordon för att få fram snittvärde baserat på antal registrerade gasfordon mars 2013 (nyregistreringar från 2013 ingår inte). För EURO III har de lägre utsläppsvärdena för EEV inte använts då det inte framgått i registreringen.*

Bussar och tunga lastbilar	g CH <sub>4</sub> /kWh Förbrukad gas	Antal fordon	Andel (%)	Utsläpp viktat
EURO I (antaget värde)	0,56	2	0,1	0,00
EURO II (antaget värde)	0,56	53	2,1	0,01
EURO III	0,56	325	13,0	0,07
EURO IV	0,39	530	21,2	0,08
EURO V	0,39	1591	63,6	0,24
<b>Viktat medelutsläpp (g CH<sub>4</sub>/kWh gas)</b>				<b>0,41</b>

### 5.1.2 Oplanerade emissioner– bussar och tunga lastbilar

Det kan förekomma fordon som har icke fungerande utrustning, där resultatet är oplanerade utsläpp av metan. Två huvudsakliga potentiella källor finns:

- Läckage av oförbränd metan från icke fungerande katalysatorer.
- Läckage av metan från tanken, eller anslutningar till denna.

Avseende icke fungerande katalysatorer är det inte känt hur många sådana som rullar på vägarna idag. Sannolikheten för detta ökar med tiden, då en katalysator har en begränsad livslängd. Äldre tunga gasfordon (EURO I-II) kan ha dåligt anpassade katalysatorer som inte håller så länge som 50000 mil, vilket är det minimumkrav som ställs idag. I mars 2013 fanns det sammanlagt 54 tunga gasfordon som är EURO II eller EURO I registrerade, men det är okänt hur många av dessa som verkligen är i trafik och i så fall hur mycket.

För att jämföra utsläppen vid certifiering med utsläppen när fordonet kört en längre tid, så har tester sökts för äldre tunga fordon. För att ge en rättvisande bild av förändringen av emissionerna kan endast testresultat från samma körcykel som vid certifieringen av fordonet användas. Inom ramen för detta arbete konstateras att endast ett fåtal test genomförts som ger möjlighet till jämförelser. I tabell 12 nedan presenteras emissionsresultat från prov på tre gasdrivna fordon utförda på AVL MTC. Den visar att det fordon som gått längst, nära 32 000 mil, låg på 1,72 vilket är över gränsvärdet på 1,6. De övriga två låg under.

<sup>30</sup> "Kostnader og reduksjon av klimagass-utslipp gjennom verdikjeden", Klima- og forurensningsdirektoratet TA 2704 (2011).



Tabell 12. Emissionsresultat från gasdrivna tunga fordon – AVL MTC. (fetmarkering indikerar över gränsvärdet på 1,6). Gränsvärdet för EEV låg på 0,65. Enligt Fige-körcykeln.

Emissionsnivå	Euro III	EEV	EEV
Mätarställning (km)	318124	15488	85793
Motoreffekt (kW)	184	199	228
Konfigurering		Leanburn	Stökiometrisk
Test	Fige	Fige	Fige
CO	0,02	0,03	0,86
THC	1,81	0,56	0,48
CH <sub>4</sub>	<b>1,72</b>	0,56	0,47
NMHC (g/kWh)	0,09	0,00	0,01
NO <sub>x</sub>	3,18	1,17	0,93
CO <sub>2</sub>	663	779	1103
PM		0,004	0,006

Det finns emissionstester för tunga fordon, som är testade i andra körcykler än vad motorerna certifierats enligt. Särskilt avseende bussar är den körcykel som nu gäller mer motsvarande hur bussen körs. Om fordonet både har en icke funktionsduglig katalysatorrening och körs i en annan körcykel kan betydligt högre utsläpp uppmätas.

Avseende läckage från tankar är detta sannolikt endast ett problem när det rör bussar där gastanken ligger på taket eftersom utsläppet annars skulle upptäckas genom gaslukt. Risken bedöms som låg då motortekniken i sig med högt tryck/lågt tryck gör att man upptäcker om det läcker<sup>31</sup>. Inga rapporter om sådana läckage eller incidenter har identifierats vid insamling av data till denna studie. För de nyligen introducerade tunga fordonen med flytande fordonsgas-drift finns det också en risk för avkokning av den flytande fordonsgasen om den ligger för länge i tanken och därmed blir varmare. Står en sådan lastbil parkerad några dygn utan att användas, kommer metanläckage att ske via säkerhetsventiler. Detta är en teknisk utveckling där olika typer av lösningar är under utformning. Idag är Volvo den enda lastbilsleverantören i Sverige som sålt fordon för flytande fordonsgas och ca 20 fordon finns på Sveriges vägar mars 2013. Men antalet fordon ökar och även Scania har annonserat att de kommer att erbjuda fordon för flytande fordonsgas. Bränslet kan även användas av bussar och försök har gjorts i Uppsala och Vårgårda, men inga bussar för flytande fordonsgas är kommersiellt tillgängliga i Sverige.

Det kan tänkas förekomma att tanken av någon anledning töms i samband med viss service eller reparation. I verkstäder utan utrustning för uppsamling av gasen eller fackling, skulle det kunna hända att gasen ventileras bort utomhus. Enligt uppgifter från bussbranschföreträdare så äger detta aldrig rum (Skånetrafiken<sup>32</sup>) eller ytterst sällan, och i så fall tillkallas personal från fordonstillverkaren för att åtgärda detta. På UL:s nya depå finns det utrustning för att samla upp denna gas,

<sup>31</sup> Uppgift från Scania via Jonas Strömberg, mars 2013.

<sup>32</sup> Uppgift från Skånetrafiken via Kristina Christensson, april 2013



men utrustning har ännu aldrig kommit till användning<sup>33</sup>. Mest troliga orsak till behov av tanktömning är vid olyckstillbud, om åverkan på gastankarna misstänks. Denna studie har inte kvantifierat i vilken omfattning gastömning till atmosfär sker. Det är dock möjligt att arbeta med övriga gassystemet trycklöst utan att tömma gastankarna genom att stänga manuella ventiler. Om arbete behöver ske med tömda gastankar och ingen tömningsutrustning finns att tillgå, så borde det vara brukligt att först tömma tanken genom att lämna fordonet på tomgång tills det stannar av sig själv, så att endast ca 10 bar gas behöver ventileras.

