



# *Investeringsalternativ för gårds- baserad bioanläggning vid SLU*

*Marcos Alonso*

---

*SLU, Department of Economics  
Degree Thesis in Business Administration  
C-level, 15 ECTS credits*

*Thesis nr. 583  
Uppsala, 2010*

ISSN 1401-4084

ISRN SLU-EKON-EX-No583 --SE

---





*Investment alternative to biogas plant for SLU (Swedish University of Agricultural Sciences)*

*Investeringsalternativ för gårdsbaserad bioanläggning vid SLU(Sveriges lantbrukuniversitet)*

*Marcos Alonso*

*Supervisor: Professor Hans Andersson*

© Marcos Alonso

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för ekonomi  
Box 7013  
750 07 UPPSALA

ISSN 1401-4084  
ISRN SLU-EKON-EX-No 583 –SE

Tryck: SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala, 2010

# Förord

Tack till de personer som har hjälpt till så att jag har kunnat genomföra mitt examensarbete, Marina Malmberg, Sebastian Alonso, Josefin Haraldsson, Deepack, Ruse och Alex, samt alla andra personer som har hjälpt mig fram i mitt arbete, Professor Hans Andersson, Andreas Grybäck och Svensson Kalle.

Marcos Alonso  
Uppsala 2010-02-16

## Abstract

A Biogas plant in SLU's (Swedish University of Agricultural Sciences) management sustains to behave in connection with the new animal stables at Lövsta. There will primarily manure from stables that rot to biogas. The biogas plant will also have the capacity that rot others substrates that can arise in the farm operation. The aim with the biogas plant is to produce non fossil electrical and gas heat for own customs, to reduce smell impact from stables and to make possible different types of research investments within the area.

This study has implemented multiple cases study of different investment scenarios. The central aim is to assess investment economic consequences in investing in farm based in the co-generation (also combined heat and power, CHP) biogas production. A current issue is how profitability and environmentally good stem a biogas plant will be evaluated in relation to an investment. The value is paid from an assessment of the goods for the environment counted in monetary value with regard for the reduction of climate gases. In order to reply on the question if profitability must everyone substrate that is feed in the biogas reactor be identified, is quantified and be evaluated.

The study is based on those resources and conditions that today are for this project. This means that the analysis takes into consideration substrates that are available today around SLU's stables (Kungsängsgården Uppsala) in the form of rot from stable and feed spills. Here comes also to be formed yet another alternative with the central thought to analyze others possible vegetables substrates, such as banks, corns, cereals, feed root fruits (carrots, potato, etc.) and cereal crusher.

The calculation model is based on Net present value (NPV) where all payment powers from respective module be discounted. The study takes also considerations to the environment consequences based on the Cost Benefit Analysis (CBA). The basis investment's costs are set to 12,3 and 18,3 millions SEK (Swedish crown) and investment alternative with regard for the different interest rates (r) 4 % and 6 % for each alternative. All investment alternatives that use cogeneration are in next table.

### *0-1 Investment compilation*

| Investment in SEK             | Scenario I (r 4 %)   | Scenario I (r 6 %) | Scenario II (r 4 %)  | Scenario II (r 6 %)  |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Investment cost               | 12 300 000 SEK       | 12 300 000 SEK     | 18 300 000 SEK       | 18 300 000 SEK       |
| internal rate of return (IRR) | 1,30 %               | 1,30 %             | 6,41 %               | 6,41 %               |
| Pay-back method               | 17,5 years           | 17,5 years         | 11,1 years           | 11,1 years           |
| NPV resultant                 | -2 754 601 SEK       | -4 243 904 SEK     | 4 118 608 kr         | 620 787 kr           |
| CO2-Ekv- reduction            | 8 484 195 SEK        | 8 484 195 SEK      | 8 412 623 SEK        | 8 412 623 SEK        |
| NVP of CBA                    | <b>3 010 548 SEK</b> | <b>621 749 SEK</b> | <b>9 835 122 SEK</b> | <b>5 445 393 SEK</b> |
| IRR of CBA                    | <b>7 %</b>           | <b>7 %</b>         | <b>9 %</b>           | <b>9 %</b>           |

*Keyword: biogas, Capital budgeting, .....*

## Sammanfattning

SLU:s (Sverige lantbrukuniversitet) ledning har beslutat att uppföra en biogasanläggning i anslutning till de nya djurstallarna vid Lövsta. Där ska i första hand gödsel från stallarna rötas till biogas. Biogasanläggningen ska även ha kapacitet att röta andra substrat som kan uppkomma i gårdsdriften. Syftet med biogasanläggningen är att producera icke fossil el och värme för eget bruk, att reducera luktpåverkan från ställgödseln på omgivningen samt att möjligt göra olika typer av forskningssatsningar inom området.

I denna studie genomförs en komparativ fallstudie av olika investeringsscenarier. Huvudsyftet är att bedöma de ekonomiska konsekvenserna av att investera i gårdsbaserad kraftvärmebiogasproduktion. En aktuell frågeställning är hur lönsamhet och miljönytta för en biogasanläggning ska värderas i relation till en investering. Värderingen utgår från en bedömning av nyttan för miljön om räknat till ett monetärt värde med hänsyn till minskningen av klimatgaser. För att besvara på frågan om lönsamheten måste alla substrat som matas in i biogasreaktorn identifieras, kvantifieras och utvärderas.

Studien grundas på de resurser och förutsättningar som idag finns för detta projekt. Detta innebär att analysen beaktar substrat som finns tillgängligt idag vid SLU:s Kungsängsgården (Uppsala) i form av stallgödsel och foderspill. Ytterligare ett alternativ analyseras, där huvudtanken är att undersöka andra möjliga växtsubstrat, såsom vallensilage, majsensilage, helsädensilage, foderrotfrukter (morötter, potatis, etc.) och spannmålskross.

Beräkningsmodellen grundas på nuvärdesmetoden där samtliga betalningsströmmar från respektive modul diskonteras. Studien tar även hänsyn till miljökonsekvenserna baserat på nyttoanalysmetoden, även kallad CBA (Cost Benefit Analysis). Grundinvesteringens kostnader är 12,3 och 18,3 miljoner kronor vid respektive investeringsalternativ med hänsyn till de olika räntesatserna (r) 4 % och 6 % för varje alternativ. Alla investeringsalternativ som utnyttjar kraftvärme presenteras i följande tabell.

### 0-2 Investeringssammanställning

| Investment in SEK             | Scenario I (r 4 %)  | Scenario I (r 6 %) | Scenario II (r 4 %)  | Scenario II (r 6 %)  |
|-------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Investeringskostnader         | 12 300 000 kr       | 12 300 000 kr      | 18 300 000 kr        | 18 300 000 kr        |
| internal rate of return (IRR) | 1,30 %              | 1,30 %             | 6,41 %               | 6,41 %               |
| Pay-back method               | 17,5 år             | 17,5 år            | 11,1 år              | 11,1 år              |
| NPV resultant                 | -2 754 601 kr       | -4 243 904 kr      | 4 118 608 kr         | 620 787 kr           |
| Kr/CO2-Ekv- minskning         | 8 484 195 kr        | 8 484 195 kr       | 8 412 623 kr         | 8 412 623 kr         |
| CBA- NVP                      | <b>3 010 548SEK</b> | <b>621 749 SEK</b> | <b>9 835 122 SEK</b> | <b>5 445 393 SEK</b> |
| CBA- IRR                      | <b>7 %</b>          | <b>7 %</b>         | <b>9 %</b>           | <b>9 %</b>           |

Nyckelord: biogas, investeringskalkyl, ...





# Innehållsförteckning

|                                                             |               |
|-------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1. Inledning</b>                                         | <b>1</b>      |
| Biogas .....                                                | 3             |
| Vad är biogas? .....                                        | 3             |
| Biogasens olika användningsområden .....                    | 5             |
| Biogasens samhälls- och miljönyttor.....                    | 5             |
| Problembakgrund .....                                       | 7             |
| Problemformulering .....                                    | 8             |
| Syfte .....                                                 | 9             |
| Metod .....                                                 | 9             |
| <br><b>2. Teorier och metoder</b>                           | <br><b>11</b> |
| Investering .....                                           | 11            |
| Investeringskalkylmetoder .....                             | 11            |
| Nuvärdesmetoden .....                                       | 12            |
| Internräntemetoden .....                                    | 12            |
| Återbetalningsmetoden .....                                 | 13            |
| Cost Benefit Analysis (CBA) .....                           | 14            |
| <br><b>3. Dimensionering av anläggningen</b>                | <br><b>17</b> |
| Teknisk beskrivning för biogasgas produktion .....          | 18            |
| SUBSTRAT .....                                              | 18            |
| Stallgödsel som substrat.....                               | 19            |
| Energigrödor .....                                          | 20            |
| Samrötning .....                                            | 21            |
| Substratmängdscenarier för SLU.....                         | 21            |
| Dimensionering av rötkammaren .....                         | 23            |
| Dimensionering av gasmotorn .....                           | 24            |
| Prisdimensionering .....                                    | 27            |
| <br><b>4. Investeringskalkyl</b>                            | <br><b>28</b> |
| Grundinvestering(G) .....                                   | 28            |
| Livslängd (n) .....                                         | 29            |
| In- och Utbetalning (a) .....                               | 29            |
| Inbetalningar .....                                         | 29            |
| Utbetalningar .....                                         | 30            |
| Räntekalkyl .....                                           | 31            |
| <br><b>5. CBA- Kalkyl</b>                                   | <br><b>32</b> |
| Koldioxid utsläpp .....                                     | 32            |
| Verkan av andra klimatgaser än koldioxid .....              | 33            |
| <br><b>Resultat</b>                                         | <br><b>35</b> |
| Miljökonsekvenser av gårdsbaserade biogasanläggningar ..... | 36            |
| <br><b>7. Diskussion och analys</b>                         | <br><b>38</b> |
| <br><b>Litteraturlista</b>                                  | <br><b>40</b> |
| Personligt meddelande .....                                 | 41            |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bilaga 1 – Sammanställning av substrats kemiska sammansättning.</b> | <b>42</b> |
| Sammanställning av substrat för scenario I.....                        | 42        |
| Den kemiska sammansättningen för scenario I.....                       | 43        |
| Sammanställning av substrats för scenario II .....                     | 44        |
| Den kemiska sammansättningen för scenario II.....                      | 44        |
| <b>Bilaga 2 . Investeringskalkyl. Scenario I</b>                       | <b>46</b> |
| <b>Bilaga 3. Investeringskalkyl. Scenario II</b>                       | <b>48</b> |

## *Innehållsförteckning för figurer*

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 0-1 Gårdsbaserad biogasanläggning (Jordbruksverket, 2005).....        | 17 |
| 0-2 Energifördelning för scenario II.....                             | 24 |
| 0-3 Energi fördelning för scenario II.....                            | 26 |
| 0-4 Elprisutveckling från leverantörer, 2009 (Nord Pool , 2009). .... | 27 |
| 0-5 Livslängd för biogasanläggningen .....                            | 29 |
| 0-6 Livslängd för kraftvärmeenhet .....                               | 29 |
| 0-7 NVP- scenarier för de räntesats i miljontal .....                 | 36 |

## *Innehållsförteckning för tabeller*

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 0-1 Investment compilation.....                                                            | iv |
| 0-2 Investeringsammansättning .....                                                        | v  |
| 0-3 Biogasens sammansättning (Hagelberg, M. Mathisen, B. Thyselius, L. , 1988).....        | 3  |
| 0-4 Example of benefit/cost comparisons (Philip Kotler, 1991) .....                        | 15 |
| 0-5 Scenario I. Tillgänglig mängd av substrat (Svensson K. , 2009). ....                   | 22 |
| 0-6 Scenario II. Möjligt mängden av substrat.....                                          | 23 |
| 0-7 Effekttutbyte för Scenario II .....                                                    | 26 |
| 0-8 EI- och värmeersättning.....                                                           | 27 |
| 0-9 Investeringskostnad för Scenario I .....                                               | 28 |
| 0-10 Investeringskostnad för Scenario II .....                                             | 29 |
| 0-11 Förväntade intäkter för scenario I.....                                               | 30 |
| 0-12 Förväntade intäkter för scenario II .....                                             | 30 |
| 0-13 Förväntade omkostnader.....                                                           | 30 |
| 0-14 Förväntade omkostnader för användning av energigrödor .....                           | 31 |
| 0-15Förändring av Co2- ekvivalent utsläpp för de olika scenarier .....                     | 33 |
| 0-16Förändring av metan- och lustgasutsläpp i Co2- ekvivalent för de olika scenarier ..... | 34 |
| 0-17Resultat för investerings kalkyler i de olika scenarierna .....                        | 35 |
| 0-18 Klimatutsläpp från Lövsta .....                                                       | 36 |
| 0-19 Kostnader för reduktion av klimatgaser .....                                          | 37 |
| 0-20 CBA- Nyttokostnadskalkyl .....                                                        | 37 |
| 0-21 Investerings resultat baseras på CBA .....                                            | 37 |

# 1. Inledning

Biogasproduktion genererar flera externa samhälls- och miljönyttor. En ökad användning av biogas som bränsle minskar vårt beroende av olja, vilket har fördelar både för miljön och för vår långsiktiga energiförsörjning. Biogasprocessen utgör dessutom en viktig länk i ett kretslopp av näring och energi mellan stad och land, mellan konsumenter och producenter (Svenska Biogasföreningen, 2008).

Marknaden för småskalig biogasproduktion har varit diffus. De investeringar som hittills gjorts i Sverige på detta område är blygsamma. I dag finns det endast åtta installerade biogasanläggningar, varav sex finns på jordbruksgymnasier (Svensk Gasförening, 2009). Det finns flera orsaker till detta men två viktiga förklaringar är osäkerheten kring anläggningarnas ekonomi och teknik. Den begränsade marknaden i Sverige har lett till varje anläggning krävt individuell projektering och därmed har investeringskostnader blivit höga. I Sverige byggs några enstaka gårdsanläggningar per år och dessa är oftast designade för utbildnings- och demonstrationsändamål varför det finns en relativ begränsad variation i systemlösningar och erfarenhet från drift av nybyggda svenska gårdsanläggningar (JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008).

Ett nytt investeringsbidrag för gårdsbaserad biogasproduktion som finansieras gemensamt av svenska staten och EU, gäller från och med år 2009. De finns särskilda medel för investeringar i biogasproduktion från gödsel. På egen hand har Sverige lantbruksuniversitetets (SLU) ledning beslutat att en biogasanläggning ska uppföras. Syften med biogasanläggningen är att producera icke fossil el och värme för eget bruk, att producera en ställgödsel med hög kväveverkan, att reducera luktpåverkan från ställgödseln på omgivningen samt att möjliggöra olika typer av forskningssatsningar inom området biogasproduktion.

SLU är ”universitetet som utvecklar kunskapen om biologiska naturresurser” (SLU, 2009). Forskning, utbildning och informerar om möjligheter och risker med olika sätt att använda landskap, mark och djur är universitetets främsta bidrag till samhällsutvecklingen. Därför är ambitionen att möjliggöra en väl etablerad biogasanläggning kunna bedriva framtidens forsknings- och utbildningsverksamhet.

Hittills har SLU genomfört kontinuerliga förstudier inom biogasproduktion området i förväntning att finna en realistisk lösning med hänsyn till såväl de tekniska som ekonomiska aspekterna. Denna stu-

die är en undersökning av möjliga alternativ för en biogasanläggning vid SLU givet ekonomiska och miljömässigförväntningen. Alternativen varierar beroende på marknadsförhållanden, behov av hygienisering, substratets halt, användnings område av den färdigt biogasen, etc.

Egendomsförvaltningen har studerat olika möjliga alternativ för en biogasanläggning som passar för detta projekt. Resultat av dessa tidigare studier signalerar på två möjliga scenarier utgående från anläggningsstorlek. Uppdraget för denna uppsats är att diskutera och analysera dessa scenarier. I studien analyseras även vilket alternativ som är mest troligt och dessutom genomförs nyttoanalysmetoden, även benämnd kallas CBA (Cost Benefit Analysis).

# Biogas

Först ges läsaren en bakgrund till vad biogas är, hur den kan användas samt en närmare presentation av biogasanläggning som planeras uppföras i anslutning till de nya djurstallarna på Lövsta.

Vad är biogas?

