

**Avsättning av energiprodukter från
biologisk behandling – vilka
frågeställningar kommer att bli aktuella?**

Hanna Hellström, SP

**Avsättning av energiprodukter från biologisk
behandling – vilka frågeställningar kommer att bli
aktuella?**

**Outlet of products of biological treatment- what
will be the future problems and opportunities?**

Hanna Hellström, SP

Projektnummer WR-30B

År: 2009

WASTE REFINERY

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 Borås

www.wasterefinery.se

wasterefinery@sp.se

ISSN 1654-4706

Sammanfattning

Biologisk behandling och dess produkter är ett aktuellt ämne som ökar år för år, inte bara i Sverige utan i hela världen. I denna expansionsfas är det intressant att försöka ta reda på vilka frågeställningar som kan komma att bli aktuella i framtiden för produkterna från denna behandlingsmetod. Följande produkter har intolkats i begreppet ”energiprodukter” från biologisk behandling: Avloppsslam från reningsverk, biogödsel från avfallsrötningsanläggningar, biogas, etanol samt produkter från energikombinat. Frågeställningar kring hur dessa produkter framställs, dvs. processfrågor, ingår inte i projektet.

7

Syftet är att få fram en idékatalog för aktuella och kommande frågeställningar inom biologisk behandling. Målet är att identifiera intressanta utvecklingsprojekt för Waste Refinery-centrets fortsatta program. Frågeställningar och projektförslag för respektive produkt har identifierats av författarens nätverk och från diskussioner som uppkom på en workshop inom Waste Refinerys regi under hösten 2009.

Biogödsel har idag nästan full avsättning men det sker inte problemfritt; anläggningarna finner avsättning men får inte tillräckligt betalt för produkten. Det är dessutom mycket vatten som transporteras. Många intressenter inom Waste Refinery och externa intressenter har uttryckt önskemål om projekt om biogödsel förädling. Andra aktuella frågor för biogödsel är hur nya, icke livsmedelsrelaterade substrat samt tillsatser påverkar kvalitén på biogödseln.

Det innebär stora utgifter för ett reningsverk att bli kvitt sitt avloppsslam. Kan Waste Refinery även inkludera avloppsslam inom sitt arbetsområde finns flertalet synergier mellan avloppsslam och biogödsel som kan nyttjas. Frågeställningar som behöver lösas inom en snar framtid är hur man på bästa sätt kan hygienisera avloppsslammet för att säkerställa ett salmonellafritt avloppsslam.

Vad gäller biogas så är det faktorer som tillgång på råvaror, om det blir ett drivmedel att räkna med i framtiden samt skatter och styrmedel som kommer att avgöra efterfrågan. Rent konkreta projektförslag har inkommit om gassammansättningen, mätning av rågas och minimering av emissioner. Många frågor rör också distribution av biogas.

För etanol är det främst frågor kring själva processen samt nya substrat som har identifierats som intressanta områden. Dessa frågeställningar och projektidéer har dock inte beaktats då rapporten endast ska identifiera frågor kring själva produkterna. Med produkter avses här produkter som uppkommer som resultat av själva processen, inte substrat in till processerna. Kontakt med olika etanoltillverkare och forskare visar att det just för själva produkten etanol inte verkar finnas något behov av vidareutveckling.

Waste Refinery har redan snuddat vid energikombinat i form av projektet WR 20, förädling av rötrest. Inga projektförslag har identifierats för produkter från energikombinat, vare sig från författarens nätverk eller under workshopen. Ett förslag är att en mer djupgående studie görs kring energikombinat inom Waste Refinerys regi.

Nyckelord: avloppsslam, biogödsel, biogas, energikombinat, etanol

Summary

Biological treatment and related products is a topical subject, which increases year after year, not only in Sweden but all over the world. In this phase of expansion, it is interesting to find out what subjects could become relevant for products from this treatment method in the future. The following products are incorporated in the concept “energy products” from biological treatment: sludge from sewage treatment plants, digestate from waste digestion plants, biogas, ethanol, and products from biorefinery. Questions regarding the process of these products are not included in this project.

The purpose is to bring forward a catalogue of ideas of current and future topics in the field of biological treatment. The goal is to identify development projects which could be of interest for upcoming programs at Waste Refinery. Issues and project proposals for each product have been identified by the writer’s network, and in discussions tabled at a workshop arranged by Waste Refinery in the autumn of 2009.

At the present time, almost all digestate is sold, but there are problems. Though the plants have found an outlet for their products, they do not receive adequate return on them. Moreover, a lot of water is being transported. Many stakeholders within Waste Refinery, as well as external stakeholders, have requested a project on refining of digestate. Other topical issues regarding digestate are how new, non-food substrates and additives affect the quality of the digestate.

Sewage treatment plants have to pay large amounts of money for the disposal of sludge. If Waste Refinery can include sewage sludge in their range of work, there will be several synergies between sludge and digestate. Matters, that need to be solved in the near future, are how to best achieve hygienisation of sewage sludge in order to guarantee salmonella-free sludge.

As for biogas, the demand will be determined by factors such as the access of raw material, whether it becomes a vehicle fuel to count on in the future, taxes and means of control (i.e. environmental objectives). Concrete project proposals regarding the gas composition and measurement of raw gas, as well as the minimization of emissions have been received. There are also many questions regarding the distribution of biogas.

As for ethanol, the questions primarily regard the process and new substrates identified in interesting fields. Such matters and project ideas have, however, not been considered, as this report is intended to identify questions about the products. Contact with various ethanol producers and researchers has shown that there is, as it seems, no need for further development of ethanol as a product.

Waste Refinery has already touched the subject of biorefinery in the WR 20 project, refinement of digestion residue. No project proposals have been identified for products from biorefinery, either by the writer’s network or during the workshop. One proposal is to do a more thorough study of biorefinery under the management of Waste Refinery.

Keywords: sewage sludge, digestate, biogas, biorefinery, ethanol

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	PROBLEMDISKUSSION	1
1.2	PROBLEMFÖRMULERING OCH MÅL	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR	1
2	NULÄGESBESKRIVNING	2
2.1	BIOGAS	2
2.2	BIOGÖDSEL	3
2.3	AVLOPPSSLAM	4
2.4	ETANOL	7
2.5	PRODUKTER FRÅN ENERGIKOMBINAT	8
3	RESULTATREDOVISNING	9
3.1	BIOGAS	9
3.2	BIOGÖDSEL	13
3.3	AVLOPPSSLAM	16
3.4	ETANOL	18
3.5	PRODUKTER FRÅN ENERGIKOMBINAT	19
4	SLUTSATSER	24
4.1	BIOGAS	24
4.2	BIOGÖDSEL	24
4.3	AVLOPPSSLAM	24
4.4	ETANOL	25
4.5	PRODUKTER FRÅN ENERGIKOMBINAT	25
5	REFERENSER	26

1 Inledning

1.1 Problemdiskussion

Biologisk behandling och dess produkter är ett aktuellt ämne som växer år för år, inte bara i Sverige utan i hela världen. I denna expansionsfas är det intressant att försöka ta reda på vilka frågeställningar som kan komma att bli aktuella i framtiden för produkterna från denna behandlingsmetod.

1.2 Problemformulering och mål

Syftet är att få fram en idékatalog för aktuella och kommande frågeställningar inom biologisk behandling. Målet är att identifiera intressanta utvecklingsprojekt för Waste Refinerys fortsatta program.

1.3 Avgränsningar

Följande produkter har intolkats i begreppet ”energiprodukter” från biologisk behandling. Avloppsslam från reningsverk, biogödsel från avfallsrötningsanläggningar (ibland också kallade samrötningsanläggningar), biogas, etanol samt produkter från energikombinat.¹ Frågeställningar kring hur dessa produkter framställs ingår inte i projektet.

Frågeställningar/projektidéer har inhämtats från författarens nätverk inom biologisk behandling samt från en workshop inom Waste Refinerys regi den 20 oktober i Borås. På workshopen deltog ett 20 tal deltagare från parterna inom Waste Refinery.

Erik Axelsson och Mattias Bisailon på Profu har författat vissa delar av rapporten. Bengt Hansson, Envisys och Gunilla Henriksson, SP har författat kapitlet om avloppsslam.

¹ Ett energikombinat är en anläggning som kan omvandla olika slags bränslen till nyttor som fjärrvärme, fjärrkyla, el, ånga, fordonsbränslen m.m.

