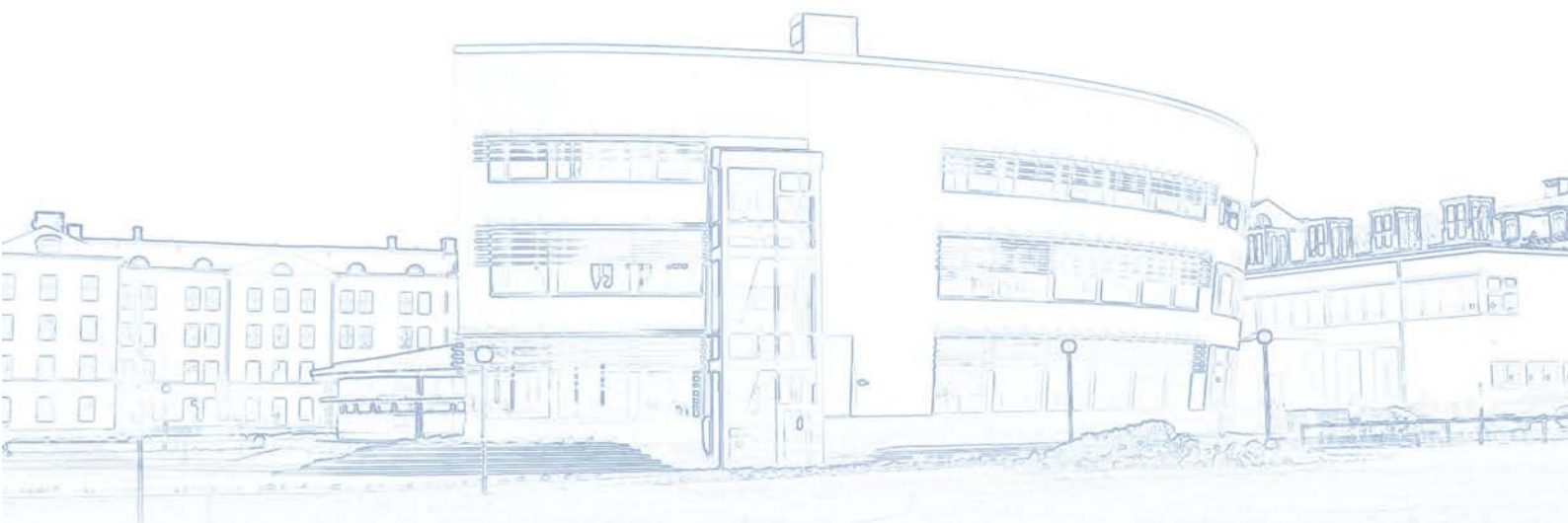


Biogas i Gästrikeregionen – BiG

En systemanalys

Ola Norman Eriksson
Teresa Hermansson



5.3.2	<i>Sundsvall</i>	51
5.3.3	<i>Norrköping</i>	53
5.3.4	<i>Gotland</i>	53
5.3.5	<i>Skåne</i>	55
5.3.6	<i>Lista på omvärldsfaktorer</i>	57
6	SWOT-ANALYS	58
6.1	METOD	58
6.2	GENOMFÖRANDE	59
6.3	KRITERIELISTA	70
6.4	SYNTES OCH ANALYS	72
7	TEKNISK SYSTEMANALYS	73
7.1	METOD	73
7.2	SUBSTRATINVENTERING	74
7.3	SYSTEMASPEKTER PÅ TEKNISKA LÖSNINGAR.....	77
7.3.1	<i>Röttningsprocess</i>	77
7.3.2	<i>Avsättning biogas</i>	80
7.3.3	<i>Avsättning rötrest</i>	81
7.4	TÄNKBARA SYSTEMALTERNATIV	82
7.4.1	<i>Lokalisering</i>	82
7.4.2	<i>Teknikkedja</i>	83
7.4.3	<i>Anläggningsutföranden och kombinationer</i>	84
8	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	87
8.1	AVSTÄMNING MOT TIDIGARE STUDIER.....	87
8.2	VAD SÄGER AKTÖRSANALYSEN?	88
8.3	VAD KRÄVS FÖR ATT DET SKALL BLI BIOGASPRODUKTION?.....	88
8.4	HAR VI SAMMA PROBLEM SOM OMVÄRLDEN?	88
9	FRAMTIDA FORSKNINGSBEHOV	91
10	REFERENSER	93
11	BILAGOR	97
11.1	BILAGA 1: AKTÖRSLISTA	97
11.2	BILAGA 2: SVAR PÅ INTERVJUFRÅGOR.....	99
11.3	BILAGA 3: RAPPORTER INSAMLADE I PROJEKTET.....	115
11.4	BILAGA 4: WEB-SIDOR.....	117
11.4.1	<i>Övergripande</i>	117
11.4.2	<i>Substrat</i>	117
11.4.3	<i>Produktion/rötning</i>	117
11.4.4	<i>Avsättning biogas</i>	117
11.4.5	<i>Avsättning rötrest</i>	117
11.5	BILAGA 5: SUBSTRATINVENTERING	118

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Energianvändningen i det svenska samhället kan grovt indelas i tre delar:

