

Biogasens expansion i östra Mellansverige

Identifiering av potentiella biogashotspots

Jonas Forsberg



UPPSALA
UNIVERSITET

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Biogasens expansion i östra Mellansverige – Identifiering av potentiella biogashotspots **The Expansion of Biogas in Eastern Sweden – Mapping of Potential Biogas Hotspots**

Jonas Forsberg

Biogas is a renewable form of energy which can be produced from a large number of different organic substrates through anaerobic digestion. Thereby it is seen by many as an important part of a future recycling society. Biogas contains approximately 60 percent methane and 40 percent carbon dioxide, but can also be upgraded (purified) after which it contains at least 97 percent methane and can be used as vehicle fuel.

Until now manure has been a little used substrate in Sweden, but the short term potential is recognized as very large. In addition to that the government has decided to give financial support to farm based biogas production from manure. Based on this, the focus of the master thesis is on identifying biogas hotspots, in other words groups of farms within clearly-defined areas that holds enough manure to render possible biogas production and subsequent upgrading.

An important part of the work has been defining and delimiting what actually constitutes a hotspot. Following that a number of hotspots has been identified within four counties in eastern Sweden. The hotspots have also been discussed on the basis of existing production, existing filling stations and existing local markets. Two examples to illustrate production costs has also been put together. The results show that there are several hotspots of interest within these counties, but uncertainties regarding the outlet should be further investigated. However, if more filling stations are established in the future these could surely be provided with gas produced from manure.

Handledare: Beatrice Torgnyson Klemme
Ämnesgranskare: Kjell Pernestål
Examinator: Elisabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTEC STS09 035

Populärvetenskaplig beskrivning

De senaste årens diskussioner och debatter kring vår klimatpåverkan och ohållbara resursuttag har sporrat utvecklingen av nya tekniker. Ett av de områden som ständigt växer är fordonsgas framställd ur biogas. Biogasen är dock ingen ny energiform – i Sverige har den använts i liten skala sedan 1970-talet – men de senaste åren har intresset från allmänhet, politiker och företag vuxit. Genom förmågan att tillvarata energin i olika typer av organiskt avfall ser allt fler biogasen som en viktig del i ett framtida, mer kretsloppsinriktat samhälle. Redan idag körs t.ex. bussarna i flera svenska kommuner på fordonsgas som framställts ur lokalt avfall eller slam från lokal avloppsrening.

Biogas kan framställas genom anaerob (syrefri) nedbrytning av en mängd olika organiska material (substrat), såsom slam från avloppsrening, hushållsavfall, avfall från slakterier och storkök, grödor, växtodlingsrester och gödsel. Att blanda olika substrat i s.k. samrötning har i många fall visat sig långt mer effektivt än att röta de enskilda substraten var för sig. Biogasen innehåller ca 60 % metan (som är den energibärande komponenten) och ca 40 % koldioxid. Redan i denna form kan gasen användas för att t.ex. generera el eller värme, men den kan också uppgraderas (renas från koldioxid) varpå den innehåller minst 97 % metan och kan användas som fordonbränsle. Det nedbrutna materialet (röresten) innehåller alla de näringsämnen som fanns innan rötning och utgör därmed ett utmärkt gödningsmedel för t.ex. jordbruket.

Lantbruket är den sektor som antas ha den enskilt största realiserbara potentialen på kort sikt, och gödsel är det substrat som i första hand är aktuellt för biogasframställning. Gödsel är långt ifrån lika energirikt som många andra substrat, men då gårdar med djurhållning redan har system för gödselhantering kan gödsel ofta erhållas till låga kostnader, vilket gör det till ett mycket intressant substrat. Därtill har regeringen under 2009 beslutat att investeringsstöd skall ges till enskilda lantbrukare eller grupper av lantbrukare som väljer att satsa på biogasframställning ur gödsel. I takt med att intresset för gödsel har ökat har även ett koncept med s.k. *hotspots* vuxit fram. En biogashotspot utgörs av en grupp gårdar inom ett avgränsat område, som tillsammans har tillräcklig potential för att kunna lönsamgöra biogasproduktion och eventuellt även uppgradering till fordonsgas. Konceptet bör ses som ett sätt att försöka kombinera småskaligheten och utspriddheten inom lantbruket med stordriftsfördelarna i gasframställning och -uppgradering.

Denna rapport är resultatet av ett examensarbete som utförts vid Biogas Öst – en samverkansorganisation för en rad biogasaktörer i östra Mellansverige – med fokus på att identifiera potentiella biogashotspots med tillräcklig potential för att kunna framställa fordonsgas. Utifrån Jordbruksverkets statistik över djurproducenter i de berörda länen har gårdar prickats in på kartor, varpå mer koncentrerade ansamlingar av gårdar kunnat urskiljas. Beräkningar över gasutbyten har därefter genomförts, vilka givit en ungefärlig potential för de olika hotspotsen. I strävan att säga något om enskilda hotspots möjlighet att realiserats har dessa även diskuterats utifrån faktorer såsom avstånd till möjlig avsättning och eventuell annan närliggande produktion. Kartläggningen visar att det finns ett stort antal områden inom de studerade länen med tillräcklig potential för att kunna lönsamgöra gasuppgradering, men det finns också betydande osäkerheter kring avsättningen i många fall. För att hotspots skall kunna realiserats bör således lantbrukarnas intresse, tillsammans med olika möjliga avsättningsalternativ, undersökas vidare. I en framtid med väsentligt fler gastankställen spridda i regionen, bör dock dessa med fördel kunna förses med gas framställd ur gödsel.

Förord

Biogasbranschen och intresset för biogas växer så det knakar. Att under våren/sommaren 2009 ha fått möjligheten att bedriva mitt examensarbete inom Biogas Öst har varit en oerhört intressant och lärorik resa. Jag vill härmed tacka alla de som på ett eller annat sätt varit behjälpliga i mitt arbete, och särskilt stort tack riktas framför allt till tre personer.

Först ett stort tack till min handledare Beatrice Torgnyson Klemme, dels för möjligheten att göra mitt examensarbete inom Biogas Öst, dels för all hjälp och uppmuntran i det dagliga arbetet samt värdefulla kommentarer kring slutrapporten. Stort tack också till Tomas Wadström på Biogas Öst för mycket nyttiga synpunkter och kommentarer framför allt mot slutet av arbetet. Slutligen även ett stort tack till min ämnesgranskare Kjell Pernestål vid Uppsala universitet för mycket värdefulla kommentarer och ”bollplankande”.

Uppsala, september 2009

Jonas Forsberg

Innehållsförteckning

I Inledning	4
1.1 Utgångspunkter	4
1.2 Vad är biogas?	4
1.3 Biogas Öst	5
1.4 Syfte & Mål	5
1.5 Material & genomförande	6
2 Bakgrund	9
2.1 Förutsättningar för biogasproduktion	9
2.2 Biogas Öst-regionens potential	9
2.2.1 Gödsel	10
2.2.2 Växtodlingsrester	11
2.2.3 Biogasutbyte	11
2.3 Gårdsproduktion av biogas	12
2.4 Samrötning	13
2.5 Ekonomiska förutsättningar	15
2.5.1 Förbehandling & rötning	15
2.5.2 Gastork & -ledning	17
2.5.3 Gasuppgradering	18
2.5.4 Samrötning	19
2.5.5 Rörliga kostnader	19
2.5.6 Bidrag och styrmedel	22
2.6 Fordonsgasmarknaden	23
2.7 Tidigare hotspotstudier i regionen	23
2.7.2 Örebro län	23
2.7.3 Östergötlands län	24
2.7.4 Södermanlands län	25
3 Avgränsningar & antaganden	27
3.1 Allmänt	27
3.2 Beräkning av gasutbyten	27
3.3 Hotspots	30
3.4 Ekonomiska förutsättningar	33
4 Befintlig infrastruktur och avsättning	36
4.1 Infrastruktur i Biogas Öst-regionen	36
4.2 Gotlands län	37
4.2.1 Befintlig gasproduktion	37
4.2.2 Gastankställen	38
4.2.3 Avsättning	38
4.3 Södermanlands län	39
4.3.1 Befintlig gasproduktion	39
4.3.2 Gastankställen	40
4.3.3 Avsättning	40
4.4 Stockholms län	40
4.4.1 Befintlig gasproduktion	41
4.4.2 Gastankställen	43
4.4.3 Avsättning	43
4.5 Uppsala län	43

4.5.1 Befintlig gasproduktion	44
4.5.2 Gastankställen	44
4.5.3 Avsättning	45
5 Kartläggning av Hotspots	46
5.1 Gotlands län	46
5.1.1 Visby	46
5.1.2 Roma & Romakloster	47
5.1.3 Övriga Gotland	48
5.2 Södermanlands län	50
5.2.1 Nyköpings kommun	50
5.2.2 Flens kommun	51
5.2.3 Katrineholms kommun	51
5.2.4 Vingåkers kommun	52
5.2.5 Gnesta kommun	52
5.2.6 Eskilstuna kommun	52
5.3 Stockholms län	54
5.3.1 Norrtälje kommun	54
5.4 Uppsala län	56
5.4.1 Enköpings kommun	56
5.4.2 Uppsala kommun	57
5.4.3 Tierps kommun	58
5.4.4 Östhammars kommun	58
5.4.5 Heby kommun	58
6 Realiserbarhet	60
6.1 Gotlands län	60
6.2 Södermanlands län	61
6.3 Stockholms län	63
6.4 Uppsala län	64
6.5 Kalkylexempel	65
6.5.1 Decentraliserad hotspot	65
6.5.2 Centraliserad hotspot	66
6.5.3 Investeringsstödetts effekter	68
6.5.4 Några reflektioner	69
7 Resultat & rekommendationer	70
Referenslista	72
Tryckta källor	72
Elektroniska källor	75
Mail & telefon	77
Övrigt	77
Ord & begrepp	78
Bilaga I: Nyckeltal	79
Gödsel	79
Produktion av gödsel	79
Volymvikt för olika gödselslag	79
TS-halter	79

Gasutbyten för olika substrat	80
Bilaga 2: Beräkning av gasutbyten & energiinnehåll	82
Gotlands län	82
Visby	82
Roma & Romakloster	83
Övriga Gotland	84
Södermanlands län	86
Nyköpings kommun	86
Flens kommun	86
Katrineholms kommun	87
Vingåkers kommun	88
Gnesta kommun	88
Eskilstuna kommun	89
Stockholms län	90
Norrtälje kommun	90
Uppsala län	91
Enköpings kommun	91
Uppsala kommun	92
Tierps kommun	93
Östhammars kommun	93
Heby kommun	93

I Inledning

I detta inledande kapitel ges en introduktion till examensarbetet, en kort presentation av Biogas Öst samt presentation av syfte, målsättning, genomförande och material.

1.1 Utgångspunkter

Biogasen är en förnybar gas som för med sig klara miljöfördelar i form av minskade utsläpp av klimatgaser och minskade partikelutsläpp. Vid framställning av biogas ur i synnerhet gödsel kan miljövinster dessutom anses vara ”dubbla”, tack vare att spontana metanutsläpp från traditionell hantering av gödsel kan reduceras. Biogas från gödsel och andra restprodukter anses kunna expandera med liten risk för konflikter.¹

Biogassystemet har dessutom goda möjligheter att bli en viktig del i ett framtida kretsloppssamhälle genom sin förmåga att tillvarata energin i stora mängder organiskt material. Redan idag är biogasen en viktig del av avfallshanteringssystemet i flera svenska kommuner, och innan infrastrukturen blir mer utbyggd passar biogasen utmärkt för lokala och regionala fordonsflottor.

För att biogasen skall kunna tillgodose den ständigt växande efterfrågan krävs dock en ökad produktion. Jordbruket är den sektor som i dagsläget anses stå för den enskilt största realiserbara potentialen på kort sikt; ca 76 %.² Gödsel och odlingsrester är attraktiva substrat som oftast finns att tillgå kostnadsfritt, men även energigrödor av olika slag som odlas enkom för biogasframställning är ett framtida alternativ med mycket stor potential.

I Sverige finns i dagsläget endast ett tiotal gårdsanläggningar, mycket beroende på att tekniken hittills varit alltför dyr och att energipriserna i Sverige varit relativt låga. Under de senaste åren har dock ett flertal studier visat att biogasproduktion på gårdsnivå kan göras lönsamt – både för uppvärmning av den egna gården, och för uppgradering till fordonsgaskvalitet och försäljning. En lösning som diskuterats alltmer flitigt de senaste åren är att flera lantbrukare inom ett avgränsat område (s.k. *hotspot*) går samman i en biogassatsning.

Regeringen beslutade nyligen att förverkliga ett stöd till utbyggnaden av gårdsbaserad biogasproduktion där minst hälften av substratet är gödsel. Dessutom har man förlängt tiden för att ansöka om stöd till byggandet av gastankställen. Mot bakgrund av detta skall examensarbetet fokuseras på gårdsbaserad biogasproduktion ur gödsel för uppgradering till fordonsgas.

1.2 Vad är biogas?

Biogas bildas vid anaerob nedbrytning av komposterbart material. Sådan nedbrytning sker spontant i myrar och soptippar, men utnyttjas också alltmer genom kontrollerade processer i biogasanläggningar där en rad olika substrat, såsom komposterbart avfall från jordbruk, hushåll och livsmedelsindustri samt avloppsslam rötas. Vanligen sker rötningen under mesofila förhållanden (ca 30-37° C) eller termofila förhållanden (ca 55-65° C). Generellt gäller att högre temperatur i rötammaren ger snabbare nedbrytning.

¹ Börjesson m.fl. (2008)

² Linné m.fl. (2008)

Den rågas som bildas direkt vid rötning innehåller ca 60 % metan, som är mycket energirik, och ca 40 % koldioxid.³

Biogasen kan användas direkt som energikälla för uppvärmning eller elproduktion, men den kan också uppgraderas (renas från koldioxid) och trycksättas, varpå den innehåller minst 97 % metan och kan användas som fordonsbränsle. Restprodukten som återstår efter rötning kallas rötrest och innehåller all den växtnäring som funnits i substratet (främst kväve, fosfor & kalium) och används därför ofta som gödsel inom jordbruket.⁴ Tidigare var det inte tillåtet att sprida det rötslam som bildas vid rötning av avloppsslam, men rötslammet kan numera certifieras enligt certifieringssystemet REVAQ och därefter spridas på jordbruksmark.⁵ Detta är dock allt annat än okontroversiellt, då även certifierat slam påstås kunna innehålla rester av bekämpningsmedel, läkemedel och alltför höga halter av tungmetaller.⁶

1.3 Biogas Öst

Biogas Öst är ett regionalt samverkansprojekt som genom att föra samman olika offentliga och privata aktörer ska påverka och förbättra förutsättningarna för biogas i östra Mellansverige och bidra till att sätta miljömål uppnås. Geografiskt har Biogas Öst för avsikt att täcka in Stockholms, Södermanlands, Uppsala, Västmanlands, Örebro, Östergötlands och Gotlands län. Satsningen på Biogas Öst grundar sig i ett antal utredningar kring biogas i regionen, som alla pekade på att ett utökat regionalt samarbete likt dem i Biogas Väst och Biogas Syd är en förutsättning för biogasens expansion i östra Mellansverige.

En stor del av arbetet är inriktat på att främja tillgången på fordonsgas – fler tankställen, mer lokalt producerad och uppgraderad biogas samt en jämn balans mellan produktion och konsumtion, är några av de frågor som står högt på dagordningen. Det långsiktiga målet för regionen är att minst 10 procent av drivmedlen skall vara biogas år 2020.⁷ Bland prioriterade aktiviteter de närmsta åren märks bl.a. att ”ta fram/verka för kartläggningar och strategier för ökad råvara och produktion”, att ”identifiera *vita fläckar* i regionen och stimulera biogasutveckling på dessa ställen” samt att satsa på ”riktad information till beslutsfattare/kommuner, till exempel om satsningar på förbättrad infrastruktur”.⁸

1.4 Syfte & Mål

Syftet med detta examensarbete är att kartlägga möjliga *hotspots* i fyra av länen inom Biogas Öst-regionen. Hotspots skall i första hand identifieras med avseende på fordonsgasproduktion. Vad som utgör en hotspot skall diskuteras närmare senare, men kort kan det beskrivas som ett avgränsat område med en ansamling gårdar med djurhållning (men även andra anläggningar med gasproduktion), som har tillräcklig biogaspotential för att ekonomiskt motivera en gemensam anläggning för uppgradering till fordonsgas och eventuellt även lokalt gasnät.

³ Berglund (2006)

⁴ Berglund (2006)

⁵ Svenskt Vatten (sida besökt 2009-05-27)

⁶ Petersson (2009)

⁷ Biogas Öst (2008)

⁸ Biogas Öst (sida besökt 2009-03-23)

I strävan att bedöma en hotspots möjlighet att realiseras skall dessa även relateras till eventuell befintlig biogasproduktion, var det finns/inte finns tankställen idag, samt var det finns möjlighet till långsiktig avsättning i regionen i form av t.ex. lokala fordonsflottor med gasdrift. Därtill skall även kalkylexempel sättas samman för att visa på vilka kostnader som är förknippade med gårdsbaserad biogasproduktion och gasuppgradering, samt vilka produktionskostnader som kan förväntas.

Givetvis är det mycket svårt att "administrera" fram hotspots uppifrån – initiativkraft och engagemang måste komma underifrån. Däremot kan stimulanser i form av information, utbildning, utredningsstöd m.m. med fördel komma uppifrån. En kartläggning likt detta examensarbete kan således vara en mycket viktig del i arbetet med att öka kunskapen, och i förlängningen även viljan att satsa på biogasproduktion genom att visa på den (förhoppningsvis) stora potentialen. Målet för rapporten är således att visa på strategiska platser i de fyra länen där biogasproduktion ur gödsel är möjlig, vilket kan hjälpa Biogas Öst att satsa riktad information i sitt arbete med att öka produktion och användning av fordonsgas.

1.5 Material & genomförande

Examensarbetet inleddes med en omfattande genomgång och kategorisering av tidigare studier och utredningar på en relativt generell nivå, och genom diskussion med några viktiga aktörer i styrgruppen för Biogas Öst kunde därpå syfte och målsättning för examensarbetet slutligen fastläggas.

Genom ytterligare litteraturstudier har sedan nödvändiga bakgrundskunskaper inhämtats. En rad rapporter från bl.a. Jordbruksverket (SJV), Lantbrukarnas Riksförbund (LRF), Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI), Swedish Biogas International AB (SBI), Svenskt Gastekniskt Center (SGC) och Bioenergiportalen (www.bioenergiportalen.se) har använts som teoretisk grund för arbetet. Dessa diskuterar och analyserar förutsättningarna för biogasproduktion på gårdsnivå, konceptet med hotspots, kostnader för anläggningar, gasledning och transporter, nyckeltal för gödselproduktion och gasutbyten, samrötning samt fordonsgasmarknaden i regionen. En redogörelse för detta återfinns i kapitel 2.

Stödet till gårdsbaserad biogasproduktion kräver att minst hälften av substratet är gödsel, varför gårdar med relativt stora djurbesättningar är av primärt intresse för denna studie. Uppgifter om gårdar och antal djur har inhämtats från registerenheten på Jordbruksverket. Gårdarna i respektive län har sorterats på kommunnivå och sedan kategoriserats utifrån antal djur. I det första urvalet har alla gårdar med >100 nötkreatur, gårdar med >300 svin/får, gårdar med >15 000 fjäderfä, eller motsvarande kombination av djurbesättningar tagits med. En majoritet av dessa gårdar är alltför små för att själva utgöra tillräckligt underlag, men i närhet till en större gård kan de ändå vara av intresse.

Beräkningar över gasutbyten för respektive gård har därefter genomförts. Vid dessa beräkningar krävs, förutom vetskap om antal djur och hur mycket gödsel som kan samlas in, även nyckeltal för gödselproduktion per djur samt nyckeltal över gasutbyten för olika gödselslag. Dessa nyckeltal har i första hand inhämtats från en mycket omfattande potentialstudie som genomfördes 2008 ("Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter"), men har även jämförts med annan litteratur för att hitta realistiska schabloner. Gasutbyten har beräknats genom att multiplicera antalet djur med

andelen insamlad gödsel samt nyckeltalen för gödselproduktion och gasutbyte. Därpå har även energiinnehållet beräknats under förutsättningen att en normalkubikmeter (Nm^3) metangas innehåller ca 9,8 kWh. Alla slutgiltiga energiberäkningar anges i enheten GWh/år; 1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh. Närmare beskrivning och motivering av antaganden och avgränsningar för beräkningarna finns i avsnitt 3.2. Fullständiga tabeller över gasutbyten för respektive hotspot finns i Bilaga 2.

Gårdarna har sedan prickats in på kartor. Kartorna ger en uppfattning om var det finns tätare ansamlingar av gårdar, vilket en lista över gårdar *inte* gör. Dessutom möjliggör kartorna identifiering av hotspots som går över kommun- eller länsgränser. På kartorna har även befintliga tankställen (som finns listade med GPS-koordinater på www.gasbilen.se) depåer för lokal- och regionalbussar, samt de avloppsreningsverk, samrötnings- och gårdsanläggningar i regionen som idag har biogasproduktion prickats in. Data över befintlig infrastruktur samt en kortare presentation av länsvisa avsättningsmöjligheter presenteras i kapitel 4.

Utifrån kartorna har mer koncentrerade ansamlingar av gårdar identifieras. Alla hotspots kan dock inte anses varken praktiskt eller ekonomiskt realiserbara i dagsläget. Efter att ha studerat biogaspotentialen för respektive gård och hotspot har dock möjligt intressanta hotspots kunnat pekas ut. Därtill finns även flera olika möjliga utformningar av hotspots. De antaganden och avgränsningar som gjorts i strävan att skapa ett ramverk för att definiera vad som utgör en hotspot samt hur dessa kan utformas, diskuteras närmare i avsnitt 3.3. För att kunna bedöma realiserbarheten hos en hotspot måste dock flera aspekter än biogaspotentialen beaktas. Utifrån aspekter som beskrivs i kapitel 4, samt kartläggningen av hotspots som presenteras i kapitel 5, diskuteras realiserbarheten hos enskilda hotspots i kapitel 6.

För att kunna visa på vilka kostnader och produktionspris en gårdsanläggning eller hotspot kan väntas uppnå har två kalkylexempel – löst baserade på två hotspots med olika karaktär – satts samman. Exempelen skall ge en bild av de förväntade kostnaderna för rötningsanläggning, uppgraderingsanläggning, gasledning, transporter samt drift och underhåll. Efter att kapitalinvesteringen för anläggningar och gasledning räknats ut, har dessa även räknats om till en årlig kostnad med hjälp av *annuitetsmetoden*.

Annuitetsmetoden erbjuder en möjlighet att räkna om en kapitalinvestering (I) till en serie konstanta årlig betalningar (annuitet, A), sett över investeringens förmodade livslängd (avskrivningstid, n) med en viss kapitalränta (r). Formeln för annuitetsmetoden ser ut på följande vis: $A = (I \times r) / 1 - (1 + r)^{-n}$.⁹

Till de årliga kapitalkostnaderna har därefter kunnat läggas årliga kostnader för drift och underhåll (arbetskostnad, elkostnad, ev. reparationer m.m.) för respektive anläggning. Även transportkostnaden kan relativt lätt fås på årsbasis, varpå en total årlig kostnad för respektive hotspot erhållits. Utifrån denna kan sedan ett ungefärligt produktionspris för rågas respektive fordonsgas räknas ut genom att den årliga kostnaden divideras med mängden rågas respektive fordonsgas. En närmare diskussion kring avgränsningar och antaganden som ligger till grund för kalkylerna återfinns i avsnitt 3.4. Kalkylexemplen samt några kortare reflektioner kring desamma redovisas i avsnitt 6.5.

⁹ Olsson (1994)

I avslutande kapitel 7 sammanfattas kortfattat rapportens resultat och några rekommendationer och idéer kring möjligt vidare arbete ges. Därefter återfinns referenslista, en lista med ord och begrepp samt slutligen bilagor med nyckeltal och beräkningar av gas- och energiutbyten för respektive hotspots.

2 Bakgrund

I detta kapitel presenteras en rad resultat och slutsatser från tidigare studier som är av intresse för examensarbetet. Dessa behandlar en mängd aspekter kring förutsättningar och potential för biogas- och fordonsgasproduktion, samrötning, konceptet med hotspots, ekonomiska förutsättningar samt styrmedel. Kapitlet innehåller mycket olika uppgifter och data som ligger till grund för antaganden och avgränsningar i nästkommande kapitel, men det är inte av vikt att läsaren lägger alla dessa på minnet här.

2.1 Förutsättningar för biogasproduktion

Svenska exempel har visat att det redan vid planeringen av en anläggning är helt nödvändigt att säkerställa en långsiktig tillgång till substrat, en långsiktig avsättning för den producerade gasen samt en långsiktig avsättning för rötresten.¹⁰ Uppgradering till fordonsgas kräver relativt stora investeringar, men med ökande efterfrågan kan en sådan investering på sikt bli mycket lönsam. Klara skalfördelar kan uppnås om flera producenter gemensamt investerar i uppgraderingsanläggningar. Detta förutsätter dock ett distributionssystem från rötningsanläggning till uppgraderingsanläggning samt vidare ut till kund.¹¹

Produktionen av ett bra och billigt gödningsmedel kan vara minst lika viktigt som gasen i sig, och bra avsättningsmöjligheter för rötresterna är av största vikt för att hela kedjan skall fungera tillfredställande.¹² Certifieringen av biogödsel enligt SPCR 120 (certifieringsregler för biogödsel) spelar en helt avgörande roll för användningen av rötrest inom lantbruket.¹³

Än så länge har biogassatsningar främst skett på lokal och/eller regional nivå, vilket i många fall fungerat mycket bra och definitivt bör fortsätta. Men om biodrivmedelsproduktionen skall få verklig fart lär det behövas en större inblandning från både stat och näringsliv. Detta poängterades bl.a. av Energimyndigheten i en utredning 2007, som menade att stat och näringsliv måste förmås att kraftsamla, visa riskbenägenhet och uthållighet.¹⁴

2.2 Biogas Öst-regionens potential

2006 publicerades en rapport som sammanställde biogasens förutsättningar i Stockholms, Södermanlands, Örebro, Västmanlands och Uppsala län, dvs. Biogas Öst-regionen undantaget Östergötlands och Gotlands län. Potentialen inom de studerade länen bedömdes som långt större än den faktiska produktionen. Enbart genom s.k. receptrötning, då olika substrat blandas i specifika förhållanden och matas kontinuerligt in i reaktorn, skulle produktionen kunna ökas med ca 20 %. År 2005 producerades 390 GWh biogas i regionen, men fram till år 2020 beräknades produktionen kunna öka till ca 2 800 GWh, varav knappt 50 % antogs kunna uppgraderas till fordonsgas.¹⁵

¹⁰ Held m.fl. (2008)

¹¹ Held m.fl. (2008)

¹² Berglund (2006)

¹³ Richert Stintzing (2005)

¹⁴ Energimyndigheten (2007)

¹⁵ Rietz (2006)

2008 genomfördes en stor översyn av den samlade svenska biogaspotentialen på uppdrag av Svenskt Vatten, Avfall Sverige, Svenska Biogasföreningen och Svenska Gasföreningen. Sammanställningen, som gjordes både per råvarukategori och länsvis, behandlade matavfall, restprodukter från industrin, avloppsslam, växtodlingsrester och gödsel samt restprodukter från skogen. I rapporten introducerades även begreppet *biogaspotential med begränsning*, vilket ämnade visa på den rimliga potentialen under rådande ekonomiska förhållanden. Begränsningarna kommer främst av olika lagrings- och hanteringsförluster samt det faktum att all gödsel inte är tillgänglig för biogasproduktion. Vid bedömning av *den totala potentialen med begränsning* är det också mycket viktigt att se till avsättningsmöjligheterna för gasen och rötresten. Förutom närhet till råvaror är således närhet och förutsättningar för lokalt gasnät, närhet till eventuell fordonsgasmarknad samt närhet till mark där rötresten kan spridas mycket viktiga faktorer.¹⁶ De substrat som är av primärt intresse för gårdsbaserad biogasproduktion i dagsläget är gödsel, växtodlingsrester och i viss mån energigrödor. Fokus i detta examensarbete ligger på gödsel, varför resultaten kring detta substrat redovisas här.

2.2.1 Gödsel

Uppgifter om antalet djur och gödselproduktion för respektive djurslag inhämtades huvudsakligen från Jordbruksverket och Statistiska Centralbyrån (SCB). Gödsel kan hanteras och definieras på olika sätt, men i rapporten användes genomgående jordbruksverkets definitioner som behandlar träck, urin, vatten och strömedel med olika torrsubstanshalter (TS-halter) enligt nedanstående tabell.¹⁷

Tabell 1. Egenskaper för olika typer av gödsel.

Begrepp	Definition (gäller inte fjäderfägödsel)
Flytgödsel	Pumpbar, < 12 % TS
Fastgödsel	Kan staplas över 1 meter, > 20 % TS
Djupströ	Kan staplas över 2 meter, > 25 % TS

Inom den svenska lantbruksnäringen förekommer en mängd olika djurslag, men de som bedömdes bidra till den svenska biogaspotentialen i tillräckligt stor utsträckning för att kunna vara av intresse är: nötkreatur, svin, fjäderfän (höns, kycklingar och kalkoner), häst och får. För att underlätta jämförelse mellan olika län och olika djurslag redovisades gödselproduktionen som ton TS. Andelen TS varierar avsevärt mellan olika typer av gödsel (se tabell 1), men kan även variera mellan olika gårdar med samma gödselhanteringssystem, vilket betonades som en osäkerhetsfaktor.

¹⁶ Linné m.fl. (2008)

¹⁷ Albertsson (2007)

Tabell 2. Gödselproduktion Biogas Öst-regionen (data i kton TS/år).¹⁸

Län	Nötkreatur	Svin	Fjäderfä	Får & häst	Totalt
Stockholm	25	2,7	0,8	44	72,5
Uppsala	58	6,5	0,5	16	81
Södermanland	58	10	5,8	21	153,5
Östergötland	133	19	11	30	193
Västmanland	24	10	0,6	20	54,6
Örebro	44	7,6	2,9	18	72,5
Gotland	74	9,2	2,7	19	104,9

2.2.2 Växtodlingsrester

Växtodlingsrester utgör ett bra kompletterande substrat och kan med fördel samrötas med gödseln. Växtodlingsrester kräver därtill relativt lite transporter om dessa skall samrötas med gödsel. Med växtodlingsrester avsågs i rapporten odlingsrester som uppkommer i primärproduktionen – avfall m.m. som uppkommer vid fortsatt hantering och/eller förädling har ej inkluderats.

Halm från spannmål och oljevaxter beräknades stå för drygt 98 % av den totala mängden TS, men för *den totala potentialen med begränsningar* kommer i synnerhet halmpotentialen att reduceras. Begränsningarna utgörs främst av olika hanteringsförluster samt eventuell avsättning som foder.¹⁹

2.2.3 Biogasutbyte

I *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter* poängterades att utbytena redovisas för de enskilda substraten, men att separat rötning i praktiken (sannolikt) inte är aktuellt. Effektiv samrötning (diskuteras vidare i avsnitt 2.4) lyfts fram som det bästa, och mest troliga scenariot. Efter en genomgång av litteratur på området kom man fram till nedanstående – aningen försiktiga – schabloner. Här redovisas enbart de gasutbyten som är relevanta för denna rapport och som även skall användas för beräkningarna senare. I Bilaga 1 finns en mer utförlig tabell över gasutbyten för en mängd olika substrat för den intresserade.

Tabell 3. Metanutbyte (CH_4) för respektive substrat.

