



Sveriges
lantbruksuniversitet

Inom vilka områden behövs framtida biogassatsningar?

Future support to biogas production in Sweden

Maria Gillgren

Referat

Inom vilka områden behövs framtida biogassatsningar?

Maria Gillgren

Energimyndigheten har från Regeringen blivit tilldelad 100 miljoner kronor att fördela som investeringsstöd för att främja en effektiv och utökad produktion, distribution samt användning av förnybara gaser såsom biogas. Myndigheten har samtidigt fått i uppdrag att utveckla en sektorsövergripande biogasstrategi och föreslå åtgärder som på kort och lång sikt kan bidra till ökad användning av biogas. Denna strategi ska också tjäna som ett underlag för fördelning av olika former av stöd inom sektorn.

Syftet med detta examensarbete är att sammanställa information som kan bidra som underlag vid upprättandet av den sektorsövergripande biogasstrategin. Ett annat syfte är att bidra med underlag för Energimyndighetens bedömning av var ett investeringsstöd kan ge störst effekt för den fortsatta utvecklingen inom biogasområdet. Detta stöd avser den senaste, ovan nämnda, utlysning som Energimyndigheten gjort inom området. Examensrapporten innehåller bland annat en sammanställning av gjorda insatser inom forskningsområdet biogas de senaste åren, finansierat av framför allt Energimyndigheten, men även en inblick i vilka biogassatsningar som är gjorda av andra nationella aktörer. Ett antal personer från bland annat branschorganisationer har intervjuats för att ta del av deras syn på den framtida biogasmarknaden, vilka satsningar som bör göras och vilka hinder som har störst inverkan. Organisationerna är valda utifrån kriteriet att de ska representera olika delar av biogasbranschen och att olika synvinklar därigenom ska framkomma. Rapporten innehåller slutsatser som dragits av tidigare biogassatsningar hos Energimyndigheten och identifiering av biogasområden där det föreligger stort behov av framtida satsningar för utökad produktion, distribution och användning.

Ett område som i detta examensarbete har identifierats ha stort behov av framtida biogassatsningar är bland annat framtagande av alternativa rötningssubstrat, eftersom mängden tillgängligt substrat nuläget inte är tillräcklig. Detta utgör idag en begränsning för biogasproduktionen. Det bör även satsas mer på förbehandling av substrat innan rötning, vilket ökar gasproduktionen och förbättrar substratutnyttjandet i större utsträckning. Mer satsningar behövs också kring hur biogasprocessens slutprodukt, rötresten, kan bli en mer attraktiv produkt så att återcirkulering av växtnäring kan ske i större grad genom rötrestspridning på åkermark. Detta är av stor vikt eftersom en ökad volym rötningssubstrat ger upphov till större mängd rötrester som ska hanteras. Andra områden som är i behov av framtida stöd är utveckling av befintliga anläggningar för att öka och effektivisera produktionen. För att optimera processerna bör framför allt mer medel satsas på kunskapsuppbyggnad och spridning av den vetenskap som finns tillgänglig. Att länka samman universitet, högskolor och naturbruksgymnasium med anläggningar i drift kan vara det mest effektiva sättet att nå ut med relevant information och kunskap. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv bör mer medel läggas på att öka gödselrötning då detta minskar metanläckage.

Nyckelord: Biogas, biogasproduktion, rötning, substrat, förnybar energikälla, forskning, uppgradering, fordonsgas

Institutionen för mikrobiologi, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Genetikcentrum, Genetikvägen, SE- 750 07 Uppsala, Sweden, ISSN 1401-5765

Abstract

Future support to biogas production in Sweden

Maria Gillgren

Swedish Energy Agency has been allocated SEK 100 million from the government to distribute as investment grant to promote efficient and expanded production, distribution and use of renewable gases such as biogas. The Agency has also been given the task to develop a multidisciplinary strategy for biogas and propose measures which can contribute to increased use of biogas in the short and long term. This strategy will also serve as a basis for the allocation of various forms of support in the biogas sector.

The purpose of this study is to compile information which can be used as input for the establishment of the multidisciplinary strategy for biogas. Another purpose is to provide information to support the Swedish Energy Agency in the assessment of which areas an investment grant will have the greatest impact for the future development of biogas. This grant refers to the latest call of Swedish Energy Agency in the sector. This report includes a summary of what areas grants have been given for research of biogas in recent years, mainly financed by the Swedish Energy Agency, but also an insight into efforts made by other national operators. A number of people from professional biogas organizations have been interviewed to share their views on the future biogas market. Which efforts should be made and the main obstacles to be overcome are other questions discussed. The report contains conclusions from the experience of previous support from the Swedish Energy Agency as well as identification of areas in which there is great need for future efforts in order to expand the production, distribution and use of biogas.

Some areas which have been identified in this thesis for need of future efforts in the biogas sector is for example the development of alternative substrates for anaerobic digestion, because the amount of available substrate is at present not sufficient. This is currently a limitation for the biogas production. There is also a need to further develop the pre-treatment of the substrate before digestion, in order to increase the gas production and improve substrate utilization to a greater extent. More focus are also needed on how the end product from the biogas process, the digestion residues, can become a more attractive product to the recycling of plant nutrients by use as a bio fertilizer on farmland. This is of great importance because larger volume of digestion will result in greater volume of digestion residues to be managed. Other areas in need of future investments are the development of existing facilities to increase and optimize the production. In order to optimize the production processes, more resources should be devoted to capacity building and dissemination of the available knowledge. Linking universities and colleges together with operating biogas plants could be the most effective way to reach out with relevant information and knowledge. From a socioeconomic perspective more resources should be spent on increasing the volume of manure digestion than it is today, which also will result in reduced methane leaks.

Keywords: biogas, biogas production, anaerobic digestion, substrate, renewable energy, research, upgrading, bio fuel

Department of microbiology, The Swedish University of Agricultural Sciences, SLU Genetikcentrum, Genetikvägen, SE- 750 07 Uppsala, Sweden, ISSN 1401-5765

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen i civilingenjörsprogrammet Miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet. Arbetet består av 30 högskolepoäng och motsvarar 20 veckors heltidsarbete. Det har utförts på uppdrag åt Energimyndigheten med handledning av Magnus Henke, handläggare på Teknikavdelningen. Ämnesgranskningen är gjord av Anna Schnürer som är forskare på institutionen för mikrobiologi vid SLU, Ultuna.

Jag vill rikta ett stort tack till alla som har ställt upp och svarat på frågor under arbetets gång! Speciellt vill jag tacka min handledare Magnus Henke för vägledning i mitt arbete samt min ämnesgranskare Anna Schnürer för värdefulla synpunkter och hjälp under arbetets gång. Jag vill även tacka alla medarbetare på Energimyndigheten för er hjälp och uppmuntran i det dagliga arbetet samt viktiga kommentarer kring slutrapporten. Slutligen vill jag även tacka min bror, Henrik Gillgren för hjälp med bildlayout.

Eskilstuna, juni 2010

Maria Gillgren

Populärvetenskaplig sammanfattning

Inom vilka områden behövs framtida biogassatsningar?

Maria Gillgren

På senare tid har klimatförändringar, både nationellt och internationellt, och vad som kan orsaka den globala växthuseffekten haft ett stort fokus i samhället. I debatten om framställningen av vår energi och hur den används har väckt stort intresse. Efterfrågan på förnybara energikällor som har mindre påverkan på miljön och klimat har därav ökat kraftigt.

I Sverige finns idag ett stort intresse för processen kring biologisk nedbrytning av organiskt material och biogasproduktion. Biogas bildas när organiskt material, såsom växter och djur, bryts ner under syrefria förhållanden, så kallad rötning. Nedbrytningen utförs av mikroorganismer. Denna process kan ske spontant i naturen, till exempel i myrmarker eller i sediment, men utnyttjas i allt större utsträckning genom kontrollerade processer i biogasanläggningar. Biogas bildas som en restprodukt och består liksom naturgas till största delen av metan och koldioxid. Skillnaden mellan biogas och naturgas är att kolet i biogas redan är inkluderat i det naturliga kretsloppet och därför inte ger något nettotillskott av växthusgaser till atmosfären.

Efterfrågan på biogas som fordonsbränsle ökar stadigt, vilket främst beror på att biogas är av förnybar karaktär. Genom att röta biologiskt nedbrytbart material är det också möjligt att på ett bra sätt ta hand om organiskt avfall, som ständigt återskapas. I Sverige finns en betydande potential att öka biogasproduktionen från dagens nivå.

Denna bakgrund ligger till grund för uppkomsten av detta examensarbete som utvärderar vilka områden som behöver framtida biogassatsningar för att främja en effektiv och utökad produktion, distribution samt användning av biogas.

Examensarbetets syfte har framför allt varit att bidra med underlag till Energimyndighetens utredning "Utveckling av en svensk biogasstrategi". Underlaget skulle bestå av material som kan ge vägledning för inom vilka områden framtida biogassatsningar behöver göras, med syfte att öka biogas tillgången. Ett annat syfte med examensarbetet har varit att sammanställa information som kan bidra som underlag när Energimyndigheten ska bedöma var ett stöd kan ge störst effekt för den fortsatta utvecklingen inom biogasområdet.

Arbetet har bedrivits genom litteraturstudier av framför allt rapporter och artiklar inom ämnesområdet. Informationsmaterialet har kompletterats med ett flertal intervjuer och studiebesök.

Några områden som i detta examensarbete har identifierats ha stort behov av framtida biogassatsningar är bland annat framtagande av alternativa råvaror för biogasproduktion, eftersom mängden tillgängligt material i nuläget inte är tillräcklig. Detta utgör idag en begränsning för utvecklingen. Framtida satsningar behövs också på ökad kunskap avseende förbehandling av råvaran, så att den lättare kan brytas ner inne i rötkastrarna. Detta ökar gasproduktionen och förbättrar råvaruutnyttjandet i större utsträckning. Mer satsningar behövs också kring hur biogasprocessens slutprodukt, rötresten, kan bli mer attraktiv. Detta krävs för att växtnäringen ska kunna återcirkulera

i större grad genom rötrestspridning på åkermark. Detta är av stor vikt eftersom en ökad volym råvara som rötas ger upphov till större mängd rötrester som måste hanteras.

Andra områden som är i behov av framtida stöd är utveckling av befintliga anläggningar för att öka och effektivisera biogasproduktionen. Det har tidigare satsats stora medel inom detta område, bland annat från Energimyndighetens sida, men det identifierade behovet kvarstår från flera håll och tyder på att betydligt mer stöd bör läggas på detta område. För att optimera processerna bör framför allt mer medel satsas på kunskapsuppbyggnad och spridning av den vetenskap som finns tillgänglig. Detta kan ske genom utbildningsinsatser för investerare i biogasanläggningar, driftpersonal och lantbrukare inom drift- och optimering av biogasanläggningar. Att länka samman universitet, högskolor och naturbruksgymnasium med anläggningar i drift kan vara det mest effektiva sättet att nå ut med relevant information och kunskap. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv bör mer medel läggas på att öka gödselrötning i större utsträckning då detta minskar metanläckage.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE.....	1
1.3	VAL AV UNDERSÖKNINGSMETODIK.....	2
1.4	RAPPORTENS DISPOSITION.....	3
2	BIOGAS- EN TEKNISK BAKGRUND.....	4
2.1	BIOGASPRODUKTION.....	4
2.1.1	<i>Substrat (Råvara)</i>	4
2.1.2	<i>Förbehandling</i>	5
2.1.3	<i>Biogasens rötningsprocess (Rötdel)</i>	6
2.1.4	<i>Processtyper</i>	7
2.1.5	<i>Biogasreaktor</i>	8
2.1.6	<i>Uppgradering (Gasdel)</i>	10
2.1.7	<i>Distribution av gas</i>	13
2.2	BIOGASENS RESTPRODUKT (GÖDSELDEL).....	15
2.3	TERMISK FÖRGASNING.....	16
2.4	NULÄGESBESKRIVNING.....	18
2.5	BIOGASPRODUKTIONENS POTENTIAL.....	19
2.6	MILJÖASPEKTER.....	20
3	FORSKNING OCH UTVECKLING.....	22
3.1	FORSKNINGSPROJEKT INOM ENERGIMYNDIGHETEN.....	22
3.1.1	<i>Biogasforskningens bakgrund</i>	22
3.1.2	<i>Avslutade biogasprojekt</i>	23
3.1.3	<i>Pågående biogasprojekt som Energimyndigheten finansierar</i>	26
3.2	BIOGASPROJEKT SOM ANDRA AKTÖRER FINANSIERAR.....	28
3.2.1	<i>Klimatinvesteringsprogrammet, Klimp</i>	28
3.2.2	<i>Övriga finansörer</i>	29
4	BIOGASSTÖD FRÅN ENERGIMYNDIGHETEN.....	32
4.1	INKOMNA ANSÖKNINGAR TILL BIOGASUTLYSNINGEN.....	32
4.2	BESLUTSPROCESSEN.....	34
5	BIOGAS UR EN SAMHÄLLSEKONOMISK SYNVINKEL.....	35
5.1	EKONOMISKA VÄRDET AV MINSKADE UTSLÄPP OCH LÄCKAGE.....	35
5.1.1	<i>Utsläpp av växthusgaser</i>	35
5.1.2	<i>Utsläpp av partiklar</i>	39
5.1.3	<i>Läckage av kväve</i>	43
6	BRANSCHORGANISATIONERS SYN PÅ BIOGASENS FRAMTID.....	45
7	DISKUSSION.....	50
7.1	FORSKNING OCH UTVECKLING.....	50
7.1.1	<i>Tidigare satsningar</i>	50
7.1.2	<i>Framtidens biogasforskning</i>	51
7.2	BIOGASUTLYSNINGEN.....	54
7.3	BIOGAS UR EN SAMHÄLLSEKONOMISK SYNVINKEL.....	55
7.3.1	<i>Läckage av växthusgaser</i>	55
7.3.2	<i>Partiklar</i>	56
7.3.3	<i>Växtnäring</i>	56
7.4	BRANSCHORGANISATIONERS SYN PÅ VAR FRAMTIDA BIOGASSATSNINGAR BÖR GÖRAS.....	56
7.4.1	<i>Sammanställning av branschorganisationers åsikter</i>	56
8	SLUTSATS.....	58
9	REFERENSER.....	59
	TRYCKTA KÄLLOR.....	59

ELEKTRONISKA KÄLLOR (WEB)	62
PERSONLIG KONTAKT	63
STUDIEBESÖK	64
BILAGOR.....	65
BILAGA 1– FÖRORDNING (2009:938).....	65
BILAGA 2– AVSLUTADE BIOGASPROJEKT FINANSIERADE AV ENERGIMYNDIGHETEN	69
BILAGA 3– PÅGÅENDE BIOGASPROJEKT FINANSIERADE AV ENERGIMYNDIGHETEN	75

Ordlista

Aerob process: Process som sker i syrerik miljö.

Anaerob oxidation: Tredje steget i biogasframställningens rötningsprocess; nedbrytningssteg mellan fermentation och metanbildning. Alkohol, fettsyror, mjölktsyror etc. omvandlas i detta steg till vätgas, koldioxid och acetat.

Anaerob process: Process som försiggår i syrefri miljö.

ASEK: Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkylvärden. Bland annat SIKA har deltagit i denna arbetsgrupp.

Biogas: En gas som bildas när organiskt material med förnybart ursprung genomgår en biologisk nedbrytning i en anaerob miljö. Processen sker exempelvis då matavfall, avloppsslam eller gödsel bryts ner av mikroorganismer, så kallad rötningsprocess. Biogas består huvudsakligen av metan och kan användas till både värme, el och som fordonsgas.

Biogödsel: Rötningsprocessens slutprodukt från biogasanläggningar som rötter relativt rena avfall som gödsel, källsorterat matavfall, avfall från livsmedelsindustrin, lantbruksgrödor m.m. Det finns frivillig certifiering för biogödsel för att göra den mer attraktiv och få större avsättning.

Biometan: Samlingsnamn för förnybara gaser innehållande metan, både biologiskt (genom rötning) och termiskt framställda (genom förgasning).

CBG (Compressed Bio Gas): Trycksatt (komprimerad) biogas. Motsvarar CNG men med förnybart ursprung.

CNG (Compressed Natural Gas): Naturgas som lagras under högt tryck. Naturgas är i gasfas även vid höga tryck. Vid tankstationer för fordonsgas kan lagringstrycket vara upp till 350 bar medan trycket som överförs till gasfordon ska vara 200 bar vid 15 °C.

Deponigas: Biogas som bildas vid naturlig nedbrytning av organiskt avfall (genom rötning) på deponier.

Exponeringsenhet: Innebär exponering av en person under ett år för halten 1 µg luftföreningar/ m³.

Fermentation: Andra nedbrytningssteget i biogasframställningens rötningsprocess. Aminosyror, socker etc. bryts ner under syrefria förhållanden till alkohol, fettsyror, mjölktsyror etc.

Fordonsgas: Fordonsgas består av biogas, naturgas eller kombinationer av dessa och är ett betydligt renare bränsle än bensin och diesel med avseende på bl.a. mängden luftföreningar vid förbränning. Ska innehålla en metanhalt på minst 97 %.

Förbehandling: Vissa substrat kräver förbehandling för att mottagningssystem, pumpning, omrörning och nedbrytning i röttningskammarna ska fungera optimalt och för att bli av med element som kan störa processen.

Förgasning: Termisk förgasning är en metod där metan framställs genom att utsätta ett celluloserikt material för hög temperatur, vilket frisläpper gaser. Produkten som erhålls går under namnet substitute natural gas (SNG), även kallad syntetisk naturgas. Kan distribueras och användas på likartat sätt som naturgas och uppgraderad biogas.

GWh: Gigawattimme, $1 \text{ GWh} = 1\,000 \text{ MWh} = 3,6 \cdot 10^{12} \text{ J}$

Global warming potential (GWP): Är ett mått framtaget av IPCC som beskriver hur mycket en given växthusgas uppskattas påverka den globala uppvärmningen. Skalan är relativ och jämför den aktuella gasen med samma massa koldioxid.

Handelsgödsel: Konstgödsel som är gödsel framställt av industriellt behandlade mineraler. Innehåller framförallt kväve, fosfor och kalium.

Hydrolys: Första nedbrytningssteget i biogasframställningens röttningsprocess. Stora organiska molekyler (t.ex proteiner) bryts ner till mindre komponenter (t.ex. aminosyror).

Hygienisering: Värmebehandling/ pastörisering för att reducera antalet smittsamma organismer i substratet. Vanligt är att hygienisering sker vid $70 \text{ }^\circ\text{C}$ i en timme innan själva röttningsprocessen.

Hytan: En blandning av vätgas och metan. Det kan även beteckna en blandning av vätgas och biogas eller naturgas. Mängden vätgas är vanligen 8-20 %.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): FN:s klimatpanel (sv) är ett organ som etablerades 1988 av Världsmeteorologiska organisationen (WMO) och FN:s miljöorgan (UNEP), för att fastställa ”risken för klimatförändringar orsakade av mänskliga aktiviteter”.

Kontinuerlig rötning: Nytt material (substrat) pumpas kontinuerligt in i röttningskammaren med ett jämnt flöde över dygnet. Vanligt vid rötning av substrat med låg torrsbstans (under 5 %).

kWh: Kilowattimme, $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} = 3,6 \text{ MJ}$

LBG (Liquid Biogas): Biogas som har kylts ner under $-160 \text{ }^\circ\text{C}$ och övergått till vätskefas.

LBM (Liquified Bio Methane): Metanrik gas utvunnen ur förnyelsebar råvara som kylts ner till under $-160 \text{ }^\circ\text{C}$ och övergått till vätskefas. Begreppet inkluderar gas som härstammar från både biogas och syntetisk biometan.

LNG (Liquified Natural Gas): Naturgas som har kylts ner under $-160 \text{ }^\circ\text{C}$ och övergått till vätskefas.

Mesofil temperatur: Temperaturer inom området 25-40 °C. Mesofila biogasprocesser körs vanligen vid en temperatur på cirka 35-37 °C.

Metan: Molekyl bestående av en kolatom och fyra vätemolekyler, CH₄.

Metanbildning: Fjärde och sista nedbrytningssteget i biogasframställningens rötningsprocess. Vätgas, koldioxid och acetat omvandlas till biogas.

Metanisering: En del i förgasningsprocessen. Sker genom en katalys där koloxid och koldioxid reagerar med vätgas och bildar metan och vatten.

Metanogen: Metanbildande mikroorganism.

Mikroorganismer: Även kallade mikrober. Organismer som inte kan ses med blotta ögat. Många mikroorganismer spelar en viktig roll i de naturliga kretsloppen.

Mineralgödsel Även kallat handelsgödsel och konstgödsel. Gödseln är framställt av industriellt behandlat mineral samt kvävgas från luften.

MWh: Megawattimme, 1 MWh = 1 000 kWh. Detta motsvarar ungefär elförbrukningen i en mindre lägenhet under ett år.

Naturgas: En blandning av gaser som finns i jordskorpan. Kan användas som fossilt (icke förnybart) drivmedel och består till c:a 90 procent av metan. Resten består bl.a. av propan och butan. Förbränningen av naturgas ger 20 % mindre koldioxidutsläpp jämfört med bensen.

Nm³: Normalkubikmeter, motsvarar den gas som upptar en m³ vid atmosfärstryck och 0° C.

Retention: Som i retentionstid, är ett mått på hur snabbt ett ämne rör sig genom ett medium.

Rågas: Obehandlad biogas. Den gas som bildas vid anaerob nedbrytning av organiskt material. Består av 45 – 85 % metan och 15 – 45 % av koldioxid beroende på produktionsförutsättningar.

Rötning: Anaerob process där mikroorganismer bryter ner organiskt material till främst metangas och koldioxid.

Rötrest: Näringsrik restprodukt som blir över efter rötningsprocessen av organiskt avfall. Innehåller vatten, organiskt material, icke nedbrutet material, mikroorganismer och alla de näringsämnen som finns i substratet innan rötning. Kan användas som gödningsmedel och kallas då biogödsel.

Rötslam: Restprodukt som blir över efter rötning av slam från avloppsreningsverket. Kan användas som gödningsmedel om det klarar kraven för certifiering som ska säkerställa att inga tungmetaller, läkemedelsrester eller liknande finns kvar.

Samrötning: Rötning av flera olika substrat så som t.ex. organiskt avfall och odlade grödor i samma rötkammare. Mikroorganismerna kan på detta sätt bättre få sina näringskrav uppfyllda vilket genererar ett större gasutbyte än om varje substrat rötas för sig.

Satsvis rötning: Allt material rötas på en gång, dvs. utan att något material tillsätts eller tas ut under processens gång.

Semikontinuerlig rötning: Rötning av slamformiga substrat med torrhalt på över 5 % som pumpas in i rötkammaren periodvis över dygnet.

SFS: Svensk författningssamling innehåller gällande lagar och förordningar.

SIKA (Statens institut för kommunikationsanalys): En svensk statlig myndighet under Näringsdepartementet för statistik och analys inom området transporter och kommunikationer. Den 1 april 2010 lades SIKA ned, och verksamheten flyttades över till den nya myndigheten Trafikanalys.

SNG (Substitute Natural Gas): Syntetisk naturgas bestående av främst metan och koldioxid som bildas från fossil råvara genom förgasning och metanisering av cellulosrika material.

Stallgödsel: Den spillning som husdjur lämnar efter sig. Några former av stallgödsel är: färgödsel, hästgödsel, hönsködsel, kogödsel och grisgödsel.

Syntetisk biometan: Gas som bildats genom förgasning och metanisering av cellulosrika material.

Termofil temperatur: Temperaturer över 40 °C. Termofila biogasprocesser körs vanligen vid temperaturer kring 50-55 °C.

Torrötning: Rötning vid höga TS-halter (20-35%), sker ofta i form av satsvis rötning.

TS (Torrsubstans): Det som återstår när vattnet torkats bort från ett material. Anges vanligen som procent av våtvikt. Låg TS-halt innebär att substratet innehåller mycket vatten.

TWh: Terawattimme, 1 TWh = 1 000 GWh. En svensk kärnreaktor producerar i snitt ungefär 6 TWh elenergi per år.

Uppehållstid: Tid som substratet befinner sig i rötkammaren.

Uppgradering: Genom att koldioxid och andra gaser tas bort från biogasen blir det möjligt att sälja gasen som fordonsbränsle, vilket kräver en metanhalt på minst 97 %. Denna gasrening kallas uppgradering.

Ventilationsfaktorn: Förkortas F_v i beräkningar och är ett mått på luftföroreningars exponering, uttryckt per person och kg utsläpp. Sverige är uppdelat i 5 ventilationszoner, med avtagande faktor längre söderut och längs kusterna p.g.a. bättre ventilation som följd av mer blåst vilket minskar exponeringen.

Värmevärde: En term som anger hur stor värmeenergi som utvecklas vid förbränning av en viss mängd av ett bränsle (i denna rapport: MJ/Nm³).

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Sverige finns idag ett ökat intresse för rötning av organiskt material och biogasproduktion. Efterfrågan på biogas som fordonsbränsle ökar stadigt. Detta beror främst på att biogas är en förnybar energikälla. Genom att röta biologiskt nedbrytbart material är det också möjligt att på ett bra sätt ta hand om organiskt avfall, som ständigt återskapas.

I Sverige finns en potential att öka biogasproduktionen från dagens nivå. Det är framförallt inom jordbrukssidan som möjligheterna finns för ökad produktion. För att produktionen ska kunna öka krävs insatser kring till exempel effektiviserad biogasproduktion, som till exempel kan innefatta nya förbehandlings- och hygieniseringstekniker, nya substratblandningar och ökad processkontroll. Genom att uppgradera gasen ökas dess energidensitet vilket förbättrar lönsamhet för både transport och försäljning av gasen som fordonsgas. I dagsläget är dessa anläggningar dyra investeringar och mer teknikutveckling behövs för att få ner kostnaderna. Fördelen med uppgraderad biogas är att den kan distribueras ut på naturgasnätet alternativt ut på det lokala biogasnätet. Därmed finns potentialen att nå en marknad utanför den lokala, vilket är av stort intresse. En annan möjlighet till effektivisering är att komprimera och kyla biogas till flytande metan. Biogasens miljöfördelar kan till exempel tillvaratas genom att energieffektivisera produktionen, minska emissionerna från alla steg i produktionen och utnyttja den producerade biogödseln i större utsträckning, i de fall den finns i överskott.

Energimyndigheten har under en lång följd av år tillsammans med bland annat Jordbruksverket och landstingen, genom olika former av stöd, främjat investeringar och forskning inom området biogas. Det så kallade KLIMP- stödet (Klimatinvesteringsprogrammet), finansierat av Naturvårdsverket är också ett exempel på en sådan satsning. Sedan 2009 är det emellertid inte längre möjligt att söka detta stöd. Detta kompenserade regeringen med att istället avsätta 100 miljoner kronor till investeringsstöd via Energimyndigheten, förutsatt att en strategi för fortsatt utveckling av biogassektorn tas fram. För att hantera denna uppgift behöver myndigheten i nuläget förstärka kompetensen och handläggarkapaciteten.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är framför allt att bidra med underlag till utredningen "Utveckling av en svensk biogasstrategi" som Energimyndigheten fått i uppdrag av regeringen att utföra under 2010. Utredningen ska ge svar på frågan om vilken typ av biogassatsning Energimyndigheten generellt bör fördela stöd till, på ett så rättvist och adekvat sätt som möjligt.

Ett annat syfte med examensarbetet är att det ska sammanställa information som kan bidra som ett underlag när Energimyndigheten ska bedöma inom vilka områden ett

investeringsstöd kan ge störst effekt för den fortsatta utvecklingen inom biogasområdet. Stödet avser då den biogasutlysning som Energimyndigheten är ansvarig för under förordningen "Stöd för förnybara gaser" (Riksdagen, web, 2010), som utfärdades i november 2009 och som redovisas i *Bilaga 1*. Syftet med förordningen är att främja en effektiv och utökad produktion, distribution samt användning av förnybara gaser.

En avgränsning som gjorts är att arbetet enbart syftar till att studera biogas och ej något annat biodrivmedel.

1.3 Val av undersökningsmetodik

Mot nämnd bakgrund avses examensrapporten bland annat innefatta en sammanställning av gjorda insatser inom forskningsområdet biogas de senaste åren, finansierat av framför allt Energimyndigheten, men även ge en inblick i vilka biogassatsningar som är gjorda av andra nationella aktörer. Rapporten ska också innehålla vilka slutsatser som dragits av tidigare biogassatsningar hos Energimyndigheten och identifiering av vilka biogasområden det föreligger stort behov av framtida satsningar.

Undersökningsmetodiken har främst baserats på litteratursökningar, vilket har involverat källor som universitet och högskolor, branschorganisationer såsom JTI (Institutet för jordbruks- och miljöteknik), Svenskt Gastekniskt Center, Avfall Sverige, Energigas Sverige (f.d. Svenska Gasföreningen), Svenskt Vatten, Svensk Biogas, Swedish Biogas International m.fl., samt myndigheter som Naturvårdsverket, Jordbruksverket och Energimyndigheten.