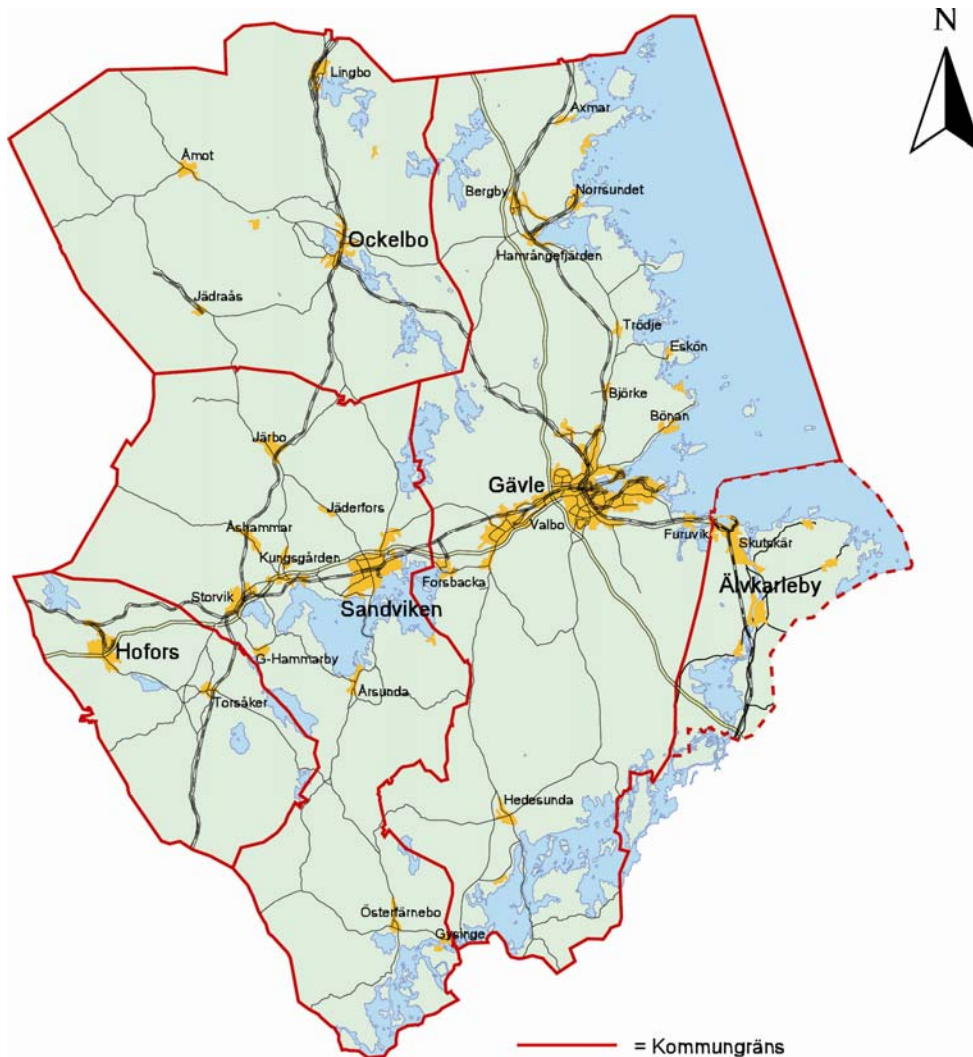
- Bostäder och service, 40 %
- Industrin, 40 %
- Transporter, 20 %

Fossila bränslen förekommer i alla tre delar, men svårigheterna att ställa om till förnybara energikällor bedöms vara störst inom transportsektorn. Liksom i andra samhällssektorer kommer vi få se en palett av olika energikällor som ersättning till kol och olja. Biogas är ett förnybart bränsle bland flera som är aktuellt för transportsektorn.

I södra Sverige finns en tämligen väl utbyggd infrastruktur för biogas (Gasföreningen, 2009). Totalt finns över 92 tankställen för personbilar och 30 tankställen för tunga fordon i landet. Gävleborgs län kallas ibland för "stopplänet" eftersom det finns, eller kommer snart att finnas, fordonsgas såväl söderut, norrut som västerut. Förutom en lokal användning av biogas i regionen så passerar en betydande del av de bilburna semesterfirarna vårt län på väg till fjällen eller sommarvisten. En del av dessa vill kunna tanka biogas här.

1.1.1 Tidigare studier

Denna studie begränsas geografiskt till Gästrikeregionen vilken innefattar kommunerna Ockelbo, Hofors, Sandviken och Gävle i Gävleborgs län samt Älvkarleby kommun i Uppsala län, se figur nedan. Regionen består mestadels av skogsbygd med kustlandskap längst i öster. Över 70 % av marken är skogsmark, endast en mindre del är jordbruksmark. I regionen bor 155 375 personer (31 dec 2008) med en hög koncentration till centralorterna i respektive kommun.



Figur 1 Gästrikeregionen

Undersökningar utförda på uppdrag av Gästrikre Avfallshantering AB 1999 gav vid handen att det fanns för lite slakteriavfall för att göra rötning lönsamt. Några år senare ställdes frågan på nytt om vilken sorts biologisk behandling man borde ha och då valdes kompostering framför rötning p.g.a. teknikkrängel på andra ställen. Dessutom visade undersökningarna inte på någon större efterfrågan på biogas.

Under de senaste åren har det tagits en mängd olika initiativ för att åstadkomma en produktion och distribution av biogas för fordonsdrift i regionen (Gästrikland, Hälsingland, Dalarna) och lokalt i Gävle. Olika nätverk har skapats och ett antal olika förstudier är framtagna. En stor del av samordningen av alla insatser har gjorts av Gävle-Dala Energikontor.

Tre av förstudierna utgår från lokala förutsättningar i Forsa, Trönö och södra Dalarna för gårdsproduktion av biogas, medan två förstudier är gjorda på uppdrag av Gävle kommun och uppehåller sig vid Duvbackens reningsverk. Det finns ingen förstudie som tar ett större grepp på en hel region.

1.1.2 Pågående aktiviteter

I slutet av 2008 bildades så BiogasMitt som är en intresseförening för olika biogasaktörer i området Hälsingland-Gästrikland-Dalarna. Föreningens syfte är att

genom ett utvecklingsprojekt strategiskt och aktivt arbeta för biogasproduktion och biogasanvändning för fordonsdrift. Det är ett samarbete mellan myndigheter, kommuner, organisationer, högskolor och ett antal företag i Gävleborg och Dalarna. Utvecklingsprojektet skall drivas med finansiering från EUs regionala fond och medfinansiering från medlemmarna. Ansökan skickades in till Tillväxtverket under våren för beredning och ett positivt beslut från strukturfondspartnerskapet om prioritering av projektet mottogs i slutet av juni månad. Intresseföreningen ska vara ett stöd för utvecklingsprojektet BiogasMitt och verka för att projektet får framgång. Intresseföreningen ska också verka för biogasutvecklingen i regionen på lång sikt och ta vid då utvecklingsprojektet avslutats. Föreningen är öppen för medlemskap för såväl organisationer som privatpersoner.

Under våren 2009 har Gävle Energi haft i uppdrag av Gävle kommun att initiera och leda ett projekt med syftet att tydliggöra och realisera försäljning av biogas med den långsiktiga målsättningen att finna möjligheter till och realisera lokal och regional produktion av biogas för fordon. Grundidén är att denna satsning ska ske i samverkan med andra aktörer inom hela länet. Uppdraget "från mack till marknad" innebär att marknad, lagstiftning och affärsmöjligheter undersöks.