Substrat	Nm ³ CH ₄ /ton TS
Flytgödsel från nöt	150
Fastgödsel från nöt	150
Flytgödsel från slaktsvin	200
Flytgödsel från suggor	200
Gödsel från fjäderfä	150
Fårgödsel	120

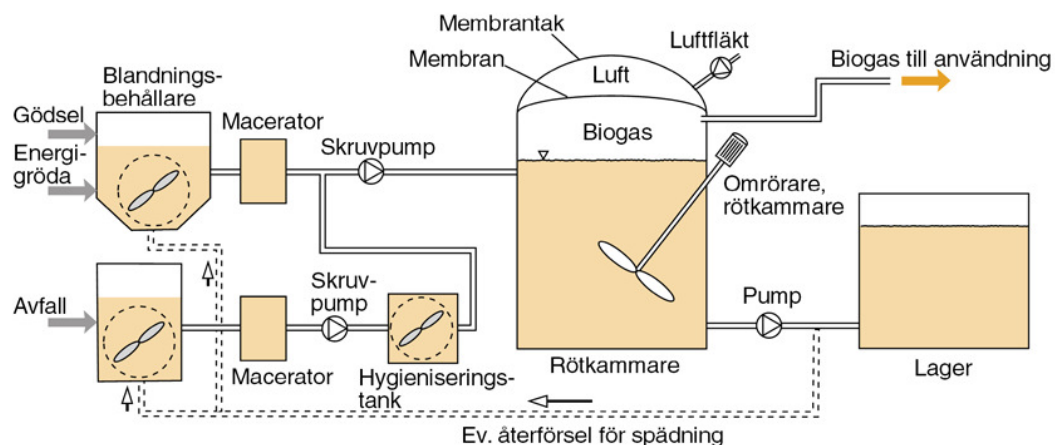
¹⁸ Linné m.fl. (2008)

¹⁹ Linné m.fl. (2008)

Trots att gödsel anses som ett relativt ineffektivt substrat bör detta kunna vara av stort intresse. Inte minst tack vare sin låga kostnad och det faktum att den enskilde lantbrukaren inte kan komma ifrån gödselhanteringen, varför det oftast redan finns en fungerande infrastruktur för detta. Många lantbrukare har också en kombination av flytgödsel och mindre mängder fastgödsel. Fastgödseln är relativt dyr att hantera och sprida, varför det kan vara en fördel att köra fastgödseln i en biogasanläggning och på så vis göra pumpbar flytgödsel av densamma (tillsätta vatten), vilket förenklar efterföljande hantering och spridning.²⁰ Därtill sägs ofta klimatvinsterna för fordonsgas framställd ur gödsel vara "dubbla" p.g.a. att spontana metanutsläpp från gödslet reduceras samt att gasen kan ersätta bensin eller diesel i fordon.

2.3 Gårdsproduktion av biogas

De substrat som främst är aktuella för gårdsbaserad biogasproduktion är gödsel och grödor. Med en biogasanläggning har den enskilda gården möjlighet att bli självförsörjande när det gäller växtnäring och el, värme, eller drivmedel. Vid en inventering av svenska gårdsanläggningar som genomfördes 2006 fanns att den dominerande tekniken är en enstegs totalomblandad process anpassad för slamformiga substrat, såsom t.ex. flytgödsel, vilka karakteriseras av en TS-halt mellan 10 och 15 %. En majoritet av de befintliga anläggningarna drivs därtill i det mesofila temperaturintervallet (ca 30-37° C).²¹



Figur 4. Schematisk bild över biogasprocessen. Källa: Illustration Kim Gutekunst, JTI.

I blandningsbehållaren blandas olika substrat till en pumpbar lösning. Här kan även några dagars substratblandning lagras. Vid rötning av fasta fiberrika substrat eller substrat som innehåller större partiklar kan det finnas behov av sönderdelning, vilket vanligtvis sker genom att substratet mals eller hackas, innan det tillförs blandningsbehållaren. Om avfall skall rötas krävs förbehandling (hygienisering) varför detta tillförs via egen linje. I röt-kammaren sker själva utvinningen av biogas under anaeroba förhållanden. Röt-kammaren är även försedd med system för omrörning och uppvärmning till önskad processtemperatur. Lager för producerad biogas kan vara integrerat i röt-kammaren, i rötrestlagret eller vara en fristående enhet.²²

²⁰ Svensson, Kalle. Mail 2009-09-22

²¹ Gustafsson (2006)

²² Edström & Nordberg (2004)

2008 framlade Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI) en rapport som bl.a. diskuterar gårdsanläggningar som rötar olika sammansättningar av gödsel och energigrödor. I en typanläggning rötas minst 50 % gödsel tillsammans med vallgröda och avfall; sammanlagt 42 ton/dag. P.g.a. att gödselns torrsubstans är mindre tillgänglig för nedbrytning beräknas denna stå för 35 % av gasutbytet medan vallensilaget och avfallet bidrar med 45 respektive 20 %. För samtliga anläggningar sker rötningen i enstegs totalomblandade rötkammare som drivs i det mesofila temperaturområdet. Anläggningarna har en huvudrötkammare med kontinuerlig tillförsel av substrat. Utgående flöde från huvudrötkammaren tillförs en efterrötkammare. Syftet med efterrötningen är att höja gasutbytet från substraten vilket också leder till minskat metanläckage vid lagring av rötresten. Det finns dock betydande osäkerheter kring gasutbytet från efterrötningen; tester vid tyska anläggningar har visat på allt mellan 4 och 32 % av huvudrötkammarens gasproduktion.²³

2.4 Samrötning

Samrötning innebär rötning av en homogen blandning av två eller flera substrat. Vanligen består blandningen av en större mängd bassubstrat, som blandas och rötas med mindre mängder av andra substrat. Uttrycket *samrötning* används generellt sett oavsett vilka substrat som ingår och oberoende av förhållandet mellan de ingående substraten.²⁴

Uppgifter om biogasutbyte från enskilda substrat kommer nästan alltid från försök i pilot- eller laboratorieskala. Sådana försök utförs dock ofta under nära nog optimala förhållanden, och erfarenheter pekar på att biogasutbytet sjunker vid produktion i större skala.²⁵ Samtidigt vet man att det är möjligt att erhålla en effektivare och stabilare biogasprocess genom samrötning, då möjligheten att få en optimal näringssammansättning och struktur på materialet ökar. Gödsel är ett utmärkt bassubstrat tack vare sin allsidiga sammansättning som ger processen stabilitet. Gödsel från svin och fågel ger ett större gasutbyte än gödsel från idisslare, då denna redan är delvis anaerobt nedbrutet i vommen.²⁶

En av utgångspunkterna i detta examensarbete är att anläggningarna måste röta minst 50 % gödsel. Gödsel är dock ett relativt ineffektivt substrat. T.ex. anger JTI att om gödsel samrötas med vallgröda och organiskt avfall – där gödseln utgör 50 % av substratet – så kommer gödseln enbart att stå för 35 % av gasutbytet.²⁷ Liknande resultat erhöles i en studie vid universitetet i Jyväskylä (Finland), då man jämförde rötning av nötgödsel med samrötning av nötgödsel och ensilerad vall, sockerbetor respektive halm. Mängden grödor varierades så att de utgjorde 10, 20, 30 respektive 40 % av substratet. De bästa resultaten (högsta metanutbytena) erhöles då 30 % av det rötade materialet utgjordes av gröda och 70 % utgjordes av gödsel. Detta visade sig kunna ge upp till 65 % högre metanutbyte jämfört med om enbart gödsel rötas.²⁸

Genom effektiv samrötning och med hög belastning i anläggningarna bör således gasutbytet kunna ökas markant. Det mest realistiska scenariot för gårdsanläggningarna är att röta mindre mängder (ca 15–30 %) andra substrat tillsammans med gödsel för att

²³ Edström m.fl. (2008)

²⁴ Carlsson & Uldal (2009)

²⁵ Linné m.fl. (2008)

²⁶ Carlsson & Uldal (2009)

²⁷ Edström m.fl. (2008)

²⁸ Lehtomäki (2006)

skapa en mer ”optimal” miljö i rötammaren. Detta bör dessutom låta sig göras till relativt låga kostnader.

Samrötning kan dock medföra vissa problem eller dilemman, beroende på vilka substrat som skall samrötas. Den logistiska strukturen för behandling av växtodlingsrester och/eller grödor finns redan inom lantbruket, vilket bör medföra låga kostnader för insamling och transport av dessa substrat.²⁹ Däremot tenderar förslag på odling av energigrödor för mer storskalig rötning att skapa debatt kring markens användning, även då mark som annars ligger obrukad föreslås användas.

Samrötning av gödsel med avfall från hushåll, storkök, restauranger eller slakterier ställer ytterligare krav och kan skapa andra problem. Ett av Sveriges miljömål säger att ”senast år 2010 skall minst 35 procent av matavfallet från hushåll, restauranger, storkök och butiker återvinnas genom biologisk behandling.”³⁰ Detta skulle kunna öppna för en mer storskalig rötning av organiskt avfall i hela landet, men ställer samtidigt krav på viljan att sortera avfall samt på effektiv och välorganiserad avfallsinsamling.

Om organiskt avfall från hushåll, storkök el. dyl. skall rötas måste man även kunna säkerställa att inga oönskade ämnen kan spridas vidare med biogödseln. Enligt en EU-förordning skall därför avfallet hygieniseras vid 70° C i en timme, vilket eliminerar (eller reducerar) eventuella sjukdomsalstrande mikroorganismer. För hushållsavfall krävs dessutom ett slutet insamlingssystem som skall godkännas av KRAV och Jordbruksverket.³¹ Om större mängder gödsel skall samlas in från flera gårdar för central rötning, ev. tillsammans med andra substrat, ställer Jordbruksverket i regel krav på hygienisering även av gödseln.³² Enligt den s.k. *Animaliska Biproduktförordningen*, som styr hur avfall med animaliskt ursprung skall behandlas, krävs att gödsel som samlats in från olika gårdar hygieniseras vid 70° C under en timmes tid.³³ Detta krav gäller dock inte för gårdsanläggningar som enbart rötar substrat från den egna gården.

Ett framgångsrikt exempel på storskalig samrötning av energigrödor och separerat hushållsavfall finns i Västerås genom projektet Växtkraft. Ca 90 % av regionens 144 000 hushåll sorterar ut det komposterbara avfallet som läggs i särskilda papperspåsar, och efter insamling körs det direkt till biogasanläggningen. Dit forslas också energigrödor som odlas av lokala lantbrukare som är medlemmar i Svensk Växtkraft. Den producerade rågasen uppgraderas tillsammans med rågas från Västerås reningsverk till fordonsgas, och förs sedan via en 8,5 km lång gasledning till en tankstation vid Västmanlands Lokaltrafiks bussdepå samt till en publik tankstation.³⁴

Inför rötning av substrat med relativt höga TS-halter, såsom t.ex. grödor eller organiskt avfall, kan det därtill krävas utrustning för att finfördela materialet innan det tillförs rötammaren, vilket underlättar omrörningen i själva reaktorn. JTI beskriver bl.a. en lösning för detta där fastgödsel och vegetabiliskt avfall tillförs en blandningsbehållare i

²⁹ Johansson & Nilsson (2007)

³⁰ Miljömålsportalen (sida besökt 2009-06-22)

³¹ Christensson & Hansson (2005)

³² Christensson m.fl. (2009)

³³ Carlsson & Uldal (2009)

³⁴ *The Växtkraft-project in Västerås* (2007)

vilken materialet sönderdelas och blandas med processvätska för att bli pumpbart (TS-halt kring 10 %), varpå det pumpas in i rötkammaren.³⁵

Slakteriavfall och organiskt avfall från hushåll och industrier är därtill relativt energirika, och därmed eftertraktade substrat. Detta skulle kunna skapa lokala konkurrenssituationer kring dessa substrat med höga anskaffningskostnader och höjt produktionspris som följd.

Ytterligare en möjlighet är att samröta gödsel och slam från avloppsreningsverk. Under 2008 drog certifieringen av avloppsslam igång, vilket har öppnat för att använda slam som gödselmedel inom lantbruket. LRF har ställt sig positiva till att sprida certifierat slam, men har fått kritik för detta. Ty trots certifieringen är det många som fortfarande motsätter sig att avloppsslam används som gödselmedel; t.ex. kallade ett 40-tal forskare, naturvårdare, politiker, läkare, ingenjörer och lärare det certifierade avloppsslammet för ”en cancerfara som förgiftar våra åkrar” i en debattartikel i april 2009.³⁶

2.5 Ekonomiska förutsättningar

Det har gjorts ett flertal utredningar och kalkyler för gårdsbaserad biogasproduktion under de senaste åren. Ett tydligt problem är att det finns för få anläggningar i Sverige för att kunna skapa bra schablonmässiga beräkningsgrunder för svenska förhållanden, vilket medför att vissa antaganden och delar av kalkyler främst bygger på tyska exempel. Här nedan presenteras dock de viktigaste delarna av rapporter som försökt ta ett helhetsgrepp på kostnaderna förknippade med rågasproduktion, gasledning, gasuppgradering och eventuella transporter med lastbil och/eller traktor. I slutet av varje delavsnitt sammanfattas data i tabellform. Sist i avsnittet finns också ett stycke om de bidrag som är tillgängliga i dagsläget.

2.5.1 Förbehandling & rötning

Vid rötning av gödsel som samlats in från flera gårdar krävs i regel att gödseln hygieniseras vid 70° C i en timme innan den förs in i rötkammaren. I en nyutkommen rapport från Grontmij AB, som diskuterar hur mer jordbruksrelaterad biogas skall kunna realiseras, tas bl.a. hygienisering av gödsel upp. I ett beräkningsexempel som presenteras, där större mängder gödsel samlas in för central rötning och uppgradering, har investeringskostnaden för en hygieniseringsanläggning satts till 1,0 Mkr.³⁷

Vid en inventering av svenska gårdsanläggningar för biogasproduktion som genomfördes 2006 fann man att de specifika anläggningskostnaderna varierat mellan ca 2 och 20 miljoner kronor (Mkr), där dock alla anläggningar utom en hamnar i intervallet 2–5,5 Mkr. Utifrån detta beräknades även den specifika investeringen per rötkammarvolym till mellan 4 400 och 18 400 kr/m³. Den största anläggningen har en rötkammarvolym om 3 600 m³ och hanterar ca 58 ton substrat/dygn, medan övriga återfinns i intervallet 50–450 m³ rötkammarvolym och hanterar mellan 0,5 och 21,3 ton substrat/dygn. Många av anläggningarna nyttjas dock långt under sin maxkapacitet.³⁸

³⁵ Edström m.fl. (2008)

³⁶ Jarlöv m.fl. (2009)

³⁷ Roth m.fl. (2009)

³⁸ Gustafsson (2006)

I en tidigare rapport från JTI gjordes bedömningen att kostnaderna för projektering, tillståndshantering och ingenjörsarbete skulle kunna sänkas påtagligt om fler anläggningar byggs. De anläggningar som rötar en förhållandevis större mängd gödsel har generellt en lägre produktionskostnad, men detta är under förutsättning att det inte föreligger någon transportkostnad för gödseln samt att det inte krävs transport med lastbil till spridningsarealen för rötresten. Behandlingsintäkterna från avfall håller också produktionspriset lägre än om en större andel energigrödor används.³⁹

I en nyttillkommen rapport från Svenskt Gastekniskt Center anges investeringsnivåerna för tre stycken gårdsanläggningar som nyligen uppförts eller är under uppförande i Sverige. Gemensamt för gårdarna är att de har animalieproduktion och att befintliga pumpbrunnar och flytgödselbrunnar kunnat användas. Investeringskostnaderna för de tre anläggningarna med reaktorvolym 380, 540 respektive 1 800 m³ anges till 2 584 000, 3 510 000 respektive 5 940 000 kronor, vilket motsvarar en kostnad per m³ rötkammarvolym om 6 800, 6 500 respektive 3 300 kr. Dessa prisnivåer gäller för en komplett, enkel biogasanläggning och inkluderar en rötkammare, inklusive bottenplatta och markarbeten för denna, samt teknikbod och gaspanna. Den specifika kostnaden per m³ rötkammarvolym kan alltså väntas sjunka för större anläggningar.

I rapporten diskuteras också kort kring hur en rötningsanläggning dimensioneras. En viktig faktor är det som brukar kallas *organisk belastning*, d.v.s. tillförseln av organiskt material per rötkammarvolym och tidsenhet, vilket oftast anges som kg TS/m³ · dygn. För de samrötningsanläggningar som finns idag, och som samrötar gödsel med livsmedelsprodukter, ligger detta värde kring 3–4 kg TS/m³ · dygn. Utifrån detta värde samt kännedom om hur mycket substrat som skall tillföras per dygn och dess TS-halt, kan således rötkammarens volym fås.⁴⁰

En annan intressant uppgift i sammanhanget är hur mycket rågas som måste kunna produceras för att en investering i en rötningsanläggning skall anses motiverad. Särskilt då rågasen skall uppgraderas krävs stora gasmängder, varför alltför små gårdsanläggningar inte får anses relevanta. Swedish Biogas International AB har ställt upp kalkyler för tre typgårdar som antas producera mellan 230 000 och 460 000 Nm³ rågas/år, och som alla beräknas leverera positiva resultat. Inom projektet Biogas Brålanda, som planerar att sammanlänka en rad gårdsanläggningar med gasledning på Dalboslätten i Dalsland, antas en gård behöva kunna producera minst 160 000 Nm³ rågas/år (ca 0,95 GWh) för att uppnå ekonomisk lönsamhet i en egen rötningsanläggning.⁴¹ Allteftersom investeringskostnaderna väntas minska, bör sannolikt också denna ”kritiska” mängd rågas som måste kunna produceras för att lönsamgöra en egen anläggning minska.

³⁹ Edström m.fl. (2008)

⁴⁰ Christensson m.fl. (2009)

⁴¹ Gunnarsson & Lygnegård (2008)

Tabell 4. Sammanfattning av kostnader och data för gårdsbaserad rötningsanläggning.

Kapitalinvestering (rötkammare):
Inventerade svenska anläggningar: 4 400–18 400 kr/m ³
Nybyggda/under konstruktion: 3 300–6 800 kr/m ³
Kapitalinvestering (hygienisering av gödsel):
Grontmij AB: 1,0 Mkr
Dimensionering av rötkammare:
Organisk belastning: 3–4 kg TS/m ³ · dygn
Rågasmängd som medger gårdsanläggning:
SBI: 230 000 Nm ³ rågas/år (ca 1,35 GWh)
Biogas Brålanda: > 160 000 Nm ³ rågas/år (ca 0,95 GWh)

2.5.2 Gastork & -ledning

Då gasen lämnar rötkammaren har den en temperatur på ca 37° C, alternativt ca 55° C. Vid transport i ledning kyls gasen allteftersom, så för att undvika att ledningarna fylls med vatten och skadas kan det vara nödvändigt att torka gasen innan den trycks ut på ledningen. Detta gäller särskilt för längre ledningstransporter. Det finns flera olika tekniker för detta (som dock inte skall diskuteras vidare i detta arbete), såsom kyltork, absorptionstork och torkning genom trycksättning. Riktvärden för kostnaderna för respektive torktyp anges i en rapport från SGC till 80–100 000, 50–100 000 respektive 300–500 000 kronor.⁴²

Kostnaden för gasledning kan variera med en mängd faktorer – förutom ledningens längd – men de viktigaste får anses vara typ av mark, antalet hinder som måste forceras samt hindrens karaktär. I en tidigare rapport anges att en rågasproduktion på 15 GWh/år medger en gasledning på sammanlagt 3,5 mil. Totalkostnaden för gasledning har beräknats till 500 kr/m på landsbygden och det dubbla i tätort. Denna kostnad innefattar schaktnings- och återställningsarbeten samt all tillståndshantering. Den lägre kostnaden för landsbygden förutsätter dock att lantbrukaren själv deltar vid schaktnings- och återställningsarbeten. Beräkningarna bygger på att kapitalkostnaderna för gasledningen inte överstiger 10 öre/kWh transporterad gas, med 20 års avskrivningstid och 6 % ränta.⁴³

JTI har även presenterat ett exempel där åtta gårdar antas gå samman i en ekonomisk förening för att gemensamt bygga ett lokalt gasnät, med avsikt att distribuera gasen till gemensam försäljningspunkt. Gårdarna antas tillsammans producera en nettoenergimängd på 4,5 GWh/år. I exemplet blir gasnätets sammanlagda längd 1,6 mil. En stor och avgörande del av kostnaden är grävningen, som till större delen beräknas ske i åkermark med några passager av hinder såsom vägar, vattendrag, el- & telekablar samt en mindre mängd sprängning.⁴⁴

⁴² Christensson m.fl. (2009)

⁴³ LRF m.fl. (2007)

⁴⁴ Edström m.fl. (2008)

Liknande resultat erhöles även av SBI, som kalkylerade med att kostnaden för gasledning skall täckas av intäkter från försäljning av uppgraderad rågas. Då 1 000 000 Nm³ rågas (motsvarande ca 5,9 GWh) tillförs en uppgraderingsanläggning varje år räknar man med att en gasledning på knappt 1,5 mil kan byggas, till en genomsnittlig kostnad av 500 kr/meter.⁴⁵

Tabell 5. Sammanfattning av kostnader och data för gastork och -ledning.

Anläggningskostnad gastork:
Kyltork: 80–100 000 kr
Absorptionstork: 50–100 000 kr
Torkning genom trycksättning: 300–500 000 kr
Kostnad gasledning:
LRF m.fl.: 500 kr/meter (landsbygden), 1 000 kr/meter (tätort)
SBI: 500 kr/meter (landsbygden)
Mängd rågas som medger gasledning:
LRF m.fl.: 15 GWh rågas → 35 km ledning
JTI: 4,5 GWh rågas (netto) → 16 km ledning
SBI: 5,9 GWh rågas → 15 km ledning

2.5.3 Gasuppgradering

Uppgradering av biogas till fordonsgaskvalitet har klara skalfördelar, d.v.s. investeringskostnaden per m³ rågaskapacitet minskar med ökande storlek på anläggningen. Ett flertal rapporter, bl.a. från JTI och SBI, har visat att uppgradering och eventuellt lokalt gasnät kan göras lönsamt, men tillgången till lokal marknad för avsättning är avgörande.

I en rapport som publicerades 2003 av SGC utvärderas olika uppgraderingstekniker. I rapporten redovisas investeringskostnader från befintliga anläggningar – i Sverige och utomlands – på mellan 2 och 13 Mkr. Vid litteraturstudier och kontakt med olika leverantörer av anläggningar erhöles ytterligare prisuppgifter, som sedan räknades om för att erhålla specifika investeringskostnader per m³ dimensionerad rågaskapacitet. Anläggningar med kapacitet att uppgradera mellan 50 och 300 Nm³ rågas/timme (ca 440 000–2 630 000 Nm³ rågas/år) hamnar i intervallet 20 000–35 000 kronor/m³ dimensionerad rågaskapacitet.⁴⁶

När det gäller vilka gasmängder som krävs för att kunna lönsamgöra uppgradering finns en rad olika uppgifter. JTI gjorde 2008 bedömningen att det krävs 1 825 000 Nm³ rågas/år (ca 210 m³/timme) för att kostnaden per uppgraderad kWh skall vara konkurrenskraftig.⁴⁷

⁴⁵ Gunnarsson & Lygnegård (2008)

⁴⁶ Persson (2003)

⁴⁷ Edström m.fl. (2008)

I SBI:s kalkyl för gasuppgradering antas det att en produktion mellan 500 000 och 1 000 000 Nm³ rågas/år är tillräcklig för att uppgradering skall vara ett intressant alternativ. Alltså betydligt mindre än vad JTI räknade med. Dock framhålls att uppgradering av ca 500 000 Nm³ rågas/år lämnar lite över för investering i t.ex. gasledning.⁴⁸

Tabell 6. Sammanfattning av kostnader och data för gasuppgradering.

Kapitalinvestering:
20 000–35 000 kr/m ³ rågaskapacitet (anläggningskapacitet: 50–300 m ³ rågas/h)
Nödvändig mängd rågas för lönsamhet:
JTI: 1 825 000 Nm ³ rågas/år
SBI: Minst 500 000 Nm ³ rågas/år

2.5.4 Samrötning

Det mest sannolika scenariot för en gårdsanläggning är att samröta gödsel med grödor eller växtodlingsrester. Energigrödor har en inköpskostnad, medan odlingsrester bör kunna erhållas kostnadsfritt – möjligen tillkommer viss hanterings- och/eller transportkostnad för dessa. Gödsel, grödor och odlingsrester som rötas i en egen gårdsanläggning ställer dessutom betydligt lägre krav på förbehandling än t.ex. matavfall. Matavfall måste hygieniseras i en separat anläggning innan det kan rötas, vilket innebär en merkostnad. Detsamma gäller om gödsel samlas in från flera gårdar för en mer storskalig, central rötning.

I dagsläget lär det endast i undantagsfall vara aktuellt med samrötning av gödsel och matavfall, varför det varken blir någon djupdykning i detta här eller senare i kalkylexemplen. Dock skulle en mer omfattande framtida insamling av komposterbart avfall kunna öppna för storskalig samrötning med t.ex. gödsel. Ett exempel som Grontmij AB redovisade i en rapport tidigare i år får illustrera vilka kostnader detta kan medföra.

Grontmij AB genomförde en förstudie över förutsättningarna för biogasproduktion inom Nyköpings kommun. Ett av alternativen som studerades var att samla in och samröta gödsel tillsammans med matavfall i en central anläggning. Utifrån de lokala förutsättningarna i Nyköpings kommun räknade Grontmij med att ca 27 000 ton gödsel och ca 4 000 ton matavfall skulle kunna rötas varje år. Detta substrat väntas ge rågas motsvarande ca 6 GWh varje år. Med hjälp av offerter sattes kostnaden för en förbehandlingsanläggning för matavfall till ca 15 miljoner kronor. Kostnaden för hela biogasanläggningen beräknades till ca 60 miljoner kronor; anläggningen för förbehandling av matavfall står alltså för ca 25 % av investeringen.⁴⁹

2.5.5 Rörliga kostnader

Förutom de fasta investeringskostnaderna för anläggningar tillkommer rörliga kostnader i form av drift och underhåll, samt eventuella hanterings- och transportkostnader för

⁴⁸ Gunnarsson & Lygnegård (2008)

⁴⁹ Berglund, m.fl. (2009)

substrat/rötrest. Delar av dessa kostnader bör kunna minskas allteftersom fler gårdsanläggningar byggs och de samlade erfarenheterna och kunskaperna ökar.

Utifrån befintliga gårdsanläggningar i Sverige tenderar dessa kostnader dock (än så länge) att variera en hel del, men i stort sett kan kostnaderna för drift och underhåll anses variera med anläggningens – och investeringens – storlek, även om undantag finns. Vid en inventering av svenska gårdsanläggningar intervjuades företrädare för anläggningarna angående bl.a. investering samt drift- och underhållskostnader. Uppgifterna är i vissa fall bristfälliga, och det är ett alltför litet underlag för att några generella slutsatser skall kunna dras. De årliga kostnaderna för drift vid svenska gårdsanläggningar (som lämnat uppgifter) varierar mycket kraftigt, men genomsnittet motsvarar ca 37 % av den årliga kapitalkostnaden. De årliga underhållskostnaderna varierar betydligt mindre, och genomsnittet ligger här på ca 12 % av den årliga kapitalkostnaden.⁵⁰

Liknande uppgifter återfinns i en rapport publicerad av JTI 2008. Man räknade i rapporten på kostnader förknippade med biogasanläggningar som rötar olika sammansättningar av gödsel, odlingsrester och energigrödor. De kostnader som bidrar mest till den totala produktionskostnaden (bortsett från ev. anskaffningskostnad för substrat) är elkostnad, arbetskostnad samt kostnader för försäkringar, elanslutning, analyser m.m. Arbetskostnaden uppges vara fördelad enligt följande: ca 40 % avser substrathantering, 20 % avser dokumentation och övervakning, medan resterande tid är jämnt fördelad mellan mindre reparationer, allmän tillsyn och planering. Utifrån de uppgifter som JTI redovisade kan de årliga kostnaderna för el, arbete samt försäkringar, elanslutning, analyser m.m. räknas om till mellan 46 och 50 % av de årliga kapitalkostnaderna (för anläggningar med aktiv rötkammarvolym mellan 1 000 och 1 400 m³, vid ett elpris på 65 öre/kWh och lön till driftpersonal med 240 kr/timme). Därtill kommer en underhållskostnad för olika teknikkomponenter som JTI antog till 2,5 % av de årliga kapitalkostnaderna.⁵¹

Vid kontakt med Kalle Svensson på HS Konsult AB, som bl.a. arbetar med gårdsbaserad biogasproduktion, framkom dock att de siffror som JTI redovisat kan vara i underkant. Kalle Svenssons erfarenhet är att de rörliga kostnaderna varierar med mellan 50 och 100 % av de årliga kapitalkostnaderna, samtidigt som det finns en tendens mot minskade relativa rörliga kostnader för större anläggningar.⁵²

Kostnader för drift och underhåll av uppgraderingsanläggningar kan i stort sägas variera med anläggningens storlek (kapacitet), men även här finns undantag. I en tidigare rapport som utvärderade olika uppgraderingstekniker sammanställdes uppgifter från svenska och utländska anläggningar, olika leverantörer samt befintlig litteratur. Det (förmodligen) tydligaste sättet att mäta dessa kostnader är att titta på kostnaden för drift och underhåll per kWh renad gas – här blir uppgraderingens skalfördelar tydliga då kostnaderna för drift och underhåll sjunker med ökande anläggningskapacitet. I rapporten anges dessa kostnader till mellan 5 och 20 öre/kWh renad gas för anläggningar med kapacitet att rena mellan 70 och 300 Nm³ rågas/timme (ca 610 000–2 630 000 Nm³ rågas/år).⁵³

⁵⁰ Gustafsson (2006)

⁵¹ Edström m.fl. (2008)

⁵² Svensson, Kalle. Mail 2009-09-22.

⁵³ Persson (2003)

I vissa fall kan det vara aktuellt med transport av substrat till en centralt belägen biogasanläggning och/eller transport av rötresten till spridningsarealer en bit ifrån anläggningen. Vanligen sker detta med lastbil eller traktor. Även om sådana transporter är praktiskt eller ekonomiskt motiverat, medföra dessa att biogasens klimatnytta försämras. Ur miljö- och klimatsynpunkt är ledningsbunden transport bäst. På flera ställen i litteraturen används medelavståndet 10 km för substrattransport som ett riktvärde. Längre transporter förekommer också, men då man närmar sig 30 km avstånd bedöms transporter som allt svårare att motivera – främst ur energieffektivitets- och miljösynpunkt.

I ett tidigare examensarbete som diskuterar olika transportalternativ, anses lastbilstransporter vara det billigaste för typiska transportmängder och -avstånd. Kostnaderna för transporter bör kunna hållas rimliga om mycket substrat/rötrest transporteras vid ett fåtal tillfällen, vilket dock kan medföra krav på lagringsmöjligheter. I vissa fall kan även den egna maskinparken användas för transporterna, men detta får inte ses som en grundförutsättning.

Om substrat skall transporteras en längre sträcka till central rötningsanläggning, och rötrest skall transporteras därifrån, måste som regel transporttjänsten köpas in. För transport av fast substrat används lastbil med flak och för pumpbart substrat används tankbil. Rötrest antas ha en något lägre TS-halt än flytgödsel, varför tankbil alltid kan användas. Kostnaderna för vägtransport av flytande substrat och rötrest kan därmed antas vara desamma. Kostnaden för transport av fast substrat med lastbil med lastkapacitet på 40 ton antas till 675 kr/h. Kostnaden för transport av flytande substrat/rötrest med tankbil med lastkapacitet på 40 ton antas till 700–800 kr/h. Den antagna genomsnittshastigheten för transporterna är 60 km/h, lastkapaciteten antas till 40 ton och det antas att lastbilarna drivs med diesel samt att de oftast går tomma under returreisan. Detta har även räknats om till kr/ton · km, vilket redovisas i tabell 7.

En annan viktig faktor vid beräkning av transportkostnader är tidsåtgång för lastning och lossning. Denna kan i vissa fall helt dominera den totala tidsåtgången – och därmed kostnaden. Tiden för lastning och lossning för en vanlig lastbil med 40 tons lastkapacitet anges vara ca 35 minuter för respektive aktivitet, och för en tankbil med 40 tons lastkapacitet uppges tiden till ca 15 minuter för respektive aktivitet. Kostnaden per timme antas vara densamma som för själva transporten, d.v.s. 675 kr/h för lastbil och 700–800 kr/h för tankbil.⁵⁴

Ytterligare en viktig aspekt som bör nämnas vad gäller transporter, är vägarnas kapacitet och kvalitet. Många vägar är sannolikt inte lämpade för substrattransporter med stora last- eller tankbilar. Därtill förekommer problem med tjälskott på våren, vilket gör vissa vägar olämpliga för substrattransporter. Detta medför att substrattransport med ledning kan bli aktuell, åtminstone kortare sträckor (2–3 km).⁵⁵ Vägarnas skick är således en viktig faktor att ta hänsyn till vid ev. planering och projektering av en hotspot som kräver substrattransporter, men detta kommer inte diskuteras närmare i denna rapport.