Biogas är en blandning av metan och koldioxid samt en liten del svavelväte, ammoniak och vattenånga (Hushållningssällskapens Förbund, 2006). När organiskt material bryts ner i en syrefri miljö bildas biogas. Denna process förekommer naturligt överallt när växter och djur bryts ner. Till exempel produceras det biogas i kornas matsmältningssystem när de bryter ner föda i tarm och våmm. (Svensk Gasförening, 2009)

Biogas kan produceras på industriell väg genom att låta denna process ske på ett sådant sätt att gasen kan fångas upp och tas tillvara. För att få en stabil process behövs olika typer av specialiserade organismer. De olika grupperna bryter ner materialet i en viss turordning. Det måste råda en viss balans mellan de olika grupperna av mikroorganismer för att inte processstörningar ska uppkomma. (Svensson, 2008) Faktorer som pH, fukthalt, rätt blandning av substrat (det som ska rötas) och att rätt bakteriekultur är närvarande är viktiga för att processen ska fungera bra.

Vid rötningen bildas det i huvudsak två gaser; metan(50-60%) och koldioxid(25-40%), men även en liten del svavelväte, ammoniak och vattenånga. Även kvävegaser kan förekomma, särskilt om det läcker i luft in till systemet (Hagelberg, M. Mathisen, B. Thyselius, L. , 1988).

*0-3 Biogasens sammansättning (Hagelberg, M. Mathisen, B. Thyselius, L. , 1988)*

| Ämne       | Kemisk formel    | Volymprocent |
|------------|------------------|--------------|
| Metan      | CH <sub>4</sub>  | 50-60        |
| Koldioxid  | CO <sub>2</sub>  | 25-40        |
| Kolmonoxid | CO               | 0-0,3        |
| Vätgas     | H <sub>2</sub>   | 0-3,0        |
| Kvävgas    | N <sub>2</sub>   | 1-5,0        |
| Syrgas     | O <sub>2</sub>   | 0-0,5        |
| Svavelväte | H <sub>2</sub> S | 0,05-1,5     |

Rötningen av organiskt material kan ske huvudsakligen genom två huvudmetoder, våtrötning eller torrötning. Torrötningen är en röttningsprocess där substratet utgörs av ett fast (stapelbart) material och våtrötningen är röttningsprocess där substratet utgörs av ett flytande (pumpbart) material (Fjäderfäcentrum, 2007). Den teknik som används mest idag är våtrötningssmetoden som använts länge och är väl beprövad. Det finns två typer av temperaturområden som tillämpas för metanproduktion, dels det termofila och dels det mesofila. I det mesofila temperaturområdet cirka 35-40°C erhålls en stabil process

men med relativt långa uppehållstider. I en termofil anaerob process är rötkammartemperaturen cirka 50-60°C vilket ofta minskar uppehållstiden, men på bekostnad av en mindre stabil process (Gerardi, 2003). Det krävs därför ofta ett uppvärmningssystem så att rötkammaren där biogasen produceras håller en jämn temperatur så att inte rötningsprocessen störs.

Bakterierna som skapar biogasen gynnas av att substratet finfördelas innan det stoppas in i rötkammaren. Bakterierna får större yta substrat att arbeta med och kan då bryta ner avfallet och producera större mängder biogas. Efter att substratet rötats klart skapas ett högvärdigt gödselmedel som kallas biogödsel (Hushållningssällskapens Förbund, 2006). Denna gödsel är särskilt bra då den innehåller hög andel mineraliserat kväve vilket gör att grödor lättare kan ta upp kvävet och sprids det vid rätt tidpunkt minskar behovet av mineralgödsel och risken för kväveutlakning. Hushållningssällskapen (2006) tar upp flera fördelar med rötning i sin broschyr: "Gårdsbaserad biogas ger förnyelsebar energi och växtnäring i kretslopp". Dessa är några:

- Det minskar odörer och lukt och smittsamma mikroorganismer vilket ökar acceptansen då spridningsarealen av gödsel ligger nära tätorter och annan bebyggelse.
- Biogödsel är lättspritt med mindre slangstopp på grund av minskad partikelstorlek.
- Färre ogräsfrön i biogödslet.
- Bättre kvävehushållning.
- Genom att gödseln rötas minskas läckage av växthusdrivande gaser som metan och lustgas från gödselhögar
- Ökat pH i marken

För ekologiska lantbrukare finns det ytterligare fördelar med rötning. I en artikel i tidningen (Tersbøl, 2007) en rad fördelar vid ekologisk odling av rötresten från biogasproduktion:

- Konventionella lantbrukare kan få incitament att lägga om till ekologisk odling då de ser att de kan tillgång till få säker växtnäringsförsörjning.
- Bildning av ammoniak och växthusgaser från grüngödsling minskar.
- Biogas kan ge bättre kväveförsörjning och därmed högre produktion.
- Omsättningen av grüngödseln i biogasanläggningar ger upp till 25 % ökad spannmålsproduktion jämfört med när grüngödsling bara plöjs ned.
- Lantbrukaren blir mer flexibel med biogas genom att man kan välja att odla specialgrödor som kräver tidig kvävegiva.

## Biogasens olika användningsområden

Den producerade bi gasen kan användas på olika sätt. Den ekonomiska ersättningen för gasen bestäms närmast av vilket energisystem som byts ut mot den producerade bi gasen.

### *Fordons gas*

På senare tid har intresset för bi gas som fordonsbränsle ökat. Om bi gasen renas och alla komponenter utom metan tas bort, liknar resultatet mycket naturgas. Detta gör att teknik som utvecklats för distribution och användning av naturgas kan utnyttjas även för bi gas. Gasen får då ett metaninnehåll på runt 97 % eller mer. Många kommuner har redan idag exempelvis bussar som drivs på biometan men även personbilar och lastbilar använder bi gas som drivmedel. Förbränning av metan ger låga utsläpp av sot och partiklar vilket är bra för motorer men gynnar även närmiljön (Svenska Biogasföreningen, 2008).

### *Kraftvärme*

Värme- och elproduktion för eget behov är idag det vanligaste bland gårdsanläggningar. Där används gasen för att driva en motor eller gasturbin. Mellan 30-35 % av gasens energiinnehåll blir el, resten kan ge varmvatten som kan användas för uppvärmning. Hur restvärmen utnyttjas är avgörande för lönsamheten för dessa användningar (JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008)

### *Uppvärmning*

Bi gas används för uppvärmning lokalt eller i fjärrvärmenät och för att generera el. Uppvärmningen sker ofta genom en gaspanna som värmer upp vatten som sedan kan cirkulera i fastigheter eller växlas ut på ett lokalt fjärrvärmenät. Under sommaren när behovet av värme är lågt kan det vara svårt att få avsättning för gasen (Svenska Biogasföreningen, 2008)

### Biogasens samhälls- och miljönyttor

Bi gasen bidrar till att minska beroendet av fossila bränslen, med osäker framtid tillgång. Samtidigt bidrar bi gasen att återvinna stadens och landets avfall och återföra dem i ett kretslopp. Utöver de direkta nyttor som bi gasproduktion genererar skapas flera externa samhälls- och miljönyttor. Vissa är direkt mätbara andra är mer diffusa och svårvärderade. Gasföreningen har identifierat de som finns nedan (Svenska Biogasföreningen, 2008)

### *Minskad klimatpåverkan från jordbruket*



Gödselhanteringen står ensam för 11.59 % av jordbrukets totala utsläpp av växthusgaser (Jordbruksverket, 2008). Substituerar biogasen användning av fossil energi ger produktionen av biogas från gödsel upphov till en dubbel klimatnytta; den minskar utsläppen av växthusgaser från jordbruket och ökar tillgången på förnybar energi (Svensk Biogasförening, 2008)

#### *Minskad klimatpåverkan från transportsektorn*

Sveriges beroende av oljeprodukter är som störst inom transportsektorn. Trafiksektorn är det enda samhällsområde som, sett över de senaste två decennierna, uppvisar en fortsatt kraftig ökning av utsläppen av växthusgaser. Hela transportsystemet svara idag för 40 procent av de svenska växthusgasutsläppen, inklusive utrikes sjöfart och flyg. Användandet av biogas som drivmedel ersätter förbränning av fossila bränslen vilket minskar koldioxidutsläppen (Svensk Biogasförening, 2008)

#### *Renare avgaser*

Metan som bränsle ger endast upphov till försumbara utsläpp av kolmonoxid, kolväten, svavelföreningar, kväveoxider, tungmetaller och stoft vilket gör det lämpligt som drivmedel till bilar och bussar i stadstrafik där detta kan vara ett problem (Svensk Biogasförening, 2008). En gasmotor är dessutom tystare än en dieselmotor vilket kan förbättra arbetsmiljön för busschaufförer och minska bullret i staden.

#### *Minskat beroende av olja*

Ökad inhemsk produktion av drivmedel minskar Sveriges beroende av olja från instabila och odemokratiska länder vilket gör Sverige mindre sårbart. Trots att Sverige importerar merparten av sin olja från brittiska, danska och norska oljefält är det svårt att uppskatta hur tillgången på olja i framtiden kommer att utvecklas (Energimyndigheten, 2008).

#### *Avfall blir till resurs*

Samhällets organiska avfall kan genom rötning återföras till jordbruksmark och forma ett kretslopp av kväve, fosfor och kalium mellan stad och land (Svensk Biogasförening, 2008).

#### *Minskat kväveläckage*

Rötat gödsel läcker mindre kväve till vattendrag jämfört med vanligt gödsel. Det beror på att graden av mineralisering är högre i rötresten, vilket gör att grödan snabbare kan ta upp kvävet (Svensk Biogasförening, 2008)

## Problembakgrund

På fastigheten Lövsta, Uppsala kommun avser Sveriges Lantbruksuniversitet att uppföra en ladugård med plats för 300 mjölkkor plus rekrytering samt svinstall med plats för 132 suggor i integrerad produktion. Ladugården beräknas vara klar för installering hösten 2010 och svinstallet kommer att vara klart våren 2011. Två fjäderfästall på sammanlagt 1607 m<sup>2</sup> kommer också att uppföras. Utbyggnadsplanerna är en del av SLU:s ambition att tillhandahålla moderna och ändamålsenliga lokaler och ersätter därför äldre djurstallar på bl.a. Kungsängens gård, strax utanför Uppsala. I de nya stallarna kommer en omfattande forsknings och försöksverksamhet att pågå kontinuerligt (Svensson, 2009)

Biogasanläggningen ska uppföras i anslutning till de nya djurstallarna på Lövsta där i första hand gödsel från stallarna ska rötas till biogas. Biogasanläggningen ska även ha kapacitet att röta andra substrat som kan uppkomma i gårdsdriften. Syftet med biogasanläggning är att producera icke fossil el och värme för eget bruk, att producera en ställgödsel med hög kväveverkan, att reducera luktpåverkan från ställgödseln på omgivning samt att möjliggöra olika typer av forskningssatsningar inom området biogasproduktion (Svensson, 2009).

Drift och underhåll av biogasanläggning kommer att utföras av Ultuna egendoms personal, varför utformning av anläggningen ställer krav på hög användarvänlighet. De tekniska lösningarna måste vara lättbegripliga, lättåtkomliga och enklare att serva och reparera. Samtidigt får driften av anläggning inte ta mer än en timme i anspråk per dag. Inmatning och utmaning av substrat bör därför automatiseras i så hög grad som möjligt. Likaså bör gasrening och gasmätning, gasflödet till gasmotorn samt in- och urkoppling av generatortill elnätet styras helt automatisk. Överskottsgas facklas<sup>1</sup> (Svensson, 2009)

---

<sup>1</sup> Fackling, enligt nationaleencyklopedin (NE, 2009) är "att avsiktligt och utan nyttiggörande elda upp gasformiga överskottsbränslen på oljefält, i raffinaderier eller vid petrokemiska fabriker. Oftast är det naturgas eller gasol som facklas"

## Problemformulering

Hittills har SLU genomfört olika förstudier inom biogasproduktionsområdet. Denna uppsats är en analys av de möjliga biogasanläggningarna för SLU. Nedan kommer två möjliga scenarier att beskrivas.

### Scenario I

En biogasanläggning med en effekt på generatormotorn om 200 kW och en rötkammare byggs med en totalvolym om ca 1850 m<sup>3</sup>. Ingående substrat till biogasanläggningen är flytgödsel och fastgödsel från djurstallarna samt kasserat foder från djurstallarna (ca 60 ton per år). Totalt ska 13 200 ton substrat per år rötas. Flytgödsel pumpas från pumpbrunnar vid djurstallarna till biogasanläggningens pumpbrunn. Fastgödseln, kasserat foder och energigrödorna sönderdelas och matas in separat. Transport av fastgödseln och det kasserade fodret sker med traktor till biogasanläggningen. Reaktorn ska kunna besiktas minst var sjätte timme. Den rötade gödseln ska ledas till gödselbehållare som byggs i rötkammarens omedelbara närhet. Av dessa ingår två gödselbehållare om ca 5000 m<sup>3</sup> var, i projektet. Gasen till en gasmotor för produktion av el och värme till gårdens värmekulvert. (Svensson, 2009)

### Scenario II

Scenario II är ett hypotetiskt alternativ som är byggt på substrat som har kommit i fråga under studiegenomförande. Detta scenario innefattar huvudsakligen en biogasanläggning med högre kapacitet, där effekten på generatormotorn är 500 kW vid full belastning. Liksom i scenario I, är ingående substrat flytgödsel, fastgödsel och kasserat foder från djurstallarna (ca 50 tons per år). Andra substrat som kommer att inkluderas, är fjäderfägödsel från djurstallarna och ca 1000 ton av växtmaterial från energigrödor såsom vallensilage, helsädesensilage, majsensilage spannmålskross och rotfrukter. Mängden kommer att rangordnas beroende på respektive energipotential med hänsyn till dimensionen på biogasanläggningen. Totalt ska 14 000 ton substrat rötas per år. Rötkammarvolym och pumpbrunnsvolym anpassas efter de mängder substrat som krävs för anläggningen och rötningstemperatur på 35°C. För gödselbehållarna gäller samma som för alternativ 1.

För att på ett strukturerat sätt sträva mot att uppfylla syftet har vi ställt upp en frågeställning som vi vill besvara:

- *Vilken storlek på biogasanläggning skulle rekommenderas för en investering, givet olika studerade alternativen?*
- *Hur kommer dessa scenarier med avseende på CO<sub>2</sub>-utsläpp att påverka miljön?*
- *Vilka produkter ska SLU rötas och hur mycket energi blir det per år?*
- *I det fallet att det skulle löna sig att köpa in substraten;*

## Syfte

Studien syftar till att genomföra en komparativ fallstudie av olika investeringsscenarier för en ny biogasanläggning vid Lövsta. Huvudsyftet är att bedöma de ekonomiska konsekvenserna och den långsiktiga lönsamheten. Utgångspunkten är en tidigare studie (Svenson, 2009) som ytterligare har problematiserats för att ge en bild av tekniska och ekonomiska förutsättningar. En aktuell frågeställning är hur lönsamhet och miljönytta för en biogasanläggning ska värderas i relation till investeringen. Värderingen utgår från en bedömning av nyttan för miljön beräknat i monetärt värde med hänsyn till minskningen av klimatgaser. För att besvara frågan om lönsamhet måste samtliga substrat som matas in i biogasreaktorn identifieras, kvantifieras och utvärderas.

## Metod

### Undersökningens syfte

Robert Yin (1994) anser att det är viktigt att välja rätt metod för att kunna svara på syftet i en akademisk undersökning. Beroende på studiens syfte delas forskningsstrategier in i explorativa, deskriptiva och förklarande. Syftet med uppsatsen är att genom en explorativ undersökning beskriva de olika möjliga investeringsscenarierna för SLU. Det bästa sättet att svara på studiens syfte är att genomföra en flerfallstudie – »multiple-case study«, »cross-site analysis« eller »collective case study« – som består av flera fallstudier där fallen kan jämföras mellan varandra (Yin, 1994).

Fallstudier med denna inriktning är influerad av en experimentell strategi, men samtidigt tillämpas kvalitativa tillvägagångssätt. Fallstudier är drivna i ett instrumentellt syfte genom att de generaliserar resultaten till teori (Yin, 1994).

### Val av undersökningsmetod

Ett sätt att beräkna värdet av och lansera av en ny produkt, baserat på värdet av intern produktens kostnader är att göra en investeringsbedömning av värdet på biogasproduktionen. Detta görs utifrån förbrukning av rå gas och produktionskostnader. Ytterligare ett sätt att beräkna det samlade värdet av interna produktionskostnader av biogas är att göra en kostnadsnyttoanalys, CBA (Cost Benefit Analysis), av organisationsprojektet. En kostnadsnyttoanalys (CBA) är en metod som används av beslutsfattaren inom organisationen för att förutsäga och utvärdera olika projekt (Brent, 2006). På så sätt kan

investeringsbedömningar uppskatta ”nettonyttan” av produktionen där olika mål såsom miljömässiga, sociala och organisatoriska mål inkluderas i kalkylen.