Forskningsstiftelsen Gästrikeregionens Miljö har under en längre tid bevakat biogasfrågan. Medlemmar i stiftelsens styrelse har varit delaktiga i många av de aktiviteter som förevarit. Stiftelsen vill på ett aktivt sätt bidra till att stödja processen mot produktion och distribution av biogas i Gästrikeregionen emedan en sådan bidrar till en hållbar utveckling i regionen genom

- Minskad miljöpåverkan till följd av minskade avfallsproblem, ökat resursutnyttjande av avfallet (undvikande av fackling av deponigas, närings- och energiutnyttjande av matavfallet) samt inte minst minskad användning av fossila bränslen (diesel och bensin)
- Ökat regionalt samarbete
- Potential till förbättrade affärsmöjligheter

Förutom hushållsavfall och deponigas så kan biogas framställas genom rötning av avloppsslam och verksamhetsavfall, t.ex. slakteriavfall. Under 2009 kommer Gästrikeregionen att ta fram en ny regional avfallsplan som inkluderar allt avfall som uppstår i regionen. Det arbetet har betydelse för arbetet i projektet.

1.2 Problem

Trots samordning och nätverksträffar så finns idag informationen (bl.a. ett flertal förstudier) spridd på olika ställen. Likaså saknas en sammanställning av information om hur andra regioner/städer arbetat med etablering av biogas (Linköping, Uppsala, Västerås m.fl.). Olika aktörer har olika ambitionsnivå vilket riskerar att leda till splittring i leden. Även om systematiska sammanställningar gjorts för regionen och för enskilda anläggningar så saknas en systemanalys av olika alternativ som tar hänsyn till både lokala förutsättningar och omvärldsfaktorer.

1.3 Mål

Målet är att i en systemanalys ge en samlad bild av förutsättningarna (fysiska och icke-fysiska) för etablering av biogas i Gästrikeregionen.

Man skall dock vara medveten om att en systemanalys inte kan ge svar på alla frågor, dessutom ger den upphov till nya frågor. Man kan lite populärt uttrycka det som att efter att ha läst denna rapport så är man "fortfarande förvirrad men på en högre nivå".

1.4 Ordlista

Avloppsslam – obehandlat slam från rening av avloppsvatten. Kallas även råslam.

Bioavfall – avfall med biologiskt ursprung som kan behandlas biologiskt, d.v.s. med kompostering eller rötning. Avloppsslam ingår också liksom mer svärnedbytbara avfall (t.ex. träflis) men ofta avses mer lätt nedbrytbara avfall.

Biogas – den gas som erhålls från nedbrytning av biologiskt material. Kallas också för biometan. Består av metan (c:a 60 %) och koldioxid samt mindre mängder föroreningar som t.ex. svavel och kolmonoxid. Biogas kan indelas i *rötgas*, *deponigas* samt biometan från *termisk förgasning*

Biogödsel – se rötrest

Biologisk/biogen – med biologiskt ursprung, d.v.s. från växtriket

Biomull – se rötrest

Deponigas – metangas som utvinns på deponi (soptipp) till följd av biologisk nedbrytning av organiskt material i deponin

Djupströbäddar är en annan typ av fastgödsel som innehåller mycket mer strö och dessutom urin (TS-halt mer än 25 %) och kan staplas mer än 1,5 meter. pH-värdet ligger på 8-9

Fackling – överskott på gas som förbränns med öppen låga utan energiutvinning

Fastgödsel är ofta så fast (TS halt överstigande 20 %) att man kan stapla gödselhögen. I fastgödsel finns inte urin med, utan bonden samlar upp den separat i en brunn. pH-värdet ligger på 8-9. Fastgödsel är mer eller mindre lucker och kan därför komposteras.

Flytgödsel innehåller mycket kalium som man går miste om när enbart fastgödsel används. TS-halten understiger 12 % (pumpbart) och pH 7.

Fordonsgas – gas som kan användas i bilar, d.v.s. ren metan av fossilt eller biologiskt ursprung

Fossilgas – metangas med fossilt ursprung. Till fossilgas hör *naturgas* samt *termisk förgasning* av kol.

Färgödsel - Torr och kväverik gödsel som snabbt sönderdelas med värmeutveckling som följd. Förhållandevis näringsrik.

Grisgödsel - Samma egenskaper som kogödsel, men med bättre gödselverkan. Högt innehåll av kalium.

GW – gigawatt = en miljard watt. Ett mått på effekt, d.v.s. energianvändning per tidsenhet

GWh – gigawattimme = effekten en miljard watt utvecklade under en timmes tid. Ett mått på mängd energi.

Gödsel – urin och fekalier från djur

Hygienisering – värmebehandling av avfall för avdödning av smittämnen

Hästgödsel - Näringsrik och snabbverkande. Torr och sönderdelas snabbt under värmeutveckling. Lämplig att använda i varmbänkar. Bäst näringsverkan under första året. Också bra som jordförbättringsmedel.

Hönsködsel - Snabbverkande och näringsrik, med högt kväve innehåll. Passar bra att använda som övergödsling på sommaren. Med viss försiktighet dock, eftersom det gynnar grönmassan. Rottillväxt och fruktsättning kan försämrans vid överdosering, liksom lagringsdugligheten.

Kletgödsel har en TS-halt på 12-20 % och pH 7-9.

Kogödsel - Mindre näringsrik, men med gödselverkan i ett par år. Har hög mullhalt. Den är kall och fuktig och bränner därför långsamt.

Kompostering - biologisk nedbrytning i närvaro av syre

Kraftvärme – utnyttjande av nyttig energi som både elektricitet och värme samtidigt

Kryo – förled i sammansättningar för att beteckna att något har samband med is och köld

kW – kilowatt = ett tusen watt. Ett mått på effekt, d.v.s. energianvändning per tidsenhet

kWh – kilowattimme = effekten ett tusen watt utvecklad under en timmes tid. Ett mått på mängd energi.

Mesofil – rötning vid 25-45 °C

Metan(-gas) – energirik gas som bildas vid rötning. Kemisk formel: CH₄

MW – megawatt = en miljon watt = ett tusen kilowatt

MWh – megawattimme = en miljon watt utvecklad under en timmes tid = ett tusen kilowattimmar

Naturgas – fossil gas som utvinns i naturgasfält eller som biprodukt vid oljeborrning. I Sverige innehåller naturgasen framförallt metan men även lite propan.