Inkomna ansökningar till biogasutlysningen har sammanställts och utgjort en informationskälla i sig. För att öka insikten och förståelsen i biogasens komplexitet har även studiebesök gjorts vid ett antal anläggningar.

Internet har också varit en betydande källa för att öka informationstillgången. I de fall det har behövts har dessutom kompletterande mailkonversationer ägt rum. Information har även inhämtats genom intervjuer med flertalet kunniga personer inom området, både från Energimyndigheten och olika branschorganisationer. Personer som har intervjuats valdes utifrån kriteriet att de skulle ha en inblick i biogasens utveckling och ha betydande kunskap inom ämnesområdet. Intervjuerna genomfördes på olika sätt. Dels på telefon och dels ansikte mot ansikte. I de flesta fall användes någon typ av frågeformulär innehållande de ärenden som var av intresse att diskutera med den aktuella personen. Eftersom så gott som varje intervju var unik och rörde olika områden användes inget generellt frågeformulär utan detta anpassades efter situationen.

De resultat som kommit fram av litteraturstudierna och genom personliga kontakter har sammanställts i olika former beroende på informationstyp och syfte. Av den anledningen finns inget separat resultatkapitel utan resultaten redovisas kontinuerligt i kapitel 3 till 6.

1.4 Rapportens disposition

I kapitel 2 beskrivs hela biogasens kedja i generella drag, alltiffrån hur den produceras, uppgraderas, distribueras och hur processens restprodukt tillvaratas till hur biogasmarknaden ser ut. Det sistnämnda omfattar nulägesbeskrivning, biogasens miljöaspekter och gasens potential. I kapitlet belyses även syntetiskt framställd biometan (samlingsnamn för förnybara gaser innehållande metan) som kan ha stor inverkan på den framtida potentialen. I kapitel 3 görs en analys av den forskning och utveckling som bedrivits inom biogasområdet på senare år, med stöd av framför allt Energimyndigheten.

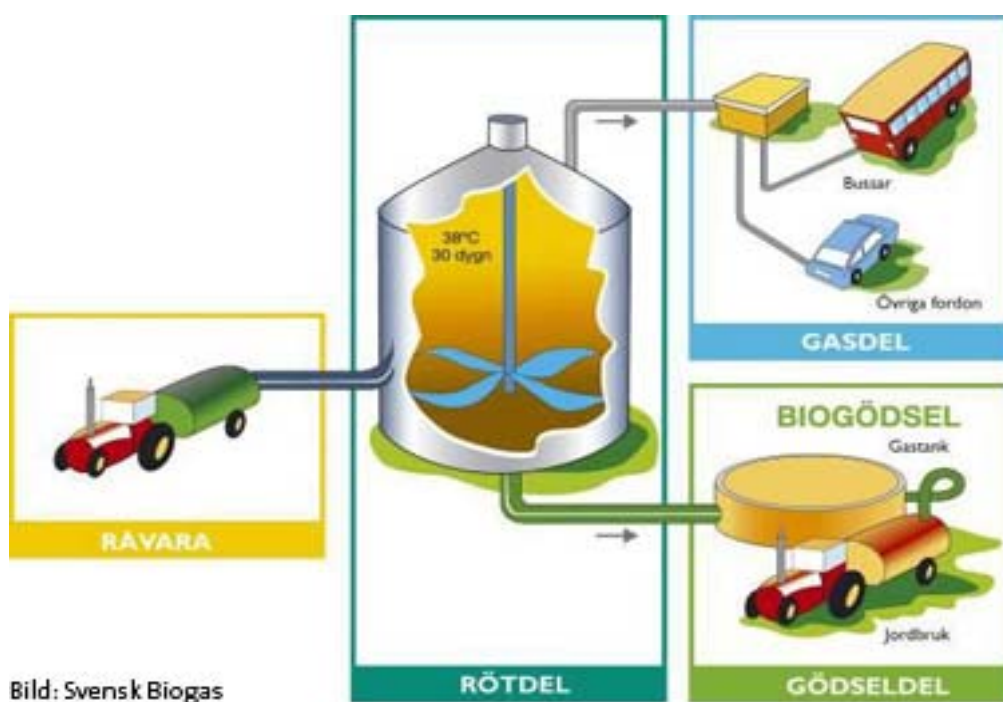
I rapportens kapitel 4 finns material sammanställt från den biogasutlysning som nyligen gjordes av Energimyndigheten. Sammanställningen i denna rapport kommer att användas som underlag i beslutsprocessen vid fördelning av investeringsstödet. I kapitel 5 analyseras den samhällsekonomiska nyttan med biogas. Ett urval organisationer inom biogasbranschen intervjuas i kapitel 6 angående deras syn på biogasens framtid och vilka områden de anser behöver framtida satsningar. Kapitel 7 är rapportens diskussionskapitel och behandlar de viktigaste delarna ur rapporten. Rapporten avslutas sedermera i kapitel 8 med slutsatser som har dragits under arbetets gång.

2 Biogas- en teknisk bakgrund

I detta avsnitt diskuteras biogaskedjan översiktligt, från produktion till användning och slutprodukt. Andra områden som behandlas är hur biogasmarknaden och infrastrukturen ser ut och vilka miljöaspekter biogas innebär samt den framtida potentialen.

2.1 Biogasproduktion

Biogas produceras genom an aerob (syrefri) nedbrytning av organiskt material, utförd av mikroorganismer. Denna process kan ske spontant i naturen, till exempel i myrmarker eller i sediment, men utnyttjas i allt större utsträckning genom kontrollerade processer i biogasanläggningar. Konstruerade biogasanläggningar består av olika delprocesser som kan sammanfattas under råvara, rötning, gas och gödsel (Figur 1). Dessa olika delar beskrivs närmare i detta kapitel.



Figur 1 Exempel på biogasproduktion av olika avfallsfraktioner som ingående material (Svensk Biogas, 2010).

2.1.1 Substrat (Råvara)

Biogasprocessens stabilitet och effektivitet påverkas i hög grad av den råvara (substrat) som tillförs biogasanläggningarna och utgör mikroorganismernas föda. Substratets sammansättning har betydelse för hur stor mängd gas som produceras, gasens innehåll och rötrestens kvalitet som slutprodukt, både med avseende på växtnäring och eventuella föroreningar.

Komponenterna i det organiska materialet har olika energimängd och genererar därför olika stor kvantitet gas samt gas med olika metanhalt. Att välja rätt material vid rötning är av stor vikt eftersom det påverkar hela processen, energiuttaget samt rötrestens slutgiltiga kvalitet.

Den största substratkällan för biogasproduktion i Sverige är avloppsslam från kommunala reningsverk. Andra vanliga substrat är slakteriavfall, avfall från livsmedel- och fodermedelsindustrin och källsorterat matavfall (Jarvis & Schnürer, 2009). Även stallgödselrötning förekommer i allt större utsträckning (Figur 2).



Figur 2 Kor producerar stallgödsel som kan rötas och bilda biogas. Foto: Åsa Jarvis (med tillstånd).

I dagsläget finns dessutom ett antal samröttningsanläggningar där det ovannämnda avfallet bland annat rötas tillsammans med grödor. Samrötning genererar generellt sett ett högre gasutbyte än om varje substrat rötas för sig. Anledningen är att mikroorganismerna bättre kan få sina näringskrav uppfyllda (Energimyndigheten, 2009). Ett blandat material har också förutsättningar att innehålla alla de komponenter som mikroorganismerna behöver för optimal tillväxt och produktion. Om substratet är blandat gynnas vanligtvis även tillväxten av flera olika typer av mikroorganismer i rötkammaren. Vid rötning av likartade material finns det en risk för att organismernas tillväxtkrav inte är uppfyllda och att processen avstannar (Jarvis & Schnürer, 2009).

2.1.2 Förbehandling

Hur bra ett visst material passar för biogasrötning kan också bero på vilken förbehandling som tillämpas på substratet. Behandlingen kan ha flera syften och förbehandlingsprocessen är olika beroende på ändamålet. *Hygienisering* är en typ av förbehandling och har som avsikt att reducera antalet smittsamma organismer i substratet genom värmebehandling. Detta innebär att allt material under minst en timmes tid upphetas till 70 °C för att döda eventuella smittoämnen som biogasen eller

rötrester riskerar att bära med sig vidare i kretsloppet. Vid rötning av slam och slakteriavfall är hygienisering av substratet extra viktigt eftersom risken annars är hög för spridning av sjukdomsalstrande mikroorganismer (Jarvis & Schnürer, 2009).

Substrat med hög vattenhalt, som till exempel avloppsslam, behöver genomgå ytterligare en förbehandling som går under namnet *förtjockning*. Behandlingen går ut på att avvattna substratet för att minska dess volym och koncentrera materialets organiska innehåll. För torra material gäller det omvända, dvs. en uppblötning för att substratet ska kunna användas i systemet.

För att de olika rötningssubstraten ska klara pumpning, omrörning och nedbrytning i röt-kammaren krävs i många fall någon typ av förbehandling. Behandlingen kan även innebära separering eller sortering för att avlägsna bland annat plastpåsar och metalldelar från substratet och andra material som inte kan brytas ner eller skadar mekaniken på annat sätt.

Ytterligare en anledning till att förbehandla substratet innan rötning är att öka det organiska materialets tillgänglighet. Minskning av partikelstorleken hos substraten kan göras genom sönderdelning, till exempel via mekanisk finmalning (Biogasportalen, web, 2010a).

Det är viktigt att poängtera att den mängd gas som totalt kan utvinnas ur ett material inte nödvändigtvis ökar vid utnyttjande av förbehandling, även om det första nedbrytningssteget i biogasens rötprocess går snabbare. Gasutbytet är i stor utsträckning beroende av uppehållstiden. Nedbrytningsgraden, och därmed metanutbytet, ökar vanligtvis med längden på uppehållstiden. Tiden kan emellertid vara mycket viktig för ekonomin på en biogasanläggning då det är mer kostamt att ha lång uppehållstid (Jarvis & Schnürer, 2009).

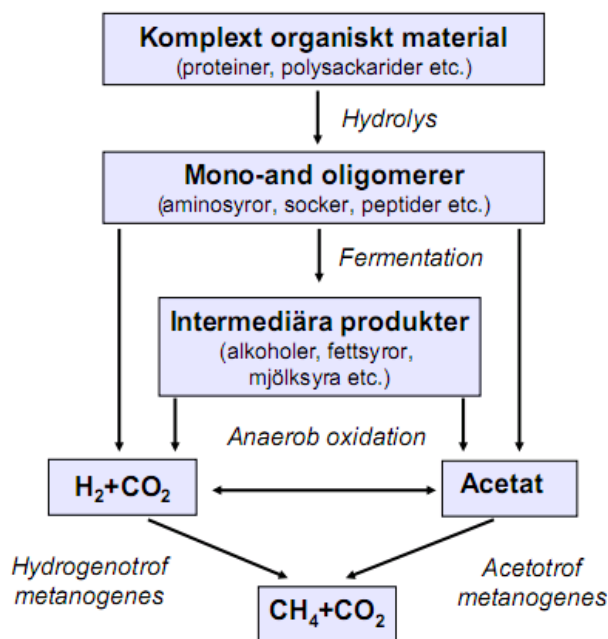
2.1.3 Biogasens röttningsprocess (Rötdel)

Efter förbehandlingen leds det organiska materialet in till själva röt-kammaren. Vid biogasprocessens första steg i röt-kammaren, som går under namnet *Hydrolys*, bryts de stora organiska molekylerna (proteiner, fetter och socker) ner till mindre organiska ämnen (aminosyror, fettsyror och sockerarter). Fungerar inte detta steg förblir molekylerna intakta, vilket medför att de inte kan användas som näringskälla åt mikroorganismerna i de vidare nedbrytningsstegen.

Fermentation (syrabildning) heter nästa steg i biogasprocessen och här omvandlas produkterna från hydrolyssteg till framför allt olika organiska syror och alkoholer. Dessutom bildas koldioxid och vätgas som är viktiga komponenter i den fortsatta nedbrytningsprocessen. Exakt vilka reaktioner som sker beror på vilka substrat som finns tillgängliga och vilka mikroorganismer som medverkar (Jarvis & Schnürer, 2009).

Processens tredje steg är *Anaerob oxidation* och substratet i oxidationen utgörs av produkter från hydrolys- och fermentationsreaktionerna. Förutom vätgas är det framför allt acetat och koldioxid som bildas vid den anaeroba oxidationen.

Det fjärde och sista steget i biogasprocessen är själva *metanbildningen*. Med hjälp av metanbildande mikroorganismer vid namn metanogener omvandlas vätgas, koldioxid samt acetat till biogas (Jarvis & Schnürer, 2009). Alla fyra stegen i biogasprocessen visas i Figur 3.



Figur 3 Stegvis nedbrytning av organiskt material till biogas (Jarvis & Schnürer, 2009).

Framställningen av biogas, även kallad rågas, sker oftast under mesofila förhållanden (ca 30-37° C) eller termofila förhållanden (ca 55-65° C). Vid den högre rötningstemperaturen sker nedbrytningsprocessen generellt sett snabbare men medför samtidigt nackdelar som att systemet är mer störningskänsligt och kräver mer energi. Idag är det vanligast med det mesofila temperaturintervallet men antalet termofila anläggningar ökar allt eftersom kunskapen om hur de bättre kan hanteras sprids (Svenska Biogasföreningen m.fl., 2004). Hela rötningssprocessen tar i vanliga fall 20-30 dygn (Berglund, 2006) men ibland är den också betydligt längre och uppehållstider ända uppemot 100 dagar förekommer (Schnürer, personlig kontakt, 2010).

2.1.4 Processtyper

Det finns ett flertal olika typer av processer att välja mellan för rötningssdelen, beroende på behandlingens syfte. Det vanligaste ändamålet är att få ut så mycket gas som möjligt, men syftet kan även vara att stabilisera stora kvantiteter substrat eller bryta ner det organiska materialet så mycket som möjligt. Några olika processtyper är följande (Svenska Biogasföreningen m.fl., 2004):

- *Satsvisa processer*: Under denna process behandlas råmaterialet på samma plats genom hela nedbrytningsförloppet, dvs. att inget nytt substrat tillförs eller tas bort. Det kan förekomma olika grader av omblandning. Satsvisa processer är vanliga vid behandling av fast material, t.ex. vid deponirötning och torrötning.

- *Kontinuerliga processer*: Substratet tillförs kontinuerligt in till rötammaren, eller *semikontinuerligt* vilket menas att substratet pumpas in portionsvis med korta tidsintervall över dygnet. Denna teknik lämpar sig bra för behandling av avloppsslam på reningsverk. För kontinuerlig rötning krävs en TS-halt på under 5 % (d.v.s. substrat innehållande mycket vatten), medan behandling av substrat med högre TS-halt sker med semikontinuerlig rötning. Vanligtvis är processen totalomblandad med hjälp av roterande omrörare.
- *Enstegsprocess*: Processen innebär att alla nedbrytningssteg sker i en följd och i en och samma tank. Denna typ av process representerar det vanligaste tillvägagångssättet. Oftast används någon form av omblandare.
- *Tvåstegsprocess*: Som namnet indikerar delas processen upp i två delar: en syrabildande och en metanbildande del, oftast i två separata rötammare. Biogas bildas i båda stegen, men det är i det andra steget som den största mängden gas fås ut. Tvåstegsprocessen är bäst anpassad för vått avfall från livsmedelsindustrin. I praktiken innebär denna process att det syrarika lakvattnet från första kammaren avskiljs för att därefter matas in i nästa rötammare.
- *Torrötning*: Processen innebär att TS-halten i rötammaren ligger på 20-35 viktprocent, vilket kan jämföras med den vanliga våtrötningstekniken vars TS-halt är betydligt lägre; runt 2-10 viktprocent. Torrötning lämpar sig för rötning av fasta råvaror, t.ex. grödor, skörderester/bioprodukter och gödsel (nöt, svin, fjäderfä, häst). Processen kan både vara satsvis och kontinuerlig (Nordberg & Nordberg, 2007).

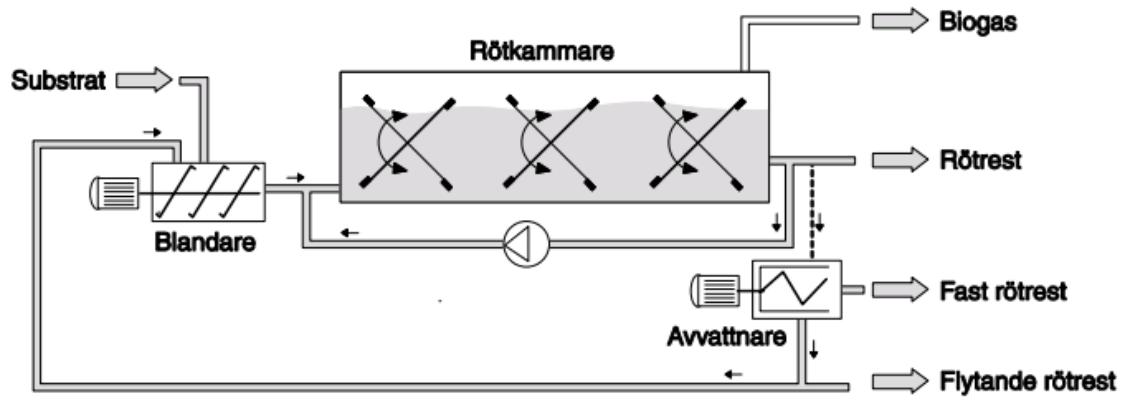
När det gäller torrötning används denna teknik i dagsläget ej i så stor omfattning i Sverige, men utveckling inom området är på gång. Torrötning är däremot betydligt större i bl.a. Tyskland med sina drygt 300 anläggningar, medan det i Sverige enbart finns två stycken.

2.1.5 Biogasreaktor

Det finns flera olika reaktortyper. Exempel på några frekvent använda reaktorer i Sverige är:

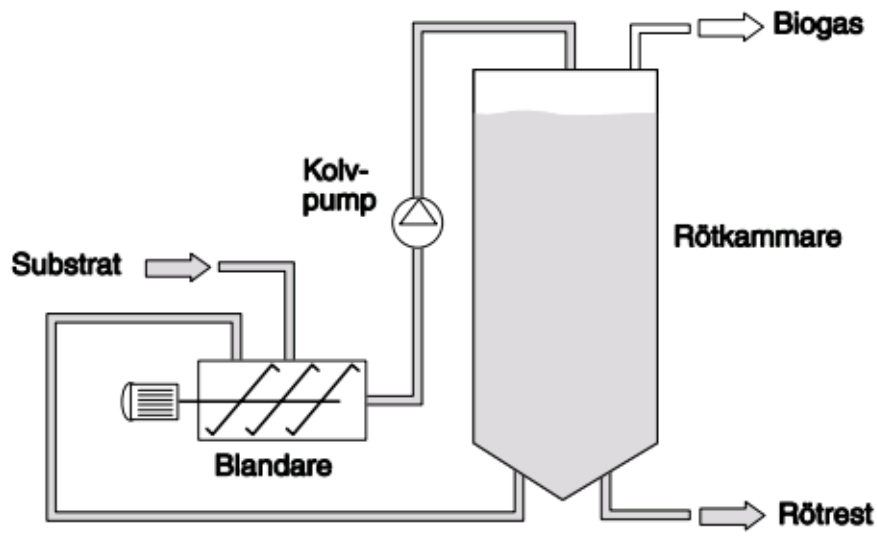
- *CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor)*: Är den i särklass vanligaste reaktorn. I tankreaktor totalomblandas substratet med hjälp av olika slags omrörare. Den används oftast i enstegsprocesser för behandling av slam, hushållsavfall och gödsel (Svenska Biogasföreningen m.fl., 2004). CSTR används idag på princip alla kommunala reningsverk med slamrötning (Svenska Biogasföreningen, 2005) och på de flesta samrötningssystem.

- *Pluggflödesreaktor*: Ett koncept som både används för liggande (Figur 4) och stående (Figur 5) röt-kammare.



Figur 4 Pluggflödeskoncept i liggande form (Nordberg & Nordberg, 2007).

I den liggande formen av röt-kammare sker förflyttningen av innehållet med hjälp av korsmonterande paddlar. I pluggflödesreaktorer matas substratet in, oftast kontinuerligt, i en ända och förflyttas genom röt-kammaren och kommer så småningom ut ur den andra änden. Reaktorn är utformad för rötning av bioavfall (Nordberg & Nordberg, 2007).



Figur 5 Pluggflödeskonceptet i form av en cylindrisk smal reaktor (Nordberg & Nordberg, 2007).

- *Anaerobfilter (AF)*: Denna reaktor är mest lämplig för behandling av spillvatten eller slam med hög vattenhalt. Filtret innehåller bärrmaterial vilket de aktiva mikroorganismerna kan fästa och växa på. På så sätt minskar risken att viktiga mikroorganismer, såsom metanogener som växer långsamt, spolats ut ur systemet trots höga flöden (Svenska Biogasföreningen m.fl., 2004). Gasen som bildas från anaerobfilter, optimerat för metanbildare, har oftast högre metanhalt, upptill

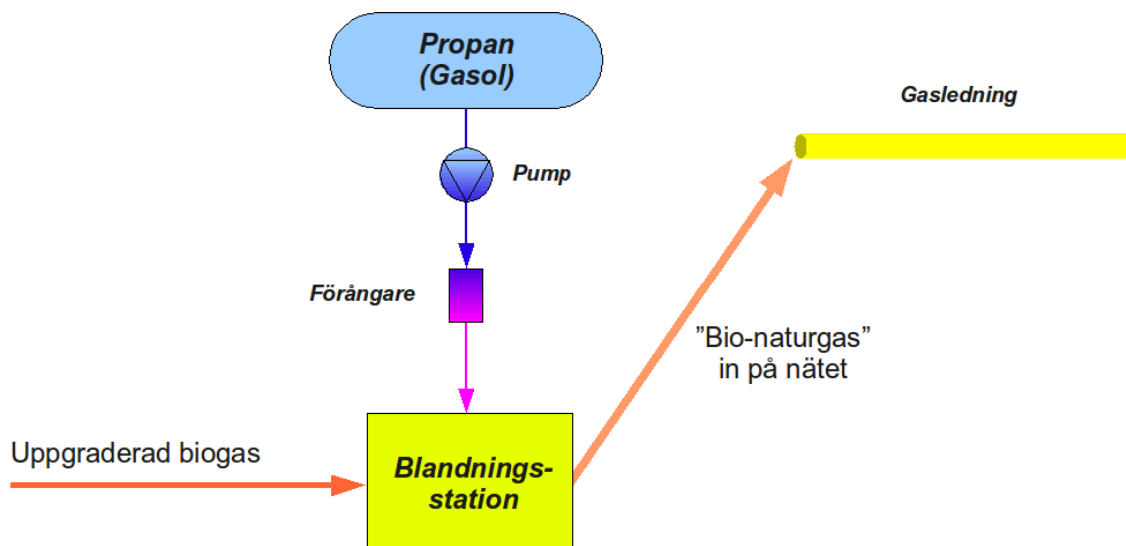
85 %), jämfört med andra reaktorer (Svenska Biogasföreningen, 2005) vilket beror på att det finns mer vätska att rena bort koldioxiden i.

- *Fluidised (FB)/ Expanded beds (EB)*: En annan reaktortyp som passar för substrat med låg torrs substans. Små partiklar tillsätts till processen för att mikroorganismerna ska fästa på dessa. Partiklarna fås sedan att sväva genom att ha tillräckligt starkt uppåtlöslöde och på så vis kommer organismerna bättre i kontakt med substratet (Svenska Biogasföreningen m.fl., 2004).

2.1.6 Uppgradering (Gasdel)

Den biogas som bildas från rötningsprocessen består till cirka 65 % av metan, som är en väldigt energirik gas. Resten av biogasen innehåller ungefär 35 % koldioxid (Svensk Biogas, web, 2010). Gasen har ett värmevärde på omkring 23 MJ/Nm³ (Held, 2006) vilket motsvarar ett energivärde på cirka 6,5 kWh/Nm³. Nm³ är fortkortningen av normalkubikmeter.

Biogasen kan användas direkt som energikälla för uppvärmning och elproduktion. Den kan även renas i en uppgraderingsanläggning där koldioxiden och andra gaser tas bort innan den trycksätts (Berglund, 2006). Biogasen uppgraderas då till drivmedelskvalitet varpå den innehåller en metanhalt på 97 %. Tillsätts några procent propan (gasol) kan biogasen matas in på gasnätet tillsammans med naturgasen. Uppgraderad biogas har nämligen ett energivärde på 9,6 kWh/Nm³ medan naturgasen ligger på runt 11,1 kWh/Nm³. Tillsätts lite propan, vars energivärde är 25,0 kWh/Nm³ får biogasen likvärdigt energivärde som naturgasen vilket är en förutsättning för att gaserna ska kunna samköra i ett distributionsnät, Figur 6 (BioMil, web, 2010).



Figur 6 För att uppgraderad biogas ska ha samma energivärde som naturgas behöver lite propan tillsättas innan inmatning på gasnätet (BioMil AB, web, 2010).

Uppgraderad biogas kan användas som fordonbränsle eller distribueras ut på naturgasnätet. En normalkubikmeter (Nm³) biogas motsvarar energimängden för

ungefär 1,1 liter bensin. Ren metan har ett energivärde på 9,81 kWh/Nm³ och rågas på 4,5- 8,5 kWh/Nm³ (Avfall Sverige, web, 2010). I bilarna komprimeras gasen sedan till 200 bars tryck, vilket är 200 gånger högre tryck än i omgivningen (Katrineholm Energi, web, 2010). Den trycksatta biogasen kallas ibland CBG, Compressed Biogas (Karlberg, 2009).

Genom att uppgradera gasen ökas dess energidensitet vilket förbättrar lönsamhet dels vid transporter och dels genom försäljning av gasen som fordonsgas. Fördelen med att den uppgraderade biogasen matas in på gasnätet är att det finns potential att nå en marknad utanför den lokala, vilket är av stort intresse. I dagsläget uppgraderas 26 % av den producerade biogasen vilket är en höjning med 6 % sedan 2006 (Energimyndigheten m.fl., 2010).

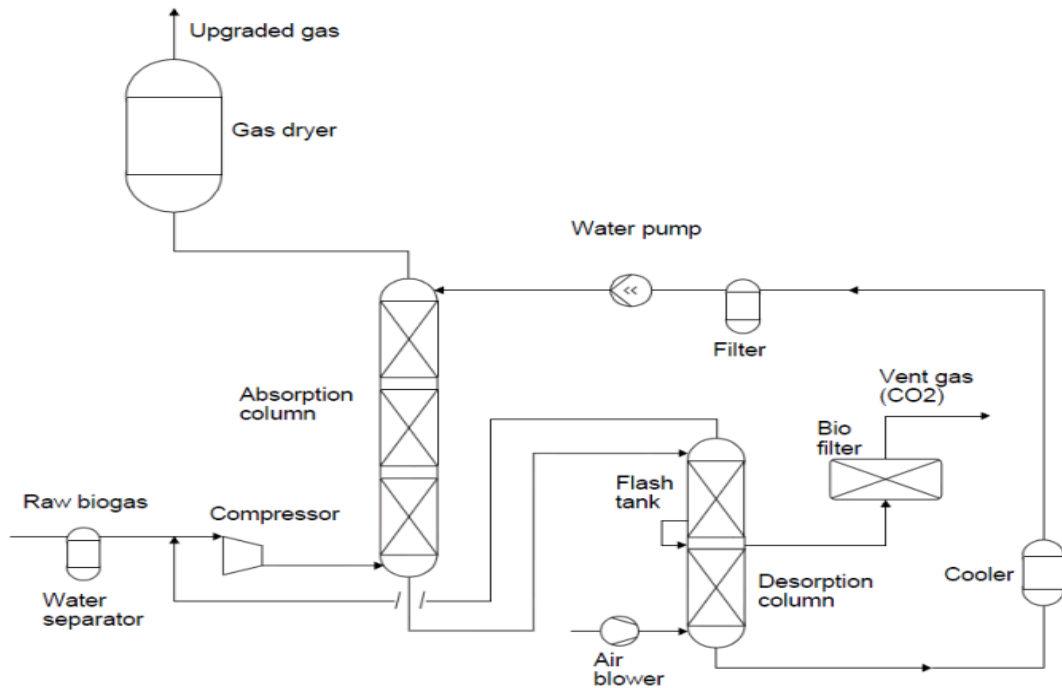
Vattenscrubber

Den vanligaste och mest väletablerade metoden för uppgradering är tryckvattenabsorption, även kallat vattenscrubber. Det är en teknik som medför separation av metan från oönskade ämnen, vilket innebär att biogasen renas från koldioxid, svavelväte och ammoniak genom att dessa gaser under tryck lättare löser sig med vatten än med metan (Nordberg, 2006).

