

Teknisk och ekonomisk utvärdering av lantbruksbaserad fordonsgasproduktion



Peter Berglund, Grontmij AB
Mathias Bohman, Grontmij AB
Magnus Svensson, Grontmij AB
Johan Benjaminsson, Gasefuels AB

Februari 2012

SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller 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.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD).

SGC har följande delägare:

Energigas Sverige, E.ON Gas Sverige AB, E.ON Sverige AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energikoncernen AB (publ) och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Grontmij AB
Stiftelsen för lantbruksforskning

Energimyndigheten

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Held

FÖRORD

Projektet har finansierats av Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) och Stiftelsen för Lantbruksforskning (SLF). Rapportering och utformning av rapporten sker till båda bidragsgivare, men i olika former. Denna rapport är ämnad för SGC och följer därmed deras krav vad gäller utformning och formalia.

Huvudsökande till projektet och projektägare har Grontmij AB varit med uppdragsledare Peter Berglund Odhner på Grontmij. Mathias Bohman på Grontmij har varit ansvarig för den tekniska utredningen och Magnus Svensson på Grontmij har varit ansvarig för den juridiska utredningen. Medsökande till projektet har Sven-Erik Svensson på SLU varit.

En referensgrupp har varit knuten till projektet med representanter från olika delar av biogasnäringen och diverse experter på området:

- o Johan Benjaminsson, Gasefuels (Medförfattare)
- o Lars-Gunnar Johansson, Lantbrukarnas Riksförbund
- o Mikael Lantz, Lunds Tekniska Högskola / Enviro
- o Anneli Peterson, Svenskt Gastekniskt Center (SGC)
- o Tobias Persson, Svenskt Gastekniskt Center (SGC)
- o Sven-Erik Svensson, Sveriges Lantbruksuniversitet (Medsökande)
- o Eric Zinn, Göteborg Energi

SAMMANFATTNING

Denna utredning har undersökt två system för gödselbaserad fordonsgasproduktion: (1) Centraliserad lösning där gödsel och annat jordbruksrelaterat material samlas in till en stor anläggning och uppgraderas till fordonsgas i anslutning till anläggningen; (2) Decentraliserad fordonsgasproduktion där gödsel och andra jordbruksrelaterade substrat rötas i ett större antal så kallade gårdsanläggningar, vilka kopplas samman i ett rågasnät och uppgraderas centralt. De två produktionssystemen har utvärderats ur tre perspektiv; tekniskt, ekonomiskt och juridiskt

Kostnadsberäkningarna för decentraliserade fordonsgasproduktionen har även tagit hänsyn till det så kallade lantbruksstödet på 30 % eller max 1,8 Mkr, vilket utmynnat i två scenarier (med och utan stöd). Utgångspunkten för beräkningarna har varit 100 000 ton gödsel (substrat) som antingen rötas i en anläggning eller i 20 anläggningar som vardera hanterar 5 000 ton gödsel. 100 000 ton gödsel motsvarar i våra beräkningar 18 GWh eftersom ca 10 % är fastgödsel och andra mer energirika substrat (gasutbyte/ton våtvikt) som exempelvis foderrester.

En decentraliserad lösning är en mindre lokal anläggning där förutom gårdens eget material också möjligen någon eller några granngårdar bidrar med material. Efter rötning så returneras rötresten till de gårdar från vilka material har kommit. En sådan mindre lösning innebär betydligt mindre transporter än en centraliserad lösning, men i övrigt är det relativt få skillnader mellan de två systemen ur ett tekniskt och juridiskt perspektiv.

Utredningen har visat att gödselbaserad fordonsgasproduktion innebär höga produktionskostnader och att det därför är svårt att få ihop lönsamhetskalkylen för såväl centraliserad som decentraliserad fordonsgasproduktion, även om produktionskostnaden är betydligt lägre vid centraliserad rötning. Produktionskostnaden överstiger vid decentraliserad fordonsgasproduktion 1,00 kr/kWh med LBP-stöd och vid centraliserad rötning ligger kostnaden på ca 0,80 kr/kWh. Med ett metanreduceringsstöd på 0,20 kr/kWh förbättras lönsamheten avsevärt och kan skapa förutsättningar för lönsamhet vid centraliserad fordonsgasproduktion. Framförallt om metanreduceringsstödet kombineras med olika former av investeringsbidrag (ex. KLIMP).

Till utredningen har två konkreta och verklighetsbaserade beräkningsexemplen knutits. Båda dessa exempel har visat att centraliserade lösningar är att föredra ur ett lönsamhetsperspektiv även om transportkostnaderna stiger kraftigt jämfört med decentraliserad fordonsgasproduktion.

ABSTRACT

This study has examined two concepts for producing vehicle gas from farm based feedstock like manure: (1) Centralized production where the biogas is produced in a large scale biogas plant where the biogas is upgraded to vehicle gas adjacent the biogas plant; (2) Decentralized or farm based production where the biogas is produced on several farms and the gas is then transported via a gas grid to a centralized upgrading unit. The investigation has focused on the differences between the two concepts, from three different perspectives; technically, economically and legally.

The economic calculations concerning the decentralized system has considered a governmental financial support of 1,8 Mkr or 30 % of the investment. This generates two different scenarios for the decentralized production system (with or without financial support). The study and the calculations are based on 100 000 ton manure which is either digested in one large biogas plant or 20 small scale farm based biogas units, which each digest 5000 tons. 100 000 tons farm based feedstock corresponds to 18 GWh in our calculations.

Technically there are few differences between the concepts except the gas grid for decentralized production. Legally, the main differences are the environmental permits and the requirements concerning sterilization, which is necessary for a centralized vehicle gas production

Financially, there are relatively large differences between the two vehicle gas production systems. With a centralized system the production cost is around 0,80 kr/kWh compared to over 1,00 kr/kWh for decentralized production when including governmental financial support. Without financial support the costs exceed 1,20 kr/kWh. Nonetheless, a production cost over 0,60 kr/kWh is problematic due to the prize of natural gas, which indicate that none of the systems would be profitably without more extensive governmental financial support.

The study also presents two scenarios based on real cases. Both this cases indicates that a centralized production system is financially preferable even though the transportation costs increases significantly.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND OCH PROJEKTETS RELEVANS	1
1.2 SYFTE OCH METOD	2
1.3 AVGRÄNSNINGAR	3
2 SYSTEMBESKRIVNING	4
2.1 CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION	4
2.2 DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION.....	5
3 TEKNIK	9
3.1 TRANSPORT	9
3.2 RÅGASNÄT	17
3.3 BIOGASANLÄGGNING.....	23
3.4 FORDONSGASPRODUKTION.....	25
4 KOSTNADSBEDÖMNING.....	31
4.1 DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION.....	32
4.2 RÅGASNÄT	35
4.3 CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION	40
4.4 UPPGRADERING TILL FORDONSGAS	46
4.5 PRODUKTIONSKOSTNADER FÖR FORDONSGAS.....	47
5 JURIDIK	48
5.1 FÖRKORTNINGAR	48
5.2 ANVISNINGAR OCH VÄGLEDNINGAR	49
5.3 UPPFÖRANDE	50
5.4 BIOGASPRODUKTION	54
5.5 MILJÖTILLSTÅND MED AVSEENDE PÅ RÖTNING.....	58
5.6 JORDBRUKSVERKET'S GODKÄNNANDE.....	61
5.7 GASSYSTEM OCH GASUPPGRADERING	62
5.8 MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING.....	66
5.9 VATTENVERKSAMHET OCH SKYDDSVÄRDA OMRÅDEN	68
5.10 SAMMANFATTNING JURIDIK.....	68
6 RESULTAT OCH UTVÄRDERING	69
6.1 TEKNIK	69
6.2 EKONOMI	69
6.3 JURIDIK.....	73
6.4 SLUTSATS OCH DISKUSSION	74
7 REFERENSLISTA.....	76
BILAGA 1 – BIOGAS PÅ BJÄREHALVÖN I BÅSTAD	78
SUBSTRATMÄNGDER.....	78
DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION.....	79
CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION.....	83

FORDONSGASPRODUKTIONSKOSTNADER	84
BILAGA 2 - BIOGAS I TVÅÅKER	85
SUBSTRATMÄNGDER.....	85
DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION.....	85
CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION.....	88
FORDONSGASPRODUKTIONSKOSTNADER	90
BILAGA 3 - PFD CENTRALISERAD RÖTNING.....	91
BILAGA 4 - PFD DECENTRALISERAD RÖTNING	92

1. INLEDNING

Intresset för biogas som energikälla växer stadigt, i synnerhet när det gäller biogas som uppgraderats till fordonsgas. Lantbruket har pekats ut som en av de sektorer som har den största outnyttjade biogaspotentialen på kort sikt. En stor del av denna potential finns i gödsel, som kan anskaffas utan stora kostnader och därtill saknar direkt konkurrerande användningsområden. Dessutom uppnås en dubbel klimatnytta eftersom rötning av gödsel minskar läckage av växthusgasen metan.

Produktion av fordonsgas från biogas kräver dock att gasen renas (uppgraderas) till fordonsgaskvalitet. Vanligtvis uppgraderas biogasen vid större biogasanläggningar som producerar över 20 GWh per år. Med större enheter underlättas även distribution och användning av gasen för kollektiva och/eller privata transporter. För att uppnå 15-20 GWh krävs ca 100 000 ton gödsel och så stora gårdar finns inte i Sverige. Gödseln och andra substrat måste därför transporteras till en central rötningsanläggning alternativt att biogasproducenterna (gårdarna) kopplas samman i ett rågasnät. De två systemen beskrivs nedan:

- **Centraliserad fordonsgasproduktion** Substraten transporteras till en central anläggning, rötas gemensamt och uppgraderas vid anläggningen (exempelvis Laholm Biogas och Falkenberg Biogas)
- **Decentraliserad fordonsgasproduktion plus rågasnät.** Biogasen distribueras via rågasledningar från ett flertal gårdar till en central uppgraderingsanläggning (ett koncept för detta utvecklas och utreds exempelvis i Brålanda i Dalsland)

Vi avser i detta projekt att jämföra de två fordonsgasproduktionssystemen ur ett ekonomiskt, tekniskt och juridiskt perspektiv.

1.1 BAKGRUND OCH PROJEKTETS RELEVANS

För att en utbyggnad av den lantbruksbaserade fordonsgasproduktionen (uppgraderad biogas) ska vara möjlig krävs verklighetsanknutna ekonomiska kalkyler som visar på lönsamhet. Tidigare uppgifter har ofta baserats på teoretiska beräkningar som enligt vår erfarenhet inte stämmer fullt ut med den faktiska kostnaden och att vi vill därför uppdatera olika kostnadsposter med hjälp av bland annat budgetofferter, befintliga anläggningar, reella drift och underhållskostnader och våra tidigare erfarenheter av projektering, kalkylering och upphandling av biogasanläggningar.

Projektet bedöms ha en stor relevans för biogasnäringen i allmänhet och lantbruksnäringen i synnerhet. Resultatet kommer att kunna användas av en stor grupp inom lantbruksnäringen som är intresserade att bygga en biogasanläggning, men också av myndigheter och politiker som måste förstå problematiken kring den lantbruksbaserade biogasproduktionen.

Målgruppen inom lantbruket är framför allt områden som har ett kluster med gårdar och gödselproduktion. Projektet kommer att resultera i två rapporter där den ena är djupgående och den andra är tänkt att ge en enklare och övergripande nivå för att nå ut till den enskilda lantbrukaren. Projektet ska ge svar på om det överhuvudtaget är rimligt med en lantbruksbaserad (gödselbaserad) fordonsgasproduktion idag under de förutsättningar som råder idag med tanke på gällande energipriser och statliga stöd eller subventioner.

Resultaten kommer delvis att vara av allmän karaktär och visa på de ekonomiska, tekniska och juridiska skillnaderna mellan centraliserad respektive decentraliserad lantbruksbaserad biogasproduktion och dess fördelar och nackdelar.

1.2 SYFTE OCH METOD

Med utgångspunkt i ett djurtätt område med goda förutsättningar att producera biogas (ex delar av Halland eller centrala Skåne) utvärderas de ekonomiska, tekniska och juridiska förutsättningarna för att producera fordonsgas från lantbrukets restprodukter utifrån centraliserad och decentraliserad fordonsgasproduktion, med avseende på:

- Hur långt kan olika restprodukter (ex. gödsel) från lantbruket transporteras med hänsyn till dess energiinnehåll och gaspotential/gasvärde
- Hur ser kostnadsbilden ut för gårdsbaserad biogasproduktion plus rågasnät jämfört med storskalig produktion som innebär ökade transportkostnader och ökade krav på hygienisering
- Hur skiljer de tekniska och juridiska förutsättningarna åt mellan de två fordonsgasproduktionssystemen
- Krävs det andra mer energirika substrat eller en behandlingsavgift på vissa av dessa substrat
- Hur påverkar bidrag (30 % av investeringen eller max 1,8 Mkr/gård) från landsbygdsprogrammet de ekonomiska förutsättningarna att producera uppgraderad biogas utifrån de två systemen

I diskussionsavsnittet kommer även kritiska framgångsfaktorer för lantbruksbaserad biogasproduktion att diskuteras.

En referensgrupp har varit knuten till projektet och bestått av representanter från olika domäner och kompetenser inom biogasområdet. Referensgruppens huvudsakliga uppgift har varit att återkoppla till författarna och komma med förslag på relevant litteratur, utredningar, befintliga och kommande biogasprojekt samt granskning av rapporten under arbetets gång. För att få en stor bredd har referensgruppen sammansatts med avseende på deras sakkunskaper.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Projektet behandlar lantbruksbaserad biogasproduktion med syftet att uppgradera gasen till fordonskvalitet. Vi fokuserar på substrat eller råvaror som är aktuella enligt bidragen från landsbygdsprogrammet, det vill säga gödsel, foderspill, blast, halm, med mera. Minst hälften av det substrat som ska rötas måste vara gödsel samt att produktionsanläggningen byggs på ett sätt som säkerställer tät efterlagring av rötresten¹.

Kostnadsberäkningarna bygger på ett fiktivt exempel med 100 000 ton gödsel (det motsvarar ca 18 GWh) som antingen rötas i en central anläggning eller i ett stort antal mindre anläggningar som hanterar 5000 ton vardera. Dessa mindre anläggningar kopplas samman i ett rågasnät. Begränsningen till 5000 ton per år bygger på resonemanget att en större anläggning skulle innebära att stora mängder gödsel kommer att behöva transporteras (för en genomsnittlig mjölkgård) och då ställs även helt andra krav på exempelvis hygienisering och miljötillstånd.

I bilagorna (1 och 2) har kostnaderna beräknats utifrån verklighetsbaserade omständigheter.

De ekonomiska kalkylerna gäller fordonsgasproduktion, det vill säga uppgraderad biogas. Det innebär att kostnaderna för gaskomprimering, lagring, tankställe, distribution av gas, moms, mm inte är medtagna i produktionskalkylerna. Dessa kostnader kan även anses vara likartade för både systemen.

¹ Jordbruksverket, 2008.

2 SYSTEMBESKRIVNING

Detta projekt undersöker två koncept; Centraliserad (se Figur 1) och decentraliserad (se Figur 2) biogasproduktion där syftet är att uppgradera gasen till fordonskvalitet. Frågorna har berörts i tidigare studier och rapporter, men inte utifrån ett helhetsperspektiv där skillnaderna i ekonomi, teknik och juridik legat i fokus. Vad som ingår i båda systemen visas mer ingående i bilaga 3 respektive 4.

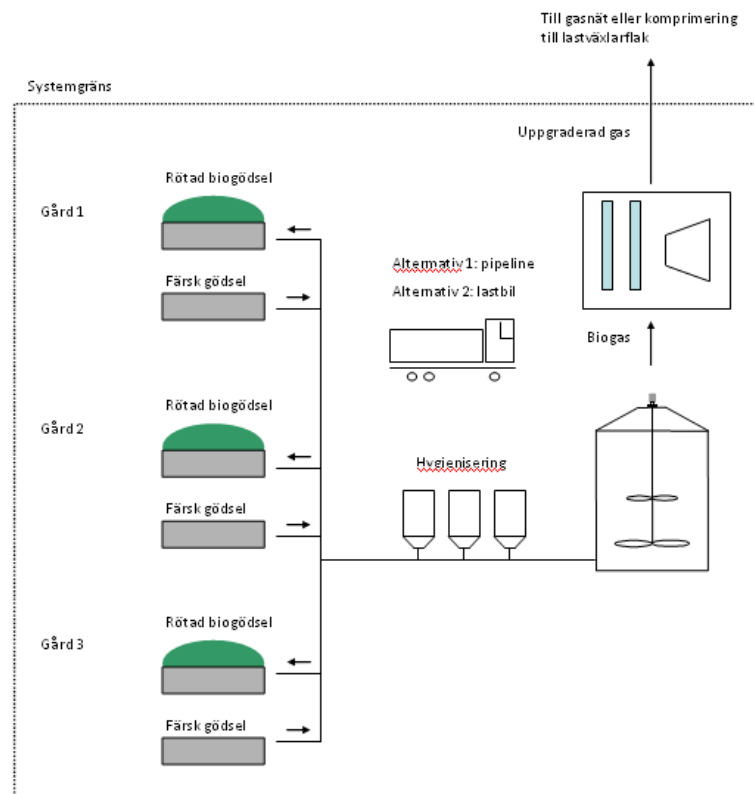
2.1 CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

Centraliserad fordonsgasproduktion innebär att substraten rötas och biogasen uppgraderas centralt i en anläggning (se Figur 1). Detta är det absolut vanligaste sättet att producera fordonsgas på i Sverige och det finns ett 10-tal anläggningar som använder gödsel som substrat. I Falkenberg ligger en av de största gödselbaserade anläggningarna. Anläggningen producerar ca 37 GWh gas per år, vilket motsvarar cirka 4,1 miljoner liter bensin. Det innebär ca 120 000 ton rötbart material per år och råvaran baseras på:

- 90 000 ton gödsel
- 10 000 ton rester från livsmedelsindustrin
- 10 000 ton energigrödor
- 10 000 ton övrigt

Investeringen i Falkenberg inklusive uppgradering har enligt uppgift uppgått till 75 MSEK. Anläggningen i Falkenberg är något större än i beräkningsexemplet i kapitel 5 och hanterar även andra typer av substrat som i viss mån kräver andra förbehandlingsmetoder.

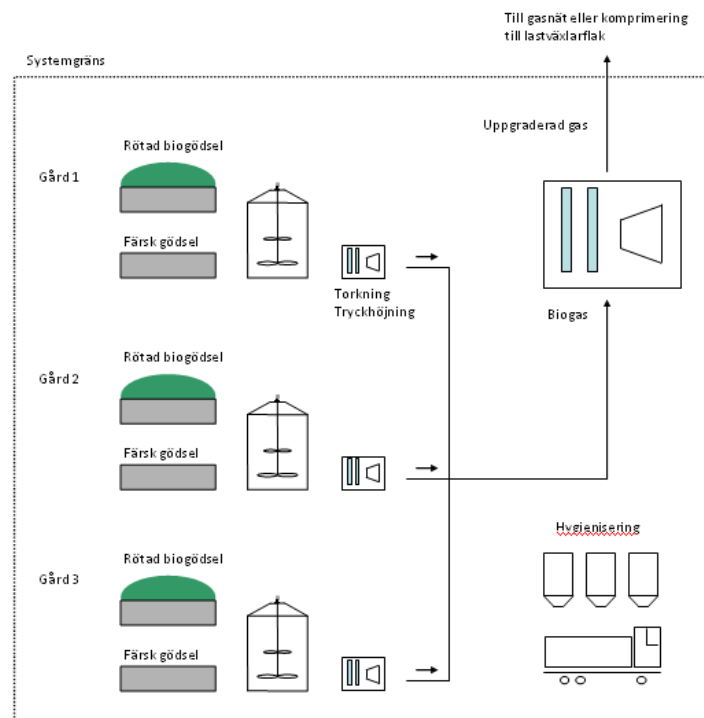
För den centrala lösningen måste substraten transporteras till anläggningen och rötresten från anläggningen. Grovt sett finns det då två alternativ; (1) All substrat och rötrest transporteras med lastbil, (2) det flytande substratet/rötresten pumpas och det övriga körs med lastbil.



Figur 1: Centraliserad rötning av substrat med gemensam uppgradering och hygienisering. Figuren visar tre gårdar där substraten transporteras via lastbil till en central rötchamare där uppgradering sker. Rötresten återförs efter rötning till de aktuella gårdarna.

2.2 DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

En decentraliserad fordonsgasproduktion innebär att flera små "gårdsanläggningar" kopplas samman i ett rågasnät (se Figur 2). Denna decentraliserade lösning innebär i princip att transport (förflyttning) av gas istället för substrat och rötrest sker.



Figur 2: En decentraliserad rötning av substraten där rågasen, efter torkning och tryckhöjning, distribueras till en central uppgraderingsanläggning. Om andra substrat än gödsel och vegetabilier, såsom animaliska, ska rötas kan det bli nödvändigt med ett hygieniseringssteg. Ska även fastgödsel rötas krävs ett förbehandlingssteg (mixer/macerator) och en tank där substraten blandas.

2.2.1 Brålanda

I projektet Biogas Brålanda har fokus legat på så kallad decentraliserad fordonsgasproduktion med rågasnät (se Figur 3). Tanken med konceptet är att sammanlänka gårdsbaserade biogasanläggningar med hjälp av ett ledningsnät för biogas. De gårdsbaserade biogasanläggningarna förläggs ute på lantbruk på t.ex. Dalboslätt i Dalsland. I rötningsanläggningarna skall företrädesvis naturgödsel från den egna gården rötas, men även slakteriavfall kan rötas. Rötningsanläggningarna kan också användas för samrötning av flera gårdars naturgödsel.

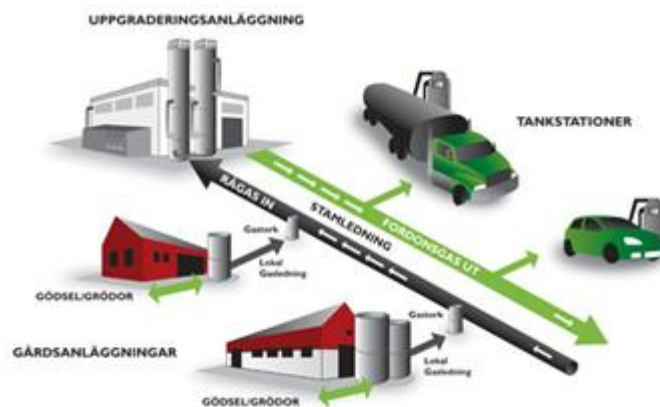
Den producerade rågasen leds via ett nedgrävt ledningsnät till en gemensam uppgraderingsanläggning. Här renas rågasen från t.ex. koldioxid och svavelväte. Den renade fordonsgasen transporteras sedan via gasledningar till tankstationer. Infrastrukturnätet av gasledningar i konceptet Clean Fuel Concept kan i framtiden kopplas ihop med andra gasnät. Genom Clean Fuel Concept är det möjligt att storskaligt producera miljövänlig fordonsgas utan onödiga transporter, samtidigt som konceptet bibehåller småskalighetens fördelar.

I dagsläget finns teknik, kunskap och komponenter för gårdsbaserad biogasproduktion. Projektet Biogas Brålanda är ett pilotprojekt med sitt Clean Fuel Concept. Inom Clean Fuel Concept samlas nödvändig kompetens och underlag för att upprätta lokalt anpassade

biogasanläggningar och infrastruktur för biogasproduktion på även andra platser än runt Brålanda i Dalsland.

Innovatum Teknikpark AB är projektägare till Biogas Brålanda och Hushållningssällskapet Väst är en av projektets genomförare.

Investeringsvolymen är ännu oklar eftersom storleken inte är fastställd.



Figur 3: Systemöversikt för Brålanda Clean Fuel Concept²

2.2.2 Biogas Färs

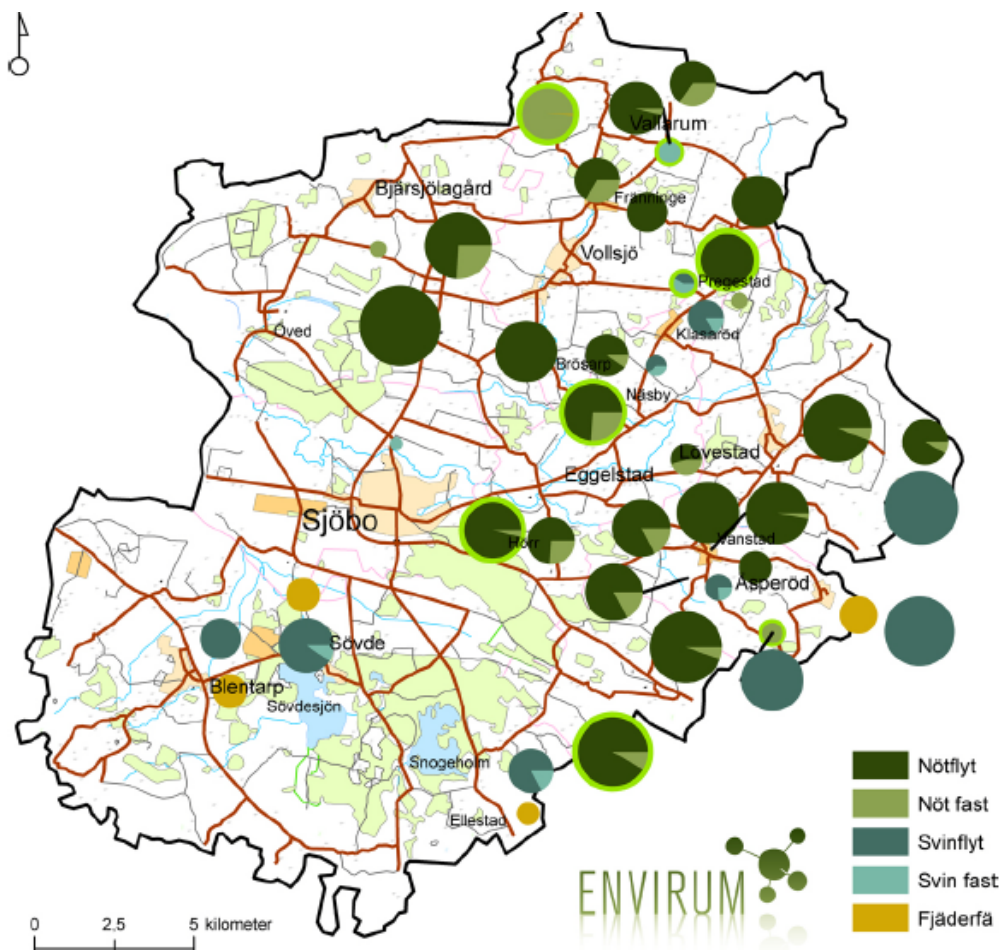
Biogas Färs är ett pågående projekt och ett exempel på ett mellanting mellan centraliserad och decentraliserad fordonsgasproduktion. I en utredning framkom att den mest kostnadseffektiva lösningen är två till tre större anläggningar, alltså ett mellanting mellan centraliserad och decentraliserad fordonsgasproduktion. Visionen är att med lokala råvaror, främst gödsel (se Figur 4), producera biogas i samverkan. Biogasen ska användas som drivmedel till personbilar, bussar och andra fordon i kommunen. I en nyligen genomförd förstudie har man sett att det finns 37 lantbruksföretag fördelat på 67 gårdar som har intresse att medverka i satsningen³.

Totalt producerar de 182 000 ton gödsel. Detta motsvarar en biogasproduktion på 33 GWh. En stor del av gödseln är från mjölkproduktion och under betesperioden sjunker gödselmängderna märkbart. Därför har man i förstudien räknat med att under betesperioden ersätts gödseln med energigrödor. Med detta antagande kommer produktion av biogas uppgå med drygt 40 GWh. Det motsvarar nästan hälften av den bensin som förbrukas i kommunen. Biogassystemet skulle minska kommunens växthusgasemissioner med ca 10 %.

I studien har man kommit fram till att det mest realistiska alternativet är att det byggs en centralt belägen produktionsanläggning dit gödseln transporteras. Investeringen bedöms uppgå till 105 miljoner kronor.

² Från www.hs-vast..hush.se

³ Lantz & Björnsson, 2010



Figur 4: Översikt gödseltillgång i Biogas Färs⁴

⁴ Lantz & Björnsson, 2010

3 TEKNIK

En av de mest avgörande skillnaderna mellan centraliserad och decentraliserad gasproduktion är distribution av gödsel eller andra substrat och återföring av rötrest respektive uppbyggandet av ett rågasnät. Teknikavsnittet har delats upp i fyra kategorier:

- Transport (substrat in till anläggning och biogödsel från anläggning)
- Rågasnät
- Biogasanläggning
- Uppgradering

Vad gäller uppgradering är skillnaderna små varav denna teknik bara berörs översiktligt.