Normalkubikmeter – en kubikmeter (1 000 liter) vid normalt tryck (atmosfärstryck) och temperatur

Organisk – som innehåller kol. I detta fall avses biologiskt kol.

Patogener - smittämnen

Psykrofil process - rötning vid 4-25 °C

Rengas – renad gas

Rågas – orenad gas

Rötgas – den biogas som utvinns ur *avloppsslam*, *gödsel*, lantbruksgrödor med mera i en *rötkammare*.

Rötkammare – den tank där rötningen äger rum

Rötning – biologisk nedbrytning i frånvaro av syre

Rötrest – fast eller flytande restprodukt från biogasprocessen. Rikt på näring och ofta lämplig för återföring av näring till växande gröda.

Rötslam – rötat avloppsslam

Samrötning – innebär att flera substrat rötas tillsammans i en process.

Stallgödsel – samlingsnamn för träck, urin, strömedel, foder och vatten. Förutom regn och snö vid lagring av stallgödsel under bar himmel kan vatten komma från läckande vattenkoppar, tvättvatten från stallrengöring och skölj- och diskvatten. Även pressaft från ensilering av vallfoder kan ingå i stallgödsel. Färsk träck och urin är således inte samma sak som stallgödsel. Kan ha olika konsistens beroende på vilket och hur mycket strömedel som bonden använt till djuren. Stallgödseln indelas i *flyt-, klet-, fast- och djupströgödsel* samt *urin* med hänsyn till torrsubstanshalt och hanteringskaraktär. Se även får-, häst-, höns-, ko- och grisgödsel.

Substrat – råvara till biogasprocessen, d.v.s. ett material som innehåller lätt nedbrytbart kol. Exempel är slam, bioavfall,

System - ett system är någonting som är bestående av flera olika delar som på något sätt påverkar och/eller är beroende av varandra.

Systemanalys - en metod vilken bygger på vetenskaplig metodik och som används för att på ett systematiskt och logiskt sätt beskriva och analysera komplexa system.

Systemgränser - markerar vad som ingår respektive inte ingår i det system som studeras.

Termisk förgasning – förgasning/metanisering av cellulosarika material som till exempel olika träåreor och kolhaltiga avfall. Nedbrytningen sker vid betydligt högre temperaturen än vid mikrobiell nedbrytning i en rötningsanläggning.

Termofil process– rötning vid 50-60 °C

Torrötning – rötning av "torra" material, vilket betyder 20-35 % TS-halt i *rötkammaren*

TS-halt – torrsubstanshalt. Anges som torrsvikt för ett material dividerat med totalvikt (=torrsvikt+vatten). TS-halten är inversen av fukthalten (vattenhalten).

Uppgradering – en reningsprocess som ger biogasen samma egenskaper som naturgas (avskiljning av koldioxid och vatten, rening av olika föroreningar samt tryckhöjning)

Urin har en TS-halt på 1-5 % (pumpbart) och ett pH på 8-9.

Vallgrödor – är ett samlingsnamn på olika gräs och baljväxter som har det gemensamt att kolet föreligger i en lätt nedbrytbar form och därmed lämpar sig väl för biogasproduktion

VS – volatile solids, flyktig del, d.v.s. brännbar/nedbrytbar del. Det organiska innehållet i TS. $TS=VS+aska$. Mäts ofta som glödförlust

Våtrötning - rötning av "våta" material, vilket betyder 2-10 % TS-halt i rötkammaren

2 Metod och genomförande

Nedan presenteras den använda metodiken i stort. Till varje kapitel i rapporten hör ett kortare metodavsnitt som mer i detalj redogör för tillvägagångssättet i respektive del. I denna studie görs ej någon bedömning av affärsmässigheten i en satsning på biogas.

1.1 Aktörsanalys

Syftet med aktörsanalysen är primärt att identifiera aktörerna och presentera en sammanställning med adressuppgifter över dessa. Dessutom har vi intervjuat de aktörer som vi bedömt är närmast produktionssystemet för biogas. Analysen kan indelas i:

1. Identifiera systemgränser
Funktionella, geografiska etc.
2. Identifiera aktörerna i systemet
Sker i samråd med styrgruppen
3. Identifiera aktörernas roller, positioner och ambitioner
Gå igenom utförda förstudier
Samtal med aktörer

Denna del redovisas i kapitel 4.

2.1 Teknik- och omvärldsbevakning

I nästa steg tittar vi närmare på tekniken för biogas och gör dessutom en utblick mot omvärlden och listar de faktorer vi bedömer har betydelse för tillblivelsen av biogasproduktion i regionen. Denna del består av:

1. Beskriva teknikläget för produktion, distribution och användning av biogas
Litteratursökning
Studiebesök
2. Lista omvärldsfaktorer som påverkar utformningen av alternativ (Exempel på detta är villkoren för spridning av rötrest på åkermark, teknikutveckling på gasreningssidan (ex kryoteknik), utvecklingen på fordonssidan, forskning och utveckling av rötningsprocessen m.m.)
Utifrån litteratur, beprövad erfarenhet, aktörssamtal och studiebesök

Denna del redovisas i kapitel 5.

2.2 SWOT-analys

Den tredje delen är en s.k. SWOT-analys där vi använder information från de två tidigare stegen. Faktorer av betydelse som framkommit i intervjuerna med aktörerna samt omvärldsfaktorerna värderas som styrka, svaghet, möjlighet eller hot mot utvecklingen av biogas i regionen.

Denna del redovisas i kapitel 6.

2.3 Teknisk systemanalys

I den avslutande delen så görs själva systemanalysen, och den görs med ett tekniskt fokus. Detta innebär att:

1. Inventera möjliga substrat (mängder och biogaspotentialer)
Utifrån förstudier, aktörssamtal och egna undersökningar
2. Genomföra olika undersökningar av uppkomna frågeställningar, t.ex.
 - Möjligheterna till samrötning av avfall, slam, stallgödsel och vallgrödor
 - Kombination av småskalig gårdsproduktion och storskalig produktion
 - Jämförelse av torrötning och våtrötning
 - Lokalisering
3. Lista alla tänkbara systemalternativ med avseende på olika aspekter (t.ex. teknisk utformning, lokalisering, biokombinat etc.)
Redovisas i text och trädstruktur

Denna del redovisas i kapitel 7.

