

Swedish Biogas International AB

2012-01-18

Biogas Mitt

Gårdsberäkningar av biogasproduktion



SBI Katrineholm

Innehåll

1	Inledning	3
1.1	Syfte	3
1.2	Metod	3
2	Biogasproduktion	3
2.1	Substrat	3
2.1.1	Vilka substrat är lämpliga för biogasproduktion, vad är deras biogaspotential?.....	3
2.1.2	Vilka substrat är lämpliga att processa på en samlingsanläggning tillsammans med gödsel?	5
2.1.3	Beräkningsgrundande substrat.....	6
2.2	Biogödsel	6
2.2.1	Biogödsel i jämförelse med andra gödselmedel	6
2.2.2	Hur värderas biogödsel?	7
2.2.3	Hur hanteras biogödsel?	8
2.2.4	Vilka åtgärder krävs för att ställa om ett lantbruks gödselhanteringsystem för att passa ihop med en biogasanläggning?.....	8
3	Resultat	10
3.1	Biogasproduktion baserat på beräkningsgrundande substrat	10
3.1.1	Värdet på den producerade biogasen	11
3.2	Biogödselproduktion baserat på beräkningsgrundande substrat.....	12
3.2.1	Värdet på den producerade biogödseln	12

1 Inledning

1.1 Syfte

I regionen Dalarna och Gävleborgs län bedrivs på flera håll mindre biogasprojekt. Tekniska förstudier har gjorts som syftar till samlingsanläggningar. Denna rapport belyser dels på övergripande nivå men även med en fallstudie substratsituationen såsom den kan se ut för en samlingsanläggning för biogasproduktion. Rapporten beskriver även systemet för biogödseln; produktion, hantering och värdering.

1.2 Metod

Denna rapport har skrivits av projektavdelningen inom Swedish Biogas International (SBI). Projektavdelningen har stor insyn i produktionen och substratsituationen på de tre stora samlingsanläggningar som SBI äger och driver. Denna kunskap och även internetkällor ligger till grund för informationen och slutsatserna som dras i denna rapport. I det fall internetkällor nyttjats hänvisas det till denna i sidfoten.

2 Biogasproduktion

2.1 Substrat

2.1.1 Vilka substrat är lämpliga för biogasproduktion, vad är deras biogaspotential?

Generellt sett är de allra flesta organiska material som ej är förvedade (t.ex. flis) lämpliga som substrat för biogasproduktion. Traditionellt sett har begreppet substrat varit förknippat med en biogasbransch där fokus legat på att behandla avfall och där biogasen ibland endast varit en biprodukt. Pendeln håller nu på att svänga och nya råvaror inryms numera i begreppet substrat. Detta till följd av den ökade efterfrågan på biogas som fordonsbränsle och därmed en ökad betalningsförmåga. Traditionellt sett kommer substrat från följande branscher:

Kött och chark

Inom denna bransch uppkommer olika slags slaktavfall och restprodukter vid slakt och styckning. Vissa av dessa fraktioner avsätts till biogasanläggningar och andra som djurfoder. En viss konkurrens råder bland biogasanläggningar om detta substratslag eftersom det är en hög biogaspotential och i regel finns en behandlingsavgift.

Mejerier

Inom mejeribranschen förekommer biprodukter i form av vassle, vasslebiprodukter och fodermjolk. Dessa biprodukter avsätts oftast som djurfoder men har under de senare åren även nyttjas som substrat till biogasproduktion. Bakgrunden är främst mejeriernas syn på fördelarna med att ha en trygg mottagare av sina biprodukter utan hygienkrav som tryggar deras egen produktion. Avsättning av biprodukter till djurfoder är i regel ej förknippat med någon form av mottagningsgaranti hos lantbruksföretag med djurhållning.

Bryggerier

Vid bryggerier uppkommer biprodukter såsom drav, jäst och slam. Precis som från mejeribranschen avsätts merparten av dessa biprodukter idag som djurfoder. Av samma anledning och resonemang som ovan gällande vassle och fodermjolk är det idag förekommande att drav och jäst blir substrat till biogas.

Bagerier och kvarnar

Från bagerier uppstår främst paketerade returprodukter. Merparten levereras som djurfoder där djurhållaren ansvarar för att avlägsna plastförpackningar mm. Från kvarnar uppstår avrens (skal) och andra spannmålsbiprodukter. Dessa nyttjas traditionellt sett till förbränning eller till djurfoder. Dock har även här pendeln slagit över till att dessa biprodukter ses mer och mer som ett lämpligt substrat till biogasproduktion.

Övriga industrier

Andra industrier som kan generera biprodukter, avfall eller andra typer av produkter som kan vara lämpliga som substrat till biogas är bland annat:

- Socker-, stärkelse- och konsumtionsspritsproduktion
- Etanolproduktion
- Pappers-, massa- och cellulosaindustrin
- Grönsaksberedning
- Fiskerier och rökerier
- Äggproduktion
- Fjäderfäproducenter
- Färdigmatstillverkning
- Läkemedelsindustrin
- Garverier
- Biodieselproduktion (RME)

Gödsel från lantbruksföretag

Djurhållning av såväl nötdjur, svin som fjäderfä resulterar i gödsel. All gödsel har en biogaspotential dock är den beroende på sin beskaffenhet olika smidig att hantera på en biogasanläggning. Enklaste formen av gödsel att hantera är gödsel från nöt- och svinbesättningar med ett flytgödselsystem. Flytgödseln kan då enkelt samlas upp och transporteras med tankbil. Besättningar med ett fastgödselsystem, främst fjäderfäproducenter men även nöt- och svingårdar, är ej uteslutna som substratleverantörer. Dock ställs krav på att biogasanläggningen har den tekniska utrustning som krävs för denna typ av fasta råvara. När det gäller djupströbbäddar är det lämpligt att de består av halm blandat med gödsel, ej spån. Detta främst eftersom spån inte i sig har någon biogaspotential och att det ökar risken för sedimentering i röt-kammaren. Biogaspotentialen per kilo är dock störst för fastgödsel (på grund av sin lägre andel vatten), sedan kommer flytgödsel från svin och sedan flytgödsel från nöt. Nötgödsel är dock i sig själv rik på metanbildande bakterier och utgör en lämplig bas i en samlingsanläggning för biogas.

Energi gröda

De grödor som ger högst biogasutbyte per hektar är sockerbetor, majs, vall av olika slag och jordärtskockor. Att som lantbrukare gå från en stråsåddominerad växtodling till betor, skockor är ett stort steg med en stor systemändring i maskinpark med mera som följd och därför har majs och olika sorter av vall kommit att dominera bland de energi grödor som nyttjas till biogas. För att skapa en vinna-vinna situation mellan lantbrukaren och biogasanläggningen är det lämpligt att till exempel vallodlingen utformas så att den sätts samman så att den ger en positiv effekt i växtföljden.

Mer rekommenderad läsning om substrat finns i rapporterna:

Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter, Linné et al, 2008. Finns att ladda ned på www.energigas.se.

Substrathandbok förbiogasproduktion, Carlson, Uldal, 2009. Finns att ladda ned, inklusive excelark med biogaspotentialer, på www.sgc.se.

U2011:23 Substratmarknadsanalys - Sammanställning och analys av substratmarknaden, Avfall Sverige, 2011. Finns att ladda ned på www.avfallsverige.se

Energigrödor till biogasproduktion, effekter på odlingsystemet, Hansson et al. Finns att ladda ned på www.bioenergiportalen.se.

2.1.2 Vilka substrat är lämpliga att processa på en samlingsanläggning tillsammans med gödsel?

Frågeställningar som kan vara aktuella att beakta när ett substrat utvärderas för att samrötas på en samlingsanläggning för biogasproduktion är bland annat:

- Kräver substratet hygienisering?
- Krävs lagring av substratet på biogasanläggningen?
- Är substratet i pumpbar- eller fast form?
- Vilken struktur har substratet?
- Förkommer risk för luktproblem till följd av hantering av substratet?
- Vilket kväveinnehåll har substratet?
- Vilket pH-värde har substratet?

Svaren på dessa frågor besvarar hur substratet påverkar såväl miljön inuti biogasanläggningen som utanför den. Båda är relevanta för huruvida biogasproduktionen skall kunna bedrivas framgångsrikt.

Hygienisering

Om substratet är av animaliskt ursprung såsom slaktavfall och gödsel så omfattas substratet av krav på hygienisering. Detta innebär att substratet innan det får spridas som biogödsel på åkermark skall upphettas till minst 70 °C under en timma (även andra nivåer och intervall förekommer). En hygieniseringsanläggning innebär en ökad investering på biogasanläggningen och kräver tillsyn av bland annat jordbruksverket.