2 Nulägesbeskrivning

2.1 Biogas

Den senaste statistiken från Energimyndigheten visar på en årlig produktion av biogas på 204 miljoner Nm³ biogas motsvarande 1 213 GWh energi. De 223 biogasproducerande anläggningarna fördelade sig på 138 avloppsreningsverk, 60 deponier, 14 samröttningsanläggningar, 3 industriavlopp och 8 gårdsanläggningar. Se tabell nedan.²

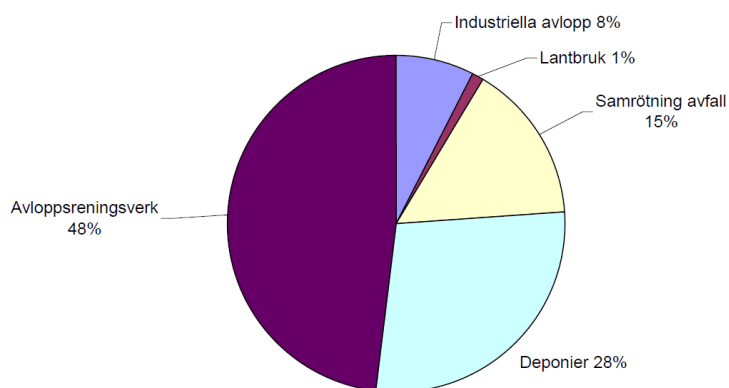
Tabell 1. Biogasproduktion i Sverige 2006

Table 1. Production of biogas in Sweden in 2006

Anläggningstyp	Antal	Biogasproduktion (miljoner Nm ³)	Range (miljoner Nm ³)
Industriella avlopp	3	13,44	8,53
Lantbruk	8	2,17	1,47
Samrötning avfall	13	26,42	6,84
Samrötning avfall**	1	0,42	e.t.*
Deponier	60	69,38	e.t.*
Avloppsreningsverk	126	90,69	10,03
Avloppsreningsverk **	12	1,52	e.t.*
Summa	223	204,03	e.t.*

* = ej tillämpligt, ** = beräknade produktionsmängder.

Nästan 50 % av biogasen produceras i avloppsreningsverk, 28 % produceras på deponier och 15 % i samröttningsanläggningar.



Figur 1. Procentuell fördelning av biogasproduktion i Sverige 2006

Figure 1. Biogas production in Sweden in 2006

Det främsta användningsområdet för biogas är produktion av värme. Värmen produceras hos kund eller av biogasproducenten själv, för uppvärmning av egna lokaler eller processer.

² Range anger differensen mellan max och min.

Av biogasen användes 56 % (678 GWh) för uppvärmningsändamål. Vidare användes 8 % (99 GWh) för produktion av el och 19 % (230 GWh) användes som fordonsbränsle. Slutligen uppges 13 % (158 GWh) ha facklats, dvs gasen har eldats upp i en fackla för att inte orsaka metanutsläpp, och 4 % (46 GWh) ha förts in på gasdistributionsnät. Om bara användningen av biogas från samröttningsanläggningar studeras så ser man att över hälften av den producerade mängden biogas användes som fordonsbränsle.

Tabell 2. Biogasens användning år 2006

Table 2. Use of biogas in 2006

Anläggningstyp	Uppvärmning*	El	Fordons- gas	Gasdistributions- nät	Fackling	Summa
Industriella avlopp	88,56	2,13	0,00	0,00	0,50	91,20
Lantbruk	3,04	6,63	0,12	0,00	4,10	13,88
Samrötning avfall	59,18	1,68	80,18	26,25	13,98	181,27
Deponier	261,33	20,83	0,00	0,00	60,21	342,37
Avloppsreningsverk	265,64	67,87	137,44	19,48	79,08	569,50
Summa (GWh)	677,75	99,14	217,74	45,73	157,86	1 198,23
			230,04			

* = inklusive internförbrukning.

Text- och bild i detta avsnitt är hämtade från Energimyndighetens skrift: *Produktion och användning av biogas år 2006*, ER 2008:02 som är den senast publicerade statistiken för biogas. [1]

År 2008 var 15 000 gasbilar och 1 300 tunga gasfordon såsom bussar och lastbilar registrerade i Sverige [2].

2.2 Biogödsel

Tack vare att biogasprocessen sker i slutna röt-kammare stannar växt-närings-ämnen kvar i den rötade slutprodukten som kallas biogödsel. Biogödsel är produkten som härstammar från avfallsröttningsanläggningar. Biogödsel sprids vanligtvis i flytande form utan avvattning. Men biogödseln kan separeras och avvattnas och då erhålls dels en fast biogödsel (TS 25%) och dels en flytande biogödsel (TS 2%). Flytande biogödsel innehåller mer näringsämnen per kg TS än den fasta biogödseln. Den fasta biogödseln innehåller å andra sidan mycket mullbildande ämnen. Detta förfarande med avvattning och två produkter praktiseras på två anläggningar i Sverige men kan komma att bli mer vanligt förekommande i framtiden.

Lantbrukarna som använder biogödsel har övervägande mycket goda erfarenheter av denna typ av gödselmedel. Biogödsel är generellt bättre än exempelvis flytgödsel när det gäller egenskaper som lukt, smittämnen och spridbarhet. Biogödseln har även utvärderats i flera fältförsök förlagda mellan Skåne och Mälardalen. Resultaten från försöken visar på en kväveeffekt på mellan 90-100 % av mineralgödslad mark. I praktisk odling har man noterat en snabbare kväveverkan, d v s hur bra grödan tar upp kvävet, av biogödsel jämfört med flytgödsel. Resultat från markbördighetsförsök pekar på att biogödsel även gynnar markens bördighet, inte minst markens mikroliv. Innehållet av växt-näringsämnen och deras inbördes förhållande varierar en del mellan biogasanläggningarna. [5]

Under 2008 producerades drygt 389 000 ton biogödsel på svenska avfallsrötningsanläggningar. Mängden återförd biogödsel till jordbruket var hela 96 %. Resterande mängd avvattnades och/eller efterkomposterades.

Av den mängd biogödsel som avsattes inom jordbruket var hela 70 % certifierad enligt SPCR 120. SPCR 120 är en produktcertifiering som ställer höga krav på hela kedjan, allt från mottaget substrat, process till slutprodukt. Avfall Sverige äger certifieringssystemet och SP är besiktningsorgan. Certifiering av biogödsel är oftast en förutsättning för att få sprida biogödsel på åkermark (Svenskt Sigill, KRAV, Lantmännen R&D). Idag finns det åtta certifierade biogasanläggningar men fler är på gång. Certifieringssystemen har funnits i cirka tio år.



Figur 2. Märke som används för certifierad kompost och biogödsel

Figure 2. Label for certified compost and digestate

2.3 Avloppsslam

Ett av Sveriges miljömål anger att senast år 2015 ska minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark. För att kunna uppnå miljömålet är det nödvändigt att även sprida en del avloppsslam på jordbruksmark.

År 2008 startade Svenskt Vatten certifieringssystemet REVAQ för att säkerställa ständig förbättring av slamkvaliteten och för att på så vis kunna bidra till att uppfylla miljömålet ovan. De reningsverk som väljer att certifiera sin process förbinder sig att arbeta med förbättringar av slamkvaliteten. Metaller och oönskade organiska ämnen i inkommande avloppsvatten skall inte överstiga det i klosettavatten³ och att halter av ej essentiella metaller i jordbruksmarken inte ska öka. Detta innebär att en balans mellan bort- och tillförsel av metaller i jordbruksmarken skall råda. REVAQ-certifierade reningsverk har därmed förbundit sig till att bedriva uppströmsarbete vilket innebär att de aktivt ska arbeta för att fasa ut farliga ämnen i inkommande avloppsvatten. Till farliga ämnen räknas oönskade organiska ämnen, icke önskvärda metaller såsom exempelvis kadmium, zink och silver, ämnen som läkemedelsrester mm. Reningsverkens uppströmsarbete leder till att samhällssystemets kadmiumhalter minskas.

³ Klosettavattenkvalitet innebär bland annat att kadmium-fosfor-kvoten ej överstiger 17 mg Cd/ kg P [6]

Idag finns det 22 stycken avloppsreningsverk som certifierats enligt REVAQ och uppskattningsvis producerar dessa reningsverk 40 % av Sveriges totala slammängd. Dessutom finns ett flertal (10-20 stycken) reningsverk som arbetar med att kunna bli certifierade inom en snar framtid.



Figur 3. Märke som används för certifierat avloppsslam

Figure 3. Label for certified sewage sludge

Det har pågått ett målmedvetet arbete inom VA-sektorn för att avloppsslam ska kunna spridas på åkermark och att dess innehåll av bland annat kväve, fosfor och kalium ska kunna nyttiggöras, vilket i sin tur resulterar i ett minskat behov av handelsgödsel. En pågående debatt om för- och nackdelar med spridning av avloppsslam på åkermark sker också. Kritikerna invänder t ex att slammet innehåller tungmetaller som riskerar att förorena jorden och att det kan finnas risk för att läkemedelsrester (som inte bryts ned i avloppsreningsverket) når åkermarken. Vissa kritiker har därför fört fram förbränning som ett bättre alternativ, då det innebär att tungmetallerna hamnar i förbränningsaskan och deponeras medan läkemedelsresterna destrueras.

Ur energisynpunkt är avloppsslam inget speciellt attraktivt bränsle. Det effektiva värmevärdet för t ex det avvattnade rötade avloppsslammet i Göteborg (med TS 30 %) ligger kring 0,3 MWh/ton, vilket är drygt 8 gånger lägre än för skogsflis. Dessutom är askhalten hög (nästan hälften av TS) och svavelinnehållet är högt i förhållande till andra bränslen. [8]

Preliminära resultat inom WR21-projektet ”Termisk och biologisk behandling i ett systemperspektiv” har emellertid visat att torkning av rötat avloppsslam till TS 90 %, pelletering och därefter förbränning av slampelletets skulle kunna vara både ekonomiskt och miljömässigt intressant under vissa förutsättningar. Ett krav är då bland annat att det finns billig fjärrvärme tillgänglig som kan driva slamtorken. [8]

I Sverige produceras årligen cirka en miljon ton avvattnat avloppsslam från kommunala reningsverk. Det motsvarar cirka 250 000 ton TS (torrs substans). då avloppsslammet i genomsnitt har en TS-halt på 25 %. I tabell 3 redovisas avloppsslammets användningsområden som det sett ut under åren 2006-2007 och under 2008.