### 5.1.3 Kontrollsystem – bussar och tunga lastbilar

För tunga fordon mäts inte metan vid kontrollbesiktning. Därmed kan äldre fordon utan fungerande rening av kolväten fortsätta rulla utan att detta upptäcks.

Detta är dock till viss del ett övergående problem, då fordon från och med EURO VI kommer utsättas för "in use" tester. Det innebär att det kommer utföras stickprov med mål att hitta systemfel på motor eller fordon för att på så sätt bättre säkerställa att fordonen verkligen klarar de reglerade emissionerna under hela den period, som för tunga fordon enligt regleringen sträcker sig till 70 000 mil eller 7 år. Reglerna för detta framgår i tabell 13. Problemet med att enskilda fordon där reningen av någon anledning slutat fungera som avsett, fortsätter rulla i trafik utan upptäckt kommer dock att finnas kvar.

Tabell 13. Emission durability period. Enligt Euroklassningen. Från diesel.net

Emission Durability Periods		
Vehicle Category†	Period*	
	Euro IV-V	Euro VI
N1 and M2	100 000 km / 5 years	160 000 km / 5 years
N2 N3 ≤ 16 ton M3 Class I, Class II, Class A, and Class B ≤ 7.5 ton	200 000 km / 6 years	300 000 km / 6 years
N3 > 16 ton M3 Class III, and Class B > 7.5 ton	500 000 km / 7 years	700 000 km / 7 years

† Mass designations (in metric tons) are "maximum technically permissible mass". \* km or year period, whichever is the sooner

**M2**=Vehicles designed and constructed for the carriage of passengers, comprising more than eight seats in addition to the driver's seat, and having a maximum mass ("technically permissible maximum laden mass") not exceeding 5 tons. **M3**=Vehicles designed and constructed for the carriage of passengers, comprising more than eight seats in addition to the driver's seat, and having a maximum mass exceeding 5 tons

**N1**=Vehicles designed and constructed for the carriage of goods and having a maximum mass not exceeding 3.5 tons **N2**=Vehicles designed and constructed for the carriage of goods and having a maximum mass exceeding 3.5 tons but not exceeding 12 tons **N3**=Vehicles designed and constructed for the carriage of goods and having a maximum mass exceeding 12 tons

<sup>33</sup> Uppgift från UL via Peter Eklund, april 2013



Avseende läckage från tankar är det inte standard med indikatorer eller larm för läckage från bussar där gastanken ligger på taket, där detta teoretiskt sett skulle kunna vara ett problem. Det som gör att detta möjligen kan vara en risk är att mätare för tankad volym gas vid bussdepåer ofta saknas samtidigt som tankningen sker av olika personer och utomhus där lukt från gasläckage inte upptäcks. Ansvaret för bussarnas standard kan ofta vara otydlig, tester av tankarna ingår inte normalt vid service. Det betyder att om det läcker finns det många faktorer som motverkar upptäckt av detta.

#### 5.1.4 Kunskapsläge – bussar och tunga lastbilar

En snabb litteratursökning visade på behov av provning enligt Fige-körcykeln på tunga gasfordon. Såsom tidigare beskrivet används Fige-körcykeln endast i begränsad omfattning för bussar. För de publicerade resultat som återfanns hade provning utförts framför allt enligt den transienta Braunschweig-körcykeln, men även enligt andra transienta körcykler.

Ett annat område där kunskap saknas är om det förekommer läckage av gas från bussarnas tankar. Även nivån på faktiska utsläpp från tankar för flytande fordonsgas på tunga fordon, samt tekniklösningar på fordonet för att undvika sådana läckage, behöver tas fram.

#### 5.1.5 Utveckling – bussar och tunga lastbilar

Med början årsskiftet 2013/2014 kommer införandet av Euro VI medföra krav på mer än halverat utsläpp av metan, från 1,1 g CH<sub>4</sub>/kWh till 0,5 g CH<sub>4</sub>/kWh. Detta kommer medföra att det genomsnittliga metanutsläppet kommer minska, enligt prognos i tabell 14 kommer utsläppen av metan ha minskat med 20 % redan 2016. Euro VI förordningen kommer också att avsevärt förbättra typgodkännandeförändringen där tidigare Euro IV/V tester har tillåtit relativt höga utsläpp under stadskörning. Förändringarna medför att en ny, mer representativ testcykel kommer användas, kallstarttester och krav på kontroller i drift införs också.

Tabell 14. Prognos på metanutsläpp år 2016 efter införandet av EURO VI, viktning av metanutsläpp från tunga fordon för att få fram snittvärde baserat på antal registrerade gasfordon. Prognosen baseras på en nyregistrering av tunga gasfordon på 400 fordon per år<sup>34</sup> och antagandet att samtliga EURO I-II fordon tas ur trafik.

Bussar och tunga lastbilar	Emissionsgräns (g CH <sub>4</sub> /kWh uteff.)	CH <sub>4</sub> /kWh gas	Antal fordon prognos 2016	vikt%	Utsläpp år 2016 viktat
EURO III	1,6	0,56	325	8,9	0,05
EURO IV	1,1	0,385	530	14,5	0,06
EURO V	1,1	0,385	1591	43,6	0,17
EURO VI	0,5	0,175	1200	32,9	0,06
				Viktat utsläpp	0,33

De moderna gasbussarna förväntas vara stökiometriska eller ha en kombination av Lean-burn och kall EGR-återföring som tillåter att trevägskatalysator kan an-

<sup>34</sup> Utgår från bussar eftersom större delen av gasfordonen utgörs av bussar. Bussbranschen anger att cirka 1200 bussar per år nyregistreras i Sverige, Energigas Sverige anger att var tredje till femte ny buss har varit en gasbuss på senare år.



vändas för att reducera koloxid, kväveoxid och kolväten. Bussar med kompressionsantända motorer förväntas också erbjudas längre fram. Försök har redan gjorts gällande regionbussar och ca 10 bussar för komprimerad fordonsgas och dual-fuel teknik finns i drift. Men den teknik som användes har inte uppfyllt målen gällande dieselsättningsgrad.

