



## Biogasutbyggnad i Norrköping - fördjupad utredning

Grontmij AB  
Energi



Vår referens

Ewa Bergwall, Håkan Ericsson, Katja Hofgren, Ola  
Rosén, Liselott Roth

Namnteckning

## Rapport

Datum

2008-09-04

Uppdragsnr

SCNOG01

Granskad av

Godkänd av

## Förord

Denna rapport är en fördjupning av förstudien Möjligheter till biogasutbyggnad i Norrköping som Grontmij levererade i januari 2008. Vi har erfarenhet av att utveckla och realisera projekt inom biogasområdet och har med våra erfarenheter utrett innebörden för de olika alternativ som presenteras i denna utredning. Grontmij har erfarenhet av att dimensionera och projektera biogasanläggningar. För att ett politiskt beslut om genomförande av biogasproduktion ska bli välgrundat krävs att utredningen kan presentera en övergripande analys med de viktigaste aspekterna. Vi som arbetat i denna utredning är Ewa Bergwall, Katja Hofgren, Håkan Ericsson, Ola Rosén och Liselott Roth. Vi har gedigen kunskap om och lång erfarenhet inom avfallshantering i stort och biogasproduktion i synnerhet.

Ewa Bergwall har arbetat fram de juridiska och organisatoriska förutsättningarna för rötning av kommunens matavfall. Ewa är jurist inom miljöområdet sedan 1995. Hon har arbetat med miljö rätt i fokus på såväl Miljöcentrum (Björn Gillberg), Naturvårdsverket, advokatfirmor, egen verksamhet och Rang-Sells Miljökonsult som Miljödepartementet i Storbritannien.

Katja Hofgren har arbetat med massbalanser för anläggningen och med tekniska och miljömässiga förutsättningar för biogasproduktion i Norrköping. Katja har läst till civilingenjör med inriktning på energiteknik och avfallshantering och har jobbat med biogasfrågor såväl som tekniska och miljömässiga utredningar inom miljö- och energiteknikområdet.

Håkan Ericsson har inom utredningen lett arbetet med de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för olika utföranden av biogasanläggningar. Håkan är expert på biogasproduktion, men har också teknisk bredd inom till exempel maskiner, energi och gas. Tidigare var Håkan entreprenör i ett större entreprenadbolag, specialiserad på stora biogasanläggningar inkluderande rötning och biogasuppgradering. Håkan har också driftserfarenhet i chefsposition av reningsverk och vattenverk.

Ola Rosén arbetar idag som projektutvecklare inom Grontmij med en bakgrund som konsult sedan 1994, då med frågor rörande teknik, process, ekonomi, miljö och tillstånd inom vatten- och avloppsområdet. Han har bred erfarenhet av utredningar, projektering, upphandling och uppförande av vatten- och avloppsanläggningar på den svenska såväl som på den internationella marknaden och är väl insatt i svenska och internationella kontraktsformer. Ola har internationell erfarenhet från flertalet projekt i Östersjöregionen, Europa samt från sin tid som stationerad i Malaysia, Sydostasien. Ola har också arbetat som entreprenör inom vatten och avlopp.

Liselott Roth var projektledare för utredningen och har också jobbat med de miljömässiga förutsättningarna för biogasproduktion inom utredningen. Liselott är teknologie doktor i miljösystemanalys och miljöledning. Från forskningen har Liselott erfarenhet av kretsloppsanpassning, olika typer av miljöbedömning av avfallshantering och återvinning och framtagande av åtgärdsförslag. Liselott har också erfarenhet från entreprenadbranschen genom sälj- och projektledning av behandling och återvinning av förorenad jord.

I projektet har beställaren representerats av Theres Carlsson (beställarens projektledare) och Pernilla Thörnqvist. Förutom själva utredningen har utredningsteamet bistått Norrköpings kommun vid möten med Svensk Biogas, Econova, Scandinavian GtS och Norrköping Vatten med expertstöd. Under utredningen har Grontmij tillsammans med Norrköpings kommun också besökt biogasproduktionen inom Norrköping Vatten och avfallsanläggningen på Häradsudden, som båda ingår som alternativ för biogasproduktion i utredningen.

Ett externt studiebesök med representanter från beställaren (Theres Carlsson och Pernilla Thörnqvist) och Tekniska nämndens styrgrupp (Niklas Clarén, Gunnar Bredin och Mårten Jansson) genomfördes den 12 juni på Nordvästra Skånes Renhållnings (NSR) biogasanläggning i Helsingborg samt på Söderåsens Bioenergis anläggning i Bjuv.

Rapporten representerar inte Norrköpings kommuns ståndpunkt. Utredarna står själva för innehållet i rapporten.

Norrköping 2008-09-04

Ewa Bergwall, Katja Hofgren, Håkan Ericsson, Ola Rosén och Liselott Roth  
Grontmij AB

## Sammanfattning

Resultaten av den förstudie som Grontmij genomförde och presenterade vid Tekniska nämndens möte i februari 2008 bedömdes intressanta. Det beslutades att studien skulle fördjupas för att utreda förutsättningarna för lokal biogasproduktion ur ett juridiskt, tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Utredning skall vara en grund för ett politiskt beslutsunderlag i Norrköpings kommun.

I denna fördjupade utredning har vi studerat tre alternativ för att utreda hur hushållens matavfall i Norrköpings kommun kan rötas på lämpligt sätt. Alternativen innebar 1) samverkan med befintlig biogasproducent Svensk Biogas AB, 2) samverkan med befintligt biogasproducent Norrköping Vatten AB och 3) byggnation av egen anläggning med hushållsavfallet som bas inklusive samverkan med andra aktörer, till exempel Econova AB, för att få in mer avfall till rötning.

Det händer mycket på biogasområdet i Sverige. Intresset för användning av fordonsgas i näringstrafik och för privatbilism ökar. Grontmij drar slutsatsen att ett snabbt agerande kan göra Norrköping till en ledande aktör för rötning av matavfall i regionen. De idag befintliga biogasanläggningarna rötar i huvudsak andra typer av organiskt avfall och kan i dagsläget inte ta emot hushållsavfall. En fördel med att driva en anläggning för hushållsavfall blir därmed att också kunna erbjuda närliggande kommuner rötning av matavfall.

På grund av regeringsrättens domar mot Tomelilla och Simrishamn rekommenderar vi att en biogasanläggning för behandling av hushållens matavfall i ett första skede byggs och drivs i egen regi. Mot bakgrund att det egna hushållsavfallet alltid finns som en grund för anläggningen, att närliggande kommuners hushållsavfall kan behandlas och att även andra organiska avfall kan rötas rekommenderar vi en anläggningsstorlek på ca 20 000 ton/år. Denna större anläggning kräver en lite större investering på ca 57 miljoner kronor jämfört med 50 miljoner kronor en mindre anläggning på 10 000 ton/år (utförande med konventionell reningsteknik). Skillnaden är dock att nettoresultatet vid full drift fördubblas för den större anläggningen.

Mängden insamlat hushållsavfall i Norrköpings kommun förväntas kunna uppgå till ca 7 000 - 8 000 ton/år. En av de absolut viktigaste parametrarna för att projektet med att bygga och driva en biogasanläggning ska bli lyckat är att samla in så mycket matavfall som möjligt.

Häradsudden är den plats som i denna utredning har visats sig mest fördelaktig ur juridisk, teknisk, miljömässig och ekonomisk synvinkel jämfört med Händelö och Slottshagen.

## Innehållsförteckning

<b>FÖRORD .....</b>	<b>3</b>
<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>5</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INLEDNING.....</b>	<b>7</b>
1.1. Syfte och mål.....	7
<b>2. UTREDNINGENS HUVUDALTERNATIV .....</b>	<b>9</b>
<b>3. METODBESKRIVNING.....</b>	<b>10</b>
3.1. Rapportens upplägg.....	11
<b>4. SYSTEMBESKRIVNING.....</b>	<b>12</b>
4.1. Juridiska förutsättningar .....	12
4.2. Tekniska förutsättningar .....	12
4.2.1. Massbalansen .....	13
4.2.2. Processdesign.....	13
4.3. Miljömässiga förutsättningar.....	14
4.4. Ekonomiska förutsättningar .....	15
4.4.1. Investeringskalkyl.....	15
<b>5. KONSEKVENSANALYS.....</b>	<b>16</b>
5.1. Juridiska konsekvenser – helt avgörande .....	16
5.2. Konsekvenser för alternativen .....	17
5.3. Återstående alternativ – anläggning i egen regi .....	17
5.3.1. Nettoresultat för 10 000 ton matavfall per år.....	18
5.3.2. Nettoresultat för alternativet 20 000 ton matavfall per år .....	18
5.3.3. Troligt marknadsscenario .....	18
5.3.4. Worst Case scenario.....	19
<b>6. DISKUSSION .....</b>	<b>20</b>
<b>7. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER .....</b>	<b>21</b>
7.1. Nästa steg .....	21
<b>8. REFERENSER .....</b>	<b>22</b>
8.1. Muntliga.....	22
<b>9. BILAGOR .....</b>	<b>23</b>

## 1. Inledning

Grontmij har i projektet "Förstudie av möjligheten till utökad biogasproduktion i Norrköping" (Leander med flera, 2008) kommit fram till att potentialen för mängden råvara till biogasproduktion i Norrköping kan uppgå till 7000 – 8000 ton matavfall från hushållen. Utöver detta kan ytterligare matavfall från storkök som skolor och restauranger, livsmedelsbutiker och grossister tas omhand. Dessutom finns möjlighet att behandla matavfall från omkringliggande kommuner.