Tabell 3. Avsättning av avloppsslam i %, 1 % = 10 000 ton slam.

Table 3. Use of sewage sludge [%] 1 % = 10 000 tonnes sludge

Användningsområde	2006-2007	2008
Deponitäckning	50	53
Anläggningsjord	22	20
Jordbruk/åker	15	20
Energiskog/salix	5	3
Skogsmark	2	0
Förbränning	2	1
Övrigt	4	3
Summa	100 %	100 %

Deponitäckning tar cirka 50 % av allt avloppsslam i Sverige. Avsättningen ökar något vilket beror på ett stort behov av täckning på deponier som skall avslutas. Cirka 40 % avloppsslam kan blandas in i det material som skall användas för avjämning och utfyllnad. Många länsstyrelser är restriktiva vad gäller avloppsslam i sluttäckning. Användningen av avloppsslam är större än vad det finns tillstånd för. Många kommuner anser det bekvämt med sluttäckning där det blir rätt stora avsättningsvolymerna till en låg kostnad. Här finns i princip inga opinioner förutom vissa länsstyrelser som är mycket tveksamma.

Anläggningsjord har minskat som avsättningsmetod. Detta kan bero på att avsättningen av den färdiga jorden har blivit mättad. I Sverige används årligen cirka två miljoner m³ jord och det finns möjligheter för avsättning av avloppsslam i detta.

Här finns en viss försiktighet från jordtillverkarnas sida att inte fastna i en slamdebatt. De stora avsättningarna av jord går till byggprojekt. Mycket lite går till konsumentförpackad vara.

Jordbruksanvändning av avloppsslam till konventionella grödor har stadigt legat på 10-15% av allt avloppsslam. Under 2008 steg siffran till 20 %. Detta motsvarar cirka 200 000 ton slam eller att 10 000 hektar åker gödglas. Inom REVAQ slamgödsas 1 600 hektar med cirka 30 000 ton avloppsslam. Användningen utanför REVAQ är alltså betydligt större än inom REVAQ.

Anledningen till ökningen under 2008 var kraftigt stigande handelsgödselpriser på främst fosfor. Under 2009 har fosforpriset minskat igen. Efterfrågan på slam utanför REVAQ är under 2009 något mindre än under 2008.

Salixodling gödglas med avloppsslam var fjärde år då skörd sker. Arealen salix ökar inte i Sverige. Andelen salix som skördas beror på energipriserna och det har vissa tider inte varit lönsamt att skörda salix. Avsättningen till salix är cirka 3 – 5 % och varierar beroende på hur stor areal som skördas. Vid salixodling utbetalas ofta en ersättning till bonden för att ta emot avloppsslam. Detta beror på att man har ansett att salixgödning med avloppsslam är ett fritt område där inga större kvalitetskrav ställs på denna typ av slam. Området har därför utnyttjats för att avsätta avloppsslam av sämre kvalitet.

Skogsmark gödglas på försök i vissa områden. Detta kräver ett torkat pelleterat avloppsslam som bara ett fåtal reningsverk producerar. I de områden där dessa gödslingar skett har man fått en opinion på samma sätt som i jordbruket. Folk vill inte ha avloppsslam på blåbären.

Förbränning av avloppsslam sker till mycket liten del i Sverige, bara någon procent av slammet. Det beror dels på ett högt pris, en avog inställning från förbränningsanläggningarna att över huvud taget ta emot avloppsslam samt en tradition att i Sverige anses inte förbränning rätt. Det skiljer sig från Danmark där ca 30 % av allt avloppsslam förbränns. För att avloppsslam skall kunna förbrännas krävs ofta extra investeringar i inmatningsutrustning.

Övrig avsättning kan vara kompostering, vassbäddar (där slammet fortfarande finns kvar och är inte slutgiltigt avsatt), inarbetsytor, med mera.

Denna del om avloppsslamavsättning är författad av Bengt Hansson, Envisys.

2.4 Etanol

Etanol, som går till drivmedel i svenska fordon, produceras för närvarande av följande typer av råvaror: svensk skogsråvara (liten volym), svenskt vete, europeiska jordbruksgrödor och brasilianskt sockerrör. Processer för framställning av etanol ur dessa råvaror är etablerade och det finns ett antal leverantörer över hela världen. Den brasilianska tillverkningsindustrin dominerar världsmarknaden men tullbestämmelser gör att en stor del av importen till Sverige görs från EU.

Etanol ur cellulosa som t.ex. skogsfäll och halm har studerats intensivt under cirka 30 år. Sverige ligger förhållandevis långt framme i denna forskning och har satsat mest inom skogsfäll. Resultaten har lett till några stora pilotanläggningar, framförallt i Sverige (SEKAB-Örnsköldsvik), USA och Kanada. Det finns fyra tekniker:

- Stärksyrprocessen som ger ett bra utbyte. Metoden är dock inte populär p g a svavelsyran som bör återanvändas. Lösningar finns med de är både dyra och komplicerade. En lösning är t ex kokning
- Svagsyrprocessen (låg halt av stärksyra⁴) där syran inte behöver återanvändas. Metoden är inte långtifrån kommersialisering, men kommer troligen att förlora kampen mot enzymatiska processer
- Enzymatiska processer där enzymer används för att bryta ner cellulosa istället för syra. Metoden blir mer och mer populär p g a enzympriset som har sjunkit tämligen kraftigt på sistone.
- Det finns en teknik där materialet förgasas till syntesgas och sedan omvandlas till etanol med hjälp av bakterier eller katalysator. I USA har man satsat på bakterier, medan t.ex. KTH arbetar med katalysatorer.

Man förväntar sig att etanol ur cellulosa blir kommersiellt inom ca fem år om det inte bli bekymmer med finansiering på de första anläggningarna som tar en hög risk.[9]

Drygt 350 miljoner liter etanol (2007) användes som drivmedel i Sverige. Den största mängden etanol används för låginblandning (5 procent) i vanlig bensin. Som jämförelsetal kan nämnas att total mängd försäld bensin förra året uppgick till 5 miljoner m³ [10]. Andelen etanolbilar (flexi-fuel) som drivs på E 85 (85 procent etanol) har ökat de senaste åren[3].

De största producenterna av etanol är i dagsläget Brasilien (från sockerrör) och USA (från majs). Världsmarknadpriset sätts till stor del av produktionspriset i dessa länder och är i dagsläget ca 3.20 kr/l. I Sverige tillkommer en tull på ca 1.8 kr/l. Det finns förhoppningar om att Sverige skulle kunna bli storskalig etanolproducent med cellulosa som råvara. Produktionspriset för denna framtida process kan svårligen underskrida 4-5 kr/l. Således är tullen troligen nödvändig för att göra produktion av inhemsk cellulosaetanol lönsam med de aktuella produktionsteknikerna och rådande ekonomiska förutsättningarna [8].

Trender i världen

Brasilien tillverkar 15 miljoner m³ etanol/år från sockerrör. Denna används i 26 procent inblandning i all bensin.

USA tillverkar 10 miljoner m³ etanol/år från majs. Man använder 10 procent inblandning i bensin. Myndigheter, biltillverkare och teknikföretag satsar på FFV-bilar, och

⁴ Svavelsyra är ett exempel på en vanlig stärksyra

distributionsnätet för E85 byggs ut. I flera delstater ersätter etanol bensintillsatsen MTBE (metyl-tertiär-butyleter).

Kanada satsar på etanol från halm. I en demonstrationsanläggning har 600 kg socker producerats ur 1 ton halm, och ur detta 340 liter etanol. Med finansiering av bl a Shell uppfördes en fullskalig produktionsanläggning under 2004.

Europa producerar etanol från vete och sockerbetor. Aktiva länder är Spanien, Frankrike, Tyskland, Sverige och Nederländerna. Inom biodiesel är Tyskland, Österrike och Frankrike stora producenter och användare. Utbud och pris på etanol och RME⁵ påverkas av den gemensamma jordbrukspolitiken.

2008 fanns det 138 000 etanolbilar och 510 etanolbussar registrerade i Sverige [2].

2.5 Produkter från energikombinat

I ett energikombinat produceras flera nyttigheter samtidigt, t.ex. drivmedel, el och värme. Syftet med att samordna produktionen av nyttigheterna i ett kombinat är att synergieffekter kan uppnås i jämförelse mot flera fristående produktionsenheter. Exempelvis kan överskottsvärme från en enhet utnyttjas som prima värme i annan, vilket leder till högre energieffektivitet. Med en diversifierad produktflora kan även produktionen anpassas efter kortsiktiga variationer i marknadens behov.

Produkterna från ett energikombinat kan i princip vara vilka som helst. Här begränsas dock beskrivningen av produkter till *energiprodukter*. Begränsningen avser också de produkter som ofta nämns som lämpliga för ingående i ett kombinat i svenska sammanhang, se Tabell 4. Utöver energiprodukter kan vissa av energikombinaten även leverera kemikalier, djurfoder och andra produkter. Dessa icke energiprodukter inkluderas dock inte i nedanstående sammanställning.