Systemanalysen är primärt tänkt att fungera som beslutsunderlag för t.ex. Gästrikre Återvinnare och Gävle Energi. Den kan också ge uppslag till fler studier. Exempel på olika typer av förlängningar/fördjupningar är

Miljöbedömning

Olika systemalternativ (kombination av teknik, lokalisering m.m.) kan analyseras givet vissa omvärldsfaktorer i olika scenarier och miljöpåverkan från olika scenarier kan jämföras. Grovt kan en sådan analys indelas i:

1. Definition av mål och omfattning (syfte, systemgränser, dataurval)
2. Inventering: processträd, substrat (mängder och egenskaper), processdata
3. Modellerings av det tekniska systemet
4. Utveckling av framtidsscenarier
5. Simulering av olika tänkbara alternativ
6. Presentation och utvärdering av resultat
7. Tolkning av resultatet (osäkerhetsanalys, känslighetsanalys, förbättringsanalys)

Ekonomisk analys

Olika kostnadskalkyler som investeringsanalys med mera.

Risikanalys

Vilka är de kända och hittills okända riskerna med att bygga en biogasanläggning och hur kan vi strukturera informationen och försöka värdera dessa risker? Det är exempel på vad som kan ingå i en riskanalys.

2.4 Genomförande

Projektgruppen har bestått av

Ola Norrman Eriksson, Högskolan i Gävle (projektledare)

Teresa Hermansson, Högskolan i Gävle (projektmedarbetare)

Till projektet har varit knuten en styrgrupp vars uppgift har varit att ge synpunkter på arbetets inriktning i inledningen av och under projektet, bistå med kontakter samt delta i SWOT-analysen. Styrgruppen har haft följande sammansättning:

Thomas Nylund, Gästrikre Återvinnare
Olle Alfredsson, Stiftelsen Gästrikeregionens Miljö
Ulla-Karin Enbom, Gävle Dala Energikontor och BiogasMitt
Inger Lindbäck, Gävle Energi

En av nyckelaktörerna är Neova där Leif Olsson varit kontaktperson. Neova har tyvärr inte haft möjlighet att delta i styrgruppen men projektet är förankrat med Lena Dahlman på Neova.

Medel till studien beviljades redan i december 2008 men projektet initierades den 9 januari med att ta fram en uppdragsbeskrivning. Denna uppdaterades några gånger under januari och Teresa rekryterades. Den slutliga uppdragsbeskrivningen behandlade vid ett styrgruppsmöte den 11 februari och under februari och mars genomfördes större delen av aktörsanalysen samt till viss del teknik- och omvärldsbevakning. Den 15 april träffade projektgruppen styrgruppen för att genomföra SWOT-analysen. Mötet utvecklades dock till en diskussion om historik, förutsättningar med mera och det beslutades att en kriterielista baserad på underlaget till SWOT-analysen skulle tas fram av projektgruppen.

Efter SWOT-analysen gjordes en kort paus i projektet och arbetet återupptogs den 6 maj. Under projektets sista fas genomförde projektgruppen SWOT-analysen och på grundval av den togs kriterielistan fram. Den fjärde och avslutande delen om teknisk systemanalys genomfördes liksom skrivande av rapport.

3 Vad är rötning och biogas?

Material som innehåller kol-vätebindningar kan omvandlas till energi. Det finns olika sätt att åstadkomma denna energiomvandling (från kemiskt bunden energi i fast form till termisk energi (förbränning), kemiskt bunden energi i vätska (jäsning) eller kemiskt bunden energi i gas (förgasning).

3.1 Förbränning

Genom att låta syre delta fullt ut i processen så uppstår oxidation med värmeutveckling som följd. Värmen kan nyttiggöras, vanligen genom att värma vatten som kan användas för uppvärmning av byggnader (fjärrvärme). Om vattnet värms än mer och förångas kan ångan driva en turbin som i sin tur driver en generator där energin omvandlas till elektricitet.

Förbränningen kan vara av två slag. Den kan äga rum vid låg temperatur med hjälp av mikrober och kallas då för kompostering. Det är ovanligt med komposteringsanläggningar där värmen nyttiggörs, det är helt enkelt svårt att på ett effektivt sätt ta tillvara värme vid en så låg temperatur. Man skulle rent tekniskt kunna använda en värmepump för att lyfta värmen till en högre temperatur men det är sällan eller aldrig lönsamt ur ekonomisk synvinkel. Den andra typen av förbränning sker vid högre temperatur och kallas termisk förbränning. Här frigörs värmen vid en betydligt högre temperatur och kan användas.

3.2 Jäsning

Ett sätt att omvandla kolrikt material till en fluid är genom jäsning. När materialet bryts ner bildas olika estrar och syror. Enligt Wikipedia så innebär jäsning eller fermentering "ofullständig oxidation av organiska föreningar i frånvaro av syre med hjälp av mikroorganismer. Jäsning är således en anaerob process, och den kan normalt leda till att organiska syror, alkoholer, vätgas eller koldioxid bildas, beroende på vilken mikroorganism som orsakar jäsningen och vilka ämnen den har tillgång till i sin omgivning. Jäsningsprocesserna är exoterma, det vill säga frigör energi, som mikroorganismerna utnyttjar för sin metabolism så att de kan växa till. Det ämne som oxideras utgör således ett näringsämne för mikroorganismerna. Såväl jästsvampar som bakterier kan orsaka olika former av fermentering.

Förutom jäsning av livsmedel (bröd, surströmming, mögelost, vin, öl) och kroppsegen fermentering så används processen för att framställa biodrivmedel som metanol och etanol. I Sverige framställs etanol från skogsråvara vid SEKAB i Örnsköldsvik och från spannmål hos AgroEtanol i Norrköping. Storskalig metanoltillverkning planeras i Värmland under ledning av Björn Gillberg. Jäsning ingår också som ett mellansteg i röttningsprocessen (mellan hydrolys och anaerob oxidation).

3.3 Förgasning

Istället för ett flytande bränsle kan processen styras till att producera en energirik gas. Precis som vid förbränning kan processen ske vid olika temperaturnivåer. Vid den högre nivån kan mer svårnedbrytbart kol i form av cellulosa omvandlas till metan och processen kallas då för termisk förgasning. Vid den lägre nivån sker förgasningen

på mikrobiell väg och kallas då för rötning. Denna rapport uppehåller sig vid möjligheterna att etablera rötning medan potentialen för termisk förgasning lämnas utanför. Röttningsanläggningar kan utformas på lite olika sätt beroende på substrat och teknikleverantör. Nedan ges ett *exempel* på en anläggningsutformning för våtrötning. Mer om torr rötning (20-35 % TS-halt i rötkammaren) går att läsa i kapitel 7.3.1.1.

3.3.1 Tänkbara substrat för rötning

Råvaran (i termiska sammanhang bränslet) kallas för substrat. Det kan vara olika slags bioavfall, t.ex. matrester och fett, men även avloppsslam (som egentligen är organiskt material upplöst i vatten), gödsel och vallgrödor. Det gemensamma för dessa typer av råvaror är att kolet föreligger i en lätt nedbrytbar form (mindre andel lignin och cellulosa men desto mer av kolhydrater, fett och stärkelse) och därmed lämpar sig väl för biogasproduktion.

3.3.2 Mottagning och förbehandling

Avfallet tas emot och tippas i en mottagningsficka i en mottagningshall. Där homogeniseras (finfördelas) avfallet och transporteras vidare med skruvtransportörer till en pulper. I pulper blandas avfallet med varmvatten och ånga till en temperatur på 70 °C och en TS-halt på c:a 13 % så att det blir pumpbart. Här hygieniseras (smittämnen avdödas) avfallet i en timme under kraftig omrörning. Tungt material som sten, grus och metall avskiljs i pulperns botten.

Efter hygieniseringen pumpas materialet till sand- och flytavskiljare där lätta material som t.ex. plast avskiljs från ytan och tunga material avskiljs från botten. Blandningen kallas nu för råslam och kan jämföras med avvattnat avloppsslam. Råslammet pumpas till ett råslamlager med värmeåtervinning och omrörning. Felsorterat material transporteras till containers för omhändertagande (deponering och/eller förbränning).

3.3.3 Röttningsprocessen

Från råslamlagret pumpas slammet till rötkammaren där den mikrobiella aktiviteten bryter ned det organiska materialet. Rötkammaren är försedd med omrörare för att tillse en god utrötning. Uppehållstid och temperatur i rötkammaren kan variera mellan olika anläggningar. Vid temperaturer på 4-25 °C är processen psykrofil, denna process förekommer normalt sett inte vid större anläggningar. Mellan 25-45 °C är processen mesofil, denna process är vanligt förekommande för slamrötning. Slutligen vid 50-60 °C är processen termofil. Biogasen tas ut från rötkammarens topp och färdigrötat material pumpas till ett täckt rötslamlager. I lagret fortgår rötningen en tid och bildad biogas tas om hand. För den som vill tränga in mer i biologin i röttningsprocessen rekommenderas läsning av "Basdata om biogas", "Produktion av biogas på gården" samt "Torrötning – kunskapssammanställning och bedömning av utvecklingsbehov". En mer utförlig men inte fullt så teknisk beskrivning återfinns i "Biogas ur gödsel, avfall och restprodukter – goda svenska exempel". Rapporterna är listade i Bilaga 3.

3.3.4 Vad gör man med gasen?

Den bildade biogasen innehåller metan (c:a 60 %) och koldioxid samt mindre mängder svavelväte etc. Gasen kan användas direkt i en gaspanna för värmeproduktion eller i en gasmotor för elgenerering (ibland tas även

överskottsvärme tillvara genom vattenkylning). Om biogasen skall användas i fordon måste den uppgraderas, d.v.s. renas (avskiljning av koldioxid och föroreningar) och tryckhöjas. Men bör alltså skilja på ren metan som har ett högre energivärde än biogas!

3.3.5 Vad gör man med rötresten?

Rötresten innehåller c:a 95 % vatten så för att minska transportarbetet och svårigheterna att hitta avsättning så avvattnas rötresten ofta till en vattenhalt lägre än 70 %. Avvattningen sker med en centrifug. Den avvattnade rötresten lagras i ett rötrestlager varifrån transport sker till satellitlager i nära anslutning till spridningsarealerna. Det avskiljda vattnet innehåller en hel del kväve och kan spridas med flytgödselspridare eller ledas till avloppsreningsverk. Om rötresten inte kan avsättas inom jordbruket kan den blandas med kompost och efterkompostera för senare inblandning av torv och sand till jordprodukter för trädgårdsodling, grönytor, anläggningsjord m.m.

3.3.6 Miljöaspekter

En röttningsanläggning är sluten vilket medför mycket låga förluster av växthusgasen metan. Luktproblemen skiljer sig inte från dem som kan uppstå vid en sluten komposteringsanläggning likt Mullbacka. Processen använder färskvatten för spädning (stor del av processvattnet recirkuleras) och från avvattningen uppstår lakvatten. Det åtgår en del elektricitet för omrörning, pumpning etc. och även värme för uppvärmning och hygienisering av materialet. Värmen kan erhållas från en mindre lokal gaspanna eller fjärrvärme för att maximera gasproduktionen.

Trots energianvändning och vissa utsläpp så uppstår den stora miljövinsten då biogas ersätter fossila drivmedel. Av mindre betydelse miljömässigt är att rötresten ersätter konstgödsel. Det beror på att användningen av rötrest medför en del kväveläckage till skillnad från mineralgödsel där en stor del av kvävet är växttillgängligt vilket medför en större precision i gödslingen. Av betydelse är också den alternativa avfallsbehandlingen. Om alternativet är kompostering är miljövinsten större än om det är förbränning (i synnerhet som kraftvärme).

11.4 Bilaga 4: Web-sidor

Nedan listas ett urval av användbara hemsidor för den som vill veta mer!

