



Inmatning av biogas på naturgasnätet – Tekniska och ekonomiska aspekter på slopad propantillsats (Feeding biogas onto the national gas grid – Technical and economical aspects on omitting propane addition)

Corfitz Nelsson

Svenskt Gastekniskt Center AB, SGC

Förnybara energigaser såsom biogas ses alltmer som centrala i den stora utmaning samhället står inför vad gäller omställningen från ett fossilt till ett förnybart energisystem. Särskilt stor är utmaningen inom transportsektorn där också energigaserna utgör ett mycket attraktivt alternativ. Genom kollektivforskningsprogrammet *Energigastekniskt utvecklingsprogram* kanaliseras SGC medel från Energimyndigheten under perioden 090401–130331 att fördelas på olika programområden. Programverksamheten är uppdelad i fem områden och leds av varsin programansvarig person på SGC. Programområdena är *Biogasteknik, Förgasning och Metanisering, Distribution och Lagringsteknik, Energigasanvändning/Miljö* och *Gasformiga drivmedel*. Myndighetsbeslut om Energimyndighetens medfinansiering i projekt fattas av den externa *Beslutsnämnden*.

Energimyndighetens syfte Energigastekniskt utvecklingsprogram är "*att stärka kunskap och erfarenheter av gasformiga bränslen och dess användning*". Detta ska ske genom forskning, utveckling och demonstration. Projekt inom ramen för kollektivforskningsprogrammet redovisas i SGC:s rapportserie och görs allmänt tillgängliga. SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat eller dylikt i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan. En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC:s hemsida www.sgc.se.

För den som vill skaffa sig en överblick över kunskapsläget om energigaser, deras framställning, användning etc. hänvisas till publikationsserien GasAkademin där handböcker finns inom områdena Energigasteknik, Industriell energigasteknik, Energigaser och miljö, Energigaser – En översikt, Energigaser – Regelverk och standarder, Gasers egenskaper, Gasanvändning i bostäder och lokaler, Energigaser – Produktion, transport och lagring samt Gasdrift av fordon. För mer information hänvisas till www.gasakademin.se.

Svenskt Gastekniskt Center AB med säte i Malmö bildades år 1990. Bolaget koordinerar forskning, utveckling och demonstration inom energigasområdet. SGC ägs av Energigas Sverige, E.ON Gas Sverige AB, E.ON Sverige AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energikoncernen AB (publ) och Öresundskraft AB.

Det här projektet har finansierats av Lunds Energikoncernen AB, Öresundskraft AB, Göteborg Energi AB, E.ON Gas AB, Swedegas AB och Energimyndigheten.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Martin Ragnar
Verkställande direktör

Postadress och Besöksadress
Scheelegatan 3
212 28 MALMÖ

Telefonväxel
040-680 07 60

Telefax
0735-279104

E-post
info@sgc.se

Hemsida
www.sgc.se

Förord

Detta projekt initierades i oktober 2011 och avrapporterades under våren 2012. Studien uppkom på initiativ av Swedegas AB, som önskade kartlägga tekniska och debiteringsmässiga konsekvenser av slopad propanspetsning av biogas och inmatning av större volymer förnybar metan (från förgasning) på nätet. Projektet har utförts av Corfitz Nelsson, anställd vid Svenskt Gastekniskt Center AB t.o.m 31 dec 2011, med stöd från Jesper Engstrand samt Geir Sjöholm (SwedeGas AB) som bidragit med indata för transmissionsnätet. Till projektet har även representanter från ett flertal energibolag (Lunds Energikoncernen AB, Öresundskraft AB, Göteborg Energi AB, E.ON Gas AB) funnits knutna samt EnergiGas Sveriges Teknik & Säkerhetskommitté som agerat bollplank under genomförandet.



Summary

Biogas injection into the natural gas grid is a common practice in Sweden today. In order to condition the biogas to the quality matching the natural gas, propane (approx. 8 %) is injected in the biogas. This is a costly procedure which also introduces fossil components into a renewable gas flow. Because of this, it is desired to terminate the propane injection and inject biogas straight into the gas grid. This might affect certain customers and will affect billing procedures and this study has briefly examined the impact of injection of biogas in the gas grid without propane addition. The main findings are:

- It seems technically possible to inject biogas without propane into the gas grid. Attention has to be paid to the quality requirements of certain sensitive customers, but most customers can accept the quality variations.
- It is recommended that the minimum methane content of injected biogas is raised to 98 %. This might affect the operation and choice of upgrading equipment and will have to be evaluated from both a technical and an economical viewpoint in each case.
- Downgrading the natural gas to biogas quality by air injection is not an option.
- In order to make simplify billing procedures, the geographic location of biogas site injecting gas into the distribution network is crucial. The biogas site should be placed as close to the transmission network as possible.

Further, two case studies concerning biogas injection into the transmission network are briefly discussed.



Sammanfattning

Inmatning av biogas på gasnätet är vanligt förekommande i Sverige. För att anpassa gaskvaliteten, blandar man typiskt in runt 8 % gasol i biogasen för att kvaliteten skall överensstämma med naturgasens. Detta är dyrt och dessutom blandar man in en fossil komponent i en annars förnybar gas. Det finns därför ett stort intresse att försöka slopa propandoseringen, vilket denna studie avhandlar. De viktigaste slutsatserna är:

- Det ser ut att vara tekniskt möjligt att slopa propandoseringen. Påverkan på vissa känsliga kunder måste undersöka i detalj men den stora massan bör kunna hantera kvalitetsvariationerna.
- Metanhalten i den inmatade gasen bör vara minimum 98 %, vilket påverkar valet och driften av uppgraderingsutrustningen. En tekno-ekonomisk utvärdering måste göras för varje fall.
- Det är inte möjligt att nedgradera naturgaskvaliteten till biogaskvalitet genom luftinblandning.
- Den geografiska placeringen av biogasanläggningen är viktig för att förenkla debitering och avräkning. Anläggningen bör placeras så nära MR-stationen som möjligt.

Slutligen diskuteras två fallstudier där biogas matas in på transmissionsnätet.