Tabell 4. Beaktade energikombinat och inkluderade energiprodukter

Table 4. Observed biorefineries

Användningsområde	2006-2007
Spannmålsetanol	Etanol, biogas, rötrest
Cellulosaetanol	Etanol, biogas, pellets, rötrest, värme
Pellets	Etanol, biogas, pellets, värme
Förgasning	SNG ⁶ , FT-Diesel, DME, vätgas, värme
Pyrolys	Pyrolysolja, gas, koks, värme

⁵ Rapsmetylester ett bränsle avsett för dieselmotorer

⁶ Se kapitel 3.5.4 för ordförklaringar till de olika produkterna (SNG, FT-Diesel samt DME)

3 Resultatredovisning

I detta kapitel har frågeställningar som avgör framtida avsättningsmöjligheter sammanställts efter produktslag. Dessa frågeställningar är författade av Profu[8].

Efter varje delkapitel, som följer de olika produktslagen, finns projektidéer sammanställda i en enkel lista. Projektidéerna är författade av olika personer inom branschen, varför detaljnivå och utförlighet skiljer sig åt mellan projektidéerna. De personer som har inkommit med projektidéer finns nämnda som personliga kontakter under referenser. Projektidéer baseras också på uppslag som uppkom under en workshop om Waste Refinery etapp 2 som hölls under hösten 2009.

3.1 Biogas

Biogas som uppgraderas till fordonsgaskvalitet utgör idag ett konkurrenskraftigt drivmedel på de platser distribution och tankställen för fordonsgas finns etablerade. Ett grundläggande hinder för en snabb expansion av biogas är emellertid att i princip hela transportmarknaden (från distribution/tillverkning av drivmedel till utveckling av fordon) historiskt blivit anpassad för flytande bränslen (bensin och diesel). Det innebär alltså en betydligt större omställning att gå över till gasformiga förnybara bränslen (som biogas) än att gå över till förnybara flytande biobränslen (som t ex etanol och RME). Trots detta visar vissa regioner god tillväxt av biogas som fordonsbränsle, förutsatt att det finns tillräckligt med biogas för konsumenterna.

3.1.1 Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Drivmedel i framtiden

Precis som för etanol är en avgörande fråga hur transportsektorn kommer att utvecklas. Idag pågår forskning och utveckling kring många olika (mer eller mindre förnybara) ”spår”, t ex elbilar, laddhybrider, biogas, metanol, etanol, DME etc.

Biogas har fördelar i att de flesta undersökningar visar bra miljöprestanda och att det är ett bränsle som finns framme och som används redan idag. En nackdel kan vara att det är ett gasformigt bränsle som innebär en betydligt större omställning av transportsystemet, speciellt vad gäller distribution och tankställen. Frågan är alltså hur infrastrukturen för gas kommer att byggas ut.

Tillgång på råvaror

För avloppsreningsverk beror råvarutillgången i huvudsak på befolkningsutvecklingen. Det finns ingen konkurrenssituation om de huvudsakliga råvarorna, dvs urin och fekalier. Transporterna utgör heller ingen osäkerhetsfaktor eftersom dessa transporteras till avloppsreningsverket i ledningar.

Däremot råder redan idag en konkurrenssituation mellan avfallsrötningsanläggningar för att få tag på material som går att röta. För en del rötbara fraktioner finns det även viss konkurrens med alternativa behandlingsmetoder, t.ex. förbränning. Vidare utbyggnad av avfallsrötningsanläggningar kan således försvåras om alla planer på utbyggd avfallsförbränning förverkligas.

Råvarorna till gröngasanläggningar (anläggningar främst baserade på grödor) kommer huvudsakligen från jordbruksmark där jordbrukaren hela tiden har att överväga vilka alternativ som är mest lönsamma. T ex kan ett högt internationellt pris på spannmål avsevärt minska intresset för odling av råvaror till gröngasanläggningar.

Inom viss processindustri finns det organiska avfallsströmmar som skulle kunna användas som substrat i en biogasanläggning. Problemet med dessa avfallsströmmar är att rötresten kan vara förorenad och att det då måste lösas med annan avsättning för rötresten än spridning på åkermark.

Bioslam från pappers- och massaindustrin är ett framtida substrat i en biogasanläggning. Även här behöver annan avsättning finnas än spridning på åkermark.

Skatter och styrmedel?

Skattefrågan är också relevant i sammanhanget. I nuläget belastas biodrivmedel som biogas varken med energi- eller koldioxidskatt. Det är dock inte omöjligt att energiskatt kommer att introduceras för bioenergi i framtiden om denna energiråvara tränger undan fossil energi i större omfattning, för att kompensera för de förlorade skatteintäkterna från den fossila sidan.

Frågan om obligatorisk källsortering dyker med jämna mellanrum upp. Skulle den förverkligas skulle en stor mängd matavfall bli tillgängligt för rötning. EU har redan visat vägen i ramdirektivet för avfall där medlemsländerna uppmuntras att införa källsortering av bioavfall.

3.1.2 Förslag till projektområden

Gas-sammansättning av biogas från biologisk behandling.

Biogasens sammansättning varierar mycket beroende på vilket substrat, uppehållstider etc. som tillämpas. Ibland innehåller slutprodukten biogas ett betydande antal föroreningar. Marcogaz rapport om *Injection of Gases from Non-Conventional Sources into Gas Networks* [7] antyder att mätningen av ämnen såsom svavelväte, ammoniak, siloxaner, klorin, fluorin mm vid låga halter snart blir nödvändigt. Men det finns två hinder. För det första finns det inga rekommenderade metoder för att mäta dessa ämnen. För det andra saknas metoder, och därmed också kunskaper om vid vilka haltnivåer dessa ämnen börjar ställa till problem. Problem kan vara relaterade till hälsorisker, korrosionsrisker, luktproblem, miljörisker mm.

Gassammansättning av biogas kan också vara viktigt att kartlägga vid normal drift i anläggningar. När en driftstörning uppstår finns då en referens på hur det ser ut under normal drift. Då blir förhoppningsvis orsaken till störningen lättare att identifiera.

Avskiljd koldioxid genom odling av alger

Kan vi få nytta av avskiljd koldioxid från biogas i biogasanläggningar genom att odla alger? I dagsläget är det enbart en kostnad att få fram ren metangas för bränsleändamål ur biogas och koldioxiden används inte. Man behöver undersöka om koldioxiden kan avskiljas på sådant sätt att den kan användas som kolkälla för algodlingar kopplade till avloppsvatten och om och i så fall hur stort intresset för detta framtida område är ute på biogasanläggningarna. Algodling kräver högre CO₂-halter än i luften för att vara effektiv

och lönsam. Producerad biomassa kan användas till högkvalitativa säljbara produkter av t ex proteiner och/eller till biobränsle och resterande avfall återförs till rötammaren.

Minimera emissioner

Det finns idag redan ett frivilligt system att ansluta sin biogasanläggning till som syftar till att minska emissioner från biogasanläggningar. Emissioner på biogasanläggningar bör studeras ytterligare då både de ekonomiska och miljömässiga vinsterna är stora med detta. Ska andra gaser än metan studeras? Finns det någon anläggning i systemet som har varit riktigt framgångsrik? Goda exempel på anläggningsutformning sett utifrån emissionsperspektivet kan vara intressant.

Mätning av rågas

Hur skall rågas mätas i biogasnät? Det är svårt med små, våta flöden från gårdsanläggningar.

Luft i rötammaren

Vilken effekt på den slutgiltiga gaskvaliteten har den tyska metoden att puffa in luft i rötammaren för att fälla svavelväte? Hur mycket luft handlar det om och klarar våra krav på fordonsgaskvalitet en sådan åtgärd? Detta blir även aktuellt när gårdsanläggningar börjar byggas, där man oftast inte har möjlighet att hantera en järnkloridtank.

Processinriktad metan

Processintern metananrikning är intressant att gå vidare med. Skulle man kunna skippa uppgraderingsanläggningen? Kan denna teknik tillämpas småskaligt så att rågasnäten kan dimensioneras ned? En sådan åtgärd kan vara det som behövs för att få ekonomi i biogasnät.

Distributionsteknik av biogas.

Gasnätet är på de flesta håll dåligt utbyggt i Sverige, vilket är ett problem vid distribution av biogas. Vilka tekniker finns det för distribution av gas och vilken teknik är bäst ur ett ekonomisk och miljömässigt perspektiv? Som exempel på distributionstekniker kan bland annat kryoteknik och flakning av gasen nämnas.

Prioritering mellan att använda biogasen till produktion av förnyelsebar el eller drivmedel

Biogasen kan användas bl.a. för produktion av förnyelsebar el och som drivmedel till fordon. Vad ska man som producent prioritera av dessa två produkter ur ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv.

Utröttningsgrad

Ju högre utröttningsgraden är, desto större blir mängden biogas och desto mindre blir mängden avloppsslam/biogödsel. Hur bör en sådan process i så fall utformas och optimeras?

Vätgasreforming

Är det möjligt att reformera biogas till vätgas så att det kan användas i framtida bränsleceller?

Snabbframställning av biogas

Finns det möjlighet att snabbrotta substrat så att biogas snabbare kan framställas? Hur bör en sådan process i så fall utformas och optimeras?