11.4.1 Övergripande

BiogasMitt	http://www.biogasmitt.se
AvfallSverige	http://www.avfallsverige.se
Svensk Biogas	http://www.svenskbiogas.se
Swedish Biogas	http://www.swedishbiogas.eu
Svenska BiogasFöreningen	http://www.sbgf.info
LRF	http://www.lrf.se/Energi/Bioenergi/Biogas
Hushållningssällskapet	http://www.hush.se/?p=10318&m=2718
Statens Jordbruksverk	http://www.sjv.se

11.4.2 Substrat

Bioenergiportalen	http://www.bioenergiportalen.se
Greppa	http://www.greppa.nu

11.4.3 Produktion/rötning

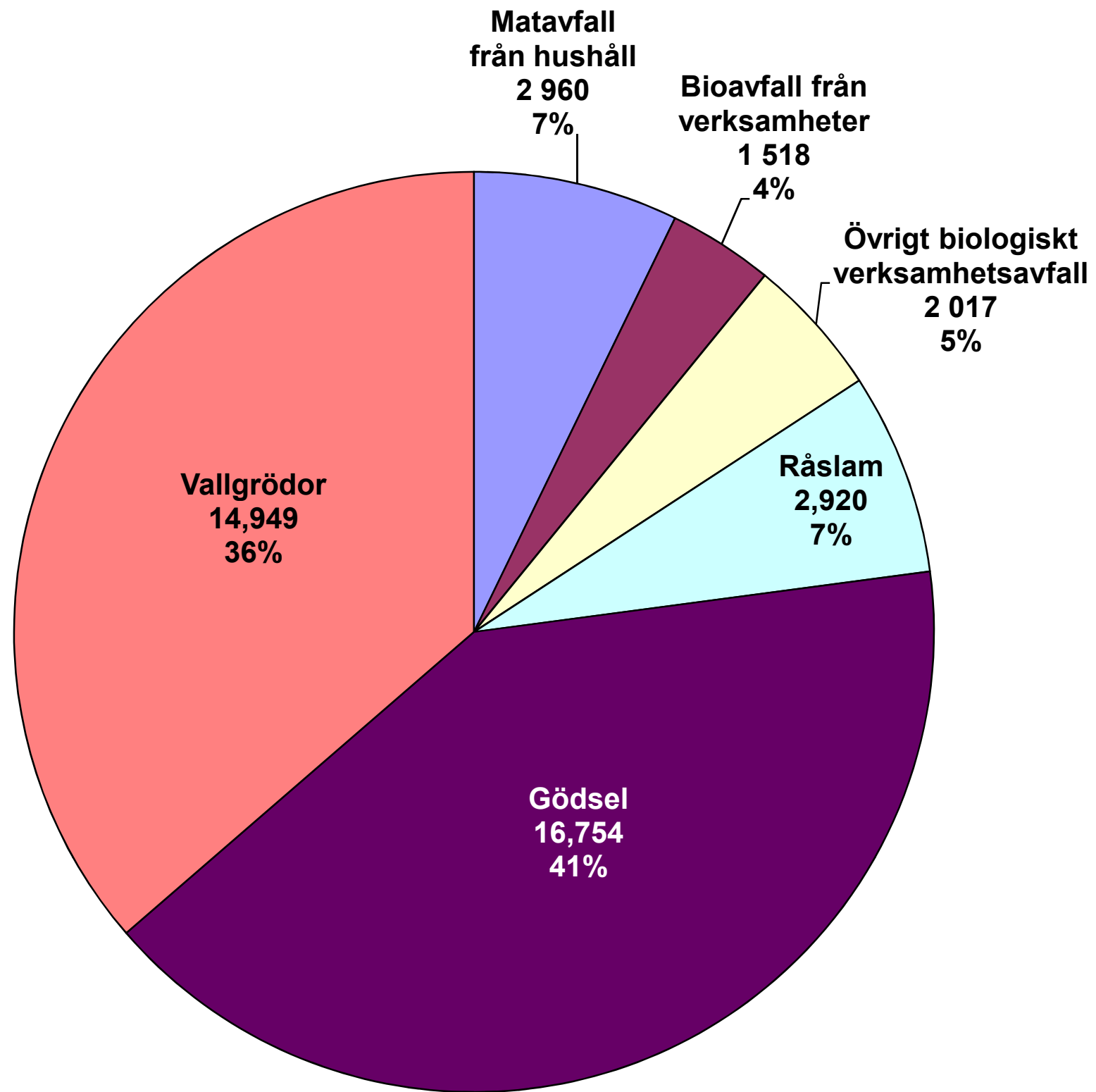
JTI	http://www.jti.se
Eon	http://www.eon.se