Gällande tunga lastbilar för flytande fordonsgas är målsättningen hos Volvo och de tre ledande gasdistributörerna att före utgången av 2013 introducera 100 tunga lastbilar på marknaden med dual-fuelteknik som uppfyller EURO 5 och Volvo har även sagt sig utveckla kompressionsantända motorer för EURO 6 och flytande fordonsgas. Scania, Iveco eller Daimler erbjuder eller kommer att erbjuda EURO 6-fordon med tändstiftsmotorer för komprimerad eller flytande fordonsgas.

## 5.2 Personbilar och lätta lastbilar

Den allra största andelen av gasfordon i drift, runt 42 000, utgörs av personbilar och skåpbilar.

### 5.2.1 Planerade emissioner

Alla fordon som kommer ut på europeiska marknaden måste ligga under gränsvärdet i Euro-klassningen, med hänsyn taget till försämringsfaktorn, som vanligen ligger på 1,3. Gränsvärdet skall alltså klaras under fordonets drift, vilket omfattar i regleringen 16 000 mil eller 5 år.

För personbilar regleras inte metanutsläppen specifikt i g CH<sub>4</sub>/kWh i Euro-klassningen, utan i g HC/km. Gränsen för utsläppen av totalkolväten (HC) ligger sedan år 2005 (Euro IV) på 100 mg/km. Den vanligaste gasbilsmodellen har certifierade värden som ligger under 100 mg/km, se tabell 15.

Tabell 15. Officiella utsläppsvärden vid certifiering för den vanligaste gasbilsmodellen, VW Ecofuel. Från Volkswagen 2013.

Bilmodell	Vxl	Totala kolväten (mg/km)	Icke Metan kolväten (mg/km)	Metan kolväten (mg/km)
VW Passat Ecofuel	Aut	91,70	10,00	81,70
VW Passat Ecofuel	Man	61,30	6,40	54,90

Fordonstillverkarna tar normalt höjd för eventuella variationer och siktar ofta på utsläppsvärden med en god marginal. Av kommersiella skäl är dessa verkliga nivåer inte officiella, men företrädare inom branschen menar att de verkliga metanutsläppen generellt ligger på 20 mg/km vilket kan jämföras med gränsvärdet på 100 mg/km (HC)<sup>35</sup>. Det betyder att fordonen som kommer ut från fabrik ligger avsevärt under värdena i Euro-klassningen, men sedan försämras i emissionsnivåer eftersom katalysatorns effekt minskar över tid.

För att kunna räkna ut de troliga metanutsläppen i g CH<sub>4</sub>/kWh tankad gas behöver en rad antaganden göras. Andelen metan av totalkolvätena måste uppskattas. Andelen metan av kolvätena (HC) uppgår i gasdrift enligt AVL-MTC till cirka 90 %, enligt tillverkare mellan 85-95 %. Men det är väl känt att utsläpp av kolväten sker till absolut störst del i början av varje körcykel, d.v.s. innan katalysatorn har blivit

<sup>35</sup> Mats Christensson, Westport (AFV). Westport är Volvos systemleverantör för utveckling och installation av V70 gassystem.



varm. Efter att katalysatorn nått arbetstemperatur släpps mycket låga halter igenom. Eftersom de flesta gasbilar startar på bensin kommer certvärden att till största andel att utgöras av bensinmissioner. Det betyder att i verkligheten kommer i princip all metan släppas ut i början, då bilen går på bensin. Då kan andelen metan snarare utgöra mellan 20-90 %<sup>36</sup>. Vid omräkning för att få fram metanhalt i g CH<sub>4</sub>/kWh tankad gas har här antagits en metandel på 90 % av det maximala HC värdet, vilket får ses som ett väl tilltaget värde.

Avseende bränsleförbrukningen har vi utgått från en standardförbrukning baserat på ett genomsnitt inom respektive Euro-klass. Emissionsvärdena omräknade till g CH<sub>4</sub>/kWh framgår i tabell 16.

*Tabell 16. Beräknade emissioner för personbilar utifrån certifierat värde på bränsleförbrukning (ett snitt inom respektive Euroklass) och certifierade utsläppsnivån för HC, med utgångspunkt att 90 % av kolväteutsläppen består av metan.*

Personbilar	Emissionsgräns (g CH <sub>4</sub> /km)	Beräknat (g CH <sub>4</sub> /kWh)	Antal fordon	Andel fordon (%)	Utsläpp viktat
EURO 1	0,52	0,74	14	0,0	0,000
EURO 2	0,27	0,38	591	1,7	0,006
EURO 3	0,18	0,26	3010	8,5	0,022
EURO 4	0,09	0,13	13738	38,7	0,049
EURO 5	0,09	0,13	18159	51,1	0,065
				<b>Viktat utsläpp</b>	<b>0,14</b>

### 5.2.2 Oplanerade emissioner

För personbilar finns det både kontroller vid fordonsbesiktningen och garantier avseende katalysatorfunktionen. Därmed är oplanerade emissioner troligen inte lika vanligt förekommande som för tunga fordon. Det kan naturligtvis ändå förekomma fordon som har icke fungerande utrustning, där resultatet är oplanerade utsläpp av metan.

Avseende icke fungerande katalysatorer är det inte känt hur många sådana som rullar på vägarna idag. Sannolikheten för detta ökar med tiden. I mars 2013 fanns det sammanlagt 656 personbilar och lätta lastbilar som är EURO 2 eller EURO 1 registrerade, men det är okänt hur många av dessa som verkligen är i trafik och i så fall hur mycket.

Vid reparationer skulle det kunna förekomma att tanken av någon anledning töms. Denna studie har inte kontrollerat i vilken omfattning det i så fall sker. Men enligt de anvisningar som Bil Sweden publicerat<sup>37</sup> som är tänkta som branschstandard skall gasen regelmässigt samlas upp och endast i "absolut nödfall" ventileras utomhus.

Gastankarna på personbilar skall revisionsbesiktigas efter 10 år, något som ännu inte är löst hur det skall gå till men bereds på Bil Sweden.<sup>38</sup>

<sup>36</sup> Anders Johansson, Westport. Personlig kommunikation mars 2013 menar att det ligger mellan 20-30 %, AVL-MTC anger att det ligger mellan 20-90 % i deras mätningar där landsvägskörning är det lägre värdet.

<sup>37</sup> Handbok 2012-09-03 för arbete med fordon drivna med fordonsgas (metan/CNG). Bil Sweden.

<sup>38</sup> Enligt uppgift från Lennart Erlandsson, AVL-MTC.