Innehåll

| | |
|--|----|
| 1. Bakgrund..... | 6 |
| 2. Gaskvalitet | 6 |
| 2.1 Tekniska aspekter av slopad propanspetsning | 8 |
| 2.2 Påverkan på väsentliga kvalitetsaspekter | 8 |
| 2.2.1 Värmvärde..... | 8 |
| 2.2.2 Wobbeindex..... | 8 |
| 2.2.3 Metantal..... | 8 |
| 2.2.4 Inerta komponenter..... | 9 |
| 2.2.5 Luftinblandning i naturgas..... | 9 |
| 2.3 Framtida gas kvalitéter i det svenska gasnätet | 10 |
| 2.4 Debitering och avräkning med varierande värmevärde | 10 |
| 2.5 Påverkan på uppgraderingsutrustning..... | 10 |
| 3. Inmatning av biogas | 11 |
| 3.1 Inmatning på transmissionsnätet..... | 11 |
| 3.2 Inmatning på distributionsnätet..... | 12 |
| 4. Olika fallstudier..... | 14 |
| 4.1. Dalby..... | 14 |
| 4.2 Göteborg..... | 15 |
| 4.3 Trelleborg..... | 16 |
| 4.3.1 Inmatning på distributionsnät..... | 16 |
| 4.3.2 Inmatning på transmissionsnätet..... | 16 |
| 5. Rekommendationer..... | 16 |
| 6. Slutsatser..... | 18 |
| Referenser | |



1. Bakgrund

Sedan 1999 matas biogas in på det svenska naturgasnätet och idag finns det 8 anläggningar i drift, men planer för ytterligare lika många är långt framskridna. För att förenkla debitering och avräkning och för att upprätthålla en kvalitet på nätet som är densamma som naturgasens så blandar man på samtliga anläggningar in propan (cirka 8 %) idag. Det finns dock flera skäl att försöka slopa propanspetsningen:

- Ökad investeringskostnad till följd av propantank och blandningsanläggning.
- Ökade driftskostnader till följd av att propan för den aktuella applikationen är dyrt i inköp.
- Man blandar in en fossil komponent i en förnybar gas.
- När man börjar blanda in gas från stora termiska förgasningsanläggningar (100-200 MW) är det orimligt att tillsätta propan. Det kommer att krävas stora lager, höga investeringar samt att det har en markant negativ inverkan på driftekonomin.
- Naturgaskvaliteten på nätet kommer att på sikt förändras och den nya gasen kommer mer och mer att påminna om biogas.

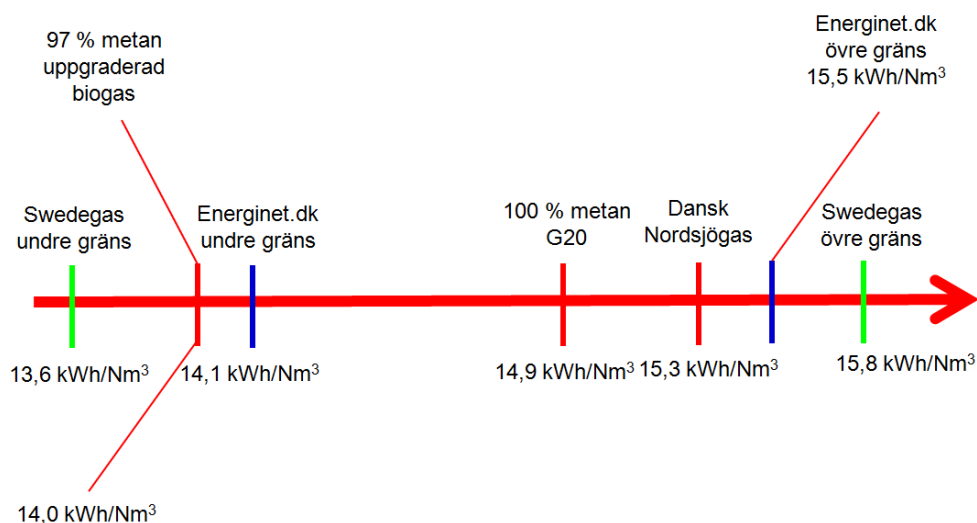
Till följd av ovanstående finns det stort intresse för att slopa propanspetsningen av biogas men man måste också belysa konsekvenserna samt bedöma vilka eventuella tilläggskrav som kan ställas på en anläggning jämfört med dagens. Debitering och avräkning blir också mer komplext än tidigare.

Den aktuella studien avser att endast belysa vilka möjliga konsekvenser och möjligheter som slopad propanspetsning innebär. Det innebär att det för varje aktuell anläggning kommer att finnas åtskilliga frågeställningar som måste hanteras mer i detalj innan man med säkerhet kan säga att det går att slopa propanspetsningen eller ej. Några tekniska studier genomförs inte utan här hänvisas till tidigare genomförda studier som kan laddas hem från SGC:s hemsida (1, 2).

2. Gaskvalitet

Swedegas har en kvalitetsspecifikation som med ett antal tilläggskrav tillåter gas med ett wobbeindex på mellan 13,6-15,8 kWh/Nm³ på transmissionsnätet. Det innebär att man teoretiskt skulle kunna mata in gas med strax över 95 % metan på transmissionsnätet. Från Danmark levereras gas som uppfyller det danska gasreglementet som anger att wobbeindex under normal drift skall ligga mellan 14,1-15,5 kWh/Nm³. Detta svarar mot att metanhalten skall vara över 97,5 %. Den danska naturgasen har normalt ett värmevärde och wobbeindex runt 11 kWh/Nm³ respektive 15,3 kWh/Nm³. Det finns också ett avsnitt om att variationerna under ett dygn inte får vara för höga utan särskild utredning. När biogas utan propan blandas in kan variationerna bli högre och detta får därmed diskuteras gentemot Swedegas om inblandning skall göras på transmissionsnätet.





Figur 1. Wobbeindex för olika gaskvaliteter samt gränser från Energinet.dk samt Swedegas.