3.1 TRANSPORT

Från de större biogasanläggningarna i Sverige distribueras biogödseln i huvudsak med lastbil. En begränsad del hämtas av lantbrukarna själva med flytgödseltunna och en del pumpas ut i ledningar till externa brunnar (satellitbrunnar), där biogödsel kan hämtas av lantbrukare.

Det ställs höga krav på vägar och annan infrastruktur för att ett fordonsbaserat distributionssystem ska fungera. Det måste finnas tillfartsvägar som bär tunga fordon som tar hänsyn till svängradie och anordningar för en effektiv fyllning och tömning. Detta sammantaget ställer höga krav på en fungerande logistikkedja. De faktorer som framför allt påverkar tidsåtgången och därmed kostnaden för distribution med fordon är: transportavstånd, lastkapacitet, tid för fyllning, körhastighet, lossningstid och eventuell rengöring.

I princip finns det två sätt att transportera flytande gödsel och rötrest på:

- Bulk
- Pumpning

För torrare material som halm eller fastgödsel krävs transport lastbil eller traktor.

3.1.1 Bulk

Bulktransport sker med lastbil eller traktor. Kapaciteten på en lastbil kan uppgå till 25-38 m³ (Johansson, 2010). Lastbilen har en betydligt högre genomsnittshastighet än traktor, vilket gör att transportkapaciteten per timma blir större. Maxhastigheten med lastbil uppgår till 80 km/h. Det finns idag flytgödselspecialiserade lastbilar på 35 m³ som fylls på extremt kort tid, under 5

minuter ($12 \text{ m}^3/\text{min}$)⁵ samt även med skiljevägg för att i vissa fall slippa rengöring vid återtransport. Dessa fordon kan reducera transportkostnaderna betydligt.

I en studie jämfördes transportkapaciteten med lastbil från två biogasanläggningar. I studien framkom att lastningstiderna varierade från 8-15 minuter och då ingick tvätt på anläggningen⁶. För att förkorta stopptiderna (ställtid, lastning, lossning) krävs effektiva pumpar, bra infrastruktur, moderna fordon och en väl fungerande logistikkedja.

En viktig skillnad mellan distribution med lastbil och traktor är att traktorn kan användas till spridning direkt ute på fältet och biogödseln behöver därmed inte omlastas. En annan skillnad är att många lantbrukare själva kan ombesörja distributionen.

Vid större biogasanläggningar kommer dock huvuddelen av biogödseln att behöva distribueras på andra sätt eftersom spridningsområdet är större och därmed blir transportavstånden längre.

3.1.2 Pumpning

Transport av gödsel utgör ett av lantbrukets största transportarbeten. Pumpning av gödsel kan därför vara ett sätt att reducera transportkostnaderna och minska förbrukningen av fossila bränslen.

Vid gödselhantering finns det främst följande skäl till pumpning:

Satellitbrunnar vid åker:

- Snabbare spridning
- Mindre förluster av växtnäring
- Lägre transportkostnader

Mobil slangspridning:

- Samma som ovan, samt
- Tidigare spridning på våren
- Mindre markpackning

Det finns idag flera etablerade system för pumpning och spridning av gödsel via långa rör och slangar till mobila gödselspridningssystem (se Figur 5). Fasta ledningssystem kombineras ofta med bevattning. Typiskt för dessa system är att man pumpar gödseln intensivt under begränsade perioder för att sedan skölja ur ledningarna med vatten innan man låter dem stå till nästa pumpningstillfälle. Detta minskar problemen med sedimentering och proppar i ledningarna.

⁵ Wäktare, U. 2010-06-21

⁶ Berg, 2000.



Figur 5: Mobil pumpning med container som satellitlager vid fältkanten för tankvagn alt. slangspredning med ramp⁷

3.1.2.1 Gödselns egenskaper

Det mesta inom pumpteknik handlar om lättflytande vätskor, men gödseln har speciella egenskaper som måste beaktas med hänsyn till följande:

Stora variationer i flytegenskaper:

- Gödselhantering (tillsatt vatten)
- Torrsubstans (TS)
- Strö och foderrester (långstråigt material)
- Utfodring
- Temperatur

Tixotrop:

- Mer lättflytande efter omrörning
- Större startmotstånd

Nötgödsel har mer fibrer och större flytmotstånd medan svinggödsel är mer lättflytande men med en större risk för separation & sedimentation.

Torrsubstansen eller TS-halten har stor betydelse för flytegenskaperna och pumpbarheten.

Låg TS - Mindre motstånd & tryckförluster

- Större risk för separation

Hög TS - Större motstånd & tryckförluster

- Mindre risk för separation

Vid en höjning av TS-halten från 8 % till 10 % sker en stor förändring som kan kräva upp till 2,5 ggr mer pumpmotoreffekt för samma volymflöde. I praktiken bör därför inte gödsel med TS över 8 % pumpas längre sträckor och gödsel över 12 % TS är i praktiken ej pumpbar vid dessa förhållanden. Notera som exempel att en gödsel med 8 % TS ger dubbelt så mycket biogas per m³ som 4 % TS samt hälften så mycket att pumpa och hantera.⁸

⁷Agrometer a/s DK

⁸Wennerberg, 2009.

3.1.2.2 Pumptyper och lämplighet

Turbopumpar:

Turbopumparna karakteriseras till sin konstruktion av ett eller flera skovelförsedda pumphjul, som roterar i ett pumphus. De krafter, som uppkommer då skovlarna omströmmas av vätskan, utnyttjas vid energiomvandlingen. Allt efter den huvudsakliga riktning med vilken vätskan genomströmmar pumphjulen, benämns turbopumparna radialpumpar eller axialpumpar. Alternativt användes benämningarna centrifugalpumpar för radialpumpar respektive propellerpumpar för axialpumpar. Naturligtvis förekommer även mellanformer mellan utpräglade radial- och axialpumpar och kallas då diagonalpumpar. I Tabell 1 görs en genomgång av radial-, axial- och diagonalpumpars för- och nackdelar eller deras lämplighet vid pumpning av gödsel.

Turbopumparna är de vanligaste och viktigaste pumparna. Ur driftssynpunkt karakteriseras de av att volymströmmen genom pumpen vid ett givet driftsvarvtal bestäms av rådande mottryck.

Tabell 1: Genomgång av turbopumpars för- och nackdelar eller lämplighet vid gödselpumpning⁹

Pump	Fördelar	Nackdelar
Centrifugal (radial)	• Robusta, tål halm och mindre partiklar • Knivar för sönderdelning • Klarar stopp i ledning • Klarar gödsel upp till ca 12% TS • Kan enkelt seriekopplas	• Kapaciteten sjunker vid högre tryck • Lägre verkningsgrad vid högre tryck • Behöver matning vid start
Axial (propeller)	-	Ej aktuell vid gödselpumpning långa sträckor på grund av att de ej klarar höga mottryck
Diagonal (kombination av axial och radial)	-	Ej aktuell vid gödselpumpning långa sträckor på grund av att de ej klarar höga mottryck

Deplacementpumpar

Deplacementpumpar är en förträngningspump med en mycket enkel teori. För varje arbetscykel, dvs varje varv eller varje slag, stängs en viss vätskevolym in och transporteras från pumpinlopp till pumputlopp oberoende av mottryck. Den instängda vätskevolymen beror enbart på storleken av förträngningspumpens håligheter eller det sk deplacementet (varav namnet deplacementpump). Den uppnåbara tryckstegringen är i första hand bara beroende av konstruktionens mekaniska hållfasthet och tillgänglig driveffekt, vilket ofta kräver att en ventil för maxtryck finns installerad. I Tabell 2 görs en genomgång av olika deplacementpumpars för- och nackdelar vid pumpning av gödsel. Generellt har deplacementpumpar: hög

⁹ Pumphandboken.

verkningsgrad kapacitet som är oberoende av mottrycket upp till max tryckrisk för skador vid stopp i ledningsnät (pga mottrycksberoendet) kan inte seriekopplas utan en buffertvolym.

Tabell 2: För- och nackdelar med olika typer av displacementpumpar vid gödselpumpning¹⁰

Pump	Fördelar	Nackdelar
Excenterskruv	• Klarar mycket höga mottryck (upp till 50 bar)	• Känslig för fasta föroreningar • Dyr service • Kräver skärande tillsats för långsträigt material • Får ej torröras
Lobrotopumpar	• Kostnadseffektiva vid lägre tryck • Relativt tåliga • Relativt låg servicekostnad	• Klarar inte tryck över 12 bar • Kräver skärande tillsats för långsträigt material
Membran	• Mycket tåliga för föroreningar • Billig service	• Klarar ej höga tryck (max ca 8 bar) • Pulserande flöde
Kolv	• Klarar mycket höga tryck (100 bar) • Kan hantera mycket hög TS (upp till 80%)	• Känsliga för främmande hårda föremål • Klarar ej långsträiga föremål • Pulserande flöde

Flertalet av pumptyperna kan används som mobila pumpar, istället för fast monterad på anläggningen. Fördelar och nackdelar med att använda en mobil pump istället för fast monterad listas i Tabell 3.

Tabell 3: Fördelar och nackdelar med att använda en pump mobilt

<u>Fördelar</u>	<u>Nackdelar</u>
Flexibla system	Dieselmotor ger lägre verkningsgrad och högre kostnad per m ³
Lägre investering om en pump kan användas av flera gårdar	Kräver mer underhåll
Dieselmotor kräver ingen elinstallation	Transportarbete mellan gårdarna

3.1.2.3 Pumpdimensionering

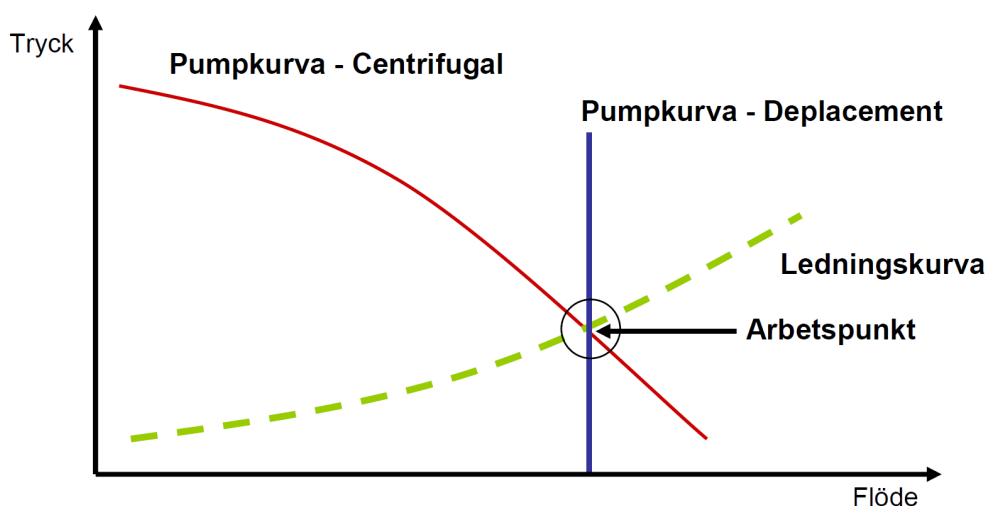
Tryck och flöde

Totaltrycket som en pump måste ge för att flytta en vätska genom ett rörsystem i en viss flödes hastighet är summan av följande komponenter:

¹⁰ Pumphandboken

- Statiskt mottryck som är nivåskillnaden mellan pumpens och ledningens utlopp.
- Statiskt sugtryck som är nivåskillnaden mellan inloppet på pumpen och inloppet på sugledningen
- Dynamiskt tryck som är beroende av flödeshastigheten
- Förlorat tryck p.g.a. friktionsförluster i ledning och engångsmotstånd (ventiler, böjar m.m.)
- Extra tryck som reservkapacitet eftersom gödsel är en mycket varierande vätska

För en given rörledning kan man räkna fram en sk ledningskurva som beskriver mottrycket i ett visst rörsystem vid olika flöden med en viss vätska. Om denna kurva läggs ihop med en pumpkurva, vilken är unik för varje pumpmodell, så fås i skärningspunkten mellan dessa kurvor en arbetspunkt som anger pumpens verkliga kapacitet för den aktuella ledningen och vätskan. Detta visas i Figur 6, där det även kan noteras skillnaden mellan centrifugalpumpar vars arbetspunkt varierar med flöde/mottryck, medan displacementspumparna har en arbetspunkt som är oberoende av flödet.



Figur 6: Tryck- och flödesdiagram med inritade pumpkurvor för en centrifugal- och en displacementpump, ledningskurva samt arbetspunkt¹¹

Friktionsförluster

De normala beräkningsmetoderna av friktionsförluster är baserade på pumpning av vatten. För att få riktiga värden för gödsel krävs att man använder en friktionsfaktor (λ) för gödsel vid aktuella flödeshastigheter och en viss rörtyp och dimension. Denna friktionsfaktor fås antingen av rörleverantören eller från ett s.k. Moody diagram med hjälp av Reynolds tal (anger om man har laminärt eller turbulent flöde) och den relativa råheten på rörets yta. Normalt har man laminärt flöde vid gödselpumpningens relativt låga flödeshastigheter.

Ett enkelt sätt att anpassa friktionsvärdena till gödsel är att använda en friktionsförlust - kvot som anger hur mycket mer friktionsförlusterna (alt. mottryck) blir med en given gödsel- och rördimension, vid en given flödeshastighet jämfört med vatten.

¹¹ Pumphandboken.

$$H_f = R_f \cdot H_{f, w}$$

H_f = Tryckförlust med gödsel p.g.a. friktionsförluster

$H_{f, w}$ = Tryckförlust med vatten p.g.a. friktionsförluster

R_f = Friktionsförlust - kvot anger hur mycket högre mottryck som krävs för att transportera samma mängd gödsel jämfört med vatten

Vid vanliga förhållanden ökar friktionsförlusterna ca 2-4 gånger med gödsel jämfört med vatten.

3.1.2.4 Pump- och ledningsval

Pumpval

För gödsel kan med fördel en skärande centrifugalpump som arbetar upp till 8 bar väljas. Detta ger bästa ekonomin eftersom det då inte krävs investeringar i stora elledningar och huvudsäkringar, utan den vanligaste förekommande säkringen på lantbruk 63A kan användas. Centrifugalpumparna är också robusta och kan hantera föroreningar och stråformigt material. För mer lättflytande rötrest rekommenderas excenter- eller lobrotopumpar som arbetar upp till 12 bar. Detta för att dessa pumpar har en högre verkningsgrad och kräver mindre motorer.

Centrifugal-, excenter- och lobrotopumpar bör utrustas med mjukstart eller frekvensomformare. Fördelarna med en mjukstart är att startströmmen fördelas ut, vilket innebär att pumpen slits mindre. Nackdelen är att antal starter per timme som kan utföras blir lägre med en mjukstart installerad än utan. Fördelarna med att installera en frekvensomformare är att flödet kan optimeras. Dock får varvtalet inte ställas för lågt för centrifugalpumpar eftersom detta kan skada pumpen. Tryckvakter ska också installeras för att motverka för höga tryck vid igensättning som kan skada ledningarna. Det ska även finnas torrkörningsskydd som skyddar pumparna från att köras utan vätska eftersom detta sliter ut pumparna på kort tid. Vid pumpning över långa avstånd eller där mottagningsbehållaren inte kan övervakas okulärt måste det säkerställas att mottagningsstationen inte kan överfyllas. Detta kan ske med nivågivare alternativt tidstyrning eller en kombination av dessa. Om enbart tidsstyrning används måste mottagningsvolymen vara så väl tilltagen att risken för överfyllning är minimal.

Ledningsval

För ledningar kan man i praktiken välja mellan följande typer:

- Metall, används vanligtvis i rör ovan mark
- Armerade upprullningsbara plastslangar för tillfälliga ledningar ovan mark
- PVC-rör med inbyggda kopplingar som tätar bättre med ökat tryck
- PE-rör som måste svetsas ihop

För permanenta markledningar är oftast PVC-rören mest prisvärda och lättinstallerade. Om rör läggs under vägar utan skyddande yttre rör rekommenderas PE-rör eftersom de är mer flexibla. Rören finns i olika tryckklasser och för gödselpumpningssystem med max 8% TS och sträckor upp till 5 km bör det räcka med max 12 bar.

Ska en del eller hela mängden flytgödsel/rötrestr pumpas är det många faktorer att ta hänsyn till:

- Biogödselns pumpbarhet
- Avstånd
- Infrastruktur
- Topografi
- Markägare och täckdikning
- Vattentäkter
- Biotopskydd
- Samråd, tillstånd
- Ekonomi

Biogödselns pumpbarhet är en faktor som är mycket betydelsefull. En TS-halt över 5-6 procent lämpar sig sämre för pumpning¹², men det är också andra egenskaper som har betydelse. En låg TS-halt med ett fiberrikt material kan vara svårare att pumpa än en gödsel med hög TS-halt och lågt fiberinnehåll. Ledningslängden och mängden som ska pumpas är två andra viktiga parametrar.

För att undvika många problem läggs ledningar utmed vägnätet, samtidigt som det underlättar grävarbetet och transporter av material till anläggningsarbetet. Det gör även att lantbrukarnas täckdikningsrör inte skadas. Normalt läggs en ledning (vatten, avlopp, mm) under täckdikningsrören för att nå ner till frostfritt djup, men det kan variera i Sverige.

Vid pumpning kan biogödseln sedimentera i ledningarna och även bilda struvit eller MAP (magnesiumammoniumfosfat). Detta kräver åtgärder. Sedimentation och bildandet av struvit beror delvis på biogödselns sammansättning och pumpsystemets utformning. En del problem med struvit kan undvikas om biogödseln pumpas kontinuerligt.

Ska ledningen anläggas på allmän mark kan tillstånd krävas från kommunens miljö- och byggnadsnämnd. Sker grävning och nedläggning på privat mark krävs inget tillstånd, men fornminnen och fornlämningar måste beaktas. Vid anläggande av större ledningssystem krävs även samråd med länsstyrelsen¹³. På vissa geografiska områden finns det fysiska hinder som omöjliggör grävande (sten i marken, berg, mm) och då finns det inget alternativ än transport på vägnätet.

Mobila ledningar som läggs direkt på marken har blivit vanligare och vanligare. Det kräver dock en stor arbetsinsats vid utläggning. Eftersom det är en stor arbetsinsats vid utläggning av dessa kräver det en väl planerad spridningsstrategi, så att rören inte behöver läggas om eller flyttas mer än nödvändigt. Det är fullt möjligt att pumpa gödsel 3-4 km i dessa mobila system. Vid längre avstånd krävs dock andra tillvägagångssätt.

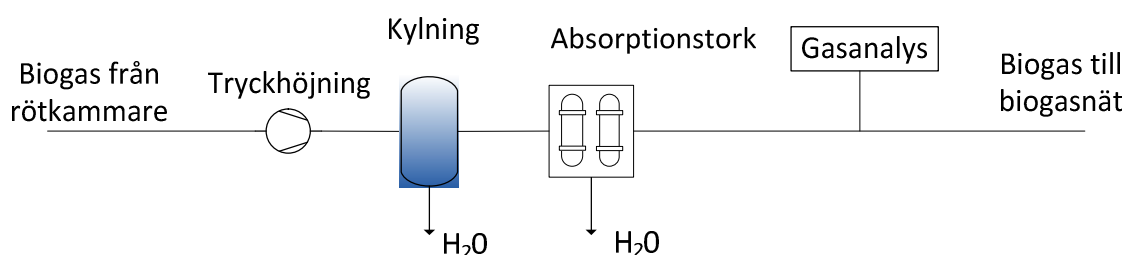
¹² Wiberg, M. Griab. 2010-11-11.

¹³ Hedman, A. Länsstyrelsen. Skåne. 2010-02-21

3.2 RÅGASNÄT

3.2.1 Tryckhöjning av rågas till rågasnät

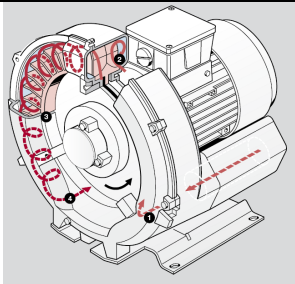
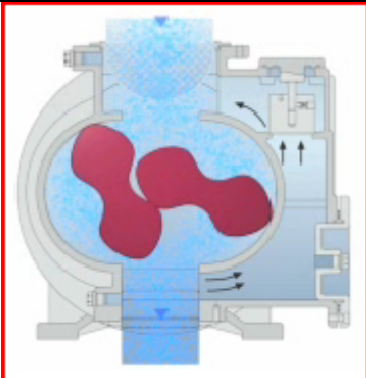
För inmatning av biogas till ett lokalt rågasnät krävs tryckhöjning samt torkning och gasanalys. Figur 7 visar schematiskt uppbyggnaden av ett sådant gassystem. Gasen torkas genom kylning samt med en absorptionstork med ett absorptionsmaterial som fylls på kontinuerligt. Gasen torkas ned till en daggpunkt då isbildning inte kan uppstå i det lokala gasnätet. En utrustning måste även finnas för att analysera flöde och gaskvalitet.



Figur 7: Gassystem vid gården för inmatning till lokalt gasnät

Vid varje lantbruk tryckhöjs biogas in till rågasnätet. I första hand är det aktuellt med en sidokanalfläkt, blåsmaskin eller klokompressor. Dessa tekniker finns i ett stort antal modeller för tryckluft, men alla dessa är inte ATEX certifierade. I Tabell 4 visas en sammanställning över de ATEX godkända alternativ för de minsta gasflöden som finns på den svenska marknaden.

Tabell 4: Alternativ för tryckhöjning av rågas beroende på tryck och gasflöde

Typ	Sidokanalfläkt	Blåsmaskin	Klokompressor
Funktion			
Lämpligt arbetstryck mbar(ö)	200 - 300	600 - 700	1700
Gasflöde Nm ³ /h	10 - 20	300 - 600	40 - 90
El kWh/Nm ³	0,04	0,05	0,05
Investeringskostnad kr	30 000	220 000	100 000

3.2.2 Gasledningar

3.2.2.1 Ledningstyper

För distribution av rågas är det i första hand aktuellt med gasrör i materialet polyeten (PE). Gasrören indelas i de två olika polyetenkvaliteterna PE80 och PE100, där PE100 har en något högre brottspänning (MRS¹⁴ 10,0 MPa istället för MRS 8,0 MPa), är styvare och har högre densitet än PE80. Därmed kan PE100 levereras i högre tryckklasser upp till PN10. För rågasnät är det dock aktuellt med tryckklassen PN4¹⁵, med högsta tillåtna driftstryck 4 bar(ö) och då räcker PE80. Rör i PE80 är något mjukare än PE100. Således är det särskilt under vintertid enklare att hantera gasrör i materialet PE80 i ring för nedplöjning. En lista över lämpliga gasrör till rågasnät visas i Tabell 5.

Tabell 5: Exempel på gasrör till rågasnät

			Typ
Gasrör	SDR ¹⁶	ytterdiameter (mm)	
PE 80	11	63	Rulle 50 m
PE 80	11	90	Rulle 50 m
Pe 100	17	125	10 m
PE 100	17	140	10 m
PE 100	17	160	10 m

3.2.3 Ledningsdimensionering

Det är många faktorer som påverkar tryckfallet. Utöver ledningens dimension och gasflöde påverkar även ledningens material och hur ledningen är lagd med böjar och övergångar mellan dimensioner hur stort det förväntade tryckfallet blir. Faktorer som påverkar dimensionering av gasledningar visas i Tabell 6.

¹⁴ MRS – Minimum Required Strength. Lägsta tillåtna spänning som materialet ska tåla vid konstant belastning i 50 år.

¹⁵ PN – Pressure Nominell

¹⁶ SDR – Standard Dimension Ratio. ytterdiameter / vägg tjockleken

Tabell 6: Dimensionering av gasledning

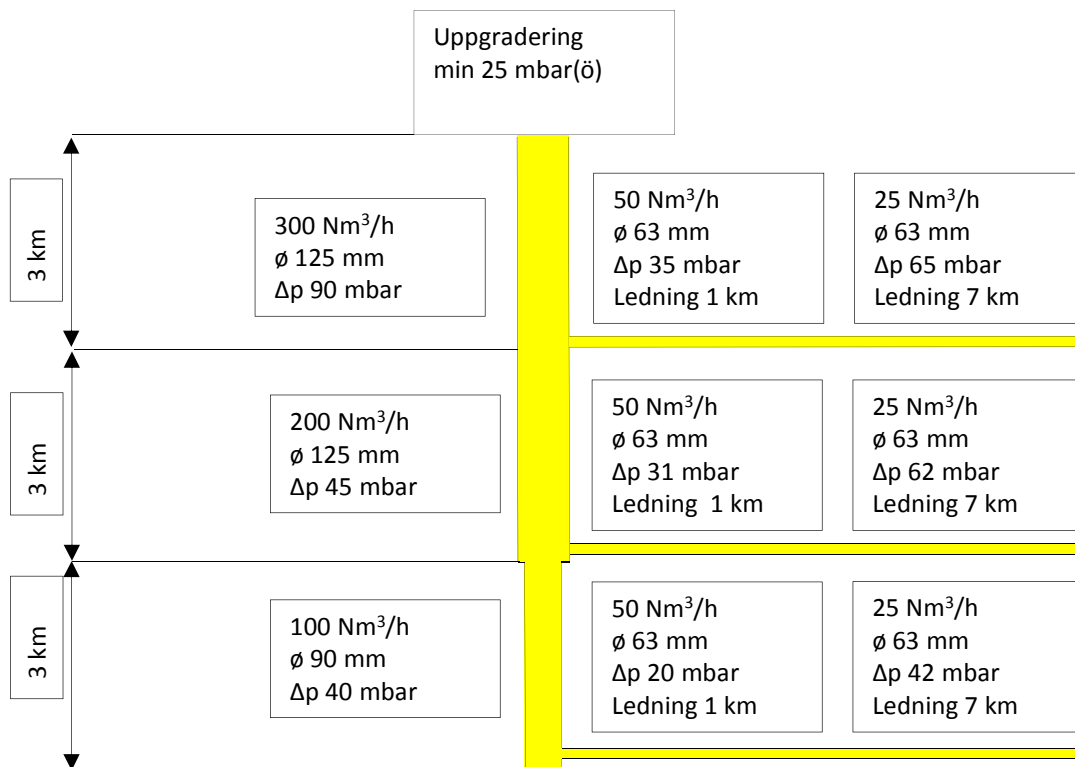
Påverkande faktor	Kommentar
Tryck	Ett högre gastryck gör att mer gas kan transporteras i en ledning med en viss diameter.
Ledningens längd	Det blir ett tryckfall per längdenhet. Ju längre ledning desto större dimension eller ökat tryck behövs för att transportera gasen till den andra ändan
Gasflödet	Den aktuella volymen gas som ska transporteras vid en viss temperatur och ett visst tryck.
Gashastighet	Vid dimensionering av gasledningar väljs en rördiameter normalt så att gashastigheten alltid är mindre än 20 m/s.

3.2.4 Exempel på rågasnät med sidokanalfläktar

För dimensionering av gasledning antas att biogasflödet från respektive lantbruk som mest är 25 Nm³/h och att 12 biogasanläggningar förser en uppgraderingsanläggning med 300 Nm³/h rågas vid minsta tryck 25 mbar(ö).

I Figur 8 visas ett exempel för ett rågasnät¹⁷ där varje producent matar in biogas med en sidokanalfläkt med arbetstryck 200-300 mbar(ö). Det antas att en 9 km lång stamledning byggs som går förbi huvudparten av gasleverantörerna (6 st). Därtill finns möjlighet för att bygga på med anslutande mindre gasledningar om 8 km längd vardera, med en gård 1 km in från stamledningen och en annan 8 km ifrån. Gasledningens totala längd om 33 km motiveras av behovet för att täcka ett område inom vilket det finns 12 st gårdar med tillräcklig kapacitet för att röta upp till 25 Nm³/h. De biogasanläggningar som ligger längst bort från uppgraderingsanläggningen matar in biogas med trycket 250 mbar(ö), medan de som exempelvis matar in biogas direkt i anslutning till uppgraderingsanläggningen endast behöver mata in biogas med trycket 25 mbar.