Pumpbart eller fast substrat

Huruvida substratet hanteras i pumpbar- eller fast form är viktigt sett till anläggningstekniska aspekter. Ett pumpbart substrat är alltid lättare att hantera än ett fast. Pumpbara substrat lossas med tankbil till en brunn eller tank på anläggningen medan fasta råvaror måste tippas i någon form av tippficka med matarskruvar eller motsvarande. I regel är då även en frontlastare nödvändig på anläggningen för att fylla på denna ficka.

Risk för lukt

Om substratet innebär en risk för lukt kommer lukt begränsande åtgärder i form av tekniska installationer att krävas på biogasanläggningen. Dessa kan innebära såväl hög investering och hög driftskostnad. Skulle lukt begränsande åtgärder ej genomföras och problem med luktolägenhet uppstå så kommer sannolikt anläggningens miljötillstånd i förlängningen att återkallas. Därför är det viktigt att redan tidigt i projekteringen värdera substratet och dess kostnader genom hela kedjan.

Kväveinnehåll

Beroende på vilken substratsammansättning som finns på biogasanläggningen så kan ett nytt substrats kväveinnehåll vara av betydelse. Detta eftersom kväve vid förhöjda halter är giftigt för de metanbildande bakterierna. Ett exempel: En biogasproduktion baserat på merparten nötgödsel och svingödsel är en stabil produktionsmiljö för de metanbildande bakterierna. Skulle dock anläggningens ägare inleda tilläggsmatning med en större mängd fastgödsel från fjäderfä, vilken är mycket rik på kväve, är risken överhängande att kvävehalten i röt-kammarinnehållet skulle hamna på, för bakterierna, giftiga nivåer och dessa skulle hämmas i sin metangasproduktion och efter en tid dö.

pH-värde

Den metanbildande processen i en biogasanläggning består av flera delsteg. I dessa steg bildas så kallade mellanprodukter som sedermera ombildas till metan och koldioxid. Dessa mellanprodukter består huvudsakligen av olika fettsyror. För att klara av att hantera dessa fettsyror utan att röt-kammarinnehållets balans förskjuts krävs det att röt-kammarinnehållets förmåga att buffra syror är god. Denna förmåga kallas alkalinitet. Om ett röt-kammarinnehåll har en låg alkalinitet kan det vara kritiskt för balansen att tillsätta ett nytt substrat med lågt pH-värde till processen. För att exemplifiera detta så har ett röt-kammarinnehåll basera på rötning av reningsverksslam en relativt låg förmåga att buffra syra, dess alkalitet är låg. Skulle ett nytt substrat med lågt pH tillsättas är risken stor att det blir ett överskott av syror i röt-kammaren, miljön blir opassande för de metanbildande bakterierna som inledningsvis hämmas i sin metangasproduktion och efter en tid dör de.

Dock skall det påpekas att ett röt-kammarinnehåll baserat på gödsel har en god buffertförmåga och i de allra flesta fall är ett lågt pH-värde hos nya substrat inget problem för processen.

Mer läsning om mikrobiologin i biogasprocessen återfinns i rapporten: Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar, Jarvis, Schnürer, 2009. Finns att ladda ned på www.sgc.se.

2.1.3 Beräkningsgrundande substrat

För att skapa en fallstudie i denna rapport som väljs följande substrat som bas i en samlingsanläggning för biogasproduktion.

Flytgödsel från nöt	35 000 ton/år
Flytgödsel från svin	8 500 ton/år
Fastgödsel från fjäderfä	3 000 ton/år
Vallgröda	4 000 ton/år
Summa	50 500 ton/år

2.2 Biogödsel

2.2.1 Biogödsel i jämförelse med andra gödselmedel

Biogödseln i sin oförädlade form är ett flytgödselmedel. Det är denna form som det fokuseras på i denna rapport eftersom det ur biogasanläggningens horisont är fördelaktigt att sträva efter att avsätta biogödseln oförädlad med de fördelar biogödseln har i sin flytande form.A

Syner på biogödsel i livsmedelsproduktion

Om inte substrat som anses vara animaliska biprodukter (främst slaktavfall) nyttjas kan biogödsel nyttjas inom ekologisk produktion.

Förutsatt att gödsling med biogödsel ej ökar markens tungmetallnehåll (främst kadmium) är biogödsel godkänt som gödselmedel för produktion enligt Svensk Sigill.

Om ett substrat i biogasproduktionen är källsorterat organiskt hushållsavfall anser den miljömärkande organisationen KRAV att gödsling med biogödsel är godkänt att nyttjas i produktionen av KRAV-märkta produkter. Dock är en sådan biogödsel ej godkänd att använda på mjölkgårdar enligt branschorganisationen Svensk Mjök.