I tabell 1 nedan visas wobbeindex och värmevärde för att antal olika biogaskvaliteter samt för dansk naturgas och importgas. Med importgas avses en gasblandning som kommer att importeras från Danmark via Tyskland.

Tabell 1. Värmevärde och wobbeindex för olika gaskvaliteter. *G20, referensgas innehållande 100 % metan.

| | Värmevärde | Wobbeindex |
|----------------|---------------------------|-------------------------------|
| Biogas 95 | 9,5 kWh/Nm ³ | 13,4 kWh/Nm ³ |
| Biogas 97 | 9,7 kWh/Nm ³ | 14,0 kWh/Nm ³ |
| Biogas 98 | 9,8 kWh/Nm ³ | 14,3 kWh/Nm ³ |
| Biogas 99 | 9,9 kWh/Nm ³ | 14,6 kWh/Nm ³ |
| Biogas 100/G20 | 9,97 kWh/Nm ³ | 14,9 kWh/Nm ³ |
| Dansk naturgas | 11 kWh/Nm ³ | 15,3 kWh/Nm ³ |
| Importgas | 10-11 kWh/Nm ³ | 13,9-15,3 kWh/Nm ³ |

Värt att notera är att metanhalten har en högst marginell (1 % per % metan) inverkan på värmevärdet medan inverkan på wobbeindex är högre (2 % per % metan).

För gas från termisk förgasning anges ingen exakt specifikation utan det är en gas som till cirka 95 % består av metan och har ett wobbeindex runt 14-14,2 kWh/Nm³. Resterande andel utgörs av blandningar av vätgas, kvävgas och koldioxid.

2.1 Tekniska aspekter av slopad propanspetsning

I Danmark inträffade de flesta kvalitetsrelaterade störningar i villapannor när wobbeindex sjönk under 14,3 kWh/Nm³. Baserat på de slutsatserna finns det alltså skäl att höja kravet på metanhalt till minst 98 % vid inmatning på distribut-



ionsnät utan propanspetsning. Med 98 % metan avses att momentanhaltens av metan skall överstiga 98 % kontinuerligt.

Om en anläggning för biogasinmatning utan propandosering planeras, bör det tidigt göras en översikt över potentiellt känsliga kunder anslutna till nätet. Vanliga villakunder och värmecentraler skall kunna klara kvalitetsvariationerna, men det kan finnas industrikunder som eventuellt har specifika krav på gaskvalitet. Enligt de injusteringsrutiner som man arbetar efter i Danmark och som avses införas även i Sverige, justeras villapannor in efter 100 % metan eller G20. Typiskt brukar man acceptera ± 5 % i wobbeindex ($14,9 \text{ kWh/Nm}^3$ för G20) vilket motsvarar ett spann mellan $14,2$ - $15,6 \text{ kWh/Nm}^3$.

2.2 Påverkan på väsentliga kvalitetsaspekter

Begreppet gaskvalitet omfattar en rad olika aspekter, där wobbeindex och värmevärde är de som huvudsakligen diskuteras. Nedan görs en kort genomgång av dessa.

2.2.1. Värmevärde

Värmevärdet för en blandning av naturgas och uppgraderad biogas (97-98 % metan) påverkas med cirka 1 % för varje 10 % biogas som blandas in, d.v.s. en förhållandevis marginell inverkan. På distributionsnät kan halten biogas bli upp till 100 % periodvis, vilket innebär att värmevärdet kan avvika upp till 10 % från den danska Nordsjögasen.

2.2.2. Wobbeindex

Uppgraderad biogas har ett wobbeindex som beror på metanhaltens och som tumregel kan man säga att varje 10 % biogasinblandning i naturgas innebär en sänkning av wobbeindex med 1 %.

2.2.3. Metantal

Metantalet påverkar motorer i den mening att ju högre metantal som bränslet har desto högre motstånd mot knock har det. Alltså är ett högt metantal önskvärt. Även om det inte finns möjlighet att bestämma metantalet för varje gasblandning så kan man konstatera att dansk Nordsjögas har ett lågt metantal (strax över 70) och att en inblandning av en gas med hög metanhalt (>97 %) kommer att höja metantalet. Därmed är biogasinblandning utan propan positiv ur metantalssynpunkt.

2.2.4. Inerta komponenter

Dansk Nordsjögas innehåller cirka 0,7 % CO_2 och 0,3 % N_2 . Koldioxiden kommer att öka med cirka 0,3 % för varje 10 % inblandning av biogas som görs. Vad det gäller kvävgas så innebär inmatning av biogas från rötning marginella tillskott medan gas från termisk förgasning kan innehålla upp till 3 % kvävgas. I ett sådant scenario kan inmatning på transmissionsnätet periodvis ha en påverkan på det totala kvävgasinnehållet. Det är främst industrier som använder gasen som kemisk råvara som kan påverkas av kvävgashalten.



2.2.5. Luftinblandning i naturgas

För att sänka naturgasens värmevärde till biogasens är det möjligt att blanda in luft. Dock sänker detta samtidigt wobbeindex vilket gör att det finns en maximal gräns för hur mycket luft som kan blandas in. Tabell 2 visar värmevärde, wobbeindex och sammansättning som funktion av volym inblandad luft. Gränsen för vad som kan anses vara ett acceptabelt wobbeindex ligger runt 5-6 % luft i naturgasen, vilket motsvarar ett värmevärde som ligger cirka 7 % över biogasens. Dessutom hamnar syrehalten över 1 % i gasen vilket vanligen inte anses vara acceptabelt i distributionsnätet. På transmissionsnätet accepteras endast 0,1 % syrgas. Luftinblandning blir därmed i princip en oframkomlig väg.

Tabell 2. Påverkan på gaskvalitet vid luftinblandning i dansk Nordsjögas. Blå markering visar naturgasens sammansättning vid 5/6 % luftinblandning, vilket är den maximala gränsen för luftinblandning för att wobbeindex fortfarande skall vara acceptabel.

| Luft | 0% | 1% | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% | 11% |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Metan CH ₄ | 90,0% | 89,1% | 88,2% | 87,3% | 86,4% | 85,5% | 84,6% | 83,7% | 82,8% | 81,9% | 81,0% | 80,1% |
| Etan C ₂ H ₆ | 5,7% | 5,7% | 5,6% | 5,5% | 5,5% | 5,4% | 5,4% | 5,3% | 5,3% | 5,2% | 5,1% | 5,1% |
| Propan C ₃ H ₈ | 2,2% | 2,2% | 2,1% | 2,1% | 2,1% | 2,1% | 2,1% | 2,0% | 2,0% | 2,0% | 2,0% | 1,9% |
| Butan C ₄ H ₁₀ | 0,9% | 0,9% | 0,9% | 0,9% | 0,9% | 0,9% | 0,9% | 0,8% | 0,8% | 0,8% | 0,8% | 0,8% |
| Pentan C ₅ H ₁₂ | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% | 0,2% |
| Hexan C ₆ H ₁₄ | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% |
| Kvävgas N ₂ | 0,3% | 1,1% | 1,9% | 2,7% | 3,5% | 4,2% | 5,0% | 5,8% | 6,6% | 7,4% | 8,2% | 9,0% |
| Syrgas O ₂ | 0,0% | 0,2% | 0,4% | 0,6% | 0,8% | 1,1% | 1,3% | 1,5% | 1,7% | 1,9% | 2,1% | 2,3% |
| Koldioxid CO ₂ | 0,7% | 0,7% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% | 0,6% |
| Kolmonoxid CO | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Vätgas H ₂ | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Vatten H ₂ O | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Svavelväte H ₂ S | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Värmevärde MJ/Nm ³ | 39,6 | 39,16 | 38,76 | 38,37 | 37,97 | 37,58 | 37,18 | 36,79 | 36,39 | 36 | 35,6 | 35,2 |
| Wobbe MJ/Nm ³ | 55,01 | 54,3 | 53,6 | 52,91 | 52,21 | 51,53 | 50,84 | 50,16 | 49,49 | 48,81 | 48,15 | 47,48 |
| Wobbe kWh/Nm ³ | 15,28 | 15,08 | 14,89 | 14,70 | 14,50 | 14,31 | 14,12 | 13,93 | 13,75 | 13,56 | 13,38 | 13,19 |

2.3 Framtida gas kvaliteter i det svenska gasnätet

Framtida gasförsörjning av Sverige påverkar också behovet av propantillsats eftersom den danska Nordsjögasen innehåller relativt mycket högre kolväten och därmed har ett högt wobbeindex och värmevärde jämfört med många andra naturgaser. Givetvis är det svårt, fört att inte säga omöjligt att sia om när och i vilken utsträckning som olika gaskvaliteter når Sverige men vissa scenarier är dock högst tänkbara.

En ökad import av gas från Nordtyskland innebär att gasen på det svenska gasnätet i större utsträckning påminner om en biogaskvalitet (värmevärde och wobbeindex) än vad den gör idag. Det skulle innebära att det är ytterligare en anledning till att på sikt avveckla propanspetsningen. Man kan också förvänta sig en



ökad andel rysk gas som importeras via Danmark/Tyskland. Skanled som skulle förbinda Sverige med Norge skulle innebära att Norsk gas levereras till Sverige. Denna påminner dock mer om den danska Nordsjögasen än exempelvis rysk gas.

Försörjning med LNG diskuteras också men även om LNG alternativet realiseras så kan man förvänta sig att en stor andel av gasen fortsatt kommer från Danmark och att denna gas på sikt har ett lägre värmevärde och wobbeindex än dagens danska naturgas. Det skulle innebära att argumenten för att avveckla propan-spetsningen ökar på sikt eftersom vi gradvis kommer få en gas med lägre värmevärde och lägre wobbeindex.

2.4 Debitering och avräkning med varierande värmevärde

För att bestämma det debiteringsgrundande värmevärdet används idag det värmevärdet som mäts i Dragör och sedan anpassas biogasens värmevärde till det samma. Variationerna över tiden är mycket låga och därmed kan samma värmevärde användas för samtliga kunder.

I ett scenario där gaskvaliteten på transmissionsnätet varierar i större utsträckning än idag, måste man bestämma värmevärdet i olika delar av transmissionsnätet. Enklare görs detta genom att använda en så kallad *Quality Tracker*, helt enkelt en mjukvara som beräknar värmevärdet utifrån kända flöden och tilldelar varje MR-station ett värmevärde. För kunder samtliga anslutna till distributionsnätet nedströms MR-stationen används samma värmevärde vid debitering. När biogas matas in på transmissionsnätet kan detta förhållandevis enkelt hanteras via samma *Quality Tracker* och därmed är debitering och avräkning enkelt att hantera vid inmatning på transmissionsnätet.

När biogas matas in på distributionsnätet måste man även där kunna bestämma värmevärdet i olika delar av nätet, inte minst beroende på var biogasen matas in och hur flödessituationen ser ut. Detta diskuteras mer i kapitel 3 i denna rapport. För ytterligare fördjupning inom ämnet, kan DGCs kontrolmanualer rekommenderas, som kan laddas hem via referensen (3).

2.5 Påverkan på uppgraderingsutrustning

I Sverige används för närvarande tre tekniker för uppgradering: PSA, vattenskrubber och aminoskrubber. Alla tre har sina för- och nackdelar och kommer att vara en viktig parameter om biogas utan propan skall matas in på gasnätet. Om en högre metanhalt än idag (cirka 97 %) kommer krävas så kommer detta få möjliga konsekvenser såsom högre investerings- och driftskostnad, högre metanslip, lägre tillgänglighet med mera. Här får man göra en tekno-ekonomisk utvärdering av varje anläggning för att se konsekvenserna av slopad propandosering.