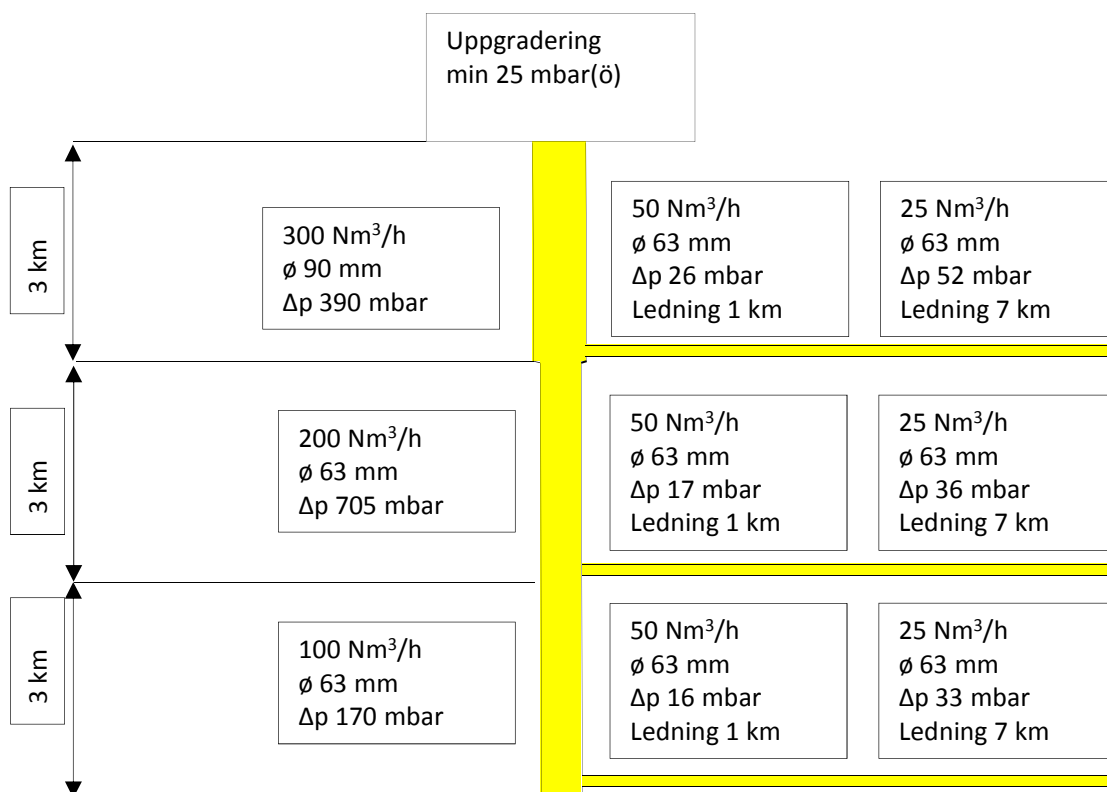
¹⁷ Beräkningar gjorda med hjälp av <http://www.pipeflowcalculations.com/pressuredrop/>



Figur 8: Exempel på rågasnät med sidokanalfläktar som matar in biogas

3.2.5 Exempel på rågasnät med klokompressor

visar ett rågasnät där klokompressorer matar in biogas med trycket 1700 mbar(ö). Det högre trycket i jämförelse med om sidokanalfläktar matar in biogas gör att ledningsdimensionerna kan tillåtas vara lägre. Huvudparten av stamnätet kan läggas med 90 mm gasledning, vilken finns tillgänglig på rulle.



Figur 9: Exempel på rågasnät med klokompresorer

3.2.6 Gasens kvalitet och systemlösningar

3.2.6.1 Torkning av rågas

Rågasen behöver innan inmatning på gasnätet torkas för att problem med kondensation av vatten ska undvikas. En daggpunkt på -5°C eller lägre bör räcka med tanke på att temperaturerna i marken på ledningsdjup sällan blir lägre.

Det första steget i torkningen är kylning av rågasen på grund av den stora temperaturökning som sker vid kompressionen upp till inmatningstryck. Kylningen sker med hjälp av värmeväxlare och en stor del av gasens vatten kommer under processen kondenseras ut. Kondensationen sker dock bara ner till en daggpunkt till runt 5°C varför också en absorptionstork är nödvändig med vilken daggpunkten kan sänkas till -8° . Denna teknik är den som idag nästan uteslutande används vid biogas- och deponianläggningar i Sverige.¹⁸

Spillvärmen från kylanläggningen går att återanvända för att värma upp gasen innan den matas in på gasnätet. Därmed kan risken för kondensation undvikas ytterligare.¹⁹

¹⁸ Berg, T. Tommy Bergs Tryckluft AB. 2011-09-21

¹⁹ Leicht, M. Extevent AB. 2011-10-12.

Anordningen kan förväntas kosta totalt 100 000 kr där halva kostnaden är för kylanordningen (50 000 kr) och den andra halvan absorptionstorken (50 000 kr), förutsatt att 25 Nm³/h gas skall torkas. I dessa siffror är inte installationskostnader medräknade. Totalt kräver kylanordningen och absorptionstorken 1- 1,5 kW.²⁰

Vid det befintliga rågasnätet vid Viken i Falköping torkas gasen dock endast genom kylning ner till en daggpunkt kring 2-3°C då det anses att det sällan blir kallare i gasledningen. På sommaren kan daggpunkten höjas till cirka 6°C.²¹

3.2.7 Analys av kvalitet och flöde

Mätning av biogasflödet, metan-, vatten-, svavel- och syrehalt bör ske innan imatning till rågasnätet. Genom mätning av flödet och metanhalt beräknas hur mycket metan som respektive anläggning tillför det gemensamma nätet. Beroende på hur exakta mätningar av flödet som är önskvärt kan en massflödesmätare eller en volymflödesmätare användas där den senare ger mer exakta mätningar.

Då svavelrening är förknippade med kostnader vid den gemensamma uppgraderingsanläggningen är det också intressant att känna till dessa nivåer.

Vatten- och syrehalten bör kontrolleras dels för att undvika kondensation i rörledningarna och dels för att kontrollera att inget läckage eller risk för explosion föreligger.

Ett alternativ är att ha en central enhet för gasanalys för kontinuerlig mätning av vatten-, syre- och svavelhalt som varnar om någon av halterna blir för hög varefter man därefter kan avläsa halterna manuellt vid respektive inmatningstation. Detta system kan dock av tillsynsmyndigheten anses alltför otillförlitligt, då det finns en risk för att en explosiv blandning matas in till gasnätet utan att ventiler slår ifrån automatiskt. För att helt undvika risken för inmatning av luft till rågasnätet krävs kontinuerlig mätning av syrehalten med återkoppling till ventiler som sluter till inloppet till rågasnätet då gaskvaliteten inte är den rätta.

Mätningssinstrumenten för manuell avläsning av metan-, vatten-, svavel- och syrehalt kostar 25 000- 30 000 kr, de för central och kontinuerlig mätning är något dyrare. Flödesmätare kostar 30 000- 40 000 kr eller 50 000- 60 000 kr beroende om man vill ha en massflödesmätare eller en volymflödesmätare, där den senare som tidigare nämnt ger mer exakta mätningar.²²

3.2.8 Avsvavling före uppgradering

För de flesta typer av uppgraderingstekniker av biogas krävs en svavelhalt under 100 ppm. Dock är inte avsvavling nödvändig för gasnätets skull, då gasen innan inmatning torkas och de syror som normalt uppstår vid reaktion mellan vatten och svavelväte då inte sker.

²⁰ Berg, T. Tommy Bergs Tryckluft AB. 2011-11-21.

²¹ Carlsson, H. Göteborg Energi. 2011-10-12.

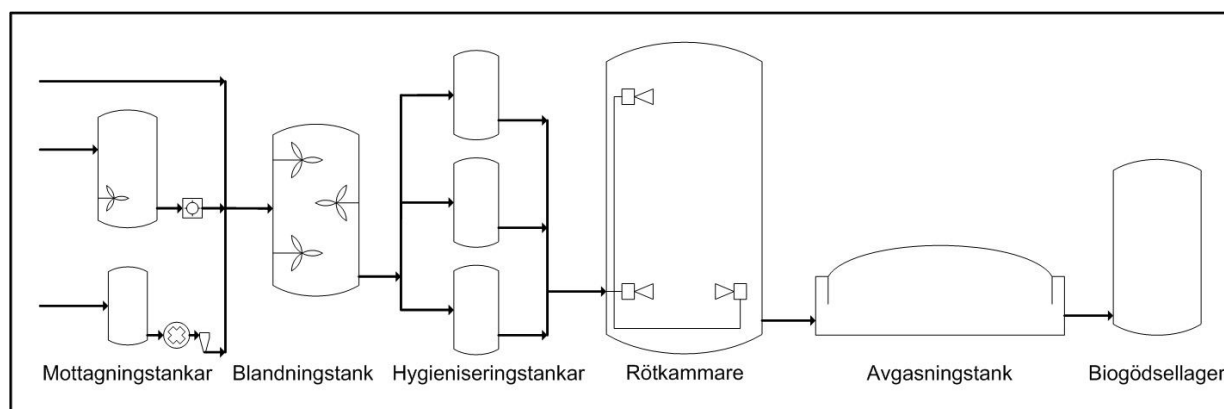
²² Leicht, M. Extevent AB. 2011-09-22

För avsvavling tillsätts normalt en järnkloridlösning till rötammaren. Lösningen består i huvudsak av en tredjedel trevärt järn i form av järnklorid (FeCl_3) och två tredjedelar vatten samt en mindre mängd saltsyra.²³ För mindre biogasanläggningar levereras järnkloridlösningen i form av IBC- tankar om vardera 800 liter. Via en suglans ansluts IBC- tanken till en doseringspump och lösningen pumpas sedan in i pumpbrunnen där den blandas med substratet. Järnkloridlösningen är frätande och bör därför förvaras skyddat så att spill undviks. Vidare bör pumpen vara installerad så att den omgivande temperaturen alltid är över 0°C. Förvaring av pump och IBC-tank under tak alternativt i en container är därför klokt.

3.3 BIOGASANLÄGGNING

3.3.1 Centraliserad fordonsgasproduktion

Centraliserad rötning av gödsel från flera gårdar kräver vanligen hygienisering av substratet till 70 grader C° i 1 timme eller 50 grader C i 6-10 timmar beroende av substrat. De fasta och flytande substraten töms i en mottagningsficka med omrörare och en eventuell grov sönderdelare, enligt figur 10. Efter omrörning pumpas blandningen till en macerator där materialet finfördelas. I blandnings- eller omrörningstanken kan substratet spädas med vatten om det är nödvändigt innan det går via värmeväxlarna till hygienisering. En panna krävs för att värma substratet till rätt temperatur. Efter hygienisering pumpas substratet till rötammaren. Gasen uppgraderas och komprimeras innan tankning. Gasen kan också distribueras till ett närliggande naturgasnät, men då måste bland annat propan tillsättas, för att gasen skall få tillräckligt högt energiinnehåll. Gasen lagras i ett gaslager som är kopplad till en fackla. I Figur 10 är det en rötammare och en efterrötningstank för att utnyttja mer av substratets gaspotential. Rötresten måste därefter lagras, vilket även gäller för gårdsanläggningar.



Figur 10: Principskiss över flödesschema för centraliserad rötning med hygieniseringssteg och värmeväxlare.

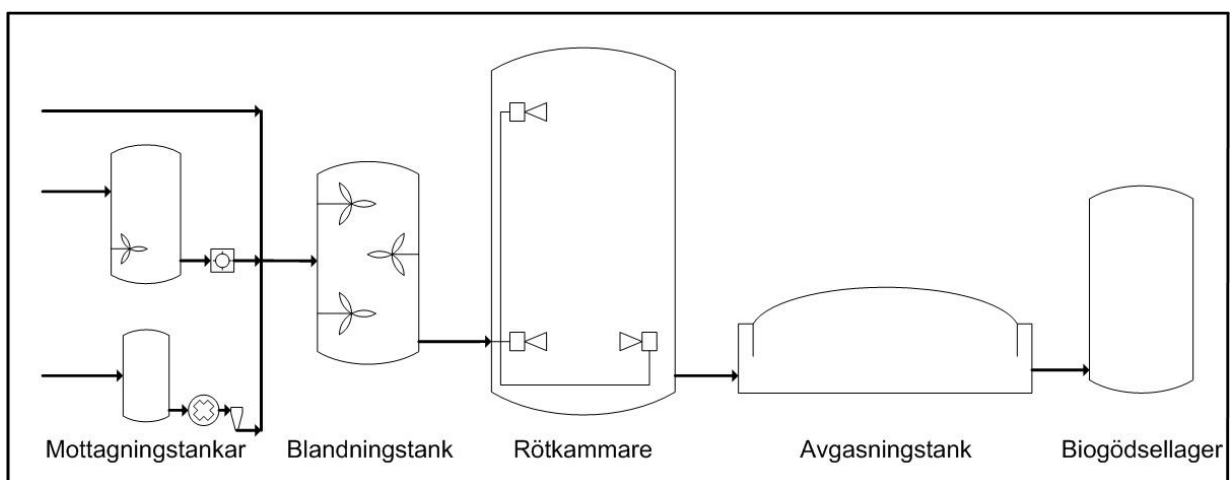
²³ Elkem Säkerhetsdatablad, järnkloridlösning

I detta system så tillkommer en kostnad för hygienisering av exempelvis gödsel. En av de stora fördelarna med centraliserad produktion är att uppgradering av gasen kan ske i anslutning till biogasanläggningen och att ett effektivt förbehandlingssteg kan byggas ut så att torrare substrat som energigrödor, fastgödsel och eventuellt mat/industriavfall kan nyttjas i större utsträckning. Drift- och underhållskostnader är också vanligtvis lägre vid en centraliserad organisation.

3.3.2 Decentraliserad biogasproduktion

En av de stora fördelarna med denna typ av produktion är att substratet (gödsel, foderspill, blast, mm) inte behöver förflyttas några längre sträckor och att hygienisering av exempelvis stallgödsel inte är nödvändig om rötning och spridning sker på den egna gården. Om gödsel däremot tas emot från andra gårdar kan det bli nödvändigt med hygienisering om inte rötresten återförs till de så kallade leverantörerna av stallgödsel (www.jordbruksverket.se). Rågasledningar, för att koppla ihop de olika rötkamrarna, tillkommer dock som en betydande kostnadspost.

Användning av större mängder torrare substrat som energigrödor och fastgödsel blir också problematiskt i en mindre anläggning eftersom ett förbehandlungssystem krävs och därmed stiger investeringskostnaderna för de enskilda anläggningarna. För att kunna jämföra de två systemen kommer gårdsanläggningarna att konstrueras så att de kan ta emot torrare substrat.

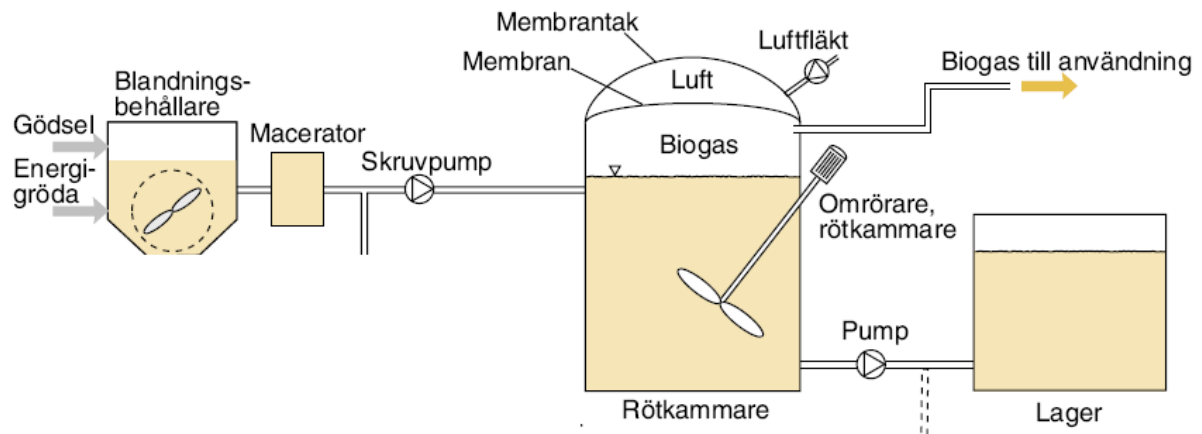


Figur 11: Principskiss över flödesschema för decentraliserad rötning utan hygieniseringssteg och värmeväxlare.

3.3.2.1 Komponenterna i en gårdsanläggning

Figur 12 visar huvudkomponenterna i en enklare biogasanläggning (gårdsanläggning) för våtrötning. Substratet blandas i en blandningsbehållare och finfördelas i en skärande eller sönderdelande pump innan pumpning till rötkammaren sker. Substratblandningen måste värmas till 37 grader C vid mesofil rötning. I rötkammaren bildas biogasen som huvudsakligen består av metan (60-65 %) och koldioxid, vattenånga och svavelväten. Det rötade substratet

lagras i ett lager längst till höger i Figur 12 och biogasen leds vidare till uppgradering med eventuell tankstation.



Figur 12: Gårdsanläggning med blandningsbehållare och macerator²⁴.

Det finns ännu enklare gårdsanläggningar som är flytgödselbaserade och inte har förbehandlingssystemet (macerator och blandningstank). Från en lagringsbehållare pumpas istället flytgödseln direkt till rötkammaren och värms upp i rötkammaren med hjälp av värmeslingor eller annan utrustning. Efter rötning pumpas rötresten till ett lager (efterrötkammare) och gasen blir ofta el och värme.

3.4 FORDONSGASPRODUKTION

För att generera fordonsgaskvalitet från biogas krävs rening för att avskilja koldioxid och andra oönskade ämnen i rågasen. I princip är det små skillnader mellan uppgradering via ett rågasnät och uppgradering i anslutning till en centraliserad biogasproduktionsanläggning.

3.4.1 Gaskvalitet

I Sverige används idag i huvudsak tre gaskvaliteter till gasbilar. Det är uppgraderad biogas, naturgas från Danmark och importerad naturgas i flytande form som LNG. Uppgraderad biogas indelas i typ A och typ B, där typ A är det intervall som krävs för motorer utan reglerbart luftintag. Tabell 7 visar en översiktlig sammanställning över gaser som används till fordon i Sverige idag.

²⁴ Från Edström och Norberg, 2007

Tabell 7: Gassammansättning i uppgraderad biogas, naturgas och LNG

Typ	Beteckning	Enhet	Uppgraderad biogas, typ A	Uppgraderad biogas, typ B	Dansk naturgas	LNG ²⁵
Metan	CH ₄	vol-%	96 – 98	95 - 99	90	94
Etan	C ₂ H ₆	vol-%	0	0	6	4
Propan	C ₃ H ₈	vol-%	0	0	2	1
Tyngre kolväten		vol-%	0	0	1	0,5
Kväve + Koldioxid + Syre	N ₂ + CO ₂ + O ₂	vol-%	2 - 4	1 - 5	1	0,5
Undre värmevärde	H _u	kWh/Nm ³	9,6 – 9,8	9,5 – 9,9	10,9	10,4

Försäljning och handel med uppgraderad biogas som fordonsbränsle görs idag genom att hänvisa till Svensk Standard för biogas som bränsle till snabbgående ottomotorer, SS 15 54 38. En utförligare beskrivning av kvalitetskrav på biogasen enligt denna standard visas i Tabell 8.

Tabell 8: Krav på biogas för fordonsdrift enligt SS 15 54 38

Typ	Enhet	Krav Typ A	Krav Typ B
Metan, CH ₄	vol-%	96 - 98	95 - 99
Dagdpunkt vid maxtryck (°C), t = lägsta månadsvisa dygnsmedeltemperatur	°C	t - 5 (dock högst - 9 °C vid 200 Bar)	t - 5 (dock högst - 9 °C vid 200 Bar)
Oktantal, min	-	130	130
Vattenhalt, max	mg/Nm ³	32	32
Halt CO ₂ + O ₂ + N ₂ , max	vol-%	4,0	5,0
Varav O ₂ , max	vol-%	1,0	1,0
Total svavelhalt, max	mg/Nm ³	23	23
Total halt kväveföreningar (exkl. N ₂) i NH ₃ -ekv., max	mg/Nm ³	20	20
Max partikelstorlek	µm	1	1

Enligt SS 15 54 38 skall fordonsgas som når förbrukare, det vill säga tankas av ett fordon, vara odoriserad så att en gasblandning med luft som uppgår till högst 20 % av undre brännbarhetsgränsen kan uppfattas av en person med normalt luktsinne.

Bilar som drivs med gas inom EU är utsläppscertifierade vid provdrift med referensgaserna G20 och G25 för uppfyllande av gällande utsläppskrav, vilket täcker ett spann från 86 – 100 vol-% metanhalt. I SGC rapport 229 föreslås att Svensk Standard för biogas som fordonsbränsle kompletteras med en fotnot om att uppgradering upp till 86 vol-% metan är tillräckligt för biogas som inte säljs publikt. Vid publik försäljning förordas emellertid en högre metanhalt för att erhålla så lång körsträcka som möjligt.²⁶

²⁵ Gasnor

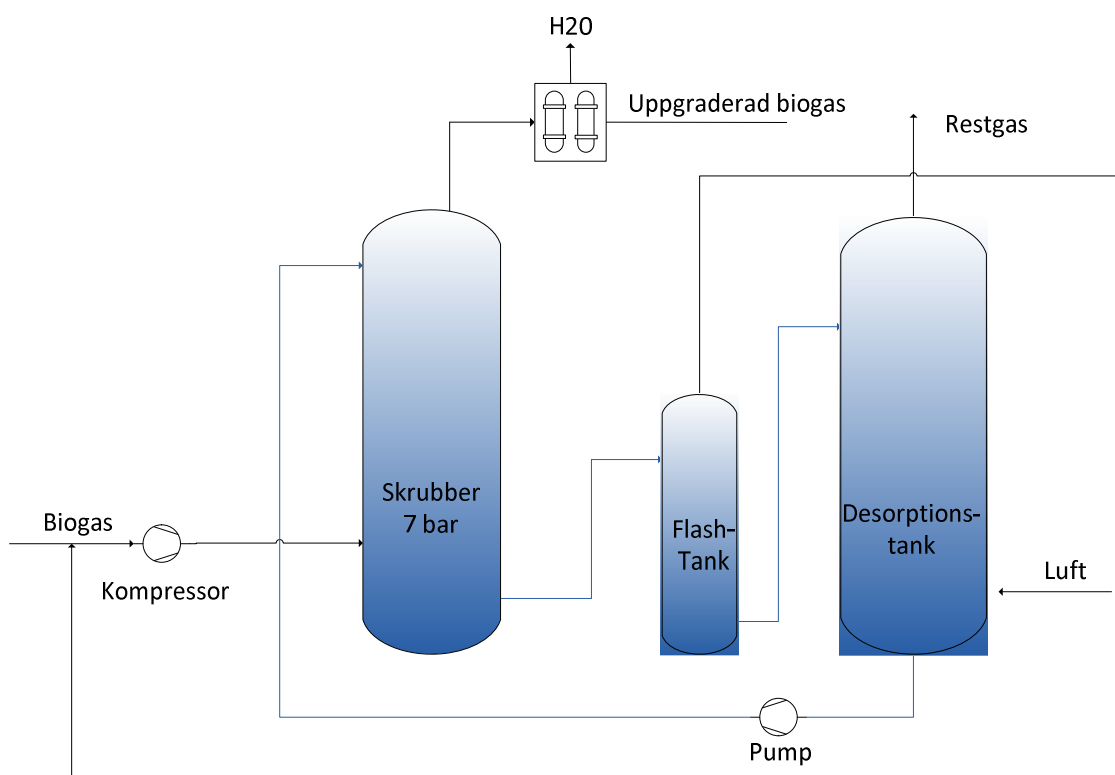
²⁶ SGC rapport 229, April 2011.

3.4.2 Konventionella uppgraderingstekniker

För uppgradering av biogas till fordonsgaskvalitet enligt Svensk Standard används idag vattenskrubbteknik, PSA-teknik och kemisk absorptionsteknik.

3.4.2.1 Vattenskrubbteknik

Vattenskrubbtekniken, även kallad vattenabsorption, är den vanligaste uppgraderingstekniken i Sverige. Vattenskrubbtekniken utnyttjar att koldioxid löser sig bättre i vatten än vad metan gör. I Figur 13 visas tekniken schematiskt.



Figur 13: Vattenskrubbteknik

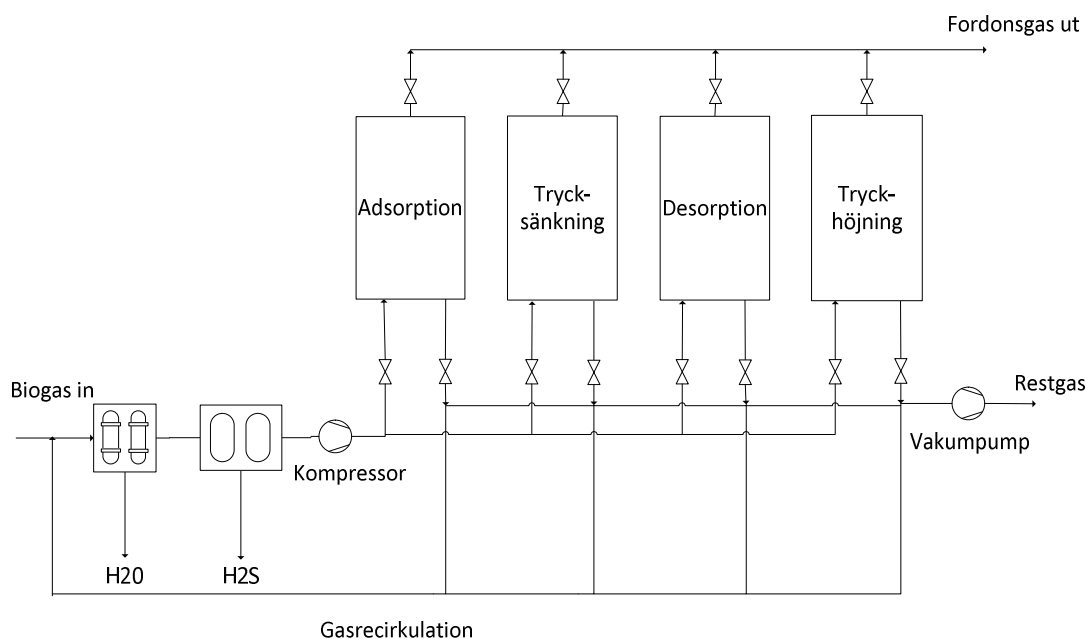
Som visas Figur 13 höjs trycket på biogasen till omkring 7 bar varefter den leds in i botten av en skrubber, även kallad absorptionskolonn. Biogas möter ett motriktat vattenflöde i skrubbern varefter koldioxid och svavelväte löser sig i vattnet. Vid trycket 7 bar är lösligheten av koldioxid i vatten markant större än lösligheten för metan, som därför leds ut i toppen av skrubberkolonnen som uppgraderad gas.

En del av metanen löser dock sig i vattnet och för att undvika metanförluster och metanutsläpp, med negativ miljöpåverkan som följd, förs det koldioxidmättade vattnet till en flashkolonn. I flashkolonnen trycksänks vattnet varefter den största delen av den lösta metanen frigörs från vattnet och kan återföras till rågasens inlopp. Vattnet leds därefter vidare till desorptionskolonnen där det möter ett luftflöde så att koldioxid och svavelväte drivs ut från vattnet. Vatten återförs därefter återigen till skrubbern.

Svavelväte som följer med restgasen ut i luften kan orsaka luktproblem. Dessa problem kan undvikas genom att tillsätta järnklorid till rötningsprocessen, se stycke 3.2.8, eller genom att låta restgasen passera ett kolfilter eller termisk oxidering.

3.4.2.2 PSA - Pressure Swing Adsorption

PSA-tekniken är baserad på att biogas strömmar genom ett kärl som är fyllt med aktivt kol som adsorberar metan och koldioxid olika starkt. Det aktiva kolet adsorberar under förhöjt tryck koldioxid men inte metan som därigenom passerar förbi och på toppen av kärlet kommer gas med ett metaninnehåll på ca 97 %. När det aktiva kolet i ett kärl nästan är helt mättat på koldioxid leds biogasen om och samma steg börjar nu i ett annat kärl. Samtidigt börjar en trycksänkning i det första kärlet genom tryckutjämning med ett redan tomt kärl följt av trycksänkning genom tryckutjämning med ingående rågasflöde. Till sist pumpas koldioxid ut från kärlet med en vacuumpump. Se principskiss över en PSA – anläggning i Figur 14.

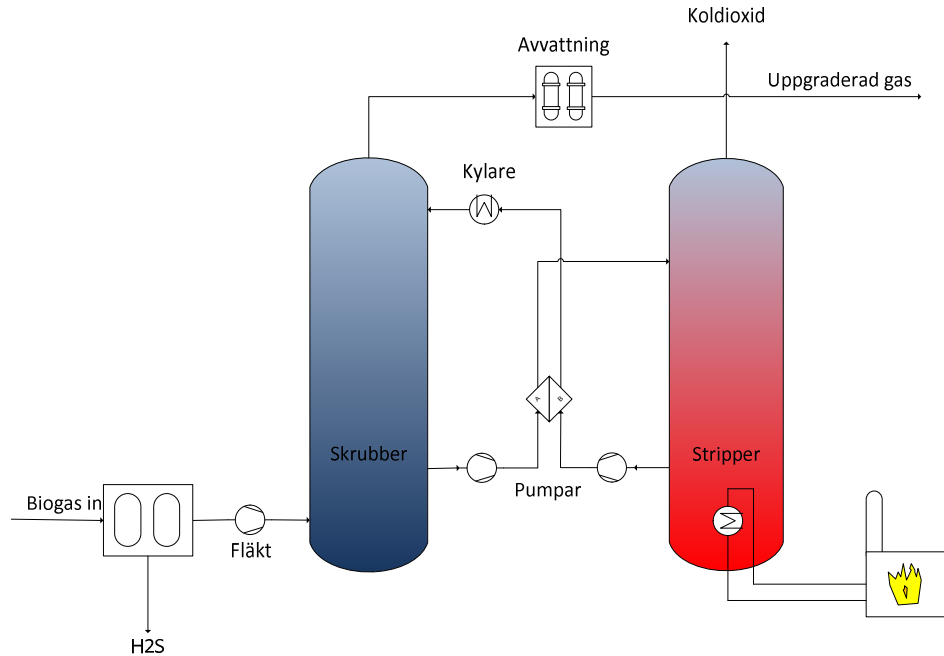


Figur 14: Uppgradering med PSA – teknik

3.4.2.3 Kemisk adsorption

Kemisk adsorption låter, precis som vattenskrubbertekniken, biogasen som skall renas möta ett motsatt vätskeflöde i en skrubber. Skillnaden är dock att kemisk adsorptionsteknik inte använder sig av vatten utan en kemikalie som absorptionsmedel. Ett flertal kemikalier för avskiljning av koldioxid används och vanligast förekommande är olika typer av etylaminer. Kemikalierna som används i reningsprocessen regenereras genom upphettning av absorptionsvätskan med hjälp av ånga eller vatten med en temperatur runt 140°C. Koldioxiden löser vid dessa temperaturer ut sig och avgår från vätskan med den ånga som bildas inuti desorptionskolonnen, även kallad stripper.

Etylaminen reagerar inte med metan, vilket innebär att endast koldioxid avskiljs och därmed sker inga metanförluster. I Figur 15 visas tekniken schematiskt.



Figur 15: Kemisk adsorption

3.4.2.4 Jämförelse mellan konventionella uppgraderingstekniker

Vattenskrubbertekniken och PSA-tekniken är på flera sätt lika varandra, så som utgående tryck och elanvändning. Dock har vattenskrubbertekniken något lägre metanförluster jämfört med PSA – teknik. Uppgradering med kemisk absorption har lägre elförbrukning och ringa metanförluster, samtidigt som det åtgår mycket värmeenergi till regenerering av absorptionskemikalierna. Om avsättning för 55°C spillvärme finnes kan upp till 80% av den ingående värmen dock återanvändas.

En jämförelse mellan de konventionella uppgraderingsteknikerna visas i Tabell 9.

Tabell 9: Jämförelse mellan vattenskrubberteknik, PSA och kemisk absorption				
	Vattenskrubber ²⁷	PSA ²⁸	Kemisk absorption ²⁹	
Kapacitet	0 – 2 400 ³⁰	i.u.	0 – 3 400 ³¹	Nm ³ /h biogas
El	0,3	0,3	0,13	kWh/Nm ³ biogas
Värme	0	0	0,65	kWh/Nm ³ biogas
Utgående gastryck	5 - 9	5 - 7	4	bar (ö)
Metanförluster	< 1	< 2	0,1	vol-%
Vattenåtgång	0,1 - 1	0	0	liter/Nm ³ biogas
Renhet uppgraderad gas	SS 15 54 38	SS 15 54 38	SS 15 54 38	

²⁷ Värmeforsk, rapport SYS08-808

²⁸ SGC Rapport 142

²⁹ Värmeforsk, rapport SYS08-808

³⁰ Sätt rull på miljömålen, informationsbroschyr från Greenlane Biogas AB

³¹ Lackebywater.se. 2011

4 KOSTNADSBEDÖMNING

Den huvudsakliga principiella skillnaden mellan centraliserad och decentraliserad (gårdsbaserad) biogasproduktion är, som nämnts ovan, hanteringen av substratet och rötresten. Centraliserad biogasproduktion innebär ett omfattande transportarbete som i många fall kan undvikas vid gårdsbaserad produktion. Däremot tillkommer kostnaden för distribution och hantering av rågas vid decentraliserad fordonsgasproduktion.

De beräknade kostnaderna för dessa två fordonsgasproduktionssystem redovisas nedan. Kostnadsberäkningarna bygger på ett fiktivt exempel med 100 000 ton gödsel (det motsvarar ca 18 GWh om andelen fastgödsel/foderrester uppgår till 10 %) som antingen rötas i en central anläggning eller i ett stort antal mindre anläggningar som hanterar 5000 ton, vilka kopplas samman i ett rågasnät. Längden på rågasnätet är satt till 33 km eftersom gårdarna ligger relativt tätt. Det genomsnittliga transportavståndet för centraliserad rötning är satt till 15 km (enkel fågelväg). I Tabell **10** visas grundförutsättningar för kalkylerna i detta kapitel.

Tabell 10: Förutsättningar för de ekonomiska biogas- och fordonsgasproduktionsberäkningarna

El	0,5	kr/kWh
Värme	0,5	kr/kWh
Drifttid	8 400	h/år
Personal	600 000	kr/år
Ek. livslängd	15	År
Kalkylränta	5	%
Överkapacitet	15	%
Oförutsett	10	%

Rötning

Värmebehov central rötning	0,045	kWh värme/kWh biogas
Värmebehov decentral rötning	0,15	kWh värme/kWh biogas
Elbehov rötning	0,20	kWh el/Nm ³ biogas
Elbehov uppgradering	0,3	kWh/Nm ³ biogas
Gasutbyte (flytgödsel)	23	Nm ³ biogas/ton vv
Gasutbyte (fastgödsel)	200	Nm ³ biogas/ton vv
Järnklorid	0,0086	kr/kWh biogas
Beställarens projektkostnad	10	% av investering

Uppgradering

Elbehov	0,300	kWh el/Nm ³ biogas
Vattenbehov	0,5	liter/Nm ³ biogas
Odorisering	0,0013	kr/Nm ³ produktgas
Metanhalt i uppgraderad gas	97	%
Metanförlust	1	vol-%
Beställarens projektkostnad	5	% av investering

4.1 DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

En genomsnittlig mjölkgård i Sverige har cirka 70 kor. Varje ko inklusive rekrytering genererar ungefär 25 ton gödsel per år³², vilket ger totalt 1 750 ton gödsel. Det är idag inte lönsamt att producera biogas med så ”små” mängder gödsel. Med aktuella energipriser krävs det en gård på minst 200-300 mjölkcor (eller rötning med gödsel från flera gårdar) för att rötning ska vara ett realistiskt alternativ. Det innebär cirka 5 000 ton gödsel (substrat).

De ekonomiska förutsättningarna för att producera biogas i liten skala på gårdsnivå är trots allt vanskliga, även om substratmängderna skulle överstiga 5 000 ton per år. En del leverantörer påtalar även detta, men en ännu större anläggning skulle innebära att stora mängder gödsel kommer att behöva transporteras (för en genomsnittlig mjölkgård) och då ställs även helt andra krav på exempelvis hygienisering och miljötillstånd. Därför har beräkningar gjorts på ovanstående substratmängder för att möjliggöra rötning på gårdsnivå.

³² Gödsling och kalkning, 2010.

För närvarande finns det för lantbrukarna ett biogasstöd enligt LBP (Landsbygdssprogrammet) på 30 % av investeringen eller maximalt 1,8 Mkr. Beräkningarna visar en produktionskostnadskalkyl med och utan LBP-stöd på 30 % av kostnaden eller max 1,8 Mkr.

Det finns även ett förslag från Energimyndigheten³³ på ett metanreduceringsstöd från gödselbaserad biogasproduktion på 0,20 kr/kWh. Det skulle innebära helt andra premisser för småskalig biogasproduktion. Eftersom denna subvention inte är implementerad än kommer beräkningarna inte att beakta detta stöd.

Investerings- och driftkostnaderna i kalkylerna bygger på offerter, tidigare utredningar och erfarenheter samt uppgifter från befintliga gårdsanläggningar

4.1.1 Investering

De absolut billigaste och enklaste gårdsbaserade biogasanläggningarna innebär en investering på 2,7-4 Mkr för flytgödsel från 100-300 mjölkkor (www.gotenegardsgas.se). I det priset ingår ej eventuella utredningar, geundersökningar, markarbete, fundament, rötrestlager, förbehandlingssystem (blandningstank för torrare material med omrörare), infrastruktur såsom el, vatten, avlopp och eventuell tillfartsväg. I denna utredning består en andel av substratet av torrare material som fastgödsel. Det krävs således att gårdsanläggningen utrustas med ett enklare förbehandlingssteg så att även dessa material kan rötas.

Swedish Biogas International (SBI)³⁴ har gett en muntlig kostnadsuppskattning att det behövs en reaktorvolym på 500 m³ med 30 dagars uppehållstid för 5000 ton gödsel per år. Investeringskostnader är ungefär 4 miljoner kronor då man väljer en energieffektiv anläggning med lägre driftkostnader. Det går att få billigare anläggningar, neremot 3 MSEK, men på bekostnad av högre driftkostnader. I priset ingår ej lager. Tanken är att nyttja befintliga gödselbrunnar. SBI uppskattade energiförbrukningen till ca 10 % av den producerade mängden biogas. Underhållskostnaden per år är ca 50-60 000 kr och arbetare i driften behövs ca 1-2 timmar om dagen³⁵.

Andra leverantörer av gårdsanläggningar som kontaktats för prisuppgifter är: Bygglant, Bigadan och Läckby Water.

Eftersom förutsättningarna varierar från plats till plats kan det vara svårt att säga något generellt om byggkostnaderna. Sammantaget kan dock sägas att en anläggning under 4 Mkr som klarar av torrare substrat inte finns att tillgå på marknaden.

³³ Metanreduceringsstöd, 2010. http://beta.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Forslag/Motioner/Metanreduceringsstod-for-biogasproduktion-fran-godsel_GZ02MJ405/?text=true. www.riksdagen.se

³⁴ Erjeby, E. SBI. 2011-05-25

³⁵ Erjeby, E. SBI. 2011-05-25

Tabell 11 visar en total investeringskostnad på 5,6 Mkr för en gårdsanläggning med alla kringkostnader såsom markarbete, el och VA. Anläggningen hanterar totalt 5 000 ton substrat per år, varav 500 ton fastare material.

Tabell 11: Investeringskalkyl för en gårdsanläggning som hanterar 5 000 ton substrat/år

Anläggningsentreprenad	4100	kkkr
Rötresterlager*	0	kkkr
Transformator och kraftmatning	100	kkkr
Adm, projektering, förfrågan och upphandling bygg o mark	50	kkkr
Markarbete, fundament, hårdgörning av ytor	200	kkkr
VA	150	kkkr
Besiktning	40	kkkr
Summa	4840	kkkr
Oförutsett, 10 %	484	kkkr
Totalentreprenadsarvode, 7 %	338	kkkr
Totalt uppskattad investeringskostnad	5460	kkkr
Totalt uppskattad investeringskostnad med LBP-stöd	3660	kkkr

* Befintlig gödselbrunn nyttjas

Med LBP-stöd hamnar investeringen på just under 4 MSEK, enligt tabell 12. Kostnaderna för anläggningsentreprenaden ligger på ca 4 MSEK, men med alla kringkostnader stiger den totala kostnaden till över 5,4 MSEK. Det är nästan 35 % mer än de budgetofferter som tagits in. Huvudorsaken till den stora prisskillnaden är att många av de offerter som mottagits inte tagit hänsyn till relativt omfattande infrastruktursatsningar, markarbeten och lager som i många fall är nödvändiga. Med mycket goda förutsättningar och eget arbete kan dock denna skillnad mellan anläggningsentreprenaden och faktiskt kostnad vara betydligt lägre, neremot 20 %.

4.1.2 Produktionskostnader

Storleken på investeringen påverkar framför allt kapitalkostnaden i en biogasproduktionskalkyl, medan biogasproduktionskostnaderna tar hänsyn till alla kostnader som rör produktionen, exempelvis drift och underhåll. För att beräkna produktionskostnaden per energienhet måste hänsyn även tas till gasutbytet.

Beräkningarna av biogasproduktionskostnaderna bygger på uppgifter från leverantörer, på drifterfarenheter och uppgifter från befintliga anläggningar.

Tabell 12 visar en kostnadskalkyl för 5000 ton gödsel inklusive fastgödsel. Röt-kammaren är något överdimensionerad och satt till 500 m³, men priset för en röt-kammare på 400 m³ är snarlik. Gasproduktionen är uppskattad till 0,9 GWh/år.

Tabell 12: Produktionskostnads kalkyl för en gårdsbaserad biogasanläggning på 500 m³ inklusive drift och underhåll

Kostnads kalkyl	kr/år
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	520000
Underhåll, service, drift	210000
Personal	88000
Totala kostnader	81000
Produktionskostnad biogas (utan LBU stöd)	0,903 kr/kWh

Utifrån denna gasproduktion blir produktionskostnaden 0,90 kr/kWh rågas utan LBP-stöd. Tabell 13 visar produktionskostnad med LBP-stöd.

Tabell 13: Produktionskostnads kalkyl för en gårdsbaserad biogasanläggning på 500 m³ inklusive drift, underhåll och LBP-stöd

Kostnads kalkyl	kr/år
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	350000
Underhåll, service, drift	210000
Personal	88000
Totala kostnader	640000
Produktionskostnad biogas (med LBP stöd, 30 %)	0,711 kr/kWh

Med LBP-stöd sjunker produktionskostnaden med ca 0,20 kr/kWh och har därför en relativt stor betydelse för ekonomin i verksamheten.

Gasen ska transporteras till en central uppgraderingsanläggning och inte förbrännas på plats i en gasmotor, vilket är den vanligaste metoden för att generera värme och el. En del av den värmen används för uppvärmning av substrat och röt-kammare, vilket inte blir aktuellt om gasen transporteras från gården. Det innebär att det kan tillkomma ytterligare kostnader i form av förbränningspanna. Det är dock så att kostnaderna i dessa kalkyler är relativt väl tilltagna, och ska ett 20-tal anläggningar byggas i ett större projekt kan kostnaderna reduceras något per anläggning, vilket kan lämna utrymme för en sådan investering utan att produktionskostnaden påverkas nämnvärt.

4.2 RÅGASNÄT

De biogasproducerade enheterna eller gårdarna måste kopplas samman i ett gasnät. En lista över lämpliga gasrör till rågasnät och kostnaderna för dessa per meter visas i Tabell 14.

Tabell 14: Exempel på gasrör till rågasnät

			Typ	kr/m ³⁷
Gasrör	SDR ³⁶	ytterdiameter (mm)		
PE 80	11	63	Rulle 50 m	56
PE 80	11	90	Rulle 50 m	112
PE 100	17	125	10 m	144
PE 100	17	140	10 m	179
PE 100	17	160	10 m	234

En översikt över kostnader för ledningsdragning visas i Tabell 15 där även arbetsledning ingår. Tillkommande kostnader är entreprenadarvode, ersättning för ledningsintrång, ledningsrätter, skördeersättning, inmätning och skyltning.³⁸

Tabell 15: Styckkostnader för nedläggning av gasledning³⁹

	kr/m	Övrigt
Grävning, ledningsbädd, fyllning, märkning och återställning, gasrör 63 mm	570	
Varav grävning	423	
Korsande av 1 kabel/kabelknippe		800/1600 kr/st
Friläggning, skyddsanordning och återställande av långsgående kabel/kablar		850/1050 kr/st
Grävning i väg		1350 kr/m ²
Korsande av dräneringsledning		850 kr/st
Jordraket under väg 10 m		1150 kr/m

För långa sträckor skulle nedplöjning av gasledning eller alternativt kedjegräv vara ett alternativ. I praktiken innebär dock plöjning mycket komplikationer. Exempelvis vid korsning av en dräneringsledning i åkermark måste ändå en grävmaskin komma till platsen för att återställa den avgrävda ledningen. På så vis innebär ofta grävning det enda realistiska alternativet. En möjlighet för att underlätta grävning är att lantbrukare själva utför den. En fördel är då att de själva kan hantera hur jordlagren läggs och återställs. Många lantbrukare är nog med sin mark och för att optimera sådden i ett senare skede är det en fördel om de själva hanterar sin förna (översta jordlagret). Det är dock svårt att avgöra hur många lantbrukare som själva har tillgång till arbetskraft och utrustning för att utföra grävning.⁴⁰

³⁶ SDR – Standard Dimension Ratio. ytterdiameter / vägg tjockleken

³⁷ WehoGas PEH Gasrör, bruttoprislista 2009-01-01

³⁸ Nilsson, T. Gas & Värmeteknik AB. 2011-10-21.

³⁹ Nilsson, T. 2011. Gas & Värmeteknik

⁴⁰ Nilsson, T. 2011. Gas & Värmeteknik

Den genomsnittliga ledningskostnaden beror på platsspecifika faktorer som andel lättarbetad åker, berg, vägar och korsande av till exempel järnvägar och vattendrag. Griab har bedömt den genomsnittliga kostnaden för nedläggning av 63 mm gasledning i jordbrukslandskap till 750 kr/m.⁴¹ I priset ingår komplett utförande inklusive arkeologi och ersättning för skördeskador. Det som tillkommer är beställarens kostnader för projektering av ledningsdragningen.

Tabell 16 visar kostnader för gassystemet med inmatning av biogas med sidokanalfläkt.

Tabell 16: Kostnader för tryckhöjning, torkning och gasanalys före inmatning till lokalt gasnät med sidokanalfläkt

Kalkyl	10 Nm ³ /h	25 Nm ³ /h	50 Nm ³ /h	
Investeringskostnad	458	458	458	kkkr
El	7884	17520	35 040	kWh
Kapitalkostnad	44	44	44	kkkr/år
Elkostnad	6	12	25	kkkr/år
Underhåll	11	11	11	kkkr/år
Tillsyn	30	30	30	kkkr/år
Summa	91	98	110	kkkr/år
Kostnad	1,04	0,45	0,25	kr/Nm ³
	0,16	0,07	0,04	kr/kWh

Tabell 17 visar en översikt över gassystemets kostnader för gasflödena 10, 25 och 50 Nm³/h med inmatning av biogas med klokompressor.

Tabell 17: Kostnader för tryckhöjning, torkning och gasanalys före inmatning till lokalt gasnät med klokompressor

	10 Nm ³ /h	25 Nm ³ /h	50 Nm ³ /h	
Investeringskostnad	615	615	615	kkkr
El	8760	19710	39 420	kWh
Kapitalkostnad	59	59	59	kkkr/år
Elkostnad	6	14	28	kkkr/år
Underhåll	15	15	15	kkkr/år
Tillsyn	30	30	30	kkkr/år
Summa	111	118	132	kkkr/år
Kostnad	1,26	0,54	0,30	kr/Nm ³
	0,20	0,08	0,05	kr/kWh

De olika komponenterna i gassystemet arbetar över relativt stora flödesintervall vilket får till följd att investeringskostnaden blir den samma oavsett gasflöde. Istället är det till största delen elkostnaderna som skiljs åt vid olika gasflöden.

⁴¹ Wiberg, M. Griab. 2010-10-11

4.2.1 Tillsatser

För att få en svavelhalt under 100 ppm tillsätts järnkloridlösning som binder svavlet och gör att det fälls ut. Tabell 18 visar en översikt över beräknad åtgång av järnklorid samt kostnaden för järnklorid och doseringsanläggning med tillhörande lagringstank, pump, styrsystem och anläggningsrum. För att avsvavla biogasen ned till 100 ppm från en nivå på 500 ppm behöver det tillsättas ca 1 cl järnklorid per Nm³ biogas. Sambandet mellan avsvavling och järnkloridtillsats är linjärt. En svavelhalt på 1500 ppm kräver därmed att ca 3 cl järnklorid tillsätts per producerad Nm³ biogas.

Tabell 18: Kostnader för avsvavling med järnklorid⁴²

Tillsats järnklorid		
Järnklorid	1	cl/Nm ³ , 500 ppm
Kostnad	0,011	kr/kWh, 500 ppm

Vidare tillkommer kostnader för doseringsanläggning med tillhörande lagringstankar, pump, styrsystem och anläggningsrum. De olika komponenterna i doseringsanläggningen kostar ca 13 000 kr.

4.2.2 Sidokanalfläktar

Gasnätet belastas av kostnader för rör, grävning, återställelse av körskador och skarvsvetsning. En översikt över dessa kostnader går att se i Tabell 19. I dessa beräkningar har längden på gasnätet definierats eftersom det påverkar kostnadsbilden.

Tabell 19: Kostnader för rör, grävning, återställning och skarvsvetsning

Gasrör	Ø (mm)	Total längd (m)	Rör och schaktkostnader per meter	Total rör och schaktkostnad	Skarvkostnad	Totalkostnad (kr)
PE 80	63	24 000	479	11 496 000	48000	11 544 000
	90	3 000	535	1 605 000	6000	1 611 000
PE 100	125	6 000	567	3 402 000	99600	3 501 600
	140	0	602	0	0	0
	160	0	657	0	0	0
		33 000		16 503 000	153 600,00	16 656 600

Den totala kostnaden för ovan nämnda åtgärder blir således 16,7 MSEK, motsvarande 505 kr/m. Detta kan jämföras med Griabs bedömning på en kostnad om 750 kr/m för rördragning i åkermark. Med Griabs pris skulle dragningen av samma gasnät kosta totalt 24,8 MSEK.

⁴² Beräkningar baserade på uppgifter och prisdata från Kemira AB

Vid korsande av väg, järnväg, ledningar och dräneringsrör tillkommer ytterligare kostnader enligt tabell 3. Kostnaderna ökar också vid rördragning i oländig terräng där till exempel sprängning behövs. Vidare skall som tidigare nämnt även kostnader för ledningsrättsförfarande och ersättning till markägare bejakas.

4.2.3 Klockkompressor

De lägre ledningsdimensionerna som kan användas på grund av det högre trycket gör att kostnaderna för själva nätet kommer att minska. En översikt över rörläggningskostnaderna går att se i Tabell 20.

Tabell 20: Kostnader för rör, grävning, återställning och skarvsvetsning

Gasrör	Ø (mm)	Total längd (m)	Rör och schaktkostnader per meter	Total rör och schaktkostnad	Skarvkostnad	Totalkostnad (kr)
PE 80	63	30 000	479	14 370 000	60000	14 430 000
	90	3 000	535	1 605 000	6000	1 611 000
PE 100	125	0	567	0	0	0
	140	0	602	0	0	0
	160	0	657	0	0	0
		33 000		15 975 000	66 000	16 041 000

Kostnaderna för rör, grävning, återställelse av körskador och skarvsvetsning tillkommer, vilket renderar en summa på totalt 16 MSEK, motsvarande 486 kr/m, om man använder 1700 mbars inmatningstryck.

Detta kan jämföras med Griabs bedömning på en kostnad om 750 kr/m för rördragning i åkermark. Med Griabs pris skulle dragningen av samma gasnät kosta totalt 24,8 MSEK.

Vid korsande av väg, järnväg, ledningar och dräneringsrör tillkommer ytterligare kostnader enligt tabell 3. Kostnaderna ökar också vid rördragning i oländig terräng där till exempel sprängning behövs. Vidare skall som tidigare nämnt även kostnader för ledningsrättsförfarande och ersättning till markägare beaktas.

Problemet med detta system är att alla möjligheter att bygga ut biogasproduktionen på gården delvis är intecknad. I dagens lantbruk ökar antalet kor per gård kontinuerligt men ett gasnät som är dimensionerat för 1700 mbar(ö) har inte samma möjlighet till utökad kapacitet som ett gasnät som är dimensionerat för ett systemtryck vid 250 mbar(ö), då maxtrycket i de båda gassystemen är 4 bar(ö) för denna ledningstyp enligt energigasnormen.

Kostnader för ledningsrätt, korsning av väg och järnväg och liknande poster är desamma oavsett vilket inmatningstryck som väljs. Kostnaderna för ett gasnät som körs med högre inmatningstryck är ungefär 0,6 Mkr lägre jämfört med ett nät med ett lägre inmatningstryck.

4.3.2.1 Drift och kapitalkostnader

Vid rötning av 5000 ton gödsel generas ca 0,9 GWh eller 150 000 Nm³ rågas per år. Utnyttjandet av rågasnätet per gårdsenhet blir därför inte optimalt. Med en drifttid på 8000 timmar per år blir flödet ca 25 Nm³/h och det motsvarar en driftkostnad på 0,08 kr/kWh. Ett högre flöde skulle innebära lägre kostnader.

Utöver det finns det en kapitalkostnad som är beroende av sträckan och meterpris för material, grävning, återställning med mera.

I detta scenario med 20 biogasenheter har sträckan på rågasnätet uppskattats till 33 kilometer. Det motsvarar en investering på 24,8 Mkr om meterpriset är 750 kr (åkermark). Med en avskrivningstid på 30 år och en ränta på 5 % blir kostnaden per energienhet 0,09 kr/kWh.

Totalt hamnar den årliga kostnaden på ca 0,17 kr/kWh för rågasnätet med en gasproduktion på 18 GWh.

4.2.4 Fordonsgasproduktionskostnader

Med en gasproduktionskostnad på 0,71 kr/kWh per gårdsenhet med LBP-stöd (30 %) plus kostnaden för ett rågasnät hamnar den totala produktionskostnaden på 0,88 kr/kWh. Utan LBP-stöd ligger produktionskostnaden över 1,00 kr/kWh för decentraliserad biogasproduktion med rågasnät.

4.3 CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

Nedan beskrivs kostnaderna för en anläggning som ska hantera totalt 100 000 ton gödsel och restprodukter varav en andel torrare substrat såsom fastgödsel. Kostnaderna för centraliserad rötning måste inkludera distributionen av (bio)gödsel till och från anläggningen för att bli rättvisande. Det är en stor kostnadspost som stiger vid ökade avstånd. Både pumpning och lastbilstransport diskuteras nedan.

Beräkningarna bygger på ett fiktivt exempel med 100 000 ton gödsel/substrat och ett genomsnittligt transportavstånd på 15 km (enkel väg)⁴³. Tvättning av lastbilsfordonet sker på anläggningen innan körning mellan de olika gårdarna. Denna kostnad är medtagen i transportberäkningarna.

Beräkningarna utgår även ifrån att befintlig lagerkapacitet kan nyttjas på gårdarna. Tömning av gödsel sker från den så kallade pumpbrunnen och återförs till befintlig lagringsbehållare. I vissa fall kan det krävas nya lagringsbrunnar på grund av statusen på lagringsbehållaren, men

⁴³ Dessa uppskattningar bygger på uppgifter från ett djurtätt område.

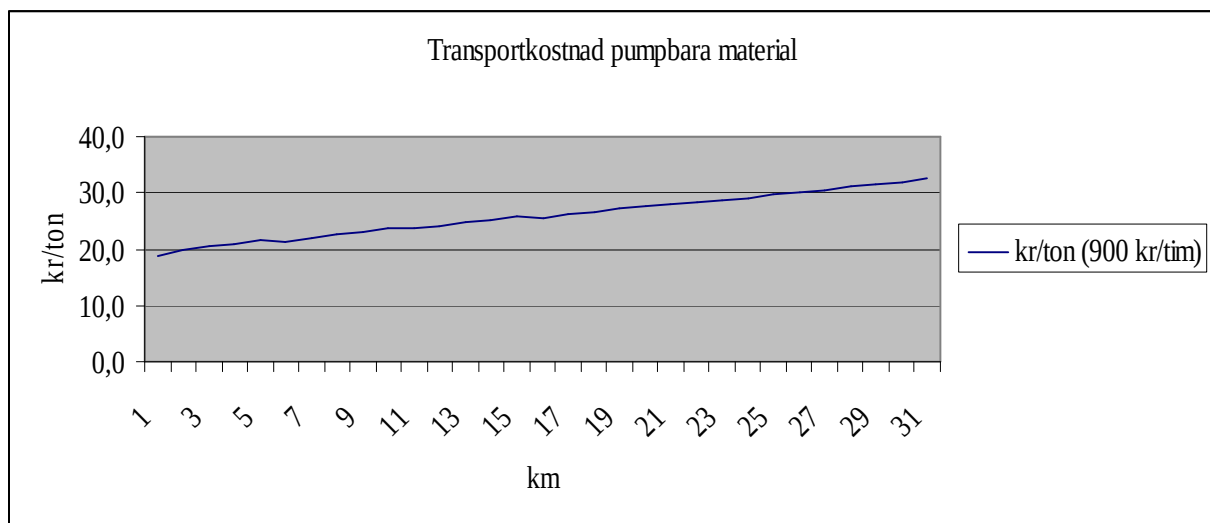
det ombesörjes av aktuell lantbrukare. Svämtäcke och eventuellt halm används för att reducera metanemissionerna från rötresten.