I ett flertal strategidokument och beslut anger Norrköpings kommun att man ska sträva efter att minska klimatpåverkan och öka resurshushållning. Det är också uttalat av Tekniska nämnden i Norrköpings kommun att hushållsavfallet ska omhändertas lokalt, bland annat för att minimera transporter. Av avfallsplanen framgår att bland annat matavfall ska samlas in och rötas i biogasproduktion. I klimatvisionen som Norrköpings och Linköpings kommuner har gemensam säger kommunerna att de alltid ska välja förnybara energikällor inom transport- och energisystemen. Kommunens program för välfärd och hållbar utveckling, målområde 4, anger också att resurser som material och energi ska användas effektivt.

Hushållens matavfall i Norrköpings kommun har under flera år källsorterats och behandlas idag genom kompostering på Häradsuddens avfallsanläggning. Detta är en tillfällig lösning då avfallsplanen anger att matavfallet ska rötas genom biogasproduktion. Försök med rötning av matavfallet har genomförts i både Eskilstuna och Jönköping. Dessa anläggningar ligger dock 10-15 mil från Norrköping och representerar inte en långsiktigt hållbar lösning.

Resultaten av förstudien presenterades vid Tekniska nämndens möte i februari 2008. Rötning av hushållens matavfall bedömdes intressant och det bestämdes att förstudien skulle fördjupas för att utreda förutsättningarna för lokal biogasproduktion ur ett juridiskt, organisatoriskt, ekonomiskt, miljömässigt och tekniskt perspektiv. Utredning skall vara till grund för ett politiskt beslutsunderlag i Norrköpings kommun. Uppdraget beställdes av Tekniska kontoret.

Det fanns många alternativa lösningar på rötning av hushållens matavfall i Norrköpings kommun när studien inleddes. Detta gäller såväl tekniska utföranden, lokalisering, organisatoriska lösningar eller upphandling av behandlingskapacitet av annan aktör. De juridiska förutsättningarna förändrades dock under projektets gång i och med de fallande domarna mot Tomelilla och Simrishamns kommuner. Kommunernas beställning av avfallshantering av det kommunalt delägda avfallsbolaget Sysav genomfördes utan offentlig upphandling och överklagades av några privata avfallsbolag. Detta förändrade kommuners juridiska handlingsutrymme drastiskt.

### 1.1. Syfte och mål

Utredningens syfte är att presentera tekniska, ekonomiska, juridiska och miljömässiga förutsättningar för lokal biogasproduktion av hushållens matavfall. Målet med utredningen är att materialet ska bidra till ett väl grundat beslut i kommunen vad gäller behandling av hushållens matavfall.



## 2. Utredningens huvudalternativ

Tre olika handlingsalternativ har utretts. Dessa har valts med tanke på de möjligheter som finns i regionen vad gäller geografisk placering, andra aktörer på biogasmarknaden och närliggande kommuners intressen för gemensam behandling av matavfall. Alternativen som ingått i utredningen är:

- *Alternativ Händelö*  
” Samarbete med Svensk Biogas AB om förbehandlingsanläggning som förläggs till Händelö. Substratet kan antingen behandlas på plats eller fraktas till Linköping eller till Norrköpings Vatten AB (reningsverket).
- *Alternativ Slottshagen*  
Samarbete med Norrköping Vatten där det finns två alternativ. Det ena innebär att samröta matavfallet med den befintliga rötningen av avloppsslam. Detta alternativ ger en restprodukt vars avsättning måste utredas vidare. Det andra alternativet är att hålla två separata rötningprocesser, men där gas från respektive process kan uppgraderas tillsammans för leverans till gasnätet. Restprodukterna från dessa separata processer hålls isär och på så sätt kan avsättningen styras. I utredningen måste även avsättningsfrågan inkluderas för att uppnå kretsloppstänkandet.
- *Alternativ Häradsudden*  
Samarbete med Econova AB men egen byggnation av rötninganläggning på Häradsudden. I detta fall levererar Econova AB och kommunen råvara till rötning och metangas från deponin till systemet. Behandling av restprodukterna från rötningen (biogödsel) får handlas upp. Möjliga alternativ till behandling är kompostering och jordtillverkning eller spridning på åkerareal där biogödsel tillför nödvändiga näringsämnen.

Under våren 2008 då denna utredning genomförts har de juridiska förutsättningarna för att lämna ett kommunalt uppdrag till ett eget bolag ändrats drastiskt. Läs om resonemanget i *kapitel 5 Konsekvensanalys* samt i *bilaga 1*. Då de juridiska förutsättningarna sätter ramarna för organisationen och genomförandet av en biogasanläggning får detta konsekvenser för de studerade alternativen Händelö och Slottshagen eftersom de ägs av aktiebolagen Svensk Biogas respektive Norrköping Vatten. De tekniska, ekonomiska och miljömässiga konsekvenserna för dessa alternativ har exkluderas från djupare analys och utveckling.

### 3. Metodbeskrivning

Utredningen omfattar flera kompetensområden som alla är viktiga att ta med i en övergripande bedömning. Vi har inventerat de juridiska, tekniska, miljömässiga och ekonomiska förutsättningarna. Med detta som utgångspunkt analyseras sedan utredningens alternativ i ett större sammanhang vilket inkluderar en övergripande bedömning.

Flertalet källor har använts för inventering och datainsamling, till exempel kommuner, Avfall Sverige, Konkurrensverket, lagar och förordningar och domen angående Tomelilla och Simrishamn (regeringsrättens dom i mål 176-179-06 samt 172-175-06), leverantörsförfrågningar, den tidigare förstudien, med flera. För mer information, se referenslistan.

Förutsättningar och möjliga lösningar har diskuterats med aktuella aktörer och vi har genomfört platsbesök på Häradsudden och Slottshagen (Norrköping Vatten) för att bättre bilda oss en uppfattning om de lokala förutsättningarna och sätta oss in i möjliga lösningar. Svensk Biogas anläggning på Händelö har vi sedan tidigare stor kunskap om då vår teknikexpert (Håkan Ericsson) varit med och byggt anläggningen.

De juridiska förutsättningarna sätter ramarna för organisation och genomförande av en biogasanläggning. Vi har under våren följt utvecklingen efter domen mot Tomelilla och Simrishamn genom samtal med branschorganisationen Avfall Sverige och genom diskussioner med andra kommuner och aktörer.

Norrköpings kommun kan mycket väl bolagisera självt eller tillsammans med en annan aktör, men detta bolag kommer i så fall att vara tvunget att agera i konkurrens på samma villkor som andra företag. Detta kan inte anses som en förenkling, snarare finns risker att andra problem uppstår. I den juridiska analysen har därför bolagsmodellen exkluderats.

Den tekniska delen av utredningen innehåller också en massbalans som används i modellering och beräkning av råvaruanvändning och produktion av biogödsel och restprodukter. Beräkning och dimensionering av anläggning görs för två potentiella avfallsmängder: 10 000 ton/år samt 20 000 ton/år. Detta används också som grund i den ekonomiska kalkylen som i huvudsak baseras på leverantörsförfrågningar samt bedömning av biogasprisets utveckling och behandlingsavgifter. I denna rapport redovisas investeringskostnader och nettoresultat. En djupare ekonomisk analys som ligger till grund för detta finns redovisad i Ericsson och Hofgren (2008).

Den översiktliga miljömässiga bedömningen grundas till stor del på alternativens geografiska platser som också senare behöver studeras i en miljökonsekvensbeskrivning. Därtill sammanfattar vi översiktligt biogasens miljömässiga för- och nackdelar jämfört med annan avfallshantering och som fordonsdrivmedel.

Analysen genomförs med ett systemtänkande där juridik, teknik, ekonomi och miljö används som grund och ses i ett större sammanhang. Denna

kunskapssammanställning resulterar i en diskussion om Norrköpings kommuns möjligheter.

### 3.1. Rapportens upplägg

Projektet som genomförts med Norrköpings kommun har varit så mycket större än vad som redovisas här. Vilka som utfört uppdraget och vad mer vi jobbat med går att läsa i *Förordet*.

- *Kapitel 1. Inledning* beskriver bakgrunden och motiven till att projektet genomförts.
- *Kapitel 2. Utredningens huvudalternativ* beskriver vilka alternativ som utretts.
- *Kapitel 3 Metodbeskrivning* beskriver om hur vi gått tillväga och vad som ingår i utredningen.
- *Kapitel 4 Systembeskrivning* beskriver vilka förutsättningar och begränsningar som finns inom de områden som vi utreder, det vill säga, juridik, teknik, ekonomi och miljö.
- I *Kapitel 5 Konsekvensanalys* analyserar vi vilka konsekvenser förutsättningarna från kapitel 4 har för alternativen beskrivna i kapitel 2.
- *Kapitel 6 Diskussion* beskriver biogasutbyggnad i Norrköping i ett större perspektiv.
- *Kapitel 7* redovisar slutsatser och rekommendationer.

## 4. Systembeskrivning

Detta kapitel beskriver de förutsättningar inom olika områden som styr möjligheterna att genomföra en rötning av matavfallet i Norrköpings kommun.

### 4.1. Juridiska förutsättningar

Förutsättningarna för uppdraget vad gäller de juridiska samt organisatoriska aspekterna har varit följande. Utredningen har fokuserat kring tre alternativa lösningar. Dessa är

- Samarbete med kommunalt aktiebolag
- Samarbete med aktiebolag
- Drift i egen regi/samarbete med andra kommuner i ett kommunalförbund

Inledningsvis låg fokuset på de två första alternativen. Detta var dock innan Regeringsrättens domar (176-179-06 resp 172-175-06) gällande Simrishamn och Tomelilla kommun och deras avfallshantering, som föll i mars innevarande år. I och med dessa domar förändrades de juridiska förutsättningarna radikalt, vilket innebar att alla alternativ förutom egen regi eller samarbete med andra kommuner i ett kommunalförbund i nuläget har fallit bort. Med egen regi menas här kommunal förvaltning. Bakgrunden till och resonemang kring regeringsrättens domar gällande Simrishamn och Tomelilla går att läsa i bilaga 1.