3. Inmatning av biogas

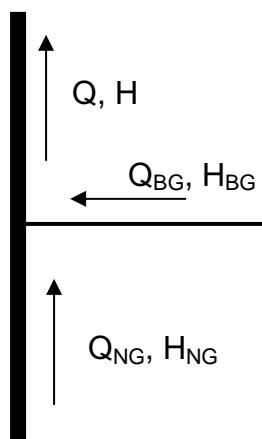
Inmatning av biogas på gasnätet görs idag på åtta platser och det planeras för åtskilliga fler platser. Beroende på storlek, geografisk placering med mera kan dessa vara mer eller mindre lämpade för inmatning på distributionsnätet eller transmissionsnätet eller båda alternativen. Här görs en kort genomgång av de frå-



geställningar som uppkommer vid olika inmatningsalternativ och hur man kan gå tillväga för att lösa dessa.

3.1 Inmatning på transmissionsnät

Idag matas ingen biogas in på transmissionsnätet, men i takt med att större anläggningar än idag byggs och att anläggningar för produktion av biometan från termisk förgasning byggs, kan man förvänta sig att inmatning även i framtiden kommer att ske på transmissionsnätet. En typisk flödessituation visas nedan.



Figur 2. Principskiss för inmatning på transmissionsnät.

Värmevärdet (H) kan enkelt bestämmas genom att använda formeln nedan. Det förutsätts att flödena är kända (exempelvis från närmaste MR-station uppströms) och att värmevärdena är kända genom att man mäter biogasens värmevärde samt att man via exempelvis en Quality Tracker kan hämta värmevärdet för transmissionsledningen från närmaste MR-station.

$$H = \frac{Q_{NG} \cdot H_{NG} + Q_{BG} \cdot H_{BG}}{Q_{BG} + Q_{NG}}$$

För bestämning av värmevärdet vid inmatning av gas på transmissionsnätet krävs endast att följande parametrar bestäms kontinuerligt: Flöde på transmissionsnät, Q_{NG} (Nm^3), inmatningsflöde, Q_{BG} (Nm^3), värmevärde (metanhalt) för inmatad gas, H_{BG} , samt värmevärde för naturgasen på transmissionsnätet, H_{NG} .

För att inmatning på transmissionsnätet skall vara aktuellt krävs det att:

1. Biogasen uppfyller Swedegas kvalitets-specifikation.
2. Trycket är över cirka 60 bar, vilket gör att det krävs en relativt stor anläggning eftersom investerings- och driftskostnaden för kompressor är hög.

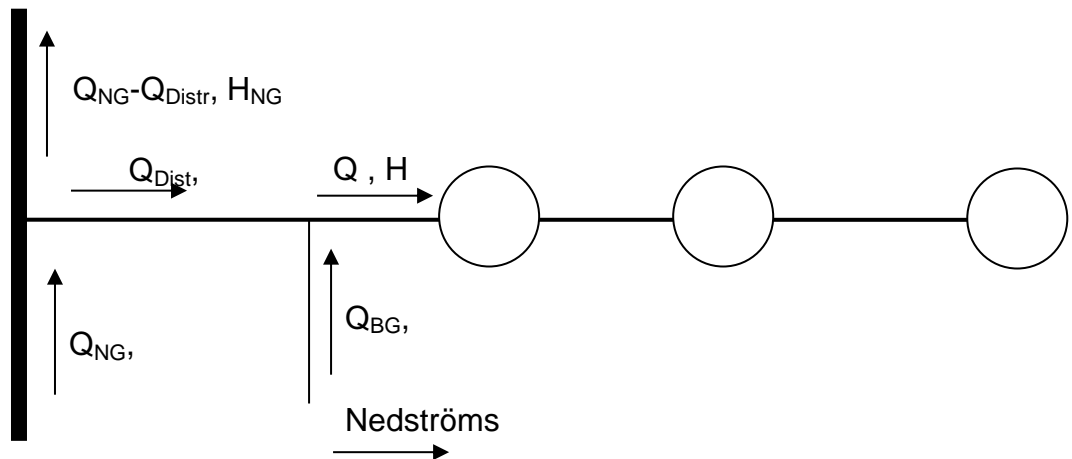
3.2 Inmatning på distributionsnät

I samtliga åtta svenska anläggningar matas gasen in på distributionsnätet och vid inmatning på distributionsnät kan nedanstående tre fall, illustrerade i Figur 3, 4



respektive 5 vara tänkbara, där inritade cirklar representerar ett antal kunder (by, samhälle, etc.):

Imatning på nätet direkt efter M/R-station



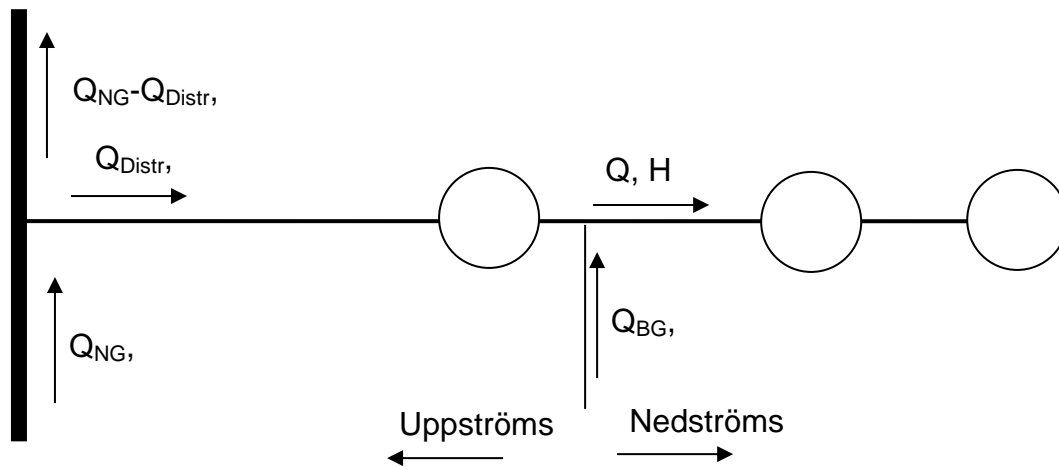
Figur 3. Principskiss 1 för inmatning på distributionsnät.