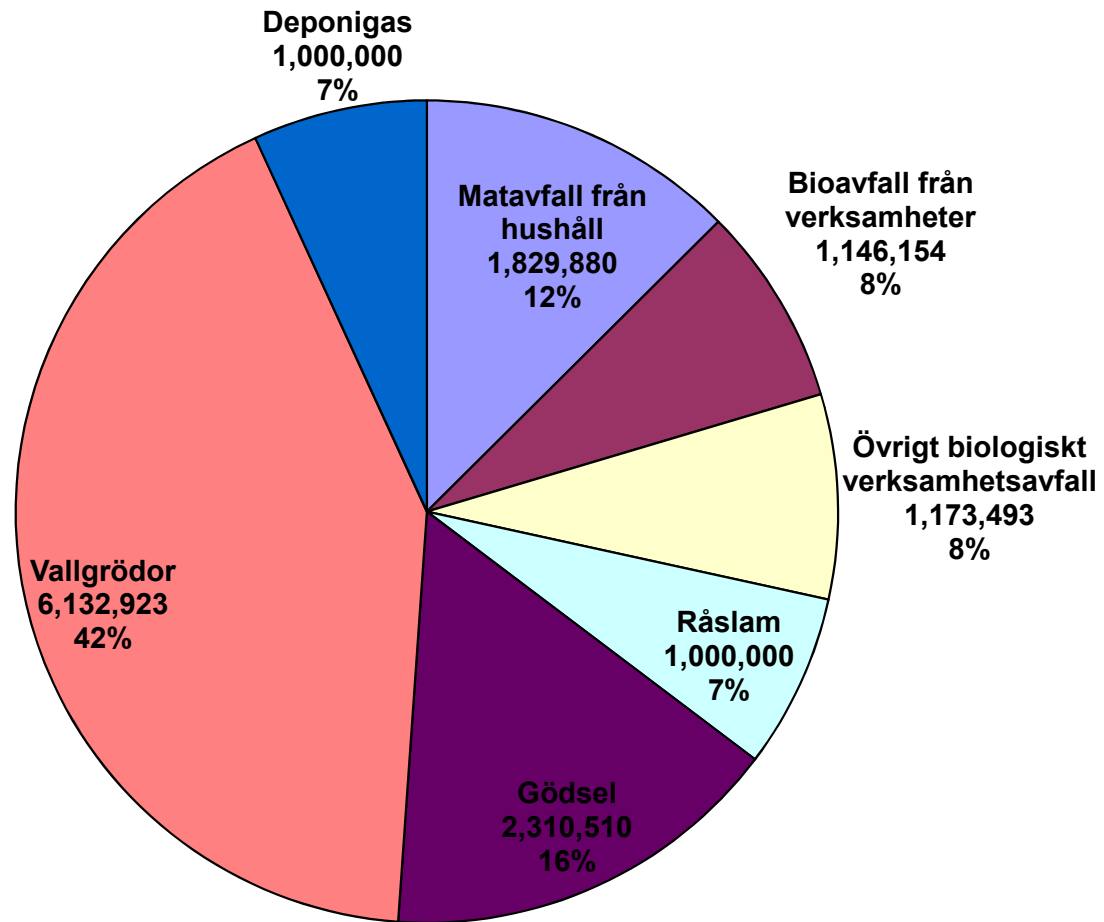
11.4.4 Avsättning biogas

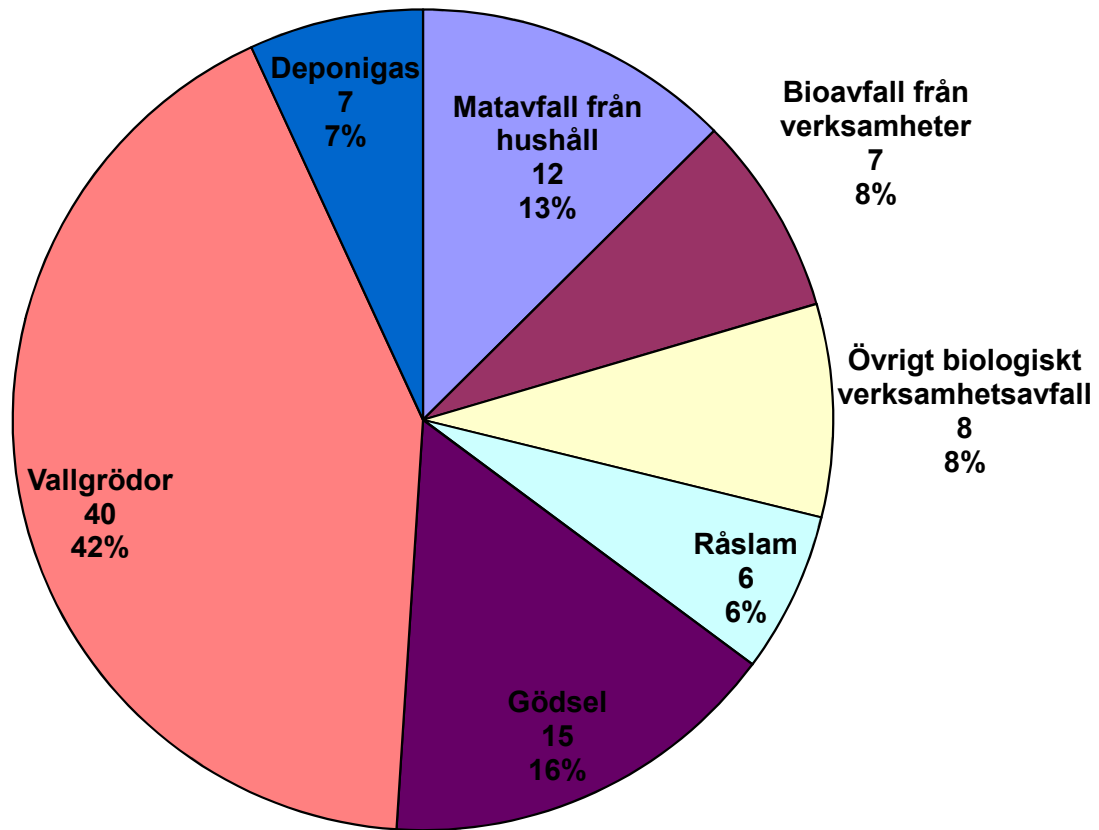
Svenska gasföreningen	http://www.gasforeningen.se
Gasbilen	http://www.gasbilen.se
Fordonsgas	http://www.fordonsgas.se

11.4.5 Avsättning rötrest

Biorec	http://www.biorec.se
KRAV	http://www.krav.se
EcoNova	http://www.econova.se







Copies from Working Paper Series can be ordered from:
Office of Research
Administration
University of Gävle
SE-801 76 Gävle, Sweden
e-mail: registrator@hig.se

Working Paper Series
published as from 1 January 2000 at:
www.hig.se/Forskning/Publikationer.html

Working Paper Series:

39. Osarenkhoe A: What characterizes the culture of a relationship-focused organization applying a customer intimacy strategy? Department of Business Administration 2008.
40. Fregidou-Malama M, Jakobsson S: Etablering av regional yrkeshögskole-utbildning i Hofors och Sandviken. Department of Business Administration 2008.
41. Wisell D, Stenvard P, Hansebacke A, Keskitalo N: Considerations when Designing Virtual Instruments. Department of Technology and Built Environment 2009.
42. Wisell D, Händel P: Simultaneous Measurement of Transmitter and Receiver Amplitude and Phase Ripple. Department of Technology and Built Environment 2009.
43. Johansson A, Isaksson M, Rönnow D: An Analysis of Kautz-Volterra models for modeling block structure nonlinear systems. Faculty of Engineering and Sustainable Development 2010.
44. Tyg eller papper? En utredning för Rådet för Hållbar Utveckling angående kökshanddukens vara eller icke vara. Jonas Kågström. Avdelning för ekonomi 2011.
45. Proofs of Derivations in Memory Polynomial Baseband Modeling of RF Power Amplifiers. Per N. Landin, Kurt Barbé, Wendy Van Moer, Magnus Isaksson and Peter Händel
46. Odd and Odd-Even Memory Polynomial Representations. Per N. Landin and Daniel Rönnow
47. Svensk avfallshantering. Diskussion kring dagsläget och branschens forskningsbehov. Ola Norrman Eriksson

Published by:
Office for Education and Research
University of Gävle

January 2013



Postal address: SE-801 76 Gävle, Sweden
Visiting address: Kungsbäcksvägen 47
Telephone: +46 26 64 85 00 **Fax:** +46 26 64 86 86
www.hig.se