Reningsprocessen kan kort beskrivas genom fyra steg (Saavedra & Persson, 2009):

- Trycksatt rågas flödar in i botten av en absorptionskolonn som möter vatten motströms. Koldioxid, svavelväte, ammoniak och lite metan absorberas av vattnet. Metananrikad biogas strömmar ut ur toppen av kolonnen och behöver torkas.
- Vatten leds över till en flushtank där trycket sänks något. Metanet som har absorberats löses ut och förs tillbaka till rågasen för att minska metanförlusterna.
- I nästa steg går vattnet vidare till en desorptionskolonn, för att driva ut den lösta koldioxiden. Vattnet möts av motströms flödande luft vilket gör att merparten av koldioxiden löses ut och följer med luften ut i atmosfären tillbaka till naturens kretslopp.
- Vanligtvis pumpas det använda vattnet tillbaka till absorptionskanalen för återcirkulation till nästa reningscykel. Fördelen med detta är att inga kemikalier behöver blandas in i processen

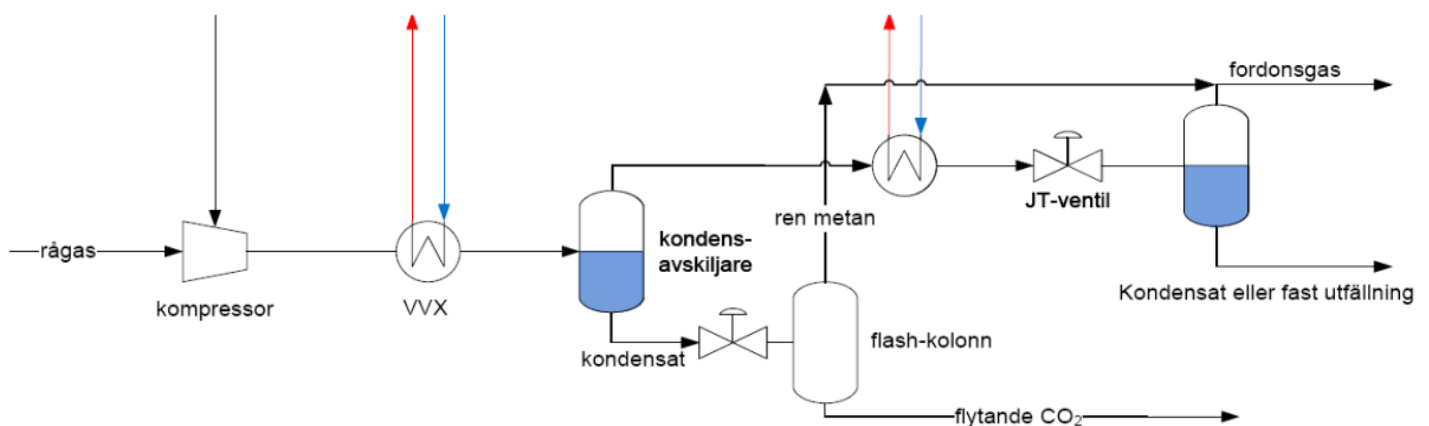
De olika stegen visas i Figur 7.



Figur 7 Schematisk bild över en vattenscrubber- den vanligaste uppgraderingstekniken för biogas (Hagen m.fl., 2001).

Kryogen uppgradering

En förhållandevis ny metod inom gasuppgradering är den s.k. kryotekniken. Kryogen är grekiska och betyder iskyla (Nationalencyklopedin, web, 2010). Vid kryogen uppgradering komprimeras biogasen innan den kyls ner till lämplig temperatur. Koldioxiden i gasen kondenserar då bort i flytande fas medan metanen fortfarande finns kvar i gasfas. Detta sker eftersom metan har en lägre kondenseringstemperatur än koldioxid (Figur 8). Den bortrenade koldioxiden kan säljas och användas till bland annat konservering eller kylning av livsmedel, vilket förbättrar uppgraderingens lönsamhet (Benjaminsson, 2006).



Figur 8 Schematisk bild över en kryogen uppgraderingsanläggning (Hermansson, 2009).

Sänks temperaturen ytterligare kondenseras även metan och övergår i flytande form, s.k. Liquid Biogas, som även går under förkortningen LBG (Kättström, 2008). Tabell 1 visar vid vilka temperaturer de ämnen som ingår i biogas kondenserar och övergår till flytande form.

Tabell 1 Kokpunkter för de ämnen som ingår i biogas (Çengel m.fl., 2008)

Ämne	Kokpunkt vid atmosfärstryck [°C]
Koldioxid	-78
Metan	-161
Syre	-183
Kväve	-196

Den kryogena uppgraderingsprocessen är kall rakt igenom och sluttemperaturen hamnar på under -160 °C (Karlberg, 2009).

Kryogen uppgradering ger lägre metanförluster jämfört med konventionell uppgradering samtidigt som energianvändningen är mindre än hälften jämfört med befintliga tekniker (Kättström, 2008). En nackdel med kryogen uppgradering är dock att tekniken är ny och medför stora investeringskostnader samt en hel del risktagande då tekniken inte är mångårigt beprövad (Öhman, 2009).

2.1.7 Distribution av gas

LBG innehåller tre gånger så mycket energi jämfört med CBG, komprimerad biogas, vilket är en stor fördel då det ger effektivare transporter mellan biogasanläggningarna och ut till gasmackarna. Då metangas förvätskas d.v.s. övergår i flytande form, minskar dess volym 600 gånger, vilket gör distributionen både billigare och enklare. De fordon, framförallt lastbilar som kör slut på en tankning innan gasen hunnit bli så varm att den expanderar, kan köra på flytande biogas direkt. Lastbilars tank fungerar som en termos och gör så att gasen hålls tillräckligt kyld längre tid. För t.ex. vanliga personbilar, som vanligtvis inte kör slut på en tankning samma dag, behöver den flytande gasen växlas över till komprimerad biogas innan bilen tankas på nytt (Karlberg, 2009).

I dagsläget distribueras biogas via det stora gasnät som finns etablerat i Skåne och på västkusten. Det finns även en del lokala distributionsnät för gas runt om i Sverige samt några gasnät av regional karaktär så som i Stockholmsområdet och Linköping/Norrköping. I resterande delar av landet sker transport av biogas i komprimerad form i ett antal gasbehållare med flaktransporter på lastbilar eller järnväg (Gasföreningen, 2009). Att distributionen sker via gasnätet innebär att bränsletransporten till slutanvändare minskar. Självklart behövs transportarbete även vid detta alternativ så som vid ihopsamling av rötsubstratet och transport av detta till biogasanläggningen (Held, 2006).

Mängden producerad biogas överrensstämmer inte alltid med behovet. Är överskottet stort eller vid driftproblem måste gasen ibland nödfacklas bort. Detta behövs eftersom metangas är en kraftig växthusgas som ej bör komma ut i atmosfären. Det är svårt att veta exakt hur stor mängd gas som facklas bort varje år i Sverige men enligt rapporten

Produktion och användning av biogas år 2008 (Energimyndigheten m.fl., 2010) är siffran runt 14 %, vilket inte är försumbart. Uppgraderas gasen istället till fordonsgas kan den matas in på naturgasnätet och på så sätt få full avsättning. Detta kan som tidigare nämnts i nuläget främst ske i södra delen av Sverige samt på västkusten där det finns befintligt naturgasnät. En annan fördel med att uppgradera gasen istället för att använda den till el- och värmeproduktion är att det ger en jämnare avsättning över året som medför att mindre mängd gas behöver facklas bort. Idag facklas mer gas på sommaren då uppvärmningsbehoven är mindre.

Avsättningsmöjligheterna på gasnätet har främjat biogasproduktionen, som har ökat i storlek. Detta har i sin tur lett till att användandet av den fossila naturgasen har kunnat minska. Ytterligare en fördel med att ha biogasen inkopplad på gasnätet är nätets lagringsförmåga. Stamnätet är dimensionerat för 80 bar men har en undre kritisk trycknivå på 30 bar, vilket är det tryck som krävs för att garantera driften på vissa gasturbinsanläggningar. Tryckskillnaden utgör 50 bar, vilket utgör en buffert som klarar stora variationer i gastillgängligheten. I praktiken ligger trycknivån mellan 45 och 65 bar i stamnätet (Held, 2006). För de biogasanläggningar som i dagsläget ej är inkopplade på gasnätet är alternativet att bygga egna lagringsdepåer för att hantera variationer i produktion och behov, vilket är förenat med stora investeringar.

Med hjälp av kryoteknik kan biogasen transporteras i flytande form (LBG). Naturgas kan också överföras i flytande form, (LNG, Liquefied Natural Gas), vilket redan sker i mindre utsträckning idag. Fördelen med denna typ av transport är att den öppnar möjligheten att distribuera gasen till ett mycket större geografiskt område, vilket säkerställer förbrukarnas tillgång till gas och användandet blir därmed mer attraktivt (Gasföreningen, 2009). Transporten av flytande gas sker internationellt främst på stora lastfartyg (Figur 9), vilket gör att Europa exempelvis kan köpa gas från Asien, Afrika och Australien. I och med det ökade distributionsområdet så minskar beroende av enskilda leverantörer.

Alternativet till transport av flytande gas till sjöss är att frakta gasen i tusentals kilometer långa rörledningar. Förutsatt att det inte finns befintligt naturgasnät är det mer kostnadseffektivt att vid långa transporter frakta gasen till sjöss. Landburna gasledningar som går genom flera länder bär med sig risken att tillförseln kan stängas av längs vägen (Abrahamson, 2009).



Figur 9 Transport av flytande gas till sjöss. Foto: Gösta Rising, AGA Sverige (med tillstånd).

2.2 Biogasens restprodukt (Gödseldel)

I röt-kammaren bildas förutom gasen även en näringsrik restprodukt som kallas *röt-slam*, om den producerats från avloppsslam, och *röt-rest* om den kommer från rötning av övrigt organiskt avfall. De båda restprodukterna innehåller förutom vatten och organiskt material även mikroorganismer och all växt-näring (framförallt kväve, fosfor och kalium) som finns i substratet innan röt-ningsprocessen (Biogasportalen, web, 2010b). För att återsluta näringskretsloppet bör växt-näringen komma tillbaka till åkermarkerna där de har sitt ursprung. Tidigare har det ej varit tillåtet att använda röt-slam från avloppsslam som biogödningsmedel eftersom slammet kan innehålla för höga halter av bland annat tungmetaller och andra miljögifter. Numera kan slammet dock miljöcertifieras enligt certifieringssystemet REVAQ och röt-slam som uppfyller de fastställda kraven får idag användas som biogödsel (Svenskt Vatten, web, 2010).

Trots certifieringssystemet finns det fortfarande ett visst motstånd mot användningen av röt-slam som gödningsmedel. Det anses att certifieringen inte hindrar att slam medför spridning av miljögifter då det fortfarande kan innehålla för höga halter tungmetaller och rester av både läkemedel och bekämpningsmedel (Petersson, 2009).

Röt-rester har ett annat certifieringssystem som kallas SPCR120. Systemet ska syna hela kedjan från råvara till slutprodukt och säkerställa kvalitén på gödningsmedlet och att det är hygieniskt säkert att sprida. De råvaror som godkänns i denna typ av röt-ningsprocess är endast grödor eller rena, källsorterade organiska avfallsslag. Tack vare att de ingående substraten är så pass rena ligger föroreningshalten ofta betydligt lägre än i röt-slammet och är därför mer lämpligt som biogödsel (Avfall Sverige, 2009). Så gott som all biogödsel som består av röt-rester förs i nuläget tillbaka till åkermarken (Pell, personlig kontakt, 2010; Figur 10).

Även i de fall som röt-rester och röt-slam klarar de uppsatta certifieringskraven finns det en annan problematik, vilket är själva distributionen av biogödseln ut till åkermarken. Vattenhalten är hög vilket gör att näringsämnen är i lägre koncentration än i konstgödsel. Detta ger ett stort antal långa transporter, vilket kräver en väsentlig mängd energi och därmed i längden är kostsamt i jämförelse med handelsgödsel. Den mest

fördelaktiga transporten ur ekonomiskt perspektiv, då rötresterna ska transporteras från biogasanläggningarna ut till områden där de ska brukas, sker enligt studier med hjälp av lastbil, jämfört med traktorer och rörledningar.

Att istället använda rörledningar för transporten är betydligt mer kostsamt men å andra sidan blir miljöpåverkan avsevärt lägre eftersom det dessutom minskar gasemissioner (Johansson & Nilsson, 2007).



Figur 10 Certifierat biogödsel har genomgått kontroller och blivit kvalitetssäkrat. Denna typ av biogödsel är mer attraktiv hos lantbrukarna. Foto: Cecilia Andersson, NSR (med tillstånd).

Det är flera miljöfördelar med att använda biogödsel istället för konstgödsel. Det mest uppenbara är att det leder till att användningen av fossila energikällor reduceras eftersom framställningen kräver fossil energi. Samtidigt ger det bra odlingsresultat och minskat näringsläckage genom att näringen blir mer tillgänglig och lättare kan tas upp av växterna. Detta ökar växtnäringens återcirkulering. Rötning av främst stallgödsel minskar dessutom förekomsten av ogräsfröer varpå behovet av besprutning av grödorna blir mindre, vilket också har stor betydelse för miljön. En annan fördel jämfört med konstgödsel är en förbättrad markstruktur och att markens förmåga att hålla kvar vatten och luft i jordprofilen ökar (Johansson & Nilsson, 2007).

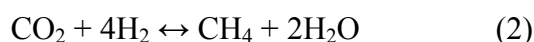
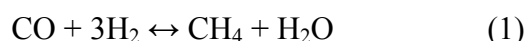
Tillförsel av organiskt material via biogödsel leder till en allmän stimulering av mikroorganismernas tillväxt i marken, eftersom de flesta mikroberna använder organiska kolföreningar som energi- och kolkälla. Mikroorganismerna har en betydande roll för markens bördighet då de mineraliserar organiskt material, vilket frisätter olika växtnäringsämnen. Ökad aktivitet i marken kan eventuellt också vara negativt då detta kan leda till ökade emissioner av bland annat NH_3 , N_2O , N_2 och CH_4 (Jarvis & Schnurer, 2009).

2.3 Termisk förgasning

Biometan är ett samlingsnamn för förnybara gaser innehållande metan och som utvinns ur biologiskt material. Biometan kan skapas biologiskt genom rötning men kan även framställas termiskt. Det sistnämnda sker genom förgasning och metanisering av

cellulosarika material, såsom olika träråvaror och kolhaltiga avfall. Under förgasningsprocessen utsätts materialet för hög temperatur och därav frisläpps gaser.

Vid termisk förgasning förbränns det valda bränslet i en sluten atmosfär bestående av syre och vatten. Materialet som används omvandlas framförallt till H_2 , CO , CO_2 , CH_4 , H_2O , och tjära. Vilken sammansättning gasen har efter förgasningsprocessen beror av vald förgasningsteknik, vilket bränsle som förgasas samt vald temperatur och tryck under processens gång. Framställd gas renas sedan från tjära, ammoniak, svavel och fasta partiklar innan den kyls till omkring $300\text{ }^\circ\text{C}$. När reningsprocessen är genomförd sker metanisering genom en katalys där koloxid och koldioxid reagerar med vätgas och bildar metan och vatten. Reaktionsformel (1) respektive (2) beskriver det kemiska förloppet (Linné m.fl., 2008):



Nästa steg i förgasningsprocessen är en uppgradering för att uppnå fordonskvalitet, dvs. koldioxiden som är kvar tas bort. En stor fördel med förgasningsprocessen är att alla typer av träbränsle kan användas och att gasframställningens verkningsgrad ligger på omkring 70 %, (Linné m.fl., 2008; Figur 11).



Figur 11 All typ av skogsråvara kan användas som bibränsle vid termisk förgasning. Foto: Håkan Gyrulf, Svenska Gasföreningen (med tillstånd).

Vid framställning av metan genom termisk förgasning, erhålls gas som kan benämnas *lågvärdesgas*, *gengas* och *syntesgas* beroende på dess sammansättning och kommande användningsområde. Vid produktion av *lågvärdesgas* återfinns den största delen av bränslets energiinnehåll (70-80%) i den bildade gasen. Eftersom denna förbränning sker i luft späds produktgasen ut av den tillsatta luftens kväve, vilket ger ett lågt värmevärde på enbart 5 MJ/Nm^3 . *Gengas* är också en lågvärdesgas, som tillverkas i en gasgenerator och användes tidigare mestadels för motordrift. Under andra världskriget var denna teknik vanligt förekommande men när diesel och bensen återigen blev tillgängligt avvecklades gengastekniken. Om syrgas används som oxidationsmedium i förgasaren utvinns istället *syntesgas*, även kallad SNG (Substitute Natural Gas). I denna process tillförs ofta vattenånga i förgasningsreaktorn för att minska värmeutveckling och för att samtidigt tillföra mer väte till förgasningen. Eftersom väte reagerar med CO och CO_2

och omvandlas till metan (reaktionsformel (1) och (2)) ökar metanbildningen vid högre väteinnehåll i syntesgasen. Syntesgasens värmevärde ligger vanligtvis runt 20 MJ/Nm³ (Held, 2006).

Gasen som framställs genom termisk förgasning kan distribueras och användas på likartat sätt som naturgas och uppgraderad biogas, vilket ökar biogasproduktionens potential radikalt (Svenska Biogasföreningen, web 2010).

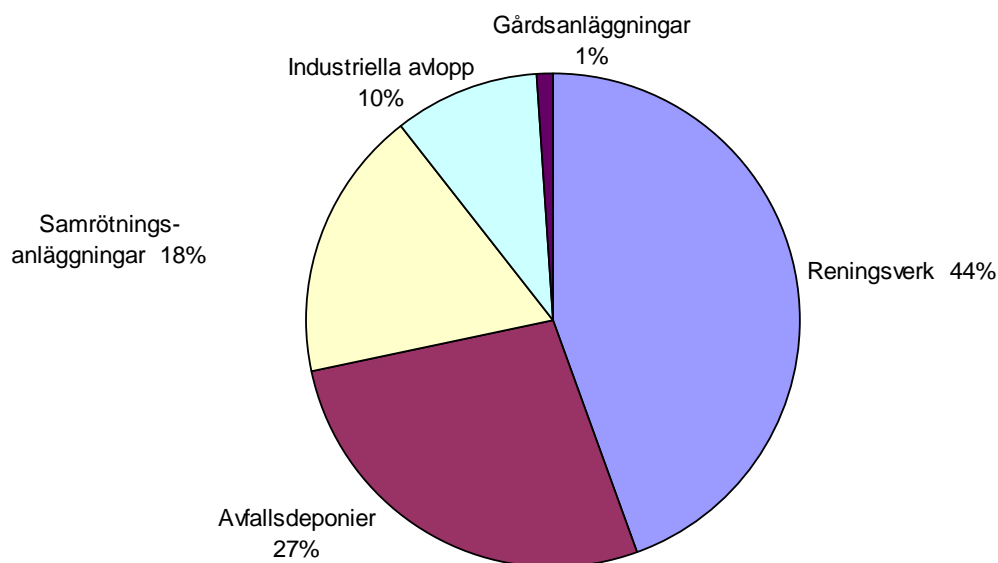
Förgasning av fasta bränslen är sedan länge en välkänd teknik. Tidigare var det huvudsakligen stenkol som användes som bränsle vid förgasning. Slutprodukten från denna teknik är en syntesgas. I dagsläget finns det endast en begränsad erfarenhet av förgasning av biobränslen och denna teknik används därför inte i någon större omfattning. Framställning av biometan sker idag endast i mindre skala och i utvecklingsprocesser och har ännu inte demonstrerats i kommersiell skala. Den största skillnaden mellan att förgasa kol och biobränsle är framförallt inmatningstekniken, och där ligger biobränsletekniken långt efter (Linné m.fl., 2008). För att förgasningstekniken ska komma i kommersiellt bruk behövs bland annat långtidstester och ytterligare utveckling av komponenter för främst gasrening och syntetisering för att kunna uppgradera gasen till fordonskvalitet (Biogasportalen, web 2010c).

2.4 Nulägesbeskrivning

Den senaste statistiken från Biogasportalen visar att det år 2008 producerades omkring 1,4 TWh biogas i Sverige. För närvarande finns det cirka 227 biogasproducerande anläggningar i landet, fördelade på 140 avloppsreningsverk, 58 deponier, 17 samrötningsanläggningar, 4 industriavlopp och 8 gårdsanläggningar (Biogasportalen, web, 2010d). (Tabell 2; Figur 12).

Tabell 2 Fördelning över producerad mängd biogas vid de olika anläggningstyperna under året 2008. (Biogasportalen, web, 2010d)

Anläggningstyp	Antal	Producerad mängd [GWh]/ år
Reningsverk	140	605
Avfallsdeponier	58	369
Samrötningsanläggningar	17	240
Industriella avlopp	4	130
Gårdsanläggningar	8	15
Summa	227	1359



Figur 12 Procentuell fördelning av biogasproduktionen i Sverige år 2008 (Biogasportalen, web, 2010d).

Eftersom biogasnätets infrastruktur i dagsläget inte är tillräckligt utbyggt används den största delen, 53 % av den producerade biogasen, till uppvärmning. Detta medför att vid varmare temperatur måste upptill 14 % (Energimyndigheten m.fl., 2010) av biogasen facklas bort på grund av lagringsbrist, vilket är ett enormt slöseri med resurser (Gasföreningen, 2009).

2.5 Biogasproduktionens potential

I dagsläget är det enbart en bråkdel av allt tillgängligt substrat som rötas. Den största potentialen för ökad biogasproduktion finns inom lantbruket i form av rötning av odlade grödor och restprodukter, såsom gödsel, halm och blast. En stor potential representeras också av matavfall från hushåll, restauranger och butiker. Den teoretiska biogaspotentialen i Sverige varierar en del beroende på litteraturkälla men befinner sig i genomsnitt någonstans mellan 14 och 21 TWh, jämfört med dagens 1,4 TWh. En orsak till den stora variationen i teoretisk potential är att olika stora andelar åkerareal är inkluderad i beräkningarna samt att halmens potential enbart är medräknade i vissa fall (Persson, 2006). Enligt rapporten *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter* (Linné m.fl., 2008) så uppgår den totala biogaspotentialen från råvaror med svenskt ursprung till 15,2 TWh/år exklusive råvara från skog. Den totala biogaspotentialen med begränsning bedöms vara 10,6 TWh/år. Med begränsning avses vad som generellt är en rimlig bedömning av potentialen under rådande ekonomiska förhållanden.

I Sverige är potentialen att producera biometan genom termisk förgasning av biomassa stor eftersom det finns god tillgång på skogsråvara i landet. Restprodukter från

skogsbruk och skogsindustri skulle på detta sätt kunna generera omkring 59 TWh metan/år. Det är dock viktigt att notera att det är konkurrens om biomassan, vilket är ett hinder för att uppnå den teoretiska potentialen. Eftersom förgasningstekniken, som tidigare nämnt, inte i dagsläget är kommersiellt tillgänglig ger det stor osäkerhet åt siffrorna. Summeras dock de två potentiella värden som nämns ovan blir den sammanslagna totala biogaspotentialen i Sverige 74 TWh. (Linné m.fl., 2008)

Sverige hade år 2008 en total energianvändning på omkring 400 TWh varav transportsektorns andel uppgick till ca 130 TWh (Energiläget, 2009). Skulle biogasproduktionen komma i närheten av den ovan nämnda *totala biogaspotentialen med begränsning* på 10,6 TWh/år skulle det motsvara drivmedel till runt en fjärdedel av Sveriges personbilsflotta, som i dagsläget består av cirka 4 300 000 personbilar (Trafikverket, 2010). Antalet biogasdrivna bilar, inklusive skåpbilar, är idag runt 21 700 stycken (Lantz & Börjesson, 2010).

EU-kommissionen har fastlagt ett mål som innebär att minst 10 % av energianvändningen i transportsektorn måste ha förnybart ursprung år 2020. Idag ligger andelen på 4,6 % biodrivmedel varav biogas representerar 0,3 % (Energiläget, 2009).

2.6 Miljöaspekter

Under rötningsprocessen bildas energirik metangas som utgör själva drivmedlet i fordonet, men som samtidigt är en kraftig växthusgas. Läckage av metan under framställningsprocessen och distributionen kan därför bidra till växthuseffekten. Allt fler biogasanläggningar arbetar för att motverka otätheter under produktionen och installerar utrustning för att eliminera metanläckaget.

Avfall Sverige upprättade 2007 ett frivilligt åtagande för biogasanläggningar där anläggningsägarna frivilligt förbinder sig till att systematiskt arbeta med att kartlägga och minska utsläpp, för att på så sätt komma åt problemet. De anläggningar som väljer att delta i åtagandet ska upprätta en skiss över anläggningen där alla ställen som möjligen kan släppa ut gaser markeras. Metanutsläppen ska sedan mätas och beräknas i dessa punkter varefter lämpliga åtgärder vid behov sätts in. I det frivilliga åtagandet ingår dessutom att kontinuerligt göra ytterligare läcksökningar på biogasanläggningen, för att minska risken för emissioner. I kvantifieringsprotokollet som varje anläggning upprättar ska det stå angivet vilket metanutsläpp som anläggningen har som mål, relaterat till de tänkta åtgärderna (Avfall Sverige Utveckling, 2009). Något som är värt att nämna är att idisslande djur i Sverige, såsom kor, släpper ut metan motsvarande ungefär 17 % av det totala bidraget av metan till atmosfären. Denna andel metan är betydligt svårare att komma åt än den gas som eventuellt avgår från biogasanläggningar. (Svantesson & Hellström, 2006)

En annan svårighet är att komma åt det betydande metanutsläpp som gödselstackar, slam på deponier och avfall som komposteras ger upphov till (Börjesson, personlig kontakt, 2010). Metanläckaget kan i dessa fall reduceras genom att behandla de uppkomna avfallsmängderna i biogasanläggningar och på så sätt minska den mängd metan som läcker ut i atmosfären, vilket har stor betydelse i kampen mot växthuseffekten (Miljöfordon, web, 2010).

Vid förbränning av biogas bildas koldioxid och vatten. Koldioxiden har i detta fall förnybart ursprung då den uppkommer under rötningsprocessen och har sitt ursprung i det organiska material som redan ingår i vårt kretslopp. Detta gör att koncentrationen i atmosfären inte ökar vid förbränning av biogas, dvs. biogasdrift av fordon bidrar ej till växthuseffekten. Klimatnyttan blir därför dubbel eftersom biogas ersätter fossila fordonsbränslen samtidigt som biogasframställningen ger minskade metan- och lustgasavgångar från bland annat gödsel och komposteringsanläggningar, tack vare den rötning som sker (Börjesson, personlig kontakt, 2010).

Vid gasdrift är utsläppen av partiklar och stoft i miljön försumbara. Avgaser från gasfordon luktar mindre och innehåller heller inte föroreningar såsom bensen och toluen vilket finns i avgaser från bensin- och dieselfordon. Andra fördelar är att gasdrivna fordon genererar mindre buller eftersom gasmotorn är tystare och vibrerar mindre (Svenska Biogasföreningen m.fl., 2004).

Metanutsläppen från lätta biogasfordon är låga till skillnad från tunga biogasfordon, där risken är högre för betydande metanemissioner från förbränningen. Detta sker framförallt om fordonet är av äldre modell och inte har servats regelbundet. En fördel med att använda tunga biogasfordon istället för tunga dieseldrivna fordon är att partikel- och kväveoxidutsläppen minskas samt att bullernivån blir lägre på grund av avsaknad av tändstift. (Miljöfordon, web, 2010).

Som tidigare nämnts är en annan viktig miljöaspekt med rötning att resterna från processen kan användas som gödningsmedel. Detta gör att råvarornas näringsämnen som kväve och fosfor, kan återvinnas varpå konstgödsel i jordbruket kan minskas och väsentliga energivinster uppnås (Miljöfordon, web, 2010). Omkring 90 % av det fosformineral som bryts ur jordskorpan används idag till att framställa jordbrukets konstgödsel. En problematik ligger dock i att dagens avfalls- och avloppssystem gör det svårt att återanvända fosfor, vilket gör att ämnet istället har sin slutstation i avloppsslam och på deponier varpå det bidrar till läckage och övergödning (Dirke, 1998). Eftersom fosfor är en ändlig resurs har svenska politiker beslutat att innan år 2015 ska 60 % av den fosfor som har förts bort från åkermarken återföras (Teräs, 2009).

3 Forskning och utveckling

Det finns många fördelar med att använda biogas som bränsle men gasen är samtidigt kostsam att framställa. Initialt investeringsstöd är därför viktigt för att driva utvecklingen framåt samtidigt som målet är att de satsningar som får bidrag ska efter en viss tid bli konkurrenskraftiga utan stöd. Insatser på forskningsområdet är av stor betydelse för att biogasframställningen ska bli så effektiv som möjligt. Detta kapitelns fokus ligger på vilken forskning och utveckling som har bedrivits i Sverige på senare tid och som bedrivs i nuläget. Avsnittet koncentreras på projekt som är finansierade av Energimyndigheten men innehåller även en kortare sammanställning av projekt finansierade av andra aktörer. Avgränsningen i tid är gjord utifrån tillgänglig data på Energimyndighetens hemsida, som löper tillbaka till år 2002. Samma avgränsning i tid har gjorts för projekten från andra utomstående finansiärer. Information angående andra aktörers biogasforskning är hämtad från personal vid respektive företag/ organisation samt via hemsidor.