Flödet går alltid åt samma håll, d.v.s. nedströms anläggningen och därmed bestäms värmeverdet H för samtliga kunder enligt:

$$H = \frac{Q_{Distr} \cdot H_{NG} + Q_{BG} \cdot H_{BG}}{Q_{Distr} + Q_{BG}}$$



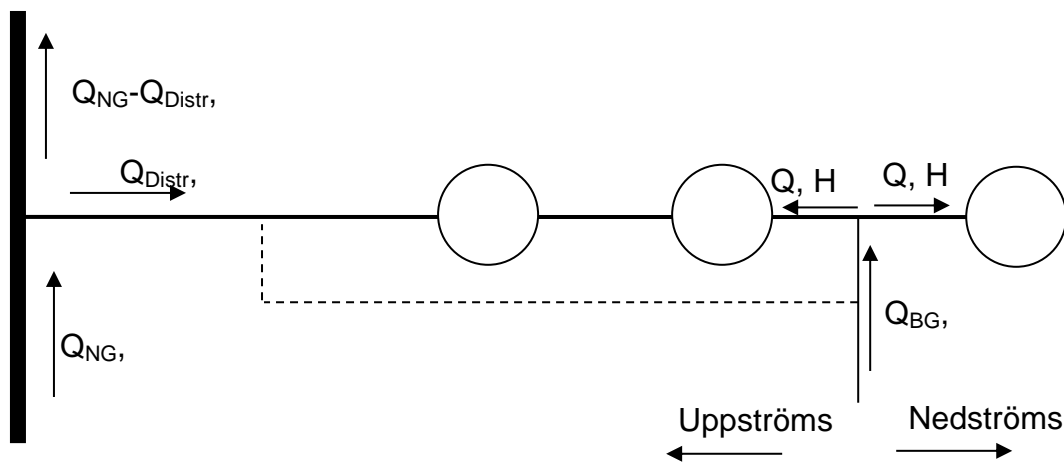
Inmatning längre nedströms



Figur 4. Principskiss 2 för inmatning på distributionsnät.

I ovanstående fall antas att man har avsättning för alla gas nedströms anläggningen vilket medför att samtliga kunder uppströms debiteras enligt värmevärde H_{NG} och samtliga kunder nedströms debiteras enligt värmevärde H som beräknas enligt formel ovan.

Inmatning långt ut på distributionsnätet



Figur 5. Principskiss 3 för inmatning på distributionsnät.

I det sista fallet, d v s då inmatning långt ut på distributionsnätet avses (Figur 5), antas det att det finns avsättning för all gas på årsbasis, men beroende på årstid kan gasen från biogasanläggningen antingen gå nedströms eller uppströms. Jämfört med fallen i figur 4 och 5, blir det väsentligen svårare att bestämma värmevärdet när man inte känner var blandningsfronten mellan naturgas och biogas befinner sig i nätet.



Grundläggande kriterier för optimal placering för inmatning på distributionsnät bör vara:

- Anläggningen placeras, alternativt kopplas in, på distributionsnätet så nära MR-stationen som möjligt och med så få kunder mellan MR-stationen och inkopplingen som möjligt.
- Distributionsnätet skall ha avsättning för energin på årsbasis, därmed kan det också ta emot den maximala effekten.
- Att det inte finns kunder som har specifika krav på kvaliteten (exempelvis N₂-halt eller liknande).

Det kan naturligtvis finnas skäl till att anläggningen inte kan placeras så nära MR-stationen som önskas. För att lösa det senare kan man överväga att bygga en ledning som förbinder anläggningen med nätet nära MR-stationen, se streckad linje i figur 5. Med "nära MR-stationen" avses att så få kunder som möjligt skall finnas mellan MR-stationen och inmatningspunkten.

Om volymen naturgas som behövs på årsbasis är förhållandevis låg kan gasdistributören överväga att blanda in 5 % luft i naturgasen, men samtidigt sätta värmevärdet till 9,8 kWh/Nm³ (98 % biogas) för hela nätet. Det innebär givetvis en utebliven intäkt för gasbolaget (cirka 6 % av den energimängd som levereras i form av naturgas) men det innebär också en minskad kostnad (propandosering samt mätning). En ekonomisk beräkning måste genomföras för varje individuellt fall för att kunna bedöma det aktuella utfallet.

4. Olika fallstudier

I följande kapitel ges exempel på fyra olika fallstudier av inmatning för att exemplifiera hur inmatningen kan lösas utan propaninblandning. Dessa fall är följande:

- Inmatning av 750 Nm³/h gas från rötningsanläggning i Dalby på distributionsnät.
- Inmatning av 2000 Nm³/h gas från termisk förgasningsanläggning på transmissionsnät.
- Inmatning av 500 Nm³/h från rötningsanläggning på distributionsnät i Trelleborg.
- Inmatning av 1500 Nm³/h från rötningsanläggning på transmissionsnät utanför Trelleborg.

4.1 Dalby

Dalby, som är beläget cirka 10 km öster om Lund, förses med naturgas och trycket efter M/R stationen är 10 bar. Samma MR-station försörjer även delar av Lund. Ledning från MR-stationen förgrenas till Lund respektive åt Dalbyhålet och försörjer utöver Dalby även Södra Sandby samt Revinge. Det finns tre speciella kunder i den meningen att de använder höga effekter och inte kontinuerligt; två asfaltverk samt en räddningsskola. Ett asfaltverk är placerat bredvid den tänkta biogasanläggningen och ett i Södra Sandby. Statens Räddningsskola ligger i Revinge. I



övrigt är de till antalet största kunderna villakunder (uppvärmning), men ett antal större fastigheter samt några värmecentraler finns också kopplade på nätet. På årsbasis är gasanvändningen i nätet cirka 40 GWh, vilket ger ett överskott på cirka 20 GWh. Detta önskar man kunna exportera i nätet mot Lund.