Processmetoder för torkning av avfall

Preliminära resultat från WR15-projektet visar att det finns en biogaspotential för torkat matavfall. I projektet finns även resonemang om vikten av optimering av sådana torkningsprocesser, samt hur ingående materialflöden kan påverka resultatet med avseende på biogaspotential hos det torkade materialet. Processoptimering samt styrning av ingående materialflöden kommer med största sannolikhet att föreslås för ett fortsättningsprojekt. Den pågående systemstudien inom projektet innefattar systemanalytiska aspekter hos två befintliga system.

Följande biogasfrågor har identifierats av personer från etanolbranschen som kan ha intresse av biogasproduktion

Biogasproduktion av drank, vilket är en restprodukt från etanoltillverkning.

Vilken COD/BOD⁷ reduktion kan uppnås? Vilken är biogasens sammansättning?

Kan biogasen vara lämplig som fordonsgas? Vilken typ av rening krävs för detta?

Hur tar vi hand om den ”renade” vätskeströmmen i bioreningen? Vilken sammansättning har den? Krävs ett aerobt reningsteg och recirkulering?

Kan bioslammet rötas även om svavel finns närvarande? Vilka problem kan detta innebära, och hur löser man dem?

Kan delar av ligninresten också rötas?

Vid rötningen bildas ett slam. Hur tas det om hand och vilka användningsområden finns för det?

Samförbränning av biogas och fast bränsle?

Vilka nivåer av t ex vatten och metanol kan accepteras på drivmedelsetanol? Är ställda kvalitetskrav onödigt höga för att erhålla etanol som kan fungera som drivmedel?

Vilka egenskaper finns hos ligninresten så som damningsbenägenhet, lämpliga lagringsbetingelser, etc.?

Vilka krav finns på ligninresten för att den ska kunna eldas i ett kraftvärmeverk?

Vilka metoder finns för karakterisering av lignin, slam etc.?

Vilka användningsområden finns för producerad CO₂ i jäsningsen.

⁷ **COD** (Chemical Oxygen Demand) är ett mått på den mängd syre som förbrukas vid fullständig kemisk nedbrytning (totaloxidation) av organiska ämnen i vatten. **BOD** – (Biochemical Oxygen Demand) är mått på hur mycket biologiskt nedbrytbar substans det finns i vatten.

3.2 Biogödsel

3.2.1 Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Frågeställningarna för biogödsel påminner mycket om dem för avloppsslam (se kapitel 3.3). Det bör dock betonas att för biogödsel är avsättningen som bränslen betydligt mindre trolig än för avloppsslam. I dagsläget finns det ett större förtroende inom jordbruket/livsmedelsindustrin för biogödsel än för avloppsslam.

3.2.2 Förslag till projektområden

Kravspecifikation för biogödselprodukter

Studera egenskaperna hos produkter från koncentrerad av biogödsel m.a.p. hur de fungerar som gödselmedel med fokus på växtnäringsinnehåll och spridningsegenskaper. Ta fram underlag för att värdera biogödselprodukter som handelsvara ur växtnärings- och miljösynpunkt. Både ekonomiska aspekter för biogasanläggningen och lantbrukaren räknas in. Arbetet resulterar i en kravspecifikation som är förankrad hos användarledet av koncentrerade biogödsel.

Produktutveckling

Återkoppling mot företagen som tagit fram biogödselprodukterna. Företag får ta del av den framtagna kravspecifikationen i syfte att arbeta fram förslag på hur förädlingsprocessen av biogödsel kan förbättras och optimeras enligt den framtagna kravspecifikationen. Denna del av projektet utförs i samarbete med företagen. De fortlöpande resultaten förankras i samarbete med representanter för användare av förädlade biogödselprodukter/lantbrukare.

Vilka möjligheter finns att enkelt öka värdet på biogödsel?

Lagring

Hur lagras biogödsel på bästa sätt, sett ur miljö- och ekonomisk synpunkt?

Transport

Transport av den flytande biogödseln är ett problem på grund av den höga vattenhalten. Skulle till exempel båttransporter (pråm) längs Göta Älv vara en lösning, till Skara och Dalboslättarna t.ex. Det är även intressant att inkludera möjligheterna i andra delar av Sverige.

Rengöring av fordon

Avfall Sverige rapporten (tidigare RVF) 05:04 "Effektivitet av fordonsdesinfektion för transport av biogödsel" arbetades fram under 2004. Den visade att det då inte fanns några tillfredsställande rengöringsmetoder för fordon som transporterar biogödsel. Hur har rengöringsmetoderna utvecklats sedan dess? Vad säger den kommande EU-förordningen ABP (1774/2002) om krav på rengöring?

Tillsatser

Tillsatser i form av polymerer kan ibland användas vid avvattning av biogödsel. Hur påverkas marken och därmed de produkter som odlas däri om biogödsel förädlas med hjälp av polymerer? Inom detta projekt borde det ingå både litteraturstudier och röt försök för att få en fullständig bild av det hela.

Vilka polymerer är aktuella för användning inom biogasbranschen?

Det finns önskemål om att tillhandahålla en ordentlig genomgång av praktiskt genomförande av till exempel tillsatser, ultrafiltrering, förtjockning etc, det vill säga en teknisk beskrivning av varje metod, hur det går till och vad varje metod innebär.

Det finns ett behov av att ersätta akrylamider med något bättre processhjälpmedel för avvattning. Vilka processhjälpmedel för avvattning finns idag på marknaden och vilka kan bli aktuella i framtiden?

Marknadsföring

De allra flesta användare av biogödsel är mycket nöjda med produkten. Ett problem är dock att den är relativt okänd vilket kan ha en negativ inverkan på möjligheter att sälja in produkten. Vad krävs för att göra produkten mer kommersiell och känd?

Informationsspridning av odlingsförsök

Vilka odlingsförsök är genomförda? På vilka grödor, med vilka resultat? Visa att biogödseln är ett effektivt gödningsmedel i jordbruket. Det finns ett flertal studier om detta, men är resultaten entydiga? Lantbrukarna måste övertygas om förträffligheten med materialet.

Produktifiering

Hur kan biogasanläggningarna möta lantbrukarnas önskemål kring biogödselns innehåll? Finns det nya/andra användningsområden som svarar upp mot kravet på återföring till jordbruket?

Definiera en typsammansättning för optimal biogödselkvalitet.

Biochar

Vad får det för effekter om inblandning av biochar⁸ sker i biogödsel? Hur får man fram biochar, hur kan den blandas in, vilken växteffekt har det i svenska jordar?

Struvit

Hur växttillgänglig är struvit som produkt? Det finns några få studier som pekar på att struvit kan vara jämförbar med handelsgödsel. Detta bör undersökas vidare.

Ekonomiskt värde

Vilken värdeökning kan man räkna med när gödsel rötas istället för att spridas direkt? Hur skiljer det mellan olika gödselslag? Ett scenario är en anläggning där gödsel lånas från olika lantbruk och där t ex fjäderfågödselinnehavare anser att deras gödsel redan har ett värde, medan hästgödselinnehavare mest har ett kvittblivningsproblem.

Ekonomisk värdering av biogödsel

Att göra en ekonomisk värdering av biogödseln är önskvärt för biogödselproducenten för att på så sätt lättare kunna marknadsföra sin produkt och få ut dess berättigade värde.

⁸ Biochar är träkol skapad av pyrolys av biomassa.

Framtida prisutveckling

Går det att föra något slags resonemang kring hur prisutvecklingen på biogödsel kan komma att se ut? Vad skulle det innebära för anläggningarna/lantbrukarna etc.

Näringsinnehåll

Hur ser egentligen olika rötrest ut i kvalitet (beroende på substrat och process)? I vilken form föreligger fosfor och andra näringsämnen i olika faser, exempelvis om den avvattnas? Hur växttillgängligt och lösligt är näringsämnena beroende på substrat och process? Har en avvattnad rötrest ett effektivt fosforvärde?

Även andra ämnen som svavel och kalium behöver belysas.

Hur stor påverkan har ingående substrat och framförallt matavfall på biogödselns innehåll? En del anser att matavfall tillför föroreningar medan andra ser stora fördelar med att behandla matavfall p g a dess närings- och kolinnehåll.

Föroreningar

Kan en bortsortering av främmande föremål i biogödseln, t.ex. ev. glas, plast etc. ske i efterhand? I så fall hur? Om bortsortering av föroreningarna sker efter rötammaren, hur påverkar i så fall nedbrytningsprodukter från dessa föroreningar röttningsprocessen?

Ekonomi i hela kedjan

Se på ekonomin i de olika delarna och på helheten, för att se vilka förutsättningarna är för biogasframställning och vilka styrmedel som krävs för en positiv utveckling. Kan man genom att t ex mäta ekonomi ur miljösynvinkel (s.k. grön BNP) åstadkomma de styrmedel som krävs?

Samrötning av avloppsvatten och hushållens organiska avfall

I mindre kommuner kan samrötning vid det kommunala reningsverket vara en möjlig lösning. Det görs till viss del redan idag i mindre skala. Vilka problemställningar skapar ett sådant förfarande och vilken acceptans för rötresten finns?

Skapar förändrade levnadsmönster nya krav på substratbehandling?