### 5.2.3 Kunskapsläge – personbilar och lätta lastbilar

Emissionsfrågan bedöms vara mer mogen på lätta fordon jämfört med tunga fordon eftersom gasmotorerna i högre grad redan från början kunnat dra nytta av mogen teknik hos bensinmotorer. Personbilstillverkarnas gas- respektive bensinmotorer har större likheter emissionsmässigt än vad den tunga sidan haft mellan gas och dieseltekniken där första generationens gasmotorer i praktiken baserades på en dieselmotor som konverterades och fick tändstift. Helbilsgodkännande av gasfordon finns och oavsiktligt läckage av metan från tanksystem bedöms vara sällsynt.

### 5.2.4 Utveckling – personbilar och lätta lastbilar

Sedan slutet på 90-talet har flera europeiska tillverkare börjat tillverka egenutvecklade fordonsgasfordon. Ledande tillverkare är idag främst Fiat, Volkswagen, Opel och Mercedes, Volvo och Ford.

Idag kan flera modeller sägas tillhöra generation två av gasfordon och utvecklingen har gått fort och fokus har varit på att energieffektivisera tändstiftsmotorerna, främst genom överladdning och hög kompression.

Energieffektiviteten i fordonsgasfordonen har ökat under den tid de erbjudits. Exempel på detta är att Volvo V70 II AFV Bi-Fuel minskat bränsleförbrukning med 11 % och Mercedes Benz har en motsvarande grad av effektivisering på sina modeller de 4 senaste åren<sup>39</sup>. Även Volkswagen har energieffektiviserat sina gasmotorer. Ett exempel är att VW Touran fram till 2009 var utrustad med en sugmotor med cylindervolym på 2,0 liter och effekt på 109 hk. Årsmodellen efter utrustades med en direktinsprutad motor på 1,4 liters cylindervolym och 150 hk. Bränsleförbrukningen i Touran har därmed gått från 5,8 kg certifieringsgas/100 km<sup>40</sup> till 5,0 kg certifieringsgas/100 km<sup>41</sup>. En sänkning på ca 14 % mellan motorgenerationerna i en motsvarande modell och med ökad prestanda.

## 5.3 Fartyg

Utsläpp från fartyg som går på LNG har inte varit i fokus för denna studie, men eftersom utvecklingen snabbt går framåt inom detta område kan det omnämnas att den uppföljning som gjorts av de LNG-fartyg som är i drift i Norge initialt visat på mycket höga metanutsläpp från oförbränt metan, nära tio gånger högre än de uppmätta värdena för äldre gasbussar, se tabell 17. Detta beror bland annat på att krav på katalysatorer saknas för fartygsmotorerna.

Vidareutveckling pågår inom området och idag kan motorer med halverade utsläppsnivåer jämfört med nedanstående levereras.

<sup>39</sup> Källa: Sammanställning gjord av Energigas med hjälp av tillverkare.

<sup>40</sup> Källa: Volkswagen: [länk](#)

<sup>41</sup> Källa: Volkswagen: [länk](#)





Tabell 17 Metanutsläppsfaktorer från LNG-fartyg i drift i Norge, dataunderlag begränsat till ett fåtal installationer. Från Marintek MT22 A10-199 "Emission factors for CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, particulates and black carbon for domestic shipping in Norway, revision 1", J.B Nielsen, D. Stenersen. (November 2010)

Fartygskategori (Gasdrivet)	Metan utsläppsfaktor, ISO/IMO-viktat	
Färjor (Per dato enbart lean burn-motorer)	44 [kg CH <sub>4</sub> /ton LNG]	8,5 [g CH <sub>4</sub> /kWh]
Offshore supply (Per dato enbart dual fuel-motorer)	80 [kg CH <sub>4</sub> /ton LNG]	15,6 [g CH <sub>4</sub> /kWh]
Kustbevakning (Per dato endast lean burn-motorer)	44 [kg CH <sub>4</sub> /ton LNG]	8,5 [g CH <sub>4</sub> /kWh]

I en studie från Chalmers beräknas klimatnyttan med naturgas (LNG-drift) i förhållande till bunkerolja<sup>42</sup>. I denna studie beräknas brytpunkten för klimatnyttan uppnås vid 2 % metanläckage, men inräknat alla delar rör detta enligt forskaren bakom studien snarare närmare 3-4 %<sup>43</sup>.

<sup>42</sup> "A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels. S Bengtsson mfl. Proc. IMechE Vol. 225 Part M: J. Engineering for the Maritime Environment

<sup>43</sup> Selma Bengtsson, Chalmers, personlig kommunikation februari 2013.



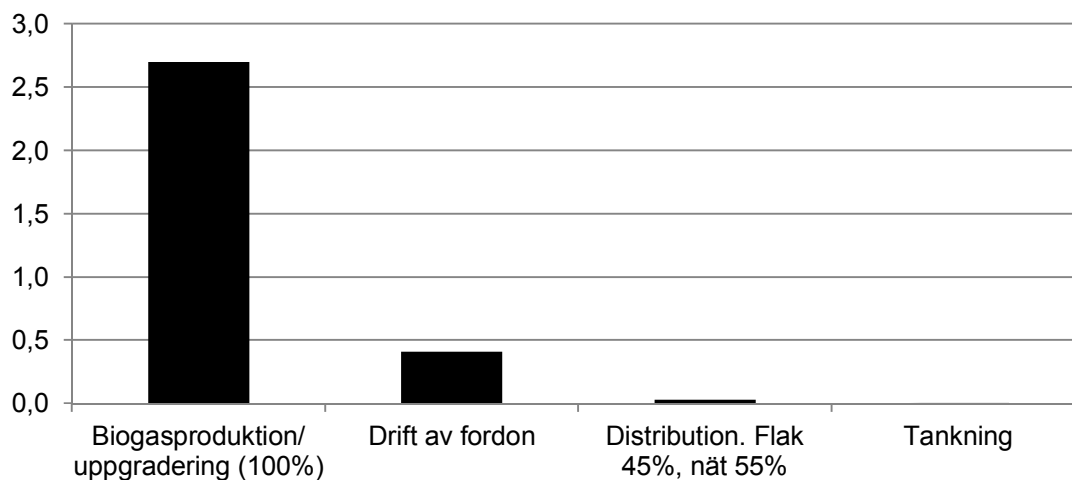
## 6. Totala utsläpp

Oavsett distributionsform är utsläppen försumbara i förhållande till metanutsläpp från biogasproduktionen. Gällande produktion så anges i tabellen endast utsläppen vid 100 % biogas eftersom värden från utsläpp i naturgasproduktionsled ligger utanför denna rapport avgränsningar. Troligen är utsläppen av metan vid naturgasproduktion lägre än för biogasproduktion vilket innebär att utsläppsvärdena per kWh gas i verkligheten sannolikt är lägre än vad tabell 18 anger eftersom biogasen idag utgör cirka 60 % av fordonsgasen på energibasis.