Biogasanläggningen skall placeras i Dalby och skall leverera 60 GWh/år. Därmed kan Dalby och nätet nedströms försörjas med 100 % biogas på årsbasis. Däremot finns det tidpunkter då effekten från biogasanläggningen inte räcker till, detta är framförallt då asfaltverken är i drift. Under dessa perioder måste naturgas användas som komplement till biogasen. För att upprätthålla ett högt wobbeindex rekommenderas att man går upp till en minsta metanhalt på 98 % vid inmatning utan propan tillsats. Även om detta reducerar risken för tekniska problem så har man dock kvar problemet med debitering. Eftersom flödet i nätet kommer att vara mycket beroende på såväl årstid som de tre kunderna beskrivna ovan är det däremot svårt att kontinuerligt bestämma värmevärdet, se fall beskrivet av figur 5 i kapitel 3. För att kunna slopa propanspetsning och samtidigt få avsättning för maximal energi finns det följande möjligheter i fallet Dalby:

- Bygga en ledning (2,7 km) till inmatningspunkten för Dalbynätet. Det innebär en engångskostnad men det innebär också att man kan debitera efter "rätt" värmevärde enligt figur 3 i kapitel 3. Dessutom kan man få avsättning för all gas genom att exportera överskottet mot Lund.
- Sätta värmevärdet för samtliga kunder till 9,8 kWh/Nm³ och blanda in 5 % luft i naturgasen. Det innebär att 6 % av levererad naturgasenergi inte debiteras. Det är egentligen inte realistiskt eftersom det innebär att man under hela anläggningens livslängd skänker bort energi.
- Utveckla en Quality Tracker för distributionsnätet som kontinuerligt bestämmer värmevärdet. Detta kan vara ett alternativ, men frågan är hur bra man kan modellera de tre kunderna med svårbedömda förbrukningsprofiler.

4.2 Göteborg

I Göteborg byggs för närvarande GoBiGas anläggningen, vilken är världens första anläggning för storskalig produktion av biometan från biomassa. Anläggningen kommer att leverera cirka 20 MW (2.000 Nm³/h) gas som avses matas ut på transmissionsnätet. Flödet på transmissionsnätet är i hög grad beroende på om Rya Kraftvärmeverk körs eller ej och varierar mellan 15.000-110.000 Nm³/h. Worst case för normalfallet ansätts till 15.000 Nm³/h. Direkt kan man också konstatera att när flödet på transmissionsnätet överstiger 40.000 Nm³/h är inverkan högst marginell på gaskvaliteten på transmissionsnätet eftersom det endast är 5 % inblandning. Gasen innehåller cirka 95 % metan och utöver det en blandning som i huvudsak består av kvävgas men även koldioxid och vätgas förekommer. Wobbeindex ligger i intervallet 14-14,2 kWh/Nm³.

Under sommarmånaderna kan flödet periodvis sjunka under 20.000 Nm³/h och därmed kan inblandningen uppgå till runt 10-15 %. Även detta har en marginell inverkan på gaskvaliteten och beräkningar på de gaskvaliteter som kan förväntas från GoBiGas visar att wobbeindex påverkas cirka 1 % och värmevärdet knappt 1,5 % vid 15 % inblandning. Det som kan noteras är att kvävgashalten under



dessa perioder kan öka från 0,3 till 0,7-0,8 % i gasen på transmissionsnätet. Det är den kemiska industrin i Stenungsund som är känslig för kvävgas då det påverkar driftskostnaden och hur detta kan hanteras får man utreda vidare. Debitering och avräkning hanteras enligt figur 2 för transmissionsnät beskrivet i kapitel 3.

4.3 Trelleborg

Trelleborg är beläget cirka 2 mil söder om Malmö och i Jordberga planeras en större biogasanläggning. Med tanke på den geografiska placeringen finns möjligheten att mata in gasen på distributionsnätet i Trelleborg eller in på transmissionsnätet. Två fall skall undersökas, vilka är inmatning av 500 Nm³/h på distributionsnätet samt inmatning av 2000 Nm³/h på transmissionsnätet. Det dygnsnormerade flödet på distributionsnätet varierar mellan cirka 500-3500 Nm³/h. Debitering och avräkning får hanteras enligt figur 3, 5 och/eller 4 i kapitel 3 beroende på om inmatning sker på transmissionsnät eller distributionsnät.

4.3.1 Inmatning på distributionsnät

Sommartid är flödet nere i 500 Nm³/h räknat på ett dygnsmedelvärde och därmed troligen lägre än så under nattetid. Kontinuerlig inmatning av 500 Nm³/h är dock möjligt genom att antingen utnyttja nätet som buffert eller via ett mindre lager. Andelen biogas på nätet kommer då att variera mellan 15-100 % beroende på årstid. Det betyder att man får ett wobbeindex som varierar mellan 14,3-15,2 kWh/Nm³ och ett värmevärde som varierar mellan 9,8-10,8 kWh/Nm³. Precis som i Dalbyfallet finns det här skäl att höja metanhalt till 98 % för att reducera risken för kvalitetsrelaterade problem. I Trelleborg finns det också ett antal större industrier vars krav på gaskvalitet man bör inventera.

4.3.2 Inmatning på transmissionsnätet

I detta fall skall 2000 Nm³/h matas in på transmissionsnätet och med de uttag som beskrivs för Trelleborg finns det alltså ett överskott på mellan 0-1500 Nm³/h som inte kan utnyttjas i Trelleborg utan går vidare norrut. Eftersom Trelleborg även i detta fall kommer att förses med 100 % biogas bör man hålla en metanhalt över 98 % samt inventera industrins krav på gaskvalitet. Beroende på årstid finns det ett antal kunder utmed transmissionsnätet som eventuellt kommer att försörjas med upp till 100 % biogas, det gäller framförallt den MR-station som kommer efter stationen som försörjer Trelleborg. Variationerna på nätet blir där densamma som beskrivs vid inmatning på distributionsnätet.

5. Rekommendationer

För inmatning av biogas är det ur en ren kvalitetsaspekt fördelaktigt att kunna mata in gasen på transmissionsnätet:

- Propanspetsning behövs inte ur ett tekniskt perspektiv.
- 97 % metan är fullt tillräckligt, ned till 96 % är möjligt utan att hamna utanför Swedegas kvalitetsspecifikation. Dock kan det finnas fall där inmatning på



transmissionsnätet kan kräva 98 % metanhalt, se exempelvis kapitel 4 under Fallstudie 4.3 Trelleborg.

- Man har en garanterad avsättning för all gas.
- Gasen blandas oftast ut med naturgas vilket i princip eliminerar risken för driftproblem hos någon kund.
- Debiterings- och avräkningsmässigt enkelt att införa med hjälp av Quality Tracker samt värmevärdes- och flödesbestämning.

Den stora nackdelen är att trycket måste höjas till 60-70 bar vilket innebär en kostsam kompressoranläggning och därmed kommer det krävas en minsta storlek på anläggningen innan inmatning på transmissionsnätet är aktuellt. Det är i första hand aktuellt för förgasningsanläggningar men även för större röttningsanläggningar, exempelvis av den storlek som avses byggas i Jordberga.

För inmatning på distributionsnät så kan man konstatera att det är fler faktorer som påverkar om man kan slopa propanspetsningen eller ej:

- Placeringen av anläggningen är mycket viktig för att enkelt kunna bestämma värmevärdet i nätet. Anläggningen bör placeras, alternativt anslutas, uppströms med så få kunder mellan MR-station och anslutning som möjligt.
- Metanhalt bör vara 98 % eller högre för att få ett wobbeindex som reducerar risken för kvalitetsrelaterade problem.
- Nätet bör ha avsättning för all energi på årsbasis.
- Nätet inventeras avseende kunder som kan ha specifika (och snäva) krav på sammansättning, värmevärde och wobbeindex. Påträffas sådana under inventeringen måste en mer genomgående studie göras över vilka konsekvenser det kan ha för kunden/kunderna.

Placeras en anläggning långt ute i distributionsnätet, vilket i sin tur ofta medför att man har svårt att fastställa värmevärdet, så kan man vidta några möjliga åtgärder.

- Bygga en gasledning från anläggningen som i sin tur ansluter nära MR-stationen.
- Om naturgasbehovet på årsbasis är lågt kan man välja att nedgradera naturgasen med cirka 5 % luft och för debiterings- och avräkningsändamål sätta värmevärdet till detsamma som för biogasen. Detta innebär dock att cirka 6 % av energin i naturgasen (för dansk naturgas) blir odebiterad genom att det verkliga värmevärdet är cirka 6 % högre än det värde som används för debitering.
- Blanda in propan.

Checklista för inmatning på distributionsnät:

1. Kontrollera att nätet kan ta hand om energi och effekt på årsbasis.
2. Vid lokalisering, ta med i beräkningarna att anläggningen ur ett avräknings- och debiteringsperspektiv skall placeras med så få kunder mellan MR-stationen och inmatningen som möjligt. Alternativt via en extra gasledning för-



binda anläggningen med en inmatningspunkt med så få kunder mellan MR-stationen och inmatningen som möjligt.

3. Inventera nätet avseende kritiska kunder som kan ha specifika krav på kvalitet. I princip enbart industrikunder behöver undersökas.
4. I samband med drifttagning och övergång till hög andel biogas bör man ha beredskap för att enstaka anläggningar kan få problem liknande de som rapporterades i Danmark med villapannor. Det är en injusteringsfråga som bör försvinna på sikt när nya injusteringsrutiner har införts.

6. Slutsatser

Det finns inga egentliga tekniska hinder mot att slopa propanspetsningen av biogas, dock bör man ibland höja kraven på metanhalt för att minska risken för driftproblem. Det kan dock finnas lokala förhållanden som gör att man inte kan slopa propanspetsning. Exempel på sådana skäl kan vara kunder som har specifika krav på wobbeindex, värmevärde och/eller sammansättning. I dessa fall finns det ingen standardlösning att ta till utan man måste ta beslut om åtgärder efter vilka skäl som finns. Är det en enstaka större kund kan man dock överväga att placera propanspetsningen i anslutning till kunden vilket innebär en mindre anläggning och en lägre andel propan i förhållande till den totala volymen biogas.

På längre sikt (>5 år) finns det starka skäl att tro att naturgaskvaliteten (värmevärde och wobbeindex) i Sverige i högre grad kommer att påminna om uppgraderad biogas eller biogas från termisk förgasning. Detta beror på att gasproduktionen i de danska Nordsjöfälten avtar och därmed kommer en högre andel av behovet än idag att täckas via import av gas från Tyskland. Denna gas kommer innehålla en blandning av flera gaskvaliteter, dock samtliga med värmevärde och wobbeindex som är lägre än för dagens danska Nordsjögas.

Wobbeindex och värmevärde påverkas på likartat sätt oavsett om det är gas från termisk förgasning eller gas från rötning som matas in på gasnätet. En väsentlig skillnad är att när gas från termisk förgasning matas in så kommer kvävgashalten att påverkas. Några enkla tumregler gällande inblandning är:

- Varje 10 % biogas inblandning sänker värmevärde och wobbeindex med cirka 1 % respektive 2 %.
- För varje 10 % biogas inblandning härstammande från termisk förgasning stiger halten kvävgas med cirka 0,3 % - enheter.

Inmatning på transmissionsnätet är från en teknisk och avräkningsmässig aspekt enkelt att lösa även om det kommer att krävas en minsta storlek på anläggningarna med tanke på att investeringskostnaden för kompressorläggning (60-80 bar) är avsevärd. Man behöver i allmänhet heller inte ställa några specifika krav på metanhalt utan det räcker att upprätthålla kvalitetsspecifikationen för gas på transmissionsnätet. För inmatning på distributionsnät utan propanspetsning bör man höja kvalitetskraven till minst 98 % metan för att wobbeindex skall vara acceptabelt. Val och drift av uppgraderingsutrustning påverkas av att kraven på lägsta me-



tanhalt höjs vilket gör att man måste utvärdera varje fall ur såväl tekniskt som ekonomiskt perspektiv.



7. Referenser

- (1) SGC Rapport 209 "Varierande gaskvalitet-Litteraturstudie", Corfitz Nelsson, 2009
- (2) SGC Rapport 242 "Varierande gaskvalitet-gasförsöjningen i Sverige 2011", Corfitz Nelsson, 2011
- (3) <http://www.dgc.dk/publikationer/manualer.htm>.





9771102737101

