

Nulpunktsanalyse for biogasanlæg



baseret på ren husdyrgødning



Landbrug & fødevarer, februar 2010

Michael Groes Christiansen, Videncenter for Svineproduktion

Nulpunktsanalyse for biogasanlæg baseret på ren husdyrgødning

af Michael Groes Christiansen, Videncenter for Svineproduktion, L & F

Forord

Biogasproduktion er en vedvarende energiform, som er et prioriteret indsatsområde i Grøn Vækst. Samtidig er det et af de mest omkostningseffektive tiltag til reduktion af drivhusgasemissionen.

Sammendrag

Videncenter for Svineproduktion, L & F har analyseret økonomien i biogasanlæg, som alene er baseret på brug af husdyrgødning til fremstilling af biogas. Der er regnet på anlæg, hvor størrelsen varierer mellem 300, 550 til 800 tons biomasse tilført dagligt. For at disse anlæg kan opnå et nulresultat, vil det under de opstillede forudsætninger kræve en afregningspris for el produceret på biogas, på henholdsvis 1,13, 1,07 og 1 kr. pr. kWh. De estimerede nulpunktspriser skal ses i forhold til at elafregningsprisen i 2009 var 76,2 øre pr. kWh for el produceret på biogas, svarende til et PSO tillæg på 42,2 øre pr. kWh. Forskellen medfører et årligt økonomisk underskud på henholdsvis på 3,3, 5 og 5,6 mio. kr. Nulpunkt vil for det største anlæg forudsætte et PSO tillæg på 66 øre pr. kWh i 2009 priser.

Det beskrevne biogasanlæg bruger 11 pct. af energien i gassen til procesvarme og bruger i den forbindelse 7,2 pct. af totalenergien til elproduktion, som sælges via el-nettet. Den resterende gasmængde på 82 pct. forudsættes solgt til et lokalt kraftvarmeværk. Det er forudsat at den solgte gas kan afsættes til det lokale kraftvarmeværk til 4,22 kr. pr. naturgasækvivalent, hvoraf de 1,65 kr. er prisen på naturgassen, som biogassen fortrænger. En højere markedspris på naturgas vil derfor automatisk sænke kravet til PSO tillægget, for at opnå nulpunkt. Hvis naturgas stiger eller falder med 10 øre pr. kubikmeter vil det medføre en ændring på +/- 2 øre i nulpunkts elafregningsprisen.

Det forventes at den gennemsnitlige lånerente vil være 6 pct., derfor er hele den investerede kapital i biogasanlægget forrentet med 6 pct. i analysen.

Nulpunktsanalyse

I dette notat udredes en nulpunktsanalyse for rent husdyrgødningsbaserede biogasanlæg. En nulpunktsanalyse estimerer de totale omkostninger ved et givent projekt, inklusiv forrentning af den investerede kapital, og beregner den nødvendige salgsindtægt pr. produceret enhed for at dække disse omkostninger. I dette notat er det el afregningsprisen, som er variabelen for hvornår nulpunkt nås, idet alle andre parametre som kan påvirke værdien af biogassen fastlåses på 2009 niveau. Afregningsprisen for el produceret på biogas har direkte indflydelse på værdien af den producerede el fra biogasanlægget og har indflydelse på den pris, som biogasanlægget kan opnå ved salg af overskydende gas til et kraftvarmeværk.

Baggrund

Den 16. juni 2009 kom en hensigts- og støtteerklæring som supplement og uddybelse af konkrete forslag for at realisere Grøn Vækst.

Landbrugets rolle som energileverandør skal styrkes. Det skal bl.a. ske ved at op mod 50 pct. af husdyrgødningen i Danmark, skal anvendes til energiformål i 2020. Derudover skal der skabes bedre rammer for forbrænding af husdyrgødning, og dyrkningen af flerårige energiafgrøder skal fremmes. Konkret gennemføres følgende initiativer for at fremme energiudnyttelsen af husdyrgødningen. Regeringen tager her udgangspunkt i udbygningen af biogassektoren.

- I 2010-2012 etableres en igangsætningspulje til fællesanlæg på 85 mio. kr. om året. Under ordningen kan der ydes 20 pct. anlægstilskud. Under ordningen kan der også ydes tilskud til "bedriftsrelaterede investeringer i forbindelse med tilslutningen til fællesanlæg"
- Der kan ydes 60 pct. kommunegaranteret låntagning til fællesanlæg
- I 2010-2012 etableres en igangsætningspulje til økologiske gårdanlæg på 15 mio. kr. om året. Under ordningen kan der ydes 20 pct. anlægstilskud
- Analyse af varmforsyningsloven med henblik på ligestilling af biogasleverandører og naturgasleverandører
- Tilskudsmæssig ligestilling af afsætning af biogas til hhv. kraftvarmeværker og naturgasnettet.