*Tabell 18. Sammanställning av bedömda utsläpp för olika delar av fordonsgaskedjan i Sverige. Distributionen är räknad som ett snitt vid 55 % av distribution via nät, resterande via flak.*

Enbart biogas	Buss och lastbil (g CH <sub>4</sub> /kWh)	Personbil (g CH <sub>4</sub> /kWh)
Biogasproduktion (100 %)	2,7	2,7
Drift	0,41	0,14
Distribution. Flak 45 %, nät 55 %	0,034	0,034
Tankning	0,0001	0,0008
<b>SUMMA</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>
<b>Andel av gasens energimängd</b>	<b>4,2 %</b>	<b>3,8 %</b>

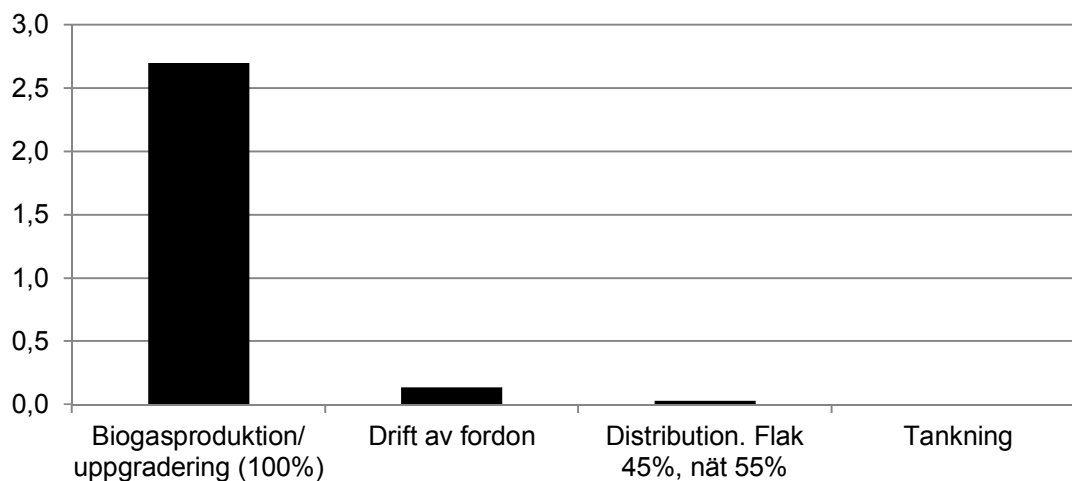
### Buss och lastbil - biogas



*Figur 5. Metanutsläpp från olika led i fordonsgaskedjan, uttryckt som g CH<sub>4</sub>/kWh fordonsgas för ett genomsnittligt tungt fordon i Sverige 2012.*



## Personbil - biogas



Figur 6. Metanutsläpp från olika led i fordonsgaskedjan, uttryckt som g CH<sub>4</sub>/kWh fordonsgas för en genomsnittlig personbil i Sverige 2012.

Tabell 19. Sammanställning av bedömda utsläpp för olika delar av fordonsgaskedjan i Sverige för nuläget år 2012. Bedömning av kontrollnivån, trender och kunskap inom respektive område. i.u=ingen uppgift

Del av fordons-gaskedjan	Läckage (g CH <sub>4</sub> /kWh gas)	Kontroll	Kunskaps-nivå	Trend
Biogasproduktion	1,3	God för de som ingår i frivilligt åtagande då det medför återkommande oberoende mätningar. Dålig för de anläggningar som ligger utanför då dessa oftast saknar kontrollprogram.	Medel	Minskar
Uppgradering biogas	0,79	God för de som ingår i frivilligt åtagande då det medför återkommande oberoende mätningar. Dålig för de anläggningar som ligger utanför då dessa oftast saknar kontrollprogram.	God	Minskar
Distributionsalternativ CNG via nät och tankning personbilar	0,06	Tydligt ansvar, återkommande inspektioner, löpande kontroll	God inom branschen Medel offentliga källor	Okänt



Tabell 19 fortsättning. Sammanställning av bedömda utsläpp för olika delar av fordonsgaskedjan i Sverige för nuläget år 2012. Bedömning av kontrollnivån, trender och kunskap inom respektive område.

Del av fordons-gaskedjan	Läckage (g CH <sub>4</sub> /kWh gas)	Kontroll	Kunskaps-nivå	Trend
Distributionsalternativ LCNG/LCBG och tankning, personbilar	0,003	Återkommande inspektioner. Saknas reglering mot avblåsning.	Medel inom branschen	Minskar
Distributionsalternativ CNG-flak från nätet, tankning personbilar	0,020	Tydligt ansvar, återkommande inspektioner, löpande kontroll	Medel inom branschen	Minskar
Distributionsalternativ CBG-flak direkt från produktion, tankning personbilar	0,0039	Tydligt ansvar, återkommande inspektioner, löpande kontroll	Medel inom branschen	Minskar
Distributionsalternativ tunga lastbilar och bussar LNG/LBG, samt tankning	0,0010	Tydligt ansvar, återkommande inspektioner, löpande kontroll	Medel inom branschen	Minskar
Drift bussar avgaser	0,41	Saknas reglerade mätningar i drift för Euro I-V. Från Euro VI stickprovsmässiga kontroller.	God från fabrik Låg i drift	Minskar
Drift tunga lastbilar avgaser	0,41	Saknas reglerade mätningar i drift för Euro I-V. Från Euro VI stickprovsmässiga kontroller.	God från fabrik Låg i drift	Minskar
Drift personbilar avgaser	0,14	Mätningar i drift för HC vid besiktningen	God	Minskar
Drift bussar läckage tankar	i.u	Kontrolleras inte. Otydligt ansvar, dåligt underhåll. Kan ej uteslutas	God från fabrik Låg i drift	Okänt/ökande
Drift lastbilar läckage tankar	i.u	Kontrolleras inte. Komprimerat: Ej troligt Flytande: Ej uppgift, kan ej uteslutas	God från fabrik Låg i drift	Okänt/ökande
Drift personbilar läckage tankar	Ej troligt	Efter 10 år skall tankarna kontrolleras. Otydligt hur.	God från fabrik Låg i drift	Okänt
Drift LNG-fartyg, emissioner	(8,5-15,6) Begränsat urval	Inga formella krav på CH <sub>4</sub> -emissioner, inga kontroller i offentlig regi.	Låg	Minskar



Sammantaget är de största källorna till metanutsläpp från fordonsgaskedjan i Sverige idag biogasproduktionen inklusive uppgraderingen, se figur 5 och 6 samt tabell 18. Trenden för dessa utsläpp är minskande, eftersom fokus på just biogasproduktion och minimering av läckor ökar. Här bör åter påpekas att utsläppsvärdet från naturgasutvinningen ligger utanför avgränsningarna för denna sammanställning, vilket gör att ett helt rättvisande värde för utsläpp vid produktion av en genomsnittlig kWh fordonsgas inte presenteras men eftersom de angivna värdena för utsläpp vid utvinningen är så pass låga skulle de troligen inte påverka värdena markant.

Driften av tunga fordon, som t.ex. sopbilar och bussar, är den näst största enskilda källan räknat per kWh förbrukad gas, se tabell 18. Inom detta område förväntas stora förbättringar med införandet av Euro VI, med både halverade utsläppsnivåer och mer representativa körcykler samt krav på kontroll för fordon i drift. Eftersom tunga fordon körs intensivt, kommer sannolikt andelen Euro VI öka snabbt. Enligt prognosen som redovisas i tabell 14 kan utsläppen ha minskat med 20 % redan år 2016.

I distributionsledet är det nära försumbara nivåer i förhållande till övriga utsläpp. Utsläppen från nätet är det inom distributionen som sticker ut. Detta kan bero på mindre god datakvalitet. Men det kan också bero på många små utsläpp i systemet. Läckaget genom diffusion från själva rören motsvarar enligt beräkningar<sup>44</sup> endast en bråkdel av detta, 0,0004 % av den transporterade gasmängden.

---

<sup>44</sup> Beräkningen av utläckande gasmängder genom diffusion har gjorts av Sydkraft Konsult AB (Numera Sycon AB) år 1994.



## 7. Påverkan på utsläppen vid användning av bästa tillgängliga teknik

### 7.1 Utgångspunkt

Vid fortsatta satsningar på biogas till fordon är det ny teknik som kommer att vara den som används. Det är därför i sammanhanget relevant att belysa vilken effekt det blir på utsläppen av metan vid en utökad användning och produktion. Metanutsläpp sker som tidigare beskrivet i alla led. Eftersom de huvudsakliga källorna för utsläpp från fordonsgasen kommer från biogasproduktion och drift av fordon har en uppskattning av hur mycket utsläpp räknat i g CH<sub>4</sub>/kWh det blir för tillkommande produktion och användning. Utsläppsnivåerna i övriga led är nära försumbara och finns därför med i detta avsnitt med dagens utsläppsnivåer. Generellt har urvalet av "bästa tillgängliga teknik" utgått ifrån vad som används i Sverige idag, för att ha en så relevant siffra som möjligt för svenska förhållanden avseende ekonomi och krav från myndigheter. Det finns enligt uppgift teknik som kommit betydligt längre, exempelvis för biogasproduktion i Tyskland, men där råder också andra förutsättningar.

### 7.2 Bästa tillgängliga teknik - biogasproduktion

#### 7.2.1 Rötning

Avseende rötningprocessen handlar låga metanutsläpp mycket om ett helhetsgrepp för hur processen går till för att undvika läckage i hela processen. Vid de mätningar som genomförts inom ramen för Frivilligt Åtagande, är det system/upplägg för rötning som har visat på lägst utsläpp av metan Göteborg Energis biogasanläggning i Skövde.

Buffertankarna i Skövde har en tät konstruktion. Metanutsläpp sker i liten mängd via ventilationsluften. För att hålla ett jämt tryck i buffertankarna ventileras luft ut genom ett bio- eller kolfilter. Dessa filter reducerar dock endast lukt och inte metan.

Anläggningen har slutna rötrestlager/biogödsellager med gaslager, vilket innebär att även gasen som bildas där går till uppgradering. Genom återkommande läcksökning av anläggningarna minimeras läckaget från ventiler mm i rörledningar ute och inomhus (i byggnader för uppgraderingsutrustning).

Metanläckage från rötgasproduktionen i anläggningen har uppmätts till 0,1 g/kWh<sup>45</sup>.

#### 7.2.2 Uppgradering

Uppgraderingen är till stora delar en teknikfråga, genom val av teknik för rening av restgasen som är effektiv. Här har mätningarna inom ramen för Frivilligt åtagande visat på lägst halter från kemisorptionsanläggningar (ex. COOAB) där adsorption av koldioxiden sker till en amin-baserad kemikalie. Utsläppsnivåerna från denna teknik ligger på 0,2 g CH<sub>4</sub>/kWh. Andra tekniker kan uppnå samma storleksordning på utsläpp genom installation av termisk oxidering av restgasflödet.

### 7.3 Bästa tillgängliga teknik - fordon

Bästa teknik som finns tillgänglig på marknaden idag avseende metanutsläpp är EURO VI för tunga fordon och EURO 5 för personbilar. Här ligger nivåerna enligt

<sup>45</sup> Miljörapport 2012 Biogasanläggning i Skövde Diarienummer 24-2012-0005



tidigare beräkningar i fordonsavsnittet i denna rapport på maximalt 0,18 g CH<sub>4</sub>/kWh för tunga fordon och 0,13 g CH<sub>4</sub>/kWh för personbilar. Värt att notera här är att emissionerna från fabrik ligger avsevärt under denna nivå, eftersom emissionerna över tid skall garanteras trots att katalysatorn gradvis tappar i effekt.

#### 7.4 Totalt vid användning av bästa tillgängliga teknik

En summering av bästa teknik som används idag i Sverige visar på betydligt lägre nivåer för tillkommande produktion och användning av biogas. Se tabell 20 nedan.

*Tabell 20. Sammanställning av bedömda utsläpp för olika delar av fordonsgaskedjan i Sverige, vid användning av bästa tillgängliga teknik.*

<b>Biogas, ny produktion och användning, med BAT</b>	<b>Buss och lastbil BAT (g CH<sub>4</sub>/kWh)</b>	<b>Personbil BAT (g CH<sub>4</sub>/kWh)</b>
Biogasproduktion, rötning Uppmätt vid en anläggning med mycket låga emissioner	0,1	0,1
Biogasproduktion, uppgradering COOAB Uppmätt genomsnitt för denna teknik	0,2	0,2
Drift EURO VI respektive EURO 6 Reglerad maxnivå	0,18	0,13
Distribution. Flak 45 %, nät 55 % Nuvarande beräknade nivå	0,034	0,034
Tankning Nuvarande beräknade nivå	0,0001	0,001
<b>SUMMA</b>	<b>0,45</b>	<b>0,41</b>
<b>Andel av gasens energimängd vid BAT</b>	<b>0,61 %</b>	<b>0,55 %</b>
Nuläge, snitt andel av gasens energimängd	4,2 %	3,8 %



## 8. Fortsatt arbete

### 8.1 Kunskapsbehov

Det finns några huvudsakliga områden där vi bedömer att utsläppen teoretiskt sett skulle kunna vara betydande i sammanhanget, samtidigt som det inom ramen för denna studie identifierats en brist på information. Det betyder inte att det inom respektive område finns mycket höga utsläpp, endast att information saknas.

- Utsläpp från bussar och lastbilar i drift, med jämförbara körcykler. Detta för att kunna avgöra om utsläppen beror på dåligt fungerande katalysatorer som därmed skulle kunna åtgärdas.
- Omfattningen av läckaget från distributionsnäten. Detta finns inte sammanställt med aktuella siffror.
- Förekomst av läckage av gas från tankarna på bussar, som tankas utomhus där gastankarna ligger på taket. Här är kontrollsystemet bristande och mindre läckor skulle kunna finnas under lång tid utan upptäckt.
- Omfattningen av ventilering av gastankar vid reparation eller service.

### 8.2 Åtgärdsbehov

Inom produktionen av biogas har stora förbättringar uppnåtts på senare år, i takt med utbyggnaden av anläggningar med ny teknik och större fokus på just biogasproduktion. Det är väl känt vad som kan göras för att åtgärda läckor. Vi kan därför förvänta oss en mycket positiv utveckling av dessa utsläppsvärden för de anläggningar som uppmärksammar metanutsläppen. Det finns dock en rad anläggningar som varken är anslutna till Frivilligt åtagande eller har myndighetskrav kopplade till metanutsläpp. Man kan misstänka att metanutsläppen är störst hos just dessa anläggningar, varför ansträngningar behöver göras inom branschen för att lyfta metanutsläppsproblematiken hos dessa. Många av dem är i offentlig ägo, vilket medför ett behov av politiskt ansvarstagande för att skapa en lägre klimatpåverkan för biogasproduktionen. Myndighetskraven har inte följt med i samma omfattning, här bör kraven skärpas. Tillsynsmyndigheten kan ofta ställa krav på mätning av metanutsläppen, vilket bör göras även om inte rikt- eller gränsvärden finns, för att uppmärksamma verksamheterna på problemet.

Kontroller av katalysatorfunktionen hos äldre bussar och lastbilar borde genomföras regelbundet. I frånvaro av regler för detta vid fordonsbesiktning, bör större trafikhuvudmän ställa detta som ett krav på sina leverantörer. Alternativt att operatörer ta ett större eget ansvar. Åtminstone borde detta genomföras stickprovsmässigt.

Om utbyggnaden av LNG-drift på fartyg fortsätter öka, ökar även behovet av åtgärder för att minska metanutsläpp från motorerna. Det bästa vore en reglering av emissionerna, något som med dagens ekonomiska och politiska läge avseende fartygstrafiken inte är sannolikt i närtid. Till dess är det den tekniska utvecklingen hos fartygsmotorleverantörerna som får driva utvecklingen framåt, eventuellt kompletterat med efterfrågan från transportköparna via t ex Clean Shipping Index. Avseende distribution och tankning finns det ett fortsatt behov att utrangera gammal teknik där metanutsläpp förekommer, som t.ex. för äldre typer av tankstationer och kompressorer.





Ett annat område som lyfts frågetecken kring vid sammanställningen av denna studie är vilket klimatansvar ägare av äldre tunga gasfordon bör ta i framtiden för att se till så fordon med bristande rening inte kommer ut på en internationell marknad med sämre standard och kontroll än den som finns i Sverige.



## 9. Referenser

### Personlig kommunikation, februari och mars 2013.

*Personer som även deltagit i referensgruppsarbetet är markerade med (R)*  
AGA gas. Torgny Eriksson och Ragnar Sjødahl (R).  
AVL-MTC, Charlotte Sandström Dahl samt Lennart Erlandsson (R).  
Borås Energi och Miljö, Anna-Karin Schön (R).  
Chalmers tekniska högskola, Selma Bengtsson.  
E.ON. Roland Nilsson (R). Uppgifter om beräknade metanutsläpp från Bio2G, Anders Molin och Peter Engström.  
Göteborg Energi, Eric Zinn (R).  
IVL Svenska Miljöinstitutet, Martin Jerksjö och Ingvar Wängberg (R).  
JTI, Lena Rodhe (R).  
Lunds Energikoncernen, Fredrik Luthman (R)  
Lunds Tekniska Högskola, Mikael Lantz (R)  
Naturvårdsverket, Robert Ljunggren  
Processkontroll, Henrik Ask.  
Scania, Jonas Strömberg. (R)  
SGC. Mattias Svensson (R) och Tobias Persson (R).  
Skånetrafiken. Kristina Christensson  
Svenskt Vatten, Anders Finsson och Daniel Hellström (R)  
SP, Magnus Andreas Holmgren. (R)  
UL, Peter Eklund.  
Volvo Technology. Ingemar Magnusson (R).  
Volkswagen Group Sverige, Mårten Blomroos (R).  
Westport (AFV), Mats Christensson och Anders Johansson.

### Skriftliga referenser

Marcogaz LCA report WG-LCA-12-01, 22/06/2011. "Life Cycle Assessment of the European Natural Gas Chain focused on three environmental impact indicators". Papadopoulo mfl (2011)  
"Produktion av dagens och framtidens hållbara biodrivmedel". Underlagsrapport från f3 till utredningen om FossilFri Fordonstrafik. Börjesson mfl (2013)  
"Biogas Production from a Systems Analytical Perspective". Maria Berglund (2006). LTH, LU.  
"Well-to-wheels Analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context". R.Edwards mfl (2011). European Union.  
Sammanställning av mätningar inom frivilligt åtagande 2007-2012". Avfall Sverige rapport U2012-15.  
"Växthusgaser från rötdad och orötdad nötflytgödsel i lager och utspridd på mark" SLF projektnr: V0930019. Lena Rodhe mfl (2012)  
"Växthusgaser från stallgödsel – Litteraturgenomgång och modellberäkningar". Rapport 402, Lantbruk & Industri. Rodhe, L., Baky, A., Olsson, J. & Nordberg, Å., 2012. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. ISSN-1401-4963.  
"Analysis of greenhouse gas emissions from 10 biogas plants within the agricultural sector". J. Liebetrau et al. Water Science & Technology (2013)  
"SGC Info 026 Låga metanläckage från de svenska naturgasnäten"  
"Kostnader og reduksjon av klimagass-utslipp gjennom verdikjeden", Klima- og forurensningsdirektoratet TA 2704 (2011).



”Handbok 2012-09-03 för arbete med fordon drivna med fordonsgas (metan/CNG).” Bil Sweden.

Marintek MT22 A10-199 “Emission factors for CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, particulates and black carbon for domestic shipping in Norway, revision 1”, J.B Nielsen, D. Stenersen. (November 2010)

“A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels. S Bengtsson mfl. Proc. IMechE Vol. 225 Part M: J. Engineering for the Maritime Environment.

### 9.1 Omräkningsfaktorer

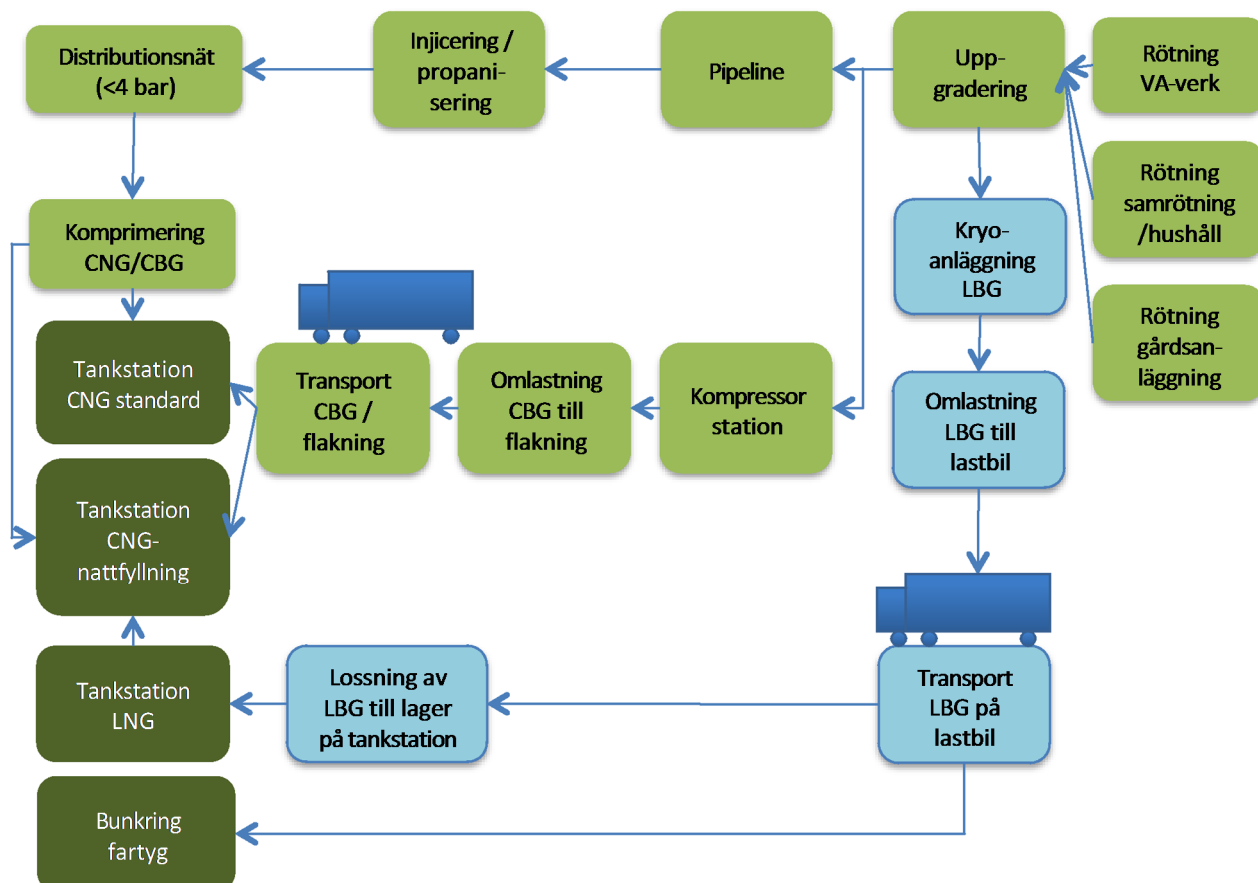
För omräkning har följande värden använts:

	<b>Naturgas</b>	<b>Biogas</b>
Energivärde	11 kWh/Nm <sup>3</sup>	9,67 kWh/Nm <sup>3</sup>
Densitet	810 g/Nm <sup>3</sup>	717,5 g/Nm <sup>3</sup>
Andel i fordonsgas (baserat på försäljning under 2012, från SCB)	40,4 %	59,6 %



## Bilaga 1 - Översikt distribution av fordonsgas

Biogasdistribution, en övergripande bild. Täcker inte alla enskilda varianter på distributionen utan ger en "typbild".



Naturgasdistribution, en övergripande bild. Täcker inte alla enskilda varianter på distributionen utan ger en "typbild".