Regeringsrättens domar är i allra högsta grad relevant i denna utredning. Domarna får genomslag vad gäller alla former av upphandling som faller under LOU (även med tillämpning av de nya upphandlingslagarna), alltså inte bara avfallshantering. Detta skulle med andra ord även gälla om kommunen bildade bolag med ett aktiebolag, privat såväl som kommunalt, vilket endast skulle innebära att det bildade företaget skulle vara knutet till en upphandlande enhet och därigenom komma att omfattas av upphandlingskravet.

Vilka lösningar kan då finnas? En lösning är att bilda kommunförbund, vilket är en samverkansform med särskild rättspersonlighet, en egen juridisk person, med andra kommuner. En annan lösning är att Norrköping kommun driver biogasverksamheten i egen regi. Båda lösningarna anses i dagsläget förenligt med den kommunala kompetensen. Mer om villkoren för kommunalförbund kan läsas i bilaga 1.

### 4.2. Tekniska förutsättningar

För att kunna avgöra i vilken typ av biogasanläggning som matavfallet kan rötas i är det viktigt att veta vilka mängder som ska hanteras, vad som produceras och vad som händer i processens olika steg. Ett sätt att ta reda på detta är att upprätta en massbalans över biogasanläggningen.

#### 4.2.1. Massbalansen

Två massbalanser har utförts, den ena för en anläggning med kapacitet på 10 000 ton matavfall per år och den andra för upp till 20 000 ton matavfall per år. I denna del av rapporten beskrivs de båda massbalanserna översiktligt. I bilaga 2a respektive 2b redovisas processschema med ingående substratmängder, biogasutbyte och biogödselmängder med dess näringsinnehåll för de båda studerade anläggningsstorlekarna. I bilaga 3a, 3b och 4 redovisas de beräkningar som ligger bakom resultaten.

Norrköpings matavfall antas ha en torrsubstans på 28 %<sup>1</sup>. Eftersom torrsubstansen är så pass hög kommer matavfallet att behöva spädas ut med vatten till en torrsubstans på 12 %. Spädvattenbehovet blir då till 10 670 ton per år för den mindre anläggningen och till 21 340 ton per år för den större. Detta resulterar i att den mindre röt-kammaren producerar 1 008 224 m<sup>3</sup> biogas och motsvarande siffra för den större är 2 016 448 m<sup>3</sup> biogas. Av dessa är 60 % CH<sub>4</sub> och resterande gasvolym består i huvudsak av CO<sub>2</sub>.

Det utgående biogödslet uppgår till 17 572 ton per år för den mindre anläggningen och 35 144 ton biogödsel per år för den större. I tabell 1 nedan visas det utgående biogödslets beräknade näringsvärden<sup>2</sup> och torrsubstans.

**Tabell 1 Biogödslets näringsvärden och torrsubstans**

Näringsämne	
TS (%)	6,5 %
N <sub>tot</sub>	3,315 kg/ton biogödsel
P	0,484 kg/ton biogödsel
K	1,275 kg/ton biogödsel

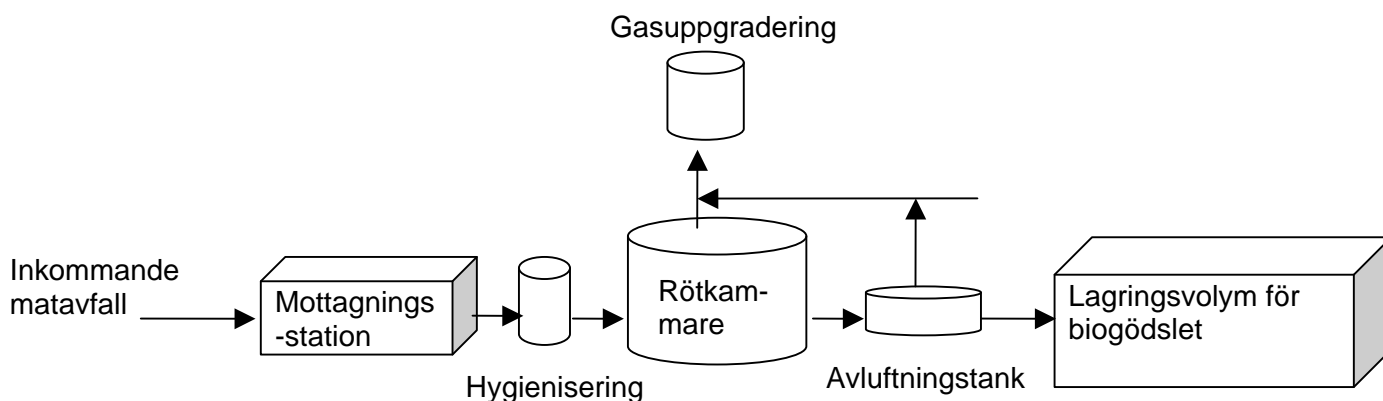
#### 4.2.2. Processdesign

Med massbalansen som grund kan processdesignen för anläggningen tas fram. Processdesign är det samma som anläggningens tekniska utförande, det vill säga en specifikation av processens huvuddelar.

<sup>1</sup> Detta antagande baseras på analyser av olika hushållsavfall samt diskussioner med JTI. Normalt intervall för hushållsavfall är 25-30%.

<sup>2</sup> Antagandet baseras på samma källa som ovan. Biogödslets näringsvärden är lika med det ingående avfallets näringsvärden. Inget försvinner under biogasprocessen. Det enda som förändras är det organiska materialet som bryts ner.

Vid byggnation av en ny biogasanläggning kan massbalansen användas som underlag för själva dimensioneringen av anläggningen. Figur 1, nedan beskriver den översiktliga processdesign, som är den mest relevanta med tanke på förutsättningar som typ av avfall och mängder. Processdesignen är oberoende val av lokalisering.



**Figur 1 Översikt över processens huvuddelar**

Det inkommande matavfallet (figur 1) måste förbehandlas i mottagningsstationen så att det blir ett rötbart substrat. Dels måste torrsubstansen på matavfallet justeras innan det rötas och dels måste en ytterligare utsortering av oönskat material ske. För att avdöda eventuella patogener måste matavfallet hygieniseras i en hygieniseringsanläggning där det värms upp till 70° C under en timmes tid. När matavfallet är hygieniserat kan det rötas i röt-kammaren och brytas ner till biogas och biogödsel. Röt-kammaren bör vara i storleksordningen 1 000-2 000 m<sup>3</sup> för att uppnå en uppehållstid för matavfallet på 20-25 dagar.

Den biogas som bildas kommer att uppgraderas till fordonsgas i en gasuppgraderingsanläggning. Antingen kan konventionella metoder användas, eller så kan det finnas möjligheter att använda sig av kryogenteknik. Denna teknik möjliggör att biogas från matavfall och deponigas kan uppgraderas tillsammans till fordonsgas. Ett mervärde med denna teknik är att gasen går att få i flytande form vilket effektiviserar distributionen.

Det biogödsel som tas ut ur röt-kammaren går in i en avluftningstank för att rötprocessen ska avstanna. Efter avluftningstanken efterlagras biogödslet till dess att det kan återföras till jordbruket i form av jordförbättringsmedel.

### 4.3. Miljömässiga förutsättningar

Att etablera och driva en biogasanläggning ger upphov till miljöpåverkan precis som annan industriell verksamhet. Hur stor miljöpåverkan är måste ses i ljuset av vad man annars skulle gjort med matavfallet och vad slutprodukten fordonsgas ersätter (Berglund, 2006). Vilken miljöpåverkan som är viktigast att förebygga och motverka är en värderingsfråga. I dagsläget är klimatfrågan en av våra mest uppmärksammade miljöfrågor; den befinner sig också på den internationella politiska agendan.

Berglund (2006) konstaterar att det finns ett par situationer där introduktion av biogassystem alltid är miljömässigt fördelaktiga. De situationer som är relevanta här är när biogassystemet ersätter kompostering av organiskt avfall och när biogasen ersätter fossila bränslen. Det första beror på att biogassystemet som helhet har lägre emissioner av ammoniak än kompostering. Emissioner av ammoniak till omgivningen bidrar till försurning och övergödning av sjöar och vattendrag. Det andra beror på att biogassystemet och användningen av biogas generellt sett har lägre emissioner av växthusgaser jämfört med fossilbaserade energisystem och användningen av fossila bränslen.

För att producera biodrivmedel krävs också viss insats av energi. Totalt sett bidrar rötning av hushållsavfall till fordonsgas till ett energiöverskott. Den erhållna fordonsgasen räcker till att transportera substraten 600-700 km (Berglund, 2006). Detta betyder att det är energi- och miljömässigt fördelaktigt i ett större perspektiv att ta emot eller transportera avfall till rötning uppkomna inom detta avstånd.

Lokalt sker miljöpåverkan av in- och utleveranser oavsett var biogasanläggningen placeras. I dagsläget källsorteras matavfallet och transporteras till behandling på Häradsudden. Med en ny lösning är det viktigt att undvika att belasta Norrköpings tätort med ytterligare emissioner. Miljöpåverkan från transporter är generellt buller, vägslitage, emissioner av partiklar, kväveoxider, koldioxid, polyaromatiska kolväten och flyktiga organiska ämnen.

Luktproblemen från en biogasanläggning är idag mycket låga, men luktstörningar kan förekomma vid eventuella driftstörningar.

#### **4.4. Ekonomiska förutsättningar**

Här beskrivs de investeringar som krävs för en nybyggnation av en biogasanläggning dimensionerad för 10 000 ton respektive 20 000 ton organiskt avfall per år. I *kapitel 5 Konsekvensanalys* gör vi en bedömning av nettoresultatet när anläggningen väl är i drift.