Egenskaper hos biogödsel

Näringsinnehåll

Biogödselns näringsinnehåll varierar med vad som rötas i biogasanläggningen. Dock är det viktigt att veta att inga näringsämnen förbrukas eller konsumeras på något sätt i en röttningsprocess. Generellt sett är biogödsel från en biogasanläggning som processar substrat såsom gödsel och industriella biprodukter likvärdigt, eller bättre än, svingödsel. Näringsmässigt ligger de då kring: 3,5 kg ammoniumkväve, 1 kg fosfor och 2 kg kalium. Samtliga enheter per ton våt biogödsel.

Höjd mullhalt och förbättrad markstruktur

Jämfört med gödsling med stallgödsel innehåller biogödsel mer stabilt organiskt material. Detta innebär att mullhalten i jorden höjs vilket medför en förbättrad struktur i jorden.

Mikronäringsämnen

Jämfört med handelsgödsel är biogödsel ett naturligt organsikt gödselmedel. Det innebär att biogödseln till skillnad från handelsgödseln innehåller ett flertal mikronäringsämnen som i stor utsträckning avgör huruvida odlingsmarken avkastar bra år efter år. Mikronäringsämnena är viktiga för att växtodlingen skall vara hållbar och uthålligt ge en spannmål med en god näringssammansättning. Utan dessa är risken att givorna av stallgödsel måste ökas och ökas för att kunna bibehålla avkastningen från samma odlingsmark.

Större andel snabbverkande ammoniumkväve

Jämfört med gödsling med stallgödsel innehåller biogödsel en större andel ammoniumkväve. Detta kväve är mineraliserat och tas snabbare och lättare upp av den växande grödan. Med ett mer snabbverkande gödselmedel i form av biogödsel kan gödslingen styras effektivare och grödan kan ges den näring under precis den period som den behöver den. Effekten växtodlaren är ute efter brukar kallas kväveeffekt.

Minskad lukt

Röttningsprocessen på biogasanläggningen har en reducerande effekt på många av de luktämnen som förekommer i stallgödsel.

2.2.2 Hur värderas biogödsel?

Vid värdering av biogödsel råder ofta en osäkerhet om hur mycket av biogödselns innehåll av växtnäring som kommer växterna till nytta. Detta gäller framförallt de långsiktiga effekterna av gödsling med organiskt gödselmedel. Biogödseln skall värderas dels kortsiktigt det vill säga baserat på det näringsinnehåll den har men även långsiktigt i form av dess egenskaper som höjer mullhalten och med den markstrukturen. Värdet av en mindre omfattande lukt vid spridning av biogödsel jämfört med stallgödsel kan även det vara värt mycket.

Värdet för biogödseln för en växtodlingsgård varierar med marknaden och över tiden liksom med spridningstillfälle och odlingsmarkens förutsättningar. Biogödselvärdet 2011 ligger beroende på dess sammansättning av näringsämnen kring 50 – 80 kr per våtton biogödsel, exklusive spridningskostnader.

Biogödselns produktvärde kan även ökas genom tillsats av ovan nämnda växtnäringsämnen. Det förekommer att biogödselentreprenörer idag blandar in handelsgödsel för att få den sammansättning som deras kunder på biogödsel önskar.

2.2.3 Hur hanteras biogödsel?

Biogödseln är lätt att nyttja som gödselmedel, den är visserligen i likhet med konventionell flytgödsel benägen att sedimentera med den går snabbt att röra upp och vid spridningen erhålls en jämn spridningsbild. Den homogena strukturen som erhålls tack vare röttningsprocessen förhindrar risken för stopp i munstyckena på gödselspridaren. Biogödseln är rik på ammoniumkväve och detta är ett kväve som är värdefullt för den växande grödan men också lättflyktigt vid spridning. Det är därför av största vikt att biogödseln sprids vid rätt tidpunkt för den växande grödan att tillgodose sig kvävet. Tekniska åtgärder för att minska kväveavgång är att sprida med myllningsaggregat eller med släpplang.

2.2.4 Vilka åtgärder krävs för att ställa om ett lantbruks gödselhanteringsystem för att passa ihop med en biogasanläggning?

En växtodlare som tar emot biogödsel skall tillse att denna skall kunna lagras på ett ändamålsenligt sätt. Resonemanget om lättflyktigt kväve ovan innebär att lagringen av biogödseln är av största vikt för att bibehålla det värdefulla kvävet. Eftersom biogödsel normalt skapar ett tunnare svämtäcke är det fördelaktigt att lagringsbrunnar förses med en takkonstruktion.

I det beräkningsgrundande exemplet med en årlig volym producerad biogödsel om drygt 46 300 våta ton innebär det årligen cirka 1 323 transporter (varje biogödseltransport rymmer ca 35 ton). Förutsatt att det sammanlagt finns 20 lika stora mottagare av biogödsel från den aktuella anläggningen så blir det årligen 67 transporter till varje mottagare. Eftersom biogödseln produceras i samma takt oavsett årstid sker leveranserna kontinuerligt. Dock eftersträvas leveranser helgfria dagar vilket i detta exempel sätts till 260 dagar per år. Således kommer en leverans ungefär var 4e dag.

Exempel: Den fastgödsellevererande gården

För en lantbrukare med djurhållning som levererar flytgödsel till biogasanläggningen finns brunnkapacitet på gården för mottagning och lagring av biogödsel. Denna möjlighet är det sällan det finns hos en djurhållare med fastgödselhantering som levererar fastgödsel till en biogasanläggning och får flytande biogödsel tillbaka. För att då skapa en förståelse exemplifieras

Tabell 1 nedan ett scenario där en djurhållare levererar fastgödsel med ett totalt fosforinnehåll om ca 1 000 kg till en biogasanläggning. Han får sedan tillbaka samma mängd fosfor i form av biogödsel. Biogödselns karaktäristik avseende såväl torrsubstanshalt (TS) och näringsinnehåll är beräknat utifrån beräkningsgrundande substrat.

Tabell 1. Exemplifierande scenario där fastgödsel från nöt och biogödsel med ett totalt innehåll om 1000 kg fosfor jämförs.

Substrat	Mängd [våta ton/år]	TS-halt [%]	TotN (% av TS)	Am-N (% av TS)	P (% av TS)	K (% av TS)	Total-kväve [kg/år]	Andel ammoniumkväve [kg/år]	Fosfor [kg/år]	Kalium [kg/år]
Fastgödsel från nöt	590	19%	3,1%	1,3%	0,9%	2,8%	3 464	1 502	1 009	3 139
Biogödsel	700	5%	12,2%	7,3%	3,0%	9,4%	4 161	2 477	1 010	3 203

Slutsats: 700 ton biogödsel motsvarar fosforinnehållet i 590 våta ton fastgödsel från nöt. Eftersom biogödseln är ett flytgödselmedel är dess lagringsbehov 1:1 avseende relationen ton och m³.

Vid leverans av fastgödsel till en biogasanläggning gäller även här att det är positivt att ha så färsk gödsel som möjligt. Detta både ur ett miljö- och energihänseende men även för anläggningens tillförsenplan är det en fördel. Istället för att ha en djup ströbädd som bara gödsla ut en gång per år så kan det vara önskvärt att gödsla ut 3-5 gånger per installningsperiod.

Tillförsel till biogasanläggningen sker lämpligen löpande över året med leverans varje eller varannan vecka, för att inte behöva ha en omfattande lagring på biogasanläggningen. På gården måste alltså gödsel lagras på befintlig gödselplatta mellan utgödslingsomgångarna.

Exempel: Den flytgödselleverande gården

För att skapa en förståelse om näringsinnehåll i flytgödsel från nöt jämfört med biogödsel exemplifieras i Tabell 2 nedan ett scenario där en djurhållare levererar flytgödsel med ett totalt fosforinnehåll om ca 1 000 kg till en biogasanläggning. Han får sedan tillbaka samma mängd fosfor i form av biogödsel. Biogödselns karaktäristik avseende såväl torrsubstanshalt (TS) och näringsinnehåll är beräknat utifrån beräkningsgrundande substrat.

Tabell 2. Exemplifierande scenario där flytgödsel från nöt och biogödsel med ett totalt innehåll om 1000 kg fosfor jämförs.

Substrat	Mängd [våta ton/år]	TS-halt [%]	TotN (% av TS)	Am-N (% av TS)	P (% av TS)	K (% av TS)	Totalkväve [kg/år]	Andel ammoniumkväve [kg/år]	Fosfor [kg/år]	Kalium [kg/år]
Flytgödsel från nöt	1 460	9%	4,0%	2,0%	0,76%	4,0%	5 309	2 628	999	5 256
Biogödsel	695	5%	12,2%	7,3%	3,0%	9,4%	4 131	2 459	1 003	3 181

Slutsats: Då ett lantbruk levererar flytgödsel från nöt som råvara till biogas innebär ett totalt fosforinnehåll om 1000 kg en volym motsvarande 1460 våta ton flytgödsel. Om samma mängd fosfor skall återföras till lantbruket efter det att den rötats i biogasanläggningen och kompletterats med övriga substrat ska en volym om totalt 695 våta ton biogödsel levereras till gården. Biogödseln är således mer rik på fosfor än flytgödseln, skillnaden motsvarar knappt 52%.