Indledning

Økonomien i et rent husdyrgødningsbaseret biogasanlæg er stærkt afhængig af tørstofindholdet og dermed energiindholdet i husdyrgødningen. Et krav om mindst 10 pct. tørstofindhold i den biomasse der skal afgasses, har været nævnt for at få økonomi i anlægget. Et højere tørstofindhold vil kunne øge gasproduktionen, men her risikeres det, at hele processen hæmmes af for høj ammoniakkoncentration i biomassen.

Økonomi i husdyrgødningsbaserede biogasanlæg bliver generelt bedre, hvis der sker en opkoncentrering af husdyrgødningen. Svinegylle har i gennemsnit en tørstofprocent på ca. 4-5 pct. i rågylle og kvæggylle en tørstofprocent på mellem 8-10 pct.

For at få økonomi i et husdyrgødningsbaseret biogasanlæg bør der ske en opkoncentrering af tørstofprocenten, så det organiske materiale øges pr. behandlet biomasse, og derved også gasudbyttet. Den teknologiske løsning for at opkoncentrere findes i form af gylleseparering, som teknologisk virker rimeligt godt på svinegylle, men indtil videre mindre godt på kvæggylle.

Kvæggylle har uden separation en tilstrækkelig høj tørstofprocent til at den kan indgå i biomassen uden foregående opkoncentrering, medmindre afstanden til fællesanlægget bliver for stor. Svinegylle bør helst opkoncentreres med mindst faktor 2 i tørstof.

Udover at en opkoncentrering af gylle har værdi for biogasanlægget, mindsker det også transportomkostningerne. Omvendt er der ekstra omkostninger til denne opkoncentrering, som bør indregnes i en nulpunktsanalyse på biogas, produceret 100 pct. på husdyrgødning.

En anden mulig teknisk løsning på sigt vil være naturlig separation i fortank eller lignende på gården og efter afgasning på biogasanlægget. Desværre er det ikke undersøgt, hvor hurtigt naturlig separation kan foregå i en fortank. Da biomasse skal være så frisk som mulig, skal naturlig bundfældning kunne ske inden for 1-2

uger uden ny tilførsel af biomasse, og derudover skal det være teknisk muligt at aftappe 75 pct. af væsken uden opblanding med bundfraktionen. En bundfraktion for svinegylle har en tørstofprocent på ca. 13 pct.

Dette vil øge transportmængden 2,5 gang i forhold til gylleseparering, idet ca. 25 pct. af gyllen skal transporteres til afgang mod kun 10 pct. ved gylleseparering, hvor de 10 pct. udgør fiberfraktionens andel af den samlede volume.

Materiale og metode

Denne økonomiske udredning er udarbejdet på sektorniveau og skal identificere omkostningen ved 100 pct. husdyrgødningsbaserede anlæg. Økonomiske skævvridninger vedrørende indtægts- og omkostningsfordeling for de involverede husdyrproducenter, ved de beskrevne scenarier, vil være en efterfølgende problemstilling. Hvis alle udgifter kan dækkes af el afregningsprisen eller salgsprisen på biogassen, er det efterfølgende kun et spørgsmål om fordelingspolitik.

De økonomiske forudsætninger er hentet fra flere forskellige kilder. Eventuelle estimater vil være baseret på skøn, som menes at være de mest fagligt korrekte, ud fra tilgængelig viden på nuværende tidspunkt. Disse estimater vil blive indlagt i grundscenariet, som vil give den mest sandsynlige nulpunktspris. I det følgende redegøres for kildematerialet, som vurderes i forhold til andre kilder og der angives et estimat for, hvor sikker estimatet/forudsætningen forventes at være. Estimatusikkerheden er vurderet ud fra hvor meget den enkelte forudsætning eventuelt kan rykke sig.

Gasudbytte estimat, primærkilde: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret og AgroTech

Vurdering i forhold til andre kilder: I forhold til energistyrelsen og biogasbranchen estimerede biogasudbytte pr. ton svinegylle ligger de benyttede estimater 10-15 pct. under deres estimater på svinegylle. En stor del af diskrepansen ligger i den forventede tørstofprocent i gyllen, som energistyrelsen forventer, er 5,75 pct., mens svinegylle der benyttes i dette estimat kun har en tørstofprocent på 4,7 pct.

Estimat sikkerhed ca. +/- 10 pct., men med større usikkerhed på gasudbyttet fra fiberfraktioner.