Människors ökade resande och även den ökade trenden att handla från mindre, närproducerande livsmedelstillverkare kan medföra större risk för föroreningar i avloppsvatten och hushållens organiska avfall, så som t ex salmonella. Avregleringen av Apoteken i Sverige kan påverka förståelsen för en säker hantering av medicinrester vilket kan leda till att dessa hamnar i avloppet. Debatten om vissa tillsatser i maten, exempelvis sukralos, kan leda till oro att sådana förs till åkermarken via biogödsel och avloppsslam. Kommer detta att ställa ändrade krav på hygienisering av substrat för rötning, där biogödseln och avloppsslammet avses att återföras till åkermark?

Hur ska framtidens biogödsel finna avsättning?

Nya substrat från t ex processindustrin (t ex läkemedelstillverkare) kommer troligen att rötas i framtiden. Hur säkras en avsättning av den biogödsel/rötrest som kommer från detta? Skall dessa substrat hanteras i skilda linor/batchar för att sedan biogödseln/rötresten också ska hanteras separat? Se även tidigare frågeställning.

Skogsgödsling

Vilka möjligheter finns det att använda biogödsel som skogsgödsling? Vad pågår inom området? Vilka anläggningar finns och är planerade? Vilken forskning pågår?

3.3 Avloppsslam

3.3.1 Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Jordbrukets acceptans, efterfrågan och betalningsförmåga

Om jordbrukets acceptans, efterfrågan och betalningsförmåga ökar (t ex pga. stigande priser på handelsgödsel) finns det en stor och naturlig marknad för avloppsslammet. Med ökad åkerspridning av slammet, skulle mängden slam som finns tillgängligt som bränsle minska.

Livsmedelsindustrins acceptans för avloppsslamspridning på åkermark

Livsmedelsindustrin har synpunkter på det avloppsslam som sprids på åkermarken. De vill se resultat på att kadmiumhalterna i slammet minskar, att prioritering av nya metaller leder till fler åtgärder uppströms samt att utfasning av oönskade ämnen sker.

Tillgång på billig fjärrvärme

För att slamtorkning skall bli ekonomiskt intressant krävs tillgång på förhållandevis billig värme alternativt billig och grön el som kan användas för att värma. Som beskrivs under avsnitt 3.5.2 är det möjligt att vi i framtiden kommer att få perioder under året med överskottsvärme (som måste kylas bort). Orsak till detta är att fjärrvärmesystemen inte räcker till för alla de värmeproducenter som vill få plats i systemet, samtidigt som fjärrvärmebehovet generellt minskar till följd av energieffektiviseringar i lokaler/bostäder och av varmare klimat. Denna överskottsvärme skulle kunna utnyttjas för bland annat slamtorkning.

Avsättning för slampellet?

Det finns en osäkerhet i vilka förbränningstekniska egenskaper som slampellet har och i vilken typ av pannor man kan förbränna dessa. Dessutom finns även en legal aspekt, d v s huruvida förbränning av slampellet kan undantas från EU:s avfallsförbränningsdirektiv och om förbränning av slampellet bör tilldelas elcertifikat då det används för kraftvärmeproduktion. Båda dessa faktorer har stor påverkan på betalningsförmågan hos användare av slampellet och därmed även för lönsamheten för hela kedjan för avloppsslam som bränsle.

Förbättrad avloppsslamkvalitet?

Likaväl som för andra processer gäller att kvaliteten på ingående material (avloppsvatten, processkemikalier etc.) i processen påverkar kvaliteten på utgående material (rejektvatten och slam) från processen. För att kunna säkerställa en slutprodukt av bra kvalitet krävs det att reningsverket arbetar med uppströmsfrågor, det vill säga att de kan påverka kvaliteten på inkommande avloppsvatten.

3.3.2 Förslag till projektområden

Kravspecifikation för produkter från avloppsslam

För att ta fram en kravspecifikation för produkter från avloppsslam studeras egenskaperna hos produkter från koncentrerad avloppsslam m.a.p. hur de fungerar som gödselmedel.

Fokus bör ligga på avloppsslammets växtnäringssinnehåll och spridningsegenskaper. Därefter tas underlag fram för att värdera slamprodukter som handelsvara ur växtnäringssynpunkt. Både ekonomiska aspekter för avloppsreningsverket och lantbrukaren räknas in. Arbetet resulterar i en kravspecifikation som är förankrad från användarledet av koncentrerade avloppsslam.

Produktutveckling

Produktutveckling sker genom återkoppling mot de företag som tagit fram slamprodukterna. Företag får ta del av den ovan framtagna kravspecifikationen i syfte att arbeta fram förslag på hur förädlingsprocessen av avloppsslam kan förbättras och optimeras enligt den framtagna kravspecifikationen. Denna del av projektet utförs i samarbete med företagen. De fortlöpande resultaten förankras i samarbete med representanter för användare av förädlade slamprodukter/lantbrukare.

Hygienisering

För att ett REVAQ-certifierat reningsverk ska få sprida avloppsslam på åkermark krävs det att avloppsslammets är hygieniserat. De vanligaste hygieniseringsmetoderna för avloppsslam är långtidslagring och den näst vanligaste metoden är kalkning. Ingen av dessa metoder fungerar optimalt. Stor efterfrågan på framtagande av nya hygieniseringsmetoder råder och dessutom förväntas en ny slamförordning utges inom en relativt snar framtid. Med all sannolikhet kommer det då att finnas krav på att allt avloppsslam ska hygieniseras innan det lämnar reningsverket.

Kväverening av rejektvatten till recipient

I WR20-projektet "Förädling av rötrest från större biogasanläggningar" pågår just nu en systemanalys för att undersöka tre olika processtekniker för att rena rejektvatten vilket uppkommit vid avvattning av rötrest. Avloppsreningsverk har visat stort intresse för projektets resultat då de brottas med samma frågeställning som större biogasanläggningar. Visar det sig att någon processteknik är mer lämpad än en annan, kan fortsatt studie även initieras tillsammans med avloppsreningsverk.

Extraktion

Flertalet studier har genomförts för att se om man kan extrahera ut oönskade metaller från avloppsvatten. Det verkar fungera i labbskala, men behöver även undersökas i storskaliga försök. De försök som hitintills gjorts i storskalighet har varit problemfyllda och orsaken till detta bör utredas.

Förångning av kadmium och andra lättflyktiga metaller

Kadmium är relativt lättflyktigt och det är värt att studera om man på ett miljövänligt sätt kan hetta upp avloppsslam för att på så sätt avskilja kadmiumet och andra lättflyktiga metaller.

Utnyttja extern spillvärme för att hygienisera avloppsslam

Genom att använda sig av extern spillvärme från kringliggande industrier/värmeverk skulle man exempelvis kunna hygienisera avloppsslam på ett effektivt sätt. Det kan också finnas andra användningsområden för spillvärmens inom biogasindustrin.

Samordnat uppströmsarbete för att öka kunskaperna om slammets innehåll

För vissa ämnen i avloppsslammet saknas tillräcklig kunskap om eventuell skadlig inverkan på miljön. Bättre kunskap är nödvändig för att avloppsreningsverken skall kunna göra en riktig prioritering av vilka ämnen man i första hand skall försöka minska halterna av i uppströmsarbetet och för att man skall kunna använda de begränsade resurserna där de gör störst miljömässig nytta. Det vore betydligt effektivare att ta fram denna kunskap genom centralt samordnade insatser med hjälp av tillgänglig expertis inom respektive område, än att varje enskild anläggning istället ska göra samma arbete från början.

Analysmetoder

För att få sprida avloppsslam från ett REVAQ-certifierat reningsverk får avloppsslammets Cd/P-kvot max vara 35 mg Cd/kg P. Då dessa båda parametrar beräknas genom TS-halten är det av betydelse att det finns en väl fungerande metod att beräkna TS. Det finns dessutom gränsvärden avseende andra metaller att ta hänsyn till och det är viktigt att få rätsida på vilka analysmetoder som är bäst lämpade att använda vid analys av slamfraktioner. Olika laboratorier använder sig av olika analysmetoder och detta leder till skilda resultat.

Näringsinnehåll

Hur ser egentligen olika avloppsslam ut i kvalitet (beroende på ingående vatten och externslam samt process)? I vilken form föreligger fosfor och andra näringsämnen i olika faser, exempelvis om avloppsslammet avvattnas? Hur växttillgängliga och lösliga är de? Har ett avvattnat avloppsslam ett effektivt fosforvärde? Även andra ämnen som svavel och kalium behöver belysas.

Läkemedelsrester

Kunskapen om vilka läkemedelsrester som följer med slamfraktionen borde utredas ytterligare. Dessutom bör metodik för extraktion av läkemedelsrester tas fram och implementeras i avloppsreningsverken.

Utröttningsgrad

Ju högre utröttningsgrad, desto större mängd biogas och mindre mängd avloppsslam/biogödsel. För att lyckas med detta bör frågeställningarna nedan studeras vidare.

Kan samrötning av olika substrat vara en möjlig väg att gå för att få en högre utröttningsgrad? Kan processhjälpmedel, exempelvis i form av extra näringsämnen, avpassas för att optimera rötprocessen vid rötning av avloppsslam? Kan förbehandling vara ett alternativ?

3.4 Etanol

3.4.1 Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Drivmedel i framtiden?