#### Informationsinsamling.

Det huvudsakliga materialet till uppsatsen är interna dokument från tidigare förstudier av Lövsta projektet vid SLU. Materialet ligger till grund för de beräkningar som genomförs i studien. Valet av material har varit relativt begränsat och uppdateras kontinuerligt beroende på den omfattande forsknings- och försöksverksamhet som nu pågår vid Lövsta. En teoridel utgår från gårdsbaserad produktion av biogas.

## 2. Teorier och metoder

I det följande avsnittet presenteras de olika ekonomiska teorierna och metoder som tillämpas i investeringskalkylen. I denna studie görs enkla kalkyler för att kunna få ett perspektiv på biogasanläggnings lönsamhet och få ett underlag för resursallokering.

### Investering

Enligt Holmström (2005), innebär en investering att företaget satsar ett större belopp på något som innebär ekonomiska konsekvenser för framtiden, t.ex. inköp av maskinner, lastbilar, dator eller uppförande av en ny industribyggnad. Lansering av en ny produkt innebär större organisationsförändringar, större satsning på reklamkampanjer, personal, utbildning, miljö, ny teknik, och IT samt forskning och utveckling(FOU).

### Investeringskalkylmetoder

Investeringskalkylernas huvudsyfte är att bedöma långsiktig lönsamhet, rangordna och ge underlag för resursallokering samt skapa kontrollmöjligheter (Löfsten, 2002). Det finns flera olika metoder att använda sig av vid investeringskalkylering. Valet av metod beror dels på situationen, dels förutsättningarna. Det är viktigt att bestämma vad investeringsbeslutet skall innefatta och vilka kriterier som skall användas för att beskriva konsekvenserna av ett visst beslut. Nedan beskrivs tre grundläggande metoder som benämns på följande sätt:

Nuvärdesmetoden

Internräntemetoden

Pay-back metoden

## Nuvärdesmetoden

Nuvärdesmetoden benämns som diskonteringsmetoden. Diskontering är summan av inbetalningsöverskotten (a) minus grundinvestering (G) hänförd till en tidpunkt. Diskontering sker med hjälp av räntetabeller som speciellt konstruerats för att underlätta jämförelser vid olika tidpunkter (Holmström, 2005). För att erhålla nuvärdet multipliceras betalningar med diskonteringsfaktorn  $(1 + r)^n$ , där r = räntesats i procent och n = tiden i år,

Nuvärdesmetoden innebär att betalningar som sker transporteras från framtiden till nutid som är en gemensam referenstidpunkt, vanligtvis år noll. På så sätt är det möjligt att jämföra olika betalningar som sker vid olika tillfällen under investeringsperiod. Nuvärdet betecknar alltså en enstaka betalning eller summa av betalning som med given kalkylränta diskonteras till nutidspunkt (Löfsten, 2002).

$$\text{Nuvärdesumman} = -G + \frac{a_1}{(1 + r)} + \frac{a_2}{(1 + r)^2} + \frac{a_n}{(1 + r)^n}$$

G = grundinvestering

a = betalningsöverskott

r = kalkylränta/avkastningskrav

n = år

## Internräntemetoden

Internräntemetoden är grundad på nuvärdesmetoden och det innebär att man beräkna diskonteringsräntan, dvs. den internränta vid vilken nuvärde av framtida inbetalningsöverskotten minus grundinvestering blir lika med noll (Holmström, 2005).

Internräntan (i) är knuten till ett givet investeringsförslag och vissa projekts förräntning. Om lika stora årliga inbetalningsöverskott (a) kan uttryckas som nedslående formeln.

$$\frac{G}{a} = f_s = \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}$$

Fs = nummerfaktorn (hämtas från tabell "nuvärde av löpande betalningar" av Hans Löfsten, 2002).

Internräntemetoden/kalkylränta är kopplad till beslutfattaren. Metoden beräknar den ränta vid vilken kapitalvärde/nuvärde, dvs. skillnaden mellan alla av investeringen orsakade in- och utbetalningar som sker vid en viss tidpunkt, är noll.

Internränta = den räntesats där nuvärdet av inbetalningsöverskotten – grundinvesteringen = 0

Internränta kan ställas upp enligt följande uttryck:

$$\text{Internränta} \rightarrow 0 = -G + \frac{a_1}{(1+i)} + \frac{a_2}{(1+i)^2} + \frac{a_n}{(1+i)^n}$$

#### Beslutregler

- *En investering är lönsam om internräntan är minst lika stor som kalkylränta.*
- *Det investeringsalternativ som ger störst internränta är oftast det lönsammast*

Vid stora svängningar i betalningsströmmarna kan flera internräntor uppstå, dvs. att flera internräntor kan användas för att få nuvärdet noll. I vissa fall kan även kalkyltekniska problem uppstå, när kalkylräntan bestäms och varierar från projekt till projekt. Internräntan kan även gynna kortsiktiga projekt eftersom betalningsströmmar i framtiden nedvärderas kraftigt. Internräntan beräknas medan kalkylräntan väljs på ett medvetet sätt. (Löfsten, 2002)

Interräntan betraktas som en effektiv räntekalkyl eftersom den beräknar kapitalvärdet utifrån de olika nettobetalningsöverskotten av projektet. Internräntemetoden signera värde av pengar vid olika tillfället och det ger möjligheten att jämföra över tiden..

### Återbetalningsmetoden

Pay-back-metoden, återbetalningssmetoden eller pay-off-metoden, är den enklaste metoden tillämplig för en investeringskalkyl. Metoden belyser att hur lång tid tar, innan en investering är intjänad. Metoden används främst i syfte att sälla bort mindre lönsamma investeringar mot mer lönsamma (Holmström, 2005).

Återbetalningstiden (Å) erhålls genom att dividera grundinvesteringen (G) med de årliga inbetalningsöverskotten (a). Metoden kan användas med eller utan kalkylränta.

$$\bar{A} = \frac{G}{a}$$

Å max, är den längsta tillåtna återbetalningstiden som även kallas för cut-off rate.

#### Beslutregler

- *En investering är lönsam om pay off-tiden inte överstiger den tid företaget ställt upp som krav (Holmström, 2005).*
- *Det investeringsalternativ är lönsammast som har kortast pay off tid är lönsammast.(ibid.)*

#### Begränsningar

Investeringsprojekt med olika lång livslängd är exempelvis svåra att bedöma. Metoden tar inte heller hänsyn till betalningar som inträffas efter cut-off rate-tiden, t.ex. restvärde. Ifall inbetalningsöverskotten varierar över tiden räknas de samman till ett belopp som är lika med grundinvesteringen (Holmström, 2005).



Pay off-metoden är en enkel metod, lämpligt som en förtä rangordning av olika projekt. Metoden ges en indikation på olika investeringsprojekts lönsamhet, särskilt om det förekommer flera projektoalternativ. Metoden är speciellt tillämpbar i företag med hög likviditetspreferens (Löfsten, 2002).

## Cost Benefit Analysis (CBA)

En Kostnad nyttoanalysmetoden (CBA) är en metod som används av beslutsfattare inom en organisation, ofta i offentlig sektor för att förutsäga och utvärdera olika projekt. Det är en identifieringsprocess, där man beräknar och jämför den sociala nyttan med kostnaderna för ett investeringsprojekt (Brent, 2006). Metoden används för att värdera aktiviteter utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv och försöker inkludera även den påverkan som inte motsvaras av betalningsströmmar, d.v.s. externa effekter kan beakta. Ett externalitet (extern faktor) är en typ av marknadsfel som uppstår när det finns ingen marknadsrelation mellan en ”god konsument” eller en ”god producent” (Perman, 2002).

CBA-beräkningarna är tillämpliga för att värdera multipla scenarier. Om ett alternativt projekt inte har tillräckliga resurser tillgängliga, kan det finnas andra möjligheter, eftersom metoden identifierar de olika projektens alternativkostnader. I en konkurrensutsatt marknad, utan snedridande skatter och subventioner, är alternativkostnad en mottvarighet till det värde av resursanvändningen har vid produktion av en alternativ vara (Brent, 2006). CBA används under de omständigheter där marknadspriset inte helt representerar den reella kostnaden och/eller den reella nyttan av projektet. Metoden strävar att beräkna fram mer passande samhällsekonomiska värden än marknadspriserna.

Användning av CBA-metoden i ett privat företag, kan det leda till obegränsade nyttointäkter och/eller kostnader. Metoden är mest tillämplig för att värdera investeringsprojekt i anläggningstillgångar (Brown, 2003). Oftast är fallet att en privat investering endast genomförs, när det finns hopp av framtida inkomster förknippade med den offentliga sektorn. Teorin ger kriterier av rationalitet eller beslutsregel för investering i båda sektorerna av ekonomin som tar hänsyn till externa aspekter, förutom att inkomster och omkostnader. Målen för att utföra samhällsekonomiska kalkyler är att man ska kunna styra ekonomin mot samhällsekonomiskt mål. Kalkyler kan omfatta alla typer av beslut som påverkar resursutnyttjandet i en ekonomi (Mattsson, 1988).

### Utförande

Enligt Mattsson (1988) är huvudstegen i en CBA de följande.

Först definieras välfärdsekonomiska utgångspunkter. Det görs genom att definiera vad som avgör om välfärden ökar eller minskar. Sedan borde det studerade projektet avgränsas. I detta snede rekommenderas att definiera ett noll- alternativet som ursprunglig aktivitet för att sedan kan värdera och kvanti-

fiera konsekvens utifrån en jämförelse. Därefter identifieras effekter på samhället av projektet jämfört med noll- alternativet. (Mattsson, 1988)

### kalkylexempel

I tabellen 2 finns ett exempel av en ideell organisation som överväger ett val mellan tre projekt, X, Y, Z. Alla kostnader för projekten beräknas (i tusen kronor) och samtliga projekt ger en positiv netto avkastning B-C, dvs. nytta/ kostnadsgrad. Från båda kriterier, är X det best alternativet, näst bäst är Y och sämst är Z. Om organisationen bara har till 10, så borde investering ske i projekt X. Om organisationen har 20, borde löna sig att investera i projekten X och Y. Om organisationen istället tillges 30, skulle organisationen kunna investera i ett av dessa tre projekt, eftersom nyttorna är högre än kostnaderna (Philip Kotler, 1991).

0-4 Example of benefit/cost comparators (Philip Kotler, 1991)

|                | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>Net benefits</b> | <b>Benefits/Cost ratio</b> |
|----------------|----------|----------|---------------------|----------------------------|
| <b>Projekt</b> | Benefits | Costs    | B-C                 | B/C                        |
| <b>X</b>       | 60       | 10       | 50                  | 6                          |
| <b>Y</b>       | 30       | 10       | 20                  | 3                          |
| <b>Z</b>       | 20       | 10       | 10                  | 2                          |

Organisationer är ofta i en position att kvantifiera den kostnad i kronor. Om programmet leder till någon social nytta, skulle dessa kostnader vara svårt att uppskatta. Ett exempel är när en regering oftast endast beakta den finansiella kostnaden för att bygga upp en ny väg. Men en ny väg stör ofta grannar med buller och dessutom belasta miljö genom förorening. Därför bör dessa miljökostnader inkluderas i den analyserade kostnaden. När nytta av ett projekt identifieras, brukar man hamna i tre olika problem:

Monetära kvantifierbar nytta. Nyttan vars totala värde uttrycks i krona, dollar, euro eller annan valuta.

Ickemonetära kvantifierbar nytta. Nyttan vars totala värde uttrycks i icke monetära valuta, men numeriska värde.

Ickekvantifierbar nytta. Nyttan vars totala värde inte kan kvantifieras, till exempel lyckokänsla, fruktan eller producerad skönhet.

(Philip Kotler, 1991)

### Begränsningar

Kritiken mot CBA har sin utgångspunkt inom den nationalekonomiska välfärdsteorin som den beskriv av Kaldor-Hicks<sup>2</sup> kompensation (Pearce D., 2006). En nackdel med modellen är att den kräver en omfattande analys av data från samhällets samtliga områden. Faktum är att CBA är ofta en godtycklig när det gäller att identifiera bakomliggande sociala välfärdsfunktioner. Därför är konsensus osannolik uppnå i syfte att låta individers preferenser bestämma ett socialt beslut.

---

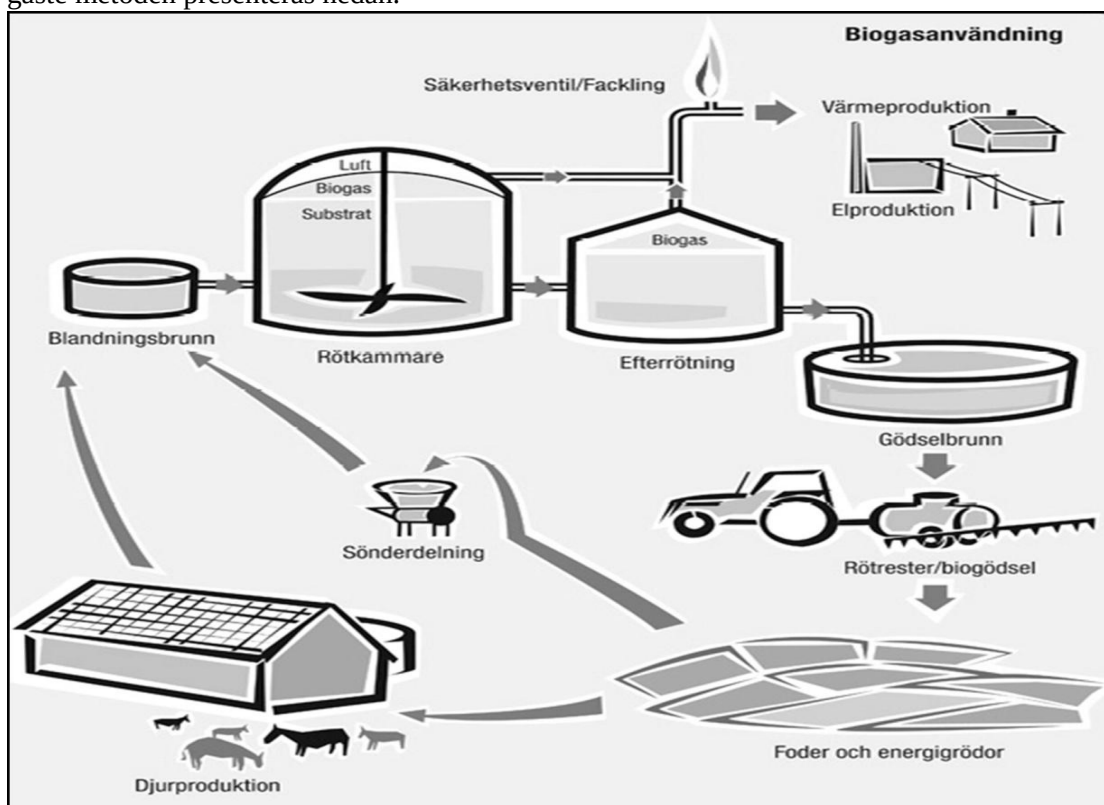
<sup>2</sup> Enligt Nationalencyklopedi menas, Kaldor-Hicks kompensationen, "kriterier på huruvida en föreslagen, vanligen ekonomisk-politisk åtgärd hypotetiskt ökar eller minskar välfärden"

Ett projekt värderas i jämförelse med alternativvärdet av utnyttjande resurser, dvs. vad utfallet skulle ha blivit om inte projektet hade genomförts. Att definiera dessa värden innebär en hel del spekulation vilket både är tidskrävande och ger ett missvisande resultat. (Pearce D., 2006)

Under hela historien har neoklasiska välfärdsmodeller fokuserat på graden, som den bakomliggande aningen av ekonomisk effektivitet eller förlusten. Det är testat för Kaldor-Hicks kompensationen, att välfärd inte kan eller inte bör avskiljas ut från att utfärda av affärsvinster. (Pearce D., 2006)

### 3. Dimensionering av anläggningen

En gårdsbaserad biogasanläggning består av ett minst antal grundläggande komponenter. Den vanligaste metoden presenteras nedan.



Fel! Ingen text med angivet format i dokumentet.-1 Gårdsbaserad biogasanläggning (Jordbruksverket, 2005)

I varje stall skrapas gödsel till en kulvert genom vilken gödsel vilken gödsel förs till en pumpbrunn. Rötkammaren ska förses med en eller flera omrörare för att säkerställa att substratet inte skiktat sig med bottensediment och försämrar resultatet.