Værdien af den producerede el: Energiaftalen af 21. februar 2008

Afregningsprisen på el produceret på biogas er nøje fastlagt via denne aftale.

Værdien af den solgte producerede biogas via energiaftalen, kilde: Søren Tafdrup, Energistyrelsen

Vurdering: PSO støtte (public service obligation), værdi af afgiftsfritagelse for el- og varmeproduktion er fastlagt i energiaftalen af 21. februar 2008. Elvirkningsgraden kan have en lille indflydelse på værdifastsætningen af den udnyttede biogas til kraftvarmeproduktion.

Estimatsikkerhed er middel til høj.

Værdien af den producerede biogas som skyldes markeds kræfter

Ubekendte faktorer er prisen på erstattet naturgas, samt hvor stor en rabat der eventuelt gives i en gasaftale med det lokale kraftvarmeværk. Disse faktorer er underlagt markeds kræfter og estimatsikkerheden er relativ dårlig. Markedsværdien af den solgte biogas omregnet til naturgasækvivalenter og fratrukket rabatter er i analysen kun 1,12 kr/ Nm³. Hvis estimatet ikke holder, må det forventes, at skyldes højere naturgaspriser end forudsat (1,65 kr/ Nm³), og dette vil have en positiv afledt effekt på biogasanlæggets økonomi.

Estimatsikkerhed er lav.

Merværdi N i husdyrgødningen pga. afgangning: Kilde [1] og Thorkil Birkmose

Afgasset gylle har en større gødningsværdi via omdannelsen af organisk N til ammoniak N via afgangning. Ca. 50 % af det organiske N bliver omdannet til ammonium N via afgangning, og dette er et rimeligt sikkert estimat. Derudover vil merværdien afhænge af markedsprisen på mineralsk N, samt hvor meget organisk N, der er i den indgående biomasse. I gennemsnit forudsættes at biogasanlægget udgiftsneutralt for landbruget kan opkræve ca. 3,25 kr. pr. ton biomasse afgasset via denne opklassificering af gyllens gødningsværdi, forudsat en pris på mineralsk N på 6 kr. pr. kg.

Estimatsikkerhed er middel.

Transportomkostninger, kilde: Transportkilometre er baseret på en egen model, som tager udgangspunkt i DE pr. ha (dyretæthed i området) og opdyrket areal i biogasanlægget nærområde.

Vurdering i forhold til andre undersøgelser: Den kørte transportafstand er mindre end det ses i praksis. Modellen tager ikke hensyn til, at der i praksis oftest sker en omfordeling af gyllen, hvilket kan indebære øgede transportafstande. Denne meromkostning skal ikke dækkes af biogasanlæggets drift, hvorfor modellen betragtes som værende korrekt i forhold til analysens formål. Transportomkostningen for at flytte 1 ton biomasse 1 km er der rimelig konsensus om. Estimat sikkerhed er høj på en virkelig model, hvor kørselsafstandene kendes. I dette notat vil den være påvirket af den valgte gennemsnitlige husdyrtæthed i oplandet.

Gyllesepareringsomkostninger og effektivitet: Er baseret på farmtest vedrørende stykomkostninger, samt egne beregninger på husdyrbrug på ca. 250 DE for kapitalomkostningen pr. ton.

Vurdering: Stykomkostning pr. ton gylle ved gylleseparering kendes rimeligt nøjagtigt via farm test. Beregningerne er følsomme overfor besætningsstørrelsen pga. anlægsinvesteringen. Der benyttes hovedsageligt billige gyllesepareringsanlæg, men alternativet en mobil decanter er også en mulighed. Sidstnævnte løsning vil gøre gårdsepareringen lidt dyrere pr. ton, men øget gasudbyttet vil sikkert kompensere herfor. Bedrifter i meget husdyrtætte områder kan have egne økonomiske fordele af gyllesepareringen. Enkelte bedrifter kan derfor være villige til at dække en del af gyllesepareringsomkostningen. I denne analyse forudsættes at omkostningen dækkes 100 pct. af biogasanlægget, da gylleseparering på sektorniveau er en meromkostning for landbrugserhvervet, og der forudsættes relativt meget gylleseparering for at skaffe fiberfraktion nok til anlægget.

Estimat sikkerhed på omkostningen er middel.