##### **4.4.1. Investeringskalkyl**

De ekonomiska förutsättningarna för att bygga en ny biogasanläggning beskrivs översiktligt nedan. Bakomliggande ekonomiska bedömningar och kalkyler finns presenterade i Ericsson och Hofgren (2008). De kostnader som har tagits med i kalkylerna är bland annat investeringskostnader, drift- och underhållskostnader.

Den sammanlagda kostnaden för en anläggning som omhändertar 10 000 ton matavfall per år beräknas uppgå till 50 miljoner kronor och motsvarande kostnad för 20 000 ton matavfall per år uppgår till 57 miljoner kronor.

Det kan vara aktuellt att investera i en kryogen gasuppgraderingsteknik om Norrköpings kommun vill köpa in deponigas för uppgradering tillsammans med biogasen och vidare försäljning som fordonsgas. Den kryogena tekniken kostar ytterligare 6 miljoner kronor i investeringskostnad.

## 5. Konsekvensanalys

Under våren 2008 då denna utredning genomförts har de juridiska förutsättningarna för att lämna ett kommunalt uppdrag till ett eget bolag ändrats drastiskt. Tidigare var det vanligt att genomföra detta utan offentlig upphandling vilket nu ifrågasatts genom regeringsrättens domar mot Tomelilla och Simrishamn. Detta får konsekvenser för de studerade alternativen Händelö och Slottshagen som ägs av aktiebolagen Svensk Biogas AB och Norrköping Vatten AB. Därmed blir de tekniska, ekonomiska och miljömässiga konsekvenserna för dessa alternativ mindre intressanta och exkluderas från vidare analys och utveckling. De juridiska förutsättningarna sätter ramarna för organisationen och genomförandet av en biogasanläggning.

### 5.1. Juridiska konsekvenser – helt avgörande

Slutsatsen som kan dras av det tidigare juridiska resonemanget är att rättsläget, i och med Simrishamn- och Tomelilla-domarna, för närvarande omöjliggör samverkan i bolagsform vad gäller tjänster som enligt LOU skall ske genom upphandling. Den enda rekommendation som därför kan ges i nuläget är att Norrköping kommun i egen regi, eller tillsammans med andra kommuner i ett kommunalförbund, bedriver biogasproduktion.

En brasklapp som bör nämnas i sammanhanget är att regeringsrättens dom kan ha bäring på andra juridiska personer och organisationer är bolag. Vad avser kommunalförbund har den gängse uppfattningen varit att upphandling inte behöver komma till stånd vid en medlemskommuns köp från kommunalförbund av tjänster eller varor som förbundet ansvarar för enligt förbundsordningen och detsamma har gällt gemensamma nämnder. Denna fråga har dock inte – än – prövats av domstol. Om köpet är att anse som en kontraktstilldelning enligt LOU och om skälet att tilldela kontraktet är baserat på Teckal-kriterierna är uppfyllda, så har regeringsrätten alltså slagit fast att nämnda kriterier inte är tillämpliga<sup>3</sup>. Om detta leder vidare till att upphandling även i denna situation faktiskt måste ske får framtiden utvisa.

Det krävs ett införande av en undantagsbestämmelse från rådande svensk lagstiftning, dvs LOU, för att bolagsalternativen överhuvudtaget skall vara juridiskt hållbara. Ett införande av en undantagsbestämmelse innebär normalt sett en lång politisk/juridisk process och resultat kan knappast förväntas inom ett år. Snarare kan man anta att ett sådant undantag kommer att dröja ett till två år.

---

<sup>3</sup> Läs mer om Teckal-kriterier i bilaga 1

Avslutningsvis skall sägas att regeringsrättens dom i sig inte utgör hinder mot den kommunalrättsliga kompetensenligheten av en bolagisering av en förvaltning, men sådan måste exkludera uppdrag från kommunen. Dessa uppdrag måste upphandlas separat varvid det kommunala bolagets anbud ska prövas och utvärderas utifrån samma krav och utvärderingskriterier som övriga budgivare. Upphandling att driva verksamheten kan då göras i samband med bolagsbildningen eller efter det att denna är genomförd.

I dagsläget rekommenderas således de två alternativen egen regi eller kommunalförbund, beroende på vad som är politiskt möjligt. Om kommunen bedriver verksamheten i egen regi, utan någon annan kommun inblandad, kan situationen uppstå att man inte har tillräckligt med råmaterial – vilket skulle innebära att kommunen skulle vara tvungen att köpa in råmaterial. Detta kanske är något mer omständligt än alternativet att bilda bolag med ett externt aktiebolag skulle ha varit, men det är åtminstone juridiskt oantastligt.

Ett kommunalförbund kan vara lämpligt eftersom man då inte behöver fundera på tillgången av råmaterial.

## 5.2. Konsekvenser för alternativen

Alternativen Härdelö och Slottshagen begränsas juridiskt av att dessa anläggningar ägs och drivs av ett aktiebolag. För att kunna leverera hushållens matavfall till Svensk Biogas AB eller Norrköping Vatten AB, oavsett bolagsform, krävs att Norrköpings kommun offentligt upphandlar behandling av hushållens matavfall. Vi har därför svårt att uppskatta vad dessa alternativ skulle kosta kommunen. Det blir därmed också mindre intressant att bilda gemensamma bolag med dessa aktörer och de tekniska lösningarna och ekonomiska konsekvenserna utreds inte vidare här.

## 5.3. Återstående alternativ – anläggning i egen regi

Avfallsanläggningen på Häradsudden är en möjlig placering av en ny biogasanläggning. Förslag på design finns presenterat i figur 1. Häradsudden förefaller inte ha några utrymmesmässiga begränsningar. Här finns stora ytor och E.on har visat sig positiv till försäljning av mark i området. Denna plats ger utrymme för att hantera olika typer av inkommande avfall eller avfall från olika insamlingssystem. Inom anläggningen finns transportlogistik som går att utnyttja utan större justeringar. Bland annat finns ett vågsystem på plats.

En helt ny anläggning kan designas för att ta hand om annat organiskt avfall som inte är hushållsavfall. Detta ökar mängden utgående fordonsgas och kräver en något större investering; det vill säga den större anläggningen om 20 000 ton/år.

Häradsudden ligger också strategiskt placerad längs E4:an i de fall utomstående aktörer eller kommuner vill leverera organiskt avfall till rötning. Transporter från Norrköping till Häradsudden minskar belastningen på stadstrafiken jämfört med de två andra alternativen.

Ett mervärde som kan komma ur en placering av en biogasanläggning på Häradsudden är den deponigas som deponin avger. Denna finns tillgänglig i ca 10 år framåt<sup>4</sup>. I dagsläget levererar deponin dubbelt så mycket gas som den mindre anläggningen om 10 000 ton/år kan göra. Men för att detta ska kunna genomföras krävs att anläggningen utrustas med kryogenteknik i stället för konventionell teknik för uppgradering av gasen. Användningen av kryogenteknik medför också leverans av biogas i flytande form vilket effektiviserar distributionen av fordonsgas till bilar och bussar avsevärt. En tankstation kan placeras vid E4:an i Klinga.

Biogödseln från denna anläggning med matavfall och annat organiskt avfall gör biogödseln troligtvis lättare att avsätta jämfört med en biogödsel baserad på avloppsslam.

Tillståndsprocessen enligt miljöbalken förmodas bli enkel i detta fall. Detta beror på att Häradsudden redan idag har tillstånd för hantering av organiskt avfall och att störningar på omgivningen förväntas bli lägre jämfört med de andra alternativen Händelö och Slottshagen.

#### **5.3.1. Nettoresultat för 10 000 ton matavfall per år**

Om behandlingsavgiften antas vara oförändrad jämfört med idag ger detta ett nettoresultat mellan 1 och 3 miljoner koronor för en anläggning på 10 000 ton/år. Detta beror bland annat på försäljningspriset av biogasen.

#### **5.3.2. Nettoresultat för alternativet 20 000 ton matavfall per år**

Om behandlingsavgiften antas vara oförändrad jämfört med idag ger detta ett nettoresultat mellan 2 och 6 miljoner kronor för en anläggning på 20 000 ton/år. Detta beror bland annat på försäljningspriset av biogasen.

#### **5.3.3. Troligt marknadsscenario**

Förutsättningarna för ett troligt marknadsscenario finns specificerade i Ericsson och Hofgren (2008).

Den mindre anläggningen om 10 000 ton/år kommer mest troligt att kunna köras för fullt redan från första dagen. Det innebär ett årligt nettoresultat kring 2 miljoner kronor förutsatt att konventionell uppgraderingsteknik används.

Den första tiden är det troligt att det endast går att köra den större anläggningen till 50 % eftersom det kan ta lite tid att få tag på tillräckliga mängder substrat. Nettoresultatet för den större anläggningen kan därför bli -1,4 miljoner kronor per år

---

<sup>4</sup> Mmuntligt Per Collin, Econova

innan fullskaleproduktionen har kommit igång. När den större anläggningen sedan kommer upp i fullskaleproduktion så uppgår nettoresultatet till ca 5 miljoner kronor per år.

Dessa beräkningar visar att det årliga nettoresultatet mer än fördubblas med en fördubblad anläggningsskapacitet. Den bästa årliga ökningen av nettoresultatet nås om en större mängd matavfall samlas in och rötas.

En anläggning som endast uppgraderar biogas från matavfall kommer att ha ett positivt nettoresultat redan från första året. Om Norrköpings kommun köper in deponigas och uppgraderar denna tillsammans med den biogas som produceras i rötammaren kommer detta att påverka nettoresultatet. Hur mycket beror av förhandlingar som ännu inte genomförts. Trots ökad investeringskostnad bedömer vi ändå att nettoresultatet blir positivt.