Den producerade biogasen ska passera en torrklocka eller motsvarande för att ge ett jämnt gastryck till motorn.

Biogasen leds till gasmotorn via gasledning som förses med kondensfällor för att ta vara på den fukt som kondenserar gasen. I anslutning till biogasanläggningen placeras en servicebod där styrelektronik och andra styrmätningar samlas. En flacka installeras för att förbränn eventuell överskottsgas.

## Teknisk beskrivning för biogasgas produktion

Mängden biogas som produceras beror på vilka biogassubstrat och vilka kvantiteter som rötas. Enbart gödselrötning vid mesofil temperatur brukar inte ge mer än 1 m<sup>3</sup> biogas per m<sup>3</sup> röt-kammarvolym och dag. Om däremot den blandning som rötas innehåller mer energirika lättnedbrytbara substrat som t ex vallgrödor, sockerbetor och matavfall, kan biogasproduktionen bli 2-3 m<sup>3</sup> biogas per m<sup>3</sup> röt-kammarvolym och dag. (Nordberg, 2004)

System för behandling av biogas.

Utfällt kondensvatten i rörledningar ska avlägsnas. Vid kraftvärmeproduktion måste oftast mängden svavelväte i biogasen minskas. Genom att föra in luft i röt-kammaren motsvarande 3-5 % av biogasproduktionen kan en svavelvätereduktion på upp till 95 % uppnå. (Nordberg, 2004)

Behållare

Behållaren blandas och eventuellt sönderdelas fasta och flytande substrat till en pumpbar lösning, dels lagra substratblandningar inför några dagars drift av röt-kammaren (Nordberg, 2004). Behållarens storlek dimensioneras till att lagras några dagars volym. Blandningen pumpas kontinuerligt vidare till röt-kammaren där biogasprocessen påbörjas.

Lager för rötat material.

Inför spridning på åkermark, lagret kan utformas som ett flytgödsellager. (Nordberg, 2004)

Lager för producerad biogas.

Lagervolymer brukar oftast vara mindre än vad som motsvarar ett dygns biogasproduktion. Lagret kan både vara integrerat i röt-kammaren eller i rötrestlagret, alternativt utgöra en fristående enhet. (Nordberg, 2004)

## SUBSTRAT

Substratets sammansättning har betydelse för hur mycket gas som bildas och gasens kvalitet. Sammansättningen inverkar i slutänden också på den bildade rötrestens kvalitet, vad gäller innehåll av växnäring och av eventuella föroreningar (metaller, organiska föroreningar, sjukdomsalstrande organismer etc). Genom att välja rätt material finns en betydande möjlighet att påverka utgången av processen, förbättra energiuttaget och producera biogödsel av god kvalitet. (Svenskt Gasteknisk Center, 2009)

## Kol/kväve-kvot

Kol/kväve-kvoten, anger förhållandet mellan kol och kväve i det organiska materialet (VS)<sup>3</sup>. Koncentrationerna av kol och kväve är avgörande för effektiviteten vid den anaeroba nedbrytningsprocessen. Om halten kväve är begränsande (hög C/N-kvot) kommer populationen mikroorganismer hållas liten, nedbrytningen avtar och det tar därmed längre tid för mikroorganismerna att omsätta det tillgängliga organiska materialet. Om det istället finns ett stort överskott av kväve i förhållande till kol (låg C/N-kvot) finns risk för ackumulering av ammonium vilket kan vara toxiskt för mikroorganismerna. (Avfall Sverige Utveckling, 2009)

## PH

I biogasprocessen finns många olika organismer och dessa har starkt varierande krav på pH-värdet. För att biogasprocessen ska fungera så bra som möjligt, krävs i allmänhet neutralt pH-värde (pH 6,8 – 7,5). (Avfall Sverige Utveckling, 2009)

## Biogasutbyte och nedbrytbarhet

Substratet behöver i första hand vara anaerobt nedbrytbart men även det förväntade biogasutbytet är viktigt vid utvärderingen av substratet som biogasråvara. Biogasutbytet för substratet beror på vilka övriga substrat som finns i blandningen, tillgång till näringsämnen, förekomst av inhiberande substanser, uppehållstid i röt-kammaren, belastning på systemet och omrörningens effektivitet. (Avfall Sverige Utveckling, 2009)

## Hygienisering av substrat

Vissa råvaror som innehåller animaliska beståndsdelar som bioavfall eller slakteriavfall bör värmebehandlas innan materialet får användas som substrat för biogasproduktion. När det gäller gödsel och åkergrödor behöver inte värmebehandlas innan de inmatas i en biogasanläggning (Avfall Sverige Utveckling, 2009). Dock dessa bör substraten finfördelas och i fallet svinflytgödsel bör eventuellt en bufferttank finnas för sedimentering av mineraler.

## Stallgödsel som substrat

Flytgödsel från nöt och svin har en TS-halt på ca 8 % och respektive 9 % varav 80 % (VS). Svingödseln skiljer sig från nötgödseln genom att den inte är lika fiberrik, men istället innehåller mycket mineraler som gör att den snabbt sedimenterar och ger upphov till en bottensats. Dessutom kan svingödsel vara förhållandevis kväverik vilket medför risk för ammoniuminhibering vid enskild rötning (Avfall Sverige Utveckling, 2009).

---

<sup>3</sup> Volatile solids (VS) är enligt (Avfall Sverige Utveckling, 2009), "det engelska uttrycket för det svenska begreppet glödförlust. Parametern anger materialets innehåll av förbränningsbar substans vid 550°C och är ett användbart instrument för beräkning av ett substrats organiska innehåll".

### Kännetecken för kogödsel.

En mjölkko plus rekrytering producerar cirka 68 kg gödsel per dygn. Gödselns innehåll av torrs substans är kring 9 % och cirka 80 procent av torrs substansen består av organiskt material (se bifoga 1). Istället på Lövsta kommer 300 mjölkkor att finnas. Med 300 mjölkkor blir mängden stallgödsel per dygn cirka 20 400kg (300 x 68 kg). (Hushållningssällskapens Förbund, 2006)

### Kännetecken för svingödsel

En fullvuxen gris producerar ca 1,6 ton flytgödsel per år. Svin producerar ca 1,6 ton flytgödsel per slaktsvinplats och år (Hagelberg, M. Mathisen, B. Thyselius, L. , 1988). I analysen att sugor och galtar producerar den dubbla mängden gödsel och att svin under tre månaders ålder bidrar med en tiondel. Gödselns innehåll av torrs substans är kring 9 % och cirka 80 procent av torrs substansen består av organiskt material. Den totala mängden per år blir knappt 9 705 kg (150 sugor x 1,6 ton).

### Kännetecken för tvättvatten

Tvättvatten är det vatten som produceras när stallarna tvättas. Det kan exempelvis varatvättning efter det att en omgång slaktsvin skickas till slakt och nya grisar sätts in i boxarna. Då måste stallet tvättas för att minska smittorisken. Vattnet innehåller förmodligen max 1 % ts av det gödsel som är aktuellt för stallet. Det är alltså i stort sett rent vatten som bara tar plats i rötkammaren och inte tillför någon energi. (Kalle Svensson, pers. med., 2009)

### Energigrödor

Energigrödor har en hög andel organiskt nedbrytbart material och kan ge ett högt gasutbyte. Deras innehåll av vissa spår- och näringsämnen kan däremot vara lågt och därför kan tillsats av näring eller samrötning med andra substrat krävas, som till exempel stallgödsel (Nordberg, 2004). Bland gräs- och baljväxterna är det vallgrödor som hittills rönt störst intresse för framställning av biogas i Sverige. Vallgrödor innehåller dock mycket fiber vilket kräver sönderdelning av grödorna innan rötning. Jordbruksgrödor kräver förbehandling, vilken inkluderar finfördelning och eventuellt spädning innan de kan tillsättas rötkammaren. Grödan kan lagras som ensilage eftersom försök visat att gasproduktionen är av samma storleksordning vid rötning av såväl färskt som ensilerat material.

Substrat med höga lignin- och växttrådhalter (exempelvis halm), bryts ner långsammare och mer ofullständigt än substrat med låga halter av lignin och växttråd (exempelvis majsensilage) (Litorell & Lovén Persson, 2007). Dessa svårare typer av substrat kräver därför finfördelning före rötning, eller rötning med lång uppehållstid för att ett så högt biogasutbyte som möjligt skall uppnås. Halm har en TS-halt på ca 78 % varav ca 90 % utgörs av VS. (Avfall Sverige Utveckling, 2009)

### Kännetecken för vallväxter som substrat

Lövsta med sina 300 kor skulle kunna öka sin energiproduktionspotential betydligt genom att förutom gödsel också gå in för att röta vallväxter i biogasanläggningen, men då måste en större anläggning byggas. Om vi antar att i närheten av gården finns 100 hektar odlingsmark tillgänglig för vallpro-

duktion producera timotej och klöver för biogasanläggningen. Årsskörden av vallväxter antas vara 25 800 kg färskvikt/ha vilket motsvarar medeltalet i Sverige. Vallens torrsubstans ligger på 33 % och 88 % av torrsubstansen antas vara organiskt material. Mängden organisk torrsubstans från hundra hektar blir:

$$100 \text{ ha} \times 25,8 \text{ ton/ha} \times 33 \% \times 88 \% = 750 \text{ ton}$$

$$548 \text{ ton} \times 550 \text{ m}^3 \text{ biogas/ton} \times 55 \% \text{ metan} = 165\,770 \text{ m}^3 \text{ metan}$$

### Kännetecken för grönsaks- och frukthantering

Frukt- och grönsaksavfall utgör en betydande potentiell resurs för produktion av biogas och återföring av näringsämnen till jordbruksmark, då det rör sig om stora, rena fraktioner som normalt är fria från föroreningar vilka med lätthet kan samlas in. Avfall karakteriseras av höga VS-halter (95 % av TS) samt en mycket hög biologisk nedbrytbarhet. I vissa fall kan samrötning med kväverikare substrat vara motiverat, som vid rötning av rotfrukter utan blast (potatis, sockerbetor). Detta eftersom huvuddelen av näringen för dessa rotfrukter återfinns i blasten. Exempelvis har potatisavfall utan blast en C/N-kvot på 35 (Avfall Sverige Utveckling, 2009)

### Samrötning

Samrötning avses för rötning av en homogen blandning av två eller flera substrat. Oftast består denna blandning av en större andel bas-substrat, som blandas och rötas tillsammans med mindre mängder av ett eller flera andra substrat. Uttrycket samrötning tillämpas oberoende av förhållandet mellan de olika substraten eller vilka substrat som ingår (Braun & Wellinger, 2003).

I vissa regioner finns jordbruksprodukt, men deras potential är inte känd till, och inte heller det optimala förhållandet av blandningen av dessa produkter. Dessa råmaterial kan vara gödsel från andra djur, lokalt avfall i jordbruks- eller nötkreatursproduktionen, växter, frukter, etc. För enklare procedurer gäller det nog med att ha minst två gastuber, mjölkkrukor eller några stängda behållare. Dessa kan påfyllas med olika substrat som ska analyseras och sättas till allt en säkerhetsventil (gasmätare). Genom att skriva ner dagliga experimentresultat för stryket, kan jämföra och utvärdera den gasproduktionen. (Herrero, 2008).

Den anaeroba nedbrytningsprocessen är beroende av substratets sammansättning eftersom mikroorganismerna precis som människor, behöver en allsidig kost. Därför är en god näringssammansättning ofta även positivt för gasutbytet. Exempel på positiva kombinationer är potatis och betblast, godisrester och kogödsel samt gödsel och vall (Avfall Sverige Utveckling, 2009).

### Substratmängdscenarier för SLU.

I Bifoga1 presenteras de olika substrat kemiska och fysiska egenskaper som användas i denna studie.



I Lövstas stall kommer att finnas 300 mjölkkor, 150 sugor. I kalkylen beräknas det möjligheten att 60 tons tillkommer från foderspill med en torrsubstans ts på 40 %. Desutom antas att från kostallet tvättvatten erhåller utnyttjas på cirka 1230 ton/år och från svinstallet kan användas ca 870 ton per år, med en sammanlagd mängd på årsnivå 2100 ton med en ts 16 %. Djuren kommer att vara på beten två månader per år vilket leder till att nötgödseln minskar kraftigt till knappa 5 ton om dagen. Därför en den totala mängden för 36 ton/dygn vilken ger cirka 11 500 ton gödsel per år, vilket ger ts 7,8 i sammanhanget. Baseras på att en kubikmeter metan innehåller ca 10 kWh kommer man fram till energiinnehållet i den producerade biogasen är därför ca 1 614 000 kWh eller 1614 MWh. (Svenson, 2008).

## Scenario I

För att kunna uppskatta de tillgängliga substraten byggdes den Scenario I, där är huvudsaklig stallgödsel som ingår. Scenario I beskrivs nedan i tabellen(0-5).

*0-5 Scenario I. Tillgänglig mängd av substrat (Svensson K. , 2009).*

| <b>Substrat</b>                       |                 | <b>Mängd</b>  |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|
|                                       |                 | <b>Ton/år</b> |
| <b>Gödsel från stallet</b>            | Nötflytgödsel   | <b>7400</b>   |
|                                       | Nötfastgödsel   | <b>250</b>    |
|                                       | Tvättvatten     | <b>1230</b>   |
|                                       | Svinflytgödsel  | <b>2910</b>   |
|                                       | Svinfastgödsel  | <b>490</b>    |
|                                       | Tvättvatten     | <b>870</b>    |
|                                       | Fjäderfärgödsel | <b>0</b>      |
| <b>Total mängden från stallgödsel</b> |                 | <b>13150</b>  |
| <b>Växtsubstrat</b>                   | Foderspill      | <b>50</b>     |
| <b>Total mängd</b>                    |                 | <b>13200</b>  |

## Scenario II

I scenario II utnyttjar den tillgängliga mängden av substrat i Scenario I, samtidig ytterligare substrat utnyttjas. Substraten kommer främst på växtodlingen från SLU-Lövsta, alternativ är att köpa in substrat i närheten. I studien antas att minst 50 tons/år av substrat används som är mindre produktiva, 150 ton/år för de mer produktiva substraten(valls- och majsensilage) och 390 ton/år från de värdefull växtsubstrat(spannmålskross).

0-6 Scenario II. Möjligt mängden av substrat.

|                                       | <b>Substrat</b>         | <b>Mängd</b>  |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------|
|                                       |                         | <i>Ton/år</i> |
| <b>Gödsel från stallen</b>            | <i>Nötflytgödsel</i>    | 7400          |
|                                       | <i>Nötfastgödsel</i>    | 250           |
|                                       | <i>Tvättvatten</i>      | 1230          |
|                                       | <i>Svinflytgödsel</i>   | 2910          |
|                                       | <i>Svinfastgödsel</i>   | 490           |
|                                       | <i>Tvättvatten</i>      | 870           |
|                                       | <i>Fjäderfäködsel</i>   | 50            |
| <b>Total mängden från stallgödsel</b> |                         | 13200         |
| <b>Grönsaks- och frukthandling</b>    | <i>Foderspill</i>       | 50            |
|                                       | <i>Foderrotfrukter</i>  | 50            |
|                                       | <i>Helsädesensilage</i> | 200           |
|                                       | <i>Vallensilage</i>     | 200           |
|                                       | <i>Majs(ensilage)</i>   | 200           |
|                                       | <i>Spannmålskross</i>   | 390           |
| <b>Total mängden från odlingar</b>    |                         | 1090          |

Kriterierna vid val av valt scenario är att kunna belysa de olika substratens förmåga/metanutbyte vid produktion av biogas. Scenario II tas hänsyn till substratens kemiska egenskaper, dvs. balans i C/N-kvot och i pH. Här sker även dimensioneringen av rötkammaren och motor för respektive scenarier.

## Dimensionering av rötkammaren

Rötkammaren är en lufttät, sluten behållare där biogasproduktionen sker. Rötkammaren ska vara en gastät isolerad behållare. Den ska också vara försedd med ett system för omblandning och uppvärmning. Substratet pumpas oftast in i rötkammaren. Det färdigrötade materialet lämnar rötkammaren antingen via pumpning eller via bräddavlopp till lagret för rötresten. (Nordberg, 2004. Uppehållstiden är 26 dagar per år. Vi antar att rötkammaren inte ska belastas med mer än 3 kg ts/ kubikmeter (kbm) reaktorn volym och dag för att inte riskera att biologisk process går sur (Svenson K. , 2008).

### Scenario I

Rötkammaren byggs med en total volym om ca 1850 m<sup>3</sup> i fallet Scenario 1 (med gasmotor 200 Kw). Rötkammaren ska vara minst 1013 km bruttovolym (339 dagar per år \* 3 kg ts/ km). Om vi antar att rötkammarhöjden är 2/3 av dess diameter så blir höjden på kammaren 8,3 meter och diametern 12,5.

Den totala bottenytan uppgår till 120 kvm. Reaktorns pris per kubikmeter kostar 4850 kr vilket innebär ungefär 9 000 000 kr.

## Scenario II

Alternativet scenario 2, innefattar en rötkammarvolym och pumpbrunnsvolym som anpassas efter mängder substrat. Rötkammaren byggs med en totalvolym om ca 3000 m<sup>3</sup> med en effekt på gasmotor 500 Kw. Reaktorns pris per kubikmeter är 4850 kr vilket innebär en investering på ungefär 14 600 000 kr.

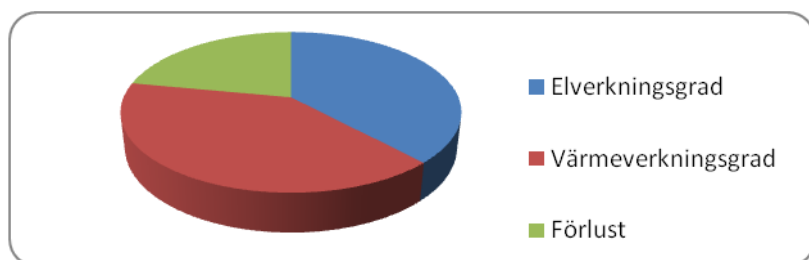
## Dimensionering av gasmotorn

Val av elproduktionskälla görs med utgångspunkt att biogasanläggning att biogas är det enda bränslet till motorn. Det finns en rad olika tekniska lösningar för att producera kraftvärme från biogas. Ett alternativ är motorer som arbetar enligt Ottoprincipen och därmed använder tändstift för att antända bränslet. Dessa motorer kan därför använda 100 % biogas.

Driftgasmotor för full effekt rekommenderas att använda maximalt 8500 timmar per år (90 % av motors totala kapacitet). En del av energi förloras, när energi användas till uppvärmningen av gaspanna på ca 5 780 000 kWh/år, samt kommer 48 500 kWh/år användas för drift av pumpar och omrörande. (Svenson, 2008)

## Scenario I

Energiutnyttjandet vid förbränning biogas i gasmotor 200 kW kännetecknas av en verkningsgrad på 38 procent av elektricitet och 40 procent av värme, medan 22 procent går förlorat i form av resterande avgasvärme och strålningsförluster. Framför allt under vintern åtgår betydande mängder energi för uppvärmning av substratet på väg in i rötkammaren och för att kompenseras rötkammarens värmeförluster. Förbränningsmotorns pris är ca 1 600 000 kr.(Andreas Grybäck, pers. med., 2009)



**Fel! Ingen text med angivet format i dokumentet.**-2 Energifördelning för scenario II

Ett alternativ är att använda generatormotor med en effekt om 200 kW. I detta scenario utnyttjas substraten från stallgödsel och foderspill och den energin som förväntas producera, är ca 1614 000 kWh/år. Det interna elbehovet för att driva pumpar och omrörande är drygt 64 560 kWh (ca 4 %) av

producerad mängd, dessutom avgår 290 520 kWh (16 %) uppvärmning av rötkammaren och förlust (Svenson K., 2008).

Den totala motors teoretiska kapacitet;

$$\text{Motorn (kWh)} / \text{Antal timmar per år} = \text{Effekt Gas (kW)}$$
$$200\text{kWh} / \text{år} * 8\,500 \text{ t/år} = 1\,700\,000\text{kW}$$

Det totala effektutbytet från gasen;

$$\text{Gasens energivärde (kWh/år)} / \text{Antal timmar per år} = \text{Effekt Gas (kW)}$$
$$1614000\text{kWh} / \text{år} / 8\,500 \text{ t/år} = 190\text{kW}$$

Effektutbytet för elektricitet;

$$\text{Elverkningsgrad} * \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte elektricitet (kW)}$$
$$38\% * 190\text{kW} = 72 \text{ kW}$$

Effektutbyte värme;

$$\text{Verkningsgrad värme} * \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte värme (kW)}$$
$$\text{Elverkningsgrad} * \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte elektricitet (kW)}$$
$$40\% * 190\text{kW} = 76 \text{ kW}$$

Outnyttjad energi

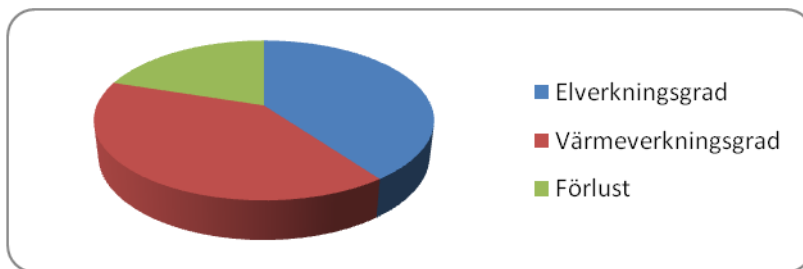
$$\text{Motorn (200KWh) total effekt} - \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte värme (kW)}$$
$$1\,700\,000\text{kW} (100\%) - 1614000\text{kW} / \text{år} (95\%) = 86\,000\text{KW} / \text{år} (5\%)$$

0-7 Effektutbyte för Scenario I

|                    | %    | KW/timme | KW/ år  |
|--------------------|------|----------|---------|
| Elverkningsgrad    | 38%  | 72       | 613320  |
| Värmeverkningsgrad | 40%  | 74       | 645600  |
| Förlust            | 22%  | 42       | 355080  |
| Summa              | 100% | 184      | 1614000 |

## Scenario II

Biogasanläggning har generatormotorn med en effekt om 500 kW. Priset är ca 2 000 000 kr. Energi-fördelningen vid förbränning av biogas i en gasmotor 500 kW har en verkningsgrad på 40 procent elektricitet och 40 procent värme vid 90 procents kapacitetsutnyttjande. 20 procents av energin går förlorat i form av resterande avgasvärme och strålningsförluster (Andreas Grybäck, pers. med., 2009).



Fel! Ingen text med angivet format i dokumentet.-3 Energi fördelning för scenario II

Det interna elbehovet för att driva pumpar och omrörande är drygt 48 500 KWh(ca 1 %) av producerad mängd, samt avgår 726750 KWh (19 %) uppvärmning av rötkammaren och förlust (Svenson K. , 2008).

Den totala motors teoretiska kapacitet;

$$\text{Motorn (kWh)} / \text{Antal timmar per år} = \text{Effekt Gas (kW)}$$

$$500 \text{ kWh} / \text{år} * 8\,500 \text{ t/år} = 4\,250\,000$$

Det totala effektutbytet från gasen;

$$90\% \text{ av Effekt gasen} / \text{Antal timmar per år} = \text{Effekt Gas (kW)}$$

$$3\,825\,000 / 8\,500 \text{ t/år} = 450 \text{ kW}$$

Effektutbytet för elektricitet;

$$\text{Elverkningsgrad} * \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte elektricitet (kW)}$$

$$40\% * 450 \text{ kW} = 178 \text{ kW}$$

Effektutbyte värme;

$$\text{Verkningsgrad värme} * \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte värme (kW)}$$

$$\text{Elverkningsgrad} * \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte elektricitet (kW)}$$

$$40\% * 450 \text{ kW} = 178 \text{ kW}$$

Outnyttjad energi

$$\text{Motorn (500KWh) total effekt} - \text{Gas Effekt} = \text{Effektutbyte värme (kW)}$$

$$4\,500\,000 \text{ kWh/år} (100\%) - 382\,500 \text{ kWh/år} (10\%) = 4\,117\,500 \text{ kWh/år} (90\%)$$

0-8 Effektutbyte för Scenario II

|                    | %     | KW/timme | KW/ år  |
|--------------------|-------|----------|---------|
| Elverkningsgrad    | 40 %  | 178      | 1530000 |
| Värmeverkningsgrad | 40 %  | 178      | 1530000 |
| Förlust            | 20 %  | 89       | 765000  |
| Summa              | 100 % | 444      | 3825000 |

## Prisdimensionering

Värderingen av producerade elektricitet och värme sker enligt följande kriterier:

El som levereras på nätet: 0,45 kr/ kwh (Nord Pool , 2009)

El för egen förbrukning: 0,55kr/kWh

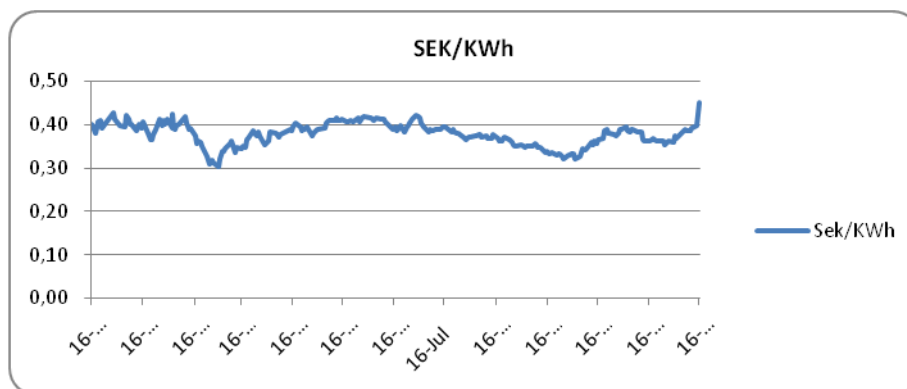
El certifikat: 0,25 kr/kWh

Nättnytta: 0,02 kr/kWh

Nättavgift 0,13

Ersättning för värme prisatts till 0,6 kr/kWh. Priset motsvarar vad en lantbrukare kan betala för biogas för att uppvärmningskostnaderna ska vara lika som olja används.

(JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008)



**Fel! Ingen text med angivet format i dokumentet.**-4 Elprisutveckling från leverantörer, 2009 (Nord Pool , 2009).

Kostnaden för inköp av elektricitet reduceras med samma mängd som produceras via biogasanläggningen. Däremot sjunker inte nättavgiften eftersom SLU fortfarande måste köpa in resterande mängd elektricitet som ej kan produceras på Lövsta. Eftersom företaget producerar elektricitet från förnyelsebara energikällor är det berättigat till handel med elcertifikat.

### 0-9 El- och värmeersättning

| Energiförbrukning                       | kr/ kwh |
|-----------------------------------------|---------|
| El för egen förbrukning                 | 0,55    |
| El certifikat: 0,25 kr/kWh              | 0,25    |
| Nättnytta                               | 0,2     |
| Nättavgift                              | 0,13    |
| Ersättning för värme                    | 0,6     |
| Ersättning till el för egen förbrukning | 1,02    |

## 4. Investeringskalkyl

I detta avsnitt beräknas fram de ekonomiska konsekvenserna för de olika investeringsalternativen.

### Grundinvestering(G)

Investeringskostnaden för biogasanläggningen avser en färdig anläggning där allt material och arbete anskaffas. Anläggningen är dimensionerad efter den gödselvolym samt skörderest av som SLU kan disponera i närheten av Lövsta.

Den totala investeringskostnaden vid tidpunkt noll uppgår till drygt 12,3 miljoner kronor. Investeringen består av rötkammare inklusive omrörare och gaslager, komplett gasmotor, pumpstation bestående av pumpar, ledningar och blandningsbehållare samt installationsavgifter. Gasmotors pris beräknas enligt data från där effektbehovet multipliceras med en kostnad per kilowatt. (Andreas Grybäck, pers. med., 2009)

*0-10 Investeringskostnad för Scenario I*

| Investeringskostnad | Pris       |
|---------------------|------------|
| Rötkammare          | 9 000 000  |
| Inventarier         | 1 700 000  |
| Förbränningsmotor   | 1 600 000  |
| Totalinvestering    | 12 300 000 |

Den totala investeringskostnaden för scenario II vid tidpunkt noll uppgår till drygt 18,3 miljoner kronor. Investeringen består av rötkammare inklusive omrörare och gaslager, komplett gasmotor, pumpstation bestående av pumpar, ledningar och blandningsbehållare samt installationsavgifter. Gasmotors pris beräknas enligt data från där effektbehovet multipliceras med en kostnad per kilowatt. (Andreas Grybäck, pers. med., 2009)

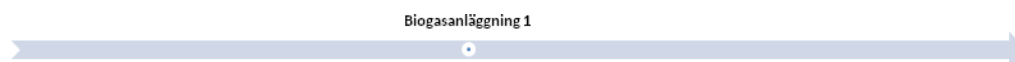
#### 0-11 Investeringskostnad för Scenario II

| Investeringskostnad | Pris       |
|---------------------|------------|
| Rötkammare          | 14 600 000 |
| Inventarier         | 1 700 000  |
| Förbränningsmotor   | 2 000 000  |
| Totalinvestering    | 18 300 000 |

## Livslängd (n)

I båda scenarierna uppskattas livslängden till 20 år för reaktorerne, medan kraftvärmeenhet förväntades en livslängd är 10 år, given adekvat underhåll. För de andra inventarier såsom är tex. pumpar och omrörare beräknades är livslängd till 20.

#### 05 Livslängd för biogasanläggningen



#### 06 Livslängd för kraftvärmeenhet



## In- och Utbetalning (a)

#### Inbetalningar

Anläggningen består av två rötkamrar på vardera 1850 m<sup>3</sup>. Årligen rötas drygt 13 200 ton substrat vilket ger en biogasproduktion som omvandlat till energi motsvarar ca 1614 000 KWh/år. (Svenson K., 2009). En Gasmotor installeras med en effekt på 200 kW<sub>el</sub> och drifttimmar 8500 per år vilket motsvarar 95 procent av total kapacitet. Vid driftsavbrott utförs underhålls och serviceåtgärder och då förbränns gasen via en fackla.

Stallpumpbrunnar dimensioneras för att ta emot minst 36 ton av gödsel per dag (13 200 ton/ 365 dagar per år). Gödseln samlas upp i två st. gödselbehållare där även foderspill blandas i innan det pumps in i rötkammaren. De gödselbehållarna som ska uppföras har en volym om minst 5000 m<sup>3</sup> var. Mottagning av de fasta substrat sker i en särskild mottagare för fasta substrat vilken fördelar och matar in substrat till rötkammaren.



0-12 Förväntade intäkter för scenario I

|                                                  | kWh per år kr | Kr/kWh          | kr/år     |
|--------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| <b>Försäljning av värme (40 %)</b>               | 623 560       | 0,6             | 374 136   |
| <b>Försäljning av el (38 %)</b>                  | 623 560       | 1,02            | 636 031   |
| <b>Försäljning av rötrest (max 11800 kr/ton)</b> | 11 800        | 14              | 165 200   |
| <b>Summa intäkter energin</b>                    |               | <b>1175 367</b> | <b>kr</b> |

Anläggningen i Scenario II består av två rötkamrar på vardera 3000 m<sup>3</sup>. Årligen rötas drygt 300 000 ton substrat vilket ger en biogasproduktion som omvandlat till energi blir ca 3 825 000 KWh/år. En Gasmotor installeras med en effekt på 500 kW<sub>el</sub> och drifttimmar 8500 per år.

Stallpumpbrunnar dimensioneras för att ta emot minst 38 ton av gödsel per dag (13910 ton/ 365 dagar per år). Gödseln samlas upp i två st. gödselbehållare där även foderspill blandas i innan det pumps in i rötkammaren. Mottagning av den fasta substrat ska ske i särskild mottagare för fasta substrat vilken fördelar och matar in substrat till rötkammaren.

0-13 Förväntade intäkter för scenario II

|                                                 | kWh per år kr(1 l olja=10kWh) | Kr/kWh | kr/år              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|--------|--------------------|
| <b>Försäljning av värme</b>                     | 1 327 725                     | 0,6    | 796 635            |
| <b>Försäljning av el</b>                        | 1 327 725                     | 1,02   | 1354 280           |
| <b>Försäljning av rötrest(max 11800 kr/ton)</b> | 11 800                        | 14     | 165 200            |
| <b>Summa energiintäkter</b>                     |                               |        | <b>2316 115 kr</b> |

Utbetalningar

Jämfört med andra biogasanläggningar, kommer utbetalningarna till denna investering att vara relativt låga. Orsaken till detta är att biogasanläggningen kommer att vara servicesnål (driftsnål). Enligt Svensson K., 2009 är omkostnaden relaterad till scenario I uppskattat enligt följande tabell.

0-14 Förväntade omkostnader

| <b>Kostnader</b>                    | <b>Kr/år</b>     |
|-------------------------------------|------------------|
| <b>Personalkostnader</b>            | – 87500          |
| <b>Miljömätningar</b>               | – 4000           |
| <b>Underhåll biogasanläggningar</b> | – 90000          |
| <b>Underhåll gasmotor</b>           | – 55000          |
| <b>Summa</b>                        | <b>– 236 500</b> |

Scenario II är ett hypotetiskt scenario och det är därför svårt att förutsäga hur stora utgifterna kommer att bli. Studien antar att omkostnaderna för personal, miljömätningar och underhåll av gasmotor och biogasanläggning kommer att vara lika stora i de båda scenarierna. Dock är det troligt att de trots allt

kommer att bli högre i det andra scenariot, givet att den har högre kapacitet. Vidare utgår studien ifrån att båda anläggningarna kommer att vara automatiserade. Därmed anses en eventuell skillnad mellan de olika scenarierna bli relativt liten. Vid Scenario II finns även en omkostnad relaterad till användningen av energigrödor för produktion av biogas. Marknadspotentialen för ensilage och rotfruktfoder är ganska lågt och priserna påverkas även lokalt.

Mängden av inköpta substrat påverkar priserna dramatiskt. I denna kalkyl antas att varje ensilagesort köps in fyra gånger per år, med hänsyn till att det saknas lager och utrustning för att bevara ensilage i oförändrat skick. Om SLU istället beslutar sig för att köpa in substraten i mindre mängd (mindre än 1000 kg/per inköp) skulle medelpriset för växtensilage stiga till 1,6 kr/kg (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2009). Foderrotfruktspriset uppskattades utifrån priset på avrenspotatis (restprodukt av matpotatis) anger (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2009). I denna studie har kostnaden för att använda energigrödorna beräknats, enligt följande tabell.

0-15 Förväntade omkostnader för användning av energigrödor

|                                        | TS    | Mängden   | prisivåer | Ensilagekostnad |
|----------------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------------|
|                                        | kg/d  | Ts/år     | kr/kg ts  | Kr/år ts        |
| Vallensilage                           | 180,8 | 65 095,9  | 1,1       | -68 3501        |
| Foderrotfrukter                        | 15,0  | 5 400,0   | 0,1       | -756            |
| Helsädesensilage                       | 186,3 | 67 068,5  | 1,0       | -69 751         |
| Majsensilage                           | 137,0 | 49 315,1  | 1,2       | -59 178         |
| Spannmålskross                         | 920,5 | 331 397,3 | 0,7       | -231 978        |
| Kostnad för användning av energigrödor |       |           |           | 430 014         |

I tabell anges de uppskattade prisnivåerna för perioden 2006-2008. Tabellen är beräknad i driftsplane-programmet, Agriwise (SLU, Institutionen för ekonomi, 2010). Enligt denna studie är det dessa priser som är de mest tillämpliga, givet den stora volym av växtensilage som denna investering innefattar.

Resultaten visar att de ekonomiska kostnaderna i scenario II, om man utgår från att kostnaden för energigrödorna, uppgår till ca 430 000 kr/år, ger en total årlig kostnad på 666 514 kr/år (430 014 kr/år +236 500kr/år).

## Räntekalkyl

I kalkylen antas kalkylräntan uppgår till 4 % och 6 % för varje scenario.

## 5. CBA- Kalkyl

Biogas har mycket goda klimategenskaper och minskar utsläpp av de klimatgaser när stallgödsel/odling används som substrat till biogas som el- och värme energi. Den indirekta nytta beaktas då vi har en djurhållning som ger upphov till stallgödsel och som i sin obehandlade form ger upphov till större klimatpåverkan än om den rötas (Marmolin, 2009). I detta avsnitt görs därför beräkningar för den utsläppsmängden CO<sub>2</sub>, metan, och lustgas för de olika scenarierna och under de olika faser som avser stallgödsel/odling, lagring, röströst, biogasanläggning, uppgradering och transport och stridning på fält.

### Koldioxid utsläpp

För att kunna beskriva biogasanläggningens emissioner av klimatgaser måste en jämförelse sker med ett alternativ som framställer samma mängd el och värme. Scenario I och scenario II är jämföras med scenario I<sub>0</sub> respektive scenario II<sub>0</sub> vilka representerar den hypotetiska CO<sub>2</sub>-uppsläppen om biogasanläggning inte skulle byggas.

Beräkningarna grundas på data från JTI, (Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008) rapporten ”Kretslopp och avfall 4-. Gårdsbaserad biogasproduktion”. Därmed följande data antas i denna kalkyl:

- Utsläpp från stallgödsel: = 32 g CO<sub>2</sub> per MJ(megajul<sup>4</sup>) Biogas
- Minskade utsläpp från lagring 2,9 g CH<sub>4</sub>\*25 = 73g CO<sub>2</sub> per MJ biogas
- Indirekt effekt med bättre kväveutnyttjande= 19 g CO<sub>2</sub> per MJ biogas
- Utsläpp av koldioxid kopplas till energiinsatsen vid odling har satts till 250 kg CO<sub>2</sub>/MWh

I studien antas att biogas används för fjärvärmeproduktion. Läckage av metan antas uppgå till en procent vid el och värmeproduktion och ytterligare 1 % vid uppgradering. Emissioner vid transport och spridning av röströster ingår i kalkylerna.

---

<sup>4</sup> Megajoule (MJ), enligt nationaleencyklopedin (NE, 2009) är ” **Enheten för omsättbar energi**” . Här menas att gram equivalent CO<sub>2</sub> per mega-joul.

$$\begin{aligned}
& \text{El och värme: } 5 \text{ g CO}_2 \text{ per MJ biogas} + 200 \text{ mg CH}_4 (1 \%) \\
& = 9 \text{ g CO}_2 / 0,8 (\text{verkningsgrad för en gasturbin}) \\
& = 11 \text{ g CO}_2 \text{ per MJ el och värme}
\end{aligned}$$

(JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008).

I systemstudier av biogassystem visas att biogas ger betydande miljövinster. Biogas kan till och med leda negativa nettoutsläpp av växthusgaser när dessa produceras från gödsel. Förklaringen är att metanläckage vid konventionell gödsellagring kan minska när gödsel rötas. När biogas används för värmeproduktion och ersätter fossila bränslen erhålls normalt också en minskad miljöpåverkan. I tabellen nedan är uppskattad ett rimligt scenario given den produktionsmöjligheten för SLU. Miljövinsten är den skillnaden mellan de scenarier och deras respektive nollvärde alternativ om biogasanläggningar inte konstrueras.

*Fel! Använd fliken Start om du vill tillämpa 0 för texten som ska visas här.*-46Förändring av Co2- ekvivalent utsläpp för de olika scenarier

| CO2 Utsläpp vid Lövsta        |                    |                         |                 |                          |                  |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|
|                               | Enhet              | Scenario I <sub>0</sub> | Scenario I      | Scenario II <sub>0</sub> | Scenario II      |
| <b>Total Gasproduktion</b>    | <b>kWh/år</b>      | <b>1640 677</b>         | <b>1 640</b>    | <b>3 445 141</b>         | <b>3 445 141</b> |
| Utsläpp från stallgödsel      | Ton/CO2-Ekv        | 178,28                  | 178,28          | 178,28                   | 178,28           |
| Minskade utsläpp från lagring | Ton/CO2-Ekv        | 0,00                    | – 406,70        | 0,00                     | – 406,70         |
| Kväveutnyttjande              | Ton/CO2-Ekv        | 0,00                    | – 105,85        | 0,00                     | – 105,85         |
| Klimatgasen från odling       | Ton/CO2-Ekv        | 16,63                   | 16,63           | 343,95                   | 343,95           |
| CO2-ekvivalent- el och värme  | Ton/CO2-Ekv        | 17,75                   | 17,75           | 32,22                    | 32,22            |
| <b>Total Co2 utsläpp</b>      | <b>Ton/CO2-Ekv</b> | <b>212,66</b>           | <b>– 299,89</b> | <b>554,45</b>            | <b>41,91</b>     |
| <b>Miljövinst</b>             | <b>Ton/CO2-Ekv</b> | <b>512,55</b>           |                 | <b>512,55</b>            |                  |

## Verkan av andra klimatgaser än koldioxid

För att kunna beräkna den samlade effekten har metan och luktgasen räknats till koldioxidekvivalenta uppsläpp enligt:

$$\begin{aligned}
& \text{Metan CO}_2 - \text{ekvivalent} = \text{CH}_4 * 21 \\
& \text{Lustgas: CO}_2 - \text{ekvivalent} = \text{N}_2\text{O} * 310
\end{aligned}$$

(JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008)

Beräkningarna grundas på data från JTI, (Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008) rapporten ”Kretslopp och avfall 4-. Gårdsbaserad biogasproduktion”. Därmed följande data antas i denna kalkyl:

- Metanemissioner vid lagring med plasttäckning sätts emissioner till 1,8 %.

- Lustgasemissioner vid lagring antas sker gasttätt membran och därmed inte ger några lust-emissioner.
- Vid produktion av kraftvärme med biogas antas 1 % av gaser emitteras.

Utsläpp av metan och lustgasen kopplas till energiinsatsen vid odlig. Metanemissioner och lustgasen sätts för till 1,7 % av kvävemängden.

I tabell redovisas en rimlig uppskattning av scenarior givet produktionsmöjligheterna för SLU. Miljö-vinsten är den skillnaden mellan de scenarierna och deras respektive nollvärde avser den situation då biogasanläggningen inte byggdes.

0-17Förändring av metan- och lustgasutsläpp i Co2- ekvivalent för de olika scenarier

| Metan och lustgasutsläpp från Lövsta |                           |                         |                  |                          |                  |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
|                                      | Enhet                     | Scenario I <sub>0</sub> | Scenario I       | Scenario II <sub>0</sub> | Scenario II      |
| <i>Kostnader</i>                     |                           |                         |                  |                          |                  |
| <b>Total Gasproduktion</b>           | <b>kWh/år</b>             | <b>1 640 677</b>        | <b>1 640 677</b> | <b>3 445 140</b>         | <b>3 445 140</b> |
| Lutgas emissioner                    | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 18,04                   | 18,04            | 18,04                    | 18,04            |
| Metangas emissioner                  | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 266,32                  | 266,32           | 266,32                   | 266,32           |
| Lustgas emissioner vid lagring       | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 0,00                    | – 0,2            | 0,0                      | – 0,2            |
| Metangasemissioner vid lagring       | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 0,00                    | – 4,8            | 0,0                      | – 4,2            |
| Lustgas vid värmeproduktion          | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 0,00                    | – 0,2            | 0,0                      | – 0,2            |
| Metangas vid värmeproduktion         | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv/ | 0,00                    | – 2,7            | 0,0                      | – 2,4            |
| Utsläpp av metan vid odling.         | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 0,00                    | – 0,19           | 0,00                     | – 4,01           |
| Lustgasen vid odlig.                 | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv  | 0,00                    | – 0,19           | 0,00                     | -4,01            |
| Total metan och lustgas utsläpp      | <b>Ton/CO2-Ekv/</b>       | <b>284</b>              | <b>276</b>       | <b>284</b>               | 269              |
| Miljövinst                           | Ton/CO2-Ekv/KWh           |                         | 8,21             |                          | 14,98            |

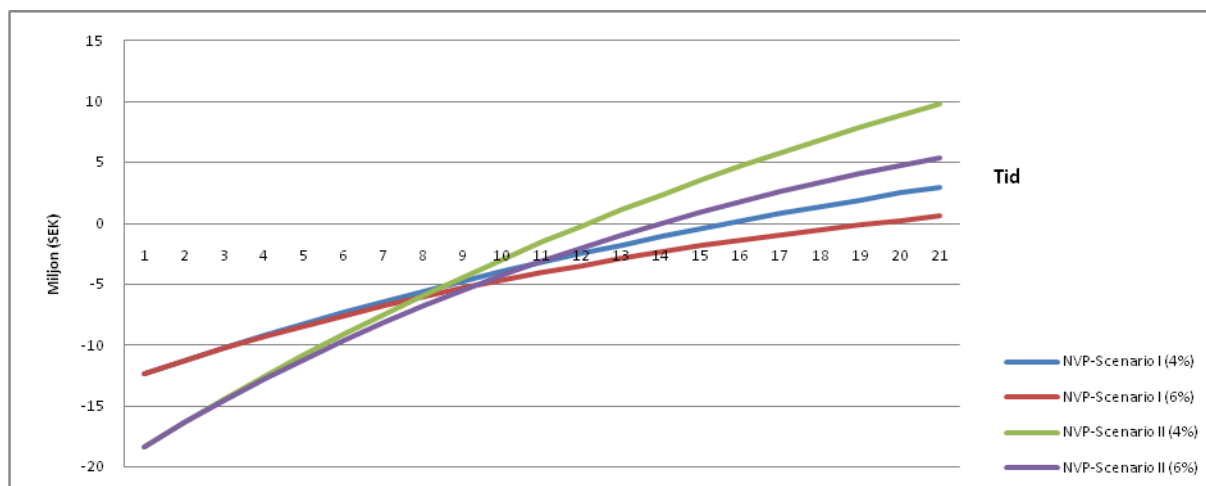
## 6. Resultat

Investeringskalkyler för de olika scenarierna uppräta för 20-årig kalkylperiod. Kalkylräntan är fastställd till 4 procent och 6 procent. De årliga in och utbetalningarna för varje år sammanställs till en gemensam nettoinbetalning i samtliga scenarier. Ett nuvärde beräknas och internräntan bestäms. De diskonterade nuvärdena summeras över investeringens livslängd. Internräntan för investeringen beskriver avkastningen på det investerade kapitalet. Återbetalningstiden anger det antal år innan inbetalningsöverskottet motsvarar grundinvesteringen, alltså antalet år innan investeringen betalat sig.

Nuvärdet är beräknad, utifrån det årliga inbetalningsöverskottet diskonterats till år noll. Investeringskalkylens inbetalningsöverskott framgår av bilaga 2 för scenario I och bifoga 3 för scenario II. Tabell och figuren visas resultatet för avseende investeringens nuvärde, internränta och återbetalningstid.

*0-18 Resultat för investerings kalkyler i de olika scenarierna*

|             | <b>Räntesats</b> | <b>Nuvärdesmetod</b> | <b>Interräntemetod</b> | <b>Återbetalningstiden</b> |
|-------------|------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| Scenario I  | 4 %              | -2 754 601 kr        |                        |                            |
|             | 6 %              | -4 243 904 kr        | 1,30 %                 | 17, 51                     |
| Scenario II | 4 %              | 4 118 608 kr         | 6,41 %                 | 11,1                       |
|             | 6 %              | 620 787 kr           |                        |                            |



#### 0-7 NVP- scenarier för de räntesats i miljontal

## Miljökonsekvenser av gårdsbaserade biogasanläggningar

Om gödseln rötas uppnås ett antal miljöfördelar att uppnås jämfört med orötad gödsel.

- Lukten minskar efter rötning, vilket är speciellt viktigt för svin- och hönsködsel som luktar kraftigt vid lagring och speciellt vid spridning.
- Utsläppen av CO<sub>2</sub> och CH<sub>4</sub> minskar jämfört med orötad gödsel. Minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp förklaras av energin i biogasen kan ersätta fossilt bränsle för el- och värmeproduktion. Minskade CH<sub>4</sub>-utsläpp beror på att den gas som bildas vid anaerob nedbrytning samlas upp istället för att gå upp i luften som vid vanlig flytgödselhantering.
- Kväveutnyttjandet kan förbättras beroende på att en större andel av kvävet är mer direkt tillgängligt för växterna vid spridning.

#### 0-19 Klimatutsläpp från Lövsta

|                                                | Enhet                         | Scenario I <sub>0</sub> | Scenario I    | Scenario II <sub>0</sub> | Scenario II   |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| <b>Total Gasproduktion</b>                     | kWh/år                        | 1 640 677,90            | 1 640 677,90  | 3 445 140,70             | 3 445 140,70  |
| <b>CO<sub>2</sub> Utsläpp från stallgödsel</b> | <b>Ton/CO<sub>2</sub>-Ekv</b> | <b>178,28</b>           | <b>178,28</b> | <b>178,28</b>            | <b>178,28</b> |
| Minskade utsläpp från lagring                  | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv      | 0,00                    | - 406,70      | 0,00                     | -406,70       |
| Indirekt effekt med bättre kväveutnyttjande    | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv      | 0,00                    | - 105,85      | 0,00                     | -105,85       |
| klimatgasen från odling                        | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv      | 16,63                   | 16,63         | 343,95                   | 343,95        |
| <b>Lustgasutsläpp från stallgödsel</b>         | <b>Ton/CO<sub>2</sub>-Ekv</b> | <b>18,04</b>            | <b>18,04</b>  | <b>18,04</b>             | <b>18,04</b>  |
| Minskning av lustgasemissioner vid lagring     | Ton/CO <sub>2</sub> -Ekv      | 0,00                    | - 0,18        | 0,00                     | -0,18         |
| <b>Lustgasen vid odlig.</b>                    | <b>Ton/CO<sub>2</sub>-Ekv</b> | <b>0,00</b>             | <b>0,19</b>   | <b>0,00</b>              | <b>4,01</b>   |
| <b>Metangasutsläpp från stallgödsel</b>        | <b>Ton/CO<sub>2</sub>-Ekv</b> | <b>266,32</b>           | <b>266,32</b> | <b>266,32</b>            | <b>266,32</b> |

|                                          |                    |               |                |               |               |
|------------------------------------------|--------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Minskning av metanemissioner vid lagring | Ton/CO2-Ekv        | 0,00          | - 4,79         | 0,00          | - 4,25        |
| Emissioner från el och värme             | Ton/CO2-Ekv        | 17,75         | 17,75          | 32,22         | 32,22         |
| <b>Totalt klimatutsläpp</b>              | <b>Ton/CO2-Ekv</b> | <b>497,02</b> | <b>- 20,31</b> | <b>838,82</b> | <b>325,85</b> |
| <b>Miljövinst</b>                        | <b>Ton/CO2-Ekv</b> |               | <b>517,33</b>  |               | <b>512,96</b> |

Kostnad för reduktion av CO2-ekvivalenten beräknas utifrån ett värde på 0,82 SEK/kg CO2, enligt Edström (2005). I följande tabell visas de totala kostnader av CO2-ekvivalenta, givna de scenarierna.

*Kostnader för reduktion av klimatgaser*

|                    |                                        |                 |                     |           |
|--------------------|----------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------|
| <b>Scenario I</b>  | Kostnad, reduktion av CO2-ekvivalenter | 0,82 SEK/kg CO2 | 424 209,77          | Kr/år     |
|                    | Total kostnad reduktion (20år)         |                 | <b>8 484 195,33</b> | <b>Kr</b> |
| <b>Scenario II</b> | Kostnad, reduktion av CO2-ekvivalenter | 0,82 SEK/kg CO2 | 420 631,16          | Kr/år     |
|                    | Total kostnad reduktion (20år)         |                 | <b>8 412 623,14</b> | <b>Kr</b> |

Resultatet för CBA-kalkylen presenteras nedan i tabellen nedan som betraktas de två scenarier för Lövsta projekt med respektive olika nyttor och räntesatsen.

*0-20 CBA- Nyttokostnadskalkyl*

| <b>CBA-Kalkylt</b>       | <b>Snenario I a<br/>(räntesats 4%)</b> | <b>Snenario I b<br/>(räntesats 6%)</b> | <b>Snenario II a<br/>(räntesats 4%)</b> | <b>Snenario II b<br/>(räntesats 6%)</b> |
|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Beräknadsöverskott/20 år | 14 047 344 kr                          | 14 047 344 kr                          | 41 592 290 kr                           | 41 592 290 kr                           |
| Minskning Ton/CO2-Ekv    | 8 484 195 kr                           | 8 484 195 kr                           | 8 412 623 kr                            | 8 412 623 kr                            |
| <b>Totala intäkter</b>   | <b>22 531 539 kr</b>                   | <b>22 531 539 kr</b>                   | <b>50 004 913 kr</b>                    | <b>50 004 913 kr</b>                    |
| Investeringskostnader    | -12 300 000 kr                         | -12 300 000 kr                         | -18 300 000 kr                          | -18 300 000 kr                          |
| Investeringsomkostnader  | -4 730 000 kr                          | -4 730 000 kr                          | -4 730 000 kr                           | -4 730 000 kr                           |
| <b>Totalkostnader</b>    | <b>-17 030 000 kr</b>                  | <b>-17 030 000 kr</b>                  | <b>-23 030 000 kr</b>                   | <b>-23 030 000 kr</b>                   |
| <b>Netto nytta</b>       | <b>22 531 539 kr</b>                   | <b>22 531 539 kr</b>                   | <b>50 004 913 kr</b>                    | <b>50 004 913 kr</b>                    |
| <b>Benfits ratio</b>     | <b>1,32</b>                            | <b>1,32</b>                            | <b>2,17</b>                             | <b>2,17</b>                             |

Slutligen beräknas ett ny nuvärdet, utifrån CBA- Nyttokostnadskalkyl. Tabell visas resultatet för avseende investeringens nuvärde, internränta och återbetalningstid

*0-21Investerigs resultat baseras på CBA*

| <b>Scenario</b>    | <b>Räntesats</b> | <b>Nuvärdesmetod</b> | <b>Interräntemetod</b> | <b>Återbetalningstid</b> |
|--------------------|------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>Scenario I</b>  | 0,04             | 3 010 548 kr         | 7 %                    | 11 år                    |
|                    | 0,06             | 621 749 kr           |                        |                          |
| <b>Scenario II</b> | 0,04             | 9 835 122 kr         | 9 %                    | 9 år                     |
|                    | 0,06             | 5 445 393 kr         |                        |                          |



## 7. Diskussion och analys

Vid jämförelse mellan de enkla pay-off kalkyler, utan beaktande av räntan och kostnaderna för reduktion av klimatgaser, kan noteras att lönsamheten är betydligt högre för scenario II. I scenario II är återbetalningstiden ca 11 år och för scenario I går den över 17 år. Scenario II visar även en positiv avkastning på det investerade kapitalet som varierar mellan 0,62 miljoner och ca 4,12 miljoner beroende på räntesats. I beräkningen är arbetskostnaden lika mellan de olika scenarierna, men förmodligen är arbetsinsatsen för scenario II något högre.

Förklaringen till den bättre lönsamheten i scenario II grundas på den högre gaspotentialen i energigrödorna vilket förbättrar förutsättningarna för att producera värmekraft. Dock krävs ytterligare utrustning till anläggningen eftersom substratet kräver hygienisering för att minska smittorisken. Här borde även SLU's övriga odlingsverksamhet beaktas samt se över behovet av att eventuellt kunna köpa ensilage i närheten. För att garantera gasutvinningen rekommenderas provrötning av substratblandningen för att säkerställa energipotentialen samt att utvärdera substrat halten, pH och kol/kväve-kvot.

I scenario I är avkastningen negativ, ca 2,7 miljoner (SEK) eller ca 4,2 miljoner (SEK) beroende på räntesatsen. Stallgödsel utgör huvudsubstratet i detta scenario, följaktligen är gaspotentialen låg jämfört med växtsubstrat som är rik på energi. En osäkerhetsfaktor i detta scenario är priset på biogasanläggningen. Enligt uppgifter från Andreas Grybäck (pers. med., 12-12 2009) uppgår kostnaden för biogasanläggningen upp till 12,3 miljoner (SEK). Detta innebär en ökning på ca 120 % på de totala investeringskostnaderna jämför med tidigare uppgifter från Svensson, Kalle som uppskattade 5,5 miljoner (SEK) (Svensson K., 2008). En orsak till ökningen i investeringsvolym i scenario I är att man tidigare utgick från en gasmotor med en effekt på 65 kWh till ett pris på 600.000 kr. I nuläget ingår en gasturbin med effekt på 200 kWh i kalkylen och priset är satt till 1 600 000 kr (Andreas Grybäck pers. med., 12-12 2009). En gasmotor håller lika längre som en gasturbin, men har högre verkningsgrad. Fördelen med gasturbin är framförallt att den drivs med biogas och att den klarar sig med begränsad service (Ek, 2007).

Resultatet visar således på en framtidspotential för denna typ av projekt på Lövsta. SLU har olika möjligheter att, via intern avsättning för del av kraftvärmens, koppla in sig på kommunens fjärrvärmenät. Närheten till Uppsala och en växande region gör det intressant att undersöka denna möjlighet.

Överskottsvärmen utgör emellertid nyckelfrågan i samband med ett eventuellt investeringsbeslut. En tanke med anläggningen är att den ska kunna utnyttjas för forsknings- och försöksverksamhet. Det innebär förmodligen att den bör utrustas med extra ventiler och olika typer av mätutrustning.

Ur miljösynpunkt är biogas en produkt från en biologisk process. Följaktligen ger dessa scenarier som byggs på bättre resursavfallsallokering, en positiv miljöeffekt eftersom biogasen minskar luftföroreningarna och växthuseffekten. Denna studie har uppskattat minskade utsläppen av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter utgår till cirka 8,5 miljoner (SEK), i representativa värdet av de scenarierna.

Från och med år 2009 finns det särskilda medel för investeringar i biogasproduktion från gödsel. Jordbrukare och andra landsbygdsföretagare som investerar i produktion eller förädling av biogas kan beviljas upp till 30 procent i investeringsstöd. (Jordbruksverket, 2008). Enligt Christel Gustafsson (pers. med., 16-11 2009), är företagare verksamma på landsbygden berättigade till investeringsstöd för en biogasanläggning och därför är det tveksam om ser hon inte att SLU kan få del av biogasstödet.

#### **Framtida studier**

- Intressant att undersöka möjligheten att koppla in sig på kommunens fjärrvärme- och elnätet.
- Anledning till biogasstödet är de miljövinster som biogasanläggningar representerar i samhället. EU har satt 30 % som ett tak för investeringsstödet för biogasanläggning. Frågan är om det är tillräckligt?
- Intressant att undersöka alternativ för användning av de resurser som SLU äger.

# Litteraturlista

- Avfall Sverige Utveckling. (2009). Substrathandbok för biogasproduktion. Malmö: Avfall Sverige AB.
- Biogasförening, S. (2008). Förnybar energi från organisk avfall. Svenska Biogasförening.
- Brent, R. J. (2006). Applied Cost-benefit analysis (2:a upplagan uppl.). Massachusetts, USA: Edgwar Elgar publishing Limited.
- Brown, R. o. (2003). Benefit-Cost Analysis- financial and economic. Cambridge University Press.
- Edström M, F. M. (2007). Energiutbyte från åkergrödor – några exempel från odling till användning. Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, .
- Edström M., Forsberg M och Johansson J. (2007). Energiutbyte från åkergrödor– några exempel från odling till användning. Uppsala: JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Edström M., Nordberg Å. och Ringmar A. (2005). Kretslopp & Avfall 31- Utvärdering av gårdsbaserad. Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Edström, N. o. (2005). Utvärdering av gårdsbaserad. Uppsala: JTI-rapport.
- Ek, F. (den 20 December 2007). Produktion av biogas. ProAgria , s. 21.
- Energimyndigheten. (u.d.). Faktbas/olika slag energi/olja. Hämtat från Energimyndigheten-webbplats: <http://www.energi kunskap.se> den 09 Oktober 2008
- Fjäderfäcentrum. (2007). Produktion av biogas från fjäderfä gödsel. Skara: Fjäderfäcentrum.
- Gerardi, M. H. (2003). Microbiology of Anaerobic Digesters. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc, Publication.
- Hagelberg, M. Mathisen, B. Thyselius, L. . (1988). Biogaspotential från organiska avfall i Sverige. Uppsala: JTI rapport.
- Herrero, J. M. (2008). Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. La Paz, Bolivia: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). .
- Holmström, N. (2005). Företags ekonomi – Från begrepp till beslut. Bonnier utbildning AB.
- Hushållningssällskapens Förbund. (2006). Gårdsbaserad biogas ger förnyelsebar energi och växtnäring i kretslopp. Hushållningssällskapens Förbund.
- Jordbruksverket. (2005). Fjäderfä gödsel– en värdefull resurs. Skara: Fjäderfäcentrum.
- Jordbruksverket. (2008). Minska jordbrukets klimatpåverkan. Jönköping: SJV offset.
- JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (2008). Kretslopp och avfall. 42. Gårdsbaserad biogasproduktion. System, ekonomi och klimatpåverkan. Uppsala: SLU Service Publikationer.
- Karl Lundvall. (2003). High prices in Sweden– a result of poor competition? Swedish Competition Authority Report.
- Länsstyrelsen Västra Götalands län. (den 25 Juni 2009). Länsstyrelsen Västra Götalands län. Hämtat från Länsstyrelsen Västra Götalands län-webbplats: <http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/amnen/Lantbruk/Bidragkalkyler/Bidragkalkyler-konventionella.htm> den 20 Januari 2010
- Löfsten, H. (2002). Investeringsprocessen; Kalkyler, strategier och finansiering. Lund: Studentlitteratur, Lund.
- Marmolin, C. (2009). Drivkrafter kring utveckling av biogas från stallgödsel till drivmedel. Skaraborg: Hushållningssällskapet.
- Mattsson, B. (1988). Cost-Benefit kalkyler. Göteborg: Novum Grafiska AB.

Nationalencyklopedin. (u.d.). Nationalencyklopedin. Hämtat från Nationalencyklopedin-webbplats:  
<http://www.ne.se/kompensationskriterier> den 26 November 2009

Nord Pool. (den 16 December 2009). Nord Pool ASA. Hämtat från THE NPN365® INDEX-webbplats:  
<http://www.nordpool.com/en/asa/Markets/Power-derivatives/NPN365-data-table/> den 16 December 2009

Nordberg, M. E. (2004). Producera biogas på gården-gödsel, avfall och energigrödor blir värme och el. Uppsala: JTI.

Olsson, U. (2005). Kalkylering för produkter och investeringar. Lund: Lund: Studentlitteratur.

Pearce D., A. G. (2006). Cost Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments. Cheltenham: OECD / Edward Elga.

Perman, R. a. (2002). Natural Resource and Environmental Economics (3rd ed.). Harlow, England.: Person Education Limited.

Philip Kotler, A. R. (1991). Strategic marketing for nonprofit organizations. New Jersey, USA: Prentice Hall.

SLU. (den 25 November 2009). Sveriges Lantbruksuniversitet. Hämtat från SLU-webbplats: <http://www.slu.se>

SLU, Institutionen för ekonomi. (Januari 2010). Agriwise . Hämtat från Databok (en databas med forsknings- och försöksresultat) och områdeskalkyler för jordbruk, skogsbruk och trädgård.:  
<http://www.agriwise.org/databoken/index.html> january 2010

Sven Hellberg, L. L. (november 2009). Gårdsmagasinet . Majs , s. 10.

Svensk Gasförening. (den 4 November 2009). Hämtat från Gasförening- webbplats: <http://www.gasforeningen.se>

Svenska Biogasföreningen. (2008). Biogas ur gödsel, avfall och restprodukter – goda svenska exempel. Svenskt Gastekniskt Center, Svenska Gasföreningen och Svenska Biogasföreningen.

Svenskt Gastekniskt Center. (2009). Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar. Malmö: Juni.

Svensson, J. Biogas till kraft värme på Wapnö-En projektanalys utifrån ett företagsekonomiskt. Examensarbete 471. SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala, Sverige.

Svensson, K. (2008). Förstudie- biogasanläggning vid nya djurstallar, Lövsta, SLU. Uppsala: Hushållningssällskapet.

Svensson, K. (2009). Rambeskrivning, för totalentreprenad avseende, Nybyggnation av Biogasanläggning SLU-Lövsta. Uppsala: SLU.

Tersbøl, M. (Februari 2007). Biogas eller husdyr i økologisk produktion? FORSKNINGSNYTT , ss. 18-19.

Yin, R. K. (1994). Case Study Research:Design and Methods. Thousand Oaks, California, USA: Sage Publications, Inc.

## Personligt meddelande

Grybäck, Andreas, SLU, Egendomsförvaltningen, Uppsala. 2009-12-14..

Kalle Svensson, Hushållningssällskapet, Uppsala 2009-12-22. .

Christel Gustafsson, Jordbruksverket, Enhetschef för Bioenergienheten, Uppsala den 16 november 2009-11-16.

Sandberg Erik, SLU, Institution för ekonomi, Uppsala. 2010-01-21.

## Bilaga 1 – Sammanställning av substrats kemiska sammansättning.

Sammanställning av substrat för scenario I

| Substrat         | Ton/år | Kg/d     | TS   | VS%  | I CH4/ | Metanprod.                        |
|------------------|--------|----------|------|------|--------|-----------------------------------|
|                  |        | 365 d/år | %    | %    | kg VS  | m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /d |
| Nötflyttgödsel   | 7400   | 20 274   | 7    | 80   | 213    | 241,8                             |
| Nötfastgödsel    | 250    | 685      | 16   | 84   | 185    | 17,0                              |
| Svinflyttgödsel  | 2910   | 7973     | 5    | 80   | 268    | 85,5                              |
| Svinfastgödsel   | 490    | 1 342    | 23   | 86   | 300    | 79,7                              |
| Fjäderfärgödsel  | 0      | 0,0      | 7    | 26   | 161    | 0,0                               |
| Vallensilage     | 0      | 0,0      | 33   | 92   | 300    | 0,0                               |
| Foderspill       | 50     | 137,0    | 40   | 95   | 350    | 18,2                              |
| Foderrotfrukter  | 0      | 0,0      | 15   | 14   | 666    | 0,0                               |
| Helsädesensilage | 0      | 0,0      | 34   | 95   | 283    | 0,0                               |
| Majs(ensilage)   | 0      | 0,0      | 25   | 84   | 350    | 0,0                               |
| Spannmålskross   | 0      | 0,0      | 86   | 97,5 | 399    | 0,0                               |
| AVFALLSMÄNGD     | 11100  | 30411    | 7,5  | 81,4 | 237,2  | 442,2                             |
| VATTEN           | 2100   | 5753     |      |      |        |                                   |
| TOTAL MÄNGD      | 13200  | 36164    | 6,33 | 5,15 | 237,2  | 442,2                             |

## Den kemiska sammansättningen för scenario I

| Substrat            | Ton/år       | N           | P           | K           | N          | P          | K          | C/N-kvot | pH     | källa   |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|----------|--------|---------|
|                     |              | kg/d        | kg/d        | kg/d        | g/l        | g/l        | g/l        |          |        |         |
| Nötflyttgödsel      | 7400         | 63,9        | 14,2        | 53,9        | 3,2        | 0,7        | 2,7        | 12,5     | 6,9    | 3,5,4   |
| Nötfastgödsel       | 250          | 4,9         | 1,1         | 4,2         | 7,2        | 1,6        | 6,1        | Saknas   | Saknas | 5,4     |
| Svinflyttgödsel     | 2910         | 12,4        | 2,8         | 11,6        | 1,6        | 0,4        | 1,5        | 5,0      | Saknas | 3,5,4   |
| Svinfastgödsel      | 490          | 9,6         | 2,2         | 9,0         | 7,1        | 1,6        | 6,7        | 5,0      | Saknas | 5,4     |
| Fjäderfärgödsel     | 0            | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -          | -          | -          | 9,5      | 7,6    | 1,2,8,3 |
| Vallensilage        | 0            | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -          | -          | -          | 32,0     | 5,8    | 1,4,3   |
| Foderspill          | 50           | 1,7         | 0,4         | 1,6         | 12,40      | 2,80       | 11,60      | Saknas   | Saknas | 5,0     |
| Foderrotfrukter     | 0            | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -          | -          | -          | Saknas   | Saknas | 7, 6    |
| Helsädesensilage    | 0            | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -          | -          | -          | 29,0     | 3,8    | 1, 8    |
| Majs(ensilage)      | 0            | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -          | -          | -          | 49,0     | 7,4    | 1,6     |
| Spannmålskross      | 0            | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -          | -          | -          | 24,0     | 5,7    | 1,4,6   |
| <b>AVFALLSMÄNGD</b> | <b>11100</b> | <b>92,4</b> | <b>20,6</b> | <b>80,2</b> | <b>3,0</b> | <b>0,7</b> | <b>2,6</b> |          |        |         |
| <b>VATTEN</b>       | <b>2100</b>  |             |             |             |            |            |            |          |        |         |
| <b>TOTAL MÄNGD</b>  | <b>13200</b> | <b>92,4</b> | <b>20,6</b> | <b>80,2</b> | <b>2,6</b> | <b>0,6</b> | <b>2,2</b> |          |        |         |

### Energiutbyter för Scenario I

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Biogasproduktion, m3/d        | 680,3  |
| Energiproduktion, kWh/d       | 4422   |
| Effekt, kWh                   | 184    |
| Rötkammarvolym, m3, vid 35 oC | 564    |
| Belastning kg VS/m3 o d       | 3,3    |
| Biogödsel, m3 per år          | 13200  |
| Biogasproduktion, m3 CH4/år   | 161405 |

## Sammanställning av substrats för scenario II

| Substrat            | Ton/år       | Kg/d         | TS        | VS%       | I CH4/     | Metanprod.                        |
|---------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|-----------------------------------|
|                     |              | 365 d/år     | %         | %         | kg VS      | m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /d |
| Nötflyttgödsel      | 7400         | 20274        | 7         | 80        | 213        | 242                               |
| Nötfastgödsel       | 250          | 685          | 16        | 84        | 185        | 17                                |
| Svinflyttgödsel     | 2910         | 7973         | 5         | 80        | 268        | 85                                |
| Svinfastgödsel      | 490          | 1342         | 23        | 86        | 300        | 80                                |
| Fjäderfågödsel      | 50           | 137          | 15        | 40        | 161        | 1                                 |
| Vallensilage        | 200          | 548          | 33        | 92        | 300        | 50                                |
| Foderspill          | 50           | 137          | 40        | 95        | 350        | 18                                |
| Foderrotfrukter     | 50           | 137          | 15        | 14        | 666        | 2                                 |
| Helsädesensilage    | 200          | 548          | 34        | 95        | 283        | 50                                |
| Majs(ensilage)      | 200          | 548          | 25        | 84        | 350        | 40                                |
| Spannmålskross      | 400          | 1096         | 84        | 97        | 399        | 357                               |
| <b>AVFALLSMÄNGD</b> | <b>12200</b> | <b>33425</b> | <b>11</b> | <b>86</b> | <b>292</b> | <b>943</b>                        |
| <b>VATTEN</b>       | <b>2100</b>  | <b>5753</b>  |           |           |            |                                   |
| <b>TOTAL MÄNGD</b>  | <b>14300</b> | <b>39178</b> | <b>10</b> | <b>8</b>  | <b>292</b> | <b>943</b>                        |

## Den kemiska sammansättningen för scenario II

| Substrat            | Ton/år       | N          | P         | K          | N        | P        | K        | C/N-kvot | pH     | källa   |
|---------------------|--------------|------------|-----------|------------|----------|----------|----------|----------|--------|---------|
|                     |              | kg/d       | kg/d      | kg/d       | g/l      | g/l      | g/l      |          |        |         |
| Nötflyttgödsel      | 7400         | 64         | 14        | 54         | 3        | 1        | 3        | 13       | 7      | 3,5,4   |
| Nötfastgödsel       | 250          | 5          | 1         | 4          | 7        | 2        | 6        | Saknas   | Saknas | 5,4     |
| Svinflyttgödsel     | 2910         | 12         | 3         | 12         | 2        | 0        | 1        | 5        | Saknas | 3,5,4   |
| Svinfastgödsel      | 490          | 10         | 2         | 9          | 7        | 2        | 7        | 5        | Saknas | 5,4     |
| Fjäderfågödsel      | 50           | 0          | 0         | 0          | 2        | 0        | 1        | 10       | 8      | 1,2,8,3 |
| Vallensilage        | 200          | 6          | 1         | 5          | 10       | 2        | 10       | 32       | 6      | 1,4,3   |
| Foderspill          | 50           | 2          | 0         | 2          | 12       | 3        | 12       | Saknas   | Saknas | 5,0     |
| Foderrotfrukter     | 50           | 1          | 0         | 1          | 8        | 1        | 4        | Saknas   | Saknas | 7, 6    |
| Helsädesensilage    | 200          | 3          | 1         | 5          | 6        | 2        | 10       | 29       | 4      | 1, 8    |
| Majs(ensilage)      | 200          | 2          | 0         | 1          | 3        | 1        | 3        | 49       | 7      | 1,6     |
| Spannmålskross      | 400          | 29         | 4         | 27         | 26       | 3        | 24       | 24       | 6      | 1,4,6   |
| <b>AVFALLSMÄNGD</b> | <b>12200</b> | <b>133</b> | <b>27</b> | <b>120</b> | <b>4</b> | <b>1</b> | <b>4</b> |          |        |         |
| <b>VATTEN</b>       | <b>2100</b>  |            |           |            |          |          |          |          |        |         |
| <b>TOTALMÄNGD</b>   | <b>14300</b> | <b>133</b> | <b>27</b> | <b>120</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>3</b> |          |        |         |

### Energiutbyter för Scenario II

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| Biogasproduktion, m3/d        | 1 451,0 |
| Energiproduktion, kWh/d       | 9432    |
| Effekt, kWh                   | 393     |
| Rötkammarvolym, m3, vid 35 oC | 611     |
| Belastning kg VS/m3 o d       | 5,3     |
| Biogödsel, m3 per år          | 14300   |
| Biogasproduktion, m3 CH4/år   | 344255  |

### Bifoga 1 – Kemiskas och substratsammanställningskällor

- 1- (Edström M., Nordberg Å. och RingmarA., 2005)
- 2- (Fjäderfäcentrum, 2007)
- 3- (Jordbruksverket, 2005)
- 4- (Kalle Svensson, pers. med., 2009)
- 5- (Svensson K. , 2008)
- 6- (Avfall Sverige Utveckling, 2009)
- 7- (JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008)



## Bilaga 2 . Investeringskalkyl. Scenario I

| Scenario I – Biogas producerar el och värme                  |                               |   |        | kr/år       |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|---|--------|-------------|
| Teoretisk mängd biogas som kan produceras                    |                               |   |        | 1614000     |
| Avgår till uppvärmning av rötkammaren samt förlusten         |                               |   |        | -290520     |
| Behov för elenergi för drift av pumpar och omrörare(köps in) |                               |   |        | -64560      |
| Kvarstår                                                     |                               |   |        | 1258920     |
| Intäkter                                                     |                               |   |        |             |
|                                                              | kWh per år kr(1 l olja=10kWh) |   | Kr/kWh |             |
| Försäljning av värme (40 %)                                  | 623 560                       | x | 0,6    | 374 136     |
| Försäljning av el (38 %)                                     | 623 560                       | x | 1,02   | 636 031     |
| Försäljning av rötresten(kr/ton)                             | 11 800                        | x | 14     | 165 200     |
|                                                              | Summa intäkter energin        |   |        | 1 175 367   |
| Omkostnader                                                  |                               |   |        |             |
| Personalkostnader                                            |                               |   |        | – 87 500    |
| Miljömätningar                                               |                               |   |        | – 4 000     |
| Underhåll biogasanläggningen                                 |                               |   |        | – 90 000    |
| Underhåll gasmotor                                           |                               |   |        | – 55000     |
| Summa                                                        |                               |   |        | -236 500    |
| Beräknats överskott                                          |                               |   |        | 702 367     |
| Investeringskostnad                                          |                               |   |        | 12 300 000  |
| resultat 4 % ränta - Nuvärdesmetod                           |                               |   |        | – 275460 kr |
| resultat 6 % ränta - Nuvärdesmetod                           |                               |   |        | – 424390 kr |
| Resultat:                                                    |                               |   |        | 17,5 år     |

| Scenario I- Nuvärdemetod        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nuvärde med r= 4 % i Miljard Kr |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                 | År 0 | År 1 | År 2 | År 3 | År 4 | År 5 | År 6 | År 7 | År 8 | År 9 | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   |
| G-a                             | -12  | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| r=Räntesats 4%                  |      | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 1,4  | 1,4  | 1,5  | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 1,9  | 2,0  | 2,1  |
| NVP I (M/kr)                    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|                                 | 12,3 | 11,6 | 10,9 | 10,3 | -9,7 | 9,17 | 8,62 | 8,08 | 7,57 | 7,08 | 6,60 | 6,15 | 5,71 | 5,29 | 4,88 | 4,49 | 4,12 | 3,76 | 3,41 | 3,08 |
|                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Nuvärde med r= 6 % i Miljard Kr |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                 | År 0 | År 1 | År 2 | År 3 | År 4 | År 5 | År 6 | År 7 | År 8 | År 9 | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   |
| G-a                             | -    | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  |
| r=Räntesats 6 %                 |      | 1,1  | 1,1  | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 2,0  | 2,1  | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,7  | 2,9  | 3,0  |
| NVP I (M/kr)                    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|                                 | 12,3 | 11,6 | 11,0 | 10,4 | -9,9 | 9,34 | 8,85 | 8,38 | 7,94 | 7,52 | 7,13 | 6,76 | 6,41 | 6,08 | 5,77 | 5,48 | 5,20 | 4,94 | 4,70 | 4,46 |
|                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

## Bilaga 3. Investeringskalkyl. Scenario II

| Scenario II – Biogas produceras el och vär-          |                               |      |           | kr/år      |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|------|-----------|------------|
| Teoretisk mängd biogas som kan produceras            |                               |      |           | 3442500    |
| Avgår till uppvärmning av rötkammaren samt förlusten |                               |      |           | -48500     |
| Behov för elenergi för drift av pumpar och omrörare  |                               |      |           | - 726750   |
| Kvarstår                                             |                               |      |           | 2667250    |
| Intäkter                                             |                               |      |           |            |
|                                                      | kWh per år kr(1 l olja=10kWh) | Kr/k | kr/år     |            |
| Försäljning av värme                                 | 1 327 725 x                   | 0,6  | 796 635   |            |
| Försäljning av el                                    | 1 327 725 x                   | 1,02 | 1 354 280 |            |
| Försäljning av rötrest(max kr/ton)                   | 11 800 x                      | 14   | 165 200   |            |
| Summa intäkter energin                               |                               |      | 2 316 115 | kr         |
| Omkostnader                                          |                               |      |           |            |
| Personalkostnader                                    |                               |      |           | -87 500    |
| Miljömätningar                                       |                               |      |           | -4 000     |
| Underhåll biogasanläggningen                         |                               |      |           | -90 000    |
| Underhåll gasmotor                                   |                               |      |           | -55 000    |
| Kostnader relaterades till energigrödor              |                               |      |           | -43 0014   |
| Summa                                                |                               |      |           | -666 514   |
| Beräknats överskott                                  |                               |      |           | 1 649 600  |
| Investeringskostnad                                  |                               |      |           | 18 300 000 |
| resultat 4 % ränta- Nuvärdesmetod                    |                               |      |           | 411861 kr  |
| resultat 6 % ränta- Nuvärdesmetod                    |                               |      |           | 62079 kr   |
| Resultat:                                            |                               |      |           | 11,1 år    |

| Scenario II-Nuvärdeemetod       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nuvärde med r= 6 % i Miljard Kr |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                 | År 0  | År 1  | År 2  | År 3  | År 4  | År 5  | År 6  | År 7 | År 8 | År 9 | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   |
| G -a                            | -18,3 | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 |
| r =Räntesats 4%                 |       | 1,0   | 1,1   | 1,1   | 1,2   | 1,2   | 1,3   | 1,3  | 1,4  | 1,4  | 1,5  | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 1,9  | 2,0  | 2,1  | 2,2  |
| NVP i (M/kr)                    | -18,3 | -16,7 | -15,2 | -13,7 | -12,3 | -11,0 | -9,7  | -8,4 | -7,2 | -6,0 | -4,9 | -3,8 | -2,8 | -1,8 | -0,9 | 0,0  | 0,9  | 1,8  | 2,6  | 3,4  | 4,1  |
| Nuvärde med r= 6 % i Miljard Kr |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                 | År 0  | År 1  | År 2  | År 3  | År 4  | År 5  | År 6  | År 7 | År 8 | År 9 | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   | År   |
| a                               | -18,3 | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 |
| r =Räntesats 6%                 |       | 1,1   | 1,1   | 1,2   | 1,3   | 1,3   | 1,4   | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 2,0  | 2,1  | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,7  | 2,9  | 3,0  | 3,2  |
| NVP i (M/kr)                    | -18,3 | -16,7 | -15,3 | -13,9 | -12,6 | -11,4 | -10,2 | -9,1 | -8,1 | -7,1 | -6,2 | -5,3 | -4,5 | -3,7 | -3,0 | -2,3 | -1,6 | -1,0 | -0,4 | 0,1  | 0,6  |







Pris: 100:- (exkl moms)

Tryck: SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala 2010.

---

*Distribution:*

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för ekonomi  
Box 7013  
750 07 Uppsala  
Tel 018-67 1000

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Economics  
P.O. Box 7013  
SE-750 07 Uppsala, Sweden  
Fax + 46 18 673502