Biogasanlægget - anlægsinvestering og driftsomkostning: Anlægsbeskrivelse og anlægsinvestering samt driftsomkostninger er taget fra Samfundsøkonomisk analyse af Biogasanlæg, rapport nr. 136 FØI. Da rapporten er fra 2002 er omkostningerne pristalsreguleret til 2009 niveau. Vedligeholdelsesomkostningerne er dog sat op til årligt at koste 1 pct. af anlægsinvesteringen, mens reinvesteringer betragtes som ekstra afskrivninger. Transport af gylle betragtes som udliciteret til vognmand.

Vurdering i forhold til andre estimater: Der findes mange forskellige anlægstyper af biogasanlæg og der er stor prisforskel, men sikkert også kvalitetsforskel. Prisniveauet er afstemt med Dansk Landbrugs Rådgivning, Landscentret via Søren Lehn Pedersen regneark og der var enighed om estimaterne. Biogasbranchen vurderer anlægsinvesteringen i 2010 priser til at være noget højere, end de her benyttede tal.

Estimat sikkerhed er middel.

Følsomhedsanalyser, baseret på ændringen af forskellige grundforudsætninger, under fastholdelse af alle de øvrige, vil blive foretaget til sidst i analysen, men ikke på alle estimater.

Afgrænsninger

Bioforgasning har afledte konsekvenser på energi og miljø, både lokalt og globalt samt i landbruget. Disse eksternaliteter vil kun blive inddraget i beregningerne, hvor der er tale om økonomisk let kvantificerbare omkostninger eller besparelser. Reduceret kvælstofudvaskning, mindre udledning af drivhusgasser og reducerede lugtgener vil ikke blive værdisat.

Opkoncentrering af husdyrgødningen for at forbedre økonomien i biogasanlægget og mindske transportomkostninger, samt den ekstra transport til og fra biogasanlægget, er omkostninger, der bør kunne afdækkes af biogasanlægges økonomi. På sigt, når eksisterende gyllebeholdere er afskrevet, vil der kunne opnås rationaliseringsgevinster/besparelser ved at deponere afgasset gylle lige ved den mark, som skal modtage husdyrgødningen. Denne mere langsigtede gevinst er ikke medtaget i beregningerne.

Der foregår meget forskning i at øge gasudbyttet fra husdyrgødning i biogasanlæg. De anvendte kalkuler på biogasanlæggene er imidlertid baseret på relativt billige, lavteknologiske og driftssikre anlæg. Udbringning af husdyrgødning eller afdisponering af overskydende husdyrgødning er ikke omkostninger, som bør inddrages i en rentabilitetsberegning på biogas. Disse omkostninger har erhvervet uanset om gyllen afgasses, eller bruges som rågylle. I disse beregninger forudsættes det, at producenten modtager lige så mange DE tilbage, som der er afgivet til biogasanlægget.

Forbehold

De anvendte forudsætninger for gasudbyttet fra husdyrgødningen stammer typisk fra anlæg med 75 pct. husdyrgødning og ca. 25 pct. industri- og slam affald.

Der er pt. ingen biogasanlæg i Danmark, som drives med 100 pct. biomasse stammende fra husdyrgødning. Der er kendskab til svineproducenter, der på gårdanlæg har haft problemer med at holde gang i bioreaktoren uden tilsætning af industriaffald eller lignende.

Forøgelsen af biogasproduktionen i Danmark har betydet, at hvor anlæggene førhen har kunnet opkræve et modtagegebyr for at modtage industriaffald til afgangning, betaler de nu oftest for at få industriaffald. Dette skyldes udbud/efterspørgsel grundet den øgede konkurrence anlæggene imellem for at skaffe input til biogasreaktoren i takt med at biogasproduktionen er steget herhjemme.

Gasudbyttet kan blive op til 75 metan Nm³ pr. ton biomateriale, hvis der eksempelvis er tale om industri-fedt. Dette kan bevirke en større population af metangasproducerede bakterier i reaktoren i forhold til afgangning af ren husdyrgødning.

Industriaffaldet må således forventes i nogen grad, at være medvirkende til, at gasudbyttet fra husdyrgødning på ganske kort reaktortid (21-24 dage) kan give et tilfredsstillende gasudbytte.

En begrænsende økonomisk faktor for udviklingen i afgangning af husdyrgødning, kan blive mængden af industriaffald, da der således er nogen usikkerhed om, hvor hurtigt afgangningen af husdyrgødningen kan foregå uden tilsætning af industriaffald som allerede er en begrænset ressource.

¹ Normalkubikmeter Nm³, enhed for gassers volumen med symbolet Nm³. En normalkubikmeter er defineret som 1 kubikmeter gas ved referencetilstanden 0 °C og 1 atm

Økonomi i biogasanlæg baseret på ren husdyrgødning

I de følgende afsnit vil omkostninