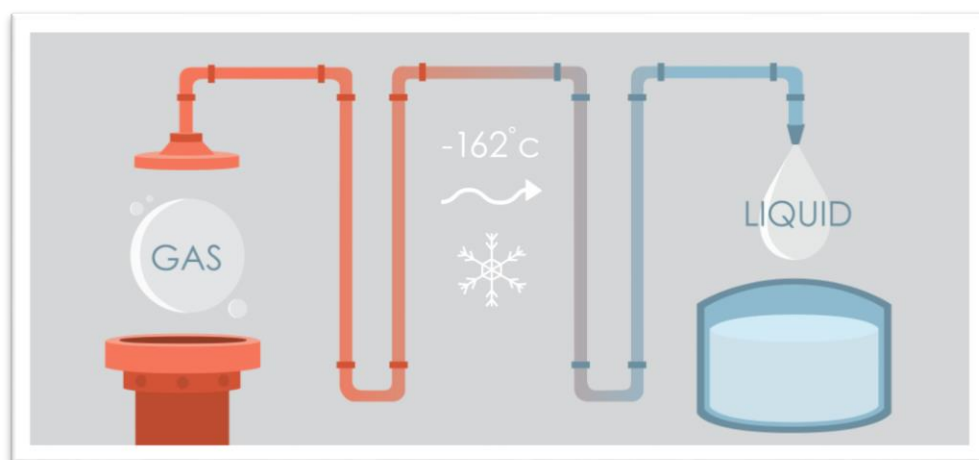


Förstudierapport

Förutsättningar för LBG-produktion i Linköping/Tekniska verken i Linköping



Projektgrupp: Andreas Johansson/HP
Erik Nordell/EU

2017-06-26

1 Sammanfattning

Tekniska verken i Linköping och Linköping kommun var tidigt pionjärer på biogas, och den kommunala busstrafiken drivs sedan många år tillbaka på biogas. Efterfrågan på biogas har årligen stigit fram till 2014-2015, då ett tydligt trendbrott uppstod. Sedan dess har försäljningen av biogas minskat, framförallt på de publika biogasmackarna. Till följd av detta krävs nya alternativa avsättningar för biogasen alternativt att minska biogasproduktionen. En LBG-anläggning skulle kunna möjliggöra att nya marknader nås och att biogasproduktionen kan fortsätta och till och med utökas i framtiden.

Tekniska verken producerar idag ca 120 GWh biogas som idag säljs som fordonsgas. I denna förstudie har förutsättningarna för att bygga en LBG-anläggning på ca 50 GWh/år (10 ton LBG/dygn) utvärderats med avseende på tekniska förutsättningar, marknadspotential, ekonomiska förutsättningar samt miljönytta.

För att kunna producera flytande biogas (LBG) krävs att biogasen renas ytterligare. För detta krävs ett nytt processteg efter befintliga gasreningar, ett så kallad poleringssteg. Efter detta kan konventionell kondenseringsteknik nyttjas. Ur teknisk och ekonomisk synvinkel är det mest fördelaktigt att placera de nya anläggningsdelarna (polering, kondensering av metan samt lagring av LBG) i anslutning till befintlig produktionsanläggning.

Marknaden för flytande naturgas (LNG) är kraftigt stigande, även om andelen flytande biogas (LBG) idag är liten. De största förbrukarna av LNG är idag industrier och sjöfart. Från och med 2018 kommer fossila bränslen för tillverkningsindustrier att beskattas till 100 % (av CO₂-skatten). Detta gör att förnyelsebara alternativ blir mer intressanta för industrierna, där biogas är ett möjligt och attraktivt alternativ. Det finns även fem tankstationer för LNG för tunga fordon i Sverige. Infrastrukturen för LNG kan även helt eller delvis användas för LBG.

Den främsta marknadspotentialen som identifierats regionalt i Östergötland är ett antal industrier som idag använder gasol i sina processer. En annan stor potential för flytande biogas är att byta ut kostsam flakning av CBG mot LBG vid befintliga flakanslutna tankstationer i Norrköping, Västervik och Motala. Flakning står i dag för drygt 50 % av den totala försäljningen av biogas hos Tekniska verken. Kostnaden för att transportera LBG är cirka 1/6 jämfört med CBG. I förstudien har det bedömts rimligt att det finns avsättning för ca 48 GWh LBG inom regionen (nya kunder och interna transporter). I denna förstudie har inte kostnader för utrustning som krävs för slutkund beaktas, för att konvertera från ex. gasol till LBG eller CBG till LBG.

Produktionskostnaden för biogas är idag ca 8 kr/kg CBG. Den tillkommande produktionskostnaden som uppstår relativt att producera CBG beräknas till 1,1 kr/kg LBG. Av produktionskostnaden för LBG består den största delen av avskrivningskostnader. Investeringskostnaden beräknas till ca 55 mkr. Eftersom transportkostnaderna sjunker med 1/6 med LBG jämfört med CBG är det där kostnaden för kondensering kan räknas hem. Priset för LBG behöver således vara högre än för CBG exkl. transport till slutkund.

En LBG-anläggning skulle få flera positiva följd effekter för dagens produktionsstyrning på biogasanläggningen. Det högtryckslager som idag finns för CBG är litet relativt dagens produktion. Detta leder ibland till att biogas facklas bort då styrningen för produktion efterfrågan är svår förutsedd. Med en LBG-anläggning skulle lagringskapaciteten för

biogas öka med ca 2,5 gånger, vilket ökar flexibiliteten och därmed minskar risken för fackling avsevärt.

Den stora miljövinsten med LBG är att Tekniska verkens produktionsanläggning för biogas blir helt fossilfri, eftersom vi kan ersätta befintlig LNG-backup med LBG. Vidare minskar miljöpåverkan på transportererna för flakning av CBG markant. Genom att facklingen dessutom kan minimeras, ökar också biogasproduktionen, vilket tränger bort fossila alternativ i transportsektorn. Den största miljömässiga vinsten är dock att LBG kan ersätta fossil gasol och LNG i industrisektorn.

2 Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	2
2	Innehållsförteckning.....	4
3	Förkortningar	5
4	Bakgrund och mål.....	6
5	Frågeställning	7
5.1	Uppdrag.....	7
5.2	Metod	7
5.3	Omfattning och avgränsningar.....	7
6	Nuläge.....	8
6.1	Intressentanalys	8
6.2	Behovsanalys	8
6.3	Befintligt system/anläggning	8
7	Teknik och förutsättningar.....	11
8	Ekonomi	13
8.1	Produktionskostnad för LBG	13
8.2	Kassaflödeanalys i grundscenariot	14
8.3	Transportkostnader för LBG och CBG	16
8.4	Flakanslutna tankställen	17
9	Marknadsanalys.....	18
9.1	Effektivisera transporter av biogas – internt bruk	18
9.2	LBG som intern lagring och backup	19
9.3	Tunga transporter	20
9.4	Sjöfart.....	21
9.5	Industrier	21
9.6	Andra biogasanläggningar	21
9.7	LBG som energikälla för stödvärmning av fjärrvärmnätet.....	21
9.8	SVK – effektreserv.....	22
9.9	Potential för LBG i regionen.....	22
10	Effekter på marknad för CBG/LBG och biogasproduktion.....	24
11	Miljö	26
12	Slutsatser	27
	Referenser.....	28

3 Förkortningar

Biogas – metangas som bildas i en rötningsprocess

CBG – komprimerad biogas (97 % metan), vanligtvis 200-250 bar

CNG – komprimerad naturgas (97 % metan), vanligtvis ca 200-250 bar

Fackling – Förbränning av rågas som inte kan tas till vara vid produktionsstörningar i gasreningar eller vid fulla högtryckslager.

Flakning – när komprimerad gas förflyttas/transporteras mellan en produktionsenhet och en tankstation

Fordonsgas – ett samlingsbegrepp komprimerad metan som drivmedel, dvs. CBG och CBG

Gasrening – ett reningssteg metanhalten höjs genom att koldioxid tas bort från rågasen

Högtryckslager – byggnad innehållande gasflaskor för lagring av CBG upp till 250 bar.

Kondensering – då ett ämne i gasfas byter sublimeringsform till flytande form

LBG – flytande biogas som vanligtvis hålls nedkyld till -162 C

LNG – flytande naturgas som vanligtvis hålls nedkyld till -162 C

Polering – ett gasreningssteg som placeras efter den konventionella gasreningen för att erhålla en mycket hög renhet på biogasen som möjliggör kondensering till LBG

Naturgas – en fossil energikälla bestående av metan, etan, propan

Rågas – obehandlad gas från rötningsprocessen som består av ca 65 % metan och 35 % koldioxid

1 kg CBG = 12,9 kWh = 1,5 liter bensin

1 kg LBG = 13,9 kWh = 1,6 liter bensin

4 Bakgrund och mål

Tekniska verken i Linköping driver Sveriges största biogasanläggning för samrötning av matavfall, slakteriavfall och industriavfall. 2016 producerades ca 120 GWh biogas av fordonsgaskvalitet, vilket motsvarar energiinnehållet i ca 13 miljoner liter bensin. All den biogas som uppgraderas till fordonsgaskvalitet hanteras idag i gasform och komprimeras i olika steg för att erhålla en hanterbar volym. Vid tankning, högtryckslager och mobila gasflak komprimeras biogasen till ca 200-250 bar vilket minskar volymen till 1/200 jämfört med okomprimerad gas. I Tekniska verkens system med biogas finns sedan tidigare en anläggning för backup med flytande naturgas s.k. LNG (Liquefied Natural Gas). När biogas förvätskas till flytande biogas kallas den ofta LBG (Liquefied Bio Gas). Genom att LNG/LBG är i flytande form tar den väsentligt mycket mindre volym än i gasform, ca 1/600 jämfört med ej komprimerad biogas och ca 1/3 av volymen som komprimerad biogas. LBG ger därför möjligheter att effektivisera lagring och transport av biogasen och därmed nå marknader som varit orimliga med biogas i komprimerad form (CBG).

I Norden finns ett fåtal relativt små anläggningar för produktion av LBG, bl.a. i Lidköping samt en anläggning i Norge. Utöver det finns ett flertal stora eller mycket stora produktionsanläggningar för LNG, där naturgas (CNG) kondenseras ner till flytande LNG. LBG kan mer eller mindre blandas och/eller ersätta fossil LNG. LNG används idag t.ex. i färjor och industrin. Det finns även ett fåtal fordonsmodeller för tunga fordon/lastbilar som använder LNG som bränsle. En annan marknad som kan bli tillgänglig är som substitut till gasol, som ofta används inom industrin.

Projektets mål är att göra en förstudie på förutsättningarna att framställa LBG på Tekniska verkens biogasanläggning liksom marknadsförutsättningarna i närområdet.

5 Frågeställning

5.1 Uppdrag

I projektet ingår att beskriva:

- Lämplig teknik för att omvandla biogas till LBG
- Investering och kostnader för att framställa LBG inklusive energiåtgång
- Vilka miljöeffekter som framställningen har inklusive potentiella effekter beroende på försäljningsökningar
- Marknadspotentialen skall beskrivas och bedömas exempelvis inom följande kategorier:
 - Biogas regionalt
 - Industri (ersätta gasol/LNG)
 - Sjöfart (ersätta LNG)
- Översiktliga förutsättningar för att etablera LBG-omvandling vid Tekniska verkens biogasanläggning i Linköping

5.2 Metod

Diskussion i projektgrupp samt kontakt med leverantörer av processutrustning.

5.3 Omfattning och avgränsningar

En anläggning förutsätts kunna etableras i Linköping på lämplig placering. Det kan vara vid biogasanläggningen i Linköping eller annan plats beroende på val av teknik. Val av plats och översiktlig utformning ska redovisas. Vid teknikvalet förutsätts att uppgraderad biogas nyttjas. I förstudien utvärderas enbart konventionella tekniker för kondensering. Kryogena gasreningstekniker har inte utvärderats. I förstudien kommer enbart storleken 10 ton LBG/dag, motsvarande 50 GWh/år studerats i detalj. I förstudien skall kostnader och investeringar framgå.

6 Nuläge

6.1 Intressentanalys

Intressenter för resultaten från förstudien är Linköpings kommun, Tekniska verkens ledning, anläggningsägare, driftpersonal samt tillsynsmyndigheter.

6.2 Behovsanalys

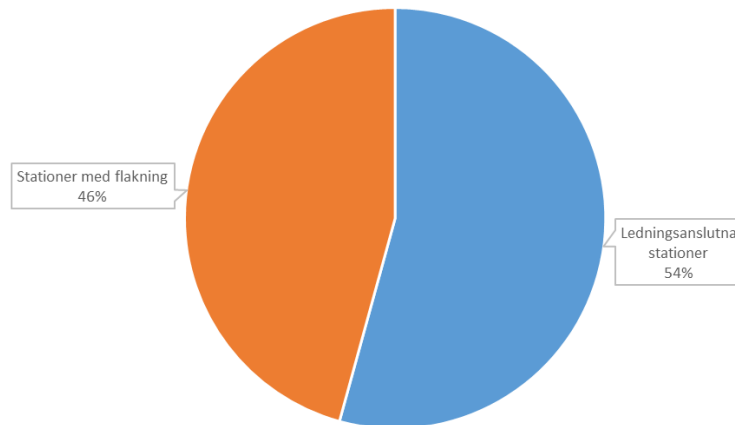
Linköpings kommun och Tekniska verken i Linköping började med biogas som fordonbränsle för bussar och fordon redan på 1990-talet. Efterfrågan på biogas har sedan dess stigit årligen fram till 2014-2015, då ett tydligt trendbrott uppstod. Sedan dess har efterfrågan/försäljningen av biogas minskat, framförallt på de publika biogasmackarna då marknaden delvis mättats i regionen. Den minskade försäljningen beror på flera faktorer men framförallt på att alternativa förnyelsebara drivmedel som biodiesel/HVO och el är på frammarsch. I samband med den minskade efterfrågan och p.g.a. dyrare substrat stängdes också Tekniska verkens biogasanläggning i Norrköping ned. Alltjämt har denna minskning delvis vägts upp av nya avtal med biogasbussar på andra orter som t.ex. Västervik. Bussflottan i Linköping, Norrköping, Motala och Västervik (drifttas hösten 2017) beräknas stå för ca 60-70% av den totala försäljningen för Svensk Biogas AB (helägt dotterbolag till Tekniska verken i Linköping AB).

Minskad efterfrågan på CBG för privata fordon gör att alternativa marknader för biogas har utvärderats. Biogas inom industrin och tunga transporter spås ha en ljus framtid, bl.a. eftersom det finns få förnyelsebara alternativ till dagens diesel och gasol som är vanligt förekommande. Detta förutsätter (åtminstone delvis) att biogas görs flytande av flera skäl. Det blir mer lagringsbeständigt, billigare att lagra samt att det tar mindre ballast på t.ex. en lastbil jämfört med gastuber för CBG. Vidare tvingas Tekniska verken sälja biogas i större utsträckning utanför Linköping, vilket gör att transportkostnaderna för CBG är en hög kostnad.

6.3 Befintligt system/anläggning

På Linköpings biogasanläggning (Åby) finns fyra röt-kammare för produktion av rågas. Utöver detta leds rågasen från rötningen på Nykvarns reningsverk till Åby. Rågasen uppgraderas i gasreningarna som består av två vattenskrubbar samt en aminskrubber. Den uppgraderade gasen distribueras via gasledningsnätet (4 bar) till de ledningsbundna publika tankstationerna samt Gumpekulla kompressorstation. Fordonsgasen (CBG) komprimeras upp till 250 bar i de interna gaslagren på Gumpekulla respektive ute på de ledningsbundna biogasmackarna.

Fördelning flakning / biogas på nät 2016 för Tekniska verken
biogas



Figur 6-1. Fördelning mellan ledningsanslutna biogasmackar+bussdepåer och mackar+bussdepåer som förses via flakning från Gumpekulla.

Gumpekulla kompressorstation förser Linköpings stadsbussar med CBG, vilket är den största kunden/förbrukaren av biogas för Tekniska verken. På Gumpekulla fylls även de mobila gasflak som transporteras till publika tankstationer som inte är anslutna till gasnätet, samt till bussdepån i Motala och Västervik (hösten 2017). År 2016 flakades cirka 45 % av den producerade biogasen till mackar och bussdepåer utanför Linköpings kommun (Figur 6-1). Gaslagret på Gumpekulla kompressorstation fungerar också som en "lunga"/buffert för utjämning mellan produktion och uttag av fordonsgas – detta eftersom biogasproduktion är en "just in time"-produkt i frånvaro av ett stamnät för gas.

Med dagens produktion är gaslagret på Gumpekulla (0,25 GWh) numera mer eller mindre ett dygnslager. Detta medför att det är svårt att planera produktion och uttag från gaslagret utan att riskera att lagret antingen blir fullt eller tar slut.

Som backup vid produktionsproblem finns en tank för flytande naturgas (LNG) på ca 30 ton metan (motsvarande 0,40 GWh). På grund av gaslagrets volym i förhållande till produktion finns det idag risk att man tvingas fackla bort gas ena dagen, samtidigt som fossil LNG matas in i gasnätet dagen därpå. Då förlorar man både intäkterna på producerad gas och förbrukar fossil LNG som köpts in – vilket är dubbelt negativt både miljömässigt och ekonomiskt.

Då även andelen gas som fylls i de mobila gasflaken utgör en stor del av den sålda volymen, spelar planeringen av flaklogistiken och koordineringen av volymen i gaslagret på Gumpekulla stor roll.

Utöver de publika tankstationerna i Linköping som är ledningsbundna finns flakbundna tankstationer i Mjölby, Motala och Norrköping. I Motala och Norrköping finns förutom publika tankstationer även kompressorstationer/bussdepåer för tankning av stadsbussarna. På Händelö i Norrköping finns ytterligare en produktionsanläggning för biogas med tre rökammare samt två gasreningsanläggningar av typen vattenskrubber. Även här finns en LNG-tank på 30 ton för backup vid produktionsstörningar. Anläggningen är sedan några år tillbaka är tagen ur drift och producerar därmed ingen biogas. Möjlighet

finns att leverera LNG (eller LBG) i gasnätet oberoende av produktionen av biogas. I dagsläget används LNG-tanken för att mata ut naturgas på gasnätet i Norrköping när underskott uppstår, 2016 matades ca 3 GWh LNG/naturgas ut på gasnätet i Norrköping.

Under hösten 2017 kommer en ny kompressorstation/bussdepå att byggas i Västervik. Biogas kommer att transporteras dit (ca 110 km) med gasflak som fyllts på Gumpekulla. I anslutning till bussdepån i Västervik kommer det även byggas en LNG-tank på 30 ton som backup för stadsbussarna.

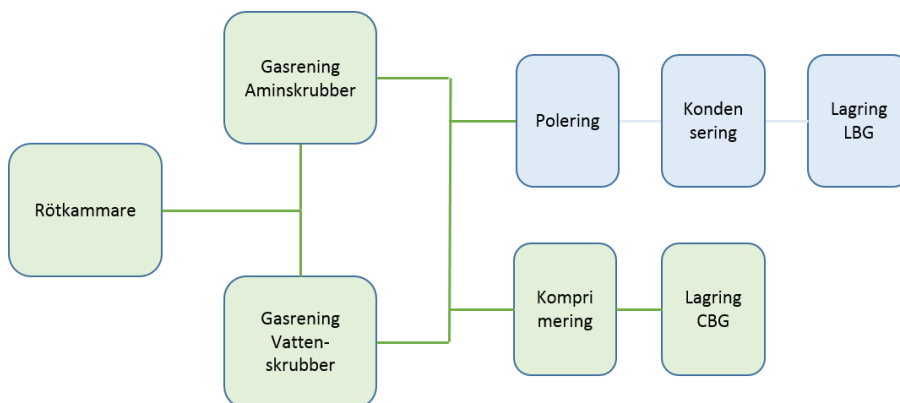
Under 2016 såldes 120 GWh fordonsgas, vilket kan jämföras med 2013 då årsförsäljning var 140 GWh, då även Händelöanläggningen i Norrköping var i drift. Den tekniska utrustningen på anläggningen i Linköping klarar att öka gasproduktionen ytterligare utan större krav på utbyggnad, givet att avsättning för biogasen skulle finnas. Det som begränsar en ökad produktion är tillgång på substrat, miljötillstånd (begränsning på mängd behandlat substrat) samt gaslagret i Gumpekulla. Den utbyggda maximalt möjliga (rent tekniskt och teoretiskt) årliga produktionsvolymen av fordonsgas på Åby är ca 200 GWh och på Händelö ca 50 GWh. Det bör åter igen poängteras att det inte ryms inom befintligt miljötillstånd att producera dessa mängder biogas på någon av anläggningarna.

7 Teknik och förutsättningar

Metangas har en kokpunkt på -161 °C vid atmosfärstryck, dvs. när gasen kyls ner under denna temperatur övergår metangasen till flytande form och upptar då endast $1/600$ av volymen jämfört med metan i gasform. När biogasen istället trycksätts till CBG (till 200 bar) så minskar volymen med $1/200$, vilket gör att LBG är ca 3 gånger mer lagringseffektivt sett till produkten som sådant. Därtill krävs gascylindrar/kärl för att lagra komprimerad gas (CBG) vilket gör skillnaden i lagringsvolymen i praktiken blir ännu större.

Det finns ett antal olika tillgängliga tekniker för framställning av LBG. I grund och botten bygger de på samma princip som ett kylskåp, dvs. en kylcykel där värmeväxlare, kompressor och kondensor nyttjas. Teknikerna för kondensering av naturgas har funnits kommersiellt sedan 50-talet, men oftast i form av storskaliga anläggningar. På senare tid har tekniken utvecklats och det finns numera ett antal leverantörer som tillhandahåller anläggningar i mindre skala (i storleksordningen 50-250 GWh/år).

En av huvudförutsättningarna för att gasen skall gå att kondensera är att andelen koldioxid är näst intill noll. För att åstadkomma detta krävs ett nytt processteg efter befintliga gasreningar, sk polering, där ytterligare koldioxid tas bort från biogasen. Tekniker som nyttjas i detta steg är desamma som används i befintliga kommersiella gasuppgraderingar. Efter poleringen leds den uppgraderade biogasen till kondenseringsanläggningen. När gasen kondenserats lagras den i flytande form i en vacuumisolerad tank (Figur 7-1). Från denna tank kan lastbil lossa LBG för vidare transport till förbrukare.

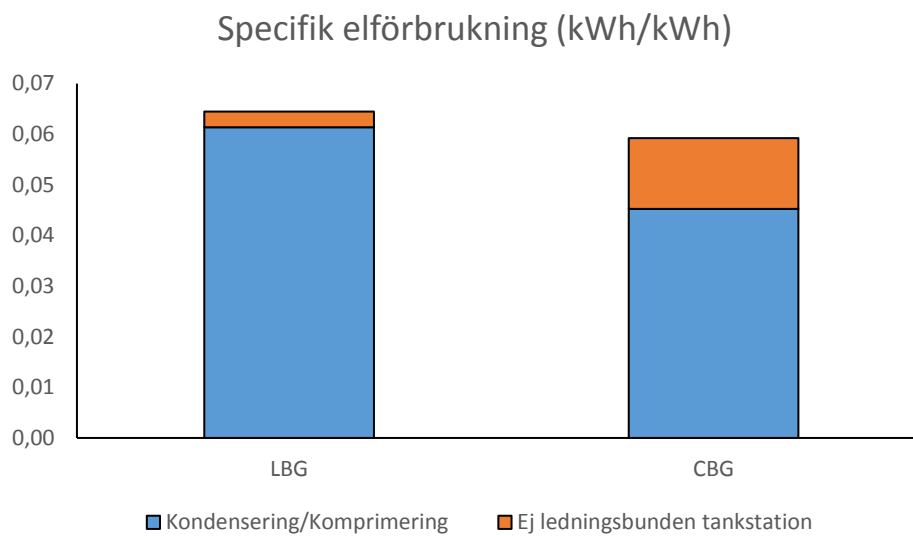


Figur 7-1. Systemskiss över befintlig anläggning (grönt) samt tillkommande anläggningsdelar (blått).

Att kondensera fordonsgas till LBG är en energikrävande process, där nästintill all tillförd energi är primäre energi (el). Energiåtgången uppges av de tillfrågade leverantörerna av processutrustning till ca $0,85\text{ kWh}_{el}/\text{kg}_{\text{LBG}}$, varav $0,15\text{ kWh}_{el}/\text{kg}_{\text{LBG}}$ hör till poleringssteget.

Energiförbrukning för framställningen av LBG skall jämföras med energiåtgången för att komprimera gasen från 4 bar till 250 bar (CBG) som ligger på ca $0,58\text{ kWh}_{el}/\text{kg}_{\text{CBG}}$. Energiinnehållet per kg är dock högre för LBG eftersom den inte innehåller någon koldioxid. Den specifika energiåtgången för att producera LBG blir då $0,06\text{ kWh}/\text{kWh}$ att jämföra med $0,05\text{ kWh}/\text{kWh}$ för att komprimera 4-bar biogas till 250-bar (CBG) på Gumpekulla eller en ledningsbunden tankstation. På de flakanslutna tankstationerna tillkommer dessutom energiförbrukning för komprimering på plats vid tankstationen

allteftersom flaket töms. Energiåtgången för detta är ca 0,18 kWh_{el}/kg_{CBG} (0,01 kWh/kWh). För hela kedjan summeras energiåtgången, exklusive transporter, till ca 0,76 kWh_{el}/kg_{CBG} (Figur 7-2). Så även om energiåtgången är högre för att framställa LBG jämfört med CBG kan det bli mer energimässigt fördelaktigt om biogasen skall transporteras långt och/eller lagras.



Figur 7-2. Jämförelse mellan specifik elförbrukning för LBG kontra CNG vid ej ledningsbunden tankstation.

8 Ekonomi

8.1 Produktionskostnad för LBG

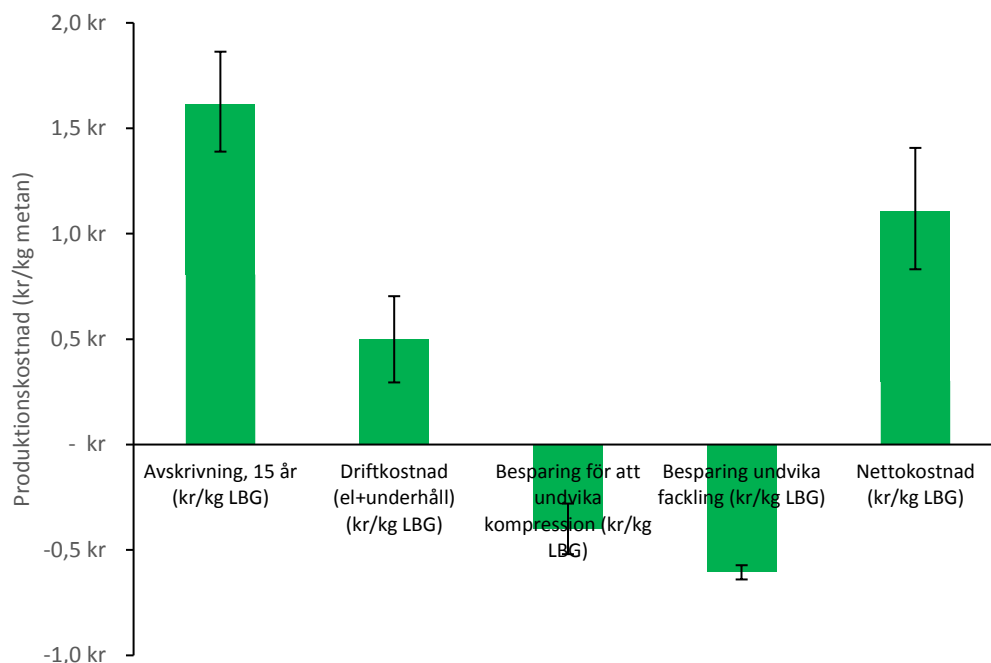
I denna förstudie har vi fokuserat på en LBG-anläggning som har kapacitet att kondensera ca 10 ton metan/dag, vilket motsvarar ca 50 GWh/år. En kalkyl har upprättats för att beräkna hur produktionskostnaden förändras om en LBG-anläggning byggs på Linköpings biogasanläggning. Kalkylen förutsätter att all den LBG som kondenseras kan säljas externt till nya kunder och delvis för intern användning (t.ex. Västervik, Norrköping). Beräknad utnyttjandegrad/tillgänglighet för anläggningen är satt till 90 % i basscenariot. Om efterfrågan på LBG skulle vara lägre än beräknat och anläggningen inte körs på ca 90 % resulterar det således i att kalkylen blir sämre. I kalkylen har en kalkylränta på 5 % används och en avskrivningstid på 15 år tillämpas, eftersom den förväntade tekniska livslängden beräknas till ca 15 år. Avskrivningskostnad har beräknats med annuitetsmetoden.

Den totala investeringskostnaden för polering av uppgraderad biogas, kondensering och lagring av metan beräknas till 55 mkr (+/- 5 mkr) (Tabell 8-1).

Tabell 8-1. Antagna indata i grundfallet samt uppskattat osäkerhetsintervall på faktorer som påverkar drift- och investeringskostnad.

	Grundscenario	Osäkerhetsintervall
Investeringskostnad (SEK)	55 000 000 kr	+/- 5 000 000 kr
Elkostnad (exkl. skatt) (SEK/kWh)	0,26 kr	+/- 0,08 kr
Underhållskostnad LBG (SEK/år)	1 000 000 kr	+/- 500 000 kr
Nyttjandegrad/tillgänglighet (% av 8760 h/år)	90 %	+/- 5 %

Den extra produktionskostnaden som uppstår relativt att producera CBG beräknas till 1,1 kr (+/- 0,3 kr) per kg LBG (100 % metan), vilket kan jämföras med dagens produktionskostnad på ca 8,1 kr/kg fordonsgas 97 % metan (Figur 8-1). I Figur 8-1 visas den beräknade produktionskostnaden för en LBG-anläggning på 50 GWh/år, fördelat på investering (avskrivning), driftkostnad och besparingar till följd av LBG (besparingar/kostnader i transportledet är ej inkluderade). Den största delen av nettokostnaden vid produktion av LBG är avskrivningar till följd av den höga investeringskostnaden. Avskrivningskostnaderna är den post som påverkar produktionskostnaden i störst utsträckning. Driftkostnaden förefaller vara relativt låg (i samma storleksklass som kompression av biogas till CBG), då driftkostnaden består av inköp av el samt diverse underhållskostnader/service. I osäkerhetsanalysen som gjorts har elpris, tillgänglighet, investeringskostnad och underhållskostnad varierats, se Tabell 8-1 för detaljerade data.



Figur 8-1. Produktionskostnad för LBG är beräknad med polering, kondensering och lagring från uppgraderad biogas (97 % metan) till flytande LBG. Transportkostnader är exkluderade. Besparing för att undvika kompression motsvarar drifkostnaden (kr/kg) som det idag kostar att komprimera biogasen till 250 bar på Gumpeskulla. Besparing fackling är den ökade vinsten om LBG byggs, då denna biogas istället för att facklas kan säljas som LBG. Samtliga siffror inkluderar ett osäkerhetsintervall, se tabellen ovan för definition av osäkerhetsintervallen. Den största delen av nettokostnaden utgörs av avskrivningar.

8.2 Kassaflödeanalys i grundscenariot

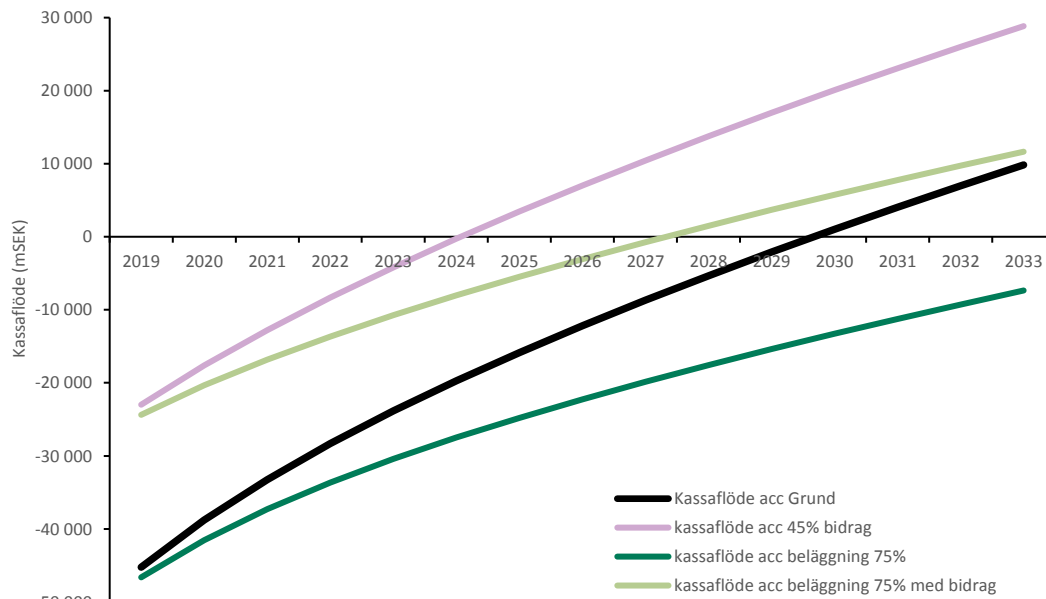
Det är svårt att veta exakt vad LBG skulle kunna säljas för till nya kunder i detta skede. I kalkylen har ett *antagande* gjorts att Svensk Biogas AB är villiga att betala 0,5 kr extra per kg LBG jämfört med dagens pris för CBG, eftersom de kan göra besparingar i distributionsleden för biogas till Västervik och Norrköping. För övriga kunder/nya marknader har antaget gjorts att LBG säljs fritt från anläggning (dvs. utan transporter etc.) för 8,9 kr/kg LBG. För att kunna öka biogasproduktionen i samband med en implementering av LBG krävs nya substrat. Kortsiktigt är ett sådant substrat Glycerol (se även kapitel 10). Glycerol är dock ett dyrt substrat och i denna kalkyl har inköpspriset beräknats till 2.300 kr/ton glycerol. Om andra substrat skulle användas som matavfall, slakteriavfall och industriavfall skulle befintligt miljötillstånd behöva utökas då Linköping biogas idag maximalt får behandla 125 000 ton organiskt material/år. Vidare skulle detta kräva omfattande investeringar i förbehandling, substrattankar och kraftigt ökade kostnader för biogödselhantering.

I grundscenariot antas att Tekniska verken står för hela investeringen på 55 mkr och att anläggningen producerar ca 48 GWh/år utan några större stillestånd (Tabell 8-2). Detta resulterar i en pay-off för investeringen på ca 11 år (Tabell 8-2; Figur 8-2). Görs en känslighetsanalys på detta, där anläggningen enbart körs på 75 % beläggning pga. låg efterfrågan på LBG stiger pay-off-tiden dramatiskt och överstiger då den tekniska livslängden på LBG-anläggningen (dvs. >15 år). Om en bidragsandel på investeringen

inkluderas, t.ex. 45 % investeringsstöd via klimatklivet, så erhålls en pay-off på 6 år i grundscenariot och ca 8-9 år om beläggningen enbart är 75 % på LBG-anläggningen (Figur 8-2).

Tabell 8-2. Samtliga siffror i tusen SEK/år bortsett från volymen som är i ton/år. Kalkyl/kassaflödesanalys för LBG-produktion där antagandet gjort att produktionsökningen som krävs på ca 32 GWh produceras med glycerol som huvuds substrat. Antaget att detta sker på marginalen utan några ökade fasta kostnader. I tabellen är kalkylen uppdelad på Tekniska verken, Svensk Biogas AB samt den totala effekten för båda bolagen.

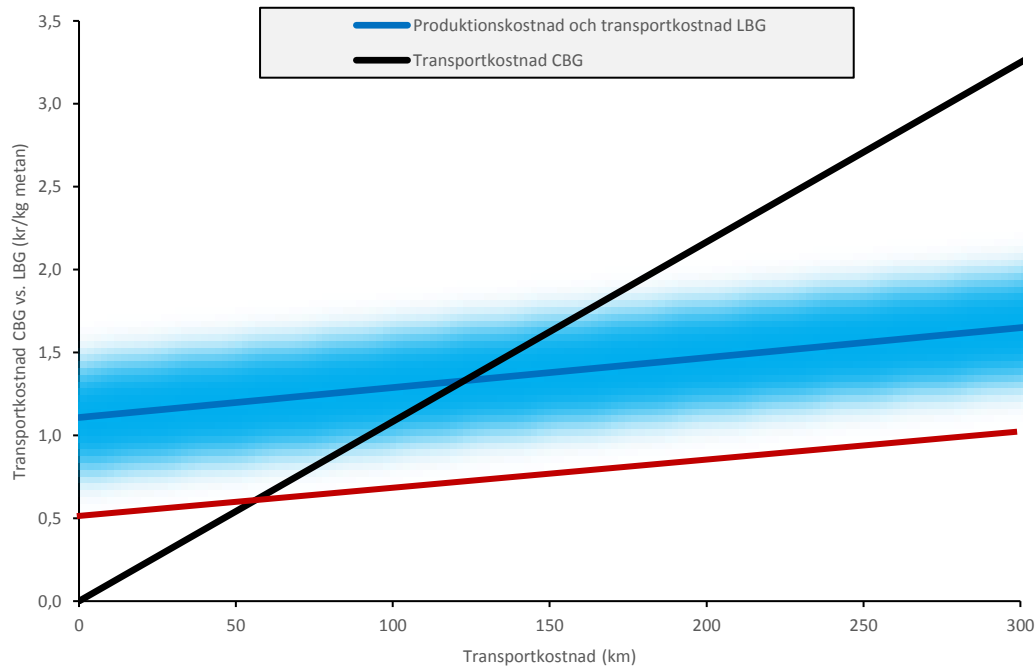
	Tekniska verken	Svensk Biogas AB	Totalt
Volym ton (LBG)	1700	1900	
<i>Intäkter</i>			
Intäkter Gasleveranser	15 045		15 045
Ökade intäkter för LBG bef avtal	950		950
Behandlingsintäkter			0
Övriga intäkter			0
Summa intäkter	15 995	0	15 995
Inköp av biogas		-950	-950
Inköp av övriga produkter	-8 314		-8 314
Övriga råvaror			0
Råvarukostnad	-8 314	-950	-9 264
Marginal efter råvarukostnad	7 681	-950	6 731
El, värme och vatten	-800		-800
Förbrukningsinventarier och material			0
Reparationer och underhåll	-1 000		-1 000
Frakter	-187	1 270	1 083
Summa rörliga kostnader	-1 987	1 270	-717
Adm. omkostnader	-100		-100
Externa tjänster			0
Fördelade kostnader moderbolag			0
Fordonskostnader			0
Övriga externa kostnader			0
Summa fasta kostnader	-100	0	-100
Personalkostnader			0
Av- och nedskrivningar	-3 667		-3 667
Rörelseresultat	1 928	320	2 248
Finansiella Poster	-2 200		-2 200
Resultat efter finansiella poster	-272	320	48



Figur 8-2. Kassaflödesanalys med olika scenarion för LBG-anläggningen. I samtliga scenarion har glycerol köpts in för att kunna öka biogasproduktionen (LBG-produktion).

8.3 Transportkostnader för LBG och CBG

Eftersom produktionskostnaden ökar till följd av en kondensering (från ca 8,1 kr/kg metan, till 9,2 kr/kg LBG) måste det finnas en marknad som är villig att betala för detta relativt CBG alternativt fossil LNG. Transport av LBG jämfört med CBG kostar cirka 1/6 av priset, samtidigt som det är miljömässigt bättre då antalet transporter av bränsle kraftigt reduceras. Som beskrivs mer utförligt i kapitel 9 (avsnitt marknad) är det enkelt att implementera/byta till LBG i Västervik då infrastrukturen finns, samtidigt som avståndet är långt, vilket gynnar LBG jämfört med CBG (Figur 8-3). Med den beräknade produktionskostnaden blir brytpunkten, den totala kostnaden inkl. transport, densamma för LBG och CBG först vid ca 120 km (+/- 30 km; Figur 8-3). Det är således inte *ekonomiskt* försvarbart med LBG i Motala och Norrköping, men däremot troligtvis i Västervik, detta eftersom avskrivningskostnaderna för LBG-anläggningen är höga. Vidare är transportkostnaden nästan hälften (inkl. produktionskostnad) om biogasen transporteras 40 mil jämfört med CBG. För Svensk Biogas ABs del erhålls en break-even efter ca 50 km om inköpspriset innebär ett påslag på 0,5 kr/kg LBG jämfört med CBG (se röd linje i Figur 8-3 samt antagen i kapitel 8.2).



Figur 8-3. Transportkostnad inkl. produktionskostnad för LBG samt transportkostnad för komprimerad biogas (CBG). Skuggande intervall indikerar osäkerheten i siffrorna och baseras på osäkerhetsanalysen enligt avsnitt 3. Transportkostnad för LBG och CBG baseras på (Benjaminsson & Nilsson, 2009; Petter Olgemar, 2017, under arbete/ej publicerad). Röd linje indikerar kostnaden för Svensk Biogas AB vid ett scenario där de betalar 0,5 kr/kg LBG extra jämfört med CBG.

8.4 Flakanslutna tankställen

För de flakanslutna tankstationerna/bussdepåerna finns ytterligare ekonomiska fördelar med LBG utöver lägre transportkostnader. I dagsläget tillkommer kostnader i form av komprimering då flaket succesivt töms med hjälp av kompressorerna till det interna lagret på tankstället. Fördelen med LBG är att en högtryckspump med förångare kan ersätta kompressorerna i tankstationen. Energiförbrukningen skulle i detta fall kunna minska med en ca 75 % jämfört med dagens komprimering. Underhållskostnaderna för dagens kompressorer är dessutom höga och livslängden begränsad. För att förse de flakanslutna tankställena med gas krävs även investeringar i form av mobila gasflak.

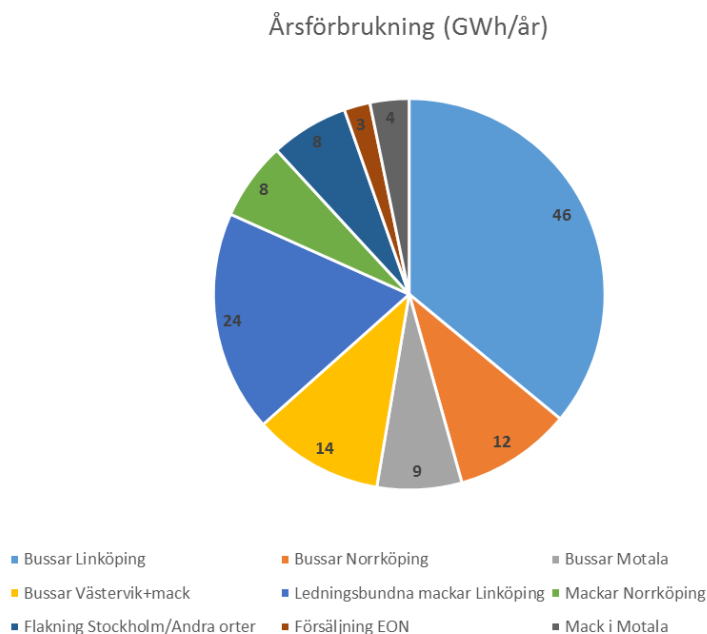
Busstoparna i Motala och Norrköping är avskrivna och kommer inom överskådlig tid att behöva upprustas. Vid detta tillfälle skulle det vara möjligt att byta teknik och satsa på en LBG-tank med högtryckspump. Investeringen för detta bedöms ligga i samma storleksordning, eller något lägre än en kompressorstation.

9 Marknadsanalys

Inom ramen för förstudien har olika användningsområden identifierats för LBG. Dessa är dels intern användning för att mer effektivt transportera biogas till våra (Svensk Biogas AB) försäljningsställen i t.ex. Västervik och dels nya marknader så som tunga transporter, sjöfart och industriell användning. LBG kan även fungera som ett internt lager ("lunga") av biogas och därmed ett komplement till det nuvarande högtryckslagret som finns på Gumpekulla. Nedan följer en genomgång av de potentiella användningsområdena i mer detaljerad beskrivning.

9.1 Effektivisera transporter av biogas – internt bruk

En stor fördel med LBG jämfört med CBG är att energitätheten är högre (3 gånger högre per volymenhet), vilket gör att transportkostnaden för LBG blir betydligt lägre (per km) än för konventionell CBG. Tekniska verken (Svensk Biogas) flakar idag biogas i komprimerad form till Motala (ca 60 km), Norrköping (ca 50 km) och kommer från hösten 2017 även flaka stora mängder biogas till Västervik (ca 110 km). I Figur 9-1 illustreras förbrukningen av biogas hos Tekniska verken och Svensk Biogas kunder, de största förbrukarna är den lokala busstrafiken i Linköping, Motala och Norrköping. I Linköping såldes 2016 ca 70 GWh biogas till bussar och ledningsbundna biogasmackar, vilket motsvarar 55 % av den totala försäljningen – och kommer även i framtiden förbruka CBG. Övriga ca 55-60 GWh säljs idag via flakning till mackar i regionen. 2016 såldes ca 8 GWh biogas via flakning till Stockholmsregionen (ca 200 km).



Figur 9-1. Försäljning/förbrukning av biogas via Svensk Biogas AB / Tekniska verken i Linköping AB. Västervik beräknas stå för ca 14 GWh i årstakt från och med hösten 2017. Notera att flakning Stockholm gäller för år 2016.

Potentiellt sett skulle flera av de biogasmackar/bussdepåer som vi idag flakar till, även kunna ta emot LBG och därefter förgasa den till CBG via en effektiv högtryckspump alternativt via konventionell teknik med förångning och efterföljande kompressor. Det

förutsätter att en LNG-tank finns (eller kan byggas) på bussdepån/tankstället. I Västervik kommer det byggas en LNG-tank med tillhörande högtryckspump. Detta gör det möjligt att ersätta flakningen med LBG utan ytterligare investeringar. Förbrukningen av fordonsgas beräknas till 14 GWh/år. Till Västervik är dessutom transportsträckan lång, varvid differensen mellan att transportera komprimerad gas (CBG) och flytande gas (LBG) blir väldigt stor (se avsnitt 8). På Händelö i Norrköping finns idag redan en LNG tank, där LBG enkelt skulle kunna ersätta den fossila LNGn; men för att även ersätta den biogas som idag flakas till bussdepån i Norrköping behöver vissa modifieringar göras. I Norrköping är potentialen för LBG ca 15 GWh då CBG-transporterna kan bytas till LBG. I LNG-tanken förångas metanet till 4-barsledningen, precis som i Linköping, vilket resulterar i att gasen även behöver komprimeras innan den kan säljas som CBG – detta resulterar i högre energianvändning och ökade driftkostnader relativt fallet i Västervik med högtryckspump.

I Motala finns ingen LNG-tank, varvid kostnaden skulle bli högre för en konvertering, samtidigt som avståndet till Motala är något längre än till Norrköping. Försäljningen i Motala är idag ca 13 GWh (inkl. mack), se Figur 9-1. Totalt sett är potentialen för LBG för att transportera biogas internt till våra befintliga bussdepåer utanför Linköpingsområdet 42 GWh (Figur 6-1). Det är dock viktigt att poängtera att Västervik är den mest realistiska/ekonomiskt fördelaktiga då avståndet är långt (110 km) samtidigt som infrastrukturen redan finns på plats (se även avsnitt "ekonomi" för transportkostnader).

9.2 LBG som intern lagring och backup

Ytterligare en stor fördel med LBG är att förvaringen/lagringen är billig att bygga relativt lagring för komprimerad biogas, samtidigt som energitätheten är högre. Nackdelen med lagring av LBG är att en viss andel (väldigt liten) förångas. Detta är ett mindre problem om LBG-förvaringen är lokaliserad i närheten av biogasanläggningen, då den kan användas som CBG. I dagens högtryckslager (Gumpekulla) kan motsvarande 25 000 Nm³ fordonsgas lagerhållas, vilket motsvarar ca 18 ton metan. Genom att bygga en kondensering och en lagringstank för LBG skulle vårt interna lager kunna utökas betydligt. I den erhållna budgetofferten var storleken på lagringstanken för LBG ca 50 ton. Detta motsvarar en lagringskapacitet på 2,5 ggr Gumpekullas lagerstorlek. Dessutom finns idag redan en befintlig LNG-tank i Linköping på ca 30 ton LNG. LNG används endast i nödfall. Genom att ersätta denna LNG med LBG skulle fordonsgasen till kund kunna bestå av 100 % biogas och därmed bli fossilfri. Generellt sett är lagringstanken för LBG betydligt billigare än lagring för CBG.

Den viktigaste konsekvensen med att producera LBG internt är att lagringskapaciteten ökar, vilket borde resultera i att känsligheten i produktionen minskar då utbud-efterfrågan ej behöver styras lika strikt. I dagsläget varierar ofta konsumtionen av fordonsgas kraftigt på vardagar jämfört med helger, vilket skapar stora svängningar, allt eftersom efterfrågan varierar i takt med kollektivtrafikens tidtabell. 2016 facklades ca 550 000 Nm³ biogas i Linköping, dels p.g.a. minskad försäljning men framförallt svårheter med att matcha efterfrågan på biogas. Med en LBG-produktion på ca 50 GWh/år är bedömningen att fackling p.g.a. misslyckad/svår styrning av utbud-efterfrågan kommer att försvinna helt, givet att efterfrågan finns på LBG. Marginalintäkten på den biogas som idag facklas blir hög om den kan tas tillvara i framtiden som en konsekvens av LBG-produktion.

I Norrköping är i skrivande stund biogasanläggningen på Händelö ur drift. Dock så används relativa stora mängder LNG för att komplettera den flakning av biogas som görs från Linköping. År 2016 användes 200 ton LNG på Händelö. Med en LBG-produktion i Linköping

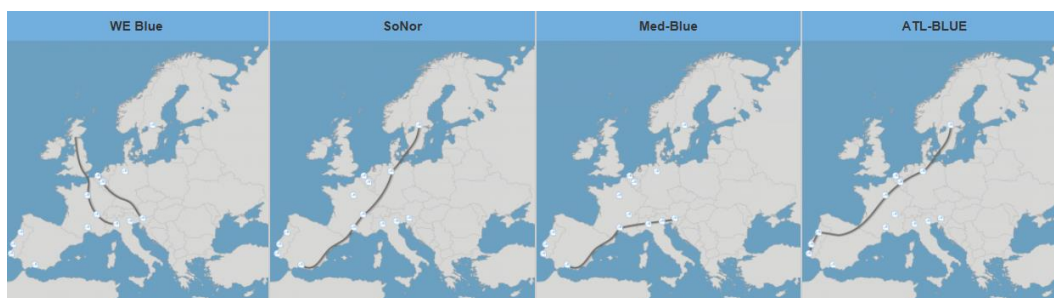
skulle denna LNG helt kunna ersättas med LBG och därmed även göra biogasen i Norrköping helt fossilfri.

9.3 Tunga transporter

Den tunga transportsektorn drivs i dagsläget nästan uteslutande på diesel. Det finns dock CBG-lastbilar, men de har flera nackdelar då de har lägre verkningsgrad samt att gastuberna tar upp relativt stor plats (volym) och samtidigt ballast/dödvikt eftersom gastankarna är relativt tunga. För lokala transporter är detta ett problem som går att lösa. För långväga transporter är detta ett problem, varvid flytande metan är ett mer realistiskt alternativ eftersom flytande metan minskar volymen och vikten (då tunga gastankar kan undvikas). Det är viktigt att poängtera att även om flytande metan tankas så förgasas alltid den flytande metanen till "CBG" innan metanet når motorn. En motor/lastbil som är anpassad för metandrift kan därför rent teoretiskt utrustas antingen med CNG-tank eller LNG-tank.

Det pågår också utveckling av mer effektiva så kallade metan-diesel fordon där metan är den största delen av bränslet, men diesel blandas in till viss del för att erhålla en explosion i kompressionsmomentet (eftersom diesel är mer lättantändligt än metan). Volvo kommer lansera en metandiesel 2017 som drivs på ca 95 % metan och 5 % diesel där metan tankas i flytande form (LNG). Det finns sedan tidigare lastbilar som drivs på LNG, men dessa har inte fått något stort genomslag i Sverige. Det finns tre kommersiella lastbilsmodeller som drivs delvis på LNG. Dessa produceras av Iveco, Volvo och Hardstraff Mercedes Benz Actros (LNG BLUE CORRIDORS, 2017).

Inom ett EU-projekt som kallas LNG Blue Corridors är ambitionen att bygga upp en infrastruktur inom EU som möjliggör för tunga transporter att köra från södra Europa till Norra Europa på LNG (LNG BLUE CORRIDORS, 2017). Målet är att det skall finnas en LNG-mack var 40:e mil. I Sverige finns det idag LNG-tankstationer i Örebro, Helsingborg, Jönköping, Stockholm och Göteborg (LNG BLUE CORRIDORS, 2017). I Helsingborg erbjuds 100 % LBG. Med andra ord finns infrastrukturen till stor del klar, som dessutom tekniskt enkelt kan ersättas med LBG. I denna förstudie har det inte undersökts hur förbrukningen på de publika tankställena för LNG/LBG ser ut.



Figur 9-2. De fyra LNG-korridorerna genom EU där tung trafik skall kunna trafikera och tanka LNG (LNG BLUE CORRIDORS, 2017).

Det är svårt att uppskatta potentialen för tunga fordon. Andelen tillgängliga LNG-fordon är relativt få i dagsläget. Svenska Volvo avser lansera en ny effektiv lastbil i år som drivs på LNG/diesel. I Sverige finns redan 5 publika tankställena för LNG, varvid det närmaste återfinns i Jönköping – i Linköping går det inte att tanka LNG. Om Tekniska verken i framtiden skulle producera LBG skulle LBG kunna säljas i någon av befintliga LNG-stationer (AGA m.fl. som äger) alternativt investera i en egen LBG-station i närområdet/vid E4:an.

9.4 Sjöfart

Sjöfarten står för en stor förändring p.g.a. hårdare utsläppskrav, vilket har resulterat i att flera fartyg konverterar till andra bränslen som inte baseras på olja. Sedan januari 2015 måste svavelhalten i fartygsolja vara under 0,1 % i norra Europa. Både Viking Line och Tallink Silja har fartyg/Finlandsfärjor som drivs på LNG/naturgas, t.ex. Viking Grace och Megastar, och därmed klarar utsläppskravet då förbränning av LNG ger renare avgaser. Fartygen trafikeras kontinuerligt och är därmed en ständig förbrukare, en typisk färja som trafikerar Östersjön (Viking Grace) förbrukar årligen ca 150 GWh LNG – dvs. högre energiåtgång än i den totala mängden biogas som produceras på Tekniska verkens biogasanläggning. Även Rederi AB Gotland har beställt fartyg som använder LNG som bränsle, exempelvis fartyget M/S Visborg. Det är tydligt att sjöfarten satsar på LNG som bränsle och att förbrukningen är enormt stor, det är dock osannolikt att dessa skulle börja köpa in LBG i några större mängder eftersom fartygen inte betalar någon eller väldigt lite skatt på bränslet – vilket gör steget till LBG väldigt stort.

9.5 Industrier

Många industrier använder idag gasol och ibland även LNG/naturgas som energikälla i sin produktion. Fossila bränslen har historiskt varit en billig energikälla för industrin, men har på senare tid kommit att ändras då flertalet av industrierna i Sverige inom kort kommer att betala full skatt på bränslen, vilket då innefattar t.ex. gasol. Från och med 2018 omfattas tillverkningsindustrierna av full koldioxidskatt. I Östergötland har ett antal industrier identifierats som idag använder fossil gasol i sin produktion. Dessa industrier finns t.ex. Mjölby, Norrköping, Lingham, Ljungsbro och Skärblacka. Några av industrierna har visat intresse för att hitta förnyelsebara alternativ till dagens gasolanvändning, där LBG skulle kunna vara ett intressant alternativ. Den totala gasolanvändningen hos dessa industrier uppgår idag till ca 50 GWh.

Utanför regionen finns många potentiella kunder. Förstudien har främst varit inriktad på potentialen i närområdet, men exempelvis använder SSAB i Borlänge (ca 300 km) årligen 500 GWh LNG. Om SSAB skulle skifta 1 % av sin LNG-förbrukning till LBG skulle det således motsvara 5 GWh, motsvarande 10 % av den volym LBG som utvärderats i denna förstudie.

9.6 Andra biogasanläggningar

LNG-backup används av de flesta biogasanläggningarna i Sverige, bortsett från dem som är anslutna direkt på ett större gasnät (t.ex. Göteborg eller Stockholm). I vissa fall används den frekvent och i andra fall i nödfall. Oavsett vilket bör det finnas ett intresse för dessa aktörer att bli helt fossilfria

9.7 LBG som energikälla för stödvärmning av fjärrvärmenätet

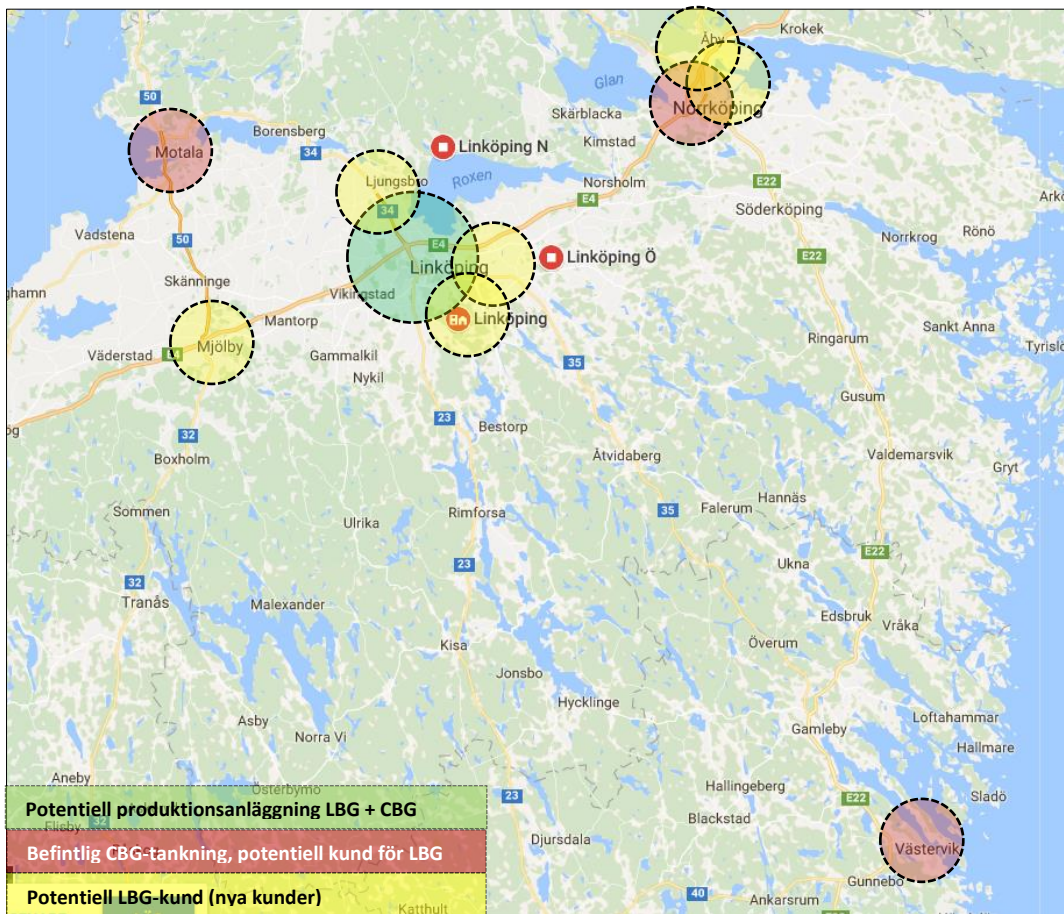
Tekniska verken har flera undercentraler som ”stödvärmer” fjärrvärmenätet om det blir riktigt kallt väder ute vintertid. Detta behövs då effektuttaget på fjärrvärmenätet stiger med sjunkande utomhustemperatur. Ett exempel på en sådan stödcentral HVC är Ullstämman HVC där olja används som energikälla. År 2016 var förbrukningen i Ullstämman ca 2 GWh, men förbrukningen kan variera beroende på temperaturen vintertid. Även om energiåtgången är relativt liten jämfört med den antagna LBG-anläggningen (50 GWh) är utmaningen att effektuttaget är relativt stort, dvs. de 2 GWh som används, används under ett fåtal dagar på året, vilket ställer stora krav på lagerhållning och laguppbbyggnad. Vidare skulle HVC:n behöva byggas om för att använda LBG, då en LNG-tank krävs liksom modifiering av förbrännare mm.

9.8 SVK – effektreserv

I Sveriges elnät finns ett antal anläggningar som fungerar som effektreserv. Detta innebär att dessa anläggningar fungerar som backup till elnätet i händelser av större störningar eller oväntad underproduktion (obalans). SVK (Svenska Kraftnät) handlar upp dessa reserver regelbundet. I upphandlingen ställs krav på att elproduktionen utgörs av anläggningar som producerar el av förnybara energikällor (Riksdagen.se, 2017). Tekniska verken har en gasturbin på 25 MW_{el} (ca 65 MW_{olja}) på Gärstad som skulle kunna fungera som effektreserv (ej effektreserv i dagsläget). Denna skulle kunna konverteras till LBG-drift, även om kostnaderna och förutsättningarna för detta ej har utretts i denna förstudie. Eftersom effekten på gasturbinen är 25 MW_{el}, krävs 4,7 ton LBG/h för att köra gasturbinen på full effekt, motsvarande ca 110 ton LBG/dygn. Det krävs således en mycket stor lagringstank för LBG:n för att möjliggöra detta.

9.9 Potential för LBG i regionen

I Figur 9-3 illustreras de genomgångna potentiella kunderna/användarna för LBG i framtiden om en produktionsenhet byggs i Linköping. Det finns utöver dessa industrier många marknader så som tung trafik (lastbilar) och sjöfart som har stor potential, men där det i dagsläget inte går att tanka flytande LNG/LBG inom regionen. Eftersom LBG är billigt att transportera kan den givetvis transporteras långt bortom regionens gränser, även om det primära målet är att den används lokalt. Närmaste tankstationerna för LNG för publika fordon (lastbilar) finns i Jönköping respektive Örebro. I Stockholmsregionen (Nynäshamn, 220 km) och även i Södra Sverige finns stora LNG-terminaler som bl.a. förser sjöfarten med bränsle.

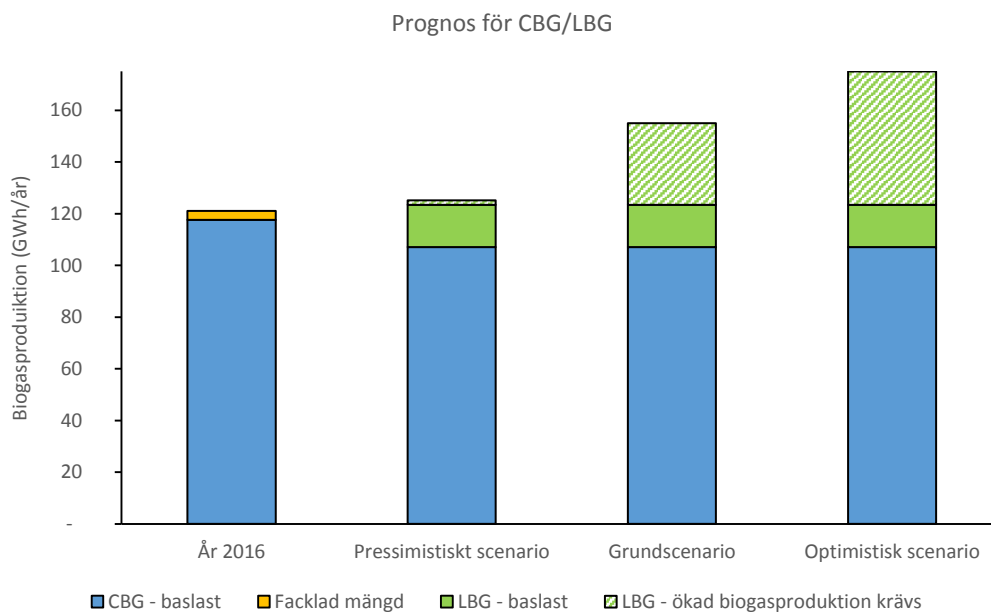


Figur 9-3. Potentiella kunder i vår Region i framtiden för LBG om en LBG-anläggning byggs i Linköping. Källa för Karta: Google Maps.

10 Effekter på marknad för CBG/LBG och biogasproduktion

Det är svårt att gissa/förutspå hur marknaden för LBG/LNG kommer att utveckla sig den närmaste tiden. I förstudien har det antagits ett grundscenario, ett pessimistiskt scenario och ett optimistiskt scenario för hur förbrukningen skulle kunna se ut ”i framtiden” (några år efter att en LBG-kondensering är i full drift).

I grundscenariot (48 GWh LBG) och i det optimistiska scenariot (68 GWh LBG) måste den totala biogasproduktionen öka för att försäljningen av LBG skall kunna vara möjlig (Figur 10-1). I det pessimistiska scenariot (18 GWh LBG) blir summan av CBG och LBG ungefär densamma som försäljningen av CBG är idag (Figur 10-1). I samtliga scenarion ovan har en baslast motsvarande 107 GWh antagits, vilket återspeglar de långtidskontrakt som finns för CBG-kunder hos Svensk Biogas AB/Tekniska verken. Överskjutande produktion på ca 20 GWh (inkl. idag facklad mängd gas) kan i framtiden helt eller delvis dedikeras till LBG-produktion om så önskas. All LBG-produktion utöver detta kräver att biogasproduktionen på anläggningarna ökas (på Linköpings biogasanläggning och/eller avloppsreningsverket).



Figur 10-1. Uppskattad produktion av CBG och LBG i framtiden för den biogas som produceras vid Tekniska verkens anläggning i Linköping vid olika scenario. I figuren visas även produktionen 2016 samt den facklade mängden som referens.

På avloppsreningsverket finns rötkammarmkapacitet för att utöka biogasproduktionen, men kontrollmyndigheten har tidigare varit negativt inställda till rötning av externa organiska substrat. På Linköpings biogasanläggning finns rötningskapacitet och kapacitet att rena mer biogas. Däremot begränsar dagens miljötillstånd på Åby vilka typer av substrat som kan tas emot eftersom den maximala mängden substrat får vara 125 000 ton/år. År 2016 behandlas ca 97 600 ton substrat på anläggningen, vilket gör att det finns ett utrymme för ytterligare ca 27 000 ton/år.

I grundscenariot krävs att biogasproduktionen ökas med ca 32 GWh/år. För att klara en sådan produktionsökning krävs 30 000 ton matavfall eller 30 000 ton slakteriavfall eller >100 000 ton gödsel. Dessa substrat skulle kräva ett nytt miljötillstånd samt omfattande

investeringar i anläggningen i form av t.ex. nya substrattankar och förbehandling. Alternativet till detta är andra energirika substrat, t.ex. glycerol. Det skulle krävas ca 7 000 ton glycerol/år för att öka produktionen med ca 32 GWh/år, vilket ryms inom befintligt miljötillstånd. Det är anläggningstekniskt möjligt att öka produktionen med glycerol utan några större kostnader. Däremot är det oklart om tillgången på glycerol i dessa mängder finns. Generellt sett är glycerol ett dyrt substrat men marginalkostnaden påverkas ej.

11 Miljö

Miljökonsekvenserna för en byggnation och implementering av LBG anses vara positiva. Om Tekniska verken bygger en LBG-anläggning skulle all Tekniska verkens försäljning av fordonsgas helt och hållet kunna bli fossilfri, eftersom LNG helt skulle försvinna som backup-funktion.

Andra miljönyttor med LBG kan delas in i följande kategorier:

- Minskad fackling (och därmed ökad biogasproduktion)
- Reducerade antal transporter med flak/CBG --> LBG
- Minskad fossil användning av diesel/gasol hos slutkunderna
- Ökad biogasproduktion (som tränger bort fossila alternativ)

Till miljöbelastning med en LBG-kondensering ligger den något ökade energiförbrukningen (el) vid själva kondenseringen. Det är dock viktigt att påpeka att den relativa energiförändringen jämfört med en konventionell komprimering är låg. Vidare köps enbart "grön el" in vilket gör att den negativa miljöeffekten är låg.

Miljönyttan med LBG kan uttryckas i koldioxidekvivalenter ($\text{CO}_{2\text{eq}}$) och varierar beroende på vilket scenario som antas. Ett scenario skulle kunna vara att en LBG-anläggning på 50 GWh byggs, vilket då resulterar i att facklingen minskar med 75 %, vilket ger en positiv miljöeffekt motsvarande 710 ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /år. Om 20 GWh av dessa används för att effektivisera transportererna av fordonsgas inom regionen (där slutprodukten fortfarande är CBG) erhålls en besparing för transportererna motsvarande 370 ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /år. Om produktionen tack vare LBG kan ökas med 30 GWh/år, där försäljningen sker till nya marknader (OBS! förutsatt att de byter från ett fossilt bränsle till LBG) kommer detta resultera i en positiv miljöeffekt på 3 700 ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /år. Totalt blir miljöeffekten i detta scenario 4 780 ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$ /år.

12 Slutsatser

I denna förstudie har förutsättningarna för att bygga en LBG-anläggning på ca 50 GWh/år (10 ton LBG/dygn) utvärderats med avseende på tekniska förutsättningar, marknadspotential för LBG, ekonomiska förutsättningar samt miljönytta. Följande slutsatser kan dras från förstudien:

- En LBG-anläggning skulle kunna möjliggöra att nya marknader nås och att biogasproduktionen kan utökas i framtiden.
- Ur teknisk och ekonomisk synvinkel är det mest fördelaktigt att placera de nya anläggningsdelarna (polering, kondensering samt lagring av LBG) i anslutning till befintlig produktionsanläggning (Åby/Kallerstad 1:17).
- Energiåtgången för att producera LBG är i samma storleksordning som att producera CBG om hela värdekedjan inkluderas.
- Från och med 2018 kommer fossila bränslen för tillverkningsindustrier att beskattas till 100 % (av CO₂-skatten) vilket gör att förnyelsebara alternativ blir mer intressanta för industrierna.
- Den främsta marknadspotentialen som identifierats för LBG regionalt i Östergötland är industrier som idag använder gasol i sina processer samt att ersätta flakning av CBG med LBG. I förstudien har det bedömts rimligt att det finns avsättning för ca 48 GWh LBG inom regionen.
- Den tillkommande produktionskostnaden som uppstår relativt att producera CBG beräknas till 1,1 kr/kg LBG, pay-off tiden i grundscenariot beräknas till 11 år.
- Med en LBG-anläggning skulle lagringskapaciteten för biogas öka med minst 2,5 gånger relativt dagens högtrycklager för CBG, vilket ökar flexibiliteten och därmed minskar risken för fackling avsevärt.
- Tekniska verkens försäljning av biogas kan bli helt fossilfri med hjälp av en LBG-anläggning, då den ersätter befintlig LNG-backup. Den största miljömässiga vinsten fås om LBG ersätter fossil gasol och LNG i t.ex. industrisektorn.

Referenser

- Benjaminsson, J., & Nilsson, R. (2009). *Distributionsformer för biogas och natur gas i Sverige*. Grontmij.
- LNG BLUE CORRIDORS. (den 30 05 2017). *LNG BLUE CORRIDORS*. Hämtat från LNG BLUE CORRIDORS: <http://www.lngbluecorridors.eu>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (den 25 05 2017). *MSB*. Hämtat från MSB: <http://www.msb.se>
- Petter Olgemar, A. P. (2017, under arbete/ej publicerad). *Examensarbete flytande biogas*. Linköping: LiU.
- Riksdagen.se. (den 20 06 2017). *Förordning (2016:423) om effektreserv*. Hämtat från Svensk författningssamling 2016:423: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2016423-om-effektreserv_sfs-2016-423