Beräkningarna nedan gällande transportkostnader och pumpkostnader av gödsel och bygger på självkostnadspris och uppgifter från Maskinkalkylgruppen⁴⁴ om inget annat anges. De ekonomiska transportkalkylerna är framtagna av rådgivare inom maskinteknik och växtodling.

4.3.1 Transportkostnader

Samma mängder gödsel som transporteras till anläggningen ska efter rötning distribueras ut till lantbrukarna i returtransporter. Vid transport av fastare material nyttjas inte returen, vilket innebär att ca 10-20 % returtransporterna går tomma.

Figur 16 visar kostnaderna för transport av flytande eller pumpbar rötrest respektive substrat som flytgödsel. Kostnaderna stiger snabbt vid ökade avstånd.



Figur 16: Transportkostnad som en funktion av avstånd (km) för olika pumpbara material som flytgödsel eller rötrest. X-axeln visar avståndet ToR (fågelvägen). Kostnaderna tar även hänsyn till en slingerfaktor som sjunker vid längre avstånd samtidigt som genomsnittshastigheten ökar.

Transportkapaciteten är 35 ton och fyllning, tömning, stopptider, tvättning, mm är satt till 45 min per resa. Timpriset för fordonet är 900 sek/tim.

Figur 16 visar att startkostnaden ligger på runt 20 kr/ton. Ett genomsnittligt fågelavstånd av 15 km enkel väg motsvarar 30 km ToR och kostar enligt figur 16, 32 kr/ton. Om 90 % av returtransporterna går fulla stiger kostnaden något per ton och har beräknats till 35 kr/ton. Denna siffra ska sedan multipliceras med mängden gödsel (100 000 ton). Skulle alla returer gå tomma måste kostnaden per ton (32 kr) multipliceras med den dubbla mängden material d v s 200 000 ton.

⁴⁴ Maskinkostnader, 2010.

4.3.2 Pumpning

För att klargöra huruvida det är mer eller mindre kostnadseffektivt att pumpa gödsel beskrivs nedan kostnader för pumpning av flytande substrat och rötrest.

Det finns olika uppgifter vad det kostar att gräva ledning och pumpa gödsel. I NSR:s anläggning i Helsingborg pumpas ca 20 000 m³ per år till externa lager i en ledning som är 10 kilometer. Investeringen för systemet inklusive pumpar uppgick till ca 7-8 Mkr. Det motsvarar en kostnad på 700-800 kr/m i investering.

I en undersökning från LTH framkom kostnader mellan 400-900 kr/m⁴⁵.

Det som påverkar priset mest är grävningsarbete och rör/ledningar (dimension). Ledningarna ska klara en viss tryckklass (PN 10 är normalt) och dimensionen måste anpassas till pumpbar volym (m³/år), flödes hastighet och gödselns egenskaper.

Eftersom materialkostnaden stiger kraftigt i samband med ökad dimension påverkas kostnaden på ett betydande sätt vid större volymer biogödsel. En tryckledning av polyeten (PE) på 110 mm har ett meterpris på cirka 150 SEK. En tryckledning på 315 mm ligger på uppemot 900 SEK/m. Priset på polyetenrör varierar och påverkas framför allt av priset på råolja. Detta är listpris. Vid köp av stora kvantiteter kan kostnaden för materialet reduceras betydligt.

Gräv- och anläggningsarbetet kostar mellan 500-800 kr/m beroende på markförutsättningar, tillgänglighet, hinder och förflyttningar. Meterkostnaden kan således variera kraftigt från några hundra kr till ett par tusen kr, enligt Tabell 21.

Tabell 21: Ungefärliga priser per meter för PE-rör med tryckklass PN 10 inkl anläggningsarbete

Dimension, (mm)	Material, (kr/m)	Anläggningsarbete, (kr/m)	Total kostnad, (kr/m)
90	60	500	560
110	150	619	769
160	207	675	882
225	422	691	1113
315	724	711	1435
355	925	731	1656
400	1165	751	1916

Pumpar, reglerstationer och elanslutningar tillkommer och kan motsvara 10-20 procent av investeringen i ledningsnätet. Därefter tillkommer drift- och underhåll, vilket kan motsvara 2-4 procent av investeringen. Tabell 22 visar totalkostnader för att pumpa en viss volym 20 km.

⁴⁵ Lantz, m.fl., 2009.

Flödeshastigheten är lika vid samtliga volymer, vilket innebär att en större dimension på ledningen medför ett större totalflöde.

Tabell 22: Totalkostnader för gödselledning inkl pumpar, reglerstationer, drift och underhåll vid olika volymer av biogödsel. Kalkylen bygger på en avskrivningstid på 20 år och 6 % ränta. Flödeshastigheten är 1 m/s i samtliga fall, oavsett dimension på ledningen. Längden på ledningen uppgår till 20 km oavsett dimension

Pumpvolym (m ³)	Dimension (mm)	Längd, km	Ledning, (Mkr)	Pumpstationer, Årlig reglering (Mkr)	Årlig kostnad (kr/m ³)
25000	90	20	11	2	47
37500	110	20	15	3	43
80000	160	20	18	4	23
150000	225	20	22	4	16
300000	315	20	29	6	10
500000	400	20	38	8	8

Tabell 22 visar att kostnaderna per ton sjunker vid ökade mängder biogödsel som pumpas. Det beror framförallt på att anläggnings- och materialkostnaden inte stiger lika snabbt som flödet i en större ledning. Exempelvis är flödet ca 20 gånger högre i en 400 mm ledning jämfört med 90 mm ledning om pumphastigheten är densamma, men anläggningskostnaden är bara ca 4 gånger så hög.

Kostnaderna varierar från 8 SEK/m³ för 500 000 m³ till 47 SEK/m³ för 25 000 m³/år.

4.3.3 Pumpning respektive lastbil

Om samma volymer skulle transporteras med lastbil samma sträcka ligger kostnaden på ca 30 SEK/m³ enligt Tabell 23. Detta samband gäller för förflyttning av en viss volym biogödsel från en plats till en annan, vilket innebär att körsträckan blir minst dubbelt så lång som pumpsträckan.

Tabell 23: Förflyttning av en viss volym biogödsel med lastbil (35 m³/lass) respektive pumpning i SEK/m³. Timkostnaden för lastbil är 990 kr och medelhastigheten är satt till 50 km/h

Volym (m³)	Pumpsträcka (km)	Körsträcka (km ToR)	Pumpning (kr/m³)	Lastbil (kr/m³)
25000	20	50	47	33
37500	20	50	43	33
80000	20	50	23	33
150000	20	50	16	33
300000	20	50	10	33
500000	20	50	8	33

Kostnaden per m³ för lastbil ligger på 33 SEK/ m³, vilket är lägre än pumpkostnaderna för volymer under 40- 50 000 m³. Enligt Tabell 24 går brytpunkten vid ca 50 000 m³.

För att pumpning av gödsel över längre sträckor ska vara lönsamt krävs mycket goda förutsättningar (hög andel spridningsareal, marksammansättning, mm) och det är mycket ovanligt. Systemet är också oflexibelt om en lantbrukare lägger ner sin djurproduktion och inte producerar gödsel så ligger investeringen fast. I de allra flesta fall är det mer kostnadseffektivt att distribuera gödsel och rötrest med lastbil. Med stigande energipriser kan detta komma att förändras i framtiden.

Sammantaget är det dock i de flesta fall betydligt mer kostnadseffektivt och lättare att transportera gödsel och rötrest via fordon. Det ger även en ökad flexibilitet. De totala kostnaderna för hela produktionskedjan för en storskalig anläggning bygger därför på transport med lastbil.

4.3.4 Investering i en anläggning

SBI har byggt ett par biogasanläggningar av aktuell storlek som diskuteras i detta scenario. Bigadan i Danmark har också stor erfarenhet av gödselbaserade anläggningar och har projekterat och byggt några större anläggningar i Sverige, exempelvis Falkenberg och anläggningen i Vrams Gunnarstorp. Enligt SBI ligger en investering på i storleksordningen 50-60 Mkr inklusive uppgradering av gas. Bigadan gör en liknande bedömning.

Anläggningskostnaden är emellertid endast en del av den totala investeringen. Utbyggnad av infrastruktur, avjämning av mark, andra markfrågor, rötrestlager, tillstånd, samordning, mm tillkommer som betydande kostnadsposter och varierar från plats till plats är det svårt att generalisera alltför mycket. Investeringen i de befintliga anläggningarna i Sverige av denna storleksordning ligger på mellan 60-100 Mkr inklusive ovan påtalade kostnadsposter. En rimlig bedömning utan stöd/bidrag för en anläggning av denna storlek med lantbruksbaserade substrat på jungfrulig mark ligger på närmare 70 Mkr. Denna bedömning bygger på investering i befintliga anläggningar och offerter från relevanta aktörer.

Tabell 24 visar investeringsbehovet utan uppgradering, men inklusive lagringskapacitet för rötresten. Mängden substrat uppgår till 100 000 ton/år.

Tabell 24: Investeringsbehovet i en biogasanläggning som hanterar 100 000 ton gödsel per år, inklusive lagringskapacitet för rötresten

Anläggningsentreprenad	35000	kkkr
Rötrestlager	2500	kkkr
Transformator och kraftmatning	400	kkkr
VA	450	kkkr
Markarbete, hårdgörning av ytor, vägar	3500	kkkr
Byggnader, personal, mm	1500	kkkr
Projektering, förfrågan och upphandling bygg o mark	2500	kkkr
Miljötillstånd, tillstånd	450	kkkr
Besiktning	60	kkkr
Bygglov	100	kkkr
Summa	46460	kkkr
Oförusett, 10 %	4646	kkkr
Totalentreprenadsarvode, 7 %	3252	kkkr
Totalsumma	54358	kkkr

Totalt hamnar investeringen på uppskattningsvis 54 Mkr. Det kan jämföras med totalinvesteringen om samma mängder ska rötas i 20 stycken anläggningar (5000 ton/anläggning) som innebär 108 Mkr utan LBP-stöd och 72 Mkr med LBP-stöd.

4.3.5 Biogasproduktionskostnader

Produktionskostnaderna för biogas vid centraliserad produktion redovisas i Tabell 25.

Tabell 25: Fordonsgasproduktionskostnader för en centraliserad biogasanläggning som hanterar 100 000 ton gödsel (10 000 ton fastgödsel), vilket motsvarar 18 GWh

Kostnadskalkyl	kr/år
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	5200000
Underhåll, service, drift	220000
Personal, extern resurs	900000
Transportkostnader	3500000
Totala kostnader	11800000
Produktionskostnad biogas	0,656 kr/kWh

Produktionskostnaderna inklusive transport ligger på 0,66 kr/kWh, vilket är betydligt lägre än vid decentraliserad biogasproduktion.

4.4 UPPGRADERING TILL FORDONSGAS

Uppgradering av biogasen sker centralt i båda systemen och kostnaderna är därför snarlika i båda fallen. Grundinvesteringen i en uppgraderingsanläggning är relativt stora vilket medför att kapitalkostnaden för en anläggning minskar med tilltagande gasflöden. Därmed finns det betydande skaleffekter för större gasflöden. En redogörelse för investeringskostnaden för vattenskrubbteknik visas i Tabell 26. Investeringskostnader är inhämtade från leverantörer och avser anläggningen monterad på en befintlig bottenplatta i betong.

Spannet i investeringskostnad beror på exempelvis materialval, kompressortyp och processutformning. Intervallet för rågasflödet är ungefärligt. Om kolvkompressorer används kan minsta flödet normalt vara omkring halva maxflödet. För skruvkompressorer är minflödet normalt omkring en tredjedel av maxflödet. Det är möjligt att en lägre investeringskostnad kan ge en högre driftkostnad och därmed totalkostnad på sikt. Beställarens projekteringskostnader och anslutningar tillkommer. Den totala uppgraderingskostnaden för konventionella tekniker varierar mellan 0,1 – 0,2 kr/kWh.⁴⁶

Tabell 26: Investeringskostnader för konventionell vattenskrubbteknik

Rågasflöde Nm ³ /h	Vattenskrubber Mkr
0 - 150	7
150 - 300	8 - 11
300 - 600	12 - 16
600 – 1200	14 - 19
1200 – 2400	17 - 28

Tabell 27 visar uppgradering med konventionell vattenskrubbteknik till en anläggning som uppgraderar totalt 18 GWh/år. Det genomsnittliga gasflödet bedöms vara 330 Nm³/h, med ett flödesintervall på 300 – 400 Nm³/h. Investeringskostnad är satt som ett medelvärde för kapaciteten 300 – 600 Nm³/h enligt tabell Tabell 27.

⁴⁶ Värmeforsk, rapport SYS08-808

Tabell 27: Uppgraderingskostnader med konventionell vattenskrubberteknik

Uppgradering med vattenskrubberteknik		
Maxkapacitet	400	Nm ³ /h
Investeringskostnad	14 000	kkkr
El	830	MWh/år
Kapitalkostnad	1 340	kkkr/år
El	420	kkkr/år
Drift	470	kkkr/år
Summa	2 230	kkkr/år
Kostnad	0,13	kr/kWh

Kostnaderna för uppgradering av 18 GWh/år biogas ligger på 0,13 kr/kWh med givna förutsättningar enligt Tabell 10. Anläggningen hamnar vid en brytpunkt mellan maxkapaciteter för uppgraderingsanläggningar. En uppgraderingsanläggning för 14 GWh/år hade givit maximalt utnyttjande av en vattenskrubber med 300 Nm³/h i maxkapacitet, denna anläggning hade fått en uppgraderingskostnad på 0,12 kr/kWh trots den lägre kapaciteten.

4.5 PRODUKTIONSKOSTNADER FÖR FORDONSGAS

De ekonomiska beräkningarna har visat att kostnaderna för båda fordonsgasproduktionssystemen är höga i förhållande till dagens pris på naturgas/fordonsgas, men att centraliserad produktion har betydligt lägre produktionkostnader. I Tabell 28 redovisas kostnaderna för de olika systemen.

Tabell 28: Fordonsgasproduktionskostnader för decentraliserad produktion med och utan LBP-stöd och för centraliserad produktion. Beräkningarna bygger på en gödselmängd av 100 000 ton gödsel eller 18 GWh

	Decentraliserad	Decentraliserad (30 % stöd)	Centraliserad
	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh
Biogasproduktion	0,90	0,71	0,47
Rågasnät	0,17	0,17	0
Transporter	0	0	0,19
Uppgradering	0,13	0,13	0,13
Summa	1,20	1,01	0,79

Enligt Tabell 28 hamnar produktionskostnaden på 1,02 kr/kWh för decentraliserad biogasproduktion med rågasnät och LBP-stöd. Utan LBP-stöd överstiger kostnaden för uppgraderad gas 1,20 kr/kWh. Vid centraliserad fordonsgasproduktion närmar sig kostnaden 0,80 kr/kWh. Med ett investeringsstöd (exempelvis KLIMP på 30 % av investeringen) skulle fordonsgasproduktionskostnaden understiga 0,70 kr/kWh vid centraliserad rötning.

JURIDIK

Juridiken kring fordonsgasproduktion är relativt komplex, och om inget skall utelämnas som kan påverka varje specifikt fall, så kommer de viktigaste delarna att belysas på ett övergripande sätt. Då varje anläggningsärende är unikt bör man vid varje tillfälle gå igenom juridiken mera ingående.

I dem delar där det föreskrivs personal med viss kompetensnivå, till exempel gasföreståndare och driftansvarig, görs en mindre fördjupning kring detta.

Juridikkapitlet omfattar i övrigt anläggningens uppförande, rötning, material och gashantering.

5.1 FÖRKORTNINGAR

I juridikdelen förekommer en del beskrivningar och namn som är enklast att hantera som förkortningar för en lättare läsning. Här presenteras dessa.

ABP:	Animaliska biprodukter
ABP-förordningarna:	De EU-förordningar som reglerar alla aspekter gällande hantering av ABP-material
AFS:	Arbetskyddsstyrelsens författningssamling
Bn:	Byggnadsnämnden
CA:	Competent Authority, här Jordbruksverket
FMH:	Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899)
JV:	Jordbruksverket
NV:	Naturvårdsverket
MB:	Miljöbalken (SFS 1998:808)
MD:	Miljödomstol
PBL:	Plan och bygglag
PBF:	Plan och byggförordning
LBE:	Lag om brandfarlig och explosiv vara
MSBFS:	Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps författningssamling
SÄIFS:	Sprängämnesinspektionens författningssamling.
SFS:	Svensk författningssamling
Lst:	Länsstyrelsen

5.2 ANVISNINGAR OCH VÄGLEDNINGAR

5.2.1 Energigas Sverige

Det finns ett antal anvisningar som givits ut av Energigas Sverige och som kan beställas på deras hemsida⁴⁹, om dessa följs kommer man att följa myndigheters krav på verksamhet inom biogasproduktion och energigashantering, dessa är:

- Biogasanvisningar, BGA
- Energigasnorm, EGN
- Anvisningar för tankstationer, TSA 2010
- Föreståndare för brandfarlig gas

Det är senaste utgåvan som gäller. De eventuella förändringar som sker skickas, vid prenumeration, ut till kund.

5.2.2 Jordbruksverket

Jordbruksverkets enhet för foder och hälsa har utgivit ett antal informationsbilagor, flera nämnda nedan, där det finns vägledning och där man också presenterar bakomliggande lagstiftningar. Dessa kan laddas ner från Jordbruksverkets hemsida⁵⁰. Om man följer dessa vägledningar så uppfyller man de krav som ställs för de olika verksamheterna som hanterar ABP-material. I de fall Jordbruksverket kan medge undantag beskrivs detta häri.

- ”Biogasanläggning och komposteringsanläggning - krav för godkännande samt krav på verksamheten”, 2011-03-04.
- ”Anläggning för hantering och lagring av animaliska biprodukter – krav för godkännande samt krav på verksamheten”, uppdaterad den 27 maj 2011.
- ”Rötning av animaliska biprodukter”, 2011-03-14.
- ”Kategorisering av animaliska biprodukter”, 2011-05-09.
- ”Krav på transport av animaliska biprodukter och på hantering vid plats för omlastning”, 2011-06-21.

⁴⁹ Energigas.se. 2011-12-01.

⁵⁰ Jordbruksverket, 2011A

5.3 UPPFÖRANDE

5.3.1 Allmänt

Vid uppförande av ny, eller utbyggnad/förändring av befintlig biogasanläggning krävs det vanligen tillstånd enligt Plan och bygglagen, PBL⁵¹. Tillståndshantering enligt PBL begränsas inte till uppförande eller utbyggnad, vilket kallas bygglov, utan omfattar också både marklov och rivningslov.

Det PBL hanterar är byggnaders placering och utformning och inte de tekniska aspekterna som finns i, eller hänvisas till från, Boverkets Byggregler 18 med förordningsnummer BFS 2011:6.

Kostnader för dessa lov bestäms vanligen av kommunfullmäktige i respektive kommun.

5.3.2 Bygglov

I områden som inte omfattas av detaljplan krävs inte bygglov för ekonomibyggnader om inte detta bestämts specifikt i en områdesbestämmelse. Det är dock inte säkert att Bn anser att en biogasproducerande anläggning kan ses som en utbyggnad av ett jordbruksföretag. Information om detaljplaner och områdesbestämmelser finns vanligen hos Bn i respektive kommun.

5.3.3 Marklov

Marklov kan behövas om man avser ändra markhöjdläget inom en tomt eller om man behöver fälla träd inom ett område med detaljplan om kommunen bestämt så. Marklov kan också krävas för område utanför kommunens detaljplan om det är planerat för verksamhet i området som kräver säkerhets- eller skyddsområde, eller om kommunen i områdesbestämmelser specificerat krav på marklov.

Det krävs dock inte marklov för att ändra marknivån till en yta som är bestämd i detaljplan.

5.3.4 Rivningslov

Ett rivningslov behövs för rivning av byggnader eller delar av byggnader inom detaljplanerat område samt inom område där områdesbestämmelser anger detta.

⁵¹ Plan och Bygglagen

Rivningslov krävs inte om nybyggnad eller tillbyggnad får ske utan byggnadslov undantaget om detta lov krävs i detaljplan eller områdesbestämmelser.

5.3.5 Ansökan om lov

Ett lov, eller en anmälan, enligt PBL söks hos Bn i aktuell kommun, gärna samtidigt som tillstånd enligt LBE⁵² söks. Ansökan om lov eller förhandsbesked sker skriftligt och den skall innehålla nödvändig dokumentation omfattande minst⁵³

- o Ritningar och beskrivningar som till exempel
 - Ritningar över byggnader
 - Beskrivning över byggnaders utformning och dess funktioner
 - Plankarta där också topologin i området framgår
 - Skiss över anläggningsområdet där ingående delar, vägar och parkeringsplatser framgår
- o Förslag på kontrollansvariga inkluderat deras person- eller organisation nummer
- o Information om fastighetsbeteckning
- o Byggherrens person- eller organisationsnummer samt namn och adress
- o Tänkt tidpunkt för påbörjan av åtgärder enligt lov

I sådant utförande att de är lämpliga för arkivering om Bn begär så. För att spara tid bör man skriftligt ansöka om förhandsbesked. Detta liksom ansökan om lov skall Bn svara på inom 10 veckor från det att en fullständig ansökan lämnats in. Om Bn behöver extra tid för hanteringen av ärendet kan ytterligare 10 veckor tillkomma.

5.3.6 Information och samråd

Bn ansvarar för att informera grannar och övriga som kan bli berörda av ett bygglov. Anledningen är att man vill få ett så komplett underlag som möjligt för ett beslut i frågan. Det kan i vissa fall vara viss diskrepans mellan de som informeras av Bn och de som har rätt att överklaga beslut, för att minimera denna risk för förseningar kan man bredda mängden grannar/närliggande som får informationen om bygglovsansökan och därmed möjlighet att uttala sig i frågan. Det finns inte definierat i PBL hur lång tid detta förfarande skall ta utan det är upp till varje kommun att sätta tidsram.

⁵² Lagen om brandfarlig och explosiv vara

⁵³ PBL (plan och bygglag) och PBF (plan och byggförfordning).

5.3.7 Kungörelse och granskning

När samrådet är klart skall kommunen meddela sitt förslag och vilken granskningstid som gäller, dock minst tre veckor. Kommunen skall delge resultatet till berörda sakägare, organisationer samt också länsstyrelse och övriga berörda kommuner.

5.3.8 Anmälan

Vissa åtgärder som inte kräver lov kan kräva anmälan, exempel på dessa åtgärder är:

- o Rivning av en ekonomibyggnad
- o Ändring av byggnad som påverkar bärande delar
- o Väsentlig förändring av planlösning
- o Installation eller väsentlig ändring av hissar, eldstäder, ventilation eller rökkanaler

5.3.9 Undantag från anmälningsplikt

Förändringar av ekonomibyggnader för t.ex. jordbruk inom områden som inte omfattas av detaljplan är undantagna från anmälningsplikt.⁵⁴

5.3.10 Överklagande

Överklagan av kommunala beslut sker vanligen till länsstyrelsen Information om hur man överklagar fås hos Bn i aktuell kommun.

5.3.11 Överprövning

Överprövning av bygg-, mark- och rivningslov kan göras av länsstyrelse. En sådan överprövning kan ske om t.ex riksintresse enligt kap 2 eller 4 i miljöbalken inte tillgodosetts eller om frågor gällande användningen av mark- och vattenområden som angår flera kommuner inte är samordnade på lämpligt sätt.

5.3.12 Organisation

5.3.12.1 Byggherre

Den som ska riva, bygga eller anlägga för egen del kallas byggherre. Byggherren har ett ansvar för att det faktiska genomförandet av de åtgärder som skall utföras sker i enlighet med lagar,

⁵⁴ 6 kap. 6§ PBF

föreskrifter eller beslut som meddelats med stöd av PBL. Det skall också tas fram en kontrollplan för de åtgärder som skall utföras. I denna plan skall omfattningen av kontroller av sakkunnig personal framgå.

Viktigt är också att redan i projekteringsfasen ha med saker som medför en bra framtida arbetsmiljö.⁵⁵

5.3.12.2 Kontrollansvarig

Om åtgärden är lov- eller anmälningspliktig skall minst en kontrollansvarig finnas. En kontrollansvarig har ett certifikat som styrker sin kompetens och erfarenhet och skall vara ”i självständig ställning” i förhållande till den som utför den åtgärd som skall kontrolleras.

Den kontrollansvarige har ett övergripande ansvar och skall bl.a. vara behjälplig med att upprätta förslag på kontrollplan och biträda vid inventeringen av avfall och farligt avfall, se till att kontrollplan och gällande bestämmelser följs, närvara vid tekniska samråd och andra kontroller. Finns flera kontrollansvariga skall en utses som samordnande de kontrollansvarigas uppgifter.

Det finns vissa undantag för kravet på kontrollansvarig, dessa nämns i PBL 16 kap. 10§.

5.3.12.3 Funktionskontrollant

Enligt 8 kap. 25 § PBL skall, om Bn så beslutar, en funktionskontrollant finnas med uppgiften att säkerställa ventilationssystemets förmåga att ge ett bra inomhusklimat.

5.3.13 Genomförande

5.3.13.1 Tekniskt samråd

När lov är meddelat bestämmer Bn om det skall kallas till ett tekniskt samråd. Om sådant samråd sker skall byggherren bland annat presentera en kontrollplan och de övriga handlingar utöver ansökningshandlingar som Bn önskar eller behöver för att kunna avgöra om ett startbesked kan ges.

Om samrådet rör åtgärder som omfattar en arbetslokal eller personalrum ska Bn bereda representant från arbetsmiljöverket möjlighet att delta i samrådet.

5.3.13.2 Tillsyn och arbetsplatsbesök

Tillsynsuppgiften ligger vanligen hos Bn, dock kan kommuner träffa avtal mellan varandra där en annan kommun tar över tillsynen från Bn i kommunen där ärendet egentligen ligger.

⁵⁵ AFS 2000:42, Arbetsplatsens utformning beskriver kraven och behoven för utformningen av en arbetsplats

Bn skall minst en gång under arbetets gång besöka arbetsplatsen, om man inte kan anse detta obehövt.

5.3.13.3 Startbesked

För startbesked krävs bland annat:

- o En redovisning av alternativa energiförsörjningssystem om sådan krävs
- o Övrig av Bn önskad eller behövd dokumentation

5.3.13.4 Slutsamråd

Ett slutsamråd hålls då samtliga åtgärder som föregåtts av ett tekniskt samråd har avslutats. Ett antal punkter går igenom, bland annat hur man följt de villkor som ålagts i startbesked och efter komplettering. Man diskuterar avvikelser från kraven, går igenom kontrollansvarigs utlåtande och dokumentation samt ser över förutsättningarna för ett sk slutbesked.

5.3.13.5 Slutbesked

En byggnad, eller delar av en byggnad, som omfattas av ett startbesked får inte tas i bruk om inte ett slutbesked meddelats.

5.3.14 Konsekvenser

5.3.14.1 Decentraliserad biogasproduktion

Man kan hävda att komplettering av en gård med ytterligare byggnader eller anläggningar för att behandla sitt eget material kan anses vara att anlägga ytterligare ekonomibyggnader. Dock är det inte alltid Bn ser dessa som "naturliga" ekonomibyggnader för denna typ av verksamhet. En tidig dialog är väsentlig för att undanröja senare hinder på grund av detta.

5.3.14.2 Centraliserad fordonsgasproduktion

För nyetablering av anläggning för centraliserad fordonsgasproduktion kommer mark-, bygg- och möjligen också rivningslov enligt PBL att behövas.

5.4 BIOGASPRODUKTION

5.4.1 Definitioner

I Miljöbalken 15 kap, 1 §: definieras både avfall och biprodukter:

Avfall som "...varje föremål eller ämne som innehavaren gör sig av med, eller avser eller är skyldig att göra sig av med" och därmed också beskriver tidpunkten då föremålet blir ett avfall.