På kort sikt är det rimligt att förvänta sig ökad efterfrågan av etanol, särskilt med tanke på EUs mål för andel förnyelsebara drivmedel i transportsektorn. På längre sikt är det svårare att sja om efterfrågan. Dels har det att göra med hur utvecklingen av oljepriset kommer att se ut, dels har det att göra med hur snabb övergången till elbilar och laddhybrider kan

tänkas bli. En avgörande fråga i sammanhanget blir alltså hur transportsektorn kommer att utvecklas.

Världsmarknadspris, tull, skatt och styrmedel?

Även om det finns efterfrågan av etanol, är betalningsviljan för etanolen osäker. Avgörande för etanolpriset är importtullen och den internationella produktionskostnaden.

Skattefrågan är också relevant i sammanhanget. I nuläget belastas biodrivmedel som etanol varken med energi- eller koldioxidskatt. Det är dock inte omöjligt att energiskatt kommer att introduceras för bioenergi i framtiden om denna energiråvara tränger undan fossil energi i större omfattning. En anledning till detta kan vara att kompensera för de förlorade skatteintäkterna från den fossila sidan.

Från ovanstående resonemang kan det verka som om det kan bli svårare att få lönsamhet i inhemsk etanolproduktion i framtiden. Bilden kan dock ändras totalt om det införs styrmedel till stöd för (inhemska) biodrivmedel. Med tanke på den ambitiösa ambition för Sveriges transportsektor som beskrivs i energiproposition 2009 kan dylika styrmedel vara nödvändiga.

3.4.2 Förslag till projektområden

Det har inte inkommit så många konkreta svar på projektområden för användning av produkten etanol eftersom de flesta av de tillfrågade anser att användningen av etanol är god och inte behöver utredas ytterligare. De få reflektioner som inkommit redovisas nedan.

Diskussionerna som rör utvecklingen kring etanol handlar främst om vilka substrat som är lämpliga för etanolframställning samt frågor kring själva processen. Bland annat nämns att etanol ur avfall (t.ex. spannmål eller cellulosa) borde vara intressant för Waste Refinery.

En annan frågeställning är vilka renhetskrav (vattenhalt, andra föroreningar) som i själva verket är nödvändiga vid fordonsbränsleapplikationen. Dessa krav kan ibland anses vara överdrivna eftersom man har utgått från dryckesetanol när kraven togs fram.

Lagstiftning och styrmedel kommer att ange förutsättningarna för framtida utveckling. Ett exempel är höjningen av etanolinblandning i bensin från 5 till 10 % som idag lagar och regler sätter stopp för. Ett beslut här skulle höja efterfrågan av etanol avsevärt.

Följande kortfrågor definierades som viktiga för framtidens etanolanvändning:

- Teknikutveckling på motorsidan?
- Inhemsk produktion kontra sockerrörsbaserad produktion i tropiska länder (Sydamerika, Afrika) - går det att konkurrera?

3.5 Produkter från energikombinat

Biogas, avloppsslam och biogödsel har redan diskuterats i tidigare delkapitel varför dessa lämnas utanför energikombinatdiskussionen. Nedan redovisas idéer kring övriga produkter från energikombinat.

3.5.1 Pellets

Efterfrågan av pellets i Sverige har fördubblats sedan 2002. För att täcka efterfrågan har ca 20 % av pelleten importerats. Det är rimligt att förvänta sig ökad inhemsk efterfrågan och pellets kan även bli en exportprodukt. Efterfrågan från andra europeiska länder kan troligen öka med tanke på EU:s förnybarhetsmål. Idag eldas i Sverige nästan uteslutande pellets gjorda av ren träråvara.

Priset på pellets har ökat i Sverige i takt med ökad konkurrens om dagens råvara. Med mål för andel förnyelsebar energi i EU och förväntat ökade koldioxidpriser kan man förvänta sig ökad betalningsvilja för biobränslen även ur europeiskt perspektiv.

Pelleten från cellulosætanolprocessen skiljer sig från konventionell pellets i den meningen att råmaterialet är hydrolysrest istället för t.ex. sågspån. Hydrolysresten består till en liten del av fiberrester men huvudsakligen av lignin. Än så länge finns det inte mycket erfarenheter av denna pellets överhuvudtaget.

Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Export och transport

Som nämnt kan Europas övriga länder utgöra en stor marknad för pellets. Frågan blir då hur denna export kan ske och hur lång transport pellets klarar ekonomiskt och miljömässigt. Transportlängd beror på vilka transportmöjligheter som finns tillgängliga till Europas bioenergimarknad. Med lastbil är transportsträckan begränsad, med tåg och framförallt båt blir transportkostnaden mycket liten.

Ligninpellets

För pellets från cellulosætanolprocessen finns ett flertal frågetecken. Det första rör själva pelleteringen. En fråga är alltså om dagens teknik/processer för pelletering kan användas eller om den måste modifieras.

Ligninpelleten kommer även att ha andra fysikaliska egenskaper som kan vara till för- och nackdel. Exempelvis kan pelleten bli hårdare vilket är gynnsamt för storskalig användning men kan vara till nackdel för villaanvändare. Förbränningsegenskaperna kan också skilja sig från konventionell pellet och utförliga förbränningstester måste utföras innan man med säkerhet kan säga vilka användare som denna pellets lämpar sig för. Vidare kan pelleten innehålla större eller mindre mängder av processkemikalier som kan vara nödvändiga att beakta.

3.5.2 Värme

Inte sällan fås restvärme i temperaturområdet lämpligt för fjärrvärme i de aktuella biokombinaten. Troligen minskar dock möjligheter för avsättning av spillvärme, i alla fall ur ett svenskt perspektiv. I nuläget beror detta främst på att värmeproduktionen från kraftvärmeverk med elcertifikat och avfallsförbränningsanläggningar planeras öka kraftigt samtidigt som fjärrvärmebehovet inte ökar. Är detta försvarbart ur miljöekonomiskt perspektiv, då spillvärme behöver tas tillvara för att bidra till att hushålla med energi och resurser, och därmed bidra till ett bärkraftigt samhälle? I framtiden kan man dessutom förvänta sig att energibesparingar leder till lägre efterfrågan av värme.

Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Framtid för avfallsförbränning

Med prognostiserad ökning av avfallsförbränning är det möjligt på lång sikt att hela säsongens baslast i fjärrvärmeproduktionen skulle kunna täckas med billig avfallsvärme. Detta skulle göra det svårt att få avsättning för överskottsvärme, speciellt under perioden maj-september då behovet av fjärrvärme är betydligt lägre jämfört med övriga månader. Mängden avfallsvärme i framtiden är dock inte huggen i sten, särskilt på lång sikt. Exempelvis kan en samhällsomställning till lägre avfallsproduktion minska möjligheter till lönsam expansion av avfallsförbränning. Vidare kan man tänka sig att man i framtiden vill se mer materialåtervinning av avfall istället för förbränning.

Elcertifikat och andra styrmedel

Spillvärme har även svårt att konkurrera med kraftvärmeverk som är berättigade till elcertifikat. I nuläget kommer elcertifikat att tilldelas nya anläggningar till och med 2030, samtidigt som många befintliga anläggningar faller ur elcertifikatssystemet. Hur nuvarande kraftvärmeverk kommer att agera utifrån detta är osäkert. Andra liknande styrmedel i framtiden kommer också att kunna spela en avgörande roll för möjligheterna att få avsättning för spillvärme. Exempelvis skulle man kunna tänka sig att "vita certifikat" för energibesparing skulle kunna tilldelas spillvärme och således gynna detta.

Energibesparingar

Avsättning för spillvärme beror även på den totala efterfrågan. Många prognoser pekar på att värmeefterfrågan kommer att minska i och med EUs energibesparingsmål. Hur det blir i verkligheten är dock inte givet.

3.5.3 SNG

Syntetisk naturgas (SNG) kan fås som produkt från förgasning. SNG kan likställas med naturgas och avsättningen kan likställas med den för biogas.

3.5.4 Metanol, FT-Diesel och DME

Genom att förgasa t.ex. biomassa kan en syntesgas produceras, vilken kan användas för att producera biodrivmedel som metanol, Fischer-Tropschdiesel (FT-diesel) och dimetyleter (DME).

Metanol kan, liksom etanol, blandas i bensin för användning i bensinmotorer. Således kan metanol i många avseenden jämföras med etanol, se avsnitt 3.4. En nackdel med metanol är dock att den är giftig och korrosiv.

FT-diesel kan användas direkt för att ersätta diesel. DME är också ämnat för att ersätta diesel. Till skillnad från FT-diesel är DME dock ett gasformigt drivmedel som kräver att dieselmotorn modifieras. För båda produkterna kan betalningsviljan jämföras med densamma som för diesel (beaktat olika skattesatser, se även nedan).

Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Drivmedel i framtiden

Frågeställningarna för dessa biodrivmedel liknar till stor del dem för etanol, se avsnitt 3.4.1. En skillnad är att drivmedel för dieselmotorer troligen kan finnas kvar längre än de för bensinmotorer även om det sker en omställning till elfordon. Anledningen är att tunga och långa vägtransporter svårigen kan ske med el som energikälla och troligen kommer diesel att användas för detta även på längre sikt.