3.1 Forskningsprojekt inom Energimyndigheten

3.1.1 Biogasforskningens bakgrund

Bengt Blad har arbetat på Energimyndigheten i åtskilliga år och har genom intervjuer berättat om biogasforskningens bakgrundshistoria.

Intresset för alternativa drivmedel, såsom biogas, har styrts av tillgången på bränsle vilket har medfört att biogasens utveckling och popularitet har gått i vågor. Energimyndigheten har sedan ungefär 30 år tillbaka i tiden finansierat biogasforskning, demonstration och utveckling. Från början var biogasforskningen till stora delar inriktad mot att ta fram kunskap som var nödvändig för att förstå biogasbildningens mekanismer. Forskningens fokus hamnade främst på biogasbildningens biologi såsom vilka bakterier som var inblandade, deras krav på miljö, temperatur, pH-värde osv. Nästa fråga för forskningen var om biogas kunde användas som bränsle för att producera elkraft. Det mesta av avfallet, med sitt innehåll av organiska och rötbara substrat, lades på den tiden på deponi. Inuti deponihögarna bildades syrefria miljöer med metanbildning som följd. Med kunskaper om deponiernas interiör och metanbildarnas biologi blev det av värde att satsa forskningsmedel på att optimera deponierna för biogasproduktion genom att bland annat generera mer kunskap om substratval, olika packningsgrad, varierande lagringsmiljöer etc.

Det övergripande syftet med biogasforskningen var från början att utvinna gas för värme- och elproduktion. På slutet av 80-talet fanns ett ökat fokus på att minska växthusgaser genom minskade metanutsläpp vilket breddade syftet med forskningen. För ungefär 15 år sedan fanns vid Energimyndigheten ett investeringsstöd för utökad elkraftproduktion baserade på förnybara bränslen. Ett tjugotal deponigasanläggningar togs då i bruk för produktion av elkraft.

Energimyndighetens biogasforskning har genom tiden i första hand varit inriktad mot att öka utbytet i form av att effektivisera biogasproduktionen och genom processutveckling. För att sätta igång ökad produktion av biogas och för att utveckla tekniken, byggdes flera fullskaleanläggningar. Det var i några fall hela anläggningar och i andra fall delar av anläggningar, t ex inmatning av substrat, värmewäxling och förbehandling av substrat.

För ca tio år sedan stod det klart att det är viktigt att inblandade mikroorganismer har tillgång till en gynnsam miljö med bland annat tillskott av näringsämnen. Mycket forskning har berört detta och det är av stor vikt att ekonomiskt kostsamma bränslen, såsom biogas, kan produceras effektivt för att begränsa kostnaden så mycket som möjligt. Forskning av detta slag pågår fortfarande.

Graden av gasens rening avgör användningsområdet. Rening kan i många fall uteslutas i stor utsträckning om gasen ska användas för värmeproduktion eller för elproduktion. Om gasen ska användas som drivmedel för fordon krävs emellertid uppgradering och rening och även lagring och utrustning för tankning. Forskning på biogas för fordon tog sitt avstamp i början av 90-talet med projekt som bland annat syftade till att utveckla biogasbussar.

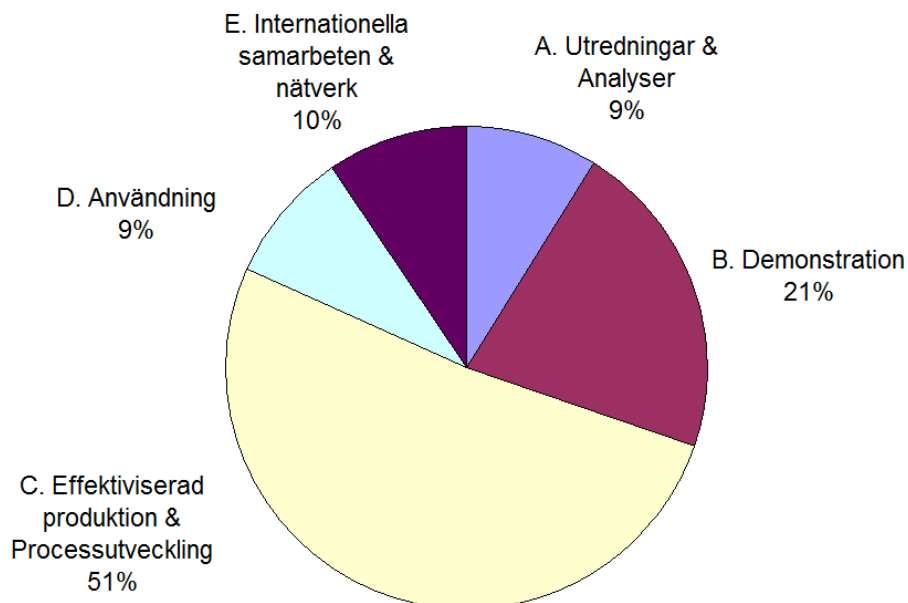
3.1.2 Avslutade biogasprojekt

Energimyndigheten finansierar och har finansierat en rad olika forskningsprojekt inom biogasområdet de senaste åren. Vissa av projekten finansieras till 100 % av myndigheten och andra får delvis finansiering. Projekten har i denna rapport delats in och sammanställts i fem olika kategorier: A. Utredningar & analyser, B. Demonstration, C. Effektiviserad produktion & processutveckling, D. Användning samt E. Internationella samarbeten och nätverk. Tabell 3 visar fördelningen av antal projekt inom varje kategori samt den tilldelade budgeten under tidsperioden 2002-2010. Mer detaljer kring de olika projekten finns i *Bilaga 2*.

Tabell 3 Sammanställning av antal projekt inom varje kategori (A-E) som Energimyndigheten finansierat mellan år 2002 och 2010

Projektkategori	Antal projekt	Total budget
A. Utredningar & analyser	4	1 756 000 kr
B. Demonstration	2	4 275 000 kr
C. Effektiviserad produktion & processutveckling	8	10 247 000 kr
D. Användning	3	1 756 133 kr
E. Internationella samarbeten & nätverk	5	1 904 863 kr
Summa	22	19 938 996 kr

De största satsningar som Energimyndigheten har gjort under den aktuella tidsperioden är inom kategorin *Effektiviserad produktion och processutveckling* (Figur 13). I kategorin ingår alla projekt som är relaterade till biogasprocessen och dess teknik, med syfte att framför allt optimera produktionen.



Figur 13 Procentuell fördelning över hur Energimyndighetens budget har fördelats på forskningsprojekt inom biogas under tidsperioden 2002-2010.

Exempel på projekt som fick finansiering var **Styrstrategier för multivariant övervakning av biogasprocesser**, som utfördes av JTI. Syftet med projektet var att utveckla tekniker och metoder för övervakning och styrning av biogasanläggningar i syfte att erhålla en effektivare biogasutvinning. Ett annat exempel är projektet **Intensifierad biogasproduktion** vid Lunds universitet. Syftet med projektet var att få till stånd en effektivare process för intensifierad biogasproduktion. Projektet utvecklade teknik för övervakning och kopplade mätningresultat till processdriften.

21 % av Energimyndighetens stöd för biogasforskning under tidsperioden 2002-2010 gick till olika projekt under kategorin *Demonstration* där syftet var att lyfta fram ny kunskap och förmedla det vidare. Bland annat fick Kommunförbundet Skåne finansieringsbidrag till projektet **Biogas för ett uthålligt energisystem - pulsådern i ett hållbart samhälle**. Målet med projektet var att utveckla ett demonstrations- och kunskapscenter. Vid fyra referensanläggningar synliggjordes och demonstrerades teoretiska och praktiska lösningar för produktion, distribution och användning av biogas i olika system och i samarbete mellan olika aktörer

I kategorin *Internationella samarbeten och nätverk* ingår alla projekt med internationell karaktär. Att utveckla dessa samarbeten är en viktig del i Energimyndighetens arbete för biogasens utveckling. Av denna anledning finansierade myndigheten bland annat projektet **Forskningssamarbetsprojekt med Kina inom bioenergiområdet** som utfördes på Mälardalens Högskola. Projektet hade som mål att kartlägga vilka svenska forskningssamarbeten som finns inom bioenergiområdet med Kina idag och vilka andra forskargrupper som har inriktning och kompetens av intresse för ett samarbete. Satsning har även gjorts på projektet **Svensk representant inom IEA Bioenergy Task 37 Energy from biogas and landfill gas** som utförts av Svenskt Gastekniskt Center

AB. I projektet ingick byggande av nätverk, deltagande på möten och spridning av resultat.

Ungefär 9 % av biogasbudgeten under den aktuella perioden gick till projekt under kategorin *Utredningar & Analyser*. I denna kategori ingår projekt med varierande bredd av utredning, alltifrån ekonomiska analyser till kunskapsutredningar. Exempel inom denna kategori är projektet **Systemoptimerade biogassystem - Fallstudie Wrams Gunnarstorp Gods** som utförts genom Lunds Universitet. Forskarna inom projektet granskade biogasframställningen med dess kringaktiviteter utifrån ett systemperspektiv. Framförallt studerades användning av ny teknik i hanteringen av rötningmaterialet kring en biogasanläggning. Ett annat projekt är **Kunskapsläget kring biogasprocessen i Sverige - En inventering** som utfördes vid Linköpings Universitet. Projektets syfte var identifiering av kunskaper om biogas och dess fördelning geografiskt.

Projekt inom kategorin *Användning* blev mellan år 2002-2010 tilldelad 9 % av den totala biogasbudgeten. I denna kategori ingår alla projekt som har som syfte att använda biogasen, t.ex. som drivmedel eller värmeproduktion. Ett exempel på detta är projekt **Utvärdering av biogaståg på Tjustbanan**, som genomfördes av Tekniska Verken i Linköping AB. Projektets syfte var att utvärdera ett biogaståg på Tjustbanan (Linköping–Västervik). Tåget är ett ombyggt dieseltåg som under ett års tid skulle köras med en tur varje vardag.

Förutom dessa projekt finns det också ett antal finansierade biogassatsningar från Energimyndigheten som ej är medräknade här. Denna grupp av projekt består av större program som sträcker sig över flera år och innefattar flera delprojekt inom t ex. ett företag. Ett sådant exempel är **Biogas i fordon**, ett samverkansprojekt initierat av Energimyndigheten och som drevs genom Svenskt Gastekniskt Center (SGC) tillsammans med BiogASFöreningen (nuvarande Energigas Sverige). Inom programmet, som startade 2002, utfördes 46 olika delprojekt fram till programmets avslut år 2005. Projekt har bedrivits från Luleå i norr till Ystad i söder (Jørgensen & Johnsson, 2008). Programmet fick totalt 15 miljoner kronor i statligt stöd från Energimyndigheten till främjande av användning av biogas som drivmedel i fordon. Samverkansprojektets syfte var att öka samverkan mellan alla aktörer inom området samtidigt som åtgärder som syftade till att undanröja barriärer i utvecklingen genomfördes (Lindberg, 2002).

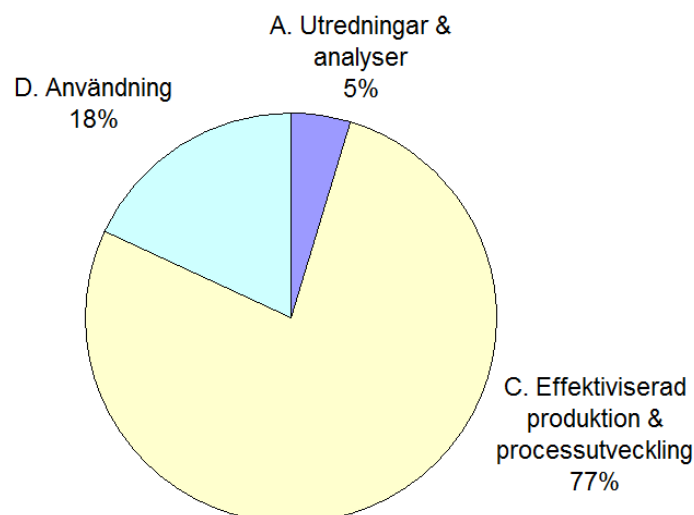
Svenskt Gastekniskt Center (SGC) har också haft stöd för att genomföra **Energigastekniskt utvecklingsprogram**. Samarbetet med SGC startade 1994 och löpte först årsvis och utökades sedan till flerårsprogram. Det nuvarande ramprogrammet omfattar tidsperioden 2009-2012. Inom SGC finns en betydande gaskompetens och det är därför naturligt att denna organisation fortsätter att administrera utvecklingsprogrammet (Blad, personlig kontakt, 2010). Energimyndigheten har beviljat 8 miljoner kr/år, vilket motsvarar 40 % av stödgrundande kostnader. Programmet syftar till att främja kompetens- och teknikutvecklingen för ökad och effektivare användning av gasformiga bränslen och därmed förbättrad konkurrenskraft i industrin. Ett av programmets mål är även att bidra till utveckling av goda ekonomiska, tekniska och miljömässiga samverkansformer mellan energigas och andra bränslen. SGC:s program innehåller en bred mångfald av aktiviteter såsom forsknings- och utvecklingsprojekt, demonstrationsprojekt samt kunskapsuppbyggnad och

informationsaktiviteter. Exempel på projekt är framtagandet av flertalet handböcker, bland annat inom mikrobiologi och substrat för biogasproduktion. Forskningsatsningar har även gjorts i flera projekt inom förgasningsområdet för utveckling av SNG. Inom programmet har även hytanutveckling skett genom flertalet projekt (hytan, en blandning av metan och vätgas). Åtskilliga projekt har haft internationell karaktär och programmet har varit föregångare i framförallt två hänseenden i Europa men även internationellt. Energigastekniska utvecklingsprogrammets forskning har dels fått spridning i Europa angående riskerna kring inmatningen av biogas på naturgasnätet och sätt att undvika dessa risker. Dels så har Sverige varit ett föregångsland när det gäller att använda biogas till fordon och har här haft internationell betydelse genom spridning av bland annat drifterfarenheter från uppgraderingstekniker för rening av biogas till fordonskvalitet, där kvalitetssäkring har varit en viktig del (SGC, 2008).

Waste Refinery är ett annat forskningsprogram som Energimyndigheten har delfinansierat. Stödet har innefattat 3 miljoner kr/år under en treårsperiod, vilket motsvarar cirka 20 % av den totala kostnaden för programmet. Programmet avslutades i februari 2010 och utgjordes av 30 delprojekt. Däribland fanns projekt som **Termisk och biologisk behandling i ett systemperspektiv** och **Behandling av rötrest**. Programsyftet var att verka för resurssnål, säker och miljövänlig avfallshantering, som långsiktigt kan bidra till att minska beroendet av fossila bränslen och medverka till kretslopp av näringsämnen. Programmets övergripande målsättning var att systematiskt utvärdera, utveckla, demonstrera och integrera olika tekniker för effektiv energiåtervinning ur avfall (Leander, 2009).

3.1.3 Pågående biogasprojekt som Energimyndigheten finansierar

I dagsläget finns det ett antal pågående projekt inom biogasforskning (Energimyndigheten, web, 2010) som Energimyndigheten är inblandad i (Tabell 4). Totala budgeten för pågående satsningar är betydligt större jämfört med summan för de avslutade projekten. Detta visar dels på ett ökande stöd för biogassatsningar, dels på att många forskningsprojekt ofta pågår under en längre tidsperiod, upp till fyra år, vilket binder pengarna längre. De pågående projekten är uppdelade i samma kategorier som avslutade projekt: A. Utredning, B. Demonstration, C. Effektiviserad produktion & processutveckling, D. Användning samt E. Internationella samarbeten och nätverk. För närvarande pågår inga projekt inom *Internationella samarbeten och nätverk* och *Demonstration* (Figur 14). Nedan följer några exempel på projekt inom respektive kategori. Mer detaljer kring de olika projekten finns i *Bilaga 3*.



Figur 14 Pågående biogasprojekt med finansiering från Energimyndigheten.

Tabell 4 Sammanställning över pågående biogasprojekt finansierade av Energimyndigheten

Projektkategori	Antal projekt	Total budget
A. Utredningar & Analyser	1	2 014 000 kr
B. Demonstration	0	0 kr
C. Effektiviserad produktion & Processutveckling	5	32 363 450 kr
D. Användning	2	7 583 028 kr
E. Internationella samarbeten & nätverk	0	0 kr
Summa	8	41 960 478 kr

Energimyndigheten har valt att lägga stora resurser på området *Effektiviserad produktion & Processutveckling* och har i dagsläget fem projekt igång. Ett viktigt projekt bland dessa är Lunds Universitets projekt **Intensifierad anaerob rötning för produktion av biobränsle**. Projektets syfte är att höja biogasproduktionen genom att effektivisera processen i biogasreaktorn. Detta kombineras med egen forskning och samrötning av avfall, förbehandling av rötningssubstratet samt styrning och kontroll av processen för att stärka framställning av biogas. En annan stor satsning är projektet **VA-verkens bidrag till Sveriges energieffektivisering etapp 3** som utförs av Svenskt Vatten AB. Projektet syftar till att öka medvetenheten om energieffektivisering inom den svenska VA-branschen samt branschens betydelse för att minska användningen av högvärdig och fossil energi. Den största potentialen anses finnas i förbättrad användning av biogas och bättre utnyttjande av spillvärme i avloppsvatten samtidigt som en minskad elanvändning även ska uppnås.

Inom kategorin *Utredningar & Analyser* finns det i dagsläget enbart ett projekt igång som är finansierat av Energimyndigheten. Projektet drivs av Mälardalens Högskola och går under namnet **Utveckling av biogaskonceptet lokal produktion och användning**

till fordon. Projektet visar hur lokal biogasproduktion och användning kan vara ett viktigt alternativ i klimatarbetet. Projektet ska analysera en gårdsbaserad biogasanläggning ur dessa perspektiv och optimera anläggningens funktion.

18 % av Energimyndighetens stöd för pågående projekt inom biogasforskning går till projekt inom kategorin *Användning*. Ett projekt är **Studier av DUAL FUEL förbränningsprocesser** som drivs av AVL MTC Motortestcenter AB. Projektet syftar till att utveckla Dual Fuel-tekniken, vilken gör det möjligt att köra Dieselmotorer på biogas. En annan satsning är EU projektet **CLEANTRUCK - miljölastbilar i Stockholm** som utförs av Stockholms stad. Projektet syftar till att demonstrera hur koldioxidutsläpp och andra emissioner från godstransportsektorn kan minskas genom att introducera nya tekniker, bl.a. förnybara bränslen i tunga distributionsfordon för stadsdistribution. Projektet kommer att samla en rad aktörer och för första gången i stor skala demonstrera lastbilar som drivs av förnybara drivmedel. Projektet prövar också innovationer som kvävefyllda däck, återvunnen koldioxid som kylmedium i lastbilar m.m.

Sammanställningen av tidigare insatser finansierade av Energimyndigheten visade på att 22 projekt har bedrivits under tidsperioden 2002 och 2010. Den totala bidragssumman har uppgått till knappt 20 miljoner kronor. Sammanställningen av de pågående satsningarna visade däremot att de sju projekt som för närvarande finansieras har en total bidragssumma på drygt 40 miljoner. Detta innebär att Energimyndigheten har på senare år gått över från att finansiera ett större antal projekt med förhållandevis liten budget till färre antal projekt med betydligt större budget.

3.2 Biogasprojekt som andra aktörer finansierar

3.2.1 Klimatinvesteringsprogrammet, Klimp

Under tidsperioden 2003-2008 har svenska statens stöd till Klimatinvesteringsprogram (Klimp) inneburit att Naturvårdsverket gett stöd åt kommuner och andra aktörer med bidrag som ska minska växthuseffekten genom långsiktiga investeringar. Tanken var att uppmuntra lokala engagemang och initiativ som minskar miljöbelastningen och på så sätt medverkar till att de svenska klimatmålen kan uppnås (Naturvårdsverket, web, 2010).



Naturvårdsverket har mellan åren 2003-2008 beviljat sammanlagt 1,8 miljarder kronor i bidrag till 126 klimatinvesteringsprogram och till 23 fristående åtgärder (s.k. guldklimpar) i kommuner, landsting och företag i Sverige. Projekten kommer att genomföras fram till år 2012 och en projektsammanställning redovisas i Tabell 5 (Naturvårdsverket, web, 2010).

Ungefär 1/3 av beviljade Klimpbidrag gavs till biogasprojekt under den aktuella tidsperioden på en summa motsvarande drygt 600 miljoner kronor. Klimpbidragen omfattade hela kedjan från produktion av biogas, uppgradering, distribution och användning i främst fordon. Även informationsinsatser har beviljats en del medel (Oskarsson, personlig kontakt, 2010).

Tabell 5 Sammanställning av Klimpbeviljade biogassatsningar under tidsperioden 2003-2008

Projektkategori	Antal projekt	Bidrag [MSEK]	Investering [MSEK]
Produktion, effektivisering och övrigt produktionsrelaterat	52	356	1 641
Uppgradering & Distribution	53	185	723
Användning	57	72	254
Information	16	8	23
Summa	178	621	2 641

3.2.2 Övriga finansiärer

Förutom myndigheter som Energimyndigheten och Naturvårdsverket bidrar olika forskningsråd samt branschorganisationer med forskningsfinansiering till bland annat högskolor, universitet och institut. Ett urval av projekt som andra aktörer inom biogasbranschen har finansierat på senare tid eller finansierar, finns representerade i tabell 6.

Tabell 6 Sammanställning av ett urval av andra aktörers biogASForskning

Lunds Universitet	Finansiär	Tidsperiod	Budget
• Crops 4 Biogas – optimering av biogasproduktion från grödor	Formas	2008-2011	6 500 000 kr
• 300 GWh biogas från energigrödor	Eon Gas Sweden	2008-2011	4 600 000 kr
• Intensifierad biogasproduktion vid Söderåsens Bioenergi – en fallstudie	Eon Gas Sweden	2007-2011	1 800 000 kr
• Samproduktion av etanol och biogas från fibergrödor	Region Skånes miljövårdsform, Formas	-	400 000 kr
• Ekologisk lunga – bioteknisk uppgradering med hjälp av enzymer	Eon Gas Sweden	2008-2011	3 800 000 kr
Linköpings Universitet	Finansiär	Tidsperiod	Budget
• Förbättrad anaerob rötning av avfall i relation till spårämnestillsats	Formas	2006-2009	-
• Optimering och teknisk/ekonomisk utvärdering av biogasproduktion från bioslam från massa-/pappersbruk	Värmeforsk	2008-2009	-

- Effekter av extracellulära polymera substanser (EPS) på viskositetsförändringar i totalomblandade tankreaktorer relaterat till substratsammansättning och mikrofloras dynamik.

Formas/Vinnova 2008-2011 -

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik	Finansiär	Tidsperiod	Budget
• Utvärdering av gårdsbiogasanläggning med mikroturbin för kraftvärmeproduktion	Stiftelsen lantbruksforskning	Pågår	-
• Processintern metananrikning för kostnadseffektiv produktion av biogas som fordonsbränsle	Göteborgs Energi forskningsråd	Pågår	-
• Gårdsbaserad biogasproduktion System, ekonomi och klimatpåverkan JTI-rapport 42	Stiftelsen lantbruksforskning och LRF	2008	-
• Förstudie avseende rötning av biologiskt avfall, energigrödor och gödsel i Karlstadregionen	Karlstad Energi AB	2008	-
• Gödsling av energigrödor med slam	Svenskt Vatten Utveckling	2008	-
• Torrötning – kunskapssammanställning och bedömning av utvecklingsbehov. JTI-rapport 357	Stiftelsen lantbruksforskning	2007	-
• Metaller och organiska ämnen i bioavfall	Kretsloppskontoret i Göteborg	2007	-
• Biogas – Nuläge och framtida potential	Värmeforsk	2005-2006	-
• Förstudie om produktion av biogas vid Arlanda flygplats och Sigtuna kommun	Luftfartsverket och Sigtuna kommun	2005	-
• Uppföljning och utvärdering av Hagaviksanläggningen för gårdsbaserad biogasproduktion	Delegation för energiförsörjning Sydsverige	2004-2006	-

- Rötning vid hög ammoniumhalt Formas 2002-2006 -
- Rötning med anaerobt filter av ABB, 2002 -
avloppsvatten och restprodukter från
Norrmejerier Norrmejerier

SLU	Finansiär	Tidsperiod	Budget
• MicroDrive – maximalt utnyttjande av olika mikrobiologiska processer vid beredning av växtbiomassa. Slutprodukten blir biogas och etanol, djurfoder, gröna biotekniska produkter och kvalitetssäkrad biogödning	SLU-fakulteten Naturresurser och lantbruksvetenskap samt företag och lantbruksnäringen	2007-2010 2010-2013 (beslutsprocess för fas 2 pågår)	8 000 000 kr/år
• Biogas från Drank	Formas/ Energimyndigheten	2009-2011	1 500 000 kr
• Mikrobiologisk handbok	Avfall Sverige, SGC	2007	140 000 kr
• Rötresten som gödningsmedel – optimering av fenolnedbrytning i biogasprocesser	Formas	2006-2010	1 200 000 kr

Denna sammanställning är ej fullständig då den enbart representerar en del av de organisationer inom branschen som finns i Sverige samt ett urval av de projekt som genomförts. Tabellen ger ändå en bild av vilken typ av forskning som bedrivs och har bedrivits i landet på senare tid. Information om vilken budget respektive projekt blivit tilldelat har ibland varit svår att få fram, därav luckor i tabellen.

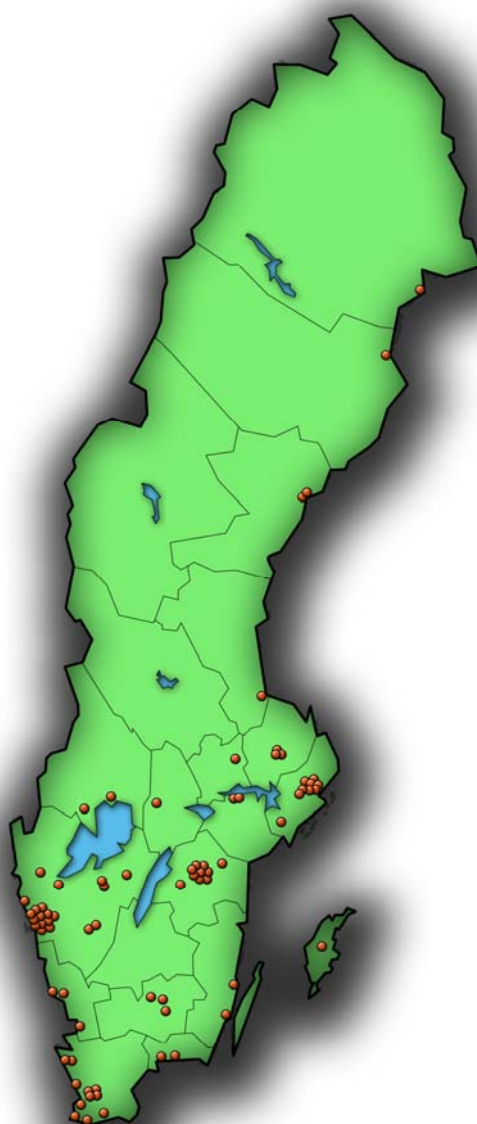
4 Biogasstöd från Energimyndigheten

4.1 Inkomna ansökningar till biogasutlysningen

Energimyndigheten har från Regeringen blivit tilldelade 100 miljoner kronor som ska föras vidare som investeringsstöd för att främja en effektiv och utökad biogasutveckling. Bedömningarna kommer att göras med utgångspunkt i de kriterier som framgår av förordning (2009:938) om statligt stöd till åtgärder för produktion, distribution och användning av biogas och andra förnybara gaser.

Tabell 7 Länsfördelningen baserat på de 75 inkomna ansökningar vid Energimyndighetens utlysning av biogasstöd, januari 2010

Län	Antal ansökningar
Skåne	11
Blekinge	2
Halland	3
Kronoberg	3
Kalmar	2
Gotland	1
Västra Götaland	20
Värmland	2
Östergötland	10
Örebro	1
Södermanland	2
Västmanland	1
Stockholm	9
Uppsala	3
Gävleborg	1
Västernorrland	2
Västerbotten	1
Norrbottn	1



Figur 15 Sverigekarta som illustrerar vilka områden som berörs i de inkomna ansökningarna.

Då denna biogasutlysning stängde den 18 januari 2010 hade myndigheten erhållit 75 ansökningar om biogasstöd. Den totala ansökta summan var drygt 8 gånger större än det tillgängliga stödet. I Tabell 7 finns en länsvis sammanställning av de inkomna ansökningarna.

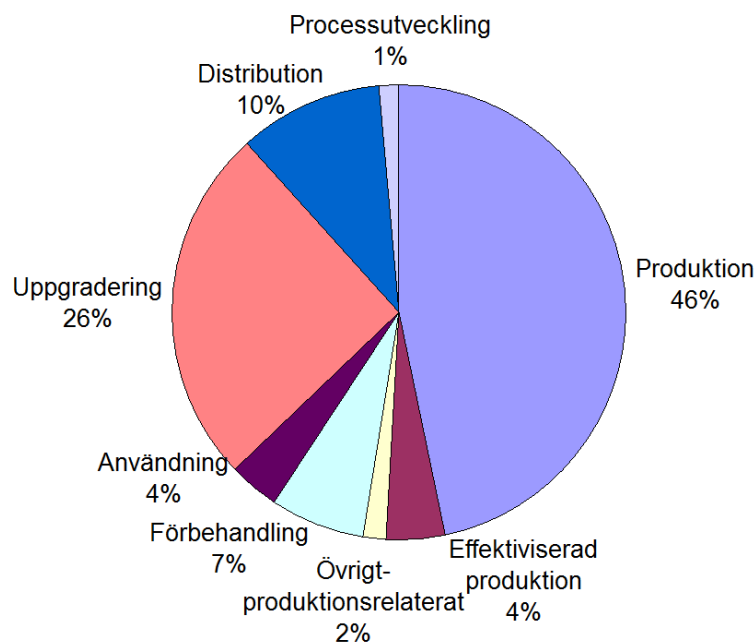
Majoriteten av ansökningarna är koncentrerade till några få ställen i landet, där Västra Götaland ligger i täten med sina 20 ansökningar. På kartan i Figur 15 kan det utläsas att 12 av dessa kommer från Göteborgsområdet. Även län som Skåne, Östergötland och Stockholm med 11, 10 respektive 9 inkomna ansökningar har gjort anspråk om stor andel av biogasstödet.

Utlysningens inlämnade ansökningar har i denna rapport delats in i 8 olika kategorier beroende på ansökningens karaktär (Tabell 8).

Tabell 8 Sammanställning av ansökningarnas indelning i kategorier*

Projektkategori	Antal projekt	Sökt belopp [SEK]
1. Produktion	26	397 428 790
2. Effektiviserad produktion	7	38 647 576
3. Övrigt– produktionsrelaterat	9	17 694 000
4. Förbehandling	6	51 384 000
5. Användning	4	35 145 000
6. Uppgradering	9	154 558 000
7. Distribution	13	102 684 150
8. Processutveckling	1	13 223 628
Summa	75	810 765 144

*Tabellen är justerad efter inkomna kompletteringar .



Figur 16 Sammanställning av de kategoriserade ansökningarna utifrån sökt belopp.

Som kan utläsas ur Figur 16 så har störst del av de sökande åberopat bidrag för produktionsrelaterade ändamål. Det innefattar framför allt produktionsanläggningar med rötning av bland annat matavfall, gödsel, halm och alger. En annan kategori som har ansökt om stor andel av investeringsstödet är *uppgradering*. Det är framför allt kryogena uppgraderingsanläggningar som ligger i fokus vid denna utlysning. *Distribution* består till stor del av ansökningar som berör rörledningsdragning, men även en och annan tankbil har sökt om stöd.

4.2 Beslutsprocessen

För att kunna fördela det utlysta stödet så rättvist som möjligt tillsattes ett programråd med representanter från Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Statens jordbruksverk samt Trafikverket. De andra myndigheterna ska ge råd och stöd till Energimyndigheten för att bedömningen ska bli så korrekt som möjligt.

Beslutsprocessens första steg är att kontrollera att samtliga ansökningar uppfyller de fastställda skullkraven enligt förordning (2009:938), se *Bilaga 1*. Förordningens börkrav kan ha uppfyllts i varierande grad, varefter de betygsätts utifrån skalan 1-3, där 3 = god uppfyllnad och 1 = bristfällig uppfyllnad. De ansökningar som dels uppfyller alla skullkraven samt får goda betyg på börkraven har prioritet inför nästa steg, som är djupgranskningen. Djupgranskningen utförs av hela Programrådet på samtliga ansökningar som uppfyller skullkraven varefter en prioriteringsordning fastställs som alla inblandade ska vara överrens om samt som ska få bifall av Energimyndighetens generaldirektör.

De slutsatser som kommer fram i denna rapport angående var biogasstödet bör läggas ska tjäna som underlag till Programrådet under deras beslutsprocess. Programrådets preliminära tidsplan är att beslut ska vara tagna innan augusti månads utgång.

5 Biogas ur en samhällsekonomisk synvinkel

Detta kapitel är resultatet av en litteraturstudie samt egna bearbetningar av värden, där syftet har varit att åskådliggöra biogasproduktionen ur samhällsekonomisk synvinkel. Idag finns ett stort intresse för biodrivmedel i transportsektorn och staten subventionerar miljöbilar bl.a. via förmånsbeskattning vilket har gjort att det finns intresse av att se vilka samhällsekonomiska effekter biogas för med sig. Med detta i åtanke ska detta kapitel redogöra för vilka samhällsekonomiska konsekvenser en ökad biogastillförsel kan få. Ett antal rapporter utgör underlaget för kapitlets innehåll. Däribland den nyutkomna studien *Samhällsekonomiska värden av olika miljöeffekter vid ett ökat utnyttjande av biogas* (Brännlund m.fl., 2010).

I denna rapport har den samhällsekonomiska nyttan med biogas enbart inkluderat miljöaspekten av minskade utsläpp och läckage. Till exempel är inte den samhällsekonomiska kostnaden för investeringar av bl.a. nya anläggningar medräknad. Den samhällsekonomiska lönsamheten som t.ex. fler arbetstillfällen och ökad sysselsättning ge upphov till är heller inte inräknad.

En av de viktigaste aspekterna avseende relevant information kring biogas ur ekonomisk synvinkel är att ej enbart fokusera på själva biogasproduktionen utan att i analysen också inkludera hela biogaskedjan. Problematiken ligger dock i att hela biogaskedjan är ytterst komplex och är svår att jämföra med andra energisystem. Vid samhällsekonomiska beräkningar inom biogasområdet saknas det till exempel prissättning på många effekter, vilket medför att värden i de refererade rapporterna är framtagna utifrån skattningar och därmed är förenade med osäkerheter (Brännlund m.fl., 2010).

Ett flertal olika metoder är sedan tidigare kända för att mäta vilka effekter ett visst beteende har på miljön. Bland annat finns *Direkta metoder* som ekonomiskt värderar miljön och som baseras på hypotetiska marknadsbeteenden utifrån olika scenarier. Genom denna metod kan människors betalningsvilja för en resurs utforskas. För ekonomisk värdering finns även *Indirekta metoder*, som baseras på verkliga marknadsbeteenden. Metoden kan indirekt ge resursvärden genom att studera hur människor faktiskt betar sig, för studien relevanta, marknader (Brännlund m.fl., 2010). Dessa metoder används indirekt i flera andra metoder, men kommer inte analyseras närmare i detta kapitel.

5.1 Ekonomiska värdet av minskade utsläpp och läckage

5.1.1 Utsläpp av växthusgaser

Som tidigare nämnts i avsnitt om miljöaspekter bidrar biogasproduktion från gödsel och andra restprodukter till minskade växthusgasemissioner av åtminstone tre olika anledningar. Det kanske viktigaste är att biogasen kan ersätta fossila bränslen och

därmed medverka till att minska utsläppen av framförallt koldioxid från förbränning av fossila bränslen. Det andra sättet är att biogasproduktion fångar upp och tar tillvara den metan och lustgas som annars på naturlig väg skulle läcka ut i atmosfären. Den tredje anledningen är att restprodukten som blir över efter biogasframställning innehåller mer växtnäring än det som inte rötas. Detta innebär att det finns potential att även minska konstgödselanvändningen genom att ersätta detta med gödning av rötresten (Brännlund m.fl., 2010).

Den färskaste studien *Livscykelanalys av svenska biodrivmedel* (Börjesson m.fl., 2010) visar att biogas från gödsel är det bästa biodrivmedlet då det minskar utsläppen av växthusgaser allra mest jämfört med bensin och diesel. Minskningen är 148 % (Tabell 9). Anledningen till att klimatnyttan kan överstiga 100 % är de indirekta effekterna som biogasproduktion ger upphov till bl.a. genom ökad recirkulation av växtnäringssämnen som leder till minskad användning av konstgödsel.

Tabell 9 Procentuell klimatnytta i jämförelse med fossila drivmedel (Börjesson m.fl., 2010)

Biogasproduktion av olika substrat	Procentuell klimatnytta
Biogas från gödsel	148 %
Biogas från livsmedelsavfall	119 %
Biogas från organiskt hushållsavfall	103 %
Biogas från vallväxter	86 %
Biogas från sockerbetor inklusive blast	85 %
Biogas från majs	75 %

En nackdel vid beräkning av biogasens samhällsnytta är att företagsekonomiska kalkyler inte beaktar värdet på minskningen av växthusgaser eftersom den som producerar biogasen inte ersätts för den reduktion som sker. Detta är en brist som ger missvisande värden och en framtida lösning är att kalkylerna bör kompletteras med en värdering av klimatnyttan för att mer tydligt få fram den samhällsekonomiska nyttan (Brännlund m.fl., 2010).

Ett av tillvägagångssätten för att komma åt problemet, i alla fall teoretiskt, kan vara att använda den så kallade *Skadestodsmetoden*, även kallad SCC (Social Cost of Carbon approach) som beräknar växthusgasvärdet utifrån gasernas skadeverkningar. Skadestodsmetoden används frekvent, framförallt i modellerings-sammanhang. Metoden innebär en beräkning av skillnaden i framtida skada orsakad av en marginell förändring i utsläpp, med utgångspunkt från en given referensbana (ett antal uppsatta referensvärden) för utsläppen. En trolig utsläppsbana för växthusgasemissioner de närmaste 100 åren tas fram, varefter både koncentrationshalten i atmosfären vid varje tidpunkt och den skada som följer av detta kan beräknas. Exempelvis kan Sverige besluta om ett nationellt mål vad gäller utsläpp och utgående från detta beräkna det pris på växthusgaser som krävs för att målet ska uppfyllas. Att använda skadestodsmetoden är dock inte helt problemfritt eftersom den beror mycket på vilken referensbana som valts. Den i Sverige uppsatta banan kanske inte överensstämmer med den faktiska globala utsläppsbanan (Brännlund m.fl., 2010).

Statens Institut för Kommunikationsanalys, SIKA, har gett ut en handbok (SIKA, 2009) för projektkalkyler där det framkommer att även om SCC är den i teorin rätta metoden så är den inte möjlig att tillämpa då författarna anser att det inte är möjligt att beräkna ett värde på skadekostnaden. Ett av skälen till detta är som tidigare nämnt att många klimatrelaterade nyttor inte är prissatta. Handboken föreslår istället värdet **1,50 kr/ kg CO₂-ekvivalenter**, som antas korrespondera någorlunda mot transportsektorns utsläppsmål. Detta värde anses dock vara betydligt högre i jämförelse med värden som finns i annan vetenskaplig litteratur (Brännlund m.fl., 2010) där motsvarande medelvärde ligger på **0,20 kr/kg CO₂-ekvivalenter**.



Figur 17 Rötas stallgödseln istället för att enbart lagras innebär det stora miljövinster.
Foto: Pascal Tshibanda, Skaraborgs Kommunalförbund (med tillstånd).

GWP (Global Warming Potential) är en metod att mäta vilken påverkan en gas har på växthuseffekten. Skalan är relativ och jämför den aktuella gasen med samma massa koldioxid. Värdet på metan är numera, enligt IPCC-riktlinjerna, satt till 25*CO₂. Enligt studien som är gjord i rapporten utförd av Brännlund m.fl. har det framkommit att varje ton lagrad nötflytgödsel ger upphov till metanutsläpp motsvarande 13,76 kg CO₂-ekvivalenter. Om gödslet istället rötas så orsakar detta endast ett metanutsläpp på 2,59 kg CO₂-ekvivalenter, vilket är en nettoreduktion på 11,17 kg CO₂-ekvivalenter (Figur 17). I Tabell 10 har egen bearbetning gjorts baserat på ovanstående värden. Dessa beräkningar visar en indikation på hur stor skadekostnaden kan vara. I Tabell 11 redovisas de ekonomiska värdena som reducerade utsläpp av växthusgaser ger upphov till, uttryckt i kronor per MJ producerad biogas. Beräkningarna baseras på värden som redovisas nedan. Notera att siffrorna är från bedömningar vid enstaka fältstudier vid typiska mellansvenska gårdar och inte nödvändigtvis representativa för alla områden inom regionen och är även behäftade med viss osäkerhet (Brännlund m.fl., 2010).

Värdena baseras på följande data:

- Vid rötningen av stallgödsel produceras omkring 23 Nm³ metan per ton TS (torrsubstans) (Brännlund m.fl., 2010).
- Energiinnehållet i 1 Nm³ biogas = 10 kWh biogas = 36 MJ biogas (Brännlund m.fl., 2010).
- Gasen som produceras vid rötning av stallgödsel har vanligtvis en metanhalt på 65-75 %, vilket ger ett medelvärde på 70 % i beräkningarna (Persson, 2006).

→ Räknas detta samman (23 Nm³ metan * 36 MJ biogas * 0,7 metanhalt) påvisar det att **energiinnehållet** i ett ton stallgödsel är ca **580 MJ**

→ Detta leder till att en nettoreduktion som ovan nämnts motsvarar:
11,17 kg CO₂-ekv/563 MJ = **0,019 kg CO₂-ekvivalenter per MJ biogas**

En dansk studie från 2001 visar ett resultat på **0,058 kg CO₂-ekvivalenter per MJ biogas** och används som jämförelse i Tabell 10.

Tabell 10 Ekonomiskt värde av minskade växthusgasutsläpp, kronor per MJ producerad biogas

	kg CO ₂ -ekv per MJ	Pris på CO ₂ -ekv (per kg)	
		0,20 kr per kg CO ₂ -ekv	1,50 kr per kg CO ₂ -ekv
Metan (CH₄): Sverige	0,019	0,004 kr/MJ	0,029 kr/MJ
Metan (CH₄): Danmark	0,058	0,012 kr/MJ	0,087 kr/MJ

Biogasproduktionen från svenska gårdar (inklusive pilotanläggningar) var år 2006 uppe i cirka 20 GWh (Persson, 2006). Eftersom 10 kWh motsvarar 36 MJ biogas så ger 20 GWh (20*10⁶ kWh) ett energiinnehåll på 70 miljoner MJ. Ur Tabell 11 kan det utläsas att det samhällsekonomiska värdet av att undvika metanutsläpp ligger mellan 280 000 kr och 2 093 000 kr beroende på om koldioxidpriset är satt till 0,2 eller 1,5 kr/kg CO₂-ekv. Skulle investeringar göras så att gårdsanläggningarnas produktion fördubblas på grund av nya anläggningar skulle detta innebära en dubblering av det samhällsekonomiska värdet.

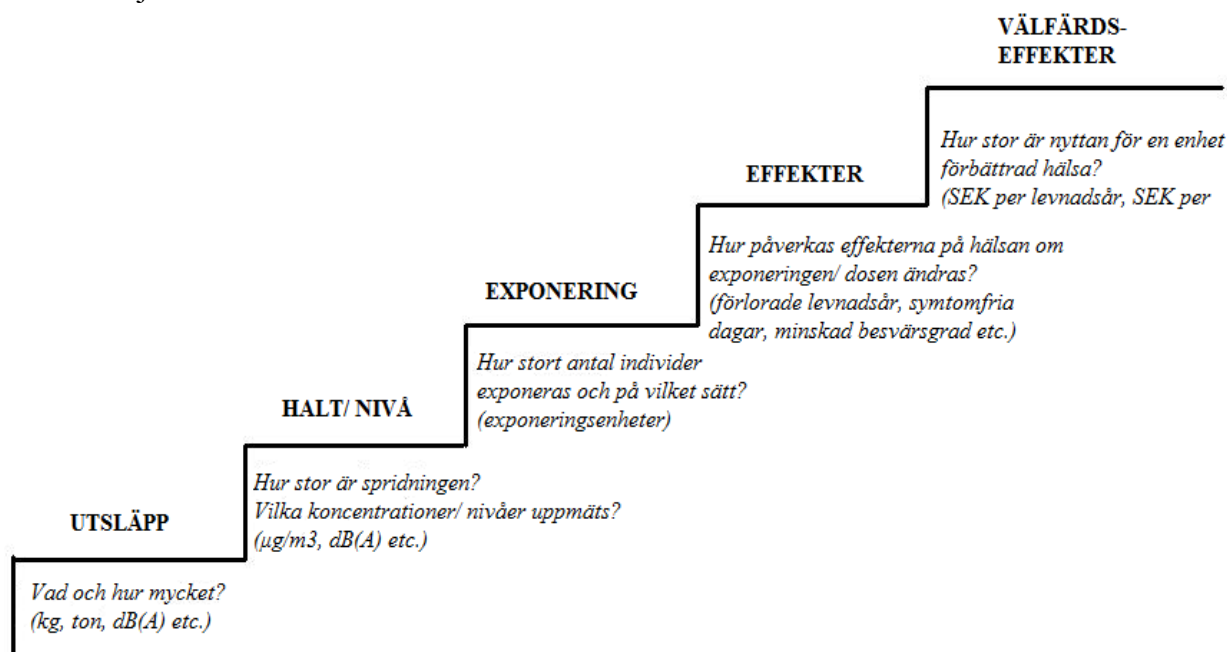
Tabell 11 Beräkning av det samhällsekonomiska värdet av att reducera metanläckage per år. Egen bearbetning av (Brännlund m.fl., 2010)

	Samhällsekonomiska värdet i Sverige:	
	0,20 kr per kg CO ₂ -ekv	1,50 kr per kg CO ₂ -ekv
Gårdsproducerad biogas:	0,004 kr/MJ	0,029 kr/MJ
70 000 MJ	280 000 kr	2 051 000 kr
140 000 MJ	560 000 kr	4 186 000 kr

5.1.2 Utsläpp av partiklar

Partiklar som följd av trafikens utsläpp till luften utgör ett allt större miljöproblem, särskilt med tanke på de skadliga effekter detta förorsakar på lungor och luftvägar. För detta ändamål har *Effektkedjeansatsen* (Impact Pathway Approach) tagits fram som metod och denna används även internationellt för värdering av partikelutsläpp. Effektkedjeansatsen innebär att hela händelsekedjan vad gäller utsläpp, spridning och exponering granskas. Vilken påverkan utsläppen ger upphov till finns också med i analysen. Sista steget är att värdera effekterna i kronor och ören. Utgångspunkten i denna ansats är själva utsläppskällan. Till exempel kan mätningar utgå från ett visst bostadsområdes trafikutsläpp. Därefter skattas utsläppens spridning och utgående från detta kan effekterna på miljö och hälsa kvantifieras. Samhällets kostnader för utsläppen kan slutligen värderas monetärt. Effektkedjeansatsen har som målsättning att i första hand värdera förändringar i människors hälsotillstånd snarare än förändringar i utsläppskvantiteter. Det är inte möjligt att i realiteten ta fram djupgående kunskap om alla utsläpps olika effekter. Generellt fokuseras studier oftast på de farligaste föroreningarna med de allvarligaste hälsoeffekterna (Forslund m.fl., 2007).

Värdering av hälsoeffekter i effektkedjeansatsen görs i fem steg och baseras på olika modellansatser (Brännlund m.fl., 2010). Figur 18 åskådliggör effektkedjeansatsen i detalj.



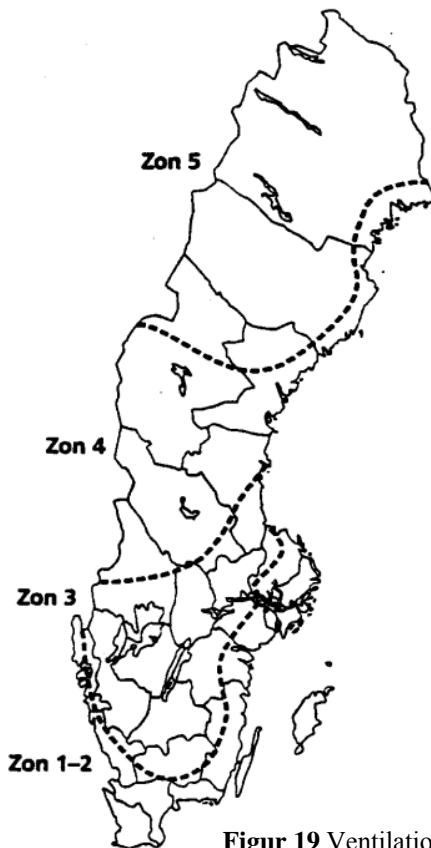
Figur 18 Värdering av luftpartiklars hälsoeffekter– steg för steg. Egen bearbetning av (Forslund m.fl., 2007).

- Steg 1: Beräkning av utsläpp
Vid kvantifiering av luftburna föroreningar inkluderas bland annat genomsnittshastighet, trafikbelastning, vägsträckning och hur många gram partiklar t.ex. en utsläppskälla, ger upphov till (per km eller per MWh etc.).
- Steg 2: Beräkning av halter/nivåer
Med hjälp av information om utsläppsmängd från steg 1 och en modell för

spridningsberäkning kan koncentrationshalter/ nivåer för de aktuella föroreningarna beräknas.

- Steg 3: Beräkning av exponering
Befolkningsdata används för att uppskatta den exponering som människor utsätts för. Utsläpp i luft kan förflytta sig och ändra kemisk karaktär vilket försvårar kvantifiering av exponering.
- Steg 4: Kvantifiering av fysiologisk påverkan
Uppskattning av föroreningarnas påverkan på människors hälsa (sjuklighet och dödlighet) genom att tillämpa så kallade exponerings-responssamband (ER). Sambandet visar korrelationen mellan grad av föroreningars exponering och påföljande hälsoeffekter. Till effekterna tillhör antal astmaattacker, sjukhusinläggningar, effekt på dödlighet etc.
- Steg 5: Monetär värdering:
De i steg 4 kvantifierade hälsoeffekterna ska i sista steget värderas monetärt i kronor och ören. För att fastställa denna kostnad multipliceras antalet fall med det monetära värdet på respektive fall. Oftast baseras det monetära värdet på samhällets betalningsvilja för att undvika en viss effekt.

Med hjälp av denna modell kan luftföroreningarnas lokala effekter beräknas i kronor per kg. SIKA har genom sitt deltagande i ASEK (Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkylvärden) tagit fram rapporten *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser*. I rapporten används denna metod för att kalkylera de lokala effekter luftföroreningar ger upphov till i kronor per kg. Denna beräkning görs i två steg:



Figur 19 Ventilationszoner i Sverige (SIKA, 2009).

samhällsekonomiska analyser. I rapporten används denna metod för att kalkylera de lokala effekter luftföroreningar ger upphov till i kronor per kg. Denna beräkning görs i två steg:

Första steget är att uppskatta mängden exponeringsenheter per kg utsläpp på den specifika platsen. En exponeringsenhet innebär exponering av en person under ett år för halten $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Detta beräknas genom formeln (SIKA, 2009):

$$\text{Exponering} = 0,029 \cdot F_v \cdot \sqrt{B} \quad (3)$$

där B står för den aktuella tätortens folkmängd, räknat i antal personer och F_v är ventilationsfaktorn (exponeringen per person och kg utsläpp) och grundar sig i vilken ventilationszon exponeringen ska beräknas (Figur 19; Tabell 12).

Ett högre värde på ventilationsfaktorn motsvarar sämre ventilation, vilket innebär att luftföroreningarna har mindre chans att ventileras bort och bidrar till mer skadlig effekt.

I områden där det blåser mycket, såsom i Skåne och längs kusterna, är ventilationen som bäst vilket ger en lägre ventilationsfaktor (Bångman, personlig kontakt, 2010). Norrut är ventilationsfaktorn generellt sett högre, men befolkningstätheten är i regel mindre där vilket gör att exponeringen ändå inte blir så stor i dessa områden.

Tabell 12 Ventilationsfaktorer för olika ventilationszoner (SIKA, 2009)

Ventilationszon	Ventilationsfaktor F_v
1-2	1,0
3	1,1
4	1,4
5	1,6

Det andra och sista steget är att beräkna det enskilda områdets värde för utsläpp uttryckt i kr/kg. Detta görs genom att den framräknade exponeringen ur formel (3) för den specifika platsen, multipliceras med respektive värde på exponeringsenheten för varje ämne (hämtas ur Tabell 13). Tabellvärdena baseras på samhällets betalningsvilja för en minskning av de effekter som utsläppet av ämnet orsakar (SIKA, 2009).

Tabell 13 Rekommenderad värdering av utsläppens lokala effekter. Kr/exp.enhet, penningvärdet år 2006 (SIKA, 2009)

Ämne	Kr per exponeringsenhet
Partiklar	515,0
VOC	3,0
SO ₂	15,1
NO _x	1,8

I Tabell 14 presenteras i denna rapport egen bearbetning på framräknade ekonomiska värderingar av lokala effekter från typiska luftföroreningar från avgaser i några representativa tätorter i Sverige. Lokala effekter på grund av trafik avser de direkta effekter av luftföroreningar som uppstår i närområdet kring utsläppens källa. Beräkningarna är baserade på värden ur Tabell 12 och 13 som är hämtade från SIKArapporten.

Tabell 14 Ekonomisk värdering av lokala effekter från partiklar, VOC, SO₂ och NO_x (2006 års prisnivå) i några slumpmässigt valda orter samt referensorten Landskrona. Egen bearbetning baserat på värden från Tabell 12 och 13

Tätort	Antal invånare	Ventilations- faktor F_v	kr/kg partiklar	kr/kg VOC	kr/kg SO ₂	kr/kg NO _x
Luleå	73 000	1,4	5 649	33	166	20
Falun	36 000	1,4	3 967	23	116	14
Uppsala	120 000	1,0	5 174	30	152	18
Eskilstuna	95 000	1,1	5 064	29	148	18
Göteborg	500 000	1,0	10 561	62	310	37
Laholm	5 900	1,0	1 147	7	34	4
Landskrona	27 000	1,0	2 454	14	72	9

Denna metod är lämplig att använda i de fall det med säkerhet kan påstås att en specifik åtgärd har en inverkan på ett specifikt område. Är däremot effekten på en särskild plats svår att härleda till en speciell handling kan en generell ventilationsfaktor och population användas. Trafikverket använder sig av Lanskröna som referensort med sina 27 000 invånare och ventilationsfaktor på 1,0 (Brännlund m.fl., 2010).

Med luftföroreningar i denna beräkningsmetod avses framförallt de föroreningar som uppstår på grund av användning av fossila bränslen. En avgränsning som är gjord i denna kalkyl över den samhällsekonomiska kostnaden är att andra typer av luftföroreningar såsom partiklar, som uppstår som följd av friktion mellan däck och vägbana, ej är medräknade.

För att få en bättre uppfattning om vilka samhällsekonomiska besparingar det faktiskt innebär att använda biogas som drivmedel istället för bensin granskades bland annat IVL:s studie *Biogas som drivmedel för fordon i Västra Götaland* (Norrman m.fl., 2005). Som komplement till datan från denna studie hämtades även utsläppsvärden på föroreningar från Naturvårdsverket och redovisas i Tabell 15. Tabellen visar hur stor utsläppsreduktionen blir för fem olika ämnen, uttryckt i mg/MJ där biogas används istället för bensin.

Tabell 15 Utsläpp i mg/MJ bränsle vid användning av lätta fordon (Naturvårdsverket, 2004)

	Partiklar	NMVOC	SO_x	NO_x
Biogas	1,9	18	0	28
Bensin	3,5	28	9,2	35
Bensin- biogas	1,6	10	9,2	7

Enligt IVL:s studie konsumerades cirka 4 miljoner Nm³ fordonsgas i Västra Götaland under år 2004. Detta motsvarar 140 miljoner MJ. Resultatet av genomsnittligt utsläpp i Västra Götaland redovisas i Tabell 16.

Tabell 16 Genomsnittligt utsläpp i mg/MJ bränsle vid användning av fordon i Västra Götaland. Antas att SO_x och NMVOC gäller för SO₂ och VOC. Egen bearbetning från (Norrman m.fl., 2005)

	Partiklar	VOC	SO₂	NO_x
Biogas	0,27	2,5	0,0	3,9
Bensin	0,49	3,9	1,3	4,9
Bensin- biogas	0,22	1,4	1,3	1,0

De samhällsekonomiska vinsterna med att använda biogas istället för bensin i regionen kan nu i denna rapport beräknas med hjälp av värdena i Tabell 14 dvs. värdena för referensorten Landskröna samt Västra Götalands största ort Göteborg. Resultatet redovisas i Tabell 17.

Tabell 17 De samhällsekonomiska vinsterna vid användning av biogas som fordonsbränsle istället för bensin i städerna Landskrona (referensort) och Göteborg, uttryckt i tusen SEK (2006 års penningvärde)

	Partiklar	VOC	SO₂	NO_x	Totalt
Göteborg	2 366	86	399	36	2 887
Landskrona	550	20	93	8	671

5.1.3 Läckage av kväve

Förutom att rötning fångar upp metangas som annars skulle läcka ut i atmosfären genom naturlig nedbrytning har rötning även den effekten att tillgängligheten på den växtnäring som restprodukten innehåller ökar. Vid rötning av stallgödsel ökar nämligen halten ammoniumkväve i restprodukten i jämförelse med icke rötad stallgödsel. Detta medför att kvävet därav blir mer växttillgängligt och användningen av konstgödsel kan reduceras (Brännlund m.fl., 2010).

Om all stallgödsel skulle rötas ökar andelen ammoniumkväve i gödslet med uppskattningsvis 10 % (Naturvårdsverket, 2009). Detta möjliggör en minskning med 0,3 kg N-mineralgödsel per ton rötad stallgödsel, vilket innebär att biogasrötning kan bidra till minskad övergödning i Östersjön.

Något som skiljer värdering av minskat kväveläckage till recipienten jämfört med värdering av växthusgaser och partiklar är att problemen med tillförsel av näringsämnen är ett regionalt problem. Detta är i motsats till problemet med växthusgaser som är ett globalt problem och partikelproblemet som är ett lokalt problem. Värdering av utsläppsreducering av näringsämnen, såsom kväve i lantbruket, försvåras eftersom det måste skiljas mellan tillförsel till recipienten (havet) och reduktion vid källan. Sammantaget leder detta till att tillförseln till havet, och därmed skadan och värdet av en reduktion med 0,3 kg N-mineralgödsel i lantbruket beror på var i landet biogasproduktionen äger rum (Brännlund m.fl., 2010).

De värderingsstudier som beräkningarna utgår från fokuserar på värdet för mängden tillfört kväve till havet. Värdet på mängder tillfört kväve hämtades från rapporten *Samhällsekonomiska värden av olika miljöeffekter vid ett ökat utnyttjande av biogas* (Brännlund m.fl., 2010) och redovisas i Tabell 18.

Tabell 18 Tillförsel av kväve till hav som andel av 1 kg mineralgödsel i jordbruket

Avrinningsområde	Läckage	Tillförsel till havet
Bottenviken	0,04	0,03
Bottenhavet	0,06	0,04
Östersjön	0,12	0,07
Öresund	0,30	0,21
Kattegatt	0,12	0,08
Skagerack	0,24	0,17
Genomsnitt	0,15	0,09

Studien visar att 1 ton rötad stallgödsel, som ersätter 0,3 kg kväve, leder till en minskad tillförsel till havet motsvarande $0,3 \cdot 0,09 = 0,027$ kg N (riksgenomsnitt). Bakom denna siffra ligger antagandet att värdet av kvävetillförsel till hav är oberoende av i vilken "havsbassäng" kvävet hamnar i (Bottenviken, Bottenhavet etc).

Givet att det finns skattat hur ett ton gödsel, som används för biogasproduktion, påverkar tillförseln av kväve till recipienten så kan en ekonomisk värdering av kvävetillförseln göras. Detta har gjorts i ovan nämnd källa och redovisar det samhällsekonomiska värdet av reduktion av kväveläckage i form av intervall och uppskattas till 11-211 kr per kg kväve med ett schablonvärde på 74 kr. Värdena är hypotetiska och är behäftade med osäkerheter och vissa svagheter. Bland annat finns det kritik gentemot att betalningsviljan tenderar till att överdrivas i vissa studier och detta förhöjer värdet av reduktionen. Författarna till rapporten hänvisar till att detta i vissa fall kan korrigeras genom att dividera de uppskattade värdena med tre och istället få ett intervall på 4-70 kr per kg kväve med schablonvärde på 31 kronor/kg tillfört kväve till recipienten. Tabell 19 sammanfattar den samhällsekonomiska värderingen av minskat kväveläckage från jordbruket.

Tabell 19 Ekonomisk värdering av tillförsel av kväve, per ton gödsel samt per MJ biogas (Brännlund m.fl., 2010)

	Kr/kg tillfört N	Kr/kg N vid källan	Kr/ton gödsel	Kr/MJ biogas
Korrigerad	4-70	0,36- 6,30	0,11- 1,89	0,0001- 0,002
Ej korrigerad	11-211	1,08- 18,99	0,32- 5,70	0,0004- 0,007

Utgående från schablonvärdena ovan (31 kr respektive 74 kr/kg N) så blir de samhällsekonomiska värdena 0,001 kr/MJ biogas respektive 0,002 kr/MJ biogas. Genom liknande beräkning som för fallet med metanutsläpp kan dessa siffror bli mer begripliga genom att sättas i ett sammanhang. Givet är att biogasproduktionen från svenska gårdar omkring år 2006 var 20 GWh (Persson, 2006), vilket motsvarar 70 miljoner MJ. Vid fördubbling av mängd gas till motsvarande 140 miljoner MJ biogas skulle det samhällsekonomiska värdet av reducerat kväveläckage uppgå till ungefär 140 000 kr respektive 280 000 kr beroende på vilket schablonvärde som använts.

6 Branschorganisationers syn på biogasens framtid

I detta kapitel har ett antal personer bland annat från branschorganisationer intervjuats för att kunna ta del av deras syn på den framtida biogasmarknaden, vilka satsningar som bör göras och vilka hinder som har störst inverkan. Organisationerna är valda utifrån kriteriet att de ska representera olika delar av biogasbranschen och att olika synvinklar därigenom ska framkomma.

Jonas I Ahlbert, Swedish Biogas International AB, Linköping (2010-05-12)

Swedish Biogas International är ett privatägt bolag med fäste i Linköping, som arbetar mot både en nationell och internationell biogasmarknad. Bolaget bedömer att biogasbranschen kommer att expandera en hel del de kommande åren. Hur mycket, beror enligt Ahlbert, på framför allt två faktorer. Det ena är den politiska viljan och vilka signaler politikerna sänder ut, det andra är marknadsutvecklingen på energi och då speciellt bensin och diesel.



Att bygga upp en biogasmarknad och en helt ny infrastruktur är kostsamt och innebär många risker. Investerare är därför beroende av att politikernas biogasvision är långsiktig. För att fler ska våga satsa på biogas behövs dessutom en trygg biogasframtid, där politikerna visar tydligt vilken sida de står på, att de har drivna ledare i denna fråga samt att det finns en kontinuitet i deras vilja.

Ett exempel på ett framtidsscenario som ger osäkerhet åt branschen vad gäller det politiska styret är bland annat frågan om politikerna en dag kommer att införa energiskatt på biogas. En sådan finns i dagsläget enbart på fossila bränslen och ej för biodrivmedel, vilket grundas i politikernas strävan efter att få in mer förnybar energi i transportsektorn. Biogas anses idag som "politiskt korrekt" och många partier har i nuläget stora biogasplaner, men sådant kan snabbt komma att ändras. Ahlbert menar att hela biogasbranschen är beroende av att skattebefrielsen på biogas finns och kommer finnas i alla fall en överskådlig tid framöver. Skattebefrielsen är ett incitament till att biogas kan bli ekonomisk försvarbart och motiverar folk att våga satsa på branschen.

När man tittar på biogasproduktion och regelverket för detta är det viktigt, enligt Ahlbert, att inte enbart se på förutsättningarna för biogasen utan även vad som sker på marknaden för biogödsel som är "den andra" produkten. Genom de förändringar som nu sker genom sänkning av beskattningen på fossila gödningsmedel, verkar dessa beslut i raka motsatsen för biogasbranschen. En höjd skatt på fossilt gödningsmedel skulle däremot öka intresset för biogödsel och ge mer lönsamhet i biogasframställningen, vilket skulle främja hela branschen. Eftersom det kan vara svårt att höja skatten på fossila gödningsmedel är ett alternativ att istället att ge bidrag till det biogödsel som framställs och bidraget kan baseras på växtnäringssinnehållet. Detta skulle minska användandet av fossilt gödningsmedel och öka biogödslets avsättning.

Den andra viktiga faktorn som har en enorm påverkan på biogasens framtid är som tidigare nämnts oljepriset, vilket är omöjligt för Sverige att styra över. Bolagsresultaten inom biogasbranschen kan hastigt ändra sig, både uppåt och nedåt. Går priset på ett fat olja upp, så gynnas gasbranschen snabbt vilket på kort sikt leder till positiva bolagsresultat, även vid små oljeprishöjningar. Ju högre priset är desto bättre förutsättningar blir det för biogasen och marknaden kan expandera. Tyvärr är det motsatt effekt när oljepriset går ner. Bolagsresultaten följer snabbt efter. Eftersom oljan har så stor påverkan på biogasbranschen bidrar det till otrygghet och minskar branschorganisationers risktagande vilket skadar biogasens framtid.

En annan allmän synpunkt från Ahlbert är att det generellt sett skulle vara bättre för biogasens utveckling att dela ut produktionsstöd istället för investeringsstöd. Detta skulle motivera ansvariga att satsa på optimering av deras anläggningar och bidra till fler konkurrenskraftiga satsningar och att samtliga som producerar gas blir stödberättigade.

Ahlbert poängterar även att kunskapsspridning är av stor vikt. Lösningen till det kan bland annat vara ett kompetenscenter där mer erfarenheter kring biogas och dess produktion och användning kan utbytas. Viktiga satsningar är också att utbilda fler elever vid universitet, högskolor och naturbruksgymnasier inom biogas för att sprida kunskap och öka synergier i processen.

**Helena Jansson, Energigas Sverige,
Stockholm (2010-05-21)**

Energigas Sverige är en medlemsfinansierad branschorganisation som arbetar för en ökad användning av energigaserna biogas, fordonsgas, gasol, naturgas och vätgas.



De biogasområden som Energigas Sverige anser behöver framtida satsningar är framförallt distribution och infrastruktur. Att lösa distribution av gas är en av knäckfrågorna. Kryotekniken som förvätskar biogas till flytande form är en teknik som Jansson tror kommer att utvecklas mest de kommande åren. Med hjälp av denna teknik kan en del av distributionsproblemen lösas men satsningar på flera håll inom distributionsledet är nödvändigt för att komma åt svårigheten.

Det är också viktigt att förbättra förutsättningarna för att kunna producera biogas med ekonomisk lönsamhet. Alternativt kan branschen stöttas genom produktionsstöd eller genom att andra bränslen (diesel och bensin) blir dyrare. En annan viktig aspekt som betydligt påverkar biogasbranschens ekonomi är huruvida förmånsvärdet på biogasbilar som tjänstebil, som finns i dagsläget, blir förlängt eller inte efter 2011. Reduceras förmånsvärdet skulle det antagligen innebära en minskning av antalet biogasdrivna tjänstebilar. Branschen är enligt Jansson i mycket stort behov av långsiktiga styrmedel och politisk vilja som bidrar till att företag och privatpersoner vågar satsa på biogas.

Andra hinder som Jansson påpekar är att det inom biogasbranschen finns motstånd till att naturgas bland annat används som backup vid eventuella driftproblem eller vid brist på biogas. Jansson menar att det istället är bättre att fokuseras på att naturgasen gynnar

biogasmarknaden genom att naturgasen är med och tar kostnaden för distribution och infrastruktur och att mängden naturgas successivt kan minska i takt med att biogasproduktionen ökar.

Ytterligare en svårighet med ökade etableringar inom biogasbranschen är att den byråkratiska tillståndprocessen är krånglig och tidskrävande genom omständliga tillståndsansökningar och handlingar.

Energigas Sverige är övertygad om att biogasbranschen kommer att expandera i framtiden. Energigas Sveriges mål är att genom både rötning och termisk förgasning uppnå en fördubbling till år 2012, av vad som framställs idag, nämligen 3 TWh biogas/år jämfört med dagens 1,4 TWh/år. Deras vision sträcker sig fram till år 2020 då mängden producerad biometan bedöms vara uppe i 15 TWh/år. Det kommer främst att vara kollektivtrafiksektorn, taxibilsflottan och t.ex. färdtjänstbilar som kommer att stå för den största ökningen av biogasanvändandet de närmaste åren. Samtidigt kommer inte mängden biogas räcka till att hela Sveriges fordonsflotta konverteras till biogasanvändande, utan biogas kommer att vara en del av en mängd förnybara drivmedel på marknaden, som tillsammans kan ersätta de fossila bränslena.



**Daniel Hellström, Svenskt Vatten, Stockholm
(2010-05-21)**

Svenskt Vatten företräder VA-verken och VA-bolagen i Sverige och arbetar med att tydliggöra och stärka VA-verksamhetens roll i samhället. Svenskt Vatten anser att det finns en betydande potential att

öka biogasproduktionen vid reningsverk och att öka andelen gas som omvandlas till fordonsgas och elproduktion. I dagsläget går mycket av den biogas som produceras på reningsverken till värme eller kraftvärme. Hellström tror att en kortsiktig utveckling, som även har stor effekt för biogasens framtid, är att den biogas som förbrukas vid reningsverken kommer att ersättas med andra lämpliga uppvärmningskällor, till exempel fjärrvärme. På så sätt kan gasen frigöras till mer behövande ändamål, såsom uppgradering till fordonsgas. Detta kan dock enbart ske om mer satsningar görs på att sänka kostnaden på uppgradering så att det blir mer ekonomiskt försvarbart att rengöra gasen till fordonskvalitet. Alternativet för att få en större andel gas som renas och komprimeras till fordonsgas är ett investeringsstöd till uppgraderingsanläggningar.

Ett hinder för effektivare användning av biogas är, enligt Svenskt Vatten, skatteplikten för anläggningar som producerar el (mer än 100 kWh). Detta medför att det för mindre anläggningar kan det bli mer lönsamt att fackla bort gasen (eller producera överskottsvärme) än att använda den till kraftvärmeproduktion. Svenskt Vatten anser att el producerad av biogas från rötning av avfall och slam bör gå under samma skatteregler som gäller för elproduktion från vindkraft, vilket innebär ingen skatteplikt så länge producenten inte yrkesmässigt levererar elektrisk kraft.

Enligt Svenskt Vatten ligger den största potentialen till ökad biogasproduktion vid reningsverken genom bättre utnyttjande av befintlig rötkammarkapacitet. Detta kan bland annat göras genom att ta in externa, alternativa organiska material t.ex. källsorterat organiskt avfall, vilket inte görs vid alla verk idag. Detta kräver dock att rötrestens kvalitet kan säkerställas så att slutprodukten kan spridas på åkermark som

gödningsmedel. Att effektivisera anläggningarna och att öka utrotningsgraden så att metanproduktionen blir så hög som möjligt är av stor vikt. Svenskt Vatten vill därför se mer stöd till forskning och utveckling som möjliggör högre grad av substratutnyttjande och optimering av befintliga anläggningar som ger ökad gasproduktion. Satsningar bör även läggas på utveckling av reningstekniker då kraven på kväverening ökar samtidigt som gasproduktionen ska bli så optimal som möjligt.

Hellström menar att ett annat hinder som finns för biogasens utveckling vid reningsverken är den misstro som finns gentemot rötslam som gödselmedel. Införandet av certifieringssystemet REVAQ är ett sätt för reningsverken att öka förtroendet för slammet som gödningsmedel och få större avsättning.

Att öka samverkan mellan de kommunala reningsverken och andra aktörer såsom energibolag anser Hellström är av stor vikt för att biogasbranschen ska kunna nå sin potential. Detta kan till exempel ske genom satsningar på fjärrvärmeanslutning samt att möjliggöra rötning av andra substrat än slam vid kommunala reningsverk. Ett ökat samarbete med avfallssidan, så att mer organiskt avfall går till rötning, kan också vara med och bidra till en ökad och effektivare produktion av biogas.

Christina Anderzén, Avfall Sverige, Malmö (2010-05-26)



AVFALL SVERIGE

Avfall Sverige är den svenska intresse- och branschorganisationen inom avfallshantering och återvinning. Avfall Sveriges

medlemmar består främst av kommuner, kommunalförbund och kommunbolag men också företag.

Avfall Sverige anser att framtida biogassatsningar bör läggas på förbehandling av matavfall för att få effektivare substratutnyttjande. Matavfall bör samlas in i större utsträckning än vad som görs idag då det är ett viktigt substrat för en ökad biogasproduktion. Utveckling och optimering av befintliga anläggningar och dess processer är andra områden som behöver framtida stöd.

Andra satsningar som enligt Avfall Sverige bör göras är förädling av biogödsel för att kunna erhålla en kvalitetssäkrad och attraktiv slutprodukt som får maximal avsättning. På jordbrukssidan är det även av stor vikt att omhänderta det gödsel som produceras på gårdar. Detta för att minska metanemissionerna som gödsel annars ger upphov till och samtidigt få mer rötbart substrat, som ökar den producerade gasmängden.

Infrastruktur för gasdistribution är en annan viktig fråga som behöver lyftas fram enligt Anderzén. Att lösa infrastrukturproblemet med hjälp av mer satsningar är ett måste om biogasen ska få en ökad marknad.

Avfall Sverige är övertygad om att biogasbranschen även i framtiden kommer att bestå av en blandning av privata och kommunala aktörer. Avfall Sverige menar även att biogas kommer att ersätta fossila bränslen i betydligt större utsträckning än vad som görs i dag. Internationellt kommer Sverige fortsätta att vara ett föregångsland som exporterar biogasteknik.

En förutsättning för att branschen ska kunna utvecklas är, enligt Anderzén, att det finns tydliga och långsiktiga mål för den politiska inriktningen. Brist på långsiktighet är idag ett hinder för utvecklingen. En annan käpp i hjulet för att biogasmarknaden ska kunna öka är att skatten på konstgödsel blivit borttagen och detta gör biogödsel mindre konkurrenskraftigt.

Vilka möjligheter till samverkan mellan kommuner och kommunala bolag som ges i framtiden kan komma att påverka möjligheten till en långsiktig biogasplanering. Avfall Sverige menar även att det s.k. ”frivalet”, som innebär att verksamheter som har hushållsavfall själva ska kunna bestämma hur avfallet ska tas om hand, kan bidra till att kommuner inte vågar satsa på biologisk behandling i samma utsträckning som idag.

7 Diskussion

Examensarbetets syfte har framför allt varit att bidra med underlag till Energimyndighetens utredning "Utveckling av en svensk biogasstrategi". Underlaget skulle bestå av material som kan ge vägledning för inom vilka områden framtida biogassatsningar behöver göras inom, med syfte att öka tillgången till biogas.

För att biogas ska kunna bli storskaligt behövs bland annat utökad etablering av den lokala biogasmarknaden i form av produktion och distribution. För att detta ska vara möjligt krävs dels gas av önskad kvalitet, dels att gasen är tillgänglig och kan levereras med stor säkerhet. Om naturgasen bidrar till att etablera och bygga upp en gasmarknad är det något som gynnar biogasen i allra högsta grad, även om naturgasen har fossilt ursprung. Detta på grund av att biogasen då successivt kan fasas in i gasmarknaden i takt med att biogasens produktionskapacitet ökar. Det är av stor vikt att förstå att naturgas och biogas inte konkurrerar, utan snarare tvärtom. Genom att i ett inledande skede använda båda gaserna simultant ökar gastillgången vilket underlättar utvecklingen. Naturgasen bygger upp en marknad och är med och tar kostnaden för uppbyggnad av gasformiga bränslens infrastruktur. Samtidigt är biogasen med och bygger upp en gasmarknad där det inte är ekonomiskt försvarbart med ledningsbunden distribution och där transporten måste ske på annat sätt. Förutom detta har biogasen bidragit till att gasdrivna fordon vunnit politiskt intresse genom bland annat förmånsbeskattning för gasdrivna bilar.

7.1 Forskning och utveckling

7.1.1 Tidigare satsningar

En av de viktigaste erfarenheterna av tidigare satsningar inom biogasområdet vid Energimyndigheten är att det är ett absolut krav att ha omfattande kunskaper om mikrobiologin vid biogasens framställning och samtidigt ha stor medvetenhet om att begränsa den biogas som försvinner genom läckage.

Efterhand har deponering av avfall avklingat samtidigt som det har skett en ökning av anläggningar för biogasframställning, som ett sätt att behandla organiskt avfall. Denna metod är kostsam och för att minimera kostnaderna ställs höga krav på behandlingens effektivitet. Slutsatsen av detta är att kunskap kring optimering av biogasprocessen är av stor vikt. Detta har gjort att forskningen de sista åren fokuserat på åtgärder som förbättrar effektiviteten i biogasframställningen. Forskningen har också i ökad utsträckning varit inriktad mot substratets art och innehåll, samt rötningsteknik och styrning av denna.

Andra slutsatser som kan dras efter ett antal år av biogasforskning är att satsningarna även har bidragit till att möjliggöra och minska kostnaderna för användning av biogas i fordon, där Sverige bland annat är världsledande inom uppgraderingsteknik. Forskningen har även bidragit till kunskap om gasemissioner från såväl biogasanläggningar, uppgraderingsanläggningar som vid användning t.ex. i fordon.

Med hänsyn till växande krav på effektivitet i biogasframställningen för ökat gasutbyte är det lättare att uppfylla dessa vid större anläggningar jämfört med mindre gårdsbaserade anläggningar. I de fåtal gårdsbaserade anläggningar som idag finns i Sverige sker biogasproduktionen oftast i liten skala och substratet består främst av gödsel men även liten mängd jordbruksrester och matavfall kan förekomma. Gårdsanläggningarna drivs oftast av det egna företaget på gården, vilket i de allra flesta fall är små företag som gör stora investeringar som sällan blir lönsamma. Företagen är känsliga för ekonomiska störningar och företagen har i många fall begränsad kunskap inom biogasområdet, vilket är ett hinder. I dagsläget är det inte ekonomiskt försvarbart att uppgradera gasen till fordonskvalitet vid små anläggningar, då gasmängden är liten och uppgraderingsanläggningar är dyra investeringar (Roth m.fl., 2009). Fokuset ligger i stället på el- och värmeproduktion för internt bruk och i vissa fall även till försäljning. En annan parameter som är en tröskel för gårdsbaserade anläggningar är att den hittills begränsade marknaden i Sverige har bidragit till att varje anläggning krävt individuell projektering vilket har medfört relativt höga investeringskostnader (Edström m.fl., 2008). Med erfarenhet av detta har Energimyndigheten valt att satsa på större anläggningar, som även har mer möjligheter för risktagande.

Forskning bör bedrivas i framkant av teknikutvecklingen och när utvecklingen har kommit till det stadiet att lönsamheten är god för större biogasanläggningar kan tekniken formas ner så att den även passar de mindre anläggningarna. Gårdsutvecklingen går mot större djurbestånd med betydande gödselmängder, vilket kan innebära att fler gårdsbaserade biogasanläggningar kan bli aktuellt i framtiden.

7.1.2 Framtidens biogASForskning

Med anledning av vad som identifierats i kapitel 3 *Forskning och utveckling*, samt information från intervjuer, har ett antal områden som behöver framtida biogassatsningar åskådliggjorts.

En begränsning för biogasproduktionen i dag är att mängden tillgängligt substrat inte är tillräcklig. Om det fanns mer disponibelt rötbart substrat skulle biogaspotentialen öka betydligt vilket är en anledning till att mer medel bör läggas på att ta fram alternativa rötningssubstrat. För att rötkamrarna ska kunna ta emot alternativa substrat bör mer satsningar läggas på förbehandling av substrat innan rötning, som ökar gasproduktionen och gör substratet mer tillgängligt.



Figur 20 Utvinning av biogas från alger är intressant ur flera miljöaspekter.
Foto: Eva Ulfsson Turesson, Detox Biogas AB (med tillstånd).

Rötning av alger och tång är ett exempel på ett alternativt substrat med stor potential då det finns i betydande mängd runt Sveriges kuster (Figur 20). Genom algrötning kan näringsämnen plockas upp från havet, vilket i sin tur bidrar till minskad övergödning främst i Östersjön (Gröndahl, 2009). När alger ansamlas på stränder dör det understa lagret på grund av brist på solljus. Den nedbrytning som då börjar kräver syre vilket medför att miljön snabbt övergår till anaeroba förhållanden och metanbildning är då ett faktum. Att plocka upp algerna och utvinna biogas, som dessutom ersätter fossila bränslen, medför dubbel miljönytta. En nackdel med att använda alger och tång som rötningssubstrat är dock att de innehåller tungmetaller, framförallt kadmium. För att kunna använda rötresten som gödningsmedel efter algrötning, behöver kadmiumhalten reduceras genom rening för att klara de uppsatta gränsvärdena. Det finns reningssmetoder som visar på att kadmium idag kan avlägsnas från substratet med en reningssgrad på mellan 71-75 % (Davidsson & Ulfsson, 2008). Det behövs bland annat mer satsningar på hur kadmium kan avlägsnas på ett så effektivt sätt som möjligt utan att energiutbytet minskar nämnvärt. Genom att utnyttja alger och tång för biogasproduktion omhändertas kadmiumet vilket bidrar till reducerad tungmetallhalt i Östersjöns havsekosystem vilket är ytterligare en positiv miljöeffekt. Det är även viktigt att identifiera andra nya material såsom halmrötning.

En annan typ av biogasforskning som är intressant har sitt ursprung i den lokala etanolproduktionen. Vid destillationen av etanol uppkommer en restprodukt, som kallas drank. Den innehåller organiskt material som kan användas som utgångsmaterial i röttkammare och där omvandlas till biometan. Vid spannmålsbaserad etanolproduktion är det vanligt att tillverkaren upparbetar dranken till djurfoder. Den marknaden håller dock på att bli mättad vilket hämmar tillkomsten av nya etanolfabriker. Att istället använda dranken som rötningssubstrat är intressant ur flera perspektiv då det dels ökar etanolanläggningens lönsamhet, dels ger mer substrat åt biogasproduktionen. Klimatnyttan med att kombinera etanol och biogasproduktion från spannmål uppskattas till 67 % (Börjesson m.fl., 2010) jämfört med fossila drivmedel, då rötresterna antas ersätta konstgödsel. Redan idag finns en kommersiell anläggning i Norrköping för rötning av bl.a. drank men forskning pågår parallellt med detta för att utveckla processen. Det finns idag lite kunskap om huruvida drank från cellulosebaserad

etanolproduktion är lämplig för biogasframställning, vilket nödvändiggör mer forskning.

Ökad volym av rötningssubstrat ger samtidigt upphov till större mängd rötresten som ska hanteras. Att säkerställa rötrestkvaliteten och att effektivt utnyttja rötresten genom full avsättning är av stor vikt för ett hållbart samhälle. Inom detta område bör mer forskning bedrivas kring hur rötresten blir en mer attraktiv produkt så att återcirkulering av växtnäring kan ske i större grad genom spridning på åkermark.

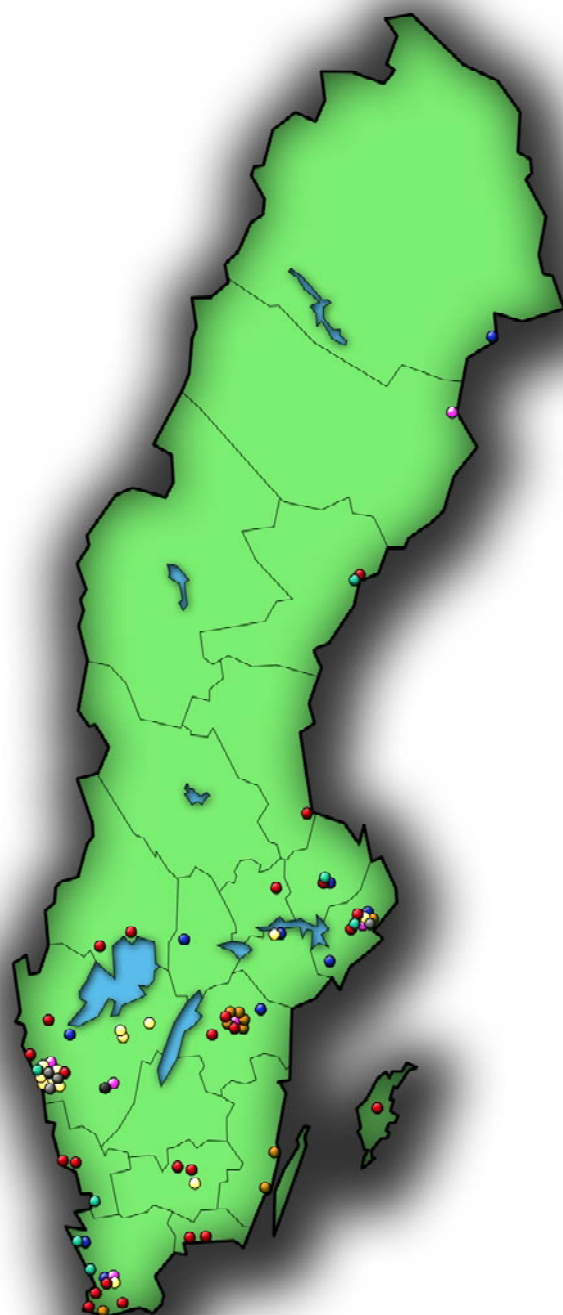
En viktig åtgärd för ökad biogasproduktion och mer storskalighet är att optimera de anläggningar som redan finns och förbättra systemsammanhållningen. Mer forskning bör läggas på processoptimering genom att bland annat studera samröttningsmekanismer och nedbrytningshastigheter. För att optimera processerna bör även mer medel läggas på kunskapsuppbyggnad och spridning av den vetenskap som finns tillgänglig. Att sprida information om forskningsresultat och använda dem i praktiken anser Energimyndigheten är en av de största utmaningarna inom biogasforskningen i dagsläget. För att komma åt problemet behövs utbildningsinsatser för investerare i biogasanläggningar, driftpersonal och lantbrukare inom drift- och optimering av biogasanläggningar. Att länka samman universitet, högskolor och naturbruksgymnasium med anläggningar i drift kan vara det mest effektiva sättet att nå ut med rätt information.

En stor utmaning i biogasbranschen är att radikalt öka produktionen av biogas för att kunna möta det växande biogasintresset i framför allt fordonssektorn. Av den anledningen har stora delar av Energimyndighetens medel för biogasforskning gått till produktion och effektiviserad produktion. I ett framtidsperspektiv är det uppenbart att flera olika tekniker inom det området är på frammarsch och kan bidra till en betydande ökning av biogaspotentialen. Ett exempel på detta är förgasningstekniken som sannolikt kan bli en effektiv metod för framställning av biometan. Slutprodukten som utvinns är syntesgas (SNG) som kan användas som biodrivmedel. I Sverige är potentialen att producera biometan genom förgasning av biomassa stor eftersom tillgången på skogsråvara är god (Biogasportalen, web, 2010c). En fördel med förgasningsprocessen är att alla typer av träbränsle kan användas och matas in (Linné m.fl., 2008). Förgasningstekniken är ej kommersiell i dagsläget men inom forskning och utveckling sker det stora framsteg inom området. Energimyndigheten har under de senaste åren finansierat flertalet förgasningsprojekt för att bland annat utveckla bättre tekniker, systemlösningar, material etc. som på sikt kan öka biogasproduktionen och ge uthålliga system. Ett exempel på detta är Energimyndighetens delfinansiering i GoBiGas-projektet i Göteborg där projektmålet är att skapa konkurrenskraftiga möjligheter för förgasningstekniken och driva den mot kommersialisering. Tanken är att bygga en anläggning på 20 MW som ska komma i drift år 2012 (Energimyndigheten, web, 2010).

Det pågår en hel del biogasaktiviteter i utlandet vilket inte analyseras närmare i denna rapport men det kan dock vara värt att nämna att ett land som Tyskland ligger långt framme i biogasutvecklingen. Ett problem har emellertid varit att en hel del information som framkommit genom biogasforskning i andra länder har varit svår att hämta in då åtskilliga rapporter skrivs på inhemska språk. Intresset att utbyta lärdom över gränserna har ökat vilket har lett till att antalet internationella utbildningsforum och seminarier inom biogas blir allt fler och större i omfång, då kunskapsbehovet växer.

7.2 Biogasutlysningen

Den tidigare nämnda Biogasutlysning som Energimyndigheten genomfört under våren har som syfte att genom ett investeringsstöd främja en effektiv och utökad produktion, distribution samt användning av förnybara gaser såsom biogas. I Figur 21 har varje ansökan fått färg (Tabell 20) av den kategori respektive ansökan tillhör.



Tabell 20 Sammanställning av ansökningarna indelade i kategorier

Projektkategori	Färg
1. Produktion	Röd
2. Effektiviserad produktion	Ljusblå
3. Övrigt-produktionsrelaterad	Orange
4. Förbehandling	Lila
5. Användning	Grå
6. Uppgradering	Mörkblå
7. Distribution	Vit
8. Processutveckling	Svart

Figur 21 Kategoriindelning av samtliga ansökningar inkomna till utlysningen av biogasstödet, var respektive färg symboliserar en kategori.

Produktionsrelaterade ansökningar är tämligen jämnt fördelade över hela Sverige vilket tyder på ett spritt intresse för att starta upp biogasanläggningar. Ansökningar för stöd till förbehandling är färre och koncentrerade till de större regionerna kring Stockholm, Göteborg och Malmö.

Däremot bildar både uppgraderings- och distributionsansökningarna ett band som löper längs västkusten och sedan från Göteborg över till Stockholmsområdet.

Detta kan tyda på att det är i dessa regioner som biogasutvecklingen har kommit längst, varefter det finns större behov av stöd för uppgradering och distribution, än hjälp med uppstart av nya produktionsanläggningar.

Utifrån kartan på föregående sida kan slutsatsen dras att intresset för stödet är överlägset störst i södra delen av Sverige. Län som Dalarna och Jämtland har avstått från stödansökan och från de allra nordligaste länen har en eller i enstaka fall två ansökningar inlämnats. En anledning till att biogasaktiviteten är mindre norrut kan bero på att de inte har samma förutsättningar som södra Sverige. Norrut är det mindre tätbebyggt och jordbruken är färre i antal vilket medför mindre mängd slam och restprodukter att röta. Ett alternativ är samrötning, men då behövs rötbara substrat transporteras långa sträckor, vilket minskar den ekonomiska lönsamheten. Norra Sverige saknar även tillgången på naturgasnät vilket inte förenklar distributionen.

Med anledning av att en stor del av de inkomna ansökningarna hamnade inom kategorin produktion (Tabell 8 i kapitel 4) tyder det på ett uppdämt behov av investeringsstöd inom detta område. Även områden som uppgradering och distribution efterfrågar tydligt mer medel.

7.3 Biogas ur en samhällsekonomisk synvinkel

Som har diskuterats i tidigare kapitel finns det åtskilliga fördelar med att använda biogas istället för fossila bränslen, inte minst ur miljöhänsyn men även ur samhällsekonomiskt perspektiv.

7.3.1 Läckage av växthusgaser

Det samhällsekonomiska resultatet av att använda biogas istället för fossilt bränsle, med avseende på framförallt metanläckaget, redovisades i Tabell 11, kapitel 5. Det framräknade monetära värdet av att undvika metanutsläpp ligger där mellan 280 000 kr och 2 093 000 kr beroende på koldioxidpriset och blir fördubblat vid dubblning av antal gödselbaserade anläggningar till följd av nya investeringar. Vid beräkningarna har två värden använts: 0,2 kr/kg CO₂-ekv och 1,50 kr/kg CO₂-ekv. Som jämförelse har samma beräkning gjorts för Danmark. Detta till följd av en dansk studie från 2001 som visade att miljöeffekten som rötning av stallgödsel innebär jämfört med enbart lagring, är 3 gånger så hög i förhållande till motsvarande den svenska studien (Brännlund m.fl., 2010) som ovanstående siffror framför allt är baserade på. Den stora skillnaden mellan studierna kan bland annat bero på att metanavgången från flytgödsel avtar norrut på grund av kallare klimat (Lantz & Börjesson, 2010) vilket ger minskningen ett högre samhällsekonomiskt värde i Danmark jämfört med Sverige.

7.3.2 Partiklar

Ju fler bilar som övergår till biogas desto större skulle den samhällsekonomiska vinsten bli. Om målet att Sveriges fordonspark ska drivas av minst 10 % förnybara drivmedel år 2020 förverkligas, skulle de samhällsekonomiska vinsterna med att reducera partikelutsläppen bli mer än 30 gånger så stora jämfört med år 2004.

7.3.3 Växtnäring

I Tabell 18, kapitel 5 kan det utläsas att effekten av tillförseln av kväve till havet varierar avsevärt beroende på var i Sverige kvävekällan finns. Bland annat framgår att en minskad kvävetillförsel i Skåne är värt 7 gånger mer, jämfört med samma reduktion i Norrland. Sammantaget betyder detta att en fullständig analys kräver mer kunskap om var i landet biogasen produceras. Antagligen är biogasproduktionen starkt korrelerad med jordbruksproduktionen vilket ger större kväveavgångar i dessa regioner.

Den samhällsekonomiska kostnaden som kväveläckaget ger upphov till är inte lika betydande som motsvarande kostnad växthusgaser orsakar. Detta leder till att kväveläckagets miljöeffekter kan bedömas som små i sammanhanget då de framräknade värdena är avsevärt mycket lägre jämfört med växthusgaser (70 000-140 000 kr) beroende på vilket schablonvärde som används). Det samhällsekonomiska värdet blir fördubblat vid dubbling av antal gödselbaserade anläggningar.

Att använda biogas istället för fossila drivmedel är samhällsekonomiskt gynnsamt. Den största klimatnytta ur samhällsekonomiskt perspektiv är att satsa medel på att reducera läckage av växthusgaser. Detta kan göras genom att stödja gödselrötning.

7.4 Branschorganisationers syn på var framtida biogassatsningar bör göras

De fyra branschorganisationer som blivit intervjuade angående verksamhetens syn på biogasens framtid och inom vilka områden som framtida biogassatsningar bör göras, representerar olika delar inom biogasbranschen.

7.4.1 Sammanställning av branschorganisationers åsikter

Föreslagna styrmedel från ett urval branschorganisationer och företag

Långsiktig biogasvision från politikernas håll genom bland annat:

- Höjd skatt på fossilt gödningsmedel alternativt bidrag till biogödsel för att öka konkurrenskraften på biogödsel.
- Ingen energiskatt på biogas under en överskådlig tid.
- Lika skatteregler som för vindkraft, dvs. ingen skatteplikt på el som produceras av biogas så länge producenten inte yrkesmässigt levererar elektrisk kraft.
- Produktionsstöd istället för investeringsstöd.
- Enklare tillståndprocess för etablering av nya anläggningar.

Områden inom biogas som behöver framtida stöd enligt ett urval branschorganisationer och företag

- Kompetensspridning av befintlig kunskap genom bland annat utökade samarbeten mellan branschorganisationer och högskola, universitet och naturbruksgymnasier.
- Effektivisering och optimering av befintliga biogasanläggningar för att uppnå en ökad gasproduktion.
- Anpassning av fler rötchammare till att ta in fler alternativa, externa substrat. Ökat tillvaratagande av bl.a. matavfall och gödsel för rötning.
- Minskning av produktionskostnaderna för biogas för att uppnå ökad ekonomisk lönsamhet av gasframställning.
- Förädling av biogödsel för att få fram en kvalitetssäkrad och attraktiv slutprodukt som får maximal avsättning.
- Förbättrad distribution bl.a. genom minskning av kostnaden för kryogen uppgradering.
- Utbyggnad av infrastruktur för biogas.
- Ersättning av biogas som används till uppvärmning med t.ex. fjärrvärme så att biogasen kan frigöras till andra mer behövande ändamål.

Samtidigt anser flera av organisationerna att biogasens utveckling hänger mycket på marknadsutvecklingen av energi. Priset på fossila bränslen behöver gå upp för att få produktion av biogas att bli mer attraktivt ur en ekonomisk synvinkel.

8 Slutsats

Mot bakgrund av vad som har framkommit i tidigare kapitel, bland annat slutsatser dragna från tidigare satsningar inom biogasområdet, inriktning av inkomna stödansökningar vid biogasutlysningen, den samhällsekonomiska nyttan med biogas samt intervjuer med representanter från organisationer inom branschen, har ett antal områden urskiljts där följande behov av framtida biogassatsningar finns för utökad produktion, distribution samt användning:

- Mer medel bör läggas på att ta fram alternativa rötningssubstrat eftersom mängden tillgängligt substrat inte är tillräcklig idag, vilket utgör en begränsning för biogasproduktionen.
- För att rötkastrarna ska kunna ta emot alternativa substrat bör det satsas mer på förbehandling av substrat innan rötning, vilket ökar gasproduktionen och förbättrar substratutnyttjandet i större utsträckning.
- Mer forskning behövs kring hur rötresten kan bli en mer attraktiv produkt så att återcirkulering av växtnäring kan ske i större grad genom rötrestspridning på åkermark. Detta är av stor vikt eftersom en ökad volym rötningssubstrat ger upphov till större mängd rötresten som ska hanteras.
- Mer biogasstöd behövs för ökad och effektiviserad produktion genom bland annat optimering av befintliga anläggningar. Det har tidigare satsats stora medel inom detta område, bland annat från Energimyndighetens sida, men det identifierade behovet från flera håll kvarstår och tyder på att betydligt mer medel bör läggas på detta område.
- För att optimera processerna bör framför allt mer satsningar läggas på kunskapsuppbyggnad och spridning av den vetenskap som finns tillgänglig. För att åtgärda problemet behövs utbildningsinsatser för investerare i biogasanläggningar, driftpersonal och lantbrukare inom drift och optimering av biogasanläggningar. Att länka samman universitet, högskolor och naturbruksgymnasium med anläggningar i drift kan vara det mest effektiva sättet att nå ut med relevant information och kunskap.
- Mer medel till att öka mängden gödselrötning eftersom det bidrar till samhällsekonomisk nytta.
- Fortsatta forskningsatsningar på förgasningstekniken för att möjliggöra produktion i kommersiell skala som förhoppningsvis kommer att bidra med betydande mängd syntetiskt framställd biogas inom några år.

9 Referenser

Tryckta källor

- Abrahamson, H. (2009). *Metalljätte hoppas på flytande gas*. Ny Teknik.
- Avfall Sverige (2009). *Broschyr om certifierad biogödsel*. Certifierad Återvinning.
- Avfall Sverige Utveckling (2009). *Frivilligt åtagande- inventering av utsläpp från biogas- och uppgraderingsanläggningar*. ISSN 1103-4092 Rapport U2007:02.
- Benjaminsson, J. (2006). *Nya renings- och uppgraderingstekniker för biogas*. Linköpings universitet. LITH-IKP-EX--06/2370-SE.
- Berglund, M. (2006). *Biogas production from a systems analytical perspective*. Avd. för Miljö- och energisystem, Lunds tekniska högskola. Media-Tryck, Lund. ISBN 91-88360-80-6.
- Brännlund, R., Nilsson, I. och Söderholm, P. (2010). *Samhällsekonomiska värden av olika miljöeffekter vid ett ökat utnyttjande av biogas*. Nationalekonomiska institutionen, Umeå universitet och Nationalekonomiska enheten, Luleå tekniska universitet.
- Börjesson, P., Tufvesson, L. och Lantz, M. (2010). *Livscykelanalys av svenska biodrivmedel*. Institutionen för teknik och samhälle, Lunds tekniska högskola. Rapport nr 70. ISSN 1102-3651.
- Çengel A.Y., Turner, H.R. och Cimbala M.J. (2008). *Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*. Third edition. McGraw- Hill, New York
ISBN 978-007-126631-4.
- Davidsson, Å. och Ulfsson Turesson, E. (2007). *Tång och alger som en naturresurs och förnyelsebar energikälla- Steg 2*. Uppdragsnummer:1269. Detox AB.
- Dirke, M. (1998). *Fosfor och kalium i ekologiskt lantbruk*. Ekologiska lantbrukarna informerar, NR 1 1998.
- Edström, M., Jansson, J.E., Lantz, M., Johansson, L.G., Nordberg, U. och Nordberg, Å. (2008). *Gårdsbaserad biogasproduktion- System, ekonomi och klimatpåverkan*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. Rapport 42. ISSN 1401-4955.
- Energimyndigheten, Gasföreningen och Svenska Biogasföreningen (2010). *Produktion och användning av biogas år 2008*. Rapport ES 2010:01, Statens Energimyndighet. ISSN 1654-7543.
- Energimyndigheten (2009). *Energiläget 2009*. Rapport ET 2009:28. Statens Energimyndighet. Tryck: CMgruppen 2009.

- Gasföreningen (2009). *Biogas- Ett stort steg mot det hållbara samhället*.
- Gröndahl, F. (2009). *Biogas av alger- ett hållbarhetsprojekt*. KTH. HavsUtsikt NR 3 2009.
- Forslund, J., Marklund, P.O. och Samakovlis, E.(2007). *Samhällsekonomiska värderingar av luft och bullerrelaterade hälsoproblem- en sammanställning av underlag för konsekvensanalys*. Specialstudie NR 13. Konjunkturinstitutet, Stockholm.
- Hagen, M., Polman, E., Jensen, J.K., Myken, A., Jönsson, O. och Dahl, A. (2001). *Adding gas from biomass to the gas grid (2,6 MB)*. SGC Rapport 118. ISSN 1102-7371. GASTEC, Danish Gas Technology Center a/s och SGC.
- Held, J. (2006). *Förnybar gas- samverkan mellan naturgas och förnybar gas*. Svenskt Gastekniskt Center.
- Hermansson, H. (2009). *Kryogen uppgradering av biogas med kyla från värmedriven absorptionskylmaskin*. Linköping universitet, Linköping. LIU-IEI-TEK-A--09/00582--SE.
- Norrman, J., Belhaj, M., Arnell, J., Svensén, B. och Larsson, H. (2005). *Biogas som drivmedel för fordon i Västra Götaland*. IVL rapport B1615.
- Jarvis, Å. och Schnürer A. (2009). *Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar*. Rapport SGC 207. ISRN SGC-R-2007-SE.
- Johansson, M. och Nilsson, T. (2007). *Transporter i gårdsbaserade biogassystem- Framtagning av beräkningsprogram för kostnader och emissioner*. Lunds Tekniska Högskola, Lund. ISRN LUTFD2/TFEM--07/5020--SE+(1-109).
- Jørgensen, B.H. och Johnsson, F. (2008). *Energigastekniskt Utvecklingsprogram- Utvärdering 2006-2008*. Svenskt Gastekniskt Center, Rapport SGC 192.
- Karlberg, L.A. (2009). *Skåne först med Volvos flytande biogas*. Ny Teknik.
- Kättström, H. (2008). *Kryoteknik öppnar för storskalig biogasproduktion*. Scandinavian GtS. Energigas NR 2 2008.
- Lantz, M. och Börjesson, P. (2010). *Kostnader och potential för biogas i Sverige*. Institutionen för teknik och samhälle, Lunds tekniska högskola.
- Leander, J. (2009). *Utvärdering av projektverksamheten inom forskningsprogrammet Waste Refinery*. Miljö- och projekteringsbyrå AB, Västerås.
- Linné, M., Ekstrandh, A., Englesson, R., Persson, E., Björnsson, L. och Lantz, M. (2008). *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter*. Lund. Uppdragsgivare: Avfall Sverige m.fl.

- Lindberg, A. (2002). *Samverkansprojektet "Biogas i fordon"*. Nytt om Biogas NR 1-2 2002.
- Naturvårdsverket (2004). *Framtida möjligheter med nya drivmedel- en utvärdering av LIP-finansierade åtgärder inom alternativa drivmedel*. Rapport 5405. ISSN: 0282-7298.
- Naturvårdsverket (2009). *Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan- Förslag till nationella åtgärder*. Rapport 5985. ISSN 0282-7298. CM Gruppen AB, Bromma.
- Nordberg, U. (2006). *Biogas- Nuläge och framtida potential*. ISSN 1653-1248. Värmeforsk Service AB.
- Nordberg, U. och Nordberg Å. (2007). *Torrötning- kunskapssammanställning och bedömning av utvecklingsbehov*. JTI-rapport 357. ISSN 1401-4963.
- Persson, M. (2006). *Basfakta om Biogas*. Svenskt Gastekniskt Center. GLN Reklambyrå AB, Malmö.
- Petersson, G. (2009). *REVAQ Certifiering- risk för miljögifter från slam till åker och livsmedel*. Chalmers tekniska högskola, Göteborg.
- Roth, L., Johansson, N. och Benjaminsson, J. (2009). *Mer biogas! Realisering av jordbruksrelaterad biogas*. Grontmij på uppdrag av Gasföreningen m.fl.
- Saavedra, A. och Persson, C. (2009). *Teknik för biogasanvändning*. Högskolan i Halmstad.
- SIKA (2009). *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser- ASEK 4*. Rapport 2009:3. Statens Institut för kommunikationsanalys.
- Svantesson, I. och Hellström, H. (2006). RVF. *Frivilligt åtagande*. Nytt om Biogas NR 4 2006.
- Svenska Biogasföreningen (2005). *Nationellt samarbetsprojekt Biogas i Fordon- Inventering och utvärdering av analysinstrument och flödesmätare för gasmätning i uppgraderingsanläggningar för biogas*. ISSN 1651-5501.
- Svenska Biogasföreningen, Energimyndigheten och SGC. (2004). *Biogas- Förnybar energi från organiskt avfall*. GLN Reklambyrå AB, Malmö.
- SGC (2008). *Energigasteknisk Utveckling- En sammanfattning av projektverksamheten inom SGC*.
- Trafikverket (2010). *Vägtransportsektorn- Sektorsrapport 2009*. Rapport 2010:23. ISSN 1401-9612. Henningsons Tryckeri, Borlänge.
- Teräs, M. (2009). *Brist på fosfor kan leda till svält*. Naturvetarna.

Öhman, A. (2009). *Kryoteknisk behandlad flytande biogas- En utvärdering med utgångspunkt i Stockholm*. Lunds tekniska högskola. ISSN 0282-1990.

Elektroniska källor (web)

Avfall Sverige (2010).

http://www.avfallsverige.se/m4n?oid=1464&_locale=1 (2010-02-02)

Biogasportalen (2010a).

<http://www.biogasportalen.se/FranRavaraTillAnvandning/Produktion/Forbehandling.aspx> (2010-02-16)

Biogasportalen (2010b).

<http://www.biogasportalen.se/FranRavaraTillAnvandning/Produktion/Rotrest.aspx> (2010-02-01)

Biogasportalen (2010c).

<http://www.biogasportalen.se/BiogasISverigeOchVarlden/FoU/Termiskforgasning.aspx> (2010-03-04)

Biogasportalen (2010d).

<http://www.biogasportalen.se/BiogasISverigeOchVarlden/BiogasISiffror/Produktion.aspx> (2010-01-27)

BioMil AB (2010).

http://www.envisys.se/lund_dok/DRIVMEDEL_AD.pdf (2010-05-10)

Energimyndigheten (2010).

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Forskning/Projekt databas/> (2010-02-01), (2010-03-11)

Katrineholm Energi (2010).

http://www.katrineholmenergi.se/khlm/biogas/vad_ar_biogas/ (2010-01-28)

Miljöfordon (2010).

<http://www.miljofordon.se/miljoaspekter/miljofakta/biogas.aspx> (2010-02-03)

Nationalencyklopedin (2010).

<http://www.ne.se/sve/kryogen> (2010-02-12)

Naturvårdsverket (2010).

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Lagar-och-andra-styrmedel/Ekonomiska-styrmedel/Investeringsprogram/Klimatinvesteringsprogram-Klimp/> (2010-02-22)

Riksdagen (2010).

<http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=2009:938> (2010-04-19)

Svensk Biogas (2010).
<http://www.svenskbiogas.se/sb/biogas/produktion/> (2010-01-28)

Svenska Biogasföreningen (2010).
<http://www.sbgf.info/default.asp?sida=109&sub=25> (2010-03-04)

Svenskt Vatten (2010).
http://www.svensktvatten.se/web/Certifieringssystem_for_slam.aspx (2010-04-19)

Personlig kontakt

Ahlbert, Jonas, Projektchef, Swedish Biogas International AB, Linköping. Intervju (2010-05-12)

Anderzén, Christina, Rådgivare Biologisk behandling, Avfall Sverige, Malmö. Intervju (2010-05-26)

Bengt Blad, Handläggare Kraftenheten, Teknikavdelningen, Energimyndigheten. Intervju (2010-03-18), (2010-04-12). Mail (2010-04-26)

Bångman, Gunnel, Kvalificerad utredare, Trafikanalys, Östersund. Mail (2010-05-12)

Börjesson, Pål, Universitetslektor, Miljö- och energisystem, Lunds universitet. Intervju (2010-02-18)

Hellström, Daniel, Utvecklingsledare, Svenskt Vatten Utveckling, Stockholm. Intervju (2010-05-21)

Henke, Magnus Handläggare, Transportenheten, Teknikavdelningen, Energimyndigheten. Intervju (2010-04-06)

Jansson, Helena, Biogasansvarig, Energigas Sverige, Stockholm. Intervju (2010-05-21)

Lewald, Anders, Enhetschef Teknik/Transport, Energimyndigheten. Intervju (2010-03-15)

Oskarsson, Olle, Enheten för investeringsprogram, Naturvårdsverket. Mail (2010-02-12)

Pell, Mikael, Universitetsadjunkt, SLU, Uppsala. Mail (2010-02-17)

Schnürer, Anna, Forskare vid Institutionen för Mikrobiologi, SLU, Uppsala. Mail (2010-03-25)

Vallander, Lars, Handläggare, Transportenheten, Teknikavdelningen, Energimyndigheten. Mail (2010-04-13)

Studiebesök

Institutionen för Mikrobiologi, SLU, Uppsala (2010-01-29). Kontaktperson Anna Schnürer

Svensk Växtkraft, Vafab Miljö, Västerås (2010-03-05). Kontaktperson Britt Inger Olsson

Swedish Biogas International, Linköping (2010-05-12). Kontaktperson Jonas Ahlbert

Bilagor

BILAGA 1– Förordning (2009:938)

Förordning (2009:938) om statligt stöd till åtgärder för produktion, distribution och användning av biogas och andra förnybara gaser

SFS nr: 2009:938

Departement/myndighet: Näringsdepartementet

Utfärdad: 2009-10-01

Allmän bestämmelse

1 § Syftet med denna förordning är att främja energiteknik som är gynnsam ur ett klimatperspektiv men ännu inte kommersiellt konkurrenskraftig, genom stöd som bidrar till en effektiv och utökad produktion, distribution och användning av biogas och andra förnybara gaser.

Definitioner

2 § Termer och uttryck som används i denna förordning har samma betydelse som i kommissionens förordning (EG) nr 800/2008 av den 6 augusti 2008 genom vilken vissa kategorier av stöd förklaras förenliga med den gemensamma marknaden enligt artiklarna 87 och 88 i fördraget (allmän gruppundantagsförordning).

Med biogas och andra förnybara gaser avses i denna förordning gaser som huvudsakligen består av metan och som utvinns ur biologiskt material.

Förutsättningar för stöd

3 § Stöd lämnas i enlighet med de förutsättningar som följer av kommissionens förordning (EG) nr 800/2008 av den 6 augusti 2008 och 1 § andra stycket första meningen förordningen (1988:764) om statligt stöd till näringslivet.

Stöd enligt denna förordning får lämnas som ett engångsbidrag om det finns medel. Stöd får inte lämnas för projekt som fått annan offentlig finansiering eller som finansierats av Europeiska gemenskapen.

4 § För att stöd ska kunna lämnas till ett projekt ska projektet

1. bidra till ökad produktion, distribution och användning av biogas och andra förnybara gaser,
2. vara gynnsamt ur ett klimatperspektiv och ge största möjliga klimatnytta i förhållande till det sökta stödet,

3. vara energi- och resurseffektivt, och
4. ha teknisk potential för såväl utveckling som konkurrenskraft.

Vid bedömningen enligt 2 ska åtgärder för att minimera läckage av metan särskilt beaktas. Vid bedömningen av resurseffektiviteten enligt 3 ska åtgärder för att effektivt utnyttja rötresten särskilt beaktas.

Om de medel som har avsatts för stödet inte räcker för att bevilja inkomna ansökningar, ska stöd lämnas till de åtgärder som bäst bedöms motsvara förutsättningarna enligt första och andra stycket och syftet med stödet enligt 1 §.

Stödets storlek

5 § Stöd får lämnas med högst 45 procent av de stödberättigande kostnaderna så som dessa anges i artikel 23 i kommissionens förordning (EG) nr 800/2008 av den 6 augusti 2008.

Stödet till ett projekt får totalt uppgå till högst 25 miljoner kronor.

Ansökan och utbetalning

6 § Statens energimyndighet beslutar i ärenden om stöd enligt denna förordning. En ansökan om stöd ska vara skriftlig och göras på blankett som har beslutats av myndigheten.

Statens energimyndighet ska vid behov hämta in synpunkter från Naturvårdsverket, Statens jordbruksverk och andra berörda myndigheter vid handläggningen av stöd enligt denna förordning.

7 § En ansökan om stöd ska ha kommit in till myndigheten innan arbetet med projektet inleds.

8 § En ansökan om stöd ska innehålla:

1. uppgift om datum då arbetet med projektet inleds,
2. en beskrivning av projektets resurs- och energieffektivitet, klimat- och miljöeffekter inklusive uppgift om läckage av metan,
3. en teknisk beskrivning,
4. en ekonomisk kalkyl med uppgift om vilken typ av konventionell anläggning eller konventionellt system som den sökande anser vara en tekniskt jämförbar investering och en uppskattning av projektets merkostnader i förhållande till en sådan investering,

5. upplysning om huruvida sökanden har sökt eller fått annan offentlig finansiering eller finansiering från Europeiska gemenskapen för samma projekt,
6. uppgift om huruvida ansökan avser ett företag, och
7. uppgift om antal anställda och årsomsättning om ansökan avser ett företag.

Om en ansökan om stöd gäller stora företag, ska ansökan även innehålla uppgifter om stödets påverkan på projektets eller verksamhetens storlek och omfattning, stödmottagarens investering och tidpunkten för slutförande av projektet.

9 § Om Statens energimyndighet beslutar att bevilja stöd, ska den även bestämma när projektet senast ska vara slutfört och vilka arbeten som ska ha genomförts för att projektet ska anses slutfört.

Ett beslut om stöd får förenas med de villkor som behövs för att tillgodose syftet med stödet.

10 § När projektet har slutförts ska stödmottagaren begära utbetalning av stödet på blankett som beslutats av Statens energimyndighet. En begäran om utbetalning av stöd ska ha kommit in till Statens energimyndighet inom sex månader från det att projektet, enligt myndighetens beslut, senast ska vara slutfört.

Till begäran om utbetalning ska stödmottagaren bifoga specificerade skriftliga underlag för att styrka den stödberättigande kostnaden.

11 § Om Statens energimyndighet beslutar att stöd ska betalas ut, ska beslutet förenas med villkor om att stödmottagaren ska lämna de uppgifter som krävs för uppföljning och utvärdering av stödet.

12 § Statens energimyndighet får besluta att ett beviljat stöd inte ska betalas ut om:

1. den som ansökt om stödet genom oriktiga uppgifter eller på annat sätt har förorsakat att det lämnats felaktigt eller med för högt belopp,
2. stödet av någon annan orsak har lämnats felaktigt eller med för högt belopp och mottagaren borde ha insett det, eller
3. villkoren för stödet inte har följts.

Återbetalning och återkrav

13 § Mottagaren av ett stöd enligt denna förordning är återbetalningsskyldig om någon av de grunder som anges i 12 § föreligger.

Om en stödmottagare är återbetalningsskyldig enligt första stycket, ska Statens energimyndighet besluta att helt eller delvis kräva tillbaka stödet. Om det finns särskilda skäl, får Statens energimyndighet efterge kravet på återbetalning helt eller delvis.

Bemyndigande

14 § Statens energimyndighet får meddela föreskrifter om de ytterligare uppgifter som ska lämnas i ansökan om stöd och i samband med begäran om utbetalning samt de övriga föreskrifter som behövs för verkställigheten av denna förordning.

Uppföljning och utvärdering

15 § Statens energimyndighet ska följa upp och utvärdera stödet.

Statens energimyndighet ska föra ett register över stödet. Registret ska innehålla de uppgifter som krävs för att säkerställa att de villkor som följer av kommissionens förordning (EG) nr 800/2008 av den 6 augusti 2008 är uppfyllda. Uppgifterna ska bevaras i minst tio år från den dag då stöd sista gången beviljades.

Överklagande

16 § I 22 a § förvaltningslagen (1986:223) finns bestämmelser om överklagande hos allmän förvaltningsdomstol. Andra beslut än beslut enligt 12 § får dock inte överklagas.

BILAGA 2– Avslutade biogasprojekt finansierade av Energimyndigheten

A. Utredningar & Analyser

1. Kostnad och potential för biogas i Sverige; Lunds universitet

Syftet med detta projekt var att utifrån en sammanställning av nuvarande kunskap redovisa en kostnadseffektiv strategi för att utveckla biogas i Sverige. Frågor som belystes var:

- vilka produktionsätt/möjligheter som finns för biogas i Sverige
- produktionskostnader för dessa produktionsvägar samt kort beskriva vilka antaganden som gjorts/referenser som använts
- uppskattningar av potentialer för dessa system
- ange andra miljönyttor utöver koldioxidminskning som de olika systemen har

Resultaten skulle bl.a. presenteras i en figur med produktionskostnad på y-axeln och potential på x-axeln för de studerade biogassystemen.

Projektstart: 2010-01-07 Projekt Slut: 2010-01-27

Budget: 46 000 kr

2. En samhällsekonomisk analys av biogasanvändningen; Luleå Tekniska Universitet

Detta projekt syftade till att analysera de samhällsekonomiska värden som är kopplade till en ökad användning av biogas i Sverige. Fokus låg på sådana samhällsekonomiska nyttor (undvikta skador) som inte redan var internaliserade av t.ex. existerande styrmedel. Dessa nyttor inbegrep främst:

- minskad mängd partiklar i fordon, maskiner etc
- minskade utsläpp av lustgas och metan från gödselhantering och deponi
- reducerat kväveläckage från jordbruket
- det samhällsekonomiska värdet av den bättre odlingsföljd som man får vid odling av grödor för biogas

Undersökningen skulle också - i möjligaste mån - belysa de samhällsekonomiska konsekvenserna av det bidrag till målet om en levande landsbygd som produktion av biogas från jordbruket ger.

Projektstart: 2009-12-01, Projekt Slut: 2010-02-28

Budget: 430 000 kr

3. Systemoptimerade biogassystem - Fallstudie Wrams Gunnarstorp Gods - det goda exemplet; Lunds universitet

Forskarna inom projektet avsåg att granska biogasframställningen med dess kringaktiviteter i systemperspektiv. Med utgångspunkt från dessa studier, och underlagsmaterial från en anläggning som höll på att uppföras, skulle man se på användning av ny teknik i hanteringen av rötningsmaterialet kring en biogasanläggning. Resultatet var ämnat ge planeringsunderlag för den anläggning som uppfördes och även andra tänkbara anläggningar kunde få användning av resultaten.

Projektstart: 2006-05-01, Projekt Slut: 2008-10-31

Budget: 950 000 kr

4. Kunskapsläget kring biogasprocessen i Sverige - En inventering; Linköpings Universitet

Inom projektet skulle det ske en identifiering av kunskaper om biogas och dess fördelning geografiskt och bland olika grupper av intressenter och aktörer.

Projektstart: 2002-01-01, Projekt slut: 2002-10-31

Budget: 330 000 kr

B. Demonstration

1. Biogas för ett uthålligt energisystem - pulsådern i ett hållbart samhälle; Kommunförbundet Skåne

Målet med projektet var att utveckla ett demonstrations- och kunskapscenter. Vid fyra referensanläggningar synliggjordes och demonstrerades teoretiska och praktiska lösningar för produktion, distribution och användning av biogas i system och samarbete mellan olika aktörer (lantbrukare; V/A-verk; biogasanläggningar; energibolag och kommuner). Här fanns många utvecklingsspår, såsom teknik för att uppgradera biogas till fordonsbränsle eller för att föra in på stadsgasnätet, nya rötsubstrat såsom alger, distribution av rötresten som biogödsel, biogasfärja, samägda biogasanläggningar.

Projektstart: 2009-07-31, Projekt slut: 2009-09-15

Budget: 50 000 kr

2. Biogas som fordonsbränsle och växtnäringsleverantör med minimal mängd rötrest; Biogas Gotlands AB

Projektet avsåg en demonstrationsanläggning för utvinning av biogas från kväverika substrat. Anläggningen byggdes för rötning i två steg med avancerad avskiljning av kväve och returspolning av processvätska. Projektet avgränsades till produktionsanläggningen och lämnade användningen av gasen öppen tills marknadssituationen får avgöra vilken ytterligare investeringsnivå som kan krävas för att styra gasen till användare med bästa betalningsförmåga. Projektet förväntades i någon mån klargöra vilken ekonomi och vilka miljövinster som kan uppnås i lantbrukets medverkan i drivmedelsframställning och recirkulation av växtnäring.

Projektstart: 2007-05-01, Projekt slut: 2009-10-31

Budget: 4 225 000 kr

C. Effektiviserad produktion & processutveckling

1. Biogas 2.0; Växjö Kommun

Projektförslaget var en demonstration av ett optimerat system för produktion av biogas som fordonsbränsle från rötning av biologiskt hushållsavfall och slam. Systemet var optimerat med avseende på kostnader, energiutbyte och växthusgasutsläpp. Genom att integrera produktionen i befintligt avloppsreningsverk hölls kostnaderna nere och replikerbarheten blev stor. En ny metod för att separera och torka näringsämnen i rötresten bidrog till kostnads- och energieffektiviteten, liksom minimering av förluster i alla steg, särskilt transporterna.

Projektstart: 2008-08-25, Projekt slut: 2008-10-08

Budget: 50 000 kr

2. VA-verkens bidrag till Sveriges energieffektivisering etapp 2; Svenskt Vatten AB

Detta projekt syftade till att öka medvetenheten om energieffektivisering inom den svenska VA-branschen samt branschens betydelse för att minska användningen av högvärdig (och fossil) energi. Projektet byggde på att intresserade verk blev föredömen och deras resultat kontinuerligt redovisades till alla VA-verk i Sverige. Även potentiella partners utanför branschen, som var nödvändiga för att möjliggöra energiomställningen, engagerades. Den största potentialen fanns i förbättrad användning av biogas och bättre utnyttjande av spillvärme i avloppsvatten, men en minskad elanvändning skulle också uppnås.

Projektstart: 2007-07-01, Projekt slut: 2009-03-31

Budget: 200 000 kr

3. Komplettering av demonstrationsanläggning för gårdsbaserad biogasproduktion och kretslopp; Stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet

Biogasanläggningen på Biodynamiska Forskningsinstitutet i Järna hade nedsatt funktion och gav inte gas i den utsträckning som kunde förväntas med hänvisning till inmatat material. Institutet ämnade därför vidta förbättrande åtgärder, särskilt var det temperaturen och dess fördelning som kunde förbättras och därigenom stärka kapaciteten. Effekterna av dessa förändringar skulle även följas upp för att klargöra förbättringar avseende produktionskapaciteten på anläggningen.

Projektstart: 2006-12-01, Projekt slut: 2008-02-28

Budget: 285 000 kr

4. Utvärdering av anaerob membranbioreaktor för utvinning av biogas ur avloppsvatten från hushåll; Stockholm Vatten VA AB

Målet med projektet var att utvärdera den anaeroba membranbioreaktorn för utvinning av biogas ur avloppsvatten från fastigheter med köksavfallskvvarnar.

Projektstart: 2003-03-01, Projekt slut: 2006-12-31

Budget: 1 090 000 kr

5. Modellering och experimentell karakterisering av smältkarbonatbränsleceller (MCFC); Kungliga Tekniska Högskolan KTH

Denna ansökan avsåg en fortsättning av projektet 11411-3 "Modellering och experimentell karakterisering av smältkarbonatbränsleceller" i programmet för stationära bränsleceller. Ansökan avsåg tiden 2002-01-01 till 2005-12-31 och med finansiering av två doktorander, vilket planerades leda till examination av en doktor och en licentiat under programperioden. Projektförslaget var fokuserat på för MCFC centrala frågor: bränslecellens prestanda och livslängd vid drift med naturgas, biogas och förgasat biobränsle. Arbetet avsåg experimentella studier och matematisk modellering av såväl anoden som katoden i MCFC. Ett viktigt inslag var utvecklingen av elektrokemiska karakteriseringsmetoder baserade på transienta mätmetoder, vilket kunde ge information in-situ om de förlopp som begränsade bränslecellens prestanda, men vilket även gav information om bränslecellens dynamiska egenskaper. Delar av arbetet skedde i samarbete med inst för materialvetenskap, KTH, när det gällde karakterisering av nya material och tillverkning av elektroder. Framtagna kinetiska parametrar och cellmodeller utgjorde underlag i systemstudierna i samarbete med kemisk reaktionsteknik, inst för kemiteknik, KTH.

Projektstart: 2002-02-21, Projektsslut: 2005-12-31
Budget: 3 822 000 kr

6. Styrstrategier för multivariant övervakning av biogasprocesser; JTI - Institutet för jordbruks- & miljöteknik

Projektet avsåg utveckling av rötningstekniken för utvinning av biogas. Jordbrukstekniska Institutet avsåg utveckla teknik och metoder för övervakning och styrning av biogasanläggningar i syfte att erhålla en effektivare utvinning av biogas
Projektstart: 2002-01-01, Projektsslut: 2004-06-30
Budget: 2 000 000 kr

7. Optimerad avfallsrötning; AnoxKaldnes Global AB

Projektet avsåg fortsatt utveckling av teknik för effektivare rötning av organiskt avfall för utvinning av biogas.
Projektstart: 2002-01-01, Projektsslut: 2003-12-31
Budget: 1 300 000 kr

8. Intensifierad biogasproduktion; Lunds universitet

Projektet var en ny etapp som utgjorde en fortsättning på tidigare forskning för att få till stånd en effektivare process för intensifierad biogasproduktion. Projektet utvecklade teknik för övervakning och kopplar mätresultat till driften av processen.
Projektstart: 2002-01-01, Projektsslut: 2004-03-31
Budget: 1 500 000 kr

D. Användning

1. Kraftvärme från biogas; ABB AB

Biogas förväntas ge ett signifikant bidrag vid omställningen till ett hållbart energisystem i Sverige. Målet med projektet var att utvärdera de tekniska och ekonomiska förutsättningarna och miljömässiga möjligheterna för en kraftvärmeanläggning, med hög verkningsgrad, integrerad med biogastillverkning. Utvärderingen baserades på utnyttjande av bränslecelltypen MCFC; smältkarbonatbränslecell. MCFC är en bränslecelltyp som är synnerligen väl lämpad för biogas. Vid tillräckligt positivt miljömässigt och ekonomiskt utfall av utvärderingen bedöms uppförande av en anläggning i Falkenberg, utan ytterligare stöd från Energimyndigheten, vara nästa åtgärd.
Projektstart: 2006-12-19, Projektsslut: 2007-12-31
Budget: 500 000 kr

2. Effektiv biobränslebaserad kraftvärmeproduktion med bränsleceller; Kungliga Tekniska Högskolan KTH

Projektet syftade till att undersöka förutsättningarna för en effektiv kraftvärmeproduktion baserad på biobränslen i bränsleceller av typen PEFC. Med underlag från experiment och systemsimuleringar skulle el- och totalverkningsgrader för olika biogassammansättningar utvärderas. Studien ska visa på möjliga lösningar för att sänka kostnaden för dessa system.
Projektstart: 2006-10-01, Projektsslut: 2007-12-31
Budget: 890 000 kr

3. Utvärdering av biogaståg på Tjustbanan; Tekniska Verken i Linköping AB

Projektet avsåg en utvärdering av ett biogaståg på Tjustbanan (Linköping- Västervik). Tåget som är ett ombyggt dieseltåg skulle köras med en tur varje vardag under ett år. Avsikten var att utvärdera trafiken tekniskt (funktion, driftstörningar, säkerhet, bränsleförbrukning och underhållsbehov), miljömässigt (emissioner och buller) och ekonomiskt.

Projektstart: 2006-05-01, Projektslut: 2007-12-31

Budget: 366 133 kr

E. Internationella samarbeten & nätverk

1. Forskningssamarbetsprojekt med Kina inom bioenergiområdet; Mälardalens Högskola

Projektet hade som mål att kartlägga vilka svenska forskningssamarbeten som finns inom bioenergiområdet med Kina idag och vilka andra forskargrupper som har inriktning och kompetens av intresse för ett samarbete. Avsikten var vidare att belysa vilken nytta svensk industri och akademi kan ha av samarbetet. I sammanhanget belystes även tänkbare kopplingar mellan FOU-samarbete och CDM-aktiviteter (Clean Development Mechanism) med Kina.

Projektstart: 2008-08-18, Projektslut: 2009-01-31

Budget: 324 863 kr

2. Pilotprojekt enligt SBI Flintmodellen; Swedish Biogas International AB

Projektet avsåg en förstudie inom biogasområdet och rymdes inom det bilaterala samarbetet mellan Sverige och USA. Startpunkten var reningsverket i Flint, Michigan, som hade möjlighet att göra en klimatinsats genom att producera biogas av slammet istället för annan behandling.

Projektstart: 2008-05-20, Projektslut: 2008-09-30

Budget: 800 000 kr

3. IEA Bioenergi nationell representant i arbetsområdet "Energi från biogas och deponigas" - Task 37; Svenskt Gastekniskt Center AB

Projektet innebar deltagande i IEA-Bioenergi, Energi från biogas och deponigas. Deltagandet innebar att utveckla det internationella samarbetet inom området, överföra resultat och erfarenheter mellan nationella program samt på basis av det erhållna erfarenhetsutbytet dra slutsatser som var av värde för svenska aktörer.

Projektstart: 2007-01-01, Projektslut: 2009-12-31

Budget: 360 000 kr

4. Svensk representant inom IEA Bioenergy Task 37- Energi from biogas and landfill gas; Svenskt Gastekniskt Center AB

Svenskt deltagande i IEA Bioenergy Task 37 - Energi från biogas och avfallsrötning (Energy from biogas and landfill gas). I projektet ingick byggande av nätverk, deltagande på möten och spridning av resultat.

Projektstart: 2004-01-01, Projektslut: 2006-12-31

Budget: 330 000 kr

5. Svensk representant inom IEA Bioenergy Task 37 Energy from biogas and landfill gas; Svenskt Gastekniskt Center AB

Projektet avsåg svensk representant i IEA Bioenergi Task 37- Energi från rötgas och deponi, (biogas). Projektet innehöll hela kedjan från produktion till användning av biogas.

Projektstart: 2003-04-01, Projekt slut: 2003-12-31

Budget: 90 000 kr

BILAGA 3– Pågående biogasprojekt finansierade av Energimyndigheten

A. Utredningar & Analyser

1. Utveckling av biogaskonceptet lokal produktion och användning till fordon; Mälardalens Högskola

Projektet visar hur en lokal biogasproduktion och användning kan vara ett viktigt alternativ i klimatarbetet. Produktion av biodrivmedel som också ger växtnäring till övriga kvävebehövande grödor är ett viktigt bidrag till uthålligt samhälle och jordbruk. Projektet ska analysera en gårdsbaserad biogasanläggning ur dessa perspektiv, och optimera anläggningens funktion.

Skäl för beslutet: Biogaspotentialen är liten om enbart avfall rötas, att samtidigt odla grödor för rötning är kostsamt. Om kostnaden kan påverkas i positiv riktning är det mycket värdefullt. Torrrotning har potential att sänka kostnaderna för biogasproduktion, i och med att processen sker vid lägre vattenhalt än annan biogasteknik, och anläggningen kan då byggas med mindre volym räknat per ton substrat. Tidigare utredningar har inte inkluderat torrrotning som är en relativt ny metod vilket ska göras i denna analys av en gårdsbaserad biogasanläggning.

Att skörda och förädla vallgrödan till biogas, och återföra växtnäringen under rätt tid på året är också ett sätt att bättre kontrollera odlingarnas kväveflöden och minska riskerna för kväveläckage är en annan fördel med odlade grödor.

Projektet inriktas på produktion av biobränsle/biodrivmedel, och har betydelse för miljömålet *Begränsad klimatpåverkan*. Projektet innefattar också en helhets- och systemsyn om näringskretslopp och hållbart jordbruk, och har därför betydelse för målen *Ingen övergödning*, *Ett rikt odlingslandskap* och *God bebyggd miljö* (resurshushållning och kretslopp).

Projektstart: 2006-12-01, Projekt slut: 2010-09-30

Budget: 2 014 000 kr

C. Effektiviserad produktion & processutveckling

1. Produktionspotential relaterat till näringsstatus och mikroorganism sammansättning i svenska biogasanläggningar som bas för processoptimering; Linköpings Universitet

Företrädare för projektet avser att effektivisera biogasproduktionen i landet genom att undersöka och provta ett 20-tal fullskaleanläggningar. Produktionskapaciteten för biogas med avseende på näringsstatus och mikrofloras sammansättning bedöms och sätts i relation till ingående substratmängd. På detta sätt kan nya forskningsrön snabbt komma till praktisk användning samtidigt som fullskaledrift kan förse högskolan med nya forskningsuppslag om substratbildning för att stärka biogasanläggningars produktionskapacitet.

Skäl för beslutet: Projektet är ett steg mot ökad samverkan mellan universitet och näringsliv. Syftet är att effektivisera biogasproduktionen genom att föra ut kunskapen som finns i universitetsmiljö om biogasrötning och omsätta detta i praktisk tillämpning

på befintliga fullskaliga biogasanläggningar i drift. Detta förutsätter framför allt att kunskaper om mikroorganismer och deras behov förs ut och kommer till användning.

Biogasframställning är ett sätt att utvinna energirika bränslen och gödselmedel från blöta organiska substrat men det finns också möjligheter att fylla miljömål som *Begränsad klimatpåverkan* och *Ett rikt odlingslandskap* med innehåll.

Projektstart: 2009-06-01, Projekt slut: 2010-06-01

Budget: 806 200 kr

2. Biologisk hytanproduktion från biomassa; Lunds universitet

Projektet syftar till att utveckla en optimerad processkonfiguration för omvandling av organiskt material som jordbruksavfall till "hytan". Hytan är en blandning av vätgas och metan. Processen kan beskrivas som en förbättrad biogasproduktion med ökad energiutvinning. Denna biogas- eller "hytan-" produktion baseras i detta projekt på en fermentationsprocess uppdelad i två steg:

a) vätgas och acetat produceras från hydrolyserad jordbruksavfall

b) metan bildas från acetat.

Denna tvåstegsprocess beräknas kunna ge en total biomassakonvertering på över 70 %.

Skäl för beslutet: Ett tidigare projekt visade att fordonets bränsleförbrukning(energimängd) minskar med 20-30% vid vätgasinblandning. Detta "biohytan" -projekt skulle kunna utgöra en ny kompletterande inriktning av Energimyndighetens nuvarande biogassatsningar genom att visa att denna tvåstegsbiogasprocess som även producerar vätgas ger högre effektivitet i motorerna, samt totalt ger ett högre utbyte vid biogasproduktionen.

De miljömål som i första hand berörs är *Frisk luft*, *Ett rikt odlingslandskap* och *God bebyggd miljö*.

Projektstart: 2009-01-31, Projekt slut: 2012-01-31

Budget: 8 400 000 kr

3. Intensifierad anaerob rötning för produktion av biobränsle; Lunds universitet

Projektets syfte är att höja biogasproduktionen genom att effektivisera processen i biogasreaktorn. Personalen på Lunds universitet kan göra detta och använder kunskap som kommit fram genom Avfallsprogrammet samt på den egna institutionen och genom forskning på andra universitet. Detta kombineras med egen forskning och samrötning av avfall, förbehandling av rötningssubstratet samt styrning och kontroll av processen för att stärka för framställning av biogas.

Skäl för beslutet: Det finns betydande potential att öka biogasproduktionen genom förbättrad processkontroll, bättre förbehandling och val av rötningssubstrat. Efterfrågan på bränslen och växtnäringsämnen ökar och processen för detta är kostsam och det uppstår därför krav på att genomströmning av det organiska materialet blir så effektivt som möjligt. Effektiviteten i detta sammanhang innebär att materialets typ och sammansättning ska kunna variera och att utrötningen ska vara hög. Detta ska kunna ske med god energibalans. Vidare ska hela tekniken, inklusive metangasläckage, vara miljömässigt godtagbar och ekonomin ska vara sådan att tekniken kan få spridning. Att uppnå detta är omfångsrikt men Avdelningen för Bioteknik, Lunds Universitet, ser möjligheter att effektivisera biogasprocessen för att få en bättre rötning på kortare tid. Det är också av stor vikt att ha ett gediget biogaskunnande på landets lärosäten.

Projektstart: 2008-10-01, Projekt slut: 2012-09-30

Budget: 8 957 250 kr

4. VA-verkens bidrag till Sveriges energieffektivisering etapp 3; Svenskt Vatten AB

Projektet syftar till att öka medvetenheten om energieffektivisering inom den svenska VA-branschen samt branschens betydelse för att minska användningen av högvärdig (och fossil) energi. Projektet bygger på att intresserade verk blir föredömen och deras resultat kontinuerligt redovisas till alla VA-verk i Sverige. Även potentiella partners utanför branschen, som är nödvändiga för att möjliggöra energiomställningen, kommer att engageras. Den största potentialen finns i förbättrad användning av biogas och bättre utnyttjande av spillvärme i avloppsvatten men en minskad elanvändning ska också uppnås.

Skäl till beslutet: Projektet är unikt eftersom det genomförs av en organisation som har samtliga företag i sin bransch som medlemmar, ett 40-tal VA-verk har varit med från start. Målet är energieffektivisering, bättre utnyttjande av biogas och bättre utnyttjande av spillvärme.

Projektet vänder sig till andra aktörer, t.ex leverantörer av tjänster och utrustning, som önskar samverka med branschen för att genomföra det arbete som är nödvändigt för att åstadkomma en effektivare användning av högvärdig energi.

Projektet svarar väl mot de nationella miljömålen för *Begränsad klimatpåverkan*. Effektivisering av energianvändningen i VA-verk bidrar till detta genom att minska användningen av fossila bränslen och minskar utsläppen av koldioxid, kväveoxider, luftburna partikelföroreningar, svaveldioxid etc.

Projektstart: 2008-09-01, Projekt slut: 2012-07-30

Budget: 7 200 000 kr

5. Optimering av högbelastade biogasprocesser med avseende på substratutnyttjande och processtabilitet med hjälp av mikronäringsämnen; Linköpings Universitet

Forskargruppen avser ta fram den kunskap som krävs för att rötning av varierande rötningssubstrat ska kunna ske effektivare, stabilare och med mindre luktproblem. Det är viktigt att känna till rötningssubstratens egenskaper för att kunna styra processen och undvika problem med skumning, svagt substratutnyttjande och överjäsning. Det finns försök som visar att sådana störningar kan bemästras med hjälp av bland annat reaktorns beskickning och spårelementtillsatser. Effekter av sådana åtgärder ska belysas och implementeras i biogasproduktionen för att därigenom prestera betydligt bättre driftsäkerhet och förbättrad ekonomi i biogasframställningen.

Skäl för beslutet: Lönsamheten i biogasanläggningar är starkt beroende av hur de klarar att behandla aktuella rötningssubstrat och variationer i dess sammansättning, då både kvantiteten och kvaliteten varierar över tiden. Vid nedbrytning av rötningssubstrat är en hel flora av mikroorganismer inblandade som är störningskänsliga. För att kunna driva stabila processer med hög utröttningsgrad från de aktuella avfallsmaterialen behöver forskarna fördjupade kunskaper om de underliggande orsakerna till problemen för att öka både driftsäkerhet och lönsamhet.

De miljömål som berörs är dels *Begränsad klimatpåverkan* och dels *Ingen övergödning*. Biogasanläggningar stärker möjligheterna att hålla både kolgaser och växtnäringsämnen i kretslopp.

Projektstart: 2006-11-01, Projekt slut: 2010-10-31

Budget: 7 000 000 kr

D. Användning

1. CLEANTRUCK - miljölastbilar i Stockholm; Stockholms stad

Projektet CLEANTRUCK syftar till att demonstrera hur koldioxidutsläpp och andra emissioner från godstransportsektorn kan minskas genom att introducera nya tekniker bl a förnybara bränslen i tunga distributionsfordon för stadsdistribution. Projektet kommer att samla en rad aktörer och för första gången i stor skala demonstrera lastbilar som drivs av förnybara drivmedel. Projektet prövar också innovationer som kvävefyllda däck, återvunnen koldioxid som kylmedium i lastbilar mm.

Projektstart: 2010-01-01, Projekt slut: 2013-12-31

Budget: 1 459 028 kr

2. Studier av DUAL FUEL förbränningsprocesser; AVL MTC Motortestcenter AB

Projektet syftar till att utveckla Dual Fuel-tekniken vilken gör det möjligt att köra Dieselmotorer på biogas med hög verkningsgrad. Detta projekt kommer att fokusera på att hitta lösningar på de problem som i nuläget hindrar en industrialisering av Dual Fuel-tekniken hos fordonstillverkare. Målet är att utveckla kunskaper, metoder samt regelsystem som gör det möjligt att införa förbränningskoncept och ny teknologi som möter framtida emissions- och kvalitetskrav samtidigt som de leder till minskade utsläpp av växthusgaser.

Skäl för beslutet: Projektet har hög energirelevans då projektets resultat möjliggör en ökad användning av biogas. Även vid fossil metandrift minskar koldioxidutsläppen med 25-30%. Projektet har hög näringslivsrelevans eftersom forskning om nya förbränningsteknologier samt alternativa bränslen är en förutsättning för en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige. Projektets resultat förväntas skapa en konkurrensfördel på den internationella spelplanen då Dual Fuel-tekniken är starkt efterfrågad av många företag över hela världen och det i nuläget inte finns någon helt lyckad teknisk lösning på marknaden.

Projektet har direkt påverkan på miljökvalitetsmålen *naturlig förurning, frisk luft* och *begränsad klimatpåverkan* eftersom resultaten förväntas leda till minskad bränsleförbrukning samt minskade avgasemissioner.

Projektstart: 2009-02-06, Projekt slut: 2012-03-01

Budget: 6 124 000 kr