Biprodukt definieras som material det inte är huvudsyftet att framställa i en tillverkningsprocess och som kan användas direkt utan ytterligare bearbetning annan än den normala för processen. Biprodukten skall också användas vidare på miljö- och hälsomässigt godtagbart sätt, ”som inte strider mot lag eller annan författning.”.

Formellt spelar benämningen ingen väsentlig roll för möjligheten att använda avfall och/eller biprodukter i en fordonsgasproducerande anläggning där biogödseln skall användas som gödningsmedel.

5.4.2 Råmaterial

Vid produktion av biogas från ABP-material måste de två ABP-förordningarna EG nr 1069/2009⁵⁶ och EG nr 142/2011⁵⁷ följas. Dessa omfattar alla aspekter gällande såväl klassning som hantering och bortskaffning av både ABP-material och de produkter man framställt av ABP-material, i detta fallet vanligen biogödsel.

Benämningen ”ABP-material” spänner över en stor del material som kan ha olika farligheter beroende på sitt ursprung. Man sorterar därför in ABP-material i tre olika kategorier, 1, 2 och 3 med kategori 1 som högsta farlighet. För att få sprida biogödseln på mark får man endast röta kategori 3-avfall och visst kategori 2-avfall.

5.4.2.1 Förordningarna om animaliska biprodukter

Härunder beskrivs kortfattat innehållet i de två ABP-förordningarna. Frågeställningen i denna utredning, skillnaden mellan centraliserad och decentraliserad fordonsgasproduktion, kretsar uteslutande kring gödselbaserad rötning.

5.4.2.2 EG nr 1069/2009

I EG nr 1069/2009 beskrivs biprodukterna som omfattas av ABP-regelverket ingående och fördelas i tre kategorier (se nedan). Dessa tre kategorier får användas och/eller bortskaffas med olika begränsningar vilket beskrivs i kapitel II. De avfall och biprodukter som är intressanta för rötning är vissa kategori 2-material samt allt kategori 3-material. Man reglerar häri också import och export, utsläppande på marknad och kontroller gällande ABP-material eller produkter som framställts av sådant material.

⁵⁶ Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009 av den 21 oktober 2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om upphävande av förordning (EG) nr 1774/2002 (förordning om animaliska biprodukter)

⁵⁷ Kommissionens förordning (EU) nr 142/2011 av den 25 februari 2011 om genomförande av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om genomförande av rådets direktiv 97/78/EG vad gäller vissa prover och produkter som enligt det direktivet är undantagna från veterinärkontroller vid gränsen.

I 1069/2009 införs också begreppet driftansvarig (se under rubrik ”Driftansvarig” nedan) som har ett övergripande ansvar för ABP-materialet i det eller de företag man kontrollerar. En driftansvarig skall finnas från det att biprodukten uppstår till det att den inte längre sorteras under ABP-förordningarna. I framställnings- och hanteringskedjan där ABP-material finns kan ansvaret överlämnas från en driftansvarig till en annan. Såväl ABP-materialets utgångspunkt som slutpunkt eller slutanvändning beskrivs också i 1069/2009.

5.4.3 ABP-kategorierna 1, 2 och 3.

Under varje avsnitt nedan beskrivs materialet för respektive ABP-kategori övergripande.

5.4.3.1 Kategori 1

Kategori 1-material är ”Hela kroppar och alla delar av kroppen, inklusive hudar och skinn, från följande djur:” Djur där misstänkt eller bevisad smitta av TSE⁵⁸ föreligger, sällskapsdjur, cirkusdjur och andra djur som inte är produktionsdjur, inkluderat vilda djur som misstänkts vara smittade med överförbara sjukdomar. Även matavfall från internationell trafik ingår häri.

Kategori 1-material får enbart rötas under speciella omständigheter och då rötrest destrueras på säkert sätt.

5.4.3.2 Kategori 2

Kategori 2-material är t.ex. naturgödsel, mag- och tarminnehåll från slakterier, material från behandling av avloppsvatten från slakteri där kategori 2-material produceras/hanteras.

Även biprodukter innehållande halter av veterinärmedicinska läkemedel som överstiger tillåtna gränsvärden är kategori 2-material. Till dessa biprodukter kan också mjölk räknas.

En blandning av kategori 3- och kategori 2-material klassas i den högre farlighetsklassen, alltså som kategori 2-material.

5.4.3.3 Kategori 3

Material från djur som slaktats, och är tjänliga som livsmedel men inte är avsett för detta, är kategori 3-material. Även vilt ingår häri. Lite motsägelsefullt kan även material från djur som förklarats otjänliga för livsmedelsproduktion men inte visat tecken på överförbara sjukdomar räknas in här. Mjölk, mjölkprodukter såväl behandlade som obehandlade ingår här. Både matavfall och ”före detta livsmedel” tillhör vanligen kategori 3.

⁵⁸ Transmissibla spongiforma encefaliter som sprider t.ex galna ko-sjukan

5.4.4 Hygienisering

Även om utgångspunkten för JV är att allt ABP-material skall hygieniseras för att minska riskerna för smittspridning finns som tidigare nämnts förutsättningar för undantag under vissa förutsättningar och för vissa material. Dessa undantag beskrivs i de informationsdokument som listas under punkten 5.2.2 ovan.

5.4.4.1 Hygieniseringsmetoder

Tidigare ABP-förordning, EG nr 1774/2002, angav standardiserade hygieniseringsparametrar, partikelstorlek max 12 mm och temperatur minst 70° C under minst en timme.

I nu gällande ABP-förordning, EG nr 142/2011, öppnas för möjligheten att validera en egen hygieniseringsmetod. Man har då ett antal olika krav att uppfylla, kort sammanställt här.⁵⁹

- o Identifiering och utvärdering av potentiella systemfaror
- o Riskbedömning
- o Validering genom mätning av egenskaper hos indikatororganismer
- o Utformning av kontrollprogram
- o Åtgärder som garanterar kontinuerlig övervakning

5.4.5 Driftansvarig

Det skall finnas en driftansvarig definierad i Artikel 3, punkt 11 i EG nr 1069/2009, som ”de fysiska eller juridiska personer som har faktisk kontroll över en animalisk biprodukt eller därav framställd produkt, däribland transportörer, handlare och användare.” vilket anses vara firmatecknare eller VD.⁶⁰

I avdelning II i EG nr 1069/2009 specificeras de krav som ställs på de driftansvariga. Förkortat gäller det att identifiera, på något sätt hantera, behandla, omvandla och transportera ABP-material och produkter tillverkat av ABP-material på sådant sätt att man uppfyller kraven i nämnda förordning. Man har att tillse att godkänd dokumentation medföljer, handelsdokument kan behöva kompletteras av hälsointyg.

Ansaret innebär också att alla händelser gällande materialet sker enligt relevanta krav. Likaså har denna att tillhandahålla Jordbruksverket information om de anläggningar som man har driftansvar för. Detta gäller också alla större ändringar av dessa anläggningar.

I Artikel 4 i ABP-förordningen 1069/2009 beskrivs utgångspunkten för materialet, dvs. den tidpunkt man framställt animaliska biprodukter. I avdelning II, kapitel II, artiklarna 31 – 36 beskrivs vad man får använda olika produkter framställda av ABP-material till. Detta anses vanligen vara slutanvändning.

⁵⁹ beskrivning av såväl ”standardparametrar” som alternativa parametrar finns i EG nr 142/2011, bilaga V, kapitel III.

⁶⁰ Gredegård, S. Jordbruksverket. 2011-08-25.

5.4.6 Handelsdokument

I normalfallet skall ett handelsdokument finnas till varje transport av ABP-material. Det finns dock ett undantag från detta krav då det gäller transport av naturgödsel inom ett och samma jordbruksföretag samt också då det gäller transport mellan jordbruksföretag och naturgödselanvändare. För båda dessa undantag gäller att det är inom en och samma medlemsstat. JV och NV⁶¹ ger undantag från tillstånds- och anmälningsplikt för transport av stallgödsel oavsett mängd så länge gödseln uppkommit och transporteras till användare inom Sverige.

Färdiga handelsdokument finns att ladda ner från Jordbruksverkets hemsida. Det finns en möjlighet att ta fram egen dokumentation och ett eget system för hantering av dokumentation och redovisning, detta har ett antal krav kopplade till sig. Framtagande av ett eget dokumentationssystem bör göras i samarbete med Jordbruksverket som är den instans som skall godkänna detta system.

5.5 MILJÖTILLSTÅND MED AVSEENDE PÅ RÖTNING

De typer av verksamheter som kan ge utsläpp eller på annat sätt påverka hälsa eller miljö benämns vanligen för miljöfarlig verksamhet och ”Förordningen om Miljöfarlig verksamhet och Hälsoskydd”, (härefter FMH), beskriver verksamheter och dess behov för tillstånd eller anmälan. För att få tillstånd att driva de typer av verksamheter som anses miljöfarliga måste ansökan för detta skickas till rätt prövningsinstans och anläggningarnas klass, A, B eller C, anger vem som är prövande myndighet. Högsta prövoklass gäller.

I ansökan för miljötillstånd skall minst följande ingå:

- o Ritningar och tekniska beskrivningar om platsförhållanden, produktionsmängd samt råvaru- och insatsvaruanvändning
- o Energianvändning
- o Uppgifter om utsläppskällor, art och mängd förutsebara utsläpp samt förslag på åtgärder för att minska uppkomst av avfall
- o En miljökonsekvensbeskrivning om sådan behövs
- o Förslag till skyddsåtgärder eller andra försiktighetsmått samt övriga uppgifter som behövs för att bedöma hur de allmänna hänsynsreglerna iakttas
- o Förslag till övervakning och kontroll av verksamheten
- o I de fall så krävs, en säkerhetsrapport krävs enligt lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- o En icke-teknisk sammanfattning av ovanstående punkter

⁶¹ SJVFS 2010:59, 9§ samt NFS 2005:3, 3§

5.5.1 Anläggningsars klassning

I FMH:s bilaga finns beskrivet ett antal verksamheter inkluderat kort beskrivning samt deras tillstånds- eller anmälningsplikt. Samtidigt anges också vilka direktiv eller förordningar från EU som är aktuella i verksamheten. Nedan beskrivs några av de olika verksamheter och de mängder eller volymer som är begränsande.

A-anläggningar m.a.p biogasproduktion för fordonsbränsleframställning

Mark och miljödomstolen (MD) är prövande myndighet

90.150 Anläggning för biologisk behandling av mer än 100 000 ton ickefarligt avfall per kalenderår.

Dock anges i NV's publikation "Naturvårdsverkets kommentarer till verksamhets beskrivningarna i FMH-bilagan, avdelning 1" en referens till Europaparlamentets och rådets direktiv 06/12/EG. I detta direktiv anger man i artikel 2, 1b: iii att direktivet inte skall omfatta jordbruksavfall i form av stallgödsel och andra "naturliga, ofarliga ämnen som används i jordbruk" om dessa omfattas av annan lagstiftning. "Stallgödsel" hanteras i ABP-lagstiftningen, här utan begränsning i mängd.

B-anläggningar m.a.p biogasproduktion för fordonsbränsleframställning

Länsstyrelse är prövande myndighet

40.10 Anläggning för framställning av mer än 150 000 m³ gasformigt bränsle per kalenderår
Omfattar inte rötgas från avfalls- eller avloppsvattenbehandling⁶²

40.50 Anläggning för förbränning med en total installerad tillförd effekt av mer än 50 MW.

40.51 Anläggning för förbränning med en total installerad tillförd effekt av mer än 20 MW.

90.160 Anläggning för biologisk behandling av ickefarligt avfall om den tillföra mängden är mer än 500 men mindre än 100 000 ton per kalenderår.

90.240 Anläggning för på annat sätt än genom förbränning bearbeta mer än 2 500 ton ABP-material oavsett kategori.
Omvandling av ABP-material till biogas är inte att anse som bearbetning dock kan t.ex en hygieniseringsanläggning ingå däri. NV anser i sina kommentarer till FMH att omvandling är att anse som biologisk behandling och rötning skall därför sortera under 90.150 – 90.170³⁰

⁶² Naturvårdsverkets kommentarer till verksamhetsbeskrivningarna i FMH-bilagan, avdelning 1

C-anläggningar m.a.p biogasproduktion för fordonsbränsleframställning

Anmälan görs till kommun

40.20 Anläggning för framställning av gasformigt bränsle.

Omfattar framställning av biogas från gödsel eller vallgrödor.⁶³

40.60 Anläggning för förbränning med en total installerad tillförd effekt av mer än

1: mer än 500 kW, om annat bränsle används än enbart eldningsolja eller bränslegas.

2: mer än 10 MW om inget annat bränsle används än eldningsolja eller bränslegas.

50.20 Anläggning där det per kalenderår hanteras mer än 1 miljon Nm³ gas avsett som motorbränsle, eller mer än 1 000 m³ flytande motorbränsle.

90.170 Anläggning för biologisk behandling av annat avfall än farligt avfall

90.250 Anläggning för att på annat sätt än genom förbränning bearbeta mer än 20, men mindre än 2 500 ton ABP-material oavsett kategori.

Omvandling av ABP-material till biogas anses av NV inte som bearbetning, dock kan t.ex. en hygieniseringsanläggning ingå här.

90.260 Anläggning för förbehandling av ABP-material.

5.5.2 Gödselrötning

Vid produktion av biogas där rötresten skall spridas på mark är det möjligt att ett hygieniseringssteg måste finnas i processen. Detta avgörs av JV:s analys av smittspridningsrisker i varje enskilt fall. JV har möjlighet att ge undantag från hygieniseringskrav om man rötar gårdseget gödsel och övrigt jordbruksrelaterat material. JV har också öppnat för möjligheten att röta material från upp till tre närliggande gårdar utan hygieniseringskrav. Det är också möjligt att få bedömning om undantag gjord även vid större upptagningsområden.⁶³

I de två scenarier som belyses i denna utredning, 5 000 årston gödsel från en eller ett par näraliggande gårdar, samt 100 000 årston gödsel från ett flertal gårdar, finns förutsättningen att i det mindre fallet få undantag från hygieniseringsbehovet. Detta förutsatt att de gårdar som lämnar gödsel också använder rötresten. Förutsättningen för den större kapaciteten är sådan att hygieniseringssteg kommer att behövas.

I Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/12/EG och i avfallsförordningen, SFS 2011:927, anger man att stallgödsel, naturgödsel och liknande naturligt material från jord- eller skogsbruk

⁶³ Gredegård, S. Jordbruksverket. 2011-01-11.

inte skall omfattas av denna lagstiftning om detta används inom respektive område eller för energiproduktion och där användningen inte skadar eller skapar olägenheter för människa eller miljö. Detta kan tolkas som att naturgödsel och övrigt naturligt material som används inom jordbruk inte skall anses som avfall kan sak göras för att frånräkna detta material då man summerar sitt material inför tillståndsprövning med avseende på avfallsmängd.

5.5.3 Konsekvenser

Centraliserad biogasproduktion

I detta fallet är det såväl mängden gas, över 150 000 Nm³ per år, som mängden ABP-material som skall behandlas via hygieniseringssteg som resulterar i klassningen till B-anläggning.

Decentraliserad biogasproduktion

Mängden producerat gasformigt bränsle, max 150 000 Nm³ medför klassning som C-anläggning.

5.6 JORDBRUKSVERKETS GODKÄNNANDE

Generellt skall Jordbruksverket, JV, godkänna alla anläggningar som rötar animaliska biprodukter. Detta är oavsett anläggningens storlek. En ansökan bör göras ca 4 månader innan anläggningen beräknas vara färdigställd och klar för inbesiktning. Om anläggningen enbart rötar naturgödsel eller produkter som inte kräver hygienisering utförs inte någon inbesiktning.

5.6.1 Jordbruksverkets kontroll

Jordbruksverket skall kontrollera alla av dem godkända anläggningar.⁶⁴ Frekvensen för kontrollen baseras på en matris där anläggningens riskklass och erfarenhetsklassificering medför en kontrollfrekvens. Inledningsvis för en biogasanläggning som rötar ABP-material kategori 3 och -2 material är frekvensen normalt två kontroller om året. Antalet kontroller kan minska om man når en högre erfarenhetsklassificering. Justering av erfarenhetsklassificering sker löpande, normalt en gång per år, och beror på om anläggningen är tredjepartskontrollerade via certifieringsorgan och följer riktlinjer för god praxis.

⁶⁴ SJVFS 2010:83 Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2007:21) om offentlig kontroll och animaliska biprodukter

5.7 GASSYSTEM OCH GASUPPGRADERING

Med utgångspunkt i utredningens två huvudscenarion, centraliserad och decentraliserad biogasproduktion, ser man två alternativ med avseende på material och gasuppgradering. Antingen transporterar man gödsel och jordbruksmaterial till en centraliserad fordonsgasproducerande anläggning där både rötning, uppgradering och tryckökning sker. Alternativt rötar man gödsel på gårdsanläggningar (decentraliserad biogasproduktion) och transporterar rågasen via gasledning till en större uppgraderingsanläggning som tar emot gas från flera mindre rötningsanläggningar.

5.7.1 Gasföreståndare

I enlighet med LBE³⁵ skall det finnas minst en föreståndare för verksamheten, en sk. gasföreståndare. Gasföreståndaren skall ha den kompetens som behövs med hänsyn till verksamheten, med detta menas såväl anläggningens storlek som komplexitet.

Det är viktigt att gasföreståndaren arbetar fysiskt nära verksamheten och de anläggningar denne ansvarar för. Om företaget inte har egen personal med tillräcklig kompetens får man knyta till sig extern personal med efterfrågad kompetens. Dock ställs samma krav som för ”egen” gasföreståndare, dvs. att man arbetar nära de anläggningar man ansvarar för.

Man kan ha flera gasföreståndare inom ett företag så länge all verksamhet täcks in, dock får deras ansvarsområden inte överlappa.

Gasföreståndarens ansvar:

- o Att anläggningar under dennes ansvar är utförda, och drivs, enligt de föreskrifter och eventuella tillståndsvillkor som finns.
- o Att teknisk kontroll utföres enligt gällande föreskrifter och tillståndsvillkor.
- o Att ta fram anvisningar för både drift & underhåll samt för gassäkerhet.
- o Att ta fram klassnings- & beredskapsplaner.
- o Att ta fram rutiner för olycks- & tillbudsrapportering.
- o Att säkerställa att personal har nödvändig kompetens och att personal kontinuerligt fortbildas.

Gasföreståndarens kompetens:

- o Kunskap om aktuell lagstiftning m.a.p såväl brandfarliga ämnen som arbetsmiljö.
- o Kunskap om föreståndarens skyldigheter och ansvar.
- o Kunskap om energigas och deras egenskaper.
- o Kunskap om både tekniska & administrativa olycksförebyggande åtgärder.
- o Kunskap om anläggningens utrustning och dess ingående komponenter.
- o Kunskap riskbedömning och riskanalys.

Energigas Sverige har publicerat en informationsfolder, "Föreståndare för brandfarlig gas", i vilken man i detalj specificerar gasföreståndarens ansvar och kompetensbehov.

Tillståndsmyndigheten, kommunen, skall informeras om vem som är gasföreståndare och godkänna denna.

5.7.2 Gasuppgradering

5.7.2.1 Uppförande

För uppförande av uppgraderingsanläggning gäller PBL och bygg-, mark- och eventuellt rivningslov krävs, detta redogörs för i punkten 5.3 ovan.

5.7.2.2 Tillstånd

Med avseende på producerad gas krävs tillstånd enligt LBE⁶⁵ och detta prövas av den kommun där hanteringen skall bedrivas, vanligtvis hos den myndighet som räddningstjänsten hanterar under. Undantaget här är om gasen är en biprodukt, har högst 1 bars övertryck och används inom egen anläggning t.ex för värmeproduktion. 3 månader innan tillståndet löper ut måste en ansökan om förlängt tillstånd skickas in.

I SÄIFS⁶⁶ 1995:3, Allmänna råd, bilaga A, nämns de olika dokument som kan behövas. Dokumentationen för en ny anläggning innefattar förutom material som nämns i ansökan enligt PBL också t.ex processbeskrivning, drift- och skötselinstruktioner, klassningsplaner och utsedd gasföreståndare.

Fler saker kan tillkomma beroende på myndigheten. Det är därför bra att ha tidigt samråd med denna och där få information om hur bedömningsunderlaget skall se ut. I samma föreskrift finns i bilaga B exempel på vad för dokumentation som kan behövas för att förnya ett tillstånd.

5.7.2.3 Anläggningskontroll och tillsyn

En gasuppgraderingsanläggning skall genomgå en anläggningskontroll som skall utföras av ett ackrediterat kontrollorgan. En gasuppgraderingsanläggning har kärl och rörledningar där tryck och volym är sådana att det krävs årlig tillsyn och funktionskontroll.

5.7.3 Gasnät

I fallet med decentraliserad fordonsgasproduktion behövs ett rågasnät för att leda torkad rågas från ett flertal rågasproducenter till en gasuppgraderingsanläggning. Detta rågasnät måste följa

⁶⁵ Lagen om brandfarlig och explosiv vara

⁶⁶ Sprängämnesinspektionens författningssamling

anvisningarna i gällande Energigasnorm, EGN, som anläggs och i övrigt sköts härefter uppfyller gällande lagar, förordningar och föreskrifter.

Rågasnätet sorterar under naturgaslagen som också omfattar biogas. Enligt naturgaslagen skall naturgasledningar inneha koncession, ett tillstånd från regeringen.

Dock anges i naturgaslagens andra kapitel att koncession inte krävs för en naturgasledning som är belägen efter en mät- och reglerstation. En mät- och reglerfunktion kommer att finnas vid varje rågasproducerande anläggning, dock inte i formen av en station. Naturgaslagen avser större ledningar med högt tryck.

5.7.4 Riskbedömning och installationsbesiktning på trycksatta anordningar

Innan en anläggning med trycksatta anordningar, vilket gasnätet anses vara, tas i drift skall en riskbedömning göras. Man skall bland annat bedöma dels riskerna som anläggningen innebär och dels hur omfattande fortlöpande tillsyn behöver vara.

Denna riskbedömning utförs föredragsvis av en grupp personer med flera olika kompetenser alternativt en person med stor kompetens och erfarenhet. Finns sådan kompetens och erfarenhet inte inom organisationen kan extern personal anlitas för uppdraget.

En installationsbesiktning skall också utföras innan en anordning tas i drift första gången. I denna besiktning kontrolleras att det finns fungerande säkerhetsutrustning, att anordningen är lämplig för vad den är tänkt att utföra samt att alla risker i samband med drift som kunnat förutses har beaktats.⁶⁷ Denna installationsbesiktning görs av den kommunala nämnd som svarar för räddningstjänsten.

5.7.4.1 Rågasnät med sidokanalfläktar

Med anläggning uppförd enligt Figur 8 och vid ett nättryck under 0,5 bar gäller vad som kallas ”god teknisk praxis” vid tillverkningen. Enligt AFS 2005:3 kommer då inga besiktningskrav att ställas⁶⁸. Förutom installationsbesiktning skall också en in- och utvändig undersökning ske. Om vissa villkor är uppfylla kan denna undersökning göras som återkommande egenbesiktning. Dock skall villkoren kontrolleras av en tredje part, som skall vara ackrediterad. En egenbesiktning kan innebära funktionskontroll av säkerhetsutrustning under drift, kontroll av säkerhetsutrustning i provningsbänk och liknande.⁶⁹

5.7.4.2 Rågasnät med klokompressor

Med anläggning uppförd enligt , trycket 1,7 bar och nominell rördiameter $25 \leq DN, \leq 100$ skall rörledningen möta de grundläggande säkerhetskrav som beskrivs i bilaga 1 till AFS 2005:2⁵² samt tillhöra besiktningsklass B⁵⁰. Även tryckkärlen där gasen kyls och torkas kan komma att klassas så att det blir besiktningskrav.

⁶⁷ AFS 2005:3 Besiktning av trycksatta anordningar

⁶⁸ Gasföreningen/Energigas Sverige och SWETICs informationsskrift ”Tillämpning av AFS 2005:2 och AFS 2005:3 på biogasanläggningar” av 2007-02-13

⁶⁹ AFS 2005:2 Tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar

Förutom installationsbesiktning skall då återkommande besiktningar ske, inkluderande bland annat driftprov vart tredje år. I driftprovet skall funktionskontroll av säkerhetsutrustningen och en allmän systemkontroll utföras. Funktionskontrollen kan, vid vissa uppfyllda villkor, ske som egenbesiktning. Systemkontrollen kan, om villkor är uppfyllda, ersättas med en fortlöpande tillsyn enligt AFS 2002:1⁷⁰

5.7.5 Gaslager

Ett lager för uppgraderad fordonsgas är vanligen ett flasklager bestående av gasflaskpaket. Dessa paket finns både som stationära och mobila. Skall uppgraderad gas transporteras via ”flakning” måste en säkerhetsrådgivare⁷¹ vara involverad i driftsorganisationen. Man har då, liksom vid stationärt flasklager, också att beakta MSBFS föreskrift (2011:3) om transportabla tryckbärande behållare när det gäller krav och märkningar. Förutom detta gäller för distribution via flakning att beakta lagen om transport av farligt gods, MSBFS 2011:1.

5.7.6 Tankstation

Tankstationer regleras i SÄIFS 1998:5⁷² där man bland annat beskriver de konstruktionskrav som finns. En installationskontroll skall utföras innan driftsättning.

Återkommande kontroller av ackrediterat kontrollorgan skall ske minst vart tredje år. Det finns en anvisning för tankstationer kallad TSA 2010 som publicerats av Energigas Sverige, i denna finns anvisningar för utformning, tillverkning, drift och skötsel som medför att anläggningen lever upp till gällande myndighetskrav.

5.7.7 Ledningsrätt

För att underlätta ledningsdragning och undvika dyra tvistefrågor med markägare kan man ansöka om ledningsrätt hos Lantmäteriet. I en utmätt ledningsrätt regleras hur ledningsägare och markägare skall förhålla sig till varandra och säkerställs att ledningsägaren får anlägga, nyttja och underhålla ledningarna. Ledningsrätten påverkas ej av fastighetsbyten och gäller för all framtid, vilket gör ledningarna enklare att belåna.⁷³ Lantmäteriet debiterar ledningsrättsförfarandet f.n. med 1250 kr/h. Den totala kostnaden varierar dock starkt beroende på hur mycket av arbetet, så som kontakt med berörda markägare, värdering av ersättningsrätt och markskador osv., som utförs i egen regi och vad som läggs på Lantmäteriet.⁷⁴

⁷⁰ Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av trycksatta anordningar

⁷¹ SRVFS 2006:9

⁷² Sprängämnesinspektionens föreskrifter om tankstationer för metangasdrivna fordon

⁷³ http://www.lantmateriet.se/upload/filer/fastigheter/ledningsratter_hog_101029.pdf

⁷⁴ http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=7282

Lantmäteriet kunde vid samtal inte ge något riktvärde på hur mycket ett ledningsrättsförfarande kan kosta med hänvisning till att denna är mycket platsspecifik.⁷⁵ T. ex skiljer sig markägartätheten och ersättningen för produktionsbortfall och markskador sig åt i olika delar av landet. Normalt omfattar kostnader för ledningsrätt endast några kronor per meter. Dock kan kostnaderna för skador och produktionsbortfall hos lantbrukaren uppgå till omkring 1 kr/m² åkermark.⁷⁶

5.8 MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING

En miljökonsekvensbeskrivning, MKB, kan behövas enligt MB och detta anges i så fall i förordningen om miljökonsekvensbeskrivningar. Normalt medföljer kravet på MKB en tillståndspliktig anläggning. Dock kan myndigheter begära att sådan görs även om anläggningen inte är tillståndspliktig.

5.8.1 Konsekvenser

Centraliserad biogasproduktion

Vid produktion av mer än 150 000 Nm³ gasformigt bränsle per år samt vid behandling av mer än 2 500 ton ABP-material per år krävs en MKB.

Decentraliserad biogasproduktion

En decentraliserad biogasproducerande anläggning av storleken 5 000 ton material samt mindre än 150 000 Nm³ behöver inte MKB enligt förordningen om miljökonsekvensbeskrivningar. Dock kan som nämnts tidigare myndigheter begära att sådan skall göras.

5.8.2 Sevesolagstiftningen

I föreliggande scenarion kommer normalt inte Sevesolagstiftningen enligt SFS 1999:381 att behöva beaktas. Denna paragraf ligger med som kompletterande information.

5.8.2.1 Lag om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (SFS 1999:381)

Det finns två nivåer där denna lag är applicerbar, dels upp till den högre kravnivån där enbart anmälan skall göras till Lst och dels över den högre kravnivån där man söker tillstånd hos MD.

⁷⁵ Samtal med Lantmäteriets säljare, 2011-09-07

⁷⁶ Carlsson, H. Göteborgs Energi. 2011-10-23.

Den lägre kravnivån gäller om lagervolymer överstiger 10 ton (ca 13 400 Nm³) komprimerad biogas, CBG, eller 50 ton (ca 110m³) flytande biogas, LBG.⁷⁷ I det fallet skall ett handlingsprogram för förebyggande av kemikalieolyckor tas fram. Handlingsprogrammet skall innehålla information enligt nedan:

- o Mål och handlingsprinciper arbetsgivaren ställt upp för förebyggande av risker för allvarliga kemikalieolyckor
- o Verksamhetens organisation
- o Beskrivning av ett säkerhetsledningssystem som bl.a. innefattar:
 - Organisation och personal
 - Identifiering och bedömning av risker för allvarliga kemikalieolyckor
 - Styrning (rutiner, instruktioner)
 - Hantering av ändringar
 - Planering inför nödsituationer
 - Resultatuppföljning
 - Utvärdering och revision

Den högre kravnivån gäller om lagervolymer överstiger 50 ton (ca 67 000 Nm³) CBG eller 200 ton (ca 470 m³) LBG.⁶⁰ I så fall skall också en extensiv säkerhetsrapport skickas in senast sex månader innan verksamhetsstart. Denna säkerhetsrapport skall också förnyas senast vart femte år.

5.8.2.2 Anmälan

Anmälan enligt Sevesolagstiftningen skall göras till den tillsynsmyndighet som enligt miljöbalken skall pröva tillståndsansökan. En anmälan skall också, senast tre månader innan verksamhet inleds, skickas till arbetsmiljöverket där följande information skall framgå⁷⁸:

- o Arbetsgivarens namn och adress samt adress till arbetsstället
- o Namn och befattning på den fysiska person som operativt ansvarar för verksamheten
- o Benämning på det eller de farliga ämnen som förekommer i verksamheten
- o Mängd och fysikaliskt tillstånd på ämnen som förekommer i verksamheten
- o Vilken verksamhet som bedrivs eller skall bedrivas på arbetsstället
- o Beskrivning av verksamhetens omedelbara omgivning med faktorer som kan ge upphov till en allvarlig kemikalieolycka eller förvärra en sådan

⁷⁷ Densitet ca 0.746 kg/Nm³ som CBG och ca 423 kg/m³ som LBG

⁷⁸ AFS 2005:19, Förebyggande av allvarliga kemikalieolyckor

5.9 VATTENVERKSAMHET OCH SKYDDSVÄRDA OMRÅDEN

5.9.1 Vattenverksamhet

Om man på något sätt i projektet måste påverka vattenförhållanden på sätt som rivning, fyllning, pålning eller liknande kan tillstånd för detta krävas, i nämnda fall där man kan syfta till att förändra vattendjup eller läge är det MD som hanterar ansökan. Är det fråga om markavvattnings söks detta hos Lst. Dessa tillståndsärenden kan vara både kostsamma och tidskrävande.⁷⁹

5.9.2 Skyddsvärda områden

Vid projektering av ledningsnät och dess sträckning bör man studera GIS-kartor samt också kontrollera mot dels kommunens eller länets experter inom kulturmiljö.

5.10 SAMMANFATTNING JURIDIK

Då både centraliserad och decentraliserad fordonsgasproduktion behöver såväl en gasföreståndare som en driftansvarig kan skillnaden hänföras till kravet på kompetens hos gasföreståndaren som skall relateras till anläggningens storlek och komplexitet.

En centraliserad fordonsgasproducerande anläggning kräver ett tillstånd enligt PBL och en miljökonsekvensbeskrivning. Lst blir här den tillståndsprovande myndigheten.

Båda anläggningsalternativen kräver kontroller från dels Jordbruksverket med avseende på deras godkännande, samt också från ackrediterat kontrollorgan med avseende på gassystemen.

En gårdsbaserad anläggning med de förutsättningarna som beskrivs här har möjligheten att klara sig med en anmälan enligt PBL med avseende på tillbyggnad (ekonomibyggnad). En gasproduktion under 150 000 Nm³ medför att anläggningen blir anmälningspliktig till kommun.

⁷⁹ Miljöbalken 11 kap, 9 §

6 RESULTAT OCH UTVÄRDERING

6.1 TEKNIK

En avgörande skillnad mellan de två systemen är det så kallade rågasnätet. Den tekniska utredningen har visat att det krävs omfattande investeringar och teknisk kompetens för att konstruera ett optimerat rågasnät. Varje biogasenhet (gårdsanläggning) behöver bl a kondensfällor och tryckutrustning för att klara transporterna av rågas till uppgraderingsenheten.

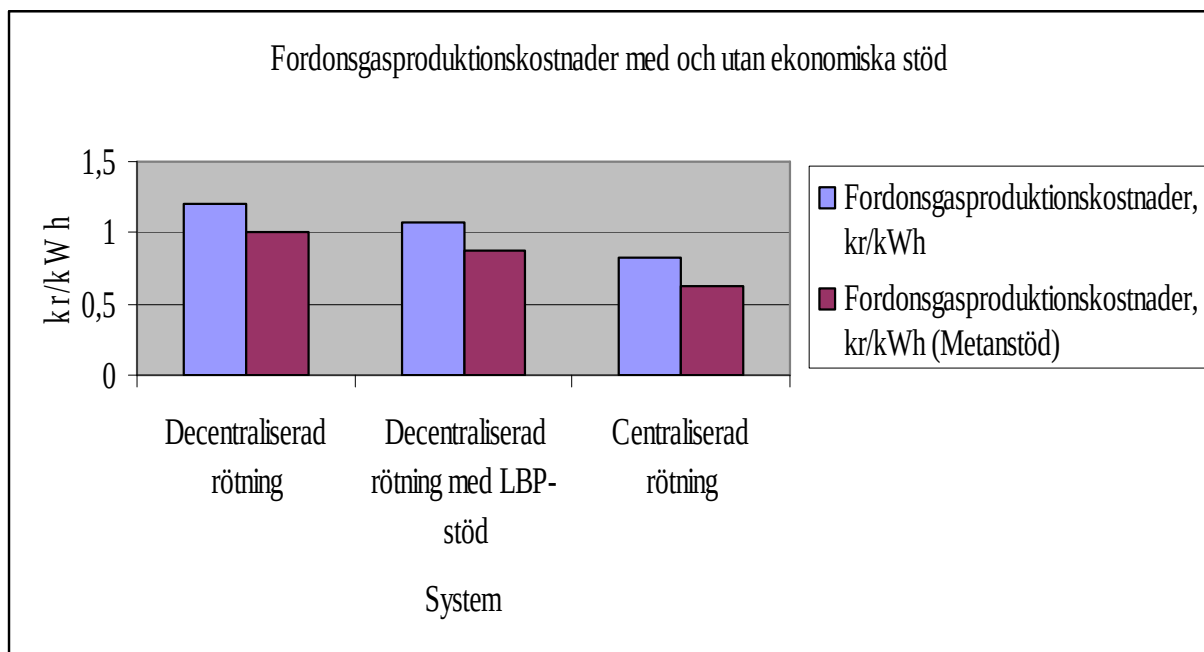
Vid centraliserad fordonsgasproduktion har även pumpning av flytgödsel och rötrest utretts. Det krävs mycket goda förutsättningar för att pumpning långa sträckor ska kunna konkurrera med lastbilsdistribution med dagens bränslepriser. Pumpning minskar också flexibiliteten, om exempelvis en lantbrukare flyttar sin verksamhet eller väljer andra mer konventionella gödselmedel.

6.2 EKONOMI

6.2.1 Fordonsgasproduktionskostnader och priset på naturgas

De ekonomiska beräkningarna har visat att fordonsgasproduktionskostnaderna för den decentraliserade lösningen inklusive ett rågasnät är mycket höga i förhållande till dagens pris på naturgas/fordonsgas. Kostnaderna överstiger med och utan LBP-stöd 1,00 kr/kWh.

Lägst var fordonsgasproduktionskostnaden för centraliserad produktion och uppgick till ca 0,80 kr/kWh. Figur 17 visar fordonsgasproduktionskostnaden för decentraliserad rötning med och utan stöd samt centraliserad rötning. Figuren visar även hur produktionskostnaderna påverkas av ett metanreduceringsstöd (M-stöd) på 0,20 kr/kWh.



Figur 17: Illustrerar fordonsgasproduktionskostnaderna för de tre scenarierna: Decentraliserad produktion; decentraliserad produktion med LBP-stöd på 30 % och centraliserad produktion utan stöd. Fordonsgasproduktionskostnaden med ett så kallat metanreduceringsstöd (M-stöd) på 0,20 kr/kWh redovisas även.

Med ett metanreduceringsstöd på 0,20 kr/kWh skulle fordonsgasproduktionskostnaden vid centraliserad rötning närma sig 0,60 kr/kWh. Med investeringsbidrag i form av exempelvis KLIMP så skulle produktionskostnaden förmodligen hamna under 0,50 kr/kWh om detta kombineras med ett metanreduceringsstöd. Enligt vår bedömning måste fordonsgasproduktionskostnaden understiga 0,60-0,70 kr/kWh för att lönsamheten ska vara rimlig med tanke på aktuellt naturgaspris och övriga kostnader i form av tankställe, distribution, avans, mm.

Det är priset på naturgas som i stor utsträckning påverkar marknadspriset på förnyelsebar fordonsgas. Gaspriser vid mack ligger i dagsläget på 1,00-1,10 kr/kWh inklusive moms. Med en fordonsgasproduktionskostnad på över 0,70-0,80 kr/kWh kommer priset vid mack att kraftigt överstiga priset på naturgas/fordonsgas eftersom kostnader för avans, tankstation/ställe, komprimering av gas, distribution, momspåslag med mera inte är inkluderade i kalkylen. Vid decentraliserad fordonsgasproduktion måste därför priset vid mack stiga med över 50 % för att skapa lönsamma kalkyler.

Vid decentraliserad fordonsgasproduktion kan det även tillkomma en del transporter, vilket ytterligare försämrar kalkylen. Beräkningsexemplet från Bjäre (bilaga 1) illustrerar detta faktum.

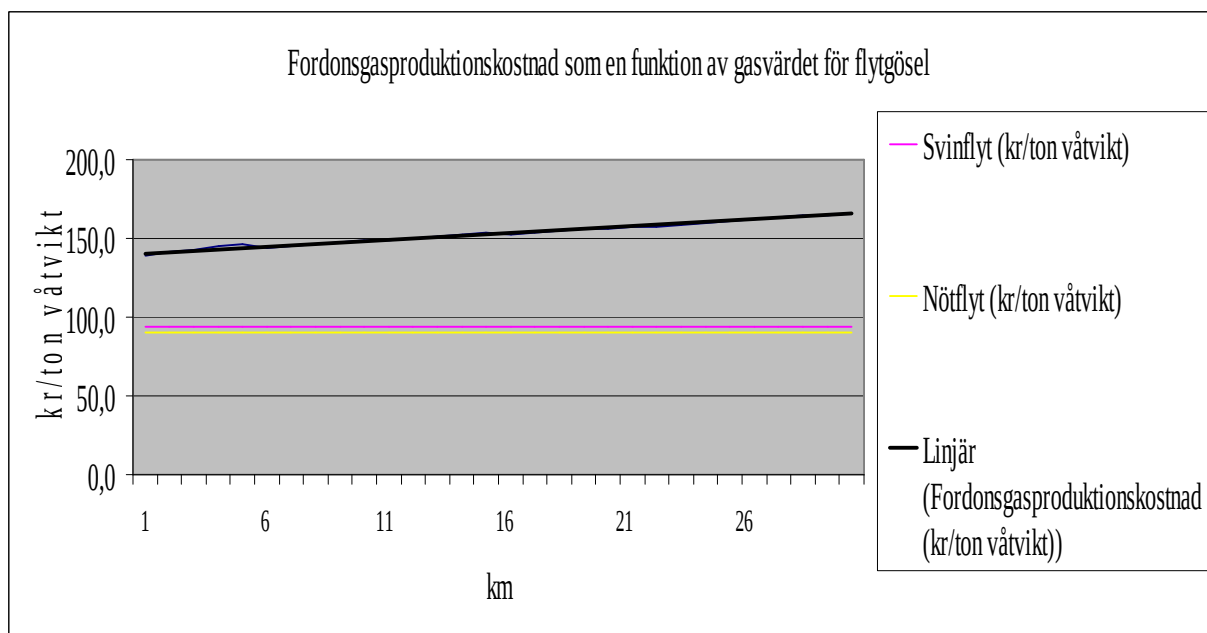
Vad som också måste beaktas är att vid decentraliserad produktion kommer det förmodligen att byggas en eller två mer avancerade anläggningar som kan hantera andra och mer torrare substrat för att reducera de totala kostnaderna eftersom de andra anläggningarna blir mindre komplexa och kanske kan byggas för under 3 Mkr per styck.

6.2.2 Transportkostnader

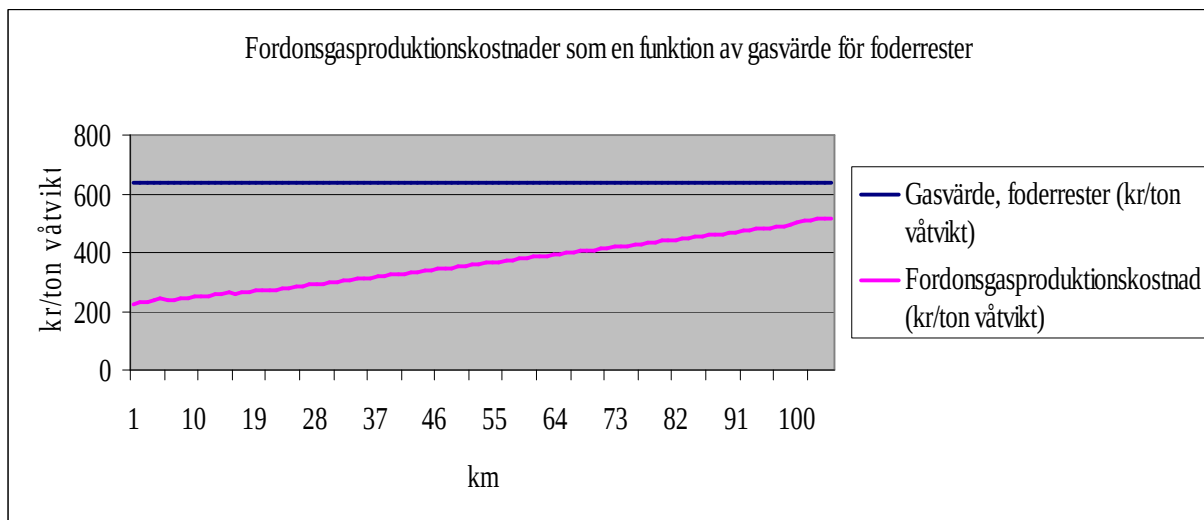
En stor kostnad vid centraliserad rötning är transporterna. Är det överhuvudtaget lönsamt att transportera flytgödsel med tanke på det låga gasutbytet och de höga transportkostnaderna? Transportkostnader för olika substrat varierar beroende på dess densitet och lastningseffektivitet, bland mycket annat. Genom att beräkna gasvärdet (kr/ton våtvikt) som en funktion av transportkostnaden (kr/ton våtvikt) går det att utläsa hur långt vissa substrat kan förflyttas utan att transportkostnaden överstiger gasvärdet.

Fordonsgasproduktionskostnaden är beroende av avståndet, men ligger utan transporter på ca 115 kr/ton våtvikt vid centraliserad rötning, enligt beräkningarna ovan. Den produktionskostnaden stiger vid ökade avstånd och redovisas i figurerna nedan. Gasvärdet är satt till 0,60 kr/kWh för uppgraderad gas.

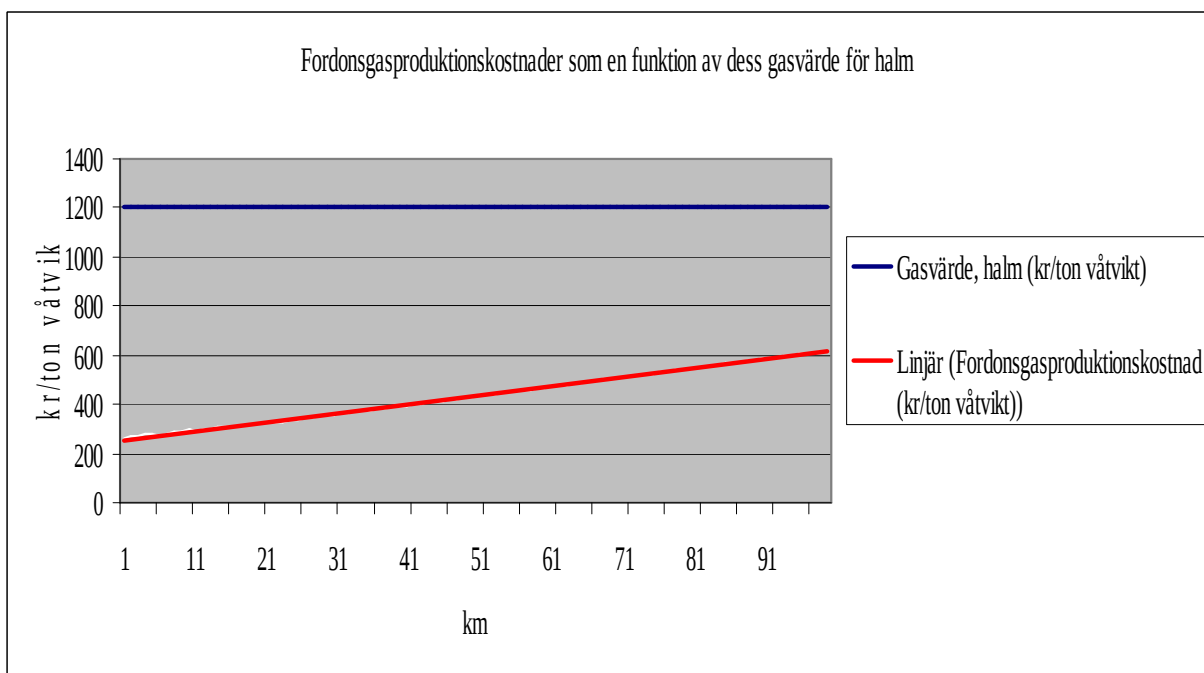
Figur 18 (abc) visar fordonsgasproduktionskostnaden som en funktion av dess gasvärde (kr/ton våtvikt) för fyra olika lantbruksrelaterade substrat.



Figur 18 a: Fordonsgasproduktionskostnaderna för flytgödsel som en funktion av gasvärdet (0,60 kr/kWh). Figuren visar att produktionskostnaderna för flytgödsel överstiger gasvärdet som ligger på ca 90 kr/ton våtvikt och kan därmed inte transporteras någon sträcka. Fordonsgasproduktionskostnaden ligger långt över 100 kr/ton våtvikt. Det krävs ett betydligt högre pris på gasen eller ett metanreduceringsstöd på 0,20-0,30 kr/kWh för att lönsamhet ska kunna uppnås vid rötning av endast flytgödsel för fordonsgasproduktion (Gasutbytet är satt till 23 Nm³ CH₄/ton vv för nötflyt och 26 Nm³ CH₄/ton svinflyt).



Figur 18 b: visar transportkostnaderna för foderrester som en funktion av dess gasvärde (250 Nm^3 biogas/ton våtvikt och ett pris på 0,60 kr/kWh för den producerade gasen). Figuren visar att skörderester utan problem kan transporteras över 100 km utan att transport- och produktionskostnaderna åter upp gasvärdet (Gasutbytet är satt till $108 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4$ /ton vv).



18 c: visar transportkostnaderna för halm som en funktion av dess gasvärde ($160 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4$ /ton våtvikt och ett pris på 0,60 kr/kWh för den producerade gasen). Figuren visar att halm kan transporteras över 100 km utan att transport- och produktionskostnaderna åter upp gasvärdet. Med ett pris på halmen stiger dock kostnaderna betydligt snabbare. Vid 100 km är fordongasproduktionskostnaden över 600 kr/ton våtvikt, men gasvärdet ligger på över 1000 kr/ton våtvikt (beräknat på $200 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4$ /ton vv).

Figurerna ovan visar att rötning av endast flytgödsel för fordonsgasproduktion. Det beror framför allt på att gasvärdet är så lågt i förhållande till massan (90 % vatten), vilket gör att transport- och produktionskostnaderna blir väldigt höga. Det krävs helt andra priser på gasen eller ett kraftigt metanreduceringsstöd för att kalkylen ska gå ihop.

6.3JURIDIK

Rent juridiskt är den huvudsakliga skillnaden mellan centraliserad och decentraliserad biogasproduktion att behovet av tillståndsansökning enligt Plan och Bygglagen (PBL) blir ett direkt krav för en centraliserad anläggning medan decentraliserade anläggningar på något sätt hamnar i viss gråzon. Kravet på miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är, precis som tillståndskrav enligt PBL, klart för en centraliserad anläggning medan för en decentraliserad lösning kan en MKB komma att krävas enligt tillståndsgivande myndighets önskemål.

Kompetenskravet på gasföreståndaren ökar också i takt med anläggningens komplexitet. Detta innebär för en centraliserad anläggning ett större kompetenskrav.

6.4 SAMMANFATTANDE DISKUSSION

Denna utredning har visat att för gödselbaserad fordonsgasproduktion är det svårt att få ihop lönsamhetskalkylen för såväl centraliserad som decentraliserad biogasproduktion. Produktionskostnaden för decentraliserad fordonsgas överstiger 1,00 kr/kWh med ett LBP-stöd på 30 %. Med ett metanreduceringsstöd på 0,20 kr/kWh förbättras lönsamheten avsevärt, men kalkylen går ändå inte ihop eftersom produktionskostnaden fortfarande överstiger 0,80 kr/kWh med LBP-stöd.

Vid centraliserad rötning ligger kostnaden på ca 0,80 kr/kWh. Enligt vår bedömning bör fordonsgasproduktionskostnaden inte överstiga 0,60 kr/kWh med dagens (2011-11-11) pris på gas. Denna nivå skulle kunna nås med ett metanreduceringsstöd som kombineras med någon form av investeringsbidrag vid centraliserad rötning.

Priset på fossila bränslen kommer med all sannolikhet att öka de närmaste decennierna vilket givetvis kommer att påverka kalkylerna positivt. Men det krävs en prisökning (CO₂-skatter?) med cirka 40-50 procent på naturgasen för att decentraliserad fordonsgasproduktion ska ge ett positivt resultat. Vilket motsvarar ett metanreduceringsstöd på 0,40-0,50 kr/kWh.

Många kommunala bolag som driver biogasanläggningar behandlar biologiskt material mot en avgift som kan tas ut av abonnenten. Kan den gödselbaserade fordonsgasproduktionen kombineras med andra biologiska substrat kan kalkylen förbättras i hög grad eftersom energirikare substrat (mer biogas per ton) används i kombination med en mottagningsavgift.

De två beräkningsexemplen (Bilaga 1 och 2) som använts i studien och huvudexemplet har visat att centraliserade lösningar är att föredra ur ett lönsamhetsperspektiv även om transportkostnaderna stiger kraftigt jämfört med decentraliserad fordonsgasproduktion.

Den centraliserade fordonsgasproduktionskostnaden på Bjärehalvön i Båstad ligger på 0,81 kr/kWh. Vid decentraliserad fordonsgasproduktion kan, som i fallet med Bjäre Biogas, förbättra de ekonomiska förutsättningarna genom att en mer avancerad och dyrare anläggning byggs som kombineras med enklare flytgödselbaserade anläggningar. Det skulle reducera kostnaden något för det decentraliserade systemet.

I Tvåker (Bilaga 2) ligger fordonsgasproduktionskostnaden på 0,84 kr/kWh vid centraliserad rötning och över 1,00 kr/kWh vid decentraliserad fordonsgasproduktion.

Det stora transportarbetet som krävs vid centraliserad fordonsgasproduktion påverkar utsläpp av fossila bränslen. Detta måste beaktas i en sådan kalkyl även om de ekonomiska beräkningarna visar på att det ekonomiskt sett är det mest fördelaktiga alternativet.

Andra lösningar som kan vara relevanta i sammanhanget är mer långsiktiga avtal med publika transportverksamheter som bussbolag. Bolagen skulle eventuellt kunna betala ett högre pris i

dagsläget för att få säkra leveranser till ett fast pris av en viss mängd miljövänlig och hållbar biogas. På längre sikt skulle detta kunna vara ett koncept som gynnar alla parter.

Vid rötning av gödsel omvandlas en relativt stor del av kvävet i gödseln till ammoniumkväve, vilket gynnar grödornas växtnäringsupptag vid spridning. Denna värdeökning har inte beaktats i beräkningarna eftersom "biogasanläggningen lånar" gödsel av lantbrukare som får tillbaka en rötrest med låg andel kol jämfört med naturlig gödsel, vilket på sikt kan påverka marken negativt. Rötrestens värdeökning antas motsvara risken som lantbrukarna tar.

7 REFERENSLISTA

- Agrometer a/s DK. I. URL: <http://www.agrometer.dk/>. 2011-09-01.
- Berg, J. 2000, Lagring och hantering av rötrest från storskaliga biogasanläggningar, JTI – rapport Kretslopp och avfall 22, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Berglund, M., P. Börjesson. 2003. Energianalys av biogassystem, (Energy systems analysis of biogas systems), IMES/EESS Report No. 44, Department of Environmental and Energy Systems Studies, Lund University, Lund, Sweden.
- Christensson, K., Björnsson, L., Dahlgren, S., Eriksson, P., Lantz, P., Lindström, J och M. Mickelåker. "Gårdsbiogashandbok". 2009. Rapport SGC 206.
- Edström, M., Jansson, L-E., Lantz, M., Johansson, L-G., Nordberg, U., Å. Nordberg. 2007. Gårdsbaserad biogasproduktion – system, ekonomi och klimatpåverkan. JTI-rapport. Kretslopp och avfall. 42
- Energigas. 2011. I. URL: <http://www.energigas.se/Publikationer/NormerAnvisningar>. 2011-09-21.
- Gödsling och kalkning, 2010. I. URL: http://www.sjv.se/download/18.4ef62786124a59a20bf800076008/20091126_Riktlinjer_g%C3%B6dsling_kalkning.pdf. 2011-09-13.
- Hs-vast.hush.se. 2011. I. URL: <http://hs-vast.hush.se/?p=12014>. 2011-10-12.
- Johnsson, P. 2010. Förstudierapport. Projekt Biogas Tvååker. I. URL: http://www.regionhalland.se/pagefiles/20646/20100624_frstudierapport%20projekt%20biogas%20tvåker_frprojektering%20av%20orgasledning%20uppgraderingsanläggning%20samt%20anslutning%20till%20varberg%20energis%20barsnt_slut.pdf. 2011-08-29.
- Jordbruksverket, 2008. I. URL: http://www.sjv.se/download/18.2d224fd51239d5ffbf780001529/V%C3%A4xthusgaser+fr%C3%A5n+jordbruket_1.pdf. 2010-11-12.
- Jordbruksverket, 2011-10-11. I. URL: http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/djurprodukter/anlaggningarso_mhanteraranimaliskabiprodukter.4.207049b811dd8a513dc80004115.html. 2011-10-11.
- Jordbruksverket, 2011A. Biogasanläggning och komposteringsanläggning - krav för godkännande samt krav på verksamheten. I. URL: http://www.evira.fi/portal/se/evira/sakenheter/animaliska_biprodukter/biogas-och_komposteringsanlaggningar/. 2011-09-12.
- Jordbruksverket, 2011B. Rötning av animaliska biprodukter. I. URL: <http://www.sjv.se/download/18.6f9b86741329df6fab48000334/Information+r%C3%B6tning+abp+110921.pdf>. 2011-12-01.
- Lackebywater.se. 2011. I. URL: <http://www.lackebywater.se/index155.html>. 2011-09-21.

- Lantmäteriet, 2010. I. URL: http://www.lantmateriet.se/upload/filer/fastigheter/ledningsratter_hog_101029.pdf. 2010-10-29.
- Lantmäteriet, 2011. I. URL: http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=7282. 2011-10-21.
- Lantz, M. & L., Björnsson. 2010. Biogas i färs. Förstudie. I. URL: <http://envirum.se/media/1307/biogas%20i%20f%C3%A4rs%20slutrapport.pdf>. 2011-09-30.
- Maskinkostnader, 2010. I. URL: <http://hs-m.hush.se/?p=14398>. 2011-12-01.
- Metanreduceringsstöd, 2010. I. URL: http://beta.riksdagen.se/sv/DokumentLagar/Forslag/Motioner/Metanreduceringsstod-for-biogasproduktion-fran-godsel_GZ02MJ405/?text=true. 2011-12-01.
- Naturvårdsverket, 2009. Kommentarer till verksamhetsbeskrivningarna i FMH-bilagan, avdelning 1.
- Pumphandboken. I. URL: <http://www.pumpportalen.se/pumphandbok/>. 2011-11-01.
- SGC rapport 229, April 2011. Utvärdering av svensk biogasstandard – underlag för en framtida revision.
- SGC Rapport 142. I. URL: <http://www.sgc.se/display.asp?ID=644&Typ=Rapport&Menu=Rapporter>. 2011-08-30.
- Värmeforsk, rapport SYS08-808. I. URL: <http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2488>. 2011-09-12.
- Wennerberg, Per, 2009, Gödselpumpning över långa sträckor, Innovatum Teknikpark

Muntliga källor

- Erjeby, Erik. 2010. Swedish Biogas International (SBI). 2010-09-21.
- Gredegård, Susanne. Jordbruksverket. 2011-08-16, Enheten för foder och hälsa, Jordbruksverket.
- Wäktare, Ulf. 2010-09-21. Ekdalens maskinstation.
- Berg, Tommy. 2011-09. Tommy Bergs Tryckluft AB
- Carlsson, Håkan. 2011-09. Göteborg Energi AB
- Hedman, Anna. 2010-09-21. Handläggare, tillstånd. Länsstyrelsen. Skåne.
- Jonsson, Ulf. 2011-12. Greenlane Biogas AB
- Leicht, M. 2011-09. Extevent AB
- Nilsson, Tommy. 2011-09. Gas & Värmeteknik AB
- Näslund, D. 2011-12. Malmberg Water AB
- Widell, M. 2011-06. Greenlane Biogas AB
- Wiberg, M. 2009-08-09. Teknisk konsult. Griab
- Samtal med Lantmäteriets säljare, 2011-09-07

BILAGA 1 – BIOGAS PÅ BJÄREHALVÖN I BÅSTAD

SUBSTRATMÄNGDER

På Bjärehalvön i Båstads kommun finns det ett stort antal mjölkgårdar och köttproducenter på en relativt liten yta. I detta exempel kommer en centraliserad lösning att jämföras med ett antal gårdsbaserade anläggningar. Det finns även ett lokalt slakteri, vilkas restprodukter kan nyttjas för biogasproduktion.

Enligt statistik från SCB finns det totalt 2400 mjölkkor i Båstad kommun och huvuddelen av dem finns på Bjärehalvön med totalt 17 mjölkgårdar och ca 1400 mjölkkor (se figur 1).



Figur 1: De blå prickarna på kartan representerar mjölkgårdarna på Bjärehalvön i Båstad kommun.

Förutom mjölkkena tillkommer rekryteringsdjur, övriga kor (ex. dikor) och köttdjur. I tabell 1 sammanställs gödselproduktionen från nöt på Bjäre (gödselproduktion per

djurenhet från LRF) och utifrån stallperiod. Antalet djurenheter bygger på uppgifter från Bjäre Lantmän.

Tabell 1: Gödselproduktion från nöt på Bjärehalvön i Båstad kommun

Nöt	Antal	Flytgödsel, ton	Fastgödsel, ton
Mjölkkor	1400	24640	6160
Övriga kor, ex 620 amkor		2976	3720
kvigor, tjurar och 1730 stutar		12456	3114
kalvar, under 1 år	1606	5139	1285
Summa	5300	45200	14200

Totalt finns det således ca 60 000 ton nötgödsel. Små mängder urin tillkommer, men gaspotentialen är mycket begränsad från detta substrat. Densiteten för flytgödseln är satt till 1 ton/m³ och 0,75 för fastgödseln. Enligt uppgifter från Bjärefågel AB genererar de 600 ton kycklinggödsel och ca 500 ton slakteriavfall per år. Tabell 2 visar biogaspotentialen från gödselproduktion och slakteriavfall på Bjärehalvön i Båstad kommun.

Tabell 2: Biogaspotential från tillgängliga substrat på Bjärehalvön i Båstad kommun

Biogaspotential	Flytgödsel	Fastgödsel	Kycklinggödsel	Slakteriavfall
Ton TS	3617	2856	462	100
Nm3 CH4 tot	670833	456922	84269	39200
Kwh	6708539	4464124	823306	406921
GWh	6,7	4,5	0,8	0,4

Biogaspotentialen på Bjärehalvön ligger på ca 12,4 GWh per år om ovanstående substrat nyttjas. Torrsbstanshalten blir lite över 11 procent med följande fördelning, vilket är något högt med tanke på att substraten ska pumpas in i rötkammaren. Detta kan dock kompenseras med tillförsel av vatten som recirkuleras i systemet.

Kasserat ensilage, foderspill kan tillkomma och ge uppemot 0,5 GWh. Det kan mycket väl finnas synergi- eller samrötningsffekter så att gaspotentialen överstiger aktuella siffror.

DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

Vissa gårdar har bara 30-40 kor och kan därför inte kan bygga en egen anläggning. Det kommer att innebära en del korta transporter av stallgödsel (max 3 km) från de minsta gårdarna till de större.

På Bjärehalvön skulle det innebära 7 stycken biogasanläggningar och en anläggning med substrat från Bjärefågel AB som består av slakteriavfall, kycklinggödsel och nötflyt från

granngårdar. Figur 2 visar var de olika anläggningarna skulle kunna byggas för att minimera transporter och längden på rågasledningen.



Figur 2. De blå prickarna representerar "vanliga" gårdsanläggningar och den röda prickan en mer avancerad anläggning med hygienisering. De gröna kvadraterna är andra gårdar som levererar gödsel till gårdsanläggningarna. Alla gårdar är sammanlänkade i ett rågasnät (röd vita streck). På kartan är de dragna på ett optimalt sätt, men i verkligheten kommer dragningen att behöva anpassas till infrastruktur, markförhållanden, markägare, mm och blir därmed längre.

Det torra materialet måste förbehandlas (sönderdelas) och slakteriavfallet måste hygieniseras. Det innebär att en mer avancerad anläggning byggs i anslutning till slakteriet som kan behandla och hygienisera aktuellt material. De övriga anläggningarna blir betydligt enklare och i huvudsak flytgödselbaserade.

Beräkningarna nedan förutsätter att de enklare anläggningarna producerar mellan 0,4-0,8 GWh och en totalinvestering på 4,5 Mkr/anläggning. Med stöd sjunker kostnaden till 3,15 Mkr (30 %).

Den större anläggningen med hygienisering och ett mer avancerat förbehandlingssystem blir betydligt dyrare. Enligt budgetofferter och tidigare erfarenheter från ett par

gårdsanläggningar kostar anläggningsentreprenaden ca 6,3 Mkr⁸⁰. Därefter tillkommer exempelvis markarbete, miljötillstånd, VA och geotekniska undersökningar. Utifrån tidigare erfarenheter och budgetofferter blir vår samlade bedömning att en biogasanläggning av denna storlek med förbehandlingssteg och hygienisering kostar ca 9 Mkr med alla delar och nödvändig infrastruktur.

Investeringen för de 7 gårdsanläggningarna uppgår följaktligen till 31,5 respektive 22,1 Mkr med stöd plus 9 respektive 7,2 Mkr för den åttonde större anläggningen med hygienisering. Det blir totalt 40,5 respektive 31,2 Mkr i investeringsvolym. Tabell 3 visar investeringarna i de två scenarierna.

Tabell 3: Totala investeringar i biogasanläggningar på Bjäre med och utan LBP-stöd

Antal anläggningar	Utan LBP-stöd, Mkr	Med LBP-stöd, Mkr
7 anläggningar a´	4,5	3,15
1 anläggning a´	9	7,2
Summa	40,5	31,2

Det kan även krävas hygienisering vid någon av gårdsanläggningarna eftersom samrötning sker med gödsel från 2 till 4 gårdar. I dessa beräkningar förutsätts dock att detta inte kommer att bli aktuellt, men det skulle ytterligare öka kostnaden på ett betydande sätt för detta system.

Rågasnät

Ett rågasnät för att koppla samman de olika gårdarna blir totalt 18 km fågelvägen (se karta 2). Med slingertillägg och anpassning till befintlig infrastruktur blir det uppskattningsvis 23 km. Enligt Griab⁸¹ ligger kostnaden på ca 750 kr/meter inklusive utredning, projektering, grävning, material, arkeologi och ersättning för skördeskador, mm. Torkning och trycksättning av gasen ingår i investeringen, men driftkostnader tillkommer.

Med ett meterpris på 750 kr motsvarar investeringen i ett rågasnät: 17,3 Mkr.

Flödet i gasnätet kommer att vara relativt lågt (25 Nm³/h). Det innebär en driftkostnad på 0,08 kr/kWh. Kapitalkostnaden för rågasnätet med 5 % ränta och 30 års avskrivningstid uppgår till 0,05 kr/kWh. Totalt hamnar kostnaden för rågasnätet på 0,13 kr/kWh.

Transporter

Nästan hälften av gödseln (ca 25 000 ton) kommer att behöva transporteras kortare sträckor med traktor eller lastbil till näraliggande rötningsanläggningarna. Med traktor och

⁸⁰ Erjeby, E. SBI. 2010-05-12.

⁸¹ Wiberg, M. 2010. Griab.

gödseltunna ligger kostnaden på ca 15 kr/ton för en sträcka på 2 km enkel väg. Samma volym (rötrest) ska därefter återföras till de mindre gårdarna.

Det innebär ytterligare en kostnad på 0,75 Mkr/år.

Biogasproduktionskostnader

Tabell 4 visar den totala kalkylen inklusive drift-, underhåll- och kapitalkostnader samt transporter för decentraliserad fordonsgasproduktion med och utan LBP-stöd på 30 %.

Tabell 4: Biogasproduktionskostnad – decentraliserad produktion på Bjärehalvön i Båstad kommun

Kostnadskalkyl	kr/år	kr/år
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	3901863	2731304
Underhåll, service, drift	2430000	2430000
Personal, extern resurs	900000	900000
Transportkostnader	750000	750000
Totala kostnader	7981863	6811304
Produktionskostnad biogas (utan LBP-stöd)	0,66 kr/kWh	
Produktionskostnad biogas (med LBP stöd, 30 %)		0,57 kr/kWh

Uppgradering

Uppgraderingskostnaderna med den relativt låga gasproduktionen på 12-13 GWh per år innebär en kostnad på 0,18 kr/kWh.

Totala fordonsgasproduktionskostnader

Tabell 5 visar de totala fordonsgasproduktionskostnaderna med och utan LBP-stöd.

Tabell 5: Totala fordonsgasproduktionskostnader utifrån 60 000 ton gödsel på Bjäre i Båstad kommun

	Utan LBP (kr/kWh)	Med LBP (kr/kWh)
Rågasproduktion	0,67	0,57
Gasnät*	0,13	0,13
Uppgradering	0,18	0,18
Summa	0,97	0,88

* Eventuellt skulle gasnätet också kunna erhålla stöd från LBP. Det skulle kunna sänka kostnaden med ca 0,05 kr/kWh..

CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

För en storskalig centraliserad rötning går det också att söka eventuellt stöd eller ekonomiskt bidrag från Energimyndigheten. Beräkningarna nedan förutsätter dock att inget stöd utbetalas.

Investeringarna i biogasanläggningarna i exempelvis Falkenberg, Laholm och Bjuv varierar en del. I Bjuv som producerar 20-25 GWh ligger totalinvesteringen inklusive uppgradering på 55 Mkr. Uppgraderingen kostar mellan 12-15 Mkr för dessa volymer gas. Falkenberg som hanterar 120 000 ton substrat per år är ungefär dubbelt så stor som en tänkt anläggning på Bjäre och den kostade 55-60 Mkr för hela anläggningsentreprenaden och all nödvändig infrastruktur exklusive uppgradering.

Utifrån befintliga anläggningar och vår tidigare erfarenhet av kostnader för markarbeten, infrastruktur, personalbyggnader, lager, tillstånd med mera, blir den totala kostnaden inklusive uppgradering 53-55 Mkr för en centraliserad rötningsanläggning på Bjäre med rötning av 60 000 ton substrat.

Transporter och distribution

Medeltransportavståndet för transport av substrat och rötrest ligger på under 10 km. I transportkostnaderna ingår stopptid, tvättning, fyllning, körning och tömning. Kostnaden uppgår till 25 kr/ton. I kostnadsposten ingår även återföring av rötrest.

Transportkostnaderna uppgår årligen till cirka 1,75 Mkr.

Biogasproduktionskostnader

Tabell 6 visar en översiktlig kalkyl inklusive transportkostnaderna för en centraliserad rötningsläggning på Bjäre.

Tabell 6: Produktionskostnad av biogas från rötning av 60 000 ton gödsel samt en liten andel slakteriavfall

Kostnadskalkyl	kr/år
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	3564665
Underhåll, service, drift	1850000
Personal, extern resurs	750000
Transportkostnader	1750000
Totala kostnader	7914665
Produktionskostnad biogas	0,63 kr/kWh

Uppgradering

Kostnaderna för uppgradering är likvärdiga i båda scenarierna och ligger på 0,18 kr/kWh för 12,5 GWh.

FORDONSGASPRODUKTIONSKOSTNADER

Tabell 7 anger kostnader för produktion av fordonsgas från gådsrötning med rågasnät (med och utan LBP-stöd) och centraliserad rötning utan stöd.

Tabell 7: Fordonsgasproduktionskostnader för gådsrötning med rågasnät med och utan stöd (30 %) och centraliserad rötning i en storskalig anläggning för ca 60 000 ton gödsel (varav ca 10 000 ton fastgödsel)

	Gådsrötning	Gådsrötning (30 %)	Centraliserad rötning	Enhet
Rågas	0,60	0,51	0,49	kr/kWh
Gasnät	0,13	0,13	0	kr/kWh
Transporter	0,06	0,06	0,14	kr/kWh
Uppgradering	0,18	0,18	0,18	kr/kWh
Totalt	0,97	0,88	0,81	kr/kWh

Fordonsgasproduktionskostnaden vid centraliserad rötning ligger lägst på ca 0,80 kr/kWh. Decentraliserad rötning utan LBP-stöd närmar sig 1,00 kr/kWh..

BILAGA 2 - BIOGAS I TVÅÅKER

Under våren 2009 bildades en projektgrupp för att utreda förutsättningar för biogasproduktion i området Tvååker. Projektgrupp består av projektägare Region Halland, LRF Konsult deltar som sakkunniga, lantbrukare från området samt Göteborg Energi och Varberg Energi som deltar i syfte att öka sin tillgång på biogas.

LRF Konsult har inom projektet tagit in en intresseanmälan från lantbrukare i området vilket visade ett positivt intresse motsvarande ungefär 14 GWh från gödsel men bedömer att det finns en total potential på ca 18-20 GWh.

SUBSTRATMÄNGDER

Enligt uppgift är biogaspotentialen över 15 GWh från gödseln i området. Ytterligare 2-4 GWh kan generas från foderspill, med mera. 15 GWh gödsel motsvarar ca 80 000 ton gödsel och beräkningarna nedan kommer att baseras på denna siffra.

DECENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

Figur 3 visar var biogasanläggningarna skulle kunna placeras i landskapet.



Figur 3 visar var biogasanläggningarna skulle kunna placeras i landskapet. De gröna symbolerna motsvarar en gårdsanläggning. Totalt uppgår de till 19 stycken biogasanläggningar⁸².

Kostnaderna per enhet kommer att variera eftersom storleken varierar. I genomsnitt beräknas anläggningarna dock kosta 5,2 Mkr utan LBP-stöd och 3,65 Mkr med LBP-stöd. Det är något högre än i bilaga 1. Det beror framför allt på storleken.

Investeringen beräknas därmed uppgå till 98,8 respektive 69,4 Mkr med maximalt LBP-stöd.

Rågasnät

Gårdsanläggningarna ska bindas samman i ett gasnät. Längden på nätet kommer att uppgå till 33,8 km, enligt tidigare utredning.

⁸² Johnsson, m.fl., 2010

Tabell 8 visar förutsättningarna för kostnadsberäkningarna av rågasnätet.

Tabell 8: Förutsättningarna för kostnadsberäkningar av rågasnätet

		<i>Kommentar</i>
Överdimensioneringsfaktor	1,5	
Antal timmar per år	8760	
Plastledning	PE 80 SDR 11 PN10	Dimension <110
Plastledning	PE100 SDR 17,6 PN10	Dimension ≥ 110
Volymförhållande uppgraderad biogas/rågas	0,65	
Max tillåten flödes hastighet [m/s]	20	
Trycknivå vid lantbruk alt. 2 [mbarg]	400	
Daggpunkt rågas från lantbruk [°C]	0	
Max rågasflöde till uppgradering [Nm ³ /h]	400	
Min sugtryck kompressor uppgradering [mbarg]	25	
Trycknivå 4-barsnät [barg]	2,0	

Det har tidigare tagit fram en meterkostnad för en gasledning med denna dimension. Den beräknade kostnaden redovisas i tabell 9.

Tabell 9: Meterkostnad för rågasnät enligt tidigare utredning

Nr	Benämning	Total kostnad [kkkr]	Kostnad per meter [kr/m]
1	Enskild rötning alternativ 2, 400 mbar	16 193	477

Totalt innebär detta en investering på över 15 MKR. Enligt vår bedömning är dock kostnaderna för ett rågasnät av denna dimension med dessa förutsättningar underskattade. Om hänsyn även ska tas till att varje gårdsanläggning måste utrustas med tryckhöjande apparatur, kondensfällor och fläktar stiger kostnaderna betydligt. Enligt våra tidigare beräkningar ligger meterpriset mellan 700-1000 kr. Totalt uppskattar vi därför kostnaderna för rågasnätet till över 30 MKR, vilket motsvarar en kapitalkostnad på 0,11 kr/kWh. Driftkostnaden är beräknad till 0,08 kr/kWh. Totalt kostar därmed rågasnätet 0,19 kr/kWh biogas.

Produktionskostnad och uppgradering

Tabell 10 visar biogasproduktionskostnaden från gårdsanläggningar i Tvååker med och utan 30 % LBP-stöd.

Tabell 10: Produktionskostnad av biogas från gårdsanläggningar med rågasnät med och utan 30 % stöd

Kostnadskalkyl	kr/år	kr/år med stöd
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	9520000	6260000
Underhåll, service, drift	3753000	3753000
Personal, extern resurs	1200000	1200000
Transportkostnader	1100000	1100000
Totala kostnader	15573000	12313000
Produktionskostnad biogas, kr/kWh	1,04	0,82

Utan stöd stiger biogasproduktionskostnaden till över 1,00 kr/kWh, vilket inte är ett realistiskt alternativ.

Uppgraderingskostnaden är beräknad till 0,14 kr/kWh. Det innebär en fordonsgasproduktionskostnad på ca 0,96 kr/kWh för decentraliserad produktion med LBP-stöd.

CENTRALISERAD FORDONSGASPRODUKTION

Rötning av 80 000 ton gödsel inklusive en andel fastare material innebär en stor biogasanläggning. Det finns ett antal anläggningar i denna storleksordning i Sverige och investeringsvolymen varierar något. Falkenbergs biogasanläggning kostade ca 55-60 Mkr utan uppgraderingsenheten. SBI har byggt ett par gödselbaserade anläggningar, bl a anläggningen i Katrineholm som rötar ca 70 000 ton substrat per år där huvuddelen är gödsel. Investeringen i den anläggningen uppgick till över 50 Mkr.

Utifrån offerter och tidigare erfarenheter har vi beräknat kostnaderna för en anläggning som rötar 80 000 ton gödsel plus 5-10 % fastare material på 72 Mkr inklusive infrastruktur och projektering med uppgradering.

Transporter och distribution

Med en strategisk vald placering av en central biogasanläggning för att minimera transporterna av gödsel och rötrest från de undersökta gårdarna. Som längst innebär det transporter på 7 km fågelvägen. I praktiken blir det ca 10 km enkel väg, vilket motsvarar en transportkostnad 25 kr/ton. De kortaste sträckorna är mindre än 3 km och kan ombesörjas med traktor för direktspridning. Totalt hamnar transportkostnaderna på 2,3 Mkr per år med returtransporter.

Biogasproduktionskostnader

Tabell 11 visar de beräknade produktionskostnaderna av rågas från en storskalig biogasanläggning i Tvååker som hanterar 80 000 ton substrat per år

Tabell 11: Kostnadskalkyl för produktion av rågas från en storskalig anläggning som hanterar 80 000 ton gödsel per år

Kostnadskalkyl	kr/år
Kapitalkostnad = $I \cdot r / (1 - (1 + r)^{-t})$	5290000
Underhåll, service, drift	2050000
Personal, extern resurs	900000
Transportkostnader	2300000
Totala kostnader	10540000
Produktionskostnad biogas, kr/kWh	0,70

Produktionskostnaden är beräknad till 0,70 kr/kWh inklusive transporter.

Uppgraderingskostnaden är beräknad till 0,14 kr/kWh.

Fordonsgasproduktionskostnader

De totala fordonsgasproduktionskostnaderna redovisas i tabell 12.

Tabell 12: Fordonsgasproduktionkostnader i en storskalig anläggning för 80 000 ton gödsel i Tvååker.

	Kr/kWh
Produktionskostnad rågas	0,55
Uppgradering	0,14
Transporter	0,15
Summa	0,85

FORDONSGASPRODUKTIONSKOSTNADER

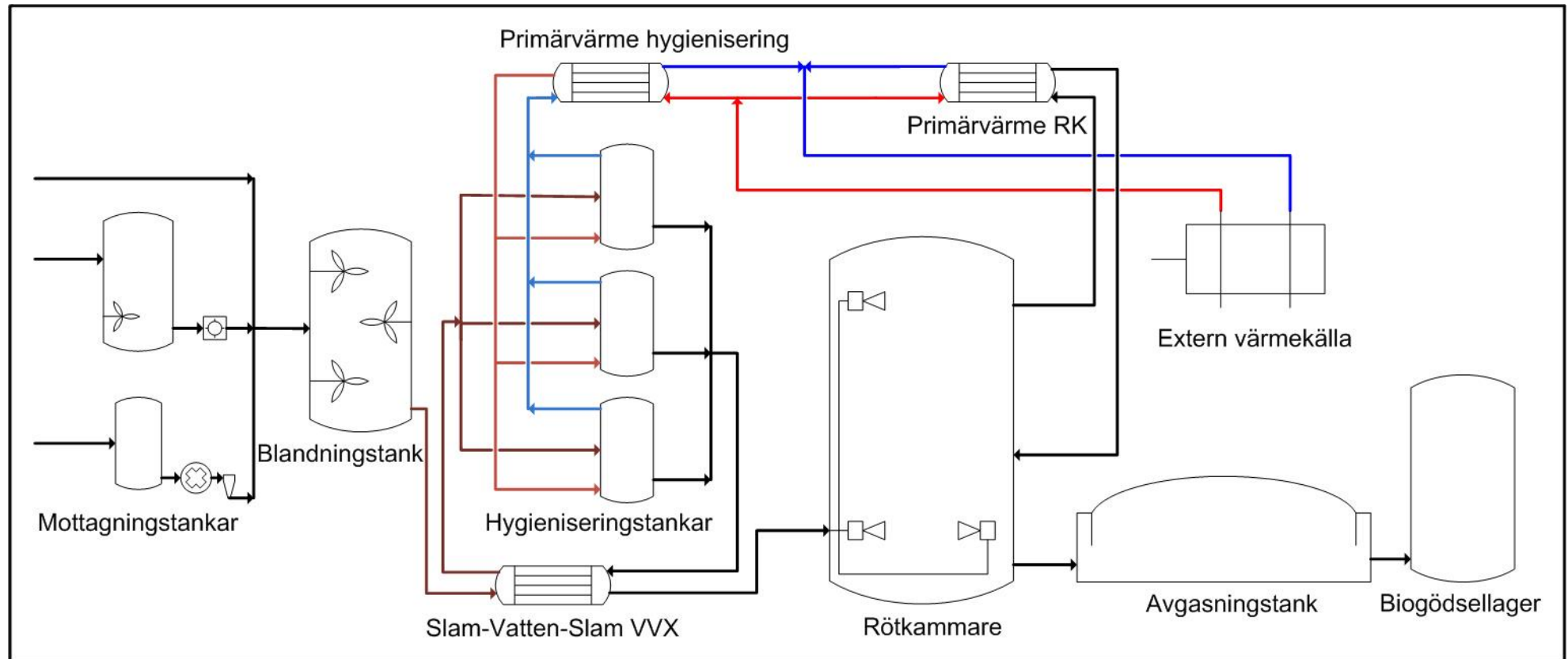
Tabell 13 illustrerar de olika kostnaderna för produktion av rågas från de två systemen.

Tabell 13: Kostnader för decentraliserad fordonsgasproduktion med rågasnät med och utan stöd (30 %) och centraliserad fordonsgasproduktion i en storskalig biogasanläggning i Tvååker utanför Varberg

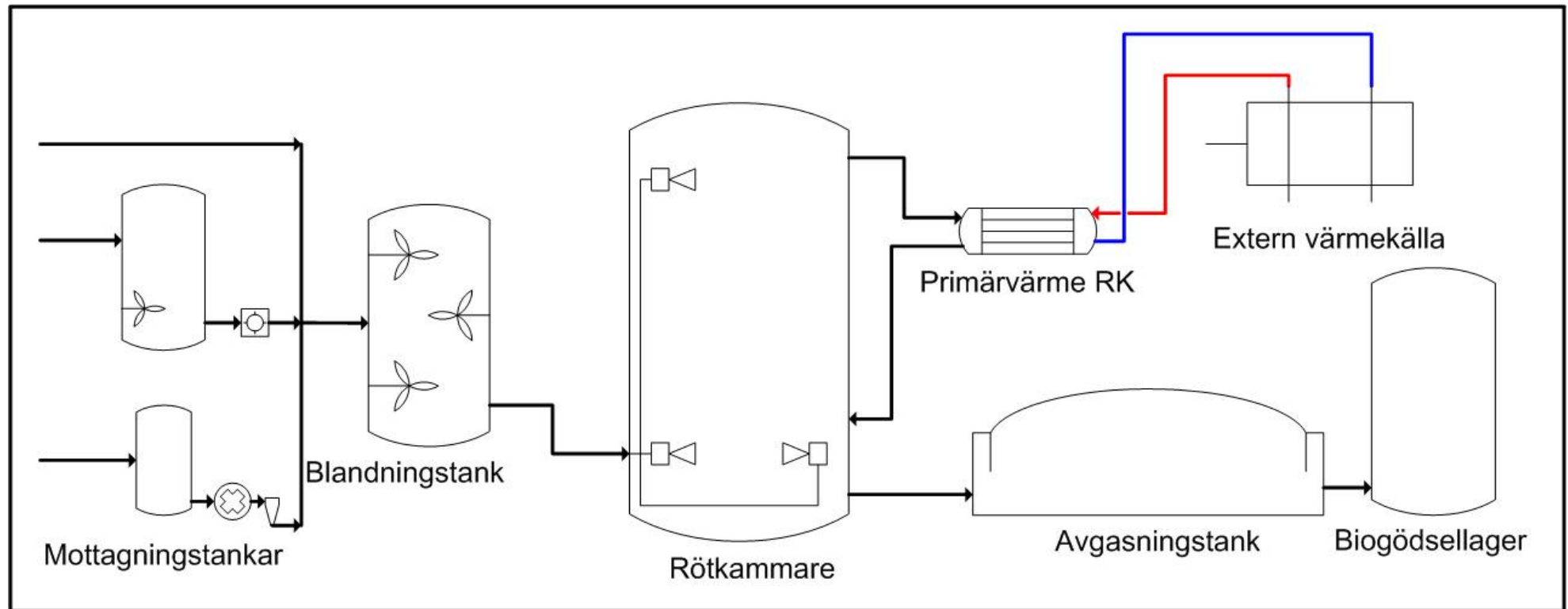
	Gårdsrötning	Gårdsrötning (30 %)	Centraliserad rötning	Enhet
Rågas	0,97	0,75	0,55	kr/kWh
Gasnät	0,19	0,19	0	kr/kWh
Transporter	0,07	0,07	0,15	kr/kWh
Uppgradering	0,14	0,14	0,14	kr/kWh
Totalt	1,37	1,15	0,84	kr/kWh

Fordongasproduktionskostnaderna för decentraliserad rötning blir väldigt höga, långt över 1,00 kr/kWh. Bäst lönsamhet nås vid centraliserad rötning även om produktionskostnaden är för hög med tanke på naturgaspriset.

BILAGA 3 - PFD CENTRALISERAD RÖTNING



BILAGA 4 - PFD DECENTRALISERAD RÖTNING





Scheelegatan 3, 212 28 Malmö • Tel 040-680 07 60 • Fax 040-680 07 69
www.sgc.se • info@sgc.se