⁵⁴ Johansson & Nilsson (2007)

⁵⁵ Svensson, Kalle. Mail 2009-09-22

Tabell 7 Sammanfattning rörliga kostnader.

Drift- & underhållskostnader:
Drift (enligt inventering): motsvarar 37 % av årliga kapitalkostnaden
Underhåll (enligt inventering): motsvarar 12 % av årliga kapitalkostnaden
Drift (JTI:s beräkningar): motsvarar 46–50 % av årliga kapitalkostnaden
Underhåll (JTI:s antagande): motsvarar 2,5 % av årliga kapitalkostnaden
Drift (Kalle Svensson, pers. medd.): motsvarar 50–100 % av årliga kapitalkostnaden
Drift & underhåll uppgraderingsanläggning (enligt inventering): 5–20 öre/kWh uppgraderad gas (avser anläggning med kapacitet 50–300 m ³ rågas/h)
Transportrelaterade kostnader:
Transport av flytande substrat/rötrest (tankbil): 0,74 kr/ton · km
Transport av fast substrat (lastbil): 0,56 kr/ton · km
Lastning/lossning (lastbil): 35 minuter/aktivitet, 675 kr/h
Lastning/lossning (tankbil): 15 minuter/aktivitet, 700–800 kr/h

2.5.6 Bidrag och styrmedel

Jordbruksverket tog 2008 fram en rapport där man föreslog hur ett stöd till gårdsbaserad biogasproduktion skulle kunna utformas. För anläggningar som i huvudsak rötar gödsel – som antas vara kostnadsfritt – är kapital- och underhållskostnaderna de enskilt största utgiftsposterna. Med villkoret att minst 50 % av substratet skall vara gödsel bedömdes således ett investeringsstöd som effektivt och rättvist. Jordbruksverket föreslog vidare att man vid utdelning av stödet skall prioritera anläggningar som ”planerar att behandla stora mängder stallgödsel från egen eller närliggande djurhållning”, som ”byggs som en del i ett större system där gasens hela energivärde tas till vara, antingen till fordonsgas eller t.ex. fjärrvärme” eller ”samverkanslösningar med flera jordbruksföretag”.⁵⁶

I februari 2009 meddelades genom ett pressmeddelande att fr.o.m. år 2009 finns särskilda pengar avsatta inom Länsstyrelsernas landsbygdsprogram för investeringar i produktion och förädling av biogas. Pengarna finns i en nationell pott men länsstyrelserna handlägger och fattar beslut i dessa ärenden. I hela landet finns sammanlagt 200 miljoner kronor avsatta för perioden 2009–2013. Ytterligare pengar kan komma att tillföras biogaspotten med början år 2010. Stöd kan beviljas med upp till 30 procent av investeringen. Med hänvisning till EG:s statsstödsregler kan ett och samma företag beviljas högst 200 000 € (euro) under en treårsperiod. Ett villkor för stöd till gårdsbaserad biogasproduktion är att minst hälften av substratet som ska rötas i anläggningen utgörs av stallgödsel.⁵⁷

Sedan tidigare har regeringen även beslutat att förlänga tidsperioden för att ansöka om stöd till etablerandet av tankställen för andra förnybara drivmedel än etanol. Totalt finns 79 miljoner kronor anslaget för att bensinstationer till och med 2010 ska kunna ställa om till att erbjuda fler biodrivmedel, främst biogas. När beslut om stöd har fattats ska de

⁵⁶ Andersson (2008)

⁵⁷ Newsdesk (sida besökt 2009-03-31)

stödberättigade åtgärderna påbörjas senast den 31 december 2009 och avslutas senast den 31 december 2010.⁵⁸

2.6 Fordonsgasmarknaden

2006 kartlades fordonsgasmarknaden i östra Mellansverige i en rapport och en beskrivning av marknadens utvecklingspotential och viktiga framgångsfaktorer gjordes också. Det konstaterades att knappt 4 % av östra Mellansveriges bensin- och dieselförbrukning skulle kunna ersättas av fordonsgas som drivmedel år 2015. År 2005 producerades i regionen omkring 110 GWh fordonsgas, vilket visserligen motsvarade närmare 70 % av Sveriges totala produktion av fordonsgas, men var långt ifrån den antagna (möjliga) produktionen om 1 TWh.

I rapporten pekas det också på en rad osäkerheter som missgynnar fordonsgasmarknaden. En långsiktig politisk agenda som gynnar fordonsgasintroduktionen samt en långsiktig satsning på ekonomiska subventioner saknas. Detta har medfört att få kommersiella aktörer vågat satsa. Kommunala initiativ till bl.a. gasbussar och miljökrav på transporter finns, men måste bli fler. Överlag saknas en tydlig gemensam vision bland de aktörer som verkar på denna än så länge omogna marknad.⁵⁹ Sedan 2006 har dock mycket hänt. Ett investeringsstöd har införts för gårdsbaserad biogasproduktion, och stöd kan även fås för etablerandet av gastankställen. Även vad gäller samordning och informationsspridning har det skett saker i regionen, inte minst genom skapandet av Biogas Öst som samlande kraft.

I ytterligare en rapport som utforskade fordonsgasmarknaden i Mälardalen, men med extra fokus på Stockholmsregionen, konstaterades att det fanns utrymme att fördubbla produktionen av fordonsgas i befintliga anläggningar, vilket borde borge för en snar expansion. Fordonsgas från lokala substrat antogs ha potential att ersätta ca 5 % av bensin och diesel i Stockholms län, medan motsvarande siffra för hela Mälardalsregionen (inkl. Stockholms län) är drygt 13 %. Detta visar tydligt vikten av regionalt samarbete, då majoriteten av de potentiella kunderna inte finns i direkt närhet till huvuddelen av gasproduktionen. Viktiga faktorer för att öka produktionen som lyfts fram i rapporten är politiska beslut för att påverka insamlingen av organiskt avfall, incitament för att få med sig jordbrukarna, samt gynnandet av användningen av biogas som fordonbränsle.⁶⁰

2.7 Tidigare hotspotstudier i regionen

I detta avsnitt presenteras kort de läns- eller kommunspecifika utredningar och kartläggningar som redan gjorts i Biogas Öst-regionen. Dels är det utredningar kring potentialen för biodrivmedel i allmänhet, men också kartläggningar av specifika hotspots, som till stora delar liknar kartläggningen i detta examensarbete.

2.7.2 Örebro län

I mars 2009 presenterades en rapport om förutsättningen och potentialen för tillverkning av biodrivmedel i Örebro län, sammanställd av Ecotrafic på uppdrag av Energikontoret Regionförbundet Örebro. I rapporten läggs relativt stor vikt vid möjliga framtida

⁵⁸ Regeringskansliet (sida besökt 2009-04-07)

⁵⁹ Grundfelt (2006)

⁶⁰ Mårtensson (2007)

framställningsprocesser av vad som brukar kallas för 2:a generationens biodrivmedel, t.ex. biodrivmedel från cellulosa. Biogas anses i rapporten tillhöra 1:a generationens biodrivmedel som kan framställas redan idag, och än så länge är biogas det enda biodrivmedel som används i Örebro län. Länstrafiken skall fr.o.m. oktober 2009 börja köra 60 stadsbussar på biogas, men i framtiden skall även regiontrafiken mellan olika orter kunna köras på biogas. Biogas bedöms vara en bristvara sett till hela landet, trots att framställningen sker med väl beprövad teknik. Hindren och barriärerna bedöms istället finnas på den ekonomiska och kommersiella sidan. Ecotrafic rekommenderar vidare utredning kring potentialen för avfallskvarnar som kan ge mer organisk råvara till reningsverkens biogastillverkning.

I dagsläget planeras även för en stor anläggning i Karlskoga som skall kunna producera 100 000 m³ etanol och 4 000 000 Nm³ biogas ur jordbruksprodukter varje år. För tillfället är dock finansieringsfrågan inte löst. Vid intervju med LRF framkom att föreningen är positiv till satsningar på biodrivmedel ur jordbruksprodukter om det leder till att marken används, men de är tveksamma till storskaliga satsningar som kan medföra att man måste importera spannmål.⁶¹

I början av 2009 presenterades även en rapport, framtagen av Swedish Biogas International AB (SBI), där utvecklingsmöjligheterna för fordonsgas i Örebro län undersöktes. I rapporten presenteras bl.a. potentialen för biogasproduktion ur all *tillgänglig* gödsel, som bedöms vara 81,7 GWh från nötgödsel, 14,6 GWh från svingödsel och 16,3 GWh för övriga. Gårdsbaserad biogasproduktion bedöms som möjlig vid ett flertal gårdar i Örebro län. Gödsel skall vara huvudsubstrat, men grödor och vegetabiliska restprodukter lär bli nödvändiga för att spå på produktionen. Dock anser man att marknaden för fordonsgas i länet inte är tillräckligt mogen för att uppgradering till fordonsgaskvalitet skall kunna göras lönsam förrän först om ”några år”, varför värme- eller elproduktion sannolikt blir aktuellt för de flesta gårdar till en början. Nynäs Gård i Kumla kommun pekas dock ut som ett undantag. För denna gård utreds nu möjligheten att transportera rågas i ledning till Örebro Biogas uppgraderingsanläggning. Gården bedöms kunna ge ett energitillskott på ca 5 GWh/år.⁶²

2.7.3 Östergötlands län

2008 presenterades en förstudie om nuläge och framtida potential för småskalig produktion av förnybar energi i Östergötland. Biogasen bedömdes vara ett mycket lovande bränsle och bl.a. gödsel ansågs vara ett intressant substrat, med en sammanlagd (teoretisk) potential på 240 GWh biogas/år. Man pekade på Norrköping, Linköping, Mjölby och Vadstena kommuner som särskilt intressanta, tack vare en relativt hög andel större djurbesättningar. Inom dessa kommuner identifierades fem mindre områden – hotspots – som tillsammans står för ungefär en fjärdedel av länets totala gödselmängd (ca 60 GWh/år). Till detta lades även potentialen på 17 GWh biogas från biprodukter från den småskaliga livsmedelsindustri som till stor del har sin produktion inom samma områden som de större djurbesättningarna. Rapporten gav även förslag på fördjupade aktiviteter för att förverkliga denna potential, där satsning på infrastruktur för biogas genom en ”biogasing” var ett av förslagen.⁶³

⁶¹ Eriksson (2009)

⁶² Ahlbert m.fl. (2009)

⁶³ Länsstyrelsen Östergötland m.fl. (2008)

Konceptet med en "biogasring" har därefter undersökts och utvärderats av SBI i ytterligare en rapport. Där redogörs bl.a. för olika alternativa tekniska lösningar samt för värdekedjan från gårdens biogasanläggning till färdig produkt i form av fordonsgas. En gasuppgraderingsanläggning innebär en relativt stor investering varför det krävs en årlig tillförsel av rågas om minst 500 000 Nm³ för att erhålla positivt resultat. Om det därtill skall byggas gasledning för att sammanföra gas från flera gårdar krävs än större volymer. T.ex. medger en årlig rågastillförsel om 1 000 000 Nm³ en gasledning som är ca 15 km lång enligt kalkylerna i rapporten. I rapporten pekas också 20 stycken områden i Östergötlands län ut som intressanta för lokal biogasproduktion och eventuell uppgradering i gemensam anläggning. Stads- och länstrafikens bussar i länet bedöms som en möjlig avsättning för en stor del av gasen, varför länets bussdepåer kan utgöra intressanta referenspunkter för den lokala biogasproduktionen.⁶⁴

2.7.4 Södermanlands län

Det finns ingen tidigare studie för hela Södermanland, men under 2008 genomförde Grontmij AB en förstudie kring möjligheterna till biogasproduktion och uppgradering till fordonsbränsle i Nyköpings kommun. Man diskuterade tre olika alternativ för biogasframställning: 1) direktleverans av organiskt avfall till Norrköping; 2) förbehandling av organiskt avfall för leverans till Norrköping; 3) egen biogasproduktion i Stigtomta baserad på gödsel och matavfall. Resultaten kring det tredje alternativet är av störst intresse för detta examensarbete.

Årligen produceras ca 70 000 ton stallgödsel i Nyköpings kommun, men gårdarna är väldigt utspridda. Stigtomta ca 15 kilometer väster om Nyköping är dock ett relativt djurtätt område där en anläggning för rötning av gödsel och matavfall är möjlig. Matavfallet skulle behöva transporteras till Stigtomta från Nyköping och andra grannkommuner, men kostnaderna för detta bedöms som låga. Efter rötning återförs biogödseln (rötresten) till lantbruksföretagen i närområdet, vilket innebär korta transporter till relativt låg kostnad.

Anläggningen i Stigtomta beräknas kunna försörjas med ca 27 000 ton stallgödsel och ca 4 000 ton matavfall varje år, vilket ger ca 6 GWh fordonsgas. Detta skulle i sin tur kunna ersätta 559 bensindrivna personbilar som kör 1 500 mil/år. Därtill skulle matavfall från andra grannkommuner som är villiga att ställa om matavfallsbehandling, såsom Gnesta, Trosa och Katrineholm, kunna bidra med ytterligare 2,2–3,5 GWh/år. En sådan anläggning kräver dock en hel del transporter av både gödsel och matavfall. Tack vare den relativa djurtätheten i området bör gödseltransporterna kunna hållas korta, medan matavfallet får en transportsträcka på ca 20 kilometer. Detta skall dock jämföras med alternativet att forsla matavfall till Norrköping ca 65 kilometer bort.

En vanlig anläggning för rötning av gödsel behöver inte samma typ av utrustning för förbehandling och hygienisering som en biogasanläggning för matavfall kräver. Merkostnaden för att anläggning i Stigtomta skall kunna röta matavfall har beräknats till ca 15 MSEK, vilket ger en sammanlagd investeringskostnad om drygt 60 MSEK. Ägarstruktur och affärslösning för detta alternativ bör enligt Grontmij utredas vidare.

I Nyköping ligger även Brandholmens ARV som har två rötammare, varav den ena inte är drift för tillfället. Det slam som rötas ger ca 300 000 Nm³ rågas/år. En del av

⁶⁴ Gunnarsson & Lygnegård (2008)

denna används för intern värmeförsörjning, men det finns goda möjligheter att täcka värmebehovet med fjärrvärme för att på så sätt frigöra mer biogas för uppgradering. Om dessutom den outnyttjade rötkammaren tas i drift och rötar matavfall skulle man sammanlagt kunna framställa ca 6,2 GWh fordonsgas/år vilket kan ersätta 607 bensindrivna bilar. Investeringskostnaden för en uppgraderingsanläggning till Brandholmens ARV beräknas till ca 10 MSEK.⁶⁵

⁶⁵ Berglund, m.fl. (2009)

3 Avgränsningar & antaganden

I detta kapitel redovisas och motiveras en rad avgränsningar och antaganden som varit nödvändiga för detta examensarbete. Dessa gäller allt från den geografiska avgränsningen till beräkningar av gasutbyten, definitioner av hotspots samt investerings-, drift- och underhållskostnader.

3.1 Allmänt

Biogas Öst innefattar Gotlands, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Uppsala och Stockholms län. Liknande studier som denna har dock nyligen genomförts i Östergötlands och Örebro län, samt är under utförande i Västmanland. Den kartläggning som genomförts här gäller således Gotlands, Södermanlands, Stockholms och Uppsala län.

På begäran från Jordbruksverket skall inga kartor där enskilda gårdar kan identifieras vara del av slutrapporten. Likaså kommer inga gårdar eller gårdsinnehavare namnges, och beräkningarna över gasutbyten kommer att presenteras länsvis samt för respektive hotspot – inte på gårdsnivå. Statistiken från Jordbruksverket innehåller uppgifter om nöt, får, svin och fjäderfä. Statistik över hästar saknas således, varför hästgödsel inte är en del av denna kartläggning. De djurslag som ingår är olika typer av nöt, får, svin och fjäderfän.

Det bör också påpekas att det inom vissa hotspots, eller för enskilda lantbrukare, kan finnas mer attraktiva alternativ än att uppgradera gasen till fordonsgas. T.ex. kan möjligheten att bli självförsörjande med avseende på el eller värme vara minst lika intressant. Fokus i detta arbete ligger dock på fordonsgas, och samtliga hotspots skall primärt diskuteras utifrån detta alternativ.

3.2 Beräkning av gasutbyten

I detta avsnitt redovisas en rad antaganden som varit nödvändiga vid beräkningar av gasutbyten. Sist i avsnittet sammanfattas samtliga antaganden i tabellform, men dessförinnan diskuteras och motiveras de i löpnade text.

Nyckeltal över gasutbyten från respektive substrat anges i enheten Nm^3 metan/ton TS; alltså ren metangas. För att erhålla gårdarnas rågaskapacitet har det antagits att rågasen innehåller 60 % metan.

För gårdar med svin och/eller fjäderfän anges gårdens godkända maxkapacitet i statistiken; alltså inte det faktiska antalet djur. För att kunna göra beräkningar över gas- och energiutbyten från svin- och fjäderfägödsel har det antagits att gårdarna har en 95-procentig beläggning på anläggningen. För samtliga gårdar med svin och/eller fjäderfän multipliceras således gårdens godkända maxkapacitet med 0,95.

Nötkreatur i de aktuella länen måste ges en sammanhängande betesperiod om minst 3 månader mellan 1 maj och 1 oktober.⁶⁶ Även får skall sommartid hållas på bete eller på annat sätt ges tillfälle att vistas ute, och sådana tillfällen bör även ges under den kalla årstiden, enligt Djurskyddsmyndighetens allmänna råd. Hur mycket gödsel som faktiskt

⁶⁶ Djurskyddsmyndigheten (sida besökt 2009-05-05)

samlas in och är tillgänglig för rötning är således svårt att definitivt klarlägga. I en tidigare rapport som tar jordbrukets förutsättningar för biobränsleproduktion antas att 20-25 % av all gödsel från alla djurslag av intresse, faller på betesmark och inte samlas in.⁶⁷ Mjölkcor är dock ett undantag. Under betesperioden antas ca 50 % av gödslet från mjölkcor kunna samlas in i samband med mjölkning och eventuell övernattnings inomhus.⁶⁸ P.g.a. detta antas härmed att 85 % av gödseln är tillgänglig för rötning då statistiken anger att djurbesättningen består av mjölkcor. För *alla* övriga djurslag i studien antas att 75 % av gödseln är tillgänglig.

Med detta uppstår dock ytterligare ett problem; bara i undantagsfall anges det i statistiken huruvida gårdar med nötdjur är mjölk- eller köttproducenter. Vissa enskilda gårdar har egna hemsidor, eller är med i organisationer vars hemsidor kan ge denna information. I flertalet fall har dock hemsidor som samlar information om företag inom en mängd olika branscher konsulterats (t.ex. www.breg.se eller www.121.nu, som ger information om företagsform, ägarförhållanden, ungefärlig omsättning, antal anställda, huvud- och binäring, m.m.). I vissa sällsynta fall har denna information helt enkelt inte stått att finna, varpå jag valt att räkna på den lägre gödselproduktionen.

I litteraturen finns en mängd olika uppgifter om hur mycket gödsel varje djurslag producerar per år, samt olika uppgifter om TS-halter för respektive gödselform (flyt- och fastgödsel samt djupströ) och djurslag. På vissa ställen anges också gödselproduktionen i ton TS/år, utan att (redovisad) hänsyn tagits till gödselhanteringsform. Ett exempel får illustrera problematiken:

I en tidigare rapport anges det att en mjölkko producerar 20 ton flytgödsel/år alternativt 8 ton fastgödsel/år⁶⁹, medan det i en annan rapport anges att en mjölkko producerar ca 26 ton flytgödsel/år alternativt 10,7 ton fastgödsel/år⁷⁰. Flyt- och fastgödsel från nöt har enligt Jordbruksverket en TS-halt på 9 % respektive 20 %. Om man räknar om ovanstående uppgifter till ton TS/år får man 1,8 ($20 \times 0,09$) respektive 2,3 ($26 \times 0,09$) ton TS/djur · år utifrån flytgödseln, samt 1,6 ($8 \times 0,20$) respektive 2,1 ($10,7 \times 0,20$) ton TS/djur · år utifrån fastgödseln. Dessa uppgifter kan jämföras med ytterligare en rapport som anger att en mjölkko producerar 2,8 ton TS/år⁷¹, utan att några uppgifter om gödselhanteringsform redovisas. Således en markant skillnad mellan olika data. Samma problematik uppträder för övriga nötdjur (kor, tjurar, stutar m.m.) samt för slaktsvin och saggor. Dessutom kan gödselproduktionen per djur variera från gård till gård med foderstat och intensitet i djurhållningen, vilket ger ytterligare en osäkerhetsfaktor. För att kunna genomföra schablonmässiga beräkningar över gasutbyten har jag således tvingats anta (aningen försiktiga) värden för gödselproduktion för respektive djurslag. Dessa värden redovisas i tabell 8 i slutet av detta avsnitt.

För beräkningarna krävs även nyckeltal över metanutbyten för respektive substrat. Dessa anges vanligen som antal Nm³ metan/ton TS. I detta examensarbete har värden från ”Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter”, som redovisades i tabell 2, använts. De antagna värdena redovisas i tabell 8 i slutet av detta avsnitt.

⁶⁷ Börjesson (2007)

⁶⁸ Lantz (2004)

⁶⁹ Edström m.fl. (2008)

⁷⁰ Linné m.fl. (2008)

⁷¹ Börjesson (2007)

Gödsel är ett relativt ineffektivt substrat, samtidigt som det ger processen stabilitet tack vare sin allsidiga sammansättning. Samrötning med ett eller flera andra substrat är dock att föredra, då detta skapar mer gynnsamma förhållanden för mikroorganismerna i rötammaren, vilket kan ge ett högre sammanlagt gasutbyte än om substraten rötas separat.⁷² JTI har t.ex. beräknat att om gödsel samrötas med vallgröda och organiskt avfall, där gödseln utgör 50 % av substratet, kommer gödseln enbart att stå för ca 35 % av metanutbytet. Liknande resultat erhöles i en studie vid universitetet i Jyväskylä (Finland), då man jämförde rötning av enbart nötgödsel med samrötning av nötgödsel och ensilerad vall, sockerbetor respektive halm. De bästa resultaten (högsta metanutbytena) erhöles då 30 % av det rötade materialet utgjordes av gröda och 70 % utgjordes av gödsel. Detta visade sig kunna ge upp till 65 % högre metanutbyte jämfört med om enbart gödsel rötas.⁷³ För samrötning med mer energirika substrat, såsom organiskt avfall från hushåll, storkök och restauranger samt slakteriavfall, kan sannolikt än högre gasutbyten uppnås.

Vad som kan anses vara det "bästa" alternativet avgörs dock inte enbart av gasutbyten. Eventuella kostnader för substrat, behov av förbehandling, närhet till eventuella storkök, slakterier eller restauranger, behov av transporter el. dyl. kan spela in och det bör bedömas från fall till fall vad som är "bäst". Om någon/några av de hotspots som identifieras i denna rapport skall förverkligas måste mer ingående undersökningar och beräkningar kring de lokala möjligheterna till samrötning genomföras. Detta ryms dock inte inom ramen för detta examensarbete. För denna rapports räkning skall istället en aningen försiktig schablon användas. Det antas härmed att gårdsanläggningarna generellt kan tillföra ca 20 % substrat för samrötning, vilket medför en generell ökning i metanutbytet med 25 % p.g.a. gödselns relativa ineffektivitet. Rågaspotentialen från gödseln skall således multipliceras med 1,25 för att ge anläggningens totala gaspotential.

Tabell 8. Samtliga antaganden till grund för beräkning av gasutbyten.

Rågas innehåller 60 % metan
85 % av gödseln från mjölkkor är tillgänglig för rötning
75 % av gödseln från <i>samtliga</i> övriga djurslag är tillgänglig för rötning
Beläggningen på anläggningar med svin- och/eller fjäderfän är 95 %
20 % substrat tillförs för samrötning, vilket antas öka gasutbytet med 25 %
Gödselproduktion:
Mjölkcor: 2,0 ton TS/djur · år
Övriga nötdjur > 1 år: 1,0 ton TS/djur · år
Slaktsvin: 0,15 ton TS/djurplats · år
Suggor: 0,55 ton TS/djurplats · år
Får: 0,25 ton TS/djur · år
Höns: 0,0055 ton TS/djurplats · år

⁷² Carlsson & Uldal (2009)

⁷³ Lehtomäki (2006)

Kyckling: 0,0020 ton TS/djurplats · år
Kalkon: 0,012 ton TS/djurplats · år
Metanutbyten:
Nötgödsel: 150 Nm ³ metan/ton TS
Svingödsel: 200 Nm ³ metan/ton TS
Fårgödsel: 120 Nm ³ metan/ton TS
Fjäderfågödsel: 150 Nm ³ metan/ton TS

3.3 Hotspots

Det existerar ingen definition av vad som kan utgöra en biogashotspot, vilket är en del av utmaningen i detta examensarbete. Tanken är att två eller flera gårdar inom ett visst avstånd från varandra, från eventuella andra befintliga rötningsanläggningar samt från en befintlig/möjlig tankstation, kan utgöra en hotspot. Lokala olikheter vad gäller substrattillgång, landskap, ekonomi, politisk vilja m.m. spelar dock in. Ambitionen i detta avsnitt är dock att, utifrån en rad antaganden om vad som gör att en ansamling gårdar kan ses som en hotspot, sätta upp ett ramverk som kan användas för att identifiera hotspots. Observera att ramverket gäller för detta examensarbete, som i första hand fokuserar på uppgradering till fordonsgas – det skall alltså inte ses som en generell definition.

Inom ramen för detta arbete kommer beräkningar av gasutbyten att utgöra en stor del. Detta får anses vara den enskilt viktigaste indikatorn för att kunna identifiera möjliga hotspots. Givetvis spelar även andra faktorer in vid realiseringen av en hotspot, men dessa presenteras och diskuteras mer ingående senare. Då fokus i denna rapport ligger på fordonsgas, är hotspots som kan producera tillräckliga mängder rågas för att möjliggöra en investering i gemensam uppgraderingsanläggning av primärt intresse.

Swedish Biogas International AB (SBI) kom i sin förstudie för Östergötlands län fram till att en rågasproduktion om 500 000 Nm³/år (motsvarande drygt 2,9 GWh) är nödvändig för att en uppgraderingsanläggning skall uppnå positivt resultat. Denna gasvolym lämnar dock ytterst lite över för att t.ex. täcka investeringen i eventuell gasledning, varför SBI rekommenderade rågasvolymen kring 1 000 000 Nm³/år för att en uppgraderingsanläggning skall anses verkligt livskraftig.⁷⁴ Även andra rapporter har pekat på liknande siffror.

Antagandet i denna rapport blir således att hotspots med en sammantagen rågasproduktion lägre än 500 000 Nm³/år inte är av intresse i dagsläget, hotspots som producerar 500 000–1 000 000 Nm³ rågas/år kan vara av intresse, medan det sannolikt krävs närmare 1 000 000 Nm³ rågas/år (motsvarande ca 5,9 GWh) eller mer för att en hotspot skall anses verkligt livskraftig. För att bedöma möjligheterna för individuella hotspots och för att kunna säga något om dess utformning måste dock hänsyn tas till de enskilda gårdarnas produktionskapaciteter, avståndet mellan gårdarna inom hotspoten samt avstånd till möjlig avsättning för gasen.

⁷⁴ Gunnarsson & Lygnegård (2008)

För varje *möjlig* hotspot som identifieras skall gasutbytena för de enskilda gårdarna studeras, vilket ger en indikation på hur den specifika hotspoten bäst kan realiseras. För att kunna bära en investering i en rötningsanläggning måste en enskild gård kunna producera en viss mängd rågas/år, annars är det sannolikt bättre att transportera gödseln till en närliggande större gård, eller att tillsammans med flera gårdar satsa på en stor central anläggning.

SBI tog i sin förstudie för Östergötland fram kalkyler för tre typgårdar som vardera antogs producera minst 230 000 Nm³ rågas/år, och som alla visade positiva resultat (>116 000 kronor/år). Inom projektet Biogas Brålanda antas en gård behöva producera ca 160 000 Nm³ rågas/år (ca 0,95 GWh) för att uppnå ekonomisk lönsamhet i en egen rötningsanläggning. I denna rapport antas därför att en enskild gård måste kunna producera åtminstone 160 000 Nm³ rågas/år för att en investering i en röt-kammare skall kunna motiveras i nuläget. Gårdar som inte uppnår detta bör istället rådas att slå sig samman med en eller flera andra gårdar och investera i en central rötningsanläggning.

När det gäller ett maximalt avstånd mellan gårdar som kan tillåtas inom en hotspot är det mycket svårt – om inte omöjligt – att sätta någon gräns. I tidigare rapporter från bl.a. LRF, JTI och SBI har man räknat på hur lång gasledning som totalt sett kan finansieras utifrån olika gasmängder. LRF har visat att en årsproduktion av rågas motsvarande 15 GWh (drygt 2,5 miljoner Nm³) medger ca 35 km gasledning. JTI beräknade att en *nettoenergimängd* på 4,5 GWh (ca 765 000 Nm³ rågas) medger ca 16 km gasledning och SBI kalkylerade med att kostnaderna för knappt 15 km gasledning skulle täckas av rågas motsvarande ca 5,9 GWh (ca 1 000 000 Nm³). Ur dessa uppgifter följer att 1 GWh rågas medger mellan 2,3 och 3,5 km ledning.

Dessa rapporter säger däremot ingenting om avstånden mellan enskilda gårdar. I ett tidigare examensarbete, som genomfördes vid Lunds Tekniska Högskola 2006/2007, fokuseras dock på hur kostnaderna (och emissionerna av klimatgaser) varierar med avstånd och substratmängd då flera lantbrukare går samman i en biogassatsning. Alternativen som studerades var: 1) egen rötningsanläggning med gasledning till gemensam avsättning; 2) gemensam anläggning dit substratet transporteras med lastbil eller traktor. Substratet antogs till största delen bestå av nötflytgödsel samt mindre mängder växtodlingsrester och/eller grödor.

Det konstaterades att gasledning i princip alltid gör transporten kortare än om man är bunden till vägnätet, samt att ledningsbunden transport alltid är ett bättre alternativ vad gäller utsläpp av klimatgaser. Resultaten visade också att om substratmängden hålls konstant vid 8 000 ton/år (motsvarande drygt 180 000 Nm³ rågas/år) medan avståndet varieras, så fås en brytpunkt kring 1 kilometer. D.v.s. vid avstånd kortare än 1 km blir kostnaderna lägre för alternativet med en egen anläggning på varje gård varifrån gasen leds samman via ledning, medan det för längre avstånd än 1 km är mer gynnsamt med gemensam anläggning och transport av substrat med lastbil.⁷⁵ Avståndet 1 km kan således användas som ett *riktvärde*, men hänsyn måste också tas till hur mycket gödsel som skall transporteras, hur mycket gas en enskild gård kan producera, liksom till det totala avståndet inom en hotspot där gasledning kan vara aktuellt. Ett flertal tidigare rapporter har även sökt peka ut ett *längsta* möjligt avstånd för gödseltransporter.

⁷⁵ Johansson & Nilsson (2007)

Avstånd kring 10 km anses inte vara något ovanligt, men närmar man sig 30 km blir transporterna allt svårare att motivera.

Att leda samman rågas som produceras vid avloppsreningsverk eller stora samrötningsanläggningar med rågas från gårdsanläggningar för gemensam uppgradering, kan vara ett intressant alternativ. Befintliga gårdsanläggningar, avloppsreningsverk, eller samrötningsanläggningar med rågasproduktion och eventuell uppgradering kan således vara av intresse, men avstånden bör inte vara längre än ett fåtal kilometer för att gasledning skalla vara ett reellt alternativ.

De olika principiella utformningarna för en hotspot definieras härmed enligt följande:

- *Centraliserad hotspot* – varje enskild gård transporterar substrat till *en* stor central rötnings- och uppgraderingsanläggning. Dessa hotspots markeras med blå färg på kartor i kapitel 5.
- *Decentraliserad hotspot* – Rågasproduktion vid varje enskild gård, varpå gasen distribueras via gasledning till gemensam uppgraderingsanläggning. Dessa hotspots markeras med grön färg på kartor i kapitel 5.
- *Kombinerad hotspot* (kombination av ovanstående) – vissa gårdar med lägre kapacitet fraktar substrat till annan närliggande gård, varpå rågas från ett mindre antal anläggningar leds samman via ledning. Dessa hotspots markeras med lila färg på kartor i kapitel 5.

De antaganden som använts vid identifiering av hotspots sammanfattas nedan i tabell 9.

Tabell 9. Antaganden vid definition av hotspots.

Produktion av 160 000 Nm ³ rågas/år krävs för lönsamhet i gårdsanläggning
Uppgraderingsanläggning kräver årlig tillförsel av minst 500 000 Nm ³ rågas
Längden på gasledning bör ej överstiga 2,5 km/GWh transporterad gas
Transport av substrat/rötrest bör i genomsnitt inte överstiga 10 km (enkel resa). Transporter längre än 30 km är inte aktuella.

Baserat på ovanstående definitioner av olika sorters hotspots, de gjorda antagandena samt resonemang kring desamma i detta avsnitt har ett ramverk satts upp för att söka *definiera* olika typer av hotspots. Detta görs dock enbart utifrån ”inre” förutsättningar, d.v.s. faktorer inom hotspoten såsom möjlig gasproduktion (per gård respektive totalt) och avstånd mellan gårdar. För varje enskild hotspot som identifieras och anses intressant utifrån de inre förutsättningarna, måste också olika ”yttre” förutsättningar diskuteras. Den enskilt viktigaste av dessa får anses vara avstånd till befintlig/möjlig avsättning, men även lokalpolitiska ambitioner, ekonomiska förutsättningar m.m. spelar in. Faktorer som dessa beaktas dock inte i nedanstående ramverk.

Tabell 10. Ramverk vid definition av hotspots.

För samtliga hotspots gäller	
Minst 2 gårdar (eller ev. andra befintliga anläggningar).	Sammantagen produktion av minst 500 000 Nm ³ rågas/år (ca 2,9 GWh).
Decentraliserad hotspot	Centraliserad hotspot
En klar majoritet av gårdarna kan producera >160 000 Nm ³ rågas/år (ca 0,95 GWh) på egen hand.	En klar majoritet av gårdarna kan <i>inte</i> producera 160 000 Nm ³ rågas/år (ca 0,95 GWh) på egen hand.
Gemensam uppgraderingsanläggning dit gasen transporteras i ledning.	Substrattransport till gemensam rötnings- & uppgraderingsanläggning och transport av rötrest till spridningsareal.
Ledningens längd <i>bör</i> ej överstiga 2,5 km/GWh transporterad gas (i obebyggd miljö).	Transporterna <i>bör</i> ej överstiga 15 km (enkel resa). <i>Får</i> ej överstiga 30 km.

3.4 Ekonomiska förutsättningar

I detta avsnitt presenteras och diskuteras de antaganden som gjorts för att kalkylexempel skall kunna genomföras. Sist i avsnittet sammanfattas samtliga antagna värden i tabellform. Observera att kalkylexemplen i denna rapport är grovhuggna och schablonmässiga, och skall först och främst ses som ungefärliga riktmärken för vad det kan kosta att förverkliga en gårdsanläggning eller hotspot samt vilka ungefärliga produktionspris som kan uppnås. Än mer ingående och förfinade kalkyler utifrån de lokala förutsättningarna måste givetvis genomföras om någon av de hotspots som identifieras här skall bli verklighet.

I litteraturen finns en mängd olika uppgifter om investeringskostnader för röt-kammare, gasledning och uppgraderingsanläggningar. Vissa av uppgifterna, framför allt för röt-kammare och gasledning, bygger på att den enskilde lantbrukaren själv kan medverka vid byggnation och schaktningsarbeten, vilket bör kunna sänka kostnaderna. Detta får dock inte anses vara en förutsättning som alltid gäller, varför dessa uppgifter skall användas med viss försiktighet. Samtliga gårdar i denna kartläggning har djurhållning och det kan därför antas att dessa har viss gödselhanteringsutrustning som kan användas i samband med biogasproduktion.

Utifrån uppgifter kring investeringskostnader för en gårdsanläggning som redovisades i avsnitt 2.5.1, antas härmed kostnaden för en gårdsanläggning ligga mellan 3 500 och 6 000 kr/m³ röt-kammarvolym. Röttningsanläggningen har, som tidigare nämnts, klara skalfördelar. För att kunna få fram en ungefärlig kostnad för röt-kammare måste man således veta dess ungefärliga volym. Denna kan i sin tur beräknas genom att den totala mängden TS/dygn för varje enskild gård och för varje hotspot (vilka beräknats i samband med gasutbytesberäkningarna) divideras med den organiska belastningen, som här antas till 3 kg TS/m³ · dygn, enligt följande: $\text{vikt (kg TS/dygn)} / \text{organisk belastning (kg TS/m}^3 \cdot \text{dygn)} = \text{volym (m}^3\text{)}$. De erhållna röt-kammarvolymerna har även stämts av gentemot litteratur och liknande andra kalkyler.

Investeringskostnaden för eventuell hygieniseringsanläggning har inhämtats från en rapport från Grontmij AB och sätts härmed till 1,0 Mkr. Kostnaden för eventuell gastork har tidigare uppgivits variera mellan 50 000 och 500 000, beroende på torktyp. Här antas att teknik i den lägre delen av kostnadsintervallet kan användas, och kostnaden för eventuell tork sätts därför till 100 000 kronor. Även för gasledning finns en mängd olika prisuppgifter, men i denna rapport antas kostnaden till i genomsnitt 500 kr/meter på landsbygden och 1 500 kr/meter i bebyggd miljö.

En uppgraderingsanläggning har (precis som röt-kammaren) tydliga skalfördelar, d.v.s. kostnaden per dimensionerad rågaskapacitet minskar med ökande kapacitet. Tidigare har det antagits att minst 500 000 Nm³ rågas/år måste kunna produceras för att uppgradering skall vara intressant. För en uppgraderingsanläggning som antas vara i drift 18 timmar/dygn innebär en rågastillförsel om 500 000 Nm³/år att drygt 75 Nm³ rågas uppgraderas varje timme. Investeringskostnaderna per dimensionerad rågaskapacitet sätts till mellan 20 000 och 35 000 kr för anläggningar med kapacitet att uppgradera mellan 50 och 300 Nm³/timme.

Därutöver tillkommer årliga kostnader som till stor del får betraktas som rörliga, såsom kostnader för drift och underhåll av anläggningar och gasledning samt eventuella transportkostnader till och från anläggningen.

Kostnader för drift och underhåll har i tidigare studier visat sig variera kraftigt vid befintliga rötningsanläggningar, och det finns indikationer på att de relativa rörliga kostnaderna minskar med ökande röt-kammarstorlek. I de fall då substratet har en anskaffningskostnad kan detta helt dominera driftskostnaden, men här antas att allt substrat saknar inköpskostnad. De rörliga kostnaderna domineras istället helt av kostnader för el, arbete, ev. reparationer, försäkring, elanslutning, analyser m.m. och de antas härmed motsvara 75 % av de årliga kapitalkostnaderna.

För gasledning antas underhållskostnaden till 2,5 % av det årliga kapitalbeloppet och för eventuell gastork och/eller hygieniseringsanläggning antas den årliga kostnaden för drift och underhåll till 10 % av kapitalbeloppet.

Också för uppgraderingsanläggningar varierar kostnader för drift och underhåll betänkligt, men här antas kostnaderna för drift och underhåll till mellan 5 och 20 öre/kWh renad gas, beroende på anläggningens kapacitet. En anläggning med kapacitet kring 100 Nm³ rågas/timme eller därunder hamnar kostnaden närmare 20 öre/kWh renad gas, medan anläggningar med kapacitet kring 300 Nm³ rågas/timme hamnar kring 5 öre/kWh uppgraderad gas.

Kostnader för transporter är mycket svåra att säga något definitivt om, då dessa kan variera med en lång rad olika faktorer. För beräkningarna av transportkostnader i detta arbete antas att *allt* substrat och *all* rötrest är pumpbar (TS-halt kring 10 %, volymvikt 1 ton/m³) och kan fraktas med tankbil. Det extra substrat som tillförs för samrötning (ca 20 %) antas i genomsnitt transporteras lika långt som gödseln, och ökar därmed transportkostnaderna med 20 %. Även rötresten antas i genomsnitt fraktas lika långt som gödseln. Utifrån uppgifter och resonemang i avsnitt 2.5.5 kan substrat och rötrest transporteras med tankbil (40 tons lastkapacitet) till en kostnad av 0,75 kr/ton · km. En viktig, och ibland helt dominerande, del av transportkostnaden är tidsåtgång för lastning

och lossning. Tid för lastning/lossning antas här till 15 minuter för respektive aktivitet för en tankbil med 40 tons lastkapacitet. Kostnaden för detta sätts till 800 kr/timme.

För stora rötnings- och/eller uppgraderingsanläggningar kan det eventuellt även ställas krav på förstärkningar av elnät för att klara en ökad belastning, vilket naturligtvis ökar kostnaderna ytterligare. Om fordonsgas skall säljas vid tankställe i direkt anslutning till uppgraderingsanläggningen kan även bemanning eller motsvarande möjlighet till snabb service bli nödvändig, vilket bidrar med ytterligare kostnader.

Bidrag kan fås med upp till 30 % av investeringskostnaderna, dock som mest 200 000 € per företag, vilket här antas motsvara 2,0 Mkr (1 € = 10 SEK).

Tabell 11. Samtliga antaganden till grund för kalkylexempel.

Kalkylränta: 5 %
Avskrivningstid: 20 år
Anläggningskostnader:
Rötkammare: 3 500–6 000 kronor/m ³ (rötkammarvolym ca 500–2 000 m ³)
Hygieniseringsanläggning: 1,0 Mkr
Gastork: 100 000 kr
Gasledning: 500 kr/meter (landsbygden), 1 500 kr/meter (bebyggd miljö)
Uppgraderingsanläggning: 20 000–35 000 kr/m ³ dimensionerad rågaskapacitet
Kostnad för drift & underhåll:
Rötningsanläggning: motsvarar 75 % av de årliga kapitalkostnaderna
Gastork och hygienisering: motsvarar 10 % av de årliga kapitalkostnaderna
Gasledning: motsvarar 2,5 % av de årliga kapitalkostnaderna
Uppgraderingsanläggning: 5–20 öre/kWh uppgraderad gas
Övriga rörliga kostnader:
Transportkostnad för flytande substrat/rötrest: 0,75 kronor/ton · km (med tankbil)
Lastning och lossning: 15 minuter per aktivitet, 800 kr/timme
Investeringsstöd:
Upp till 30 % av investeringen, dock som mest 2 Mkr per företag

4 Befintlig infrastruktur och avsättning

I detta kapitel presenteras kort den befintliga infrastrukturen för gasproduktion och gasuppgradering, befintliga och planerade gastankställen i östra Mellansverige samt möjlig avsättning för fordonsgas idag och inom en relativt snar framtid.

4.1 Infrastruktur i Biogas Öst-regionen

I östra Sverige finns ingen gasledning liknande den som löper utmed västkusten. Den biogas som produceras måste således fraktas med gasflak eller i kortare lokala gasledningar. Det råder delade meningar kring huruvida en gasledning – som kan distribuera både förnybar biogas och fossil naturgas – har en positiv inverkan på biogasens utveckling eller ej, men klart är att det saknas ett effektivt heltäckande distributionssystem i Biogas Öst-regionen.

I ett tidigare examensarbete som presenterades 2007, föreslogs en rad stora gasproducerande anläggningar som knyts samman med en gasledning från Sigtuna i norr till Hudding i söder, med kompletterande gastransport via lastbil till/från Norrtälje i nordost och Södertälje i sydväst.⁷⁶ Föreliggande examensarbete och konceptet med hotspots bygger dock inte på att en sådan gasledning blir verklighet. Utgångspunkten här är att om gasproduktion och uppgradering till fordonsgas skall vara ett alternativ måste anläggningen kunna stå på egna ben. Det finns dock inget som motsäger en framtida anslutning av gårdsanläggningar till ett mer omfattande gasnät om detta blir verklighet.

Det produceras redan idag biogas vid ett flertal avloppsreningsverk samt vid ett fåtal gårdsanläggningar och samrötningsanläggningar i regionen. En liten del av denna gas uppgraderas och används för att driva fordon, medan merparten används som värmekälla. Intresse för att uppgradera mer rågas finns dock på flera orter, och att relatera eventuella hotspots till befintliga rökammare och eventuella uppgraderingsanläggningar är naturligtvis av intresse. Därtill bildas biogas vid ett stort antal avfallsdeponier i regionen (s.k. deponigas) som främst används för uppvärmning, vilket minskar metanutsläppen i atmosfären, men denna gas är inte aktuell för uppgradering i dagsläget.⁷⁷

Tankställen utgör möjliga intressanta referenspunkter i denna studie. I nuläget finns 40 tankställen för fordonsgas i hela Biogas öst-regionen, varav somliga enbart är till för avtalskunder. Ett av Biogas Östs kortsiktiga mål är att antalet tankställen för biogas skall öka till 60 stycken innan 2012.⁷⁸

Ytterligare möjliga referenspunkter av intresse är depåer för lokala fordonsflottor – i synnerhet lokal- och regionalbussar har visat sig vara en bra inkörsport för biogasen på flera orter. Vid bussdepåer finns (oftast) möjligheten att få avsättning för stora mängder gas, och många depåer är dessutom placerade i utkanten av städer/orter vilket bör kunna hålla kostnaderna för eventuell ledningsdragning på rimliga nivåer då ledningen inte behöver dras långa sträckor i bebyggd miljö.

⁷⁶ Mårtensson (2007)

⁷⁷ Held m.fl. (2008)

⁷⁸ Biogas Öst (2008)

4.2 Gotlands län

I tabell 12 nedan sammanfattas läget för Gotlands län vad gäller tankställen och olika befintliga gasproducerande anläggningar. Anläggningar och tankställen finns även utmärka på kartor i kapitel 5 för att läsaren skall ges en uppfattning om hur dessa är placerade i förhållande till möjliga hotspots. I nästkommande avsnitt diskuteras även befintliga/möjliga tankställen, befintliga gasproducerande anläggningar och möjlig avsättning lite mer ingående i löpande text.

Tabell 12. Gasproduktion och tankställen Gotlands län.

Anläggning	Antal
Tankställe	-
Reningsverk med rötkammare	1
Uppgraderingsanläggning	-
Samrötningsanläggning	-
Gårdsanläggning	2*

* Varav en under konstruktion.

4.2.1 Befintlig gasproduktion

Visby avloppsreningsverk har två stycken rötkammare med en sammanlagd reaktorvolym om 2 500 m³ där man behandlar slam från det egna reningsverket samt från några mindre reningsverk i kommunen. I dagsläget sker ingen uppgradering till fordonsgas – biogasen levereras istället till Gotlands Energi AB (GEAB) för förbränningen i en gaspanna för fjärrvärmeproduktion.⁷⁹ Möjligheten att leda samman denna gas med biogas från närliggande lantbruk för gemensam uppgradering till fordonsgas kan dock vara ett intressant avsättningsalternativ.

I Roma knappt två mil sydöst om Visby ligger Lövsta Landsbygdscentrum som sedan flera år har en gårdsanläggning för biogasproduktion, men gasen används huvudsakligen för uppvärmning. Sedan 2008 har även Gotlands Betodlarförening och SBI drivit ett projekt för att etablera en stor biogasanläggning i Roma med vall, majs och sockerbetor som substratgrödor. Biogasen skulle i första hand gå till en förväntad växande gotländsk marknad, men även till fastlandet.⁸⁰ Projektet har dock försenats och i augusti 2009 kom beskedet att man avbryter arbetet. Den huvudsakliga orsaken anges vara den vikande konjunkturen och minskade skatteintäkter i kommunerna. Många kommuner och landsting – däribland Gotland – har omställningsplaner för sina egna fordonsflottor, men med minskade skatteintäkter har planerna reviderats, eller åtminstone försenats. Det konstateras dock att det finns en färdig miljöprövning för anläggningen och planeringen är långt gången, så den dag konjunkturen vänder kan planerna återupptas.⁸¹

Söder om Hemse på södra Gotland ligger Gudings gård AB, som är Gotlands största äggproducent. I oktober 2007 fick man det slutgiltiga tillståndet att bygga en biogasanläggning på gården som skall kunna röta höns gödsel, uttjänta värphöns,

⁷⁹ Gotlands kommun (sida besökt 2009-05-25)

⁸⁰ Swedish Biogas International AB (sida besökt 2009-05-11)

⁸¹ Helagotland.se (sida besökt 2009-09-04)

energigrödor och avfall från livsmedelsindustrier. Ägarna till Gudings Gård AB har även startat dotterbolaget Biogas Gotland AB, som skall ta hand om allt från byggnation till försäljning av gas och biogödsel. Fullt utbyggd beräknas anläggningen kunna ge 1,6 miljoner Nm³ rågas/år, som i ett första skede skall användas för värme- och elproduktion. I nästa steg vill man dock även bygga en anläggning för uppgradering till fordonsgas.⁸² Även denna anläggning har dock stött på problem, bl.a. har tillståndshanteringen dragit ut på tiden, och anläggningen har inte tagits i drift ännu. Byggnationen är dock i full gång och ägarna hoppas i framtiden få möjlighet att leverera fordonsgas till kommunens (kommande) gasdrivna bussar.⁸³

4.2.2 Gastankställen

På Gotland finns inte några gastankställen i dagsläget. Den 26 februari 2009 fastställde dock kommunstyrelsen en strategi och en handlingsplan för införandet av biogas som drivmedel inom Gotlands kommun. Fr.o.m. 2010 skall kollektivtrafiken i Visby kunna tanka biogas, vilket i praktiken även öppnar för en publik tankstation. Kommunen ämnar dock inte ta på sig rollen som distributör eller försäljare av fordonsgas, utan ser hellre att detta sköts av etablerade bränsledistributörer eller andra privata aktörer.⁸⁴

4.2.3 Avsättning

Enligt kommunens nyligen antagna strategi och handlingsplan för införandet av biogas som drivmedel skall krav om gasdrift ställas på kommunens leasingfordon och egna fordon då detta är möjligt. Vid upphandling av transporter skall krav på biogasdrift alltid finnas med, och dessutom skall man arbeta aktivt för att stimulera den privata marknaden för biogasfordon på Gotland.⁸⁵

Läns- och stadstrafiken kommer fr.o.m. sommaren 2009 att trafikeras av Gotlandsbuss AB, som bildades 2007 när 13 små gotländska bussbolag gick samman. Gotlandsbuss AB har nyligen köpt in 28 nya bussar, varav fyra stycken som skall trafikera Visby drivs med biogas, medan övriga bussar drivs med diesel.⁸⁶ Dock har leveransen av biogasbussarna blivit försenad varför dessa inte tas i trafik förrän 2010. Under 2010 skall även kommunen börja byta ut sina leasingbilar mot biogasbilar.⁸⁷ Fr.o.m. nästa år kommer det således att finnas bra – om än till en början begränsad – möjligheter till långsiktig avsättning för fordonsgas.

Swebus har tidigare kört länstrafik på Gotland och har en depå i Visby, men det är osäkert vad som kommer att ske med dessa bussar och depån när Swebus inte längre skall trafikera länet. De 13 företag som utgör Gotlandsbuss AB finns utspridda över ön och äger sina egna bussar, varför en större samlad depå inte förefaller aktuell i nuläget. Med nyinköpta dieseldrivna bussar i stallet lär det dessutom dröja innan ytterligare biogasbussar blir aktuella.

⁸² Bioenergiportalen (2009a, sida besökt 2009-05-29)

⁸³ Bioenergiportalen (2009b, sida besökt 2009-09-07)

⁸⁴ Gotlands Kommun (2009)

⁸⁵ Gotlands Kommun (2009)

⁸⁶ Gotlandsbuss AB (sida besökt 2009-06-01)

⁸⁷ Gotlands Kommun (2009)

4.3 Södermanlands län

I tabell 13 nedan sammanfattas läget för Södermanlands län vad gäller tankställen och olika befintliga gasproducerande anläggningar. Anläggningar och tankställen finns även utmärka på kartor i kapitel 5 för att läsaren skall ges en uppfattning om hur dessa är placerade i förhållande till möjliga hotspots. I nästkommande avsnitt diskuteras även befintliga/möjliga tankställen, befintliga gasproducerande anläggningar och möjlig avsättning lite mer ingående i löpande text.

Tabell 13. Gasproduktion och tankställen Södermanlands län.

Anläggning	Antal
Tankställe	4*
Reningsverk med rötkammare	4
Uppgraderingsanläggning	2
Samrötningsanläggning	-
Gårdsanläggning	1

* Varav ett icke publikt.

4.3.1 Befintlig gasproduktion

I länet finns fyra avloppsreningsverk med rötkammare. Ekeby ARV i Eskilstuna är det största och producerade under 2008 ca 1,3 miljoner Nm³ rågas. I princip all rågas uppgraderas till fordonsgas, vilken i sin tur förs från reningsverket till stadsbussarnas närliggande depå samt närliggande publik tankstation via gasledning.⁸⁸

Vid avloppsreningsverket Rosenholm i Katrineholm produceras ca 300 000 Nm³ rågas/år, men möjligheten finns att öka produktionen.⁸⁹ Genom ett samarbete mellan kommunen, Katrineholms Energi AB (KEAB) och Svensk Biogas i Linköping AB byggs en uppgraderingsanläggning som skall göra Katrineholm självförsörjande på fordonsgas.⁹⁰ Anläggningen skulle stå färdig och kunna vara i full drift fr.o.m. maj 2009, men försening har gjort att produktionen inte drar igång förrän under hösten.

Brandholmens ARV i Nyköping producerar ca 300 000 Nm³/år.⁹¹ I Nyköpings kommun ligger också Nynäs Gård som har en biogasanläggning konstruerad för att röta gödsel och ensilerad vall från gården tillsammans med matavfall från Trosa och Nyköping. Anläggningen producerar knappt 90 000 Nm³ rågas/år och gasen utnyttjas både för att generera el samt uppgraderas till fordonsgas, vilken tankas i direkt anslutning till anläggningen.⁹²

Därtill producerar Vingåkers ARV ca 50 000 Nm³ rågas/år.⁹³

⁸⁸ Eskilstuna Energi & Miljö (2009)

⁸⁹ Katrineholm Energi (sida besökt 2009-06-30)

⁹⁰ Tekniska Verken-koncernen (sida besökt 2009-05-29)

⁹¹ Berglund m.fl. (2009)

⁹² Nynäs Slott (sida besökt 2009-06-23)

⁹³ Millers-Dalsjö (2002)

4.3.2 Gastankställen

I Södermanlands län finns idag tre stycken tankställen: ett i Katrineholm, ett i Eskilstuna och ett i Nyköping. Svensk Biogas i Linköping AB har sökt – och fått – statligt bidrag för att bygga ytterligare ett tankställe i anslutning till nuvarande bussdepå i Nyköping, vilket kommer att kunna förse både bussar och privata fordon med fordonsgas.⁹⁴

4.3.3 Avsättning

Den enda orten i länet som har kollektivtrafik som drivs med fordonsgas är Eskilstuna. Idag finns där 12 gasdrivna bussar, men under 2010 skall antalet ökas. Bussarna och en del av kommunens övriga fordon drivs på biogas som produceras och uppgraderas vid Ekeby ARV. Den uppgraderade gasen förs från reningsverket till bussdepån via en gasledning. I anslutning till detta finns även ett publikt tankställe.⁹⁵

Även Katrineholms kommun planerar att börja införa biogasdrivna stadsbussar fr.o.m. 2010 i takt med att de gamla bussarna byts ut. Kommunen har redan idag gasdrivna bilar i sin verksamhet, men i.o.m. att Katrineholm planeras bli självförsörjande på biogas under 2009 tack vare den nya uppgraderingsanläggningen Vid Rosenholms ARV, skall även bussarna kunna köras på biogas.⁹⁶

Länstrafiken har i övrigt ett väl utbyggt linjenät i Södermanland och man har bussdepåer eller garage i ett flertal större orter såsom Nyköping, Vingåker, Katrineholm, Strängnäs och Eskilstuna. Dessa orter är således möjligt intressanta referenspunkter för denna kartläggning.

4.4 Stockholms län

I tabell 14 nedan sammanfattas läget för Stockholms län vad gäller tankställen och olika befintliga gasproducerande anläggningar. Anläggningar och tankställen finns även utmärka på kartor i kapitel 5 för att läsaren skall ges en uppfattning om hur dessa är placerade i förhållande till möjliga hotspots. I nästkommande avsnitt diskuteras även befintliga/möjliga tankställen, befintliga gasproducerande anläggningar och möjlig avsättning lite mer ingående i löpande text.

Tabell 14. Gasproduktion och tankställen Stockholms län.

Anläggning	Antal
Tankställe	12*
Reningsverk med rötkammare	10
Uppgraderingsanläggning	3
Samrötningsanläggning	1
Gårdsanläggning	1

* Varav två icke publika.

⁹⁴ Nyköpings Kommun (2007)

⁹⁵ Eskilstuna Energi & Miljö (sida besökt 2009-05-28)

⁹⁶ Katrineholm Energi (sida besökt 2009-06-30)

4.4.1 Befintlig gasproduktion

Det finns ett flertal stora avloppsreningsverk med rötkammare i länet, varav tre (Bromma, Henriksdal och Himmerfjärdsverket) även uppgraderar sin gas till fordonsgaskvalitet. Bromma reningsverk består av två anläggningar: Åkeshov och Nockeby. Vid anläggningen i Åkeshov sker biogasframställningen i sex stycken rötkammare med en totalvolym om 12 000 m³.⁹⁷ 2008 framställdes drygt 3,7 miljoner Nm³ rågas, som sedan uppgraderades till nära 2,1 miljoner Nm³ fordonsgas.⁹⁸ I anslutning till uppgraderingsanläggningen finns även en tankstation (Drottningholmsvägen).

Vid reningsverket i Henriksdal på gränsen mellan Nacka och Stockholm finns 7 stycken rötkammare med en sammanlagd volym om 39 000 m³. Det finns även två uppgraderingsanläggningar som uppgraderar gasen till fordonsgas varpå större delen förs via en 2 kilometer lång gasledning till SL:s närliggande bussdepå på Södermalm där den driver ett 50-tal innerstadsbussar.⁹⁹ 2008 producerades knappt 11 miljoner Nm³ rågas, varav knappt hälften uppgraderades och blev till knappt 3 miljoner Nm³ fordonsgas.¹⁰⁰ För närvarande pågår även en ombyggnation av Henriksdals avloppsreningsverk, som bl.a. innefattar en ny mottagning av fett och organiskt avfall, vilket förväntas öka biogasproduktionen.¹⁰¹

Reningsverken i Bromma och Henriksdal ägs av Stockholm Vatten AB, som även planerar för biogasproduktion vid det nedlagda reningsverket Loudden i Frihamnen. Hit skall substrat i form av spannmål (3 200 ton/år) och pumpbart organiskt avfall från bl.a. restauranger (ca 4 000 ton/år) fraktas för samrötning. Under sommaren 2009 har man även startat tillståndsprövningen för att få utöka produktionen från idag tillåtna 1,9 miljoner Nm³ biogas till 3,8 miljoner Nm³.¹⁰²

Söder om Södertälje ligger Himmerfjärdsverket som drivs av Sydvästra Stockholmsregionens VA-verksaktiebolag (SYVAB) där man före 2007 producerade ca 3 miljoner m³ rågas/år. 2007 tecknades ett avtal med Scandinavian Biogas Fuels AB (SBF) för att kraftigt öka gasutbytet.¹⁰³ SBF förband sig att optimera de befintliga rötningsprocesserna samt att bygga uppgraderingsanläggning och utlastningsramp. Vid anläggningen skall man uppgradera och komprimera gasen samt lasta den på s.k. gasflak eller gastrailers för transport till gasanvändare i Storstockholm/Södertälje. Detta beräknas kunna ge ett välbehövligt tillskott av ca 4,5 miljoner Nm³ fordonsgas per år i Stockholmsregionen. Projektet erhöll 7,8 miljoner kronor i bidrag från det s.k. Klimatinvesteringsprogrammet (KLIMP) från Naturvårdsverket.¹⁰⁴

Käppalaverket på Lidingö bränner den producerade biogasen i fyra stycken gaspannor varpå den alstrade värmen (ca 26 000 MWh/år) tillförs Lidingös fjärrvärmenät. Man

⁹⁷ Stockholm Vatten AB (2005, sida besökt 2009-05-26)

⁹⁸ Jonsson, Lena. Mail 2009-10-12

⁹⁹ Stockholm Vatten AB (2004, sida besökt 2009-05-26)

¹⁰⁰ Jonsson, Lena. Mail 2009-10-12

¹⁰¹ Stockholm Vatten AB (2009, sida besökt 2009-09-08)

¹⁰² Aldén (2009)

¹⁰³ SYVAB (sida besökt 2009-05-25)

¹⁰⁴ Stockholms Stad (sida besökt 2009-05-29)

planerar dock för att börja uppgradera gasen och använda den som bränsle i SL:s bussar vid Lidingödepån under 2010.¹⁰⁵

I övrigt finns en rad avloppsreningsverk som producerar biogas utan att uppgradera denna till fordonsgas. De flesta ligger i mer tätbefolkade områden kring Stockholm, och sannolikheten att det ska finnas stora mängder gödsel invid dessa får betraktas som låg, men de kan ändå utgöra möjligt intressanta referenspunkter.

- Fors ARV (Haninge): 110 000 Nm³ rågas/år.¹⁰⁶
- Lindholmens ARV (Norrtälje): ca 200 000 Nm³ rågas/år.¹⁰⁷
- Nynäshamns ARV: 200 000 Nm³ rågas/år.¹⁰⁸ För tillfället används gasen för att värma reningsverkets lokaler. Man tar även emot slam från kommunens två övriga reningsverk.¹⁰⁹
- Blynäsverket (Vaxholm): 55 000 Nm³ rågas/år.¹¹⁰
- Tjustviks ARV (Värmdö): ca 83 000 Nm³ rågas/år.¹¹¹ Här rötas även slam från Hemmesta och Djurhamns avloppsreningsverk, samt relativt stora mängder slam från enskilda brunnar och slamavskiljare. För närvarande pågår dock arbetet med att förbinda reningsverken på Värmdö med Käppala på Lidingö, och när arbetet är klart skall Värmdös reningsverk läggas ned.
- Margretelundsverket (Österåker): ca 430 000 Nm³ rågas/år.¹¹²
- Rimbo ARV har en kapacitet på 13 200 personekvivalenter, men utnyttjas bara till ca 60 %.¹¹³ Årlig rågasproduktion: ca 50 000 Nm³.¹¹⁴

I Huddinge söder om Stockholm ligger Sofielunds återvinningsanläggning som drivs av företaget SRV Återvinning AB. Här rötas insamlat matavfall och i dagsläget används gasen som värmekälla. Nyligen har man dock fått tillstånd att öka mängden matavfall som tas emot upp till 50 000 ton per år, att jämföra med nuvarande 10 000 ton. Detta öppnar för en kraftigt ökad biogasproduktion på några års sikt, vilket också skulle kunna ge företaget möjligheten att förse sin egen fordonspark med gas.¹¹⁵

I Stockholms län finns även en gårdsanläggning som producerar biogas, men utan att uppgradera denna till fordonsgas. Anläggningen finns vid Yttereneby Gård i närheten av Järna några mil söder om Södertälje utmed E4:an. I anläggningen rötas fastgödsel från nöt under mesofila förhållanden och det bildas ca 70 m³ rågas/dygn, motsvarande ca 0,16 GWh/år.¹¹⁶

¹⁰⁵ Käppala (sida besökt 2009-05-25)

¹⁰⁶ Millers-Dalsjö (2002)

¹⁰⁷ Mårtensson (2007)

¹⁰⁸ Millers-Dalsjö (2002)

¹⁰⁹ Nynäshamns Kommun (sida besökt 2009-05-26)

¹¹⁰ Millers-Dalsjö (2002)

¹¹¹ Millers-Dalsjö (2002)

¹¹² Millers-Dalsjö (2002)

¹¹³ Widman (2009)

¹¹⁴ Mårtensson (2007)

¹¹⁵ SRV Återvinning AB (sida besökt 2009-10-27)

¹¹⁶ Gustafsson (2006)

4.4.2 Gastankställen

I Stockholms län finns idag tankställen på tretton platser: Arlanda, Järfälla, Skärholmen, Kista, Bromma, Frösundaleden (Solna), Mörby Centrum, Hammarby Fabriksväg (södra länken), Sköndal, Årsta, Frihamnen, Himmerfjärdsverket (enbart för internt bruk) och så sent som den 3 september invigdes också ett gastankställe i Södertälje.¹¹⁷ Dessutom är fler gastankställen under planering eller byggnation; bl.a. i Täby (öppnar 2009), och Högdalen (öppnar 2010).¹¹⁸

4.4.3 Avsättning

Stockholms län har den klart största befolkningen och även den största potentiella marknaden för fordonsgas i regionen. Alltfler stockholmare väljer också biogas som drivmedel och mer fordonsgas efterfrågas ständigt. Under 2009 har det t.ex. vid flera tillfällen rådit stor brist på fordonsgas vid flera tankställen i Storstockholm.

AB Storstockholms Lokaltrafik (SL) har som målsättning att på sikt köra samtliga sina bussar på förnybara bränslen. En del av strategin för att åstadkomma detta är att använda biogas vid de bussdepåer som ligger nära gasproduktion (eller möjlig gasproduktion).¹¹⁹ Således bör bussdepåer som ligger ute i länet, i närheten av eventuella hotspots, kunna utgöra intressanta referenspunkter för denna kartläggning.

SL trafikerar hela länet och företaget och dess entreprenörer har en mängd bussdepåer, garage och uppställningsplatser runtom i länet. Samtliga dessa är dock inte intressanta för omställning till gas. Inom SL har man pekat ut ett antal befintliga och nya depåer som intressanta för omställning till gasdrift, vilket beräknas kunna ske under åren fram till 2013. Dessa är: Charlottendal på Värmdö, Gubbängen, Hornsberg, Lidingö, Frihamnen och Björknäs på Värmdö.¹²⁰ Dessa får således betraktas som de mest intressanta referenspunkterna här.

4.5 Uppsala län

I tabell 15 nedan sammanfattas läget för Uppsala län vad gäller tankställen och olika befintliga gasproducerande anläggningar. Anläggningar och tankställen finns även utmärka på kartor i kapitel 5 för att läsaren skall ges en uppfattning om hur dessa är placerade i förhållande till möjliga hotspots. I nästkommande avsnitt diskuteras även befintliga/möjliga tankställen, befintliga gasproducerande anläggningar och möjlig avsättning lite mer ingående i löpande text.

¹¹⁷ Gasbilen.se (sida besökt 2009-09-02)

¹¹⁸ AGA Gas AB (sida besökt 2009-05-29)

¹¹⁹ AB Storstockholms Lokaltrafik (sida besökt 2009-05-28)

¹²⁰ Andersson, Sara. Pers. meddelande.

Tabell 15. Gasproduktion och tankställen Uppsala län.

Anläggning	Antal
Tankställe	2*
Reningsverk med rötkammare	5
Uppgraderingsanläggning	1
Samrötningsanläggning	1
Gårdsanläggning	-

* Varav ett icke publikt.

4.5.1 Befintlig gasproduktion

I länet finns fem stycken avloppsreningsverk med rötkammare: Enköpings ARV, Reningsverket Krutudden i Östhammar, Kungsängens ARV i Uppsala samt två små reningsverk i Sturvreta respektive Björklänge.

I Enköping rötas slam från kommunens största reningsverk, men all rågas förbränns och värmen säljs till Enköpings kraftvärmeverk.¹²¹ Rågasproduktion: ca 350 000 Nm³/år.¹²² I Östhammar ligger reningsverket på Krutudden, och har en rötkammare med 250 m³ reaktorvolym. Någon uppgraderingsanläggning finns dock inte.¹²³ Rågasproduktion: ca 90 000 Nm³/år.¹²⁴

Rågasen från Kungsängens avloppsreningsverk i södra Uppsala förs samman med rågas från Kungsängens Gård, som samrötar gödsel med slakteri- och livsmedelsavfall. Huvuddelen av gasen uppgraderas till fordonsgas i anslutning till reningsverket och driver en del av stadsbussarna i Uppsala. 2008 producerades sammantaget ca 2,9 miljoner Nm³ rågas vid de två anläggningarna.¹²⁵

4.5.2 Gastankställen

I hela Uppsala län finns idag bara ett enda tankställe; vid bussdepån i Uppsala i korsningen Kungsgatan/Siktargatan. Hittills har detta endast varit avsett för avtalskunder, som tvingats ansöka om ett särskilt betalkort hos kommunen. Denna är dock i färd med att släppa sin roll som "tankföreståndare" då man skrivit ett avtal med AGA Gas AB om uppförandet av ett nytt publikt tankställe.¹²⁶ AGA Gas AB har under sommaren 2009 beviljats ett tidsbegränsat bygglov för en tankstation med fordonsgas vid Kungsängens gård utmed Kungsängsleden. Tankstationen skall vara av provisorisk karaktär för att ta minsta möjliga markyta i anspråk, ty på sikt vill man hitta ett bättre läge för densamma. Tankstationen skall dels förses med gas från kommunens uppgraderingsanläggning vid Kungsängens reningsverk, dels med gas som transporteras och lagras i gasflak.¹²⁷

¹²¹ Enköpings Kommun, Teknikförvaltningen (sida besökt 2009-05-25)

¹²² Millers-Dalsjö (2002)

¹²³ Ultra Sonus AB (sida besökt 2009-05-25)

¹²⁴ Millers-Dalsjö (2002)

¹²⁵ Källman, Magnus. Mail 2009-10-13

¹²⁶ Sveriges Radio Uppland (sida besökt 2009-05-18)

¹²⁷ Uppsala kommun (sida besökt 2009-09-02)

4.5.3 Avsättning

Uppsala kommun var relativt tidiga med biogasproduktion och uppgradering till fordonsgas. Idag körs ett femtiotal stadsbussar på fordonsgas framställd ur biogas från Kungsängens ARV och Kungsängens Gård. Den privata marknaden har dock varit betydligt trögare och inte förrän i år (2009) får staden sitt första verkligt publika tankställe (tidigare har kunderna behövt ansöka om särskilt betalkort hos kommunen).

Länstrafiken har bussdepåer eller garage på flera platser i länet, men de största finns i Uppsala och Tierp. Dessutom har Swebus depåer i Uppsala och Enköping. För närvarande diskuteras planer på en ny bussdepå inom Uppsala tätort. Bl.a. har en möjlig flytt av stadsbussarnas nuvarande depå på Kungsgatan till Kungsängens gård diskuterats, och Upplands Lokaltrafik AB har som mål att tillsammans med kommunen verka för en samlokalisering av depåer för region- och stadstrafiken.¹²⁸ En framtida stor depå för stads- och regiontrafiken vid Kungsängens gård ter sig således möjlig, varför detta är en intressant referenspunkt.

¹²⁸ Regionförbundet Uppsala län (sida besökt 2009-06-01)

5 Kartläggning av Hotspots

I detta kapitel redogörs för kartläggningen av hotspots som genomförts för Gotlands, Stockholms, Södermanlands och Uppsala län. Sammantagna gasutbyten för samtliga hotspots redovisas här, utan hänsyn till dess chanser att realiseras. Därtill diskuteras den i dagsläget mest realistiska, principiella utformningen för respektive hotspot.

5.1 Gotlands län

Gotlands län har flera områden med relativt hög djurtäthet. Förutsättningar för hotspots bör således finnas. Utifrån föregående kapitel har Visby med omnejd samt Roma med omnejd identifierats som de mer kortsiktiga referenspunkterna för denna kartläggning. I enlighet med den regionala strategin för biogas, som gäller hela Gotland, kan dock gårdar i alla delar av länet vara av intresse för att i framtiden tillgodose tankstationer på hela ön med gas. I tabell 16 redovisas den samlade kapaciteten för de hotspots som identifierats inom Gotlands län. Samtliga siffror gäller på årsbasis. För mer utförliga tabeller över gasutbyten för respektive hotspot hänvisas läsaren till Bilaga 2. I de nästkommande avsnitten beskrivs de enskilda hotspotsen mer ingående.

Tabell 16. Potential Gotlands län (gaspotential i Nm^3 , energiinnehåll i GWh).

Kommun	Hotspot	Rågaspotential (med samrötning)	Energiinnehåll
Gotland	GO1	424 500	2,50
Gotland	GO2	435 266	2,56
Gotland	GO3	686 290	4,04
Gotland	GO4	599 500	3,52
Gotland	GO5	1 891 824	11,12
Gotland	GO6	1 200 340	7,06
Gotland	GO7	1 334 818	7,85
Gotland	GO8	858 563	5,05
Gotland	GO9	799 971	4,71
Total	-	8 231 072	48,41

5.1.1 Visby

I Visbys absoluta närområde finns inga större gårdar med djurhållning. Inte förrän ca 8 km från Visby tätort finner man de första gårdarna med stora eller medelstora djurbesättningar. Därtill finns även en mängd mindre gårdar. Dessa gårdar ligger dock relativt utspridda sinsemellan, vilket gör det svårt att tala om några direkta hotspots. Det finns dock tre lite mer koncentrerade ansamlingar av 4–5 gårdar, här benämnda GO1, GO2 och GO3.

GO1 ligger en dryg mil öster om Visby mellan länsväg 147 och 143. Rågaspotentialen från gödsel vid dessa gårdar är knappt $340\,000\text{ Nm}^3/\text{år}$, och med den samrötningsschablon som antagits kan knappt $425\,000\text{ Nm}^3$ rågas produceras, vilket motsvarar nästan $255\,000\text{ Nm}^3$ fordonsgas eller 2,5 GWh. Således kan dessa gårdar i

dagsläget inte anses utgöra någon hotspot av intresse. Ingen av gårdarna når heller upp till den gaspotential som antagits nödvändig för att en egen anläggning skall vara lönsam. Alternativet skulle vara att gå samman i en större anläggning, och då tre av gårdarna ligger mycket tätt ihop skulle transporter av substrat och rötrest kunna hållas väldigt korta. Men det krävs förändrade ekonomiska förutsättningar för att biogasproduktion skall vara ett ekonomiskt lönsamt alternativt för dessa gårdar.

GO2 ligger söder om Visby utmed länsväg 142. Rågaspotentialen från gödseln vid dessa gårdar uppgår till dryga 348 000 Nm³/år och med den samrötningsschablon som antagits uppnås drygt 435 000 Nm³ rågas/år, motsvarande drygt 261 000 Nm³ fordonsgas, eller knappt 2,6 GWh. Inte heller någon av dessa gårdar når upp till de 160 000 Nm³ rågas/år som antas krävas för egen gasproduktion. Att gå samman i en gemensam anläggning kan även här vara möjligt, och då tre av gårdarna ligger mycket tätt skulle transporter av substrat och rötrest kunna hållas korta. Dock har inte dessa gårdar tillräcklig kapacitet för att kunna anses utgöra en intressant hotspot i nuläget.

GO3 ligger nordost om Visby utmed, och söder om, länsväg 148. Denna ansamling är inte lika tydlig som de tidigare två, men har sammanlagt en större potential. Rågaspotentialen från dessa gårdar uppgår till ca 549 000 Nm³/år och skulle genom samrötning kunna ökas till drygt 686 000 Nm³ rågas/år, vilket motsvarar nästan 412 000 Nm³ fordonsgas, eller ca 4 GWh. Således tillräckligt för att gasuppgradering skall kunna vara ett alternativ, men ingen av gårdarna når upp till de 160 000 Nm³ rågas/år som antagits nödvändigt för en egen anläggning, varför transport av substrat och rötrest till/från gemensam anläggning skulle vara nödvändig i dagsläget.

5.1.2 Roma & Romakloster

Kring Roma finns tre gårdar, här benämnda GO4, som tillsammans skulle kunna producera knappt 480 000 Nm³ rågas från gödseln och genom samrötning skulle ca 600 000 Nm³ rågas kunna fås. Detta kan ge ca 360 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande drygt 3,5 GWh. En av gårdarna når med råge upp till 160 000 Nm³ rågas/år på egen hand och skulle således kunna få lönsamhet i en egen röttningsanläggning. Ytterligare en gård ligger strax under 160 000 Nm³ rågas/år, medan den fjärde gården har betydligt lägre kapacitet och förmodligen skulle tjäna på att transportera substrat till annan gård med röttningsanläggning. Gårdarna ligger inom en radie om ca 2 km på bägge sidor om länsväg 143. Att knyta samman gårdsanläggningarna med gasledning skulle kräva ca 5 km ledning, och kan därmed vara ett intressant alternativ.

Söder och sydväst om Romakloster mellan länsväg 142 och 143 samt väster om länsväg 142 finns ett område med en radie på ca 8 km som inhyser ett 20-tal gårdar. Denna hotspot benämns här GO5. Sammantaget skulle dessa gårdar kunna producera drygt 1,51 miljoner Nm³ rågas/år från gödseln, eller ca 1,89 miljoner Nm³ rågas/år genom samrötning. Detta motsvarar knappt 1,36 miljoner Nm³ fordonsgas eller drygt 11 GWh. Två av gårdarna har tillräckligt stora gödselmängder för att på egen hand kunna producera mer än 160 000 Nm³ rågas/år, och de två gårdarna ligger dessutom väl belägna för att kunna utgöra "centralpunkter" som samlar substrat från gårdar runt omkring. Bland övriga gårdar skulle de allra flesta få svårt att nå upp till 160 000 Nm³ rågas/år, men transporter till någon av de två centrala anläggningarna bör kunna samordnas och därmed inte behöva bli längre än ca 5 km. Att knyta samman de två röttningsanläggningarna med gasledning för gemensam uppgradering skulle därtill kräva ca 5 km ledning.

5.1.3 Övriga Gotland

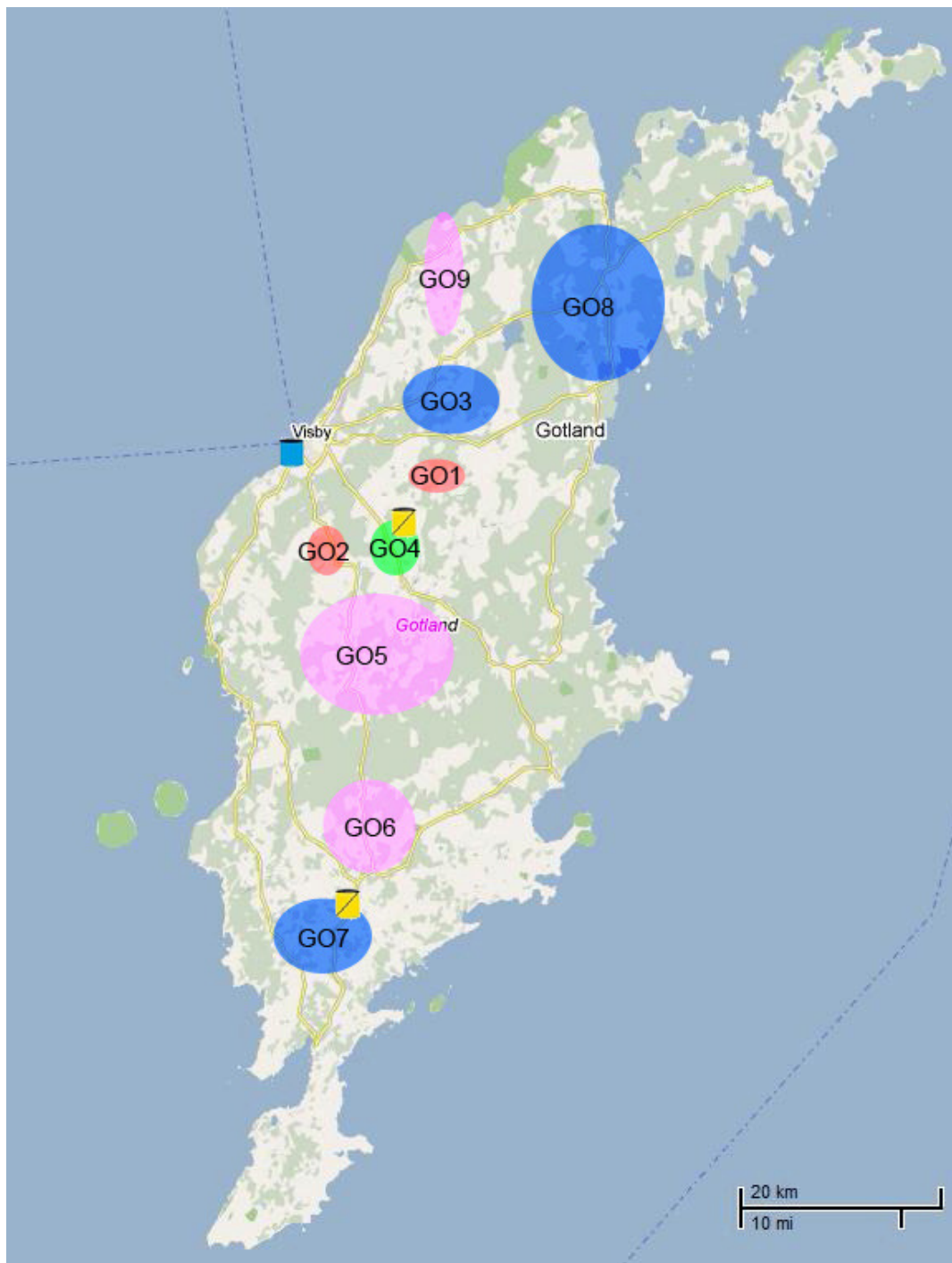
Ytterligare ca 2 mil söderut utmed länsväg 142 ligger Linde. Inom en radie av ca 5 km kring Linde finns knappt tio stycken gårdar, som här benämns GO6. Den sammanlagda rågaspotentialen för dessa gårdar är ca 960 000 Nm³/år från gödseln, vilket vid samrötning kan ökas till ca 1,20 miljoner Nm³ rågas/år, motsvarande drygt 720 000 Nm³ fordonsgas, eller knappt 7,1 GWh. Hälften av gårdarna når upp till en årsproduktion av 160 000 Nm³ rågas eller mer och egen rötningsanläggning är således av intresse för dessa, vilket även öppnar för att knyta samman gårdarna med gasledning. Den sammanlagda potentialen skulle definitivt medge investering i gasledning, men några av gårdarna ligger helt för sig själva och den sträcka som ledningen måste täcka skulle således bli förhållandevis lång; säkerligen kring 2 mil, vilket inte medges i dagsläget. Tack vare sin stora potential är detta dock en hotspot att ha i åtanke för biogasframställning.

Än längre söderut längs väg 142 ligger Alva. Kring Alva, och söder därom på väg mot Havdhem, ligger drygt tio stycken gårdar inom ett relativt avgränsat område, här benämnda som GO7. Fyra av gårdarna ligger alldeles nära Gudings Gård AB som för tillfället bygger en biogasanläggning, och även planerar för uppgradering till fordonsgas. Gårdarna inom GO7 har en sammantagen rågaspotential på 1 068 000 Nm³/år från gödsel, som kan ökas till ca 1 335 000 Nm³ rågas/år genom samrötning. Detta skulle kunna ge ca 800 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande knappt 7,9 GWh. Sammantaget bör alltså tillräckligt med rågas kunna produceras för att lönsamgöra gemensam uppgradering. Av alla gårdar inom detta område är det dock bara en som ensam når upp till 160 000 Nm³ rågas/år, vilket medför att en central anläggning med insamling av substrat ter sig som det enda realistiska alternativet i dagsläget. De fyra gårdar som ligger närmast Gudings Gård AB bidrar med drygt 176 000 Nm³ av rågasen, och bör om inte annat kunna ge ett välkommet tillskott till den anläggning som byggs där.

I trakterna kring Slite, Othem och Lärbro på nordöstra Gotland finns ett antal gårdar inom ett område med en radie på knappt 7 km. Dessa benämns här GO8. Den samlade potentialen är relativt god; knappt 687 000 Nm³ rågas kan årligen produceras från gödseln vid dessa gårdar. Detta skulle kunna ökas till knappt 859 000 Nm³ rågas/år genom samrötning, vilket kan uppgraderas till ca 515 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande knappt 5,1 GWh. Två av gårdarna når med råge upp till en årsproduktion av 160 000 Nm³ rågas, och har således bra möjligheter att om inte annat tillgodose delar av de egna energibehoven redan i dagsläget. Generellt sett är dock avstånden för stora för att detta skall utgöra någon tydlig hotspot, men insamling och transport av substrat till en gemensam anläggning skulle kunna vara av intresse.

På nordvästra Gotland, i trakterna kring Hälge och Tingstäde, ligger ett antal gårdar på en i stort sett nord-sydlig linje öster om länsväg 149. Denna ansamling benämns här GO9. Dessa gårdar har en sammanlagd potential om ca 640 000 Nm³ rågas/år från gödseln, vilket kan ökas till nästan 800 000 Nm³ rågas genom samrötning. Rågasen kan i sin tur uppgraderas till knappt 480 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 4,7 GWh. Mängden gas bör således kunna motivera en gemensam uppgraderingsanläggning. Två av gårdarna når enligt beräkningarna upp till en årlig produktion av 160 000 Nm³ rågas eller mer, och ytterligare två kommer relativt nära denna årsproduktion. För övriga krävs i dagsläget en central rötningsanläggning, alternativt att substrat transporteras till någon av gårdarna med större potential. Det är en knapp mil mellan den nordligaste och

den sydligaste av dessa gårdar, varför gasledning mycket väl skulle kunna vara en möjlighet.



Figur 2. Hotspots inom Gotlands län. Grön: decentraliserade, Blå: centraliserade, Lila: kombinerade, Röd: ej realiserbara i dagsläget.

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| ● Tankställe | ■ Reningsverk med rötkammare |
| ● Bussdepå med tankställe | ▲ Uppgraderingsanläggning |
| ● Bussdepå utan tankställe | ■ Gårdsanläggning |
| ⊠ Samrötningsanläggning | |

5.2 Södermanlands län

I Södermanlands län finns ett stort antal gårdar med stora djurbesättningar. Generellt sett ligger dock gårdarna väl utspridda, och antalet verkligt tydliga hotspots är lågt. Främst är det i den södra och västra halvan av länet som det finns ett flertal gårdar inom mer avgränsade områden. Södermanland är dessutom ett sjörikt län, vilket mycket väl kan förlänga (och försvåra) ledningsdragning om sådan blir aktuell.

I tabell 17 redovisas den samlade kapaciteten för de hotspots som identifierats inom Södermanlands län. Samtliga siffror gäller på årsbasis. För mer utförliga tabeller över gasutbyten för respektive hotspot hänvisas läsaren till Bilaga 2. I de nästkommande avsnitten beskrivs de enskilda hotspotsen inom respektive kommun mer ingående.

Tabell 17. Potential Södermanlands län (gaspotential i Nm³, energiinnehåll i GWh).

Kommun	Hotspot	Rågaspotential (med samrötning)	Energiinnehåll
Nyköping	SÖ1	934 164	5,49
Flen	SÖ2	1 293 919	7,61
Flen	SÖ3	288 950	1,69
Flen	SÖ4	527 327	3,10
Flen	SÖ5	462 188	2,71
Katrineholm	SÖ6	1 531 656	9,01
Vingåker	SÖ7	379 765	2,23
Vingåker	SÖ8	439 470	2,58
Gnesta	SÖ9	283 207	1,67
Eskilstuna	SÖ10	896 551	5,26
Total	-	7 037 197	41,35

5.2.1 Nyköpings kommun

Nordväst om Nyköping utmed länsväg 52 i trakterna av Stigtomta finns ett antal intressanta gårdar inom en radie av ca 5 km. Ytterligare ca 5 km norrut finns två gårdar vars gödsel också kan vara av intresse, men denna kräver transport till central anläggning. Denna ansamling gårdar benämns här som SÖ1 och dess sammantagna potential uppgår till drygt 747 000 Nm³ rågas/år från gödsel. Detta skulle kunna ökas till drygt 934 000 Nm³ rågas/år vid samrötning, vilket i sin tur kan uppgraderas till ca 560 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 5,5 GWh. Denna gasmängd bör således kunna öppna för gemensam uppgradering. Två av gårdarna uppnår 160 000 Nm³ rågas/år eller mer på egen hand, men för övriga är sannolikt insamling och transport av substrat till gemensam anläggning det enda alternativet idag. Gårdarna ligger därtill väl utspridda, avstånden dem emellan är relativt långa (4–5 km) och i området finns ett antal sjöar som förhindrar ledningsdragning ”fågelvägen”, vilket medför att eventuell gasledning skulle behöva bli åtminstone 2,5 mil lång.

5.2.2 Flens kommun

Söder om Flen, i trakterna kring Vadsbro utmed väg 221, finns ett tiotal gårdar som här benämns som SÖ2. Fyra av dessa gårdar ligger lite mer avsides, men bör ändå kunna vara en del av denna hotspot. Den totala gaspotentialen från gödseln vid dessa gårdar är drygt 1,0 miljoner Nm³ rågas/år, och med samrötning kan gasutbytet ökas till drygt 1,29 miljoner Nm³ rågas/år. Ur detta skulle ca 776 000 Nm³ fordonsgas kunna produceras, vilket motsvarar drygt 7,6 GWh. Således tillräckligt för att kunna möjliggöra gemensam uppgradering. Avstånden mellan flera av gårdarna är så pass korta att gasledning skulle kunna vara ett alternativ, men även här finns ett antal sjöar som förhindrar ledningsdragning ”fågelvägen”. Dessutom når flertalet gårdar inte upp till de nödvändiga 160 000 Nm³ rågas/år, varför insamling av substrat för rötning i gemensam anläggning ter sig som det bästa alternativet i dagsläget.

Ungefär 5 km norr om Flen, utmed väg 55 mot Malmköping, finns en mindre ansamling av gårdar; här benämnda SÖ3. Dessa skulle kunna producera drygt 231 000 Nm³ rågas/år, och med samrötning skulle det kunna ökas till ca 289 000 Nm³ rågas/år, vilket motsvarar drygt 173 000 Nm³ fordonsgas, eller ca 1,7 GWh. Detta är dock för liten potential för att vara av intresse för uppgradering i dagsläget. Ingen av gårdarna når heller upp till 160 000 Nm³ rågas i egen produktion, så det krävs förändrade förutsättningar för att dessa gårdar skall kunna satsa på biogasproduktion och gasuppgradering.

Utmed länsväg 55, nordöst om Malmköping, finns ytterligare en mindre ansamling av gårdar, som här benämns SÖ4. Dessa gårdar skulle kunna producera nästan 422 000 Nm³ rågas/år från gödsel, vilket skulle kunna ökas till drygt 527 000 Nm³ rågas/år. Detta skulle kunna uppgraderas till drygt 315 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande 3,1 GWh. Rågasen räcker alltså med knapp marginal för att möjliggöra gemensam uppgradering, men lämnar lite över för att täcka kostnader för t.ex. gasledning. En av gårdarna når med råge upp till 160 000 Nm³ rågas/år medan de övriga inte gör så, varför en större anläggning i direkt närhet till gården med störst kapacitet dit övriga kan transportera sitt substrat, ter sig som det lämpligaste alternativet.

Utmed länsväg 55/57 väster om Flen finns ytterligare gårdar av intresse, som här benämns SÖ5. Några av gårdarna återfinns i Katrineholms kommun, men ligger närmare Flen och tillsammans med en gård i Flens kommun utgör de en möjlig hotspot. Gårdarna skulle sammantaget kunna producera knappt 370 000 Nm³ rågas/år från gödsel, och genom samrötning skulle detta kunna ökas till drygt 462 000 Nm³ rågas/år, vilket kan uppgraderas till ca 277 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 2,7 GWh. Detta är dock inte tillräckligt för att kunna lönsamgöra gemensam uppgradering i dagsläget. Gårdarna ligger inom en radie av ca 3 km, men även här skulle eventuell ledningsdragning försvåras (och fördyras) av sjöar, järnväg och länsväg 55/57.

5.2.3 Katrineholms kommun

I Katrineholms kommun finns ett fåtal mindre ansamlingar av 2–4 gårdar, men ingen av dessa kan producera tillräckligt med gas för att lönsamgöra uppgradering i nuläget. P.g.a. detta redovisas potentialen i all gödsel inom en radie av ca en mil från Katrineholm, vilket innefattar ett femtontal gårdar i alla väderstreck, här benämnda SÖ6. Om gödsel skulle samlas in från dessa gårdar för gemensam rötning skulle detta kunna ge knappt 1,23 miljoner Nm³ rågas/år, och genom samrötning skulle det kunna

ökas till drygt 1,53 miljoner Nm³ rågas/år. Uppgradering skulle ge knappt 919 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 9 GWh. Den samlade potentialen räcker således med bred marginal för att lönsamgöra uppgradering till fordonsgas. Endast två av gårdarna skulle kunna få lönsamhet i en egen röttningsanläggning i dagsläget, vilket ytterligare talar för insamling till central anläggning. Påpekas bör också att en handfull av dessa gårdar ligger ungefär lika nära Flen som Katrineholm, vilket skulle kunna öppna för ytterligare möjliga lösningar.

5.2.4 Vingåkers kommun

I Vingåkers kommun i västra delen av länet finns en grupp gårdar av intresse inom en radie av ca 5 km från tätorten Vingåker. Dessa benämns här SÖ7. Gårdar har en sammanlagd potential på knappt 304 000 Nm³ rågas/år från gödseln, vilket genom samrötning kan ökas till knappt 380 000 Nm³ rågas/år, som kan uppgraderas till ca 228 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 2,2 GWh. Ingen av gårdarna når ensam upp till 160 000 Nm³ i årlig rågasproduktion, varför insamling för gemensam rötning ter sig som den enda alternativet i dagsläget. Dessutom ligger gårdarna relativt väl utspridda i en cirkel kring Vingåker, vilket skulle göra dragning av gasledning till ett omotiverat dyrt projekt.

Inom Vingåkers kommun finns därtill ytterligare gårdar utspridda, upp till 1,5 mil ifrån Vingåker. Dessa benämns här SÖ8. Inte heller någon av gårdarna längre ut i kommunen når ensam upp till 160 000 Nm³ rågas/år, men gödseln skulle kunna vara av intresse för insamling med efterföljande rötning och uppgradering i central anläggning. Gödseln från samtliga gårdar inom SÖ7 och SÖ8 skulle ge drygt 655 000 Nm³ rågas/år, vilket skulle kunna ökas till ca 819 000 Nm³ rågas vid samrötning. Detta kan uppgraderas till knappt 492 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 4,8 GWh.

I Vingåker finns även ett reningsverk som årligen producerar ca 50 000 Nm³ rågas. Insamling av substrat för samrötning i närheten av reningsverket, med efterföljande uppgradering av rågas från reningsverk och samrötning ter sig således som det bästa alternativet i dagsläget. Sammantaget skulle därmed kunna produceras knappt 522 000 Nm³ fordonsgas/år, motsvarande ca 5,1 GWh.

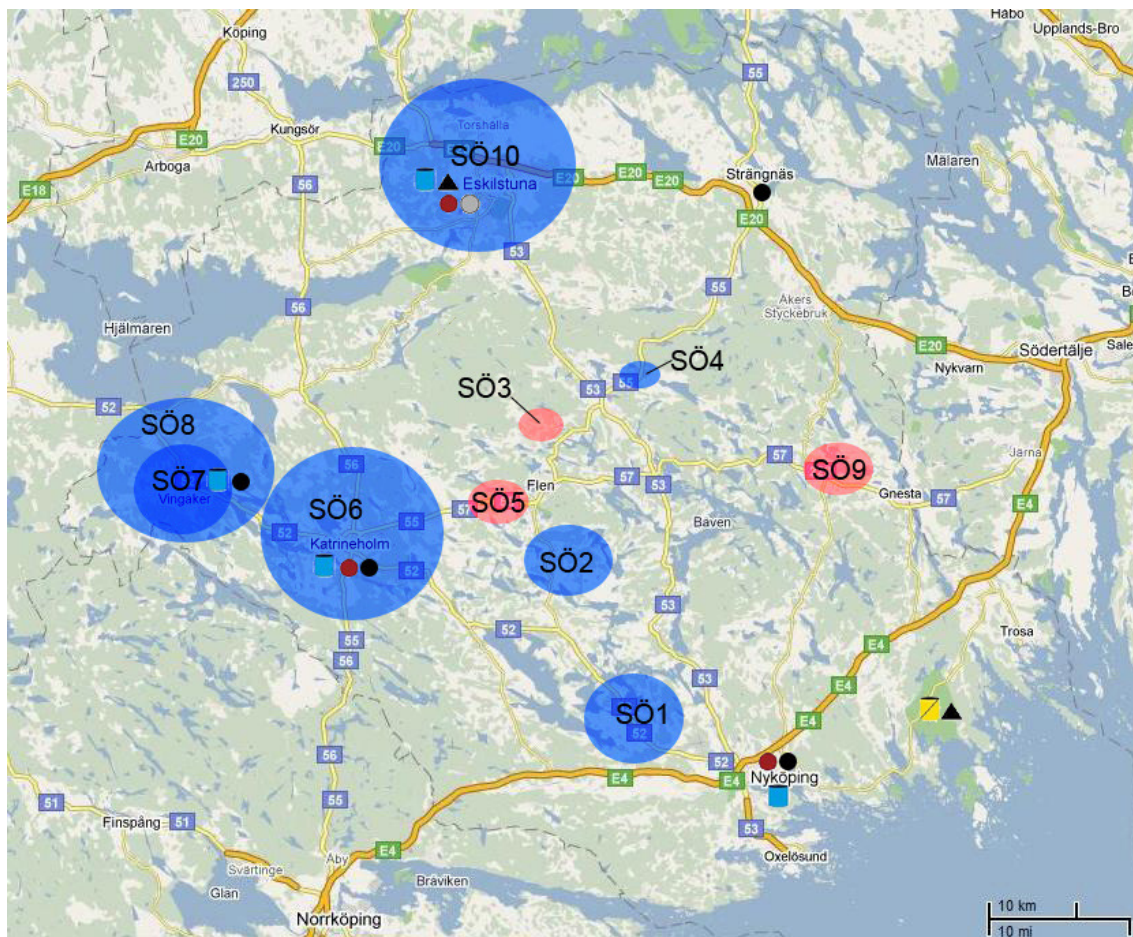
5.2.5 Gnesta kommun

I Gnesta kommun, mellan Gnesta och Björnlunda, finns ett mindre ansamling av gårdar som här benämns SÖ9. Dessa har en sammanlagd potential som uppgår till drygt 225 000 Nm³ rågas/år från gödsel, vilket kan ökas till drygt 280 000 Nm³ genom samrötning, motsvarande knappt 170 000 Nm³ fordonsgas, eller nästan 1,7 GWh. Detta är dock för lite för att dessa gårdar skall kunna sägas utgöra någon intressant hotspot i dagsläget, och ingen av gårdarna kommer heller upp i 160 000 Nm³ rågas i årlig produktion på egen hand. Därtill finns en sjö som effektivt skärmar av två av gårdarna från övriga, vilket kraftigt försvårar ledningsdragning och även förlänger transport till gemensam anläggning avsevärt.

5.2.6 Eskilstuna kommun

Inom Eskilstuna kommun i norra Södermanland finns några mindre ansamlingar av gårdar, men inga tydliga hotspots med tillnärmelsevis den potential som krävs för gemensam uppgradering. Alternativet att samla in gödsel till en central röttnings- och uppgraderingsanläggning finns naturligtvis. Inom en radie av ca en mil ifrån Eskilstuna

finner man ett tiotal gårdar som skulle kunna vara av intresse för detta, här benämnda SÖ10. Gödseln från dessa gårdar skulle sammantaget kunna ge ca 717 000 Nm³ rågas/år, vilket genom samrötning kan ökas till nära 897 000 Nm³ rågas/år. Rågasen skulle kunna uppgraderas till ca 538 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande knappt 5,3 GWh. Detta är tillräckligt för att kunna lönsamgöra uppgradering, men i detta fall skulle insamlingen kräva relativt många och långa transporter. En av gårdarna kan ensam producera mer än 160 000 Nm³ rågas/år, vilket ger denna gård möjligheten till biogasproduktion t.ex. för sin egen el- eller värmeförsörjning.



Figur 3. Hotspots och anläggningar inom Södermanlands län. Grön: decentraliserade, Blå: centraliserade, Lila: kombinerade, Röd: ej realiserbara i dagsläget.

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| ● Tankställe | ■ Reningsverk med rötkammare |
| ● Bussdepå med tankställe | ▲ Uppgraderingsanläggning |
| ● Bussdepå utan tankställe | ■ Gårdsanläggning |
| ⊠ Samrötningsanläggning | |

5.3 Stockholms län

I Stockholms län finns det ett antal stora eller medelstora gårdar, men dessa ligger väl utspridda. I närheten av Storstockholm, med en mängd tankställen att försörja, finns bara enstaka gårdar varav flertalet inte har tillräcklig potential för egen biogasproduktion. I Botkyrka kommun finns dock en gård med goda möjligheter att producera biogas för att, om inte annat, tillgodose sin egen energiförsörjning. Gödseln från gården skulle årligen kunna ge drygt 200 000 Nm³ rågas, motsvarande ca 1,2 GWh.

I länet som helhet blir det ytterst tydligt vad som är den kanske största nackdelen med gödsel som substrat; stora avstånd mellan substrat och avsättningsmöjligheter för fordonsgas. I Stockholms län finns i princip inga möjligheter för lönsamma hotspots med möjlighet till gasledning, men alternativet med att transportera gödsel till gemensam anläggning skulle kunna vara av intresse i den norra delen av länet. I tabell 18 redovisas den samlade kapaciteten för de hotspots som identifierats inom Stockholms län. Samtliga siffror gäller på årsbasis. För mer utförliga tabeller över gasutbyten för respektive hotspot hänvisas läsaren till Bilaga 2. I de nästkommande avsnitten beskrivs de enskilda hotspotsen inom respektive kommun mer ingående.

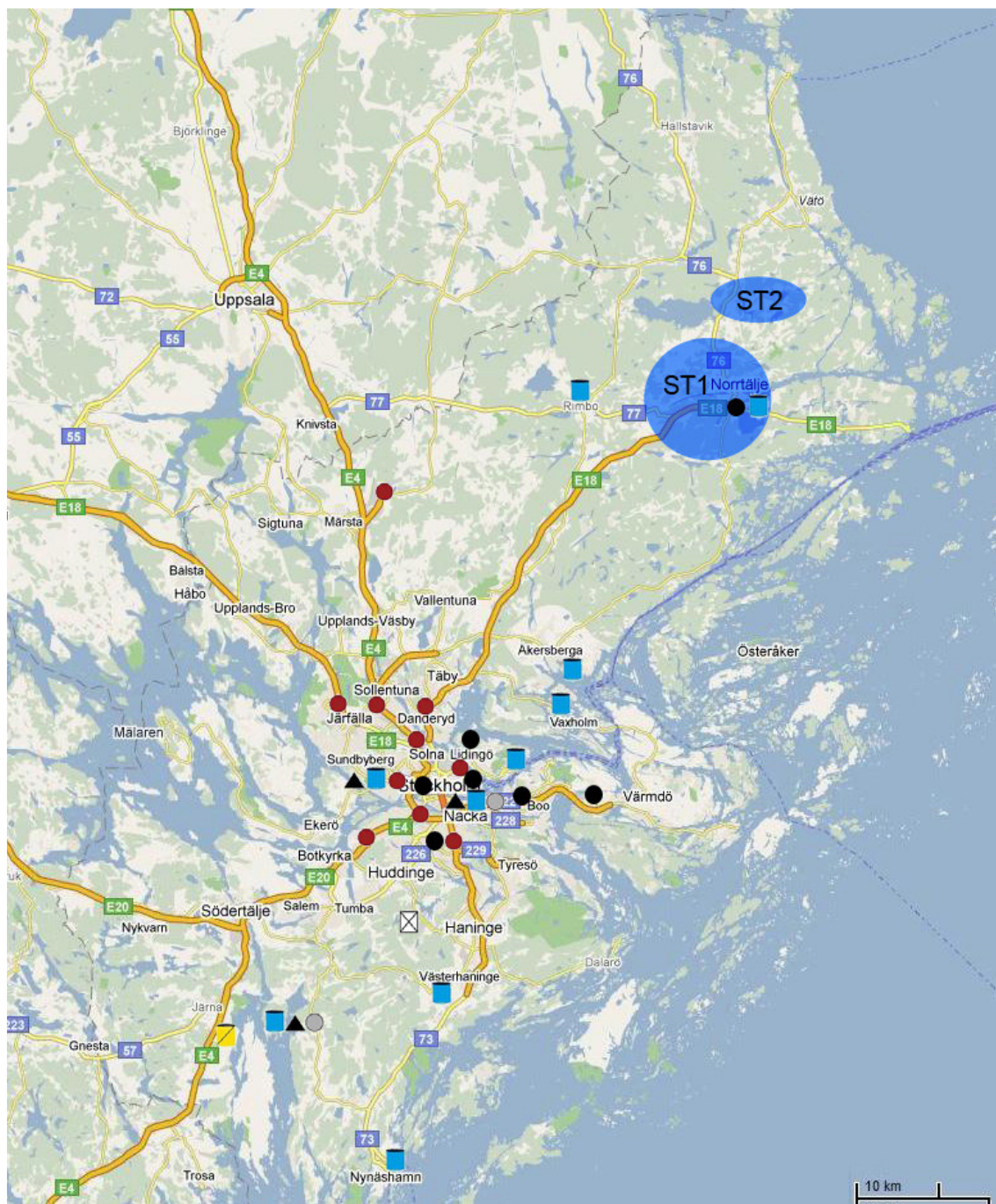
Tabell 18. Potential Stockholms län (gaspotential i Nm³, energiinnehåll i GWh).

Kommun	Hotspot	Rågaspotential (med samrötning)	Energiinnehåll
Norrtälje	ST1	419 782	2,45
Norrtälje	ST2	228 069	1,34
Total	-	647 851	3,79

5.3.1 Norrtälje kommun

Kring Norrtälje i den norra delen av länet finns ett antal gårdar som kan vara av intresse – dock ligger dessa alltför väl utspridda för att gasledning skall kunna vara ett lönsamt alternativ. Inom en mils avstånd från Norrtälje finns fyra gårdar av intresse, här benämnda ST1. Gödseln från dessa gårdar skulle kunna ge ca 336 000 Nm³ rågas/år, eller ca 420 000 Nm³ rågas vid samrötning. Detta kan i sin tur uppgraderas till knappt 252 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande nästan 2,5 GWh.

Därtill finns det fem gårdar inom ytterligare ca 10 km norrut, som här benämns ST2. Gödsel från dessa gårdar skulle kunna vara av intresse för insamling och transport till central anläggning, vilket skulle ge ytterligare drygt 182 000 Nm³ rågas/år. Detta skulle kunna ökas till ca 228 000 Nm³ rågas/år genom samrötning, vilket kan uppgraderas till knappt 137 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande drygt 1,3 GWh. Endast en av gårdarna uppnår en årlig produktion av mer än 160 000 Nm³ rågas, vilket – tillsammans med de relativt stora avstånden – gör insamling av substrat för rötning i central anläggning till det enda realistiska alternativet i Norrtälje. I de nordöstra utkanterna av Norrtälje finns även ett avloppsreningsverk som producerar ca 220 000 Nm³ rågas/år. Om denna rågas leds samman med rågas från samrötning av gödsel och annat substrat skulle således ca 868 000 Nm³ rågas kunna produceras, vilket öppnar för gemensam uppgradering som kan ge ca 587 000 Nm³ fordonsgas/år, motsvarande knappt 5,8 GWh.



Figur 4. Hotspots inom Stockholms län. Grön: decentraliserade, Blå: centraliserade, Lila: kombinerade, Röd: ej realiserbara i dagsläget.

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| ● Tankställe | ■ Reningsverk med rötkammare |
| ● Bussdepå med tankställe | ▲ Uppgraderingsanläggning |
| ● Bussdepå utan tankställe | ■ Gårdsanläggning |
| ⊠ Samrötningsanläggning | |

5.4 Uppsala län

I Uppsala län finns en mängd gårdar med medelstora och stora djurbesättningar – huvudsakligen i den södra och västra halvan av länet – men trots detta finns det få riktigt tydliga hotspots. I tabell 22 redovisas den samlade kapaciteten för de hotspots som identifierats inom Uppsala län. Samtliga siffror gäller på årsbasis. För mer utförliga tabeller över gasutbyten för respektive hotspot hänvisas läsaren till Bilaga 2. I de nästkommande avsnitten beskrivs de enskilda hotspotsen inom respektive kommun mer ingående.

Tabell 22. Potential Uppsala län (gaspotential i Nm^3 , energiinnehåll i GWh).

Kommun	Hotspot	Rågaspotential (med samrötning)	Energiinnehåll
Enköping	UP1	409 939	2,41
Enköping	UP2	978 363	5,74
Uppsala	UP3	318 720	1,88
Uppsala	UP4	566 627	3,32
Uppsala	UP5	985 457	5,79
Uppsala	UP6	1 242 687	7,31
Tierp	UP7	259 250	1,53
Östhammar	UP8	860 969	5,07
Heby	UP9	517 313	3,04
Total	-	6 139 325	36,09

5.4.1 Enköpings kommun

I Enköpings kommun i de sydvästra delarna av länet finns drygt 20 gårdar med tillräckligt stora djurbesättningar för att kunna vara av intresse. Somliga ligger dock väl isolerade för att utgöra en del av någon hotspot, och det finns också få gårdar som ligger riktigt nära Enköping.

Sydväst om Enköping (söder om E18) ligger en ansamling av fyra gårdar som här benämns UP1. Dessa gårdar kan från sin gödsel producera knappt 328 000 Nm^3 rågas/år, vilket genom samrötning kan ökas till ca 410 000 Nm^3 /år, som vid uppgradering kan ge ca 246 000 Nm^3 fordonsgas, motsvarande 2,4 GWh. Denna potential är för liten för att uppgradering skall vara ett lönsamt alternativ i nuläget, men tillsammans med rågas från stadens reningsverk – som producerar ca 350 000 Nm^3 rågas/år – skulle fås ca 760 000 Nm^3 rågas/år vilket öppnar för gemensam uppgradering. Samtliga dessa gårdar ligger inom 10 km ifrån reningsverket. Två av gårdarna har alltför liten potential för att investering i egen röttningsanläggning skall vara motiverad i dagsläget. Den bästa lösningen ter sig istället vara att tre av gårdarna transporterar sin gödsel till den fjärde gården, som ligger närmast reningsverket. Den rågas som då produceras skulle kunna ledas samman med rågas från reningsverket ca 3 km bort.

Norr om Enköping, främst utmed länsväg 70 inom ett område med en radie på ca 12 km, finns mellan 15 och 20 gårdar med relativt stora djurbesättningar. På några platser ligger gårdarna tätare samman, men som helhet är det svårt att kalla detta för en hotspot. En lösning där dessa gårdar transporterar gödsel till central röttnings- och uppgraderingsanläggning skulle dock kunna vara ett alternativ, varför dess samlade potential redovisas. Dessa gårdar benämns här UP2. Den samlade potentialen för dessa gårdar uppgår till knappt 783 000 Nm³ rågas/år, vilket kan ökas till ca 978 000 Nm³ rågas genom samrötning. Uppgradering kan ge ca 587 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande drygt 5,7 GWh. Således tillräckligt med rågas för att uppgradering skall kunna vara ett lönsamt alternativ, men att samla all denna gödsel skulle medföra en stor mängd transporter.

Några mil sydöst om Enköping, i trakterna kring Grillby och Lillkyrka inom ett område med en radie av knappt 7 km, finns ytterligare en samling gårdar som här benämns UP3. Dessa har en sammantagen potential om nästan 255 000 Nm³ rågas/år från gödseln, som kan ökas till knappt 319 000 Nm³ rågas/år vid samrötning, motsvarande ca 191 000 Nm³ fordonsgas eller knappt 1,9 GWh. Således inte tillräckligt för att kunna motivera gemensam uppgradering till fordonsgas, varför det krävs förändrade förutsättningar för att detta skall kunna bli en hotspot värd att satsas på. Ingen av gårdarna når heller upp till en årsproduktion av 160 000 Nm³ rågas.

5.4.2 Uppsala kommun

Kring Uppsala finns en rad gårdar i alla väderstreck med medelstora eller stora djurbesättningar, men i de flesta fall har de för långa avstånd sinsemellan för att man skall kunna tala om tydliga hotspots. Den enda tydliga ansamlingen av mer än 2-3 gårdar med hyfsad potential ligger utmed väg 288, några mil nordost om Uppsala. Inom ett område med en radie på knappt 5 km ligger sex gårdar (varav en i Östhammars kommun) som här benämns UP4. Gödseln från dessa gårdar skulle kunna ge drygt 453 000 Nm³ rågas/år, vilket genom samrötning skulle kunna ökas till knappt 567 000 Nm³. Uppgraderas rågasen kan fås nästan 340 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 3,3 GWh. Detta är tillräckligt för att lönsamgöra en uppgraderingsanläggning enligt antagandena här, men lämnar lite över för att täcka investering i gasledning. Dessutom uppnår ingen av gårdarna på egen hand 160 000 Nm³ rågas/år och skulle alltså få svårt att satsa på egen biogasanläggning. I dagsläget torde alltså det mest realistiska alternativet vara att samla in substrat för gemensam rötning.

I övrigt finns inga ansamlingar av gårdar i Uppsala kommun värda att kallas för tydliga hotspots. Möjligheten finns naturligtvis att samla in gödsel från gårdar kring Uppsala för rötning i en central anläggning, varför den samlade potentialen för gårdar som ligger kring Uppsala redovisas här. I det första steget antas upptagningsområdet ha en radie på ca en mil kring Uppsala. Inom detta område finns ett tiotal gårdar – här benämnda UP5 – av intresse. Sammantaget skulle gödseln från dessa gårdar kunna ge drygt 788 000 Nm³ rågas/år, vilket skulle kunna ökas till drygt 985 000 Nm³ rågas/år genom samrötning. Vid uppgradering skulle detta ge drygt 591 000 Nm³ fordonsgas, motsvarande ca 5,8 GWh. Potentialen är tillräckligt stor för att uppgradering skall kunna vara ett alternativ, men att förverkliga detta skulle kräva en stor mängd transporter av substrat och rötrest. Endast en av gårdarna når ensam upp till 160 000 Nm³ rågas/år, och kan därmed satsa på biogasframställning för sin egen energiförsörjning, men för övriga är gemensam rötning det enda alternativet i dagsläget.

Om upptagningsområdets radie ökas till uppemot tre mil finner man ytterligare knappt 15 gårdar av intresse, här kallade UP6, som sammantaget kan ge ca 7,3 GWh gas. Bland dessa gårdar finns två stycken som skulle kunna förse en egen anläggning med tillräckligt mycket substrat för att en detta skall vara ett lönsamt alternativ.

Då även gårdarna inom UP4 och UP5 ovan inkluderas fås sammanlagt ett 30-tal intressanta gårdar inom 30 km från Uppsala. Gödseln från samtliga dessa gårdar skulle kunna ge nästan 1,68 miljoner Nm^3 fordonsgas, eller ca 16,4 GWh. Således en mycket god potential, som mer än väl kan lönsamgöra uppgradering till fordonsgas. Att framställa biogas ur all denna gödsel skulle dock kräva en mycket omfattande insamlingsapparat med stor lagringskapacitet, varför samtliga dessa gårdar knappast får anses aktuella.

5.4.3 Tierps kommun

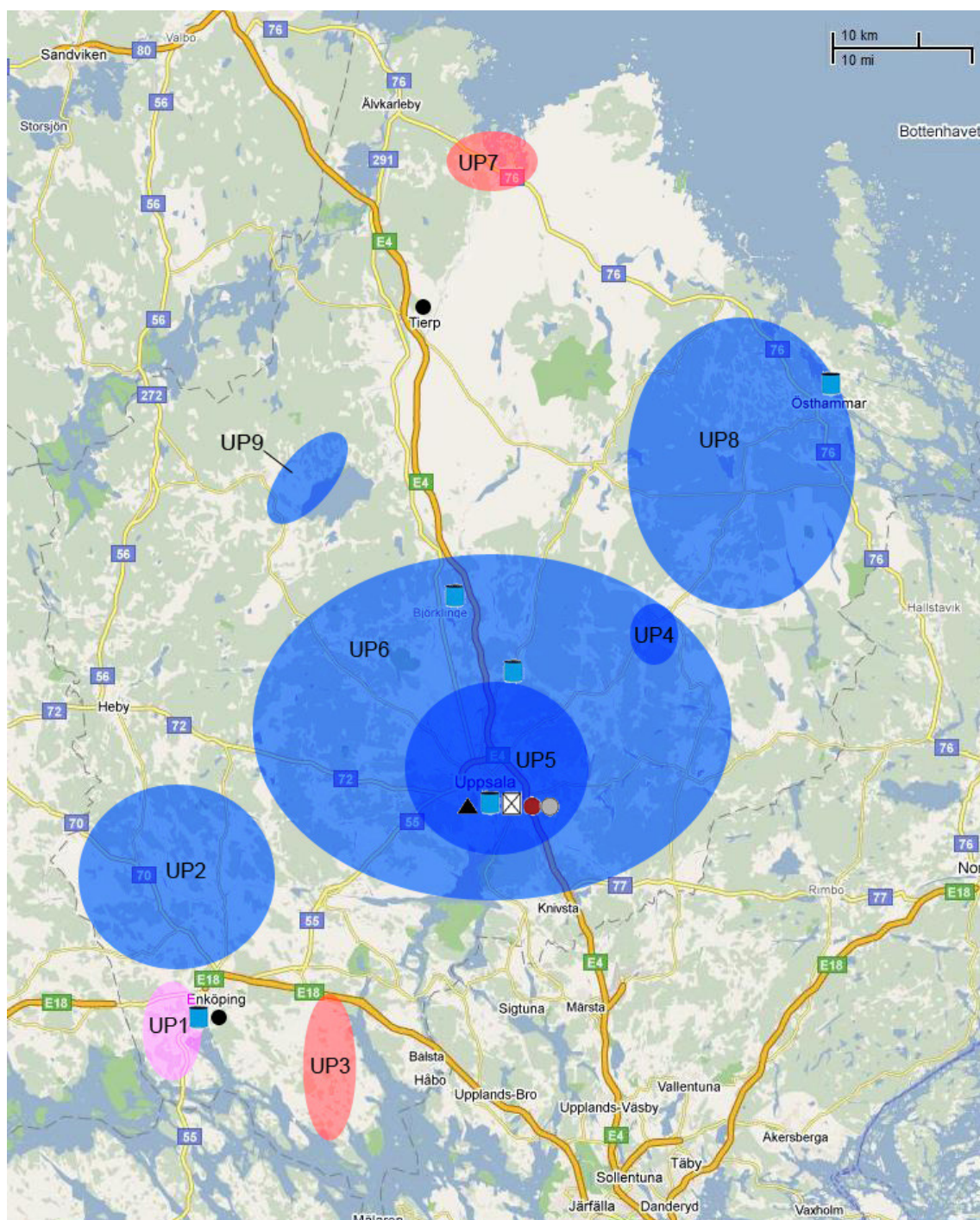
I norra Uppland, utmed väg 76 mellan Skärplinge och Karlholmsbruk, finns fyra potentiellt intressanta gårdar som här benämns UP7. Gödseln från dessa gårdar skulle kunna ge ca 207 000 Nm^3 rågas/år, som genom samrötning skulle kunna ökas till drygt 259 000 Nm^3 rågas/år, motsvarande nästan 156 000 Nm^3 fordonsgas eller drygt 1,5 GWh. Alla gårdarna har dock för liten enskild potential för att egna röttningsanläggningar skall vara motiverade, och tillsammans har de för liten potential för att uppgradering till fordonsgas skall kunna vara ett lönsamt alternativ för tillfället. Detta kan därmed inte anses vara någon hotspot värd att satsa på i dagsläget.

5.4.4 Östhammars kommun

I Östhammars kommun finns inga egentliga hotspots, men utmed de vältrafikerade vägarna nummer 76 och 288 kring Gimo, Harg, Östhammar och Norrskedika finns ett tiotal gårdar med hyfsad potential, här benämnda UP8. Gödseln vid dessa gårdar skulle kunna ge knappt 689 000 Nm^3 rågas/år, och med samrötning skulle det kunna ökas till ca 861 000 Nm^3 rågas/år. Uppgradering skulle ge knappt 517 000 Nm^3 fordonsgas, motsvarande ca 5,1 GWh, vilket skulle kunna lönsamgöra gemensam uppgraderingsanläggning. Ingen av gårdarna når ensam upp till 160 000 Nm^3 rågas/år, och även om så vore fallet är avstånden alltför stora för att en sammanlänkande gasledning skall kunna medges. Upptagningsområdet förefaller dessutom väl stort för att insamling och transport till gemensam anläggning skall vara ett attraktivt alternativ, men kapaciteten för relativt stor biogasproduktion ur gödsel finns icke desto mindre inom Östhammars kommun.

5.4.5 Heby kommun

I Heby kommun i västra delen av Uppsala län finns en mindre ansamling gårdar med relativt god potential. Denna återfinns nordväst om sjön Tämnaren, i närheten av Östervåla, och benämns här UP9. Sammantaget skulle gårdarna inom denna hotspot kunna producera knappt 414 000 Nm^3 rågas/år från gödsel, vilket kan ökas till ca 517 000 Nm^3 rågas/år med den samrötningsschablon som antagits. Detta kan i sin tur uppgraderas till drygt 310 000 Nm^3 fordonsgas, motsvarande ca 3,0 GWh. Enligt antagandena i denna rapport är detta tillräckligt för att uppgradering till fordonsgas skall kunna lönsamgöras. En av gårdarna i denna hotspot har mycket god egen potential, varför det mest troliga scenariot vore att denna gård agerar centralpunkt till vilken övriga gårdar transporterar substrat.



Figur 5. Hotspots inom Uppsala län. Grön: decentraliserade, Blå: centraliserade, Lila: kombinerade, Röd: ej realiserbara i dagsläget.

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| ● Tankställe | ■ Reningsverk med rötkammare |
| ● Bussdepå med tankställe | ▲ Uppgraderingsanläggning |
| ● Bussdepå utan tankställe | ■ Gårdsanläggning |
| ⊠ Samrötningsanläggning | |

6 Realiserbarhet

Detta kapitel utgår ifrån de hotspots som i föregående kapitel identifierats som intressanta baserat på rågaspotential. Dessa hotspots diskuteras här utifrån faktorer som presenterats i kapitel 4, med målet att urskilja redan idag realiserbara hotspots. Mot slutet presenteras även kalkylexempel för att läsaren skall ges en uppfattning om kostnader och produktionspris.

6.1 Gotlands län

Gotland får generellt sett anses vara det län som har bäst möjligheter till biogasproduktion från gödsel; tack vare både relativt hög djurtäthet samt korta avstånd. Dock är Gotland det län som idag har klart sämst avsättningsmöjligheter då man helt saknar tankställen och gasdrivna fordon. Kommunens uttalade vilja att satsa på biogas som fordonsbränsle bör kunna påskynda utvecklingen och på 5–10 års sikt skulle åtminstone en begränsad marknad med stadsbussar och ett mindre antal kommunala fordon kunna byggas upp. Initiativ måste dock komma både från möjliga producenter och konsumenter – parallellt och gärna i samråd. Med detta bör även den privata marknaden för gasbilar kunna ökas successivt.

Visby med omnejd identifierades som en möjlig referenspunkt för denna kartläggning. Staden har ett reningsverk som redan producerar rågas och kommande år införs gasdrivna stadsbussar, vilket är den första verkliga möjligheten till långsiktig avsättning för fordonsgas på Gotland. I Visbys närhet har dock inga tydliga hotspots med verkligt god potential kunnat identifieras. Några mindre ansamlingar av gårdar finns (GO1, GO2, och GO3; se avsnitt 5.1.1), men ligger väl utspridda i en halvcirkel runt Visby. För att kunna förse stadsbussarna med fordonsgas producerad från gödsel skulle insamling för rötning i central anläggning krävas. En sådan lösning är naturligtvis möjlig, och skulle även kunna samordnas med rötning av t.ex. organiskt hushållsavfall likt den lösning som Grontmij AB presenterade för Nyköpings kommun, men detta skulle otvivelaktigt medföra en omfattande transportapparat.

Roma och Romakloster med omnejd identifierades också som möjlig intressant referenspunkt tack vare Lövsta landsbygdscentrum som redan producerar rågas samt den planerade anläggningen för storskalig rötning av energigrödor, vilka skulle kunna öppna för samarbeten. Planerna på storskalig rötning av grödor har dock lagts ned (eller åtminstone skjutits på framtiden) beroende på en påstådd minskning i efterfrågan, som till viss del tillskrivits den vikande konjunkturen. Det finansiella läget ha medfört minskade skatteintäkter som lett till att kommunen fått skjuta sina planer på omställning till fordonsgasdrift på framtiden. Att denna anläggning inte blir av i nuläget bör dock inte påverka eventuella andra satsningar i närheten.

Vid Roma, knappt 20 km sydost om Visby, finns en hotspot (GO4; se avsnitt 5.1.2) som kan producera drygt 3,5 GWh rågas, vilket ger möjlighet till gemensam uppgradering. En av gårdarna når med råge upp till de 160 000 Nm³ rågas/år som antagits nödvändigt för att egen röttningsanläggning skall vara intressant. Ytterligare en gård ligger precis under denna rågasproduktion, medan det för den sista gården i hotspoten vore bättre att transportera substrat till annan närliggande gårdsanläggning. Detta medför att GO4 kan ses som en decentraliserad hotspot, där gasledning kan vara ett alternativ; att leda samman gas från gårdarna till gemensam uppgradering skulle kräva ca 5 km ledning. I

närheten finns också Lövsta landsbygdscentrum som har rågasproduktion, vilket skulle kunna öppna för ytterligare samarbete kring gasuppgradering.

Sydväst om Romakloster finns ett område med 15–20 gårdar (GO5; se avsnitt 5.1.2) inom tillräckligt korta avstånd för att kunna klassas som en hotspot, därtill med mycket god potential (ca 11,1 GWh). Majoriteten av dessa gårdar kan inte själva uppnå lönsamhet i biogasproduktion, men substrat skulle kunna samlas in för rötning vid två av gårdarna – med god egen potential – som då skulle producera 4,5 respektive 6,6 GWh ur insamlat substrat. Därpå skulle rågasen kunna ledas samman via ca 5 km ledning till en gemensam uppgraderingsanläggning.

För tillfället finns dock ingen avsättning för fordonsgas i den absoluta närheten av Roma eller Romakloster. Även på några års sikt är det tveksamt huruvida ett gastankställe med lokalt producerad fordonsgas skulle kunna göras lönsamt. Eventuell fordonsgas skulle sannolikt behöva transporteras med gasflak till Visby där gasbussar skall börja trafikera gatorna under 2010 och även ett publikt tankställe planeras. På sikt finns dock en mycket god potential för biogas från gödsel i och kring Roma och Romakloster. Detta bör definitivt vara ett område av intresse för kommunen vid framtida biogassatsningar.

Därtill har det i avsnitt 5.1.3 visats att det finns möjligheter till biogasproduktion från gödsel kring Linde och Alva på södra Gotland, vid Tingstäde på nordvästra Gotland samt kring Slite på nordöstra delen av ön. I Slite finns även ett reningsverk som är under ombyggnad. Efter färdigställandet (väntas färdigt 2010) skall verket ha kapacitet för 8 000 personer mot nuvarande 3 000, och kommer därmed att kunna ta emot avloppsvatten från en större del av norra Gotland. Detta innebär också större mängder slam samlat på ett ställe, vilket skulle kunna utgöra ett bra underlag för rötning till biogas. Tack vare kommunens uttalade vilja att satsa på biogas som fordonsbränsle för hela Gotland bör det i framtiden finnas intresse av att producera biogas från gödsel även på dessa platser.

Det relativt nystartade Gotlandsbuss AB, vilket utgörs av lokala bussbolag spridda över ön, har dock valt att satsa på nya dieseldrivna bussar. Det lär således dröja innan det kan bli aktuellt med gasdrivna bussar över hela ön. En mer omfattande gasdriven fordonsflotta ter sig än mer avlägsen, varför de flesta hotspots i länet inte kommer att kunna få avsättning för eventuell fordonsgas ännu på många år.

6.2 Södermanlands län

I Södermanlands län finns den högsta djurtätheten i den sydvästra halvan av länet. I norr och öster kring Eskilstuna, Strängnäs och Gnesta finns spridda gårdar, eller mindre ansamlingar med hyfsad potential, men inga riktigt tydliga hotspots.

Kartläggningen av Nyköpings kommun visar att de flesta och största gårdarna finns i trakterna kring Stigtomta utmed länsväg 52 (SÖ1; se avsnitt 5.2.1), vilket också rimmar väl med vad Grontmij AB kom fram till i sin rapport tidigare i år. Dock ligger gårdarna alltför utspridda, och har i de flesta fall för liten egen potential för att detta skall kunna ses som en decentraliserad hotspot. Insamling av substrat för gemensam storskalig rötning synes vara det enda realistiska alternativet, vilket också sammanfaller med Grontmij AB:s rekommendation.

Sammantaget skulle gårdarna kunna producera rågas motsvarande ca 5,5 GWh/år, vilket öppnar för gemensam uppgradering till fordonsgas. Det finns dock inget självklart avsättningsalternativ för eventuell gas i dagsläget. Att transportera gasen med gasflak till Nyköping kräver ca 20 km transport. I Nyköping finns visserligen ett gastankställe, och ytterligare ett är på gång, men det lär krävas ett större underlag för att säkerställa avsättningen för ytterligare fordonsgas. Ett nytt tankställe utmed E4:an vid Nyköping skulle således kunna vara en möjlighet, alternativt ett tankställe vid Skavsta flygplats som ligger mellan Stigtomta och Nyköping utmed väg 52. Det alternativ som totalt sett kräver minst transporter är dock ett tankställe i anslutning till eventuell rötnings- och uppgraderingsanläggning i Stigtomta.

I Flens kommun finns flera ansamlingar av gårdar, varav åtminstone en har potential nog för uppgradering till fordonsgas. Kring Vadsbro drygt 10 km söder om Flen utmed väg 221, finns en grupp gårdar (SÖ2; se avsnitt 5.2.2) som sammantaget genom samrötning skulle kunna producera fordonsgas motsvarande ca 7,6 GWh/år, vilket mer än väl kan lönsamgöra rötnings- och uppgraderingsanläggning. Tre av gårdarna skulle kunna uppnå lönsamhet för en egen gårdsanläggning, men som helhet måste detta betraktas som en centraliserad hotspot där insamling av substrat för gemensam rötning är det enda realistiska alternativet i nuläget. Inte heller här finns dock något självklart avsättningsalternativ. Det enklaste alternativet förefaller vara ett tankställe i anslutning till rötnings- och uppgraderingsanläggning, men fordonsgas skulle även kunna transporteras med gasflak till Flen.

Kring Flen finns också två, lite mindre tydliga, ansamlingar av gårdar (SÖ3 och SÖ5) som inte själva kan producera tillräckligt med gas för att uppgradering till fordonsgas skall vara lönsam. Att samla in gödsel från gårdarna i SÖ2, SÖ3 och SÖ5 samt eventuellt annat substrat från området kring Flen för gemensam rötning bör dock kunna vara ett intressant alternativ för kommunen. Även här skulle en sådan lösning kunna samordnas med rötning av t.ex. hushållsavfall. I dagsläget finns inget tankställe i hela Flens kommun, men om sådant byggs skulle det med fördel kunna förses med gas framställd från bl.a. gödsel.

Öster om Malmköping i Flens kommun, utmed väg 55 mot Strängnäs, finns en mindre hotspot (SÖ4; se avsnitt 5.2.2) som kan producera fordonsgas motsvarande ca 3,1 GWh. Detta räcker för att kunna lönsamgöra en uppgraderingsanläggning. Två av gårdarna kan sannolikt inte satsa på egen anläggning varför detta får ses som en centraliserad hotspot, där transport av substrat till den gård som har enskilt störst potential, vilken ligger alldeles nära väg 55, ter sig lämpligast. Avsättningen för gasen är även här ytterst oklar då det inte heller i Malmköping finns något gastankställe i nuläget.

I Katrineholms kommun har inga hotspots med god egen potential kunnat identifieras, varför den samlade potentialen för gårdar som ligger upp till ca 10 km från Katrineholm sammanställts. Gödseln från dessa gårdar skulle kunna ge ca 9 GWh. Kommunen har dock, tillsammans med Katrineholms Energi AB (KEAB) och Svensk Biogas i Linköping AB, satsat på en uppgraderingsanläggning vid Rosenholms ARV som skall göra Katrineholm självförsörjande på fordonsgas fr.o.m. maj 2009. I takt med att kommunens produktion ökar bör även den privata marknaden för gasfordon kunna växa. Om produktionen i framtiden skall kunna ökas utöver reningsverkets kapacitet för att möta en än större efterfrågan bör gödsel vara ett intressant substrat för insamling och

rötning i central anläggning, som även den skulle kunna placeras nära uppgraderingsanläggningen vid Rosenholm.

I Vingåkers kommun i de västra delarna av länet finns några gårdar spridda i en cirkel kring Vingåker, ca 5 km från tätorten (SÖ7; se avsnitt 5.2.4). Därtill finns ytterligare gårdar spridda i kommunen, upp till ca 12 km från Vingåker (SÖ8; se avsnitt 5.2.4). Den samlade potentialen för dessa gårdar har beräknats till ca 4,8 GWh, och med rågas från ortens reningsverk skulle det öka till ca 5,1 GWh, vilket är tillräckligt för att uppgradering skall kunna vara lönsam. Detta får betraktas som en centraliserad hotspot, då ingen av gårdarna når upp till den gasvolym som antagits nödvändig för en egen anläggning. Insamling av substrat för rötning i central anläggning, exempelvis i närheten av reningsverket, skulle vara nödvändig. Inte heller i Vingåker finns något tankställe i nuläget, men om/när sådant anläggs skulle gas framställd vid reningsverket och från insamlad gödsel vara ett bra underlag. I Vingåker finns även en mindre bussdepå där länstrafikens bussar skulle kunna tankas med fordonsgas om en mer allmän omställning till gasdrift sker.

Eskilstuna kommun har en liknande situation som Katrineholm; inga tydliga hotspots, men möjlighet att samla in gödsel från gårdar inom en radie om ca 10 km, som då skulle kunna ge knappt 5,3 GWh fordonsgas. Även i Eskilstuna produceras och uppgraderas dock gas (ca 6 GWh) vid stadens reningsverk, som sedan leds via gasledning till bussdepån i närheten där det finns tankställen för både stadsbussar och privatbilar. Gödseln i kommunen bör definitivt vara av intresse för rötning i central anläggning om man i framtiden vill öka produktionen ytterligare.

6.3 Stockholms län

Stockholms län är det län som har den största potentiella marknaden för fordonsgas, men också det län i denna studie som har minst antal gårdar med stora djurbesättningar och ytterst få verkliga hotspots. P.g.a. av Stockholms läns relativa befolkningstäthet, som samlar stora mängder avfall och avloppsslam på liten yta, får länet generellt anses ha större möjligheter till biogasproduktion från dessa substrat än från gödsel.

Endast i Norrtälje kommun i den norra delen av länet kan man tala om hotspots, och även där är avstånden väl långa mellan gårdarna för att det skall vara verkligt tydliga sådana. Insamling av substrat för central rötning skulle dock kunna vara ett alternativ, och en stor del av transportererna bör kunna samordnas då en majoritet av gårdarna återfinns utmed, eller i närheten av, väg 76, men transportererna skulle ändå bli omfattande. Tillsammans med den rågas som produceras vid stadens reningsverk skulle dock drygt 870 000 Nm³ rågas, motsvarande 5,1 GWh, kunna produceras vilket bör kunna lönsamgöra en uppgraderingsanläggning.

I Norrtälje finns i dagsläget ingen avsättning för fordonsgas, men en möjlighet vore att anlägga ett tankställe i anslutning till SL:s bussdepå utmed väg 76 i de nordligaste delarna av staden. Ett alternativ skulle vara att anlägga en central rötnings- och uppgraderingsanläggning i närheten av bussdepån. Till denna skulle substrat kunna transporteras för rötning och rågas skulle kunna ledas från reningsverket ca 2,5 km österut för gemensam uppgradering. Det rimmar även väl med SL:s ambition att på sikt köra samtliga bussar med förnybara bränslen, vilket bl.a. innebär att man är intresserad av att använda biogas vid depåer som ligger nära biogasproduktion (eller möjlig biogasproduktion) – något som alltså skulle kunna bli verklighet i Norrtälje.

6.4 Uppsala län

I Enköpings kommun har två mindre hotspots identifierats, varav den ena har för liten potential för att vara av intresse i dagsläget, medan den andra (UP1; se avsnitt 5.4.1) skulle kunna producera rågas som sammanförs med rågas från reningsverket för gemensam uppgradering. Två av gårdarna i denna hotspot kan producera tillräckligt med rågas för att egen anläggning skall vara möjlig, men den bästa utformningen är sannolikt att tre av gårdarna transporterar substrat den fjärde gården, varifrån rågas kan ledas samman med gas från reningsverket via ca 3 km ledning. Sammantaget skulle gårdarna och reningsverket kunna ge ca 760 000 Nm³ rågas/år, motsvarande ca 4,5 GWh, vilket kan motivera gemensam uppgradering.

Norr om Enköping, främst utmed väg 70, finns ett antal gårdar som sammantaget har en gaspotential om ca 5,7 GWh, vilket även det skulle kunna motivera gemensam uppgradering. Gårdarna ligger dock alltför väl utspridda för att detta skall kunna anses som en verkligt tydligt hotspot, men en lösning där substrat hämtas från dessa gårdar och rötas i central anläggning skulle vara tänkbar. Även detta skulle kunna koordineras med uppgradering av rågas från reningsverket.

Det stora problemet i Enköping är dock att det helt saknas avsättning för fordonsgas i dagsläget. Någon uttalad satsning på fordonsgas verkar inte heller vara nära förestående. Om en sådan satsning skulle initieras vore länstrafikens eller Swebus bussdepå möjliga platser att anlägga tankställen för fordonsgas. Där skulle kunna skapas långsiktig avsättning för stora mängder fordonsgas. Även publikt tankställe i anslutning till E18, som passerar strax norr om Enköping, skulle kunna vara ett möjligt intressant alternativ. Ytterligare ett problem är att matavfall från Enköping transporteras till Västerås för samrötning i Växtkrafts anläggning, vilket för tillfället tar bort möjligheten till samrötning av gödsel och matavfall i den egna kommunen.

I Uppsala kommun har bara en verkligt tydligt hotspot kunnat identifieras (UP4, se avsnitt 5.4.2). Denna ligger utmed väg 288 drygt 20 km nordöst om Uppsala. Potential finns för att producera drygt 560 000 Nm³ rågas/år, vilket kan möjliggöra gemensam uppgradering. Då ingen av gårdarna kan producera tillräckligt med rågas för att lönsamgöra en egen anläggning ter sig insamling och central rötning som det enda alternativet, varför detta får anses vara en centraliserad hotspot. Insamling av substrat skulle tvivelsutan låta sig göras då genomsnittsavståndet till ett tänkt centrum (vid gård utmed väg 288) av hotspoten är kortare än 5 km. Stora tveksamheter kring avsättningen finns dock. Länets enda tankställe finns idag i Uppsala. Att transportera fordonsgas dit skulle kunna vara ett alternativ, men om gasutbudet skall ökas i Uppsala finns sannolikt bättre alternativ. Det allra bästa för denna hotspot vore istället om ett gastankställe kunde anläggas i anslutning till rötnings- och uppgraderingsanläggningen, som då skulle ligga utmed en av länets mest trafikerade vägar. I dagsläget finns inte tillräckligt underlag för detta, men i en framtid med en mer omfattande flotta av privata gasfordon i länet, bör ett sådant gastankställe kunna lönsamgöras.

Kring Uppsala finns i övrigt inga tydliga hotspots, varför den sammanlagda potentialen för gårdar som ligger inom vissa avstånd från Uppsala har redovisats (se avsnitt 5.4.2). För gårdar inom ca 10 km från Uppsala uppgår potentialen till ca 5,8 GWh, och om avståndet ökas till ca 30 km kan potentialen ökas med ytterligare 10,6 GWh till sammanlagt 16,4 GWh. Även om insamling av allt detta substrat knappast är möjlig, eller ens önskvärd, så skulle insamling av gödsel från vissa gårdar kring Uppsala för

central rötning kunna bidra med stora mängder fordonsgas. För Uppsala kommun skulle det sannolikt vara bäst att välja ut vissa ”strategiska” gårdar och samla in gödsel från dessa. En storskalig samrötning av gödsel med t.ex. matavfall, liknande den lösning som finns i Västerås (Växtkraft), skulle också kunna vara ett möjligt intressant alternativ att utreda vidare. I nuläget skulle det bli mycket svårt med avsättning för sådana mängder gas. Om den nya bussdepå för både stads- och regiontrafiken invid Kungsängens gård som diskuterats blir verklighet, samtidigt som fler av dessa bussar skall tankas med fordonsgas, öppnas dock nya möjligheter. I en framtid med väsentligt fler gasfordon och fler tankställen i hela kommunen bör gödsel från kommunens gårdar definitivt vara ett intressant substrat.

I övriga delar av Uppsala län finns vissa mindre ansamlingar av gårdar eller enstaka gårdar med relativt god potential, men inga direkta hotspots som får anses realistiska i dagsläget. I Östhammars kommun finns visserligen ett flertal gårdar med god potential (UP8), men avstånden mellan dessa är väl långa. Icke desto mindre finns möjligheten att i framtiden förse tankställen utmed väg 288 eller väg 76 med fordonsgas från lokal gödsel. Även i Heby kommun finns en hotspot (UP9) med tillräcklig potential för att gasuppgradering skall kunna lönsamgöras. Denna hotspot ligger dock förhållandevis isolerad, långt ifrån möjlig större avsättning, och alltför långt från någon större ort för att transport av substrat till ev. större central anläggning skall kunna motiveras.

6.5 Kalkylexempel

I detta avsnitt skall två olika kalkylexempel presenteras; det ena utgår från en decentraliserad hotspot och det andra från en centraliserad. Återigen poängteras att kalkylerna är grovhuggna och schablonmässiga, men ger trots detta en bild av kostnaden för att förverkliga en hotspot – och vilka ungefärliga produktionspriser som kan förväntas. De ger även en indikation på investeringsbidragets effekt.

6.5.1 Decentraliserad hotspot

Den första kalkylen utgår från en decentraliserad hotspot; alltså en hotspot med flera röttningsanläggningar varifrån gas leds samman via ledning till gemensam uppgradering. I denna specifika hotspot finns tre gårdar, men bara två röttningsanläggningar då en gård med mindre potential istället transporterar sitt substrat till en av anläggningarna vid annan gård. Transportavståndet är ca 5 km och ungefär 2 400 ton pumpbart substrat skall transporteras årligen. Detta antas ske med tankbil till en kostnad om 0,75 kr/ton · km. Samma schablon används för att beräkna transportkostnad för rötresten, vilken ingår i den årliga transportkostnaden i tabell 20.

De två gårdsanläggningarna skall hantera drygt 8 000 ton respektive ca 15 000 ton substrat varje år. Utifrån detta har de nödvändiga rötkammarvolymerna antagits till ca 800 m³ (kostnad: 5 500 kr/m³) respektive ca 1 400 m³ (kostnad: 4 000 kr/m³). Sammantaget kan gårdarna producera ca 480 000 Nm³ rågas/år från gödsel, och med den samrötningsschablon som antagits kan detta ökas till ca 600 000 Nm³ rågas.

Kapitalinvesteringen för respektive anläggning har räknats om till en årlig kapitalkostnad med hjälp av annuitetsmetoden. Denna kostnad redovisas i kolumnen ”Årlig kostnad” i tabellerna nedan. De årliga drifts- och underhållskostnaderna (inkl. el, arbete, ev. reparationer, försäkring, elanslutning, analyser m.m.) för röttningsanläggningarna antas här motsvara 75 % av de årliga kapitalkostnaderna.

Tabell 20. Kostnader för rågasproduktion, decentraliserad hotspot.

	Kapitalinvestering	Årlig kostnad
Rötningsanl. (ca 800 m ³)	4,8 Mkr	385 000 kr
Drift & underhåll	-	289 000 kr
Rötningsanl. (ca 1 400 m ³)	5,6 Mkr	450 000 kr
Drift & underhåll	-	337 000 kr
Transport (inkl. lastning/lossning)	-	41 000 kr
Total	10,4 Mkr	1 502 000 kr

Utifrån ovanstående kan produktionskostnaden för rågas beräknas: 1 502 000 kr/600 000 Nm³ = 2,50 kr/Nm³ rågas. Genom effektivare samrötning skulle rågasutbytet sannolikt kunna ökas ytterligare, men om substratet/-en har en anskaffningskostnad kan ekonomin drastiskt förändras.

Då rågasen skall ledas samman till gemensam uppgraderingsanläggning kräver detta ca 5 km gasledning som i sin helhet kan dras i obebyggd miljö till en kostnad om 500 kr/m. Kostnaden för gastork antas till 100 000 kr/anläggning. Uppgraderingsanläggningen skall kunna hantera ca 600 000 Nm³ rågas/år, eller ca 90 Nm³/timme (då anläggningen är i drift 18 timmar/dygn). Kostnaden för anläggning med denna kapacitet har satts till 30 000 kr/m³ rågaskapacitet. Sammantaget kan ca 360 000 Nm³ fordonsgas produceras årligen.

Underhåll av gasledning antas motsvara 2,5 % av det årliga kapitalbeloppet och drift och underhåll av gastork motsvarar 10 % av det årliga kapitalbeloppet. Drift och underhåll av uppgraderingsanläggningen antas till 20 öre/Nm³ uppgraderad gas.

Tabell 21. Kostnader för gasuppgradering, decentraliserad hotspot.

	Kapitalinvestering	Årlig kostnad
Gasledning (5 km)	2,5 Mkr	201 000 kr
Underhållskostnad	-	5000 kr
Gastork (2 st)	200 000 kr	16 000 kr
Drift & underhåll	-	2 000 kr
Uppgraderingsanläggning	2,8 Mkr	225 000 kr
Drift & underhåll	-	72 000
Total	5,5 Mkr	521 000 kr

Den totala årliga kostnaden för rötning och uppgradering blir således drygt 2,0 Mkr. Då ca 360 000 Nm³ fordonsgas produceras medför detta ett produktionspris om 2 023 000 kr/360 000 Nm³ = 5,62 kr/Nm³ fordonsgas, eller ca 0,57 kr/kWh.

6.5.2 Centraliserad hotspot

Denna kalkyl utgår ifrån en centraliserad hotspot; alltså en hotspot med gemensam rötnings- och uppgraderingsanläggning till vilken allt substrat transporteras med tankbil.

I denna specifika hotspot finns sex stycken gårdar, och en av dessa antas husera anläggningen till vilken övriga transporterar sin gödsel. Transportsträckorna varierar mellan 3 och 8 km – genomsnittet ligger strax under 5 km. Sammantaget skall drygt 16 000 ton pumpbart substrat hanteras årligen. Transporterna antas ske med tankbil till en kostnad om 0,75 kr/ton · km. Samma schablon används för att beräkna transportkostnad för rötresten, vilken ingår i den årliga transportkostnaden i tabell 22.

Den nödvändiga rötkammarvolymen antas till ca 2 000 m³, till en kostnad av 3 500 kr/m³. Vid en anläggning som skall ta emot substrat för central rötning krävs som regel hygienisering av gödseln. Investeringskostnaden för en hygieniseringsanläggning har satts till 1,0 Mkr. Vid centraliserad rötning kan också krav om lagringsmöjligheter för gödsel och/eller rötrest ställas, vilket dock har lämnats utanför denna kalkyl. Sammantaget kan gårdarna producera ca 453 000 Nm³ rågas/år ur gödsel, vilket med den samrötningsschablon som antagits kan ökas till ca 567 000 Nm³ rågas.

Kapitalinvesteringen för respektive anläggning har även räknats om till en årlig kapitalkostnad med hjälp av annuitetsmetoden. Denna kostnad redovisas i kolumnen ”Årlig kostnad” i tabellerna nedan. De årliga drifts- och underhållskostnaderna (inkl. el, arbete, ev. reparationer, försäkring, elanslutning, analyser m.m.) för röttningsanläggningen antas motsvara 75 % av de årliga kapitalkostnaderna och de årliga kostnaderna för drift och underhåll av hygieniseringsanläggningen antas motsvara 10 % av de årliga kapitalkostnaderna.

Tabell 22. Kostnader för rågasproduktion, centraliserad hotspot.

	Kapitalinvestering	Årlig kostnad
Röttningsanläggning (2 000 m ³)	7 Mkr	562 000 kr
Drift & underhåll	-	421 000 kr
Hygieniseringsanläggning	1 Mkr	80 000 kr
Drift & underhåll	-	8 000 kr
Transport (inkl. lastning/lossning)	-	262 000 kr
Total	8 Mkr	1 333 000 kr

Produktionskostnad: $1\,333\,000\text{ kr} / 567\,000\text{ Nm}^3 = 2,35\text{ kr/Nm}^3$ rågas. Genom effektivare samrötning skulle rågasutbytet sannolikt kunna ökas ytterligare, men om substratet/en har en anskaffningskostnad kan ekonomin drastiskt förändras.

Uppgraderingsanläggningen skall kunna hantera ca 567 000 Nm³ rågas/år, eller drygt 85 Nm³/timme (då anläggningen är i drift 18 timmar/dygn). Kostnaden för anläggning med denna kapacitet har satts till 30 000 kr/m³ rågaskapacitet. Här antas att ingen gasledning eller gastork är nödvändig då röttnings- och uppgraderingsanläggningarna kan placeras alldeles nära varandra. Sammantaget kan ca 340 000 Nm³ fordonsgas/år produceras. Kostnaderna för drift och underhåll av uppgraderingsanläggningen antas till 20 öre/Nm³ uppgraderad gas.

Tabell 23. Kostnader för gasuppgradering, centraliserad hotspot.

	Kapitalkostnad	Årlig kostnad
Uppgraderingsanläggning	2,6 Mkr	209 000 kr
Drift & underhåll	-	68 000 kr
Total	2,6 Mkr	277 000 kr

Den totala årliga kostnaden för rötning och uppgradering blir således drygt 1,6 Mkr. Då ca 340 000 Nm³ fordonsgas produceras medför detta ett produktionspris om 1 610 000 kr/340 000 Nm³ = 4,74 kr/Nm³ fordonsgas, eller ca 0,48 kr/kWh.

6.5.3 Investeringsstödetts effekter

Investeringsstöd kan som bekant fås med upp till 30 % av kapitalbeloppet. Med hänvisning till EG:s statsstödsregler kan dock ett och samma företag som mest beviljas 200 000 € (2 Mkr) under en treårsperiod. Stödet får således lite olika effekt för de två hotspoten. I den decentraliserade hotspoten bör varje lantbrukare kunna få stöd till ”sin” anläggning, medan det för den centraliserade hotspoten enbart finns en gemensam anläggning att söka stöd för. I de modifierade kalkylerna beräknas således den decentraliserade hotspoten få 2 × 2 Mkr = 4 Mkr i investeringsstöd, medan den centraliserade får 2 Mkr.

Tabell 24. Investeringsstödetts effekt för decentraliserad hotspot.

	Kapitalinvestering	Årlig kostnad
Total investering	15,9 Mkr	1 277 000 kr
Totalt investeringsstöd	4 Mkr	-
Ändring i årlig kapitalkostnad	-	-321 000 kr
Total rörlig kostnad	-	746 000 kr
Total	11,9 Mkr	1 702 000 kr

Med stödet sänks de totala investeringskostnaderna för den decentraliserade hotspoten från 15,9 Mkr till 11,9 Mkr. Den årliga kapitalkostnaden minskar med drygt 320 000 kr tack vare investeringsstödet, och den totala årliga kostnaden minskar följaktligen lika mycket. Detta ger ett nytt produktionspris för fordonsgas om 1 702 000kr/360 000 Nm³ = 4,73 kr/ Nm³, att jämföra med tidigare 5,62 kr/ Nm³. Produktionskostnaden per kWh fordonsgas sänks från tidigare 0,57 kr/kWh till 0,48 kr/kWh.

Tabell 25. Investeringsstödetts effekt för centraliserad hotspot.

	Kapitalinvestering	Årlig kostnad
Total investering	10,6 Mkr	851 000 kr
Totalt investeringsstöd	2 Mkr	-
Ändring i årlig kapitalkostnad	-	-160 000 kr
Total rörlig kostnad	-	759 000 kr
Total	8,6 Mkr	1 450 000 kr

För den centraliserade hotspoten sänker stödet den totala investeringen från 10,6 Mkr till 8,6 Mkr. Den årliga kapitalkostnaden minskar med ca 160 000 kr tack vare investeringsstödet, och den totala årliga kostnaden minskar följaktligen lika mycket. Detta ger ett nytt produktionspris för fordonsgas om $1\,450\,000\text{kr}/340\,000\text{Nm}^3 = 4,26\text{kr}/\text{Nm}^3$, att jämföra med tidigare 4,74 kr/Nm³. Produktionskostnaden per kWh fordonsgas sänks från tidigare 0,48 kr/kWh till 0,44 kr/kWh.

6.5.4 Några reflektioner

Kalkylerna ger (förhoppningsvis) en bild av ungefärliga produktionskostnader som kan förväntas, och säger även något om investeringsstödet förväntade effekt. I tabell 26 sammanfattas produktionskostnaderna per Nm³ fordonsgas respektive per kWh, med och utan investeringsstöd, för de två olika hotspotsen i avsnitten ovan.

Tabell 26. Produktionskostnader med respektive utan investeringsstöd.

	Decentraliserad		Centraliserad	
Produktionspris	kr/Nm ³	kr/kWh	kr/Nm ³	kr/kWh
Utan invest.stöd	5,62	0,57	4,74	0,48
Med invest.stöd	4,73	0,48	4,26	0,44

Den anläggning som samlar in gödsel för central rötning (centraliserad) ger som synes en lägre produktionskostnad. Denna anläggning har dock en större andel rörliga kostnader i.o.m. substrattransporterna, och i en centraliserad hotspot med än fler gårdar eller än längre transportavstånd (eller bådadera), kan transportkostnaderna bli orimligt höga. Investeringsstödet får också en klart mindre effekt för en hotspot med större andel rörliga kostnader, vilket tydligt visas i tabell 26. Dock skulle transportkostnaderna även kunna minskas om en omfattande planering och samordning av transporter är möjlig. Här har det även antagits att allt substrat är pumpbart, vilket visserligen förenklar lastning/lossning, men substrat som innehåller mindre vatten bör kunna sänka antalet transporter – och därmed även kostnaderna – avsevärt. Ytterligare en faktor som drastiskt kan förändra de ekonomiska förutsättningarna är om substratet som tillförs för samrötning har en inköpskostnad.

Kalkylen för den decentraliserade hotspoten stöder också tidigare rapporter som pekat på att det sannolikt krävs upp emot 1 miljon Nm³ rågas/år eller mer, alternativt betydligt kortare avstånd, för att gasledning skall vara ett verkligt intressant alternativ rent ekonomiskt. Ur miljösynpunkt är transport med ledning dock alltid bättre.

Kostnaderna ovan är främst förknippade med produktion av rågas och fordonsgas. Beroende på hur den uppgraderade gasen skall avsättas lär också ytterligare kostnader tillkomma. Om gasen kan avsättas via tankställe i direkt anslutning till uppgraderingsanläggningen tillkommer inga distributionskostnader, men det krävs gaslager och fackla, samt eventuell bemanning eller annan möjlighet till snabb service. Alternativet är att gasen distribueras vidare via ledning till tankställe, eller trycksätts och fraktas med gasflak till tankställe. Distribution via ledning låter sig inte göras några längre sträckor, varför gasflak är det mest realistiska alternativet. En tredje möjlighet är att lantbrukaren (eller lantbrukarna) enbart intar rollen som substrat- eller rågasleverantör till någon mer etablerad producent och distributör av drivmedel.

7 Resultat & rekommendationer

I detta avslutande kapitel presenteras examensarbetets resultat genom att återknyta till syftet. Kapitlet sammanfattar helt kort kartläggningen som presenterats i kapitel 5 och diskussionen kring realiserbarhet i kapitel 6. Avslutningsvis ges också några rekommendationer och idéer kring möjligt fortsatt arbete.

Syftet med examensarbetet har varit att kartlägga potentiella biogashotspots inom Gotlands, Södermanlands, Stockholms och Uppsala län. Uppgiften har primärt varit inriktad på att identifiera hotspots med tillräcklig potential för att möjliggöra fordonsgasproduktion. Utifrån statistik över djurproducenter i de berörda länen har områden med ansamlingar av gårdar kunnat ringas in. Gödselproduktion och gasutbyten för respektive gård har beräknats och legat till grund för identifieringen av hotspots. Ett flertal *möjliga* hotspots har identifierats inom de berörda länen. Enskilda hotspots har kategoriserats som decentraliserade eller centraliserade och i några fall som en kombination av de två. I tabellen nedan sammanställs samtliga hotspots för samtliga kartlagda län.

Tabell 27. Antal hotspots och samlad potential (gasvolym i Nm^3 , energiinnehåll i GWh).

Län	Antal hotspots	Rågaspotential (med samrötning)	Energiinnehåll (GWh)
Gotland	9	8 231 072	48,41
Södermanland	10	7 037 197	41,35
Stockholm	2	647 851	3,79
Uppsala	9	6 139 325	36,09
Total	29	22 055 445	129,64

En samlad potential på drygt 21,5 miljoner Nm^3 rågas, eller nästan 127 GWh, från gödseln inom de identifierade hotspotsen. Stockholms län har den klart lägsta potentialen, men för övriga län fördelar det sig jämnare. Hela denna potential kan dock inte anses realiserbar i dagsläget. För att kunna säga något om enskilda hotspots möjlighet att realiseras har dessa relaterats till befintlig gasproduktion (och ev. gasuppgradering), befintliga/möjliga tankställen samt möjlig lokal avsättning.

Av de studerade länen får Gotland anses vara det län som har bäst förutsättningar för biogasproduktion (och fordonsgasproduktion) ur gödsel. Främst tack vare relativt hög djurtäthet och korta avstånd mellan gårdar. På Gotland finns dock inga möjligheter till långsiktig avsättning i dagsläget, och trots att biogasbussar skall tas i drift nästa år lär det dröja innan en mer omfattande marknad för fordonsgas har etablerats.

Situationen för Södermanlands och Uppsala län liknar varandra på flera punkter. Delar av länen har relativt hög djurtäthet, men antalet verkligt tydliga hotspots är lågt. Med några få undantag skulle biogasproduktion från gödsel i dessa två län kräva omfattande transportinsatser. Båda länen har dock – om än begränsade – marknader för fordonsgas. Om de lokala marknaderna skall växa och utvecklas vidare bör gödsel definitivt kunna vara ett substrat av intresse.

Stockholms län har den klart största marknaden för fordonsgas i regionen. Länet har också en rad stora och medelstora gårdar med möjlighet till biogasproduktion, men dessa ligger mycket väl utspridda. Antalet tydliga hotspots är mycket lågt, och i länet som helhet blir det tydligt vad som är den kanske största nackdelen med gödsel som substrat; avståndet mellan råvaran och avsättningsmöjligheterna för slutprodukten fordonsgas.

Det kan dock konstateras att det på ett flertal platser i de studerade länen bör finnas möjligheter att förse befintliga och/eller nya tankställen med fordonsgas producerad från i huvudsak gödsel. Förhoppningen är att denna kartläggning, genom att ha identifierat dessa platser, kan bidra till Biogas Östs fortsatta arbete med att förbättra biogasens utvecklingsmöjligheter i regionen.

De två kalkylexemplen antyder att det än så länge, för typiska gödselmängder, kan löna sig att samla in substrat till central rötning och eventuell uppgradering. Produktionens skalfördelar gör sig således påmind. Med minskade investeringskostnader för gårdsanläggningar skulle förhållandet dock kunna ändras, och så som investeringsstödet nu är utformat gynnas decentraliserade hotspots med mindre andel rörliga kostnader.

Slutligen skall så några rekommendationer och idéer kring möjligt fortsatt arbete ges. Som tidigare nämnts kan kartläggningar likt denna vara ett viktigt steg på vägen, men det krävs ett engagemang och ett intresse från lantbrukarna själva för att potentialen skall kunna realiseras. Ett första steg, innan någon hotspot alls kan bli verklighet, bör således vara att undersöka intresset hos lantbrukare i länen. Om intresset är lågt bör man undersöka vad som kan göras för att öka detsamma. Kanske krävs ytterligare styrmedel? Om stort intresse däremot finns, bör man ta fram olika möjliga affärlösningar och titta på ”optimala” ägarförhållanden inom hotspots. Lantbrukarna kan agera substratleverantörer, rågasleverantörer eller drivmedelsleverantörer – vilket som passar bäst lär avgöras från fall till fall.

I denna rapport har det huvudsaliga målet varit att visa på platser där potential finns, och därtill har möjlig avsättning diskuterats helt kort. För att bedöma potentialen hos enskilda hotspots fullt ut krävs dock än mer ingående utredningar och projekteringar kring olika avsättningsalternativ. Parallellt med att lantbrukarnas intresse undersöks, bör således även någon form av efterfrågestudie/marknadsanalys genomföras – på såväl kommun-, läns- som regionnivå.

Arbetet med denna rapport har varit utmanande på flera sätt – inte minst det faktum att jag själv fått (försöka) definiera vad som faktiskt utgör en hotspot. Om hotspot-konceptet skall kunna växa och utvecklas vore det dock intressant att söka definiera en än mer förfinad metod/modell som, utifrån ett större antal parametrar, både kan *definiera* och *värdera* hotspots. En tydlig sådan metod/modell skulle sannolikt förenkla mycket för både intresserade lantbrukare, privata aktörer och beslutsfattare runtom i landet, vilket säkerligen även skulle kunna stärka hotspotkonceptet.

Referenslista

Tryckta källor

Ahlbert, Jonas m.fl. (2009). *Regionala utvecklingsmöjligheter för biogas som fordonsdrivmedel i Örebro län*. Swedish Biogas International AB, Linköping.

Albertsson, Bertil (2007). *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2008*. Växtnäringseenheten, Jordbruksverket, Jönköping. ISSN 1102–3007.

Aldén, Anna (2009). *Samrådsunderlag – utökad rötningsvolym på Louddens biogasanläggning*. Scandinavian Biogas AB, Uppsala.

Andersson, Ragni (2008). *Utformning av stöd till biogas inom landsbygdsprogrammet*. Bioenergienheten, Jordbruksverket, Jönköping.

Biogas Öst (2008). *Projektplan Biogas Öst 2009–2012*. Energikontoret i Mälardalen, Biogas Öst, Uppsala.

Berglund, Maria (2006). *Biogas production from a systems analytical perspective*. Avd. för miljö- och energisystem, Lunds Tekniska Högskola. Media-Tryck, Lund. ISBN 91–88360–80–6.

Berglund, Peter m.fl. (2009). *Möjligheter till biogasproduktion i Nyköping för fordonsbränsle ur ett marknadsperspektiv – Förstudie*. Grontmij AB, Norrköping. Dnr KK08/314.

Börjesson, Pål m.fl. (2008). *Hållbara drivmedel – finns de?*. Lunds Universitet & Bil Sweden, Lund. ISBN 91–88360–91–1.

Börjesson, Pål (2007). *Förädling och avsättning av jordbruksbaserade biobränslen*. Rapport nr 62, Lunds Universitet. ISBN 91–88360–86–5.

Carlsson, My & Uldal, Martina (2009). *Substrathandbok för biogasproduktion*. Svenskt Gastekniskt Center, Malmö. ISRN SGC–R–200–SE.

Christensson, Kjell & Hansson, Anna (2005). *Biogas ger energi till ekologiskt lantbruk*. Jordbruksverket, Jönköping. ISSN 1102–8025.

Christensson, Kjell m.fl. (2009). *Gårdsbiogashandbok*. Svenskt Gastekniskt Center, Malmö. ISRN SGC–R206–SE.

Edström, Mats & Nordberg, Åke (2004). *Producera biogas på gården – gödsel, avfall och energigrödor blir till värme och el*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. ISSN 1651–7407.

Edström, Mats m.fl. (2008). *Gårdsbaserad biogasproduktion – System, ekonomi och klimatpåverkan*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala. ISSN 1401–4955.

Energimyndigheten (2007). *Styrmedel för att främja användning och produktion av biodrivmedel – En lägesrapport*. Rapport ER 2007:31. Statens Energimyndighet. ISSN 1403–1892.

Eriksson, Lars (2009). *Biodrivmedel i Örebro län – utvecklingsmöjligheter för regionalt producerade biodrivmedel*. Ecotraffic ERD AB, Stockholm.

Eskilstuna Energi & Miljö AB (2009). *Årsredovisning 2008*. Eskilstuna Energi & Miljö AB, Eskilstuna. Tryck: Ågerups Grafiska AB.

Gotlands Kommun (2009). *Biogas som drivmedel – Strategi och handlingsplan för införandet av biogas som drivmedel i Gotlands kommun*. Ledningskontoret, Gotlands Kommun.

Grundfelt, Ellinor (2006). *Förutsättningar för fordonsgasmarknaden i östra Mellansverige*. ÅF Process AB & Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.

Gunnarsson, Mikael & Lygnegård, Tomas (2008). *Östergötland biogasring – Möjlighet till lokal biogasproduktion i Östergötlands län*. Swedish Biogas International AB, Linköping.

Gustafsson, Jesper (2006). *Inventering och granskning av svensk gårdsbaserad biogasproduktion*. Linköpings Tekniska Högskola. ISRN: LiTH-IKP-ING-EX-06/037-SE.

Held, Jörgen m.fl. (2008). *Biogas ur gödsel, avfall och restprodukter – goda svenska exempel*. Svenska Biogasföreningen, Svenskt Gastekniskt Center och Svenska Gasföreningen, Stockholm.

Jarlöv, Lena m.fl. (2009). "Avloppsslam en cancerfara som förgiftar våra åkrar". DN Debatt 2009-04-19.

Johansson, Mårten & Nilsson, Thomas (2007). *Transporter i gårdsbaserade biogassystem – framtagning av beräkningsprogram för kostnader och emissioner*; Lunds Universitet, Lund.

Lantz, Mikael (2004). *Gårdsbaserad produktion av biogas för kraftvärme – ekonomi och teknik*. Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Lehtomäki, Annimari (2006). *Biogas production from energy crops and crop residues*. University of Jyväskylä. ISBN 951–39–2559–5.

Linné, Marita m.fl. (2008). *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter*. BioMil AB & Enviro AB, Lund.

LRF m.fl. (2007). *Gårdsproduktion av biometan – en jämförelse av produktionskostnader och marknadsvärde för olika avsättningsalternativ*. LRF, Svenska Gasföreningen och E.ON Gas Sverige AB.

Länsstyrelsen Östergötland m.fl. (2008). *Förstudie – Förnybar energi i Östergötland (Slutrapport)*.

Millers-Dalsjö, Daina (2002). *Biogas i region Mälardalen*. Svenska Biogasföreningen, Stockholm. ISSN 1651–5501.

Mårtensson, Ellen (2007). *Biogas as vehicle fuel in the Stockholm region – scenario 2020*. Stockholms Stad & Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.

Nyköpings Kommun (2007). *Klimatinvesteringsprogram 2008-2012*. Nyköping.

Olsson, Ulf E. (red) (1994). *Kalkylering för produkter och investeringar*, 2:a uppl. Studentlitteratur, Lund. ISBN 91–44–00636–5.

Persson, Margareta (2003). *Utvärdering av uppgraderingstekniker för biogas*. Svenskt Gastekniskt Center, Malmö. ISSN 1102–7371.

Petersson, Göran (2009). *REVAQ Certifiering – risk för miljögifter från slam till åker och livsmedel*. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Richert Stintzing, Anna (2005). *Användning av biogödsel*. Svenska Renhållningsverksföreningen (RVF), Malmö.

Rietz, Johan (2006). *Produktionspotential för biogas och fordonsgas i Mälardalsområdet inklusive Uppland*. Stockholms Handelskammare, Fortum Värme samägt med Stockholms Stad AB, Aga Gas AB samt Svenska Gasföreningen.

Roth, Liselott m.fl. (2009). *Mer Biogas! – Realisering av jordbruksrelaterad biogas*. Grontmij AB på uppdrag av LRF, E.ON och Svenska Gasföreningen.

Stockholm Vatten AB (2004). *Henriksdals reningsverk*. EO Print, Stockholm.

Stockholm Vatten AB (2005). *Bromma reningsverk*. Edita Tryckeri, Västerås.

The Växtkraft Project in Västerås (2007). AGROPTI-Gas och Svensk Växtkraft, Västerås.

Widman, Åke (2009). *Förslag till fördjupning av översiktsplanen för Rimbo samhälle i Norrtälje kommun*. Norrtälje kommun.

Elektroniska källor

AB Storstockholms Lokaltrafik (2006). *Anskaffningsbeslut gällande finansiering av biogashussar*.

<http://www.sll.se/Handlingar/Landstingsstyrelsen/2007/ls070320/sl0087.pdf> (2009-05-28).

AGA Gas AB (2009).

http://www.aga.se/International/Web/LG/SE/likelgagase.nsf/DocByAlias/Biogas_Sth_fill (2009-05-29).

Bioenergiportalen (2009a). <http://www.bioenergiportalen.se/?p=2727> (2009-05-29).

Bioenergiportalen (2009b). <http://www.bioenergiportalen.se/?p=2131> (2009-09-07).

Bioenergiportalen (2009c). <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1579> (2009-04-06).

Biogas Öst (2009).

<http://www.biogasost.se/OmBiogas%C3%96st/Aktiviteter/tabid/62/Default.aspx> (2009-03-23).

Djurskyddsmyndigheten (2009).

<http://dsmweb.sjv.se/Steria/templates/Page.aspx?id=1216> (2009-05-05).

Enköpings Kommun, Teknikförvaltningen (2004). *Hur fungerar avloppet i Enköping?*

<http://www.enkoping.se/files/pdf/bygga%20o%20bo/va/Enk.ArV.pdf> (2009-05-25).

Eskilstuna Energi & Miljö (2009). <http://www.eem.se/texter/read.php?id=124256> (2009-05-28).

Gasbilen.se (2009). <http://www.gasbilen.se/Tanka/Tankstallen.aspx> (2009-09-02).

Gotlands kommun (2009). <http://www.gotland.se/imcms/1794> (2009-05-25).

Gotlandsbuss AB (2009). <http://www.gotlandsbussab.se/> (2009-06-01).

Helagotland.se (2009). <http://www.helagotland.se/gt/artikel.aspx?articleid=5474461> (2009-09-04).

Katrineholm Energi (2009). <http://www.katrineholmenergi.se/khlm/biogas/ny-biogasanlaggning/> (2009-06-30).

Käppala (2007).

<http://www.kappala.se/default.asp?uulid=33&ulid=24&lid=1&show=2&sokarn=r%F6tkammare> (2009-05-25).

Miljömålsportalen (2009). <http://www.miljomal.se/15-God-bebyggd-miljo/Delmal/Avfall-2005-2015/> (2009-06-22).

Naturvårdsverket (2009). <http://www.naturvardsverket.se/sv/Lagar-och-andra-styrmedel/Ekonomiska-styrmedel/Bidrag-till-tankstallen-for-fornybara-drivmedel/> (2009-04-02).

Newsdesk (2009): <http://www.newsdesk.se/view/pressrelease/investeringsstoed-till-biogas-272988> (2009-03-31).

Nynäs Slott (2009). http://www.nynasslott.se/biogasanlaggningen___152.aspx (2009-06-23).

Nynäshamns Kommun (2003). *Nynäshamns avloppsreningsverk*.
http://www.nynashamn.se/Bygga--bo/Vatten-och-avlopp/Avloppsvatten/pagefiles/folder_arv_nyn.pdf (2009-05-26).

Regeringskansliet (2008). <http://www.regeringen.se/sb/d/119/a/116490> (2009-04-07).

Regionförbundet Uppsala län (2009). *Ägarsamråd för Upplands lokaltrafik AB*.
http://www.regionuppsala.se/documents/d907_Handlingar_till_agarsamrad_28_april.pdf (2009-06-01).

SRV Återvinning (2009).
http://www.srv-atervinning.se/templates/pages/StandardPage___1090.aspx (2009-10-27).

Stockholms Stad (2009). <http://www.stockholm.se/KlimatMiljo/Klimat/Det-har-gor-vi/Atgarderna/> (2009-05-29).

Stockholm Vatten AB (2004). *Henriksdals reningsverk*.
http://www.stockholmvatten.se/Stockholmvatten/commondata/infomaterial/Avlopp/Henriksdals_reningsverk_04.pdf (2009-05-26).

Stockholm Vatten AB (2005). *Bromma reningsverk*.
http://www.stockholmvatten.se/Stockholmvatten/commondata/infomaterial/Avlopp/Bromma_reningsverk_05.pdf (2009-05-26).

Svenskt Vatten (2009).
http://www.svensktvatten.se/web/Certifieringssystem_for_slam.aspx (2009-05-27).

Sveriges Radio Uppland (2008). <http://www.sr.se/cgi-bin/uppland/nyheter/artikel.asp?Artikel=2442276> (2009-05-18).

Swedish Biogas International AB (2009).
http://www.swedishbiogas.eu/1/1.0.1.0/31/1/?item=art_art-s1/1&group=art_art_grp-s1/1 (2009-05-11).

SYVAB (2007). <http://www.syvab.se/images/pdf/pressmeddelande.pdf> (2009-05-25).

Tekniska Verken-koncernen (2009).
<http://www.tekniskaverken.se/sb/biogas/anlaggningar/katrineholm/index.xml> (2009-05-29).

Ultra Sonus AB (2001); *Krutuddens reningsverk i Östhammar*.
http://www.ultrasonus.se/images/Ref_Osthammar_Swedish.pdf (2009-05-25).

Uppsala kommun (2009). [http://www.uppsala.se/Startsida/Stadsutveckling--planering/
Utvecklingsomraden-byggprojekt/Byggprojekt/Kontor-industri--handel/Tankstation-
for-biogas/](http://www.uppsala.se/Startsida/Stadsutveckling--planering/Utvecklingsomraden-byggprojekt/Byggprojekt/Kontor-industri--handel/Tankstation-for-biogas/) (2009-09-02).

Mail & telefon

Andersson, Sara. AB Storstockholms Lokaltrafik. Mail 2009-09-29.

Jonsson, Lena. Forskningsingenjör, Stockholm Vatten. Mail 2009-10-12.

Källman, Magnus. Uppsala Vatten & Avfall AB. Mail 2009-10-13.

Svensson, Kalle. HS Konsult AB. Mail 2009-09-22.

Övrigt

Jordbruksverket (2009). *Djurproducenter i Gotlands, Stockholms, Södermanlands och Uppsala län*. Registerenheten, Jordbruksverket, Jönköping.

Ord & begrepp

ARV – Avloppsreningsverk.

Biogas – energirik gas som bildas vid anaerob nedbrytning av organiskt material. Innehåller huvudsakligen metan och koldioxid. Begreppet används dock (lite slarvigt) om både icke uppgraderad och uppgraderad gas.

Fordonsgas – rågas som uppgraderats kallas här för fordonsgas. Enligt svensk standard skall den innehålla minst 97 % metan.

GWh – Gigawattimme. 1 GWh = 1 000 MWh.

MWh – Megawattimme. 1 MWh = 1 000 kWh.

Nm³ – Normalkubikmeter. En normalkubikmeter motsvarar den mängd gas som upptar en m³ vid en atmosfärs tryck och 0° C.

Rågas – egentligen samma sak som biogas. I denna rapport används *rågas* som beteckning på den gas som bildas vid anaerob rötning av organiskt material. Antas här innehålla 60 % metan (CH₄).

Rötrest – det material som finns kvar efter att biogasen utvunnits. Innehåller (i princip) alla de näringsämnen som fanns i substratet före rötning. Kan användas som gödningsmedel och kallas då ofta biogödsel.

Rötslam – det material som finns kvar efter att slammet från ett avloppsreningsverk har rötats. Även detta kan användas som gödningsmedel om det först har certifierats, vilket skall säkerställa att inga tungmetaller, läkemedelsrester el. dyl. finns kvar.

Samrötning – rötning av en blandning av flera olika substrat. Genom samrötning kan man skapa en bättre miljö för mikroorganismerna i rötkammaren (reaktor), vilket ger ett större rågasutbyte än om varje substrat rötas separat.

TS-halt – torrsubstanshalt. Den fasta del av ett substrat som är tillgänglig för nedbrytning. Halten torrsubstans varierar för olika gödseltyper (flyt, klet, fast m.fl.).

TWh – Terawattimme. 1 TWh = 1 000 GWh.

Bilaga I: Nyckeltal

Gödsel

Produktion av gödsel

- Flytgödsel från mjölkkor: 20 ton flytgödsel/djur · år.
- Fastgödsel från nötkreatur: 10,6 m³ fastgödsel/djur · år.
- Flytgödsel från slaktsvin: 1,6 ton flytgödsel/djurplats · år.
- Får: 0,25 ton TS/djur · år (baggar & tackor).¹²⁹

Volymvikt för olika gödselslag

- Volymvikt för fastgödsel (ton/m³): 0,75 för nöt, suga & slaktsvin. 0,9 för värphöns.
- Volymvikt för djupströ (ton/m³): 0,5.
- Volymvikt för flytgödsel (ton/m³): 1,0.¹³⁰

TS-halter

Gödselproduktion anges ofta i ton TS/år. TS-halten kan dock variera avsevärt, både mellan olika typer av gödsel och mellan olika gårdar med samma gödselhanteringssystem. TS-halter för nötgödsel:¹³¹

- Flytgödsel: 9 %
- Fastgödsel: 20 %
- Djupströ: 25 %

TS-halter för svinggödsel:¹³²

- Flytgödsel (slaktsvin): 6 %
- Flytgödsel (sugor): 8 %
- Fastgödsel: 23 %
- Djupströ: 30 %

¹²⁹ Edström m.fl. (2008)

¹³⁰ Albertsson (2007)

¹³¹ Linné m.fl. (2008)

¹³² Linné m.fl. (2008)

Gasutbyten för olika substrat

Tabell 28. Gasutbyten för olika substrat.¹³³

Substrat	Skörd ¹ (ton/ha & år)	TS-halt (% av våtvikt)	Biogasprod. (m ³ CH ₄ /ton våtvikt)	Råvarubehov (ton/GWh)	Arealbehov (ha/GWh)
Jordärtskocka ²	60	22	48	1 500	35
Majs	43	30	95	1 070	25
Potatis	26	25	100	1 020	39
Sockerbeta ³	50	24	94	1 090	32
Vall	22	35	95	1 100	50
Vetekärna	5,2	86	370	300	58
Nötflytgödsel	-	9	14	7 280	-
Svinflytgödsel	-	8	18	5 600	-
Matavfall från hushåll	-	35	130	800	-
Flotttyrfett	-	90	700	150	-
Animaliska slaktrester	-	30	90	550	-

1) Skördemängderna gäller odling i Mälardalen. 2) Uppgift om skörd gäller stjälken, se JTI-rapport 97.

3) Skördemängderna gäller odling i Skåne (det odlas inga sockerbeter i Mälardalen).

Tabell 29. Gasutbyten för olika substrat.¹³⁴

Substrat	Nm ³ CH ₄ /ton TS
Flytgödsel från nöt	150
Fastgödsel från nöt	150
Djupströ från nöt	135
Flytgödsel från slaktsvin	200
Flytgödsel från suggor	200
Fastgödsel från svin	150
Djupströ från svin	135
Gödsel från fjäderfän	150
Får- & hästgödsel	120
Blast från sockerbeter & potatis	280
Bortsorterad potatis	330

¹³³ Bioenergiportalen (2009c, sida besökt 2009-04-06)

¹³⁴ Linné m.fl. (2008)

Vall	330
Revor & baljor	190
Halm	160

Bilaga 2: Beräkning av gasutbyten & energiinnehåll

Beräkningar av rågasutbyten och energiinnehåll har utförts enligt följande modell:

- $\text{antal djur} \times \text{gödselproduktion (ton TS/djur} \cdot \text{år)} \times \text{andel tillgänglig gödsel} \times \text{gasutbyte (Nm}^3 \text{ metan/ton TS)} = \text{antal (Nm}^3 \text{ metan/år)}$. För svin och fjäderfän har dessutom resultatet multiplicerats med faktorn 0,95, vilken motsvarar anläggningens antagna belastning.
- För att få gårdarnas rågaskapacitet har resultatet ovan dividerats med 0,6 (60 % metan/Nm³ rågas).
- Mängden rågas vid samrötning har beräknats genom att mängden rågas från gödsel multiplicerats med den antagna samrötningsschablonen 1,25.
- Energiinnehållet har beräknats utifrån att en Nm³ metangas innehåller 9,8 kWh.

Samtliga gasutbyten i tabellerna nedan redovisas i enheten Nm³ och energiinnehåll i enheten GWh. Siffrorna gäller på årsbasis.

Gotlands län

Visby

Tabell 30. Hotspot GO1

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	612	260 100	325 125	195 075	1,91
Övrig nöt	424	79 500	99 375	59 625	0,59
Total		339 600	424 500	254 700	2,50

Tabell 31. Hotspot GO2

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	488	207 400	259 250	155 550	1,52
Övrig nöt	694	130 125	162 656	97 594	0,96
Får	57	10 688	13 360	8 016	0,08
Total		348 213	435 266	261 160	2,56

Tabell 32. Hotspot GO3

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	647	274 975	343 719	206 231	2,02
Övrig nöt	929	174 188	217 735	130 641	1,28
Slaktsvin-platser	2 400	85 500	106 875	64 125	0,63
Suggplatser	110	14 369	17 961	10 777	0,11
Total		549 032	686 290	411 774	4,04

Roma & Romakloster

Tabell 33. Hotspot GO4

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	268	113 900	142 375	85 425	0,84
Övrig nöt	1 918	359 625	449 531	269 719	2,64
Får	162	6 075	7 594	4 556	0,04
Total		479 600	599 500	359 700	3,52

Tabell 34. Hotspot GO5

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	1 566	665 550	831 938	499 163	4,89
Övrig nöt	1 557	388 125	485 156	291 094	2,85
Får	489	18 338	22 923	13 754	0,13
Slaktsvin-platser	7 644	272 318	340 398	204 239	2,00
Suggplatser	424	55 385	69 231	41 539	0,41
Fjäderfä (höns)	116 100	113 742	142 178	85 307	0,84
Total		1 513 458	1 891 824	1 135 096	11,12

Övriga Gotland

Tabell 35. Hotspot GO6

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	1 937	823 225	1 029 031	617 419	6,05
Övrig nöt	462	86 625	108 281	64 969	0,64
Slaktsvin-platser	1 078	38 404	48 005	28 803	0,28
Suggplatser	92	12 018	15 023	9 014	0,09
Total		960 272	1 200 340	720 205	7,06

Tabell 36. Hotspot GO7

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	1 674	711 450	889 313	533 588	5,23
Övrig nöt	309	57 938	72 423	43 454	0,43
Får	125	25 000	31 250	18 750	0,18
Slaktsvin-platser	5 501	195 973	244 966	146 980	1,44
Suggplatser	267	34 877	43 596	26 158	0,26
Fjäderfä (höns)	43 500	42 616	53 270	31 962	0,31
Total		1 067 854	1 334 818	800 892	7,85

Tabell 37. Hotspot GO8

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	1 302	553 350	691 688	415 013	4,07
Övrig nöt	712	133 500	166 875	100 125	0,98
Total		686 850	858 563	515 138	5,05

Tabell 38. Hotspot GO9

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	1 192	506 600	633 250	379 950	3,72
Övrig nöt	189	35 438	44 298	26 579	0,26
Får	601	22 538	28 173	16 904	0,17
Slaktsvin-platser	1 440	51 300	64 125	38 475	0,38
Suggplatser	72	9 405	11 756	7 054	0,07
Fjäderfä (höns)	15 000	14 695	18 369	11 021	0,11
Total		639 976	799 971	479 983	4,71

Södermanlands län

Nyköpings kommun

Tabell 39. Hotspot SÖ1

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	987	419 475	524 344	314 606	3,08
Övrig nöt	1 362	255 375	319 219	191 531	1,88
Får	418	15 675	19 594	11 756	0,12
Slaktsvin-platser	500	17 813	22 266	13 360	0,13
Suggplatser	150	19 594	24 493	14 696	0,14
Fjäderfä (höns)	19 800	19 398	24 248	14 549	0,14
Total		747 330	934 164	560 498	5,49

Flens kommun

Tabell 40. Hotspot SÖ2

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	1 258	534 650	668 313	400 988	3,93
Övrig nöt	1 018	190 875	238 594	143 156	1,40
Slaktsvin-platser	3 000	106 875	133 594	80 156	0,79
Suggplatser	550	71 844	89 805	53 883	0,53
Fjäderfä (höns)	133 604	130 890	163 613	98 168	0,96
Total		1 035 134	1 293 919	776 351	7,61

Tabell 41. Hotspot SÖ3

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	168	71 400	89 250	53 550	0,52
Övrig nöt	169	31 688	39 610	23 766	0,23
Slaktsvin-platser	3 595	128 072	160 090	96 054	0,94
Total		231 160	288 950	173 370	1,69

Tabell 42. Hotspot SÖ4

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	734	311 950	389 938	233 963	2,29
Får	645	24 188	30 235	18 141	0,18
Fjäderfä (höns)	87 500	85 723	107 154	64 292	0,63
Total		421 861	527 327	316 396	3,10

Tabell 43. Hotspot SÖ5

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	490	208 250	260 313	156 188	1,53
Övrig nöt	494	92 625	115 781	69 469	0,68
Slaktsvin-platser	1 200	42 750	53 438	32 063	0,31
Suggplatser	200	26 125	32 656	19 594	0,19
Total		369 750	462 188	277 314	2,71

Katrineholms kommun

Tabell 44. Hotspot SÖ6

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	660	280 500	350 625	210 375	2,06
Övrig nöt	1 230	230 625	288 281	172 969	1,70
Får	55	2 063	2 579	1 547	0,02
Slaktsvin-platser	7 760	276 450	345 563	207 338	2,03
Suggplatser	1 946	254 196	317 745	190 647	1,87
Fjäderfä (höns + kycklingar)	157 617 76 000	154 415 27 075	193 019 33 844	115 811 20 306	1,13 0,20
Total		1 225 324	1 531 656	918 993	9,01

Vingåkers kommun

Tabell 45. Hotspot SÖ7

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	244	103 700	129 625	77 775	0,76
Övrig nöt	791	148 313	185 391	111 235	1,09
Slaktsvin-platser	1 300	46 313	57 891	34 735	0,34
Suggplatser	42	5 486	6 858	4 115	0,04
Total		303 812	379 765	227 860	2,23

Tabell 46. Hotspot SÖ8

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	409	173 825	217 281	130 369	1,28
Övrig nöt	663	124 313	155 391	93 235	0,91
Slaktsvin-platser	1 500	53 438	66 798	40 079	0,39
Total		351 575	439 470	263 683	2,58

Gnesta kommun

Tabell 47. Hotspot SÖ9

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	185	78 625	98 281	58 969	0,58
Övrig nöt	424	79 500	100 369	60 221	0,59
Får	43	1 613	2 016	1 210	0,01
Slaktsvin-platser	1 100	39 188	48 985	29 391	0,29
Suggplatser	60	7 838	9 798	5 879	0,06
Fjäderfä (höns)	19 400	19 006	23 758	14 255	0,14
Total		225 770	283 207	169 925	1,67

Eskilstuna kommun*Tabell 48. Hotspot SÖ10*

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	599	254 575	318 219	190 931	1,87
Övrig nöt	1 208	226 500	283 125	169 875	1,66
Får	830	31 125	38 906	23 344	0,23
Slaktsvin-platser	1 955	69 647	87 059	52 235	0,51
Suggplatser	210	27 431	34 289	20 573	0,20
Fjäderfä (höns)	110 200	107 962	134 953	80 972	0,79
Total		717 240	896 551	537 930	5,26

Stockholms län

Norrtälje kommun

Tabell 49. Hotspot ST1

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	201	85 425	106 781	64 069	0,63
Övrig nöt	293	54 938	68 673	41 204	0,40
Får	67	2 513	3 141	1 885	0,02
Slaktsvin- platser	4 700	167 438	209 298	125 579	1,23
Fjäderfä (höns)	26 040	25 511	31 889	19 133	0,17
Total		335 825	419 782	251 870	2,45

Tabell 50. Hotspot ST2

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	193	82 025	102 531	61 519	0,60
Slaktsvin- platser	2 400	85 500	106 875	64 125	0,63
Fjäderfä (höns)	15 240	14 930	18 663	11 198	0,11
Total		182 455	228 069	136 842	1,34

Uppsala län

Enköpings kommun

Tabell 51. Hotspot UP1

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Övrig nöt	966	181 125	226 406	135 844	1,33
Får	71	2 663	3 329	1 997	0,02
Slaktsvin-platser	2 800	99 750	124 688	74 813	0,73
Suggplatser	340	44 413	55 516	33 310	0,33
Total		327 951	409 939	245 964	2,41

Tabell 52. Hotspot UP2

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	687	291 975	364 969	218 981	2,15
Övrig nöt	1 306	244 875	306 094	183 656	1,80
Får	45	1 688	2 110	1 266	0,01
Slaktsvin-platser	4 220	150 338	187 923	112 754	1,10
Suggplatser	470	61 394	76 743	46 046	0,45
Fjäderfä (höns)	20 000	19 594	24 493	14 696	0,14
Fjäderfä (kalkon)	6 000	12 825	16 031	9 619	0,09
Total		782 689	978 363	587 018	5,74

Tabell 53. Hotspot UP3

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	288	122 400	153 000	91 800	0,90
Övrig nöt	341	63 938	79 923	47 954	0,47
Slaktsvin-platser	1 780	63 413	79 266	47 560	0,47
Suggplatser	40	5 225	6 531	3 919	0,04
Total		254 976	318 720	191 233	1,88

Uppsala kommun

Tabell 54. Hotspot UP4

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	903	383 775	479 719	287 831	2,82
Övrig nöt	255	47 813	59 766	35 860	0,35
Får	199	14 250	17 813	10 688	0,10
Slaktsvin-platser	400	7 463	9 329	5 597	0,05
Total		453 301	566 627	339 976	3,32

Tabell 55. Hotspot UP5

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	1 448	615 400	769 250	461 550	4,52
Övrig nöt	411	77 063	96 329	57 797	0,57
Får	28	1 050	1 313	788	0,01
Slaktsvin-platser	820	29 213	36 516	21 910	0,21
Suggplatser	450	58 781	73 476	44 086	0,43
Fjäderfä (höns)	7 000	6 858	8 573	5 144	0,05
Total		788 365	985 457	591 275	5,79

Tabell 56. Hotspot UP6

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinnehåll
Mjölkkor	1 594	677 450	846 813	508 088	4,98
Övrig nöt	1 320	247 500	309 375	185 625	1,82
Slaktsvin-platser	530	18 881	23 601	14 161	0,14
Suggplatser	300	39 188	48 985	29 391	0,29
Fjäderfä (höns)	11 361	11 130	13 913	8 348	0,08
Total	-	994 149	1 242 687	745 613	7,31

Tierps kommun

Tabell 57. Hotspot UP7

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	188	79 900	99 875	59 925	0,59
Övrig nöt	680	127 500	159 375	95 625	0,94
Total		207 400	259 250	155 550	1,53

Östhammars kommun

Tabell 58. Hotspot UP8

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	943	400 775	500 969	300 581	2,95
Övrig nöt	1 536	288 000	360 000	216 000	2,12
Total		688 775	860 969	516 581	5,07

Heby kommun

Tabell 59. Hotspot UP9

Djurslag	Antal	Rågas från gödsel	Rågas samrötning	Fordonsgas	Energiinne-håll
Mjölkkor	807	342 975	428 719	257 231	2,52
Övrig nöt	378	70 875	88 594	53 156	0,52
Total		413 850	517 313	310 387	3,04