Sett till ammoniumkväve så innehåller 1460 våta ton flytgödsel från nöt knappt 2630 ton ammoniumkväve och 695 våta ton biogödsel innehåller knappt 2460 ton ammoniumkväve, skillnaden motsvarar knappt 6,5%. Om istället samma mängd vara ska levereras tillbaka till gården ökar fosformängden med 110 % och innehållet av ammoniumkväve med 96 %. Se Tabell 3.

Tabell 3. Vid samma mängd våt flytgödsel respektive biogödsel blir resultatet följande, det vill säga en dubbling avseende ammoniumkväve.

Substrat	Mängd [våta ton/år]	TS-halt [%]	TotN (% av TS)	Am-N (% av TS)	P (% av TS)	K (% av TS)	Totalkväve [kg/år]	Andel ammoniumkväve [kg/år]	Fosfor [kg/år]	Kalium [kg/år]
Flytgödsel från nöt	1 460	9%	4,04%	2,00%	0,76 %	4,00 %	5 309	2 628	999	5 256
Biogödsel	1 460	5%	12,17%	7,25%	2,95 %	9,37 %	8 679	5 166	2 106	6 681

Hos lantbruk som levererar flytgödsel som råvara till biogasproduktion bör en mindre utlastningsbrunn för färsk gödsel byggas, om inte lämplig brunn eller tillräckligt stor pumpbrunn redan finns. Befintliga brunnar används normalt för lagring av den återtagna biogödseln. Vissa gårdar kanske hellre flyttar återtagen biogödsel till satellitbrunnar vid spridningsarealen för att minska den interna transporten på gården. Ett alternativ till satellitbrunnar är att container ställs upp i anslutning till spridningsarealen där släpplangspridare, eller annan typ av spridarekipage, löpande kan hämta biogödsel. Containern fylls då löpande på med biogödsel med tankbil.

Eftersom biogödsel med fördel sprids i växande gröda, främst under våren, är det tacksamt om så stor volym extern lagring av biogödsel som möjligt knyts till biogasanläggningen. På så vis kan biogasanläggningen tillse att kunderna av biogödsel kan få sina brunnar fulla i tid till spridningen på våren. Såväl äldre gödselbrunnar som nybyggda gödselbrunnar är lämpliga för biogödsellagring förutsatt ett skydd mot kväveavgång (sväntäcke eller fast tak). Dock är transportererna som levererar biogödsel ofta stora, tunga bilar som i regel behöver goda möjligheter att komma intill gödselbrunnarna och att tillfartsvägen inte är för svag. Risken är annars att biogödselbilen kör fast.

Det är inte önskvärt att gödseln förorenas med till exempel hydraulolja. Dock är sannolikheten att föroreningen skulle vara så omfattande att de metanbildande mikroorganismerna i röt-kammaren skulle ta skada mycket liten eftersom röt-kammarens volym i regel är väldigt mycket större i relation till omfattningen av en eventuell förorening. Andra föroreningar som kan bedömas enligt samma resonemang är till exempel mögelskadat spannmål.

Fråga:

Överstiger värdet på ammoniumkvävet i biogödseln den årliga kostnaden för en investering av flytgödsellagring på denna gård eller måste den vara större?

Svar:

I exemplet med fastgödselgården med 590 ton fastgödsel in till anläggningen ska 700 ton biogödsel återtas för att få tillbaka samma mängd fosfor. Innehållet av ammoniumkväve i gödseln ökar då med 975 kg. Lämpligt skulle då kunna vara en gödselbrunn på ca 500 m³ för detta. Investeringskostnaden för denna brunn ligger på ca 150 000 kr. Kapitalkostnaden för denna brunn med en 15-årig avskrivning blir ca 15 000 kr per år. Värdeökningen på ammoniuminnehållet i biogödseln kan värderas till 10 kr/kg vilket innebär en årlig intäkt/besparing på knappt 10 000 kr. Värdet i gödsel kan alltså inte fullt ut bekosta den investering som görs i gödselbrunnen. Däremot tillkommer värden som flytgödselhantering som möjliggör spridning i växande gröda, hygieniserad gödsel vilket är positivt ur smittorisk, luktreduktion på gödseln med mera.

Mer rekommenderad läsning om lagring av biogödsel finns i rapporten: Utformning av biogödsellager på svenskbiogasanläggningar – nulägesbeskrivning och smittskyddsrekommendationer. Avfall Sverige, 2010. Finns att ladda ned på www.avfallsverige.se.

3 Resultat

3.1 Biogasproduktion baserat på beräkningsgrundande substrat

Metangaspotentialen på de substrat som anges under kap 2.1.3 presenteras i Tabell 4 nedan. Siffrorna är hämtade från substrathandboken och förutsätter fullständig nedbrytning av det organiska materialet. Den reella biogaspotentialen är förutsatt en utrottningsgrad om 80 % i produktionsanläggningen. Detta är en utrottningsgrad som kan anses rimlig för en samlingsanläggning. Övriga begrepp och enheter nedan förklaras i sidfoten.

Tabell 4. Metangaspotentialen för valda substraten

Substrat	Metangaspotential [Nm ³ CH ₄ / ton VS] ¹	Reel metangaspotential[Nm ³ CH ₄ / ton VS]	Energipotential [kWh / ton VS] ²
Flytgödsel från nöt	213	170	1699
Flytgödsel från svin	268	214	2138
Fastgödsel från fjäderfä	247	198	1970
Vallgröda	300	240	2393

Biogasproduktionen baserat på beräkningsgrundande substrat presenteras i Tabell 5.

Tabell 5. Biogasproduktion baserat på beräkningsgrundande substrat:

Substrat	Mängd [våta ton/år]	Mängd [ton VS/år]	Total metangaspotential [Nm ³ /år]	Energipotential [MWh/år]
Flytgödsel från nöt	35 000	2 520	429 408	4 281
Flytgödsel från svin	8 500	544	116 634	1 163
Fastgödsel från fjäderfä	3 000	958	189 222	1 887
Vallgröda	4 000	1 162	278 784	2 779
Summa	50 500		1 014 047	10 110

3.1.1 Värdet på den producerade biogasen

Värdet på den producerade biogasen är beroende av leveransgränsen. Skall biogasen uppgraderas till fordonsgas och säljas direkt efter produktionsanläggningen (ca 10 bar tryck) eller skall biogasen högtryckskomprimeras och säljas direkt till slutkund i en biogasmack eller lagrad i mobila gaslager (så kallade gasflak med ett tryck om ca 250 bar). Beroende på leveransgränsen kan fordonsgasens värdebedömas till 6-7 kr/Nm³ fordonsgas. Fordonsgas består av minst 96 % metan varpå den totala volymen fordonsgas uppgår till 1 027 600 Nm³ årligen. Värdet motsvarar då 6 165 500 kr årligen. Investeringen för en biogasanläggning för såväl biogasframställning och uppgradering börjar vid ca 20 Mkr. En produktionsanläggning i denna storleksordning (ca 10 GWh) hamnar i den minsta klassen. I detta segment är skalfördelarna små varpå en investering i uppgradering är svårt att få lönsam. När tillgången på substrat är bättre och tre gånger så mycket biogas produceras, det vill säga årligen ca 30 GWh energi, hamnar samlingsanläggningen i det segment då en investering i en uppgraderingsanläggning normalt är lättare att få lönsam. Investeringen för en sådan anläggning är ungefär dubbelt så stor medan intäkten tredubblas.

Ett alternativ till fordonsgasproduktion är kraftvärmeproduktion då biogasen förbränns i en gasmotor och med hjälp av en generator alstrar elektricitet. Jämte elproduktionen erhålls värme från gasmotorn. Energiutbytet vid kraftvärmeproduktion är ca 4 GWh elektricitet och 3 GWh värme netto. Beroende på elpris och möjlighet till avsättning av värme ligger intäkten på 3 – 4 miljoner kronor årligen. Investeringen för biogasanläggningen med kraftvärme i denna storleksordning ligger på ca 15 miljoner kronor. Billiga substrat är en förutsättning för att få lönsamhet i denna anläggning.

¹ Normalkubikmeter är 1 kubikmeter gas vid 0 °C och atmosfärstryck. CH₄ är den kemiska formeln för metan och VS är den strikt organiska delen av ett substrat. Både dess innehåll av vatten och icke organiska mineraler är borträknat.

² kWh enheten för kilowattimme och ton VS enligt föregående fotnot. En Nm³ metan motsvarar 9,97 kWh.

3.2 Biogödselproduktion baserat på beräkningsgrundande substrat

3.2.1 Värdet på den producerade biogödseln

Biogödselproduktionen från de beräkningsgrundande substraten beräknas enligt Tabell 6 nedan. Givna förutsättningar ovan är TS och VS-halt och en utröttningsgrad om 80 %. Biogödselns beståndsdelar är det organiska material som ej rötas i rötkammaren (då utröttningsgraden är 80% så blir denna andel 20%). Det icke organiska materialet är främst mineraler och slutligen biogödselns vatteninnehåll. Inget vatten tillsätts i processen utan allt vatten tillförs via substratet.

Tabell 6. Biogödselproduktion utifrån beräkningsgrundande substrat

Substrat	Mängd [våta ton/år]	icke utrötat organiskt material [ton/år]	Icke organiskt material [ton/år]	Vatteninnehåll [ton/år]	Total biogödsel- produktion [ton/år]
Flytgödsel från nöt	35 000	504	630	31 850	32 984
Flytgödsel från svin	8 500	109	136	7 820	8 065
Fastgödsel från fjäderfä	3 000	192	302	1 740	2 234
Vallgröda	4 000	232	158	2 680	3 071
Summa	50 500	1 037	1 227	44 090	46 353

Sammanfattningsvis produceras årligen drygt 46 300 ton biogödsel per år.

För att kunna bedöma spridningsareal och värdet av de i biogödseln ingående näringsämnen har näringsinnehållet för varje substrat sammanställts i

Tabell 7. Dessa har sedan adderats för att erhålla det sammanlagda näringsinnehållet för biogödseln i sin helhet per år.

Tabell 7. Näringsmässig karaktäristik för de valda substraten.

Substrat	Mängd [våta [ton/år]	TS- halt [%]	Total- kväve [% av TS]	Andel ammonium- kväve [% av TS]	Fosfor [% av TS]	Kalium [% av TS]	Total- kväve [ton/år]	Bundet kväve[to n/år]	Andel ammo- nium- kväve [ton/år]	Fos- for [ton/å r]	Kali- um[to n/år]
Flytgödsel från nöt	35 000	9%	4,04%	2,00%	0,76%	4,00%	127	64	63	24	126
Flytgödsel från svin	8 500	8%	6,34%	4,19%	2,32%	3,70%	43	15	28	16	25
Fastgödsel från fjäderfä	3 000	42%	4,47%	1,97%	1,83%	2,23%	56	32	25	23	28
Vallgröda	4 000	33%	3,70%	0,00%	0,31%	2,49%	49	49	-	4	33
Summa	50 500						276	159	116	67	212

Då substratet rötas på biogasanläggningen innebär det att uppskattningsvis 30 % av det bundna kvävet mineraliseras och omvandlas till lättillgängligt ammoniumkväve (Am-N i tabellen ovan). Således blir biogödselns totala näringsinnehåll i detta beräkningsgrundande fall årligen:

Totalkväve	N-tot	276 ton/år	5,96 kg/ våtton biogödsel
Varav bundet kväve	Bund-N	111 ton/år	2,40 kg/våtton biogödsel
Varav Ammoniumkväve	Am-N	164 ton/år	3,54 kg/våtton biogödsel
Fosfor	P	67 ton/år	1,45 kg/våtton biogödsel
Kalium	K	212 ton/år	4,58 kg/ våtton biogödsel

Spridningsreglerna i Sverige innebär att ett tak finns på hur mycket fosfor det får spridas per hektar och år. Den maximalt tillåtna mängden är 22 kg fosfor per hektar och år. Då årligen biogödselinnehållandes totalt 67 ton produceras innebär det att knappt 3 050 hektar spridningsareal krävs för avsättning av biogödseln. Kvävegivan på varje hektar blir då knappt 53,8 kg ammoniumkväve och knappt 36,4 kg bundet kväve.

Avseende värderingen av biogödseln är det svårt att i det ej specificerade fallet värdera de långsiktiga fördelarna tillsammans med värdet av en minskad lukt. Dessa fördelar är helt avhängda de lokala förutsättningarna. Med denna bakgrund värderas biogödseln endast i det kortsiktiga fallet det vill säga baserat på dess näringsinnehåll av Ammoniumkväve, Fosfor och Kalium (NPK).

Det beräkningsgrundande värdet på näringsämnen har satts till:

Ammoniumkväve	10 kr/kg
Fosfor	22 kr/kg
Kalium	8 kr/kg

Ett vått ton biogödsel som innehåller 3,54 kg Ammoniumkväve, 1,45 kg Fosfor och 4,58 kg Kalium blir således värt totalt knappt 104 kr.