#### **5.3.4. Worst Case scenario**

Förutsättningarna för ett worst case-scenarie finns specificerade i Ericsson och Hofgren (2008) och motsvarar sämsta möjliga försäljningspris på biogasen samtidigt som man får mindre betalt för behandlat avfall. Detta gör att nettoresultatet uppgår till 0,7 miljoner för den mindre anläggningen om 10 000 ton/år och till 2,3 miljoner för den större (beräkningarna är utförda för en anläggning med konventionell reningsteknik).

## 6. Diskussion

En stor nytta för Norrköpings kommun med att bygga en egen anläggning är att tillgängliggöra fordonsgas för kommuninvånare, näringstrafik och besökare. Kommunens invånare har sorterat ut avfallet i flera år och insamlingssystemet är på plats. Begränsande här är hemkompostering som ur ett biogasperspektiv minskar mängden råvara och därmed mängden fordonsgas som kan produceras. Vid en effektiv insamling av matavfall i tätorter kan källsortering av matavfall miljömässigt vara att föredra framför hemkompostering (Sundberg, 2005; Sundqvist mfl 2002; Sundqvist mfl 1999). Även Berglund (2006) konstaterar att ett införande av biogassystem är miljömässigt mer fördelaktigt än hemkompostering med avseende på övergödning och försurningsproblemen.

Ytterligare en rötkammare i regionen möter den ökade efterfrågan på fordonsgas. Nyttan för fordonsgaskunderna kan bli ytterligare ett tankställe. Detta främjar också utnyttjande av förnybara bränslen i transportsystemet, vilket understryks i Norrköpings och Linköpings kommuners gemensamma klimatvision. Rötning av hushållens matavfall ska prioriteras enligt avfallsplanen. Produktion av biogas är också positivt för andra aktörer i regionen.

Den ökade efterfrågan på biogas gör att det finns fler intressenter som kan tänka sig att bygga biogasanläggning i regionen. För att säkra investeringen till den nya anläggningen är det fördelaktigt att ta beslut och gå igång med processen snabbt. Om Norrköping avvaktar med beslut kommer en annan aktör att ta ledningen och kommunen får ompröva hur hushållsavfallet ska tas omhand. Oavsett lösning har Norrköpings kommun ansvar för behandling av hushållens avfall. Jämfört med andra aktörer har kommunen alltid en bas i det avfall man själv förfogar över.

Vi har sedan förstudien indikationer på att flera kranskommuner kommer att vara intresserade av att lämna sitt hushållsavfall till rötning i Norrköping då nuvarande förbränning är mycket kostsam. Den föreslagna designen för anläggningen är anpassad efter hushållens utsorterade matavfall vilket ingen annan rötkammare i regionen klarar av idag. Detta sätter Norrköping i en unik situation för att kunna erbjuda miljömässigt fördelaktig biologisk behandling av kommunalt hushållsavfall. Detta förutsätter dock att Norrköping agerar och tar ledningen för rötning av matavfallet.

Eftersom de befintliga biogasanläggningarna i regionen använder olika typer av substrat konkurrerar man inte i dagsläget om rötning av hushållsavfall med någon annan aktör. Den nu planerade anläggningen kompletterar de befintliga anläggningarna. Att vara ett komplement till varandra stärker samverkansmöjligheter i gemensamma frågor om exempelvis distribution och användning av fordonsgas och biogödsel och man kan erbjuda varandra kompetens- och substratutbyten.

## 7. Slutsatser och rekommendationer

Grontmij drar slutsatsen att ett snabbt agerande kan göra Norrköping till en ledande aktör för rötning av matavfall i regionen.

Vidare rekommenderar vi att en biogasanläggning för behandling av hushållens matavfall i ett första skede byggs och drivs i egen regi. Mot bakgrund att det egna hushållsavfallet alltid finns som en grund för anläggningen, att närliggande kommuners hushållsavfall kan behandlas och att även andra organiska avfall kan rötas rekommenderar vi den större anläggningsstorleken på 20 000 ton/år. Denna större anläggning kräver en lite större investering men nettoresultatet fördubblas jämfört med den mindre anläggningen.

Häradsudden är den plats som i denna utredning har visats sig mest fördelaktig ur juridisk, teknisk, miljömässig och ekonomisk synvinkel jämfört med Händelö och Slottshagen.

### 7.1. Nästa steg

För att driva projektet vidare är det viktigt med ett snabbt beslut om investering i tekniska nämnden och i kommunfullmäktige.

De aktiviteter som redan nu bör inledas för att inte försena processen är miljöprövning med samråd och miljökonsekvensbeskrivning, ansökan om eventuell EU-finansiering, ytterligare förbättring av insamlingsgraden av matavfallet samt fördjupad diskussion om intresset hos kranskommuner.

## 8. Referenser

Berglund, Maria (2006), Biogas Production from a Systems Analytical Perspective, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Miljö- och energisystem, Avhandling, ISRN: LUTFD2/TFEM-06/1027-SE + (1-164)

Ericsson, H och Hofgren, K (2008), Fördjupad ekonomisk analys av biogasutbyggnad i Norrköpings kommun, Arbetsmaterial, Norrköpings kommun.

Leander, J, Rosén, O, Ericsson, H (2008), Förstudie av möjligheten till utökad biogasproduktion i Norrköping, Norrköping kommun.

Sundberg, C (2005), Improving Compost Process Efficiency by Controlling Aeration, Temperature and pH, Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Uppsala, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Biometry and Engineering. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2005:103.

Sundqvist, J-O, Baky, A, Carlsson, M, Eriksson, O, Granath, J (2002), Hur ska hushållsavfallet tas omhand? Utvärdering av olika behandlingsmetoder, IVL rapport B 1462, IVL Svenska miljöinstitutet AB.

Sundqvist, J-O, Baky, A, Björklund, A, Carlsson, M, Eriksson, O, Frostell, B, Granath, J, Thyselius, L (1999), Systemanalys av energitnyttjande från avfall – utvärdering av energi, miljö och ekonomi. Fallstudie Ävdalen, IVL rapport B 1382, IVL Svenska Miljöinstitutet AB.

Avfall Sveriges publikationer  
Konkurrensverkets publikationer  
Kommunallagen - bok 1  
Kommunallagen - bok 2  
Hentze, Sylvén, *Offentlig upphandling*, s. 36 ff  
SOU 1999:139, s. 71 ff  
SOU 2001:31 s. 293 ff  
SOU 2006:28 s. 264 ff  
RÅ 2000 ref. 60  
Regeringsrättens dom i mål nr 176-179-06  
Regeringsrättens dom i mål nr 172-175-06

### 8.1. Muntliga

Avfall Sverige - intervjuer med Gunnel Klingberg  
Stockholm Stad - intervjuer med stadsjurist Jan Gedeberg

## 9. Bilagor

- Bilaga 1. Bakgrund till juridiska förutsättningar
- Bilaga 1b. Processchema över anläggning 10 000 ton/år
- Bilaga 2b. Processchema över anläggning 20 000 ton/år
- Bilaga 3a. Indata till massbalans 10 000 ton/år
- Bilaga 3b. Indata till massbalans 20 000 ton/år
- Bilaga 4. Massbalansberäkningar

## Bakgrunden till Regeringsrättens domar gällande Simrishamn och Tomelilla

Mellan ett antal kommuner i Skånes län, däribland Tomelilla och Simrishamn kommuner, gäller ett konsortialavtal enligt vilket kommunerna förbundit sig att samverka inom avfallsområdet genom SYSAV, Sydsånes avfallsaktiebolag. SYSAV är inte delaktig i konsortialavtalet. Kommunerna har således i stället för att genomföra ett formellt upphandlingsförfarande vad gäller återvinning, avfallshandling samt drift av regionala behandlingsanläggningar valt att ingå ett konsortialavtal med övriga delägarkommuner för att därefter avropa sitt behov av renhållningstjänster direkt från SYSAV.

Ett antal privata företag, SITA Sverige AB, SAKAB EcoPlus AB, Rang-Sells AB samt Liselotte Lööf AB, ansåg sig förfördelade och ansökte om överprövning av denna utformning av avfallshandlingen hos Länsrätten i Skåne län, vilken biföll ansökningarna om överprövning och förordade att kommunerna skulle göra om upphandlingarna. Kammarrätten i Göteborg fastslog, efter överklagande från kommunerna, länsrättens dom.

Kommunerna överklagade till Regeringsrätten, som meddelade prövningstillstånd. Kommunerna anförde bland annat att de inte hade upphandlat några avfallshandlingstjänster och menade att det system som kommunerna i samverkan skapat (dvs en egen regi-verksamhet) inte kan upphandlas i konkurrens. Kommunerna hänvisade till ett antal EG-domar, bland annat mål C-295/05 Tragsa, och hävdade att det i enlighet med dessa domar handlade om en verksamhet i egen regi och att de så kallade Teckal-kriterierna var tillämpliga.

Teckal-kriterierna har utvecklats genom EG-domstolens praxis. I korthet innebär kriterierna att det är möjligt att direkttilldela ett kontrakt till en fristående juridisk person om den upphandlande myndigheten utövar en kontroll över denna juridiska person som motsvarar den som myndigheten utövar över den egna förvaltningen och den juridiska personen bedriver huvuddelen av sin verksamhet tillsammans med den eller de myndigheter som innehar den.

Båda kriterierna skall vara uppfyllda. Regeringsrätten har nu gjort den bedömningen att Teckal-kriterierna överhuvudtaget inte kan tillämpas enligt gällande svensk rätt, huvudsakligen därför att man i den svenska lagstiftningen inte infört något undantag från upphandlingskravet. I de allra flesta andra europeiska länderna har man infört sådana undantag vilka möjliggjort tillämpningen av Teckal-kriterierna.