Skatter och styrmedel

Även här är frågeställningarna lika de som beskrivs i avsnitt 3.4.1.

Bränslesystem för metanol

Som nämnt är metanol korrosivt och kan vara aggressiv mot nuvarande bränslesystem (tank, bränsleledningar och motor). Således är frågan om fordonsindustrin kommer att bygga bränslesystem som klarar metanol.

Fordon och infrastruktur för DME

För att få avsättning för DME måste det finnas både fordon och infrastruktur anpassade för DME. Detta kan nog inte förväntas på kort sikt men möjligen på längre sikt.

3.5.5 Vätgas

Som alternativ till SNG och biodrivmedel som nämnts ovan kan även vätgas fås som produkt från förgasning. Vätgassamhället ligger dock bortom det tidsperspektiv vi studerar här (upp till 15 år), varför vätgas inte behandlas mer i denna rapport.

3.5.6 Pyrolyso produkter

Pyrolys innebär termisk nedbrytning utan syre vid en temperatur runt 500°C. En skillnad mot förgasning är att nedbrytningen inte går lika långt och att produkten från pyrolysen är huvudsakligen en oljeliknande vätska. Som biprodukt fås även gas och koks.

Pyrolysolja kan ersätta Eo5, men är mer svårhanterad än konventionell olja, t.ex. i fråga om lagring och hantering. Vidare kan sameldning med exempelvis vanlig eldningsolja vara nödvändigt på grund av pyrolysoljans låga värmevärde. Istället för direkt användning av pyrolysolja skulle den även kunna processas av raffinaderier för produktion av biodiesel och andra produkter.

Den gas som bildas kan exempelvis användas internt för att generera den värme som behövs i pyrolyso reaktorn. En annan biprodukt är ett fast material, kallad koks eller träkol. Koksen kan exempelvis användas som ett fast bränsle.

Frågeställningar som avgör avsättningsmöjligheter:

Hantering av pyrolysolja

Som nämnt är pyrolysolja inte lika lätthanterad som eldningsolja. Exempelvis finns det risk för uppdelning i två faser och sedimentering vid lagring. Hur detta kan hanteras är avgörande för hur attraktiv denna produkt blir.

Drivmedel i framtiden

För användning av pyrolysolja som råvara för biodrivmedel gäller generellt samma frågeställning som presenteras i avsnitt 3.4 och 3.5.4 angående drivmedel i framtiden. För pyrolysolja specifikt tillkommer även hur raffinaderier ser på pyrolysolja som råvara.

Användning av koksen

Hur koksen kan användas som fast bränsle är ännu en osäkerhet kring avsättning för pyrolyspanprodukterna.

4 Slutsatser

4.1 Biogas

Vad gäller biogas är det faktorer som tillgång på råvaror, om det blir ett drivmedel att räkna med i framtiden samt skatter och styrmedel som kommer att avgöra efterfrågan. Rent konkreta projektförslag har identifierats speciellt kring gassammansättning, mätning av rågas och minimering av emissioner. Många frågor rör också distribution av biogas.

4.2 Biogödsel

Biogödsel har idag nästan full avsättning men det sker inte problemfritt; anläggningarna finner avsättning men får inte tillräckligt betalt för produkten. Det är dessutom mycket vatten som transporteras. Många intressenter inom Waste Refinery och externa intressenter har uttryckt önskemål kring projekt om biogödsel. Waste Refinery har tidigare varit inne på området i och med projekt nummer 20, *Förädling av rötrest*. Många ser gärna en fortsättning på det projektet.

Det planeras för en hel del nya biogasanläggningar där nya substrat kan komma ifråga. Ibland är biogödsel som härstammar från dessa substrat inte lämplig för avsättning inom jordbruket. Det behöver identifieras vilka avsättningsmöjligheter och användningsområden som finns för biogödsel som härstammar från dessa substrat.

En aktuell fråga är också vad för slags tillsatser (till exempel polymerer) som finns på marknaden idag och vilka som skulle kunna bli aktuella i framtiden. Frågeställningar rör också hur dessa tillsatser påverkar kvalitén på biogödsel samt hur marken där biogödseln används påverkas av tillsatserna.

Under workshopen som hölls för Waste Refinerys medlemmar var det biogödsel som diskuterades mest och som identifierades som ett stort utvecklingsområde.

4.3 Avloppsslam

Det kostar stora pengar för ett reningsverk att bli kvitt sitt avloppsslam. Allt fler reningsverk väljer att röta sitt avloppsslam och ofta samrötas det då med fettavskiljarslam eller matavfall. Produkten skiljer sig en del från biogödsel men användningsområdet är ofta densamma, gödselmedel för spridning på åkermark.

För att få en produkt, ett gödselmedel som lantbrukaren vill ha och har användning för, krävs det att substrat in i rötammaren är av god kvalitet. När det gäller avloppsslam finns det många frågeställningar som behöver utredas för att lantbrukaren ska få ett kvalitetssäkrat gödselmedel som denne kan använda för spridning på åkermark.

Frågeställningar som behöver lösas inom en snar framtid är hur man på bästa sätt kan hygienisera avloppsslammet för att säkerställa ett salmonellafritt avloppsslam. Förslag i nya slamförordningen tros bli lagring under tolv månader – vilket kommer att leda till stora problem för flertalet avloppsreningsverk. Ett års produktion av avloppsslam innebär stora volymer slam vilket i sin tur kräver stora markytor för lagring. Det kan bli ett problem för många anläggningar i framtiden.

Vilka som är de bäst lämpade analysmetoderna för avloppsslam, för analys av metaller, näringsämnen etc., behöver utredas inom kort. Regeländringar i REVAQ träder i kraft vid årsskifte 2009/2010 och högre krav ställs då på ett avloppsslams Cd/P-kvot. En del reningsverk har analyserat ett och samma slampart avseende kadmium, fosfor och TS-halt vid olika laboratorier. Analysresultat har då visat stor variation vilket leder till osäkerhet och minskat förtroende för laboratorier. Analysresultatet ska ge klartecken för om ett avloppsslam är godkänt för spridning på åkermark eller ej. Som det är nu, är trovärdigheten för laboratoriernas analyser mycket låg.

Då SP är besiktningsorgan åt Svenskt Vattens certifieringssystem REVAQ finns idag många och goda kontakter med reningsverk runt om i landet. Kan Waste Refinery anta utmaningen att även se avloppsslammet som ett avfall så finns det flertalet synergier mellan avloppsslam och biogödsel. Exempelvis har WR 20 uppmärksammats av reningsverk vilka har likande problemställningar att få rätsida på, kväverening av utgående vatten till recipient.

4.4 Etanol

Kontakt med olika etanoltillverkare och forskare visar på att det just för själva produkten etanol inte verkar finnas något större behov av vidareutveckling. Etanol produceras och appliceras i fordon. Fordonstillverkare är i allmänhet nöjda med produkten som den är. Det är främst frågor kring själva processen samt nya substrat som har identifierats som intressanta områden. Dessa frågeställningar och projektidéer har dock inte tagits med i rapporten då rapporten endast ska identifiera frågor kring själva produkterna.

4.5 Produkter från energikombinat

Waste Refinery har redan snuddat vid energikombinat i form av projektet WR 20, förädling av rötrest. Dock är kunskapen om dessa produkter hos Waste Refinerys parter samt hos författaren något lägre än kring de andra produkterna inom denna studie. Därför identifierades inga projektförslag för dessa produkter, vare sig från författarens nätverk eller under workshopen. Ett förslag är att en mer djupgående studie görs kring energikombinat inom Waste Refinerys regi.

5 Referenser

- [1] Dahlgren S, Biogasproduktion i Sverige, Energimyndigheten, *Produktion och användning av biogas år 2006*, ER 2008:02, 2008
- [2] <http://www.miljofordon.se>
- [3] <http://www.bioenergiportalen.se>
- [4] <http://svebio.agriprim.com/attachments/33/105.pdf>
- [5] Svensson K, Certifierad biogödsel, Avfall Sverige, 2006
- [6] Erikson Jan, Halter av 61 spårelement i avloppsslam, stallgödsel, handelsgödsel, nederbörd samt i jord och gröda Naturvårdverket Rapport 5148
- [7] Cigni A, Dejean E m.fl. Injection of Gases from Non-Conventional Sources into Gas Networks, Marcogaz working group, 2006
- [8] Axelsson Erik, Bisailon Mattias, Profu
- [9] Taherzadeh Mohammad, Borås Högskola
- [10] <http://www.scb.se>

Ett stort tack till alla trevliga och hjälpsamma:

Personliga kontakter som inkommit med projektförslag

Arrhenius Karine, SP, Kemi och Materialteknik
Ekendahl Susanne, SP, Kemi och Materialteknik
Hansson Bengt, Envisys AB
Henriksson Gunilla, SP, Energiteknik
Jarlsvik Tisse, Göteborg Energi AB
Karlsson Per, Borås Energi och Miljö AB
Laurell Johan, JTI
Mörtsell Marlene, Sekab AB
Olsson Johanna, JTI
Olsson Marcus, SP, Energiteknik
Sassner Per, Rintekno
Ståleby Ola, Renova

Samt deltagare på workshop om Waste Refinery Etapp 2 hösten 2009 i Borås.



WASTE REFINERY
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
wasterefinery@sp.se
www.wasterefinery.se