Regeringsrätten säger dock bland annat följande i domarna: "Regeringsrätten konstaterar att LOU:s ordalydelse svårligen ger utrymme för en tolkning innebärande att kommunerna när de köper tjänster från kommunala bolag skulle vara undantagna från LOU:s reglerverk. Tvärtom torde det allmänt anses att LOU inte medger att kommuner och landsting utan formell upphandling köper varor och tjänster från sina egna bolag." Regeringsrätten säger vidare. "Regeringsrätten konstaterar vidare att det är fråga om en tjänst som omfattas av 5 kap. LOU och att det framgår av utredningen i målen att ersättningen till leverantören övedrstiger de i 5 kap angivna tröskelvärden. Kommunen skulle därför ha upphandlat tjänsten enligt bestämmelserna i 5 kap LOU.

Som underinstanserna funnit får bolagen [motparterna i målet] på grund av kommunens underlåtenhet i detta avseende anses ha lidit skada.”

Regeringsrättens domar är i allra högsta grad relevant i nu aktuell utredning. Domarna får genomslag vad gäller alla former av upphandling som faller under LOU (även med tillämpning av de nya upphandlingslagarna), alltså inte bara avfallshantering. Detta skulle med andra ord även gälla om kommunen bildade bolag med ett aktiebolag, privat såväl som kommunalt, vilket endast skulle innebära att det bildade företaget skulle vara knutet till en upphandlande enhet och därigenom komma att omfattas av upphandlingskravet.

Det ska i och för sig nämnas att varje fall ska prövas för sig, vilket i sig kan vara en chanstagnation. Detta har exempelvis medfört att kommunalbesvär (prövning gällande ett besluts laglighet) gällande Umeå kommuns involvering i en biogasproduktion helt nyligen har ingetts.

## Kommunalförbund

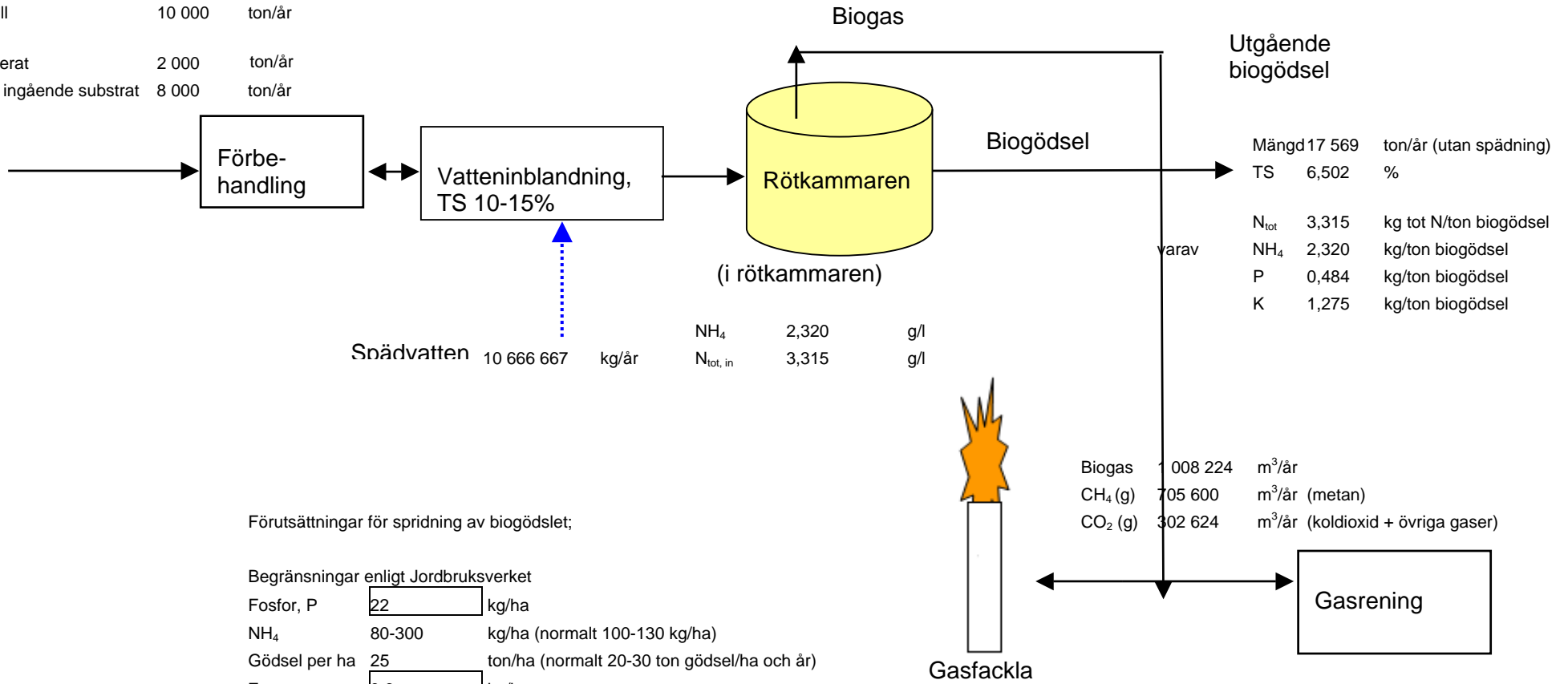
I övrigt kan sägas att ett kommunalförbund kan bildas för vilken form av samverkan som helst, det finns således ingen begränsning vad gäller arten av uppgift – det enda kriteriet är att det rör sig om en kommunal angelägenhet. I övrigt kan om kommunalförbund sägas, att den överlämnade uppgiften måste falla inom den kommunala kompetensen. Det krävs inte att den överlämnade uppgiften skall vara ”gemensam” för medlemskommunerna, utan samarbetet kan avse verksamheter, som åligger dem var för sig. Förbundsmedlemmarna har getts stor frihet att själva bestämma kommunalförbundets organisation och verksamhetsformer. Två organ, den beslutande församlingen samt förbundsstyrelsen, är dock enligt kommunallagen obligatoriska.

Avslutningsvis kan diskuteras huruvida en biogasproduktion faller inom den kommunala kompetensen överhuvudtaget. Här skulle jag nog vilja svara jakande – avfallshantering faller ju inte bara inom den kommunala kompetensen utan även inom det kommunala monopollet, och att då i förlängningen tillverka biogas, som ett led i denna hantering, måste anses som en naturlig följd i denna hantering.

Massbalans över rötningsprocessen  
10 000 ton matavfall per år

Ingående blandning

Matavfall	10 000	ton/år
Bortsorterat	2 000	ton/år
Summa ingående substrat	8 000	ton/år



Södvatten	10 666 667	kg/år	NH <sub>4</sub>	2,320	g/l
			N <sub>tot, in</sub>	3,315	g/l

Förutsättningar för spridning av biogödslet;

Begränsningar enligt Jordbruksverket

Fosfor, P	22	kg/ha
NH <sub>4</sub>	80-300	kg/ha (normalt 100-130 kg/ha)
Gödsel per ha	25	ton/ha (normalt 20-30 ton gödsel/ha och år)
Zn	0,6	kg/ha

Biogödslets näringsinnehåll per spridningsareal

N <sub>tot</sub>	83	kg/ha	Godkänt att använda
NH <sub>4</sub>	58	kg/ha	
P	12	kg/ha	
K	32	kg/ha	
Zn	0	kg/ha	

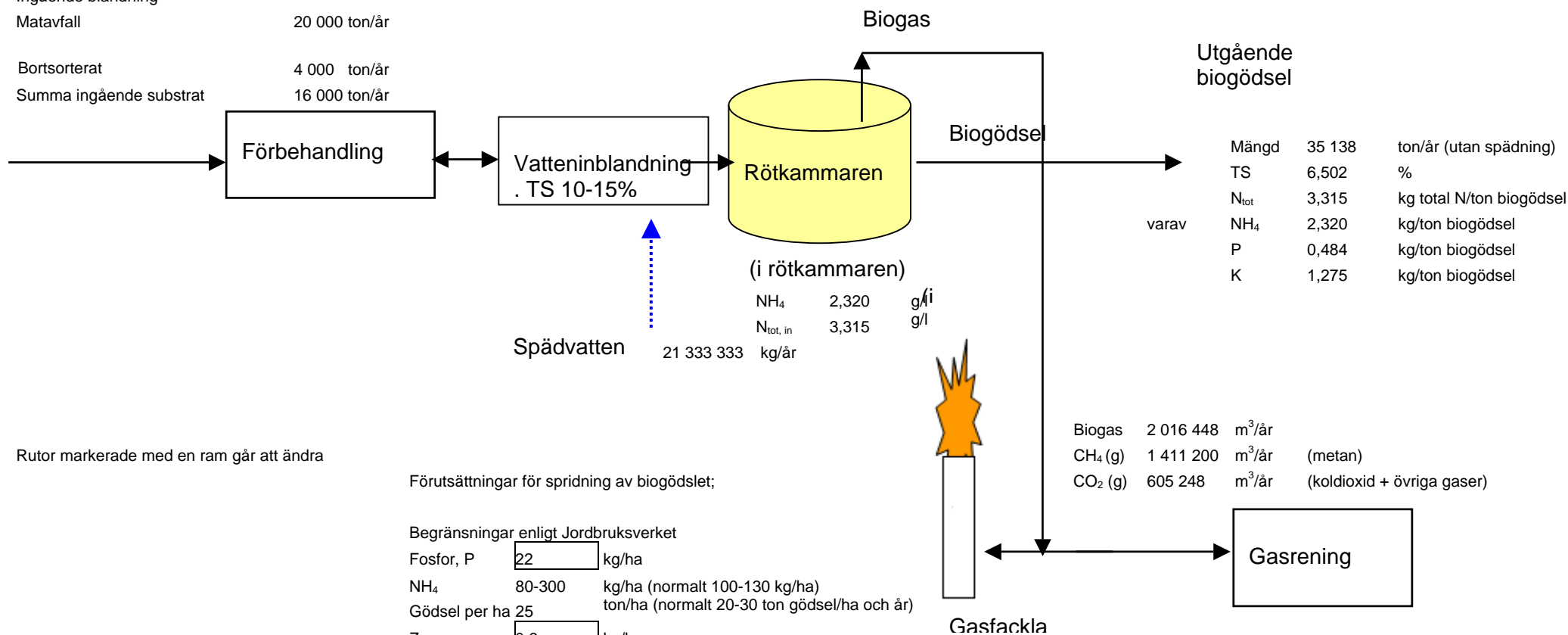
Massbalans över rötningsprocessen  
20 000 ton matavfall per år

Ingående blandning

Matavfall 20 000 ton/år

Bortsorterat 4 000 ton/år

Summa ingående substrat 16 000 ton/år



Rutor markerade med en ram går att ändra

Förutsättningar för spridning av biogödslet;

Begränsningar enligt Jordbruksverket

Fosfor, P 22 kg/ha

NH<sub>4</sub> 80-300 kg/ha (normalt 100-130 kg/ha)  
Gödsel per ha 25 ton/ha (normalt 20-30 ton gödsel/ha och år)

Zn 0,6 kg/ha

Biogödslets näringsinnehåll per spridningsareal

Ntot 83 kg/ha

varav NH<sub>4</sub> 58 kg/ha

P 12 kg/ha Godkänt att använda

K 32 kg/ha

Zn 0 kg/ha

**Förbehandling****Substratmängder kg/år**

<b>Matavfall</b>	<b>10 000 000</b>
Utsorterad fraktion i förbehandlingen	20%
Utsorterad mängd kg/år	2 000 000
Mängd ingående kg/år	8 000 000
Antal drifttimmar h	8 000
Mängd ingående kg/h	1 000
TS (%)	28,0%
kg TS	2 240 000
VS (%)	70,0%
kg VS (rötbar massa)	1 568 000
VS nedbrutet (%)	70,0%
VS nedbrutet kg/år	1 097 600
N/kg totalkväve in	2,60%
NH <sub>4</sub> /kg ingående	0,00%
P/kg	0,38%
K/kg	1,00%
Zn/kg	0,00%
H <sub>2</sub> O	72,0%
H <sub>2</sub> O kg/år	5 760 000

**Spädvatten**

TS (%) önskvärd	12%
H <sub>2</sub> O kg/år (tillsatt)	10 666 667

**Gasproduktion**

Producerad biogas m <sup>3</sup> /ton VS	643
Producerad CH <sub>4</sub> m <sup>3</sup> /ton VS	450
Producerad CO <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /ton VS	193
Övertryck bar	0,005
Absolut tryck (bar)	1,018
Total gasmängd till gasreningen m <sup>3</sup> /å	1 008 224
Renad CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /år)	705 600

**Rötkammaren**

Volym m <sup>3</sup>	8 000
Andel i rötkammaren	100%
N, kg/år	58 240
NH <sub>4</sub> , kg/år ingående	0
N <sub>in</sub> kg/år (Organiskt bundet)	58 240
P, kg/år	8 512
K, kg/år	22 400
Zn, kg/år	0
Avgående H <sub>2</sub> O kg/m <sup>3</sup> gas	0,0001409
Avgående H <sub>2</sub> O kg/år	142
Kvarvarande biogödsel	6 902 258

**Biogödsel**

Biogödsel, ut kg/år	6 902 258
TS in kg/år	2 240 000
VS nedbrutet kg/år	1 097 600
TS i utgående biogödsel kg/år	1 142 400
TS biogödsel %	16,6%
N kg/ton biogödsel	37,669
NH <sub>4</sub> kg/ton ingående	0,000
P kg/ton biogödsel	5,505
K kg/ton biogödsel	14,488
Zn kg/ton biogödsel	0,000

**Summa resultat****Biogödsel**

<b>Biogödsel ut kg/år utan spädning</b>	6 902 258
TS i utgående biogödsel kg/år	1 142 400
TS i utgående biogödsel %	6,5%
Ntot, (kg/år) biogödsel ut	58 240
NH <sub>4</sub> , (kg/år) biogödsel ut	40 768
P, (kg/år) biogödsel ut	8 512
K, (kg/år) biogödsel ut	22 400
Zn, (kg/år) biogödsel ut	0
N kg/ton biogödsel	8,4378
NH <sub>4</sub> kg/ton biogödsel utan spädning	5,9065
P kg/ton biogödsel	1,2332
K kg/ton biogödsel	3,2453
Zn kg/ton biogödsel	0,0000

<b>Biogödsel ut kg/år med spädning</b>	17 568 925
N kg/ton biogödsel med spädning	58 240
NH <sub>4</sub> kg/ton biogödsel med spädning	40 768
P kg/ton biogödsel med spädning	8 512
K kg/ton biogödsel med spädning	22 400
Zn kg/ton biogödsel med spädning	0
N kg/ton biogödsel	3,31
NH <sub>4</sub> kg/ton biogödsel utan spädning	2,32
P kg/ton biogödsel	0,48
K kg/ton biogödsel	1,27
Zn kg/ton biogödsel	0,00

**Biogasproduktion**

Total gasmängd till gasreningen (m <sup>3</sup> /år)	1 008 224
Renad CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /år)	705 600
Producerad CO <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /år)	302 624

**Spädvatten**

Vattenbehov (kg/år)	10 666 667
---------------------	------------

**Begränsningar för spridning av biogödslet**

Biogödsel per hektar och tillfälle (ton/ha)	25,0
Fosfor (kg/ha)	22
Kväve (kg/ha)	100

**Spridning av biogödsel**

N, (kg/ha)	83
NH <sub>4</sub> , (kg/ha)	58
P, (kg/ha)	12
K, (kg/ha)	32
Zn, (kg/ha)	0

**Förbehandling****Substratmängder kg/år**

<b>Matavfall</b>	<b>20 000 000</b>
Utsorterad fraktion i förbehandlingen	20%
Utsorterad mängd kg/år	4 000 000
Mängd ingående kg/år	16 000 000
Antal drifttimmar h	8 000
Mängd ingående kg/h	2 000
TS (%)	28,0%
kg TS	4 480 000
VS (%)	70,0%
kg VS (rötbar massa)	3 136 000
VS nedbrutet (%)	70,0%
VS nedbrutet kg/år	2 195 200
N/kg totalkväve in	2,60%
NH <sub>4</sub> /kg ingående	0,00%
P/kg	0,38%
K/kg	1,00%
Zn/kg	0,00%
H <sub>2</sub> O	72,0%
H <sub>2</sub> O kg/år	11 520 000

**Spädvatten**

TS (%) önskvärd	12%
H <sub>2</sub> O kg/år (tillsatt)	21 333 333

**Gasproduktion**

Producerad biogas m <sup>3</sup> /ton VS	643
Producerad CH <sub>4</sub> m <sup>3</sup> /ton VS	450
Producerad CO <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /ton VS	193
Övertryck bar	0,005
Absolut tryck (bar)	1,018
CH <sub>4</sub> kg (gas)	14
CO <sub>2</sub> kg (gas)	38
Total gasmängd till gasreningen m <sup>3</sup> /år	2 016 448
Renad CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /år)	1 411 200

**Rötkammaren**

Volym m <sup>3</sup>	8 000
Andel i rötkammaren	100%
N, kg/år	116 480
NH <sub>4</sub> , kg/år ingående	0
N <sub>in</sub> kg/år (Organiskt bundet)	116 480
P, kg/år	17 024
K, kg/år	44 800
Zn, kg/år	0
Avgående H <sub>2</sub> O kg/m <sup>3</sup> gas	0,0001409
Avgående H <sub>2</sub> O kg/år	284
Kvarvarande biogödsel	13 804 516

**Biogödsel**

Biogödsel, ut kg/år	13 804 516
TS in kg/år	4 480 000
VS nedbrutet kg/år	2 195 200
TS i utgående biogödsel kg/år	2 284 800
TS biogödsel %	16,6%
N kg/ton biogödsel	37,669
NH <sub>4</sub> kg/ton ingående	0,000
P kg/ton biogödsel	5,505
K kg/ton biogödsel	14,488
Zn kg/ton biogödsel	0,000

**Summa resultat****Biogödsel**

<b>Biogödsel ut kg/år utan spädning</b>	13 804 516
TS i utgående biogödsel kg/år	2 284 800
TS i utgående biogödsel %	6,5%
Ntot, (kg/år) biogödsel ut	116 480
NH <sub>4</sub> , (kg/år) biogödsel ut	81 536
P, (kg/år) biogödsel ut	17 024
K, (kg/år) biogödsel ut	44 800
Zn, (kg/år) biogödsel ut	0
N kg/ton biogödsel	8,4378
NH <sub>4</sub> kg/ton biogödsel utan spädning	5,9065
P kg/ton biogödsel	1,2332
K kg/ton biogödsel	3,2453
Zn kg/ton biogödsel	0,0000

<b>Biogödsel ut kg/år med spädning</b>	35 137 849
N kg/ton biogödsel med spädning	116 480
NH <sub>4</sub> kg/ton biogödsel med spädning	81 536
P kg/ton biogödsel med spädning	17 024
K kg/ton biogödsel med spädning	44 800
Zn kg/ton biogödsel med spädning	0
N kg/ton biogödsel	3,31
NH <sub>4</sub> kg/ton biogödsel utan spädning	2,32
P kg/ton biogödsel	0,48
K kg/ton biogödsel	1,27
Zn kg/ton biogödsel	0,00

**Biogasproduktion**

Total gasmängd till gasreningen (m <sup>3</sup> /år)	2 016 448
Renad CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /år)	1 411 200
Producerad CO <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /år)	605 248

**Spädvatten**

Vattenbehov (kg/år)	21 333 333
---------------------	------------

**Begränsningar för spridning av biogödslet**

Biogödsel per hektar och tillfälle (ton/ha)	25,0
Fosfor (kg/ha)	22
Kväve (kg/ha)	100

**Spridning av biogödsel**

N, (kg/ha)	83
NH <sub>4</sub> , (kg/ha)	58
P, (kg/ha)	12
K, (kg/ha)	32
Zn, (kg/ha)	0

## Bilaga 4 Massbalans, beräkningar

I denna bilaga redovisas de huvudsakliga beräkningar som ligger bakom de värden som redovisas i massbalansen och i bilaga 1a och 1b, processchema.

Baserat på uppgifter från Norrköpings kommun finns det två alternativ för biogasanläggningen. Det ena alternativet innebär att 10 000 ton matavfall kommer att rötas, det andra alternativet innebär att 20 000 ton matavfall ska rötas i biogasanläggningen. Beräkningar är utförda för båda alternativen.

Matavfallet har de egenskaper, näringsinnehåll och gasutbyte som visas i tabell 1. Det båda anläggningarnas mängder redovisas också i denna tabell.

Ungefär 20 % av matavfallet kommer att sorteras ut i förbehandlingen, vilket innebär att 8 000 ton respektive 16 000 ton matavfall kommer att rötas i de två fallen.

**Tabell 1 Matavfallets egenskaper, näringsinnehåll, gasutbyte och mängder<sup>1</sup>**

Uppgifter	Värde	10 000 ton	20 000 ton
TS-halt	28 %	2240 ton TS/år	4480 ton TS/år
H <sub>2</sub> O-halt	72 %	5760 ton/år	11 520 ton/år
VS-halt	70 %	1568 ton VS/år	31 136 ton VS/år
N/kg TS	2,6 %	58,2 ton N/år	116,4 ton N/år
P/kg TS	0,38 %	8,5 ton P/år	17 ton P/år
K/kg TS	1,0 %	22,4 ton K/år	44,8 ton K/år
Biogasutbyte m <sup>3</sup> /ton VS	643	1 008 224 m <sup>3</sup> /år	2 016 448 m <sup>3</sup> /år
Metanutbyte m <sup>3</sup> /ton VS	450	705 600 m <sup>3</sup> /år	1 411 200 m <sup>3</sup> /år
Koldioxidutbyte m <sup>3</sup> /ton VS	193	302 624 m <sup>3</sup> /år	605 248 m <sup>3</sup> /år
VS nedbrutet (%)	70 %	1098 ton/år	2196 ton/år

För att rötningen ska fungera tillfredsställande måste matavfallets TS spädas från 28 % till 12 %. Mängden vatten som behövs räknas ut med hjälp av ekvation (1).

$$\frac{TS_{kg} / \text{år}}{TS_{kg} / \text{år} + H_2O_{kg} / \text{år}} - H_2O_{matavfallet} = 12 \% \quad (1)$$

Mängden TS kg/år och TS-halten är kända, för att räkna ut mängden vatten som ska tillsättas får H<sub>2</sub>O kg/år lösas ut ur ekvationen ovan.

Spädvattenbehovet uppgår till,

$$\text{Anläggning för 10 000 ton/år: } \frac{0,88 \cdot 2240 \text{ ton TS} / \text{år}}{0,12} - 5760 \text{ ton} / \text{år} = 10 670 \text{ ton H}_2\text{O per år}$$

$$\text{Anläggning för 20 000 ton/år: } \frac{0,88 \cdot 4480 \text{ ton TS} / \text{år}}{0,12} - 11520 \text{ ton} / \text{år} = 21 340 \text{ ton H}_2\text{O per år}$$

### Gasproduktion:

<sup>1</sup> Baseras dels på försök, men också på Jordbruksverkets databas STANK.

Gasutbytet baseras på antalet  $m^3$  gas som produceras per ton VS. I ekvation (2) visas hur gasutbytet beräknas.

$$X \text{ ton VS/år} * Y \text{ m}^3 \text{ biogas/ton VS} = Z \text{ m}^3 \text{ biogas/år} \quad (2)$$

Anläggning för 10 000 ton/år:  $1568 \text{ ton VS} * 643 \text{ m}^3 \text{ biogas} = 1\,008\,224 \text{ m}^3$ , av dessa är  $705\,600 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  och  $302\,624 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ .

Anläggning för 20 000 ton/år:  $3136 \text{ ton VS} * 643 \text{ m}^3 \text{ biogas} = 2\,016\,448 \text{ m}^3 \text{ biogas}$ , av dessa är  $1\,411\,200 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  och  $605\,248 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ .

### Biogödsel:

VS-halten är den teoretiska mängden substrat som kan brytas ned, medan  $VS_{\text{nedbrutet}}$  motsvarar den mängd som faktiskt bryts ner i rötchammaren.

Mängden biogödsel som är kvar efter rötningen kan beräknas enligt ekvationen:

$$H_2O_{\text{in}} - H_2O_{\text{avg}} + TS_{\text{in}} - VS_{\text{nedbrutet}} \quad (3)$$

Alla faktorer i ekvation (3) är kända förutom mängden avgående vatten. Den mängd vatten som avgår med biogaser går att beräkna med hjälp av ekvation (4) nedan.

Viss mängd av det  $H_2O$  som finns i substraten avgår med den producerade biogasen. Mängden är väldigt liten i sammanhanget men för att få rätt siffror tas den med ändå. Med varje  $m^3$  biogas avgår  $0,0001409 \text{ kg } H_2O$ . Denna siffra är beroende av temperatur, tryck och mättnadsgraden i biogasen, men för den mesofila rötningen är det denna siffra som gäller.

För att beräkna mängden  $H_2O$  som avgår med biogasen varje år används ekvation (4) nedan:

$$\text{Anläggning för } 10\,000 \text{ ton/år: } 1\,008\,224 \text{ m}^3 \text{ biogas} * 0,0001409 \text{ kg } H_2O/\text{avg. m}^3 \text{ biogas} = 142 \text{ kg } H_2O \text{ (4)}$$

$$\text{Anläggning för } 20\,000 \text{ ton/år: } 2\,016\,448 \text{ m}^3 \text{ biogas} * 0,0001409 \text{ kg } H_2O/\text{avg. m}^3 \text{ biogas} = 284 \text{ kg } H_2O \text{ (4)}$$

Resterande faktorer som påverkar den kvarvarande mängden biogas är kända från tabellerna ovan, vilket gör att de kvarvarande mängderna nu kan beräknas med hjälp av ekvation (3).

Kvarvarande biogödsel för anläggning för 10 000 ton/år:

$$H_2O_{\text{in}} - H_2O_{\text{avgående}} + TS_{\text{in}} - VS_{\text{nedbrutet}} = 10\,670 \text{ ton/år} + 5760 \text{ ton/år} - 0,142 \text{ ton/år} + 2240 \text{ ton/år} - 1098 \text{ ton/år} = 17\,572 \text{ ton biogödsel per år}$$

Kvarvarande biogödsel för anläggning för 20 000 ton/år:

$$H_2O_{\text{in}} - H_2O_{\text{avgående}} + TS_{\text{in}} - VS_{\text{nedbrutet}} = 11\,520 \text{ ton/år} + 21\,340 \text{ ton/år} - 0,284 \text{ ton/år} + 4480 \text{ ton/år} - 2196 \text{ ton/år} = 35\,144 \text{ ton biogödsel per år}$$

Biogödslets näringsinnehåll beräknas genom ekvationen:

X kg/år/Y ton/år där, (5)

X = kg näringsämne per år

Y = ton biogödsel per år

Resultaten av beräkningarna av ekvation (5) visas i tabellen nedan. Oavsett vilket alternativ som väljs kommer näringsinnehållet att vara det samma för denna biogasanläggningen.

**Tabell 2 Det utgående biogödslets näringsinnehåll**

TS	6,5	%
N <sub>tot</sub>	3,315	kg/ton biogödsel
P	0,484	kg/ton biogödsel
K	1,275	kg/ton biogödsel

### **Spridningsbegränsningar**

Enligt Jordbruksverket får inte mer än 22 kg P/ha spridningsareal och år spridas. Motsvarande siffra för ammoniumkväve ligger mellan 80 kg NH<sub>4</sub>/ha - 300 kg NH<sub>4</sub>/ha spridningsareal.

För att det ska vara lönsamt att sprida gödslet bör 20-30 ton/ha spridas per omgång. Det ger följande information om biogödslet:

Nödvändig spridningsareal:

Anläggning för 10 000 ton/år: 17 572 ton biogödsel/25 ton per ha = 703 ha

Anläggning för 20 000 ton/år: 35 144 ton biogödsel/25 ton per ha = 1405 ha

Biogödslets näringsinnehåll per spridningsareal beräknas med hjälp av ekvation (6).

$(Z \text{ kg näringsämne/ton biogödsel}) \cdot (W \text{ lönsam spridningsgiva ton/ha}) = \text{biogödslets näringsinnehåll i kg/ton biogödsel, där,}$  (6)

Z = biogödslets näringsinnehåll för respektive ämne enligt tabell 4.

W = Böndernas lönsamma gödselgiva

Resultaten visas i tabell 5

**Tabell 3 Mängden näringsämnena per spridningsareal**

N <sub>tot</sub>	80 kg/ha
P	12 kg/ha
K	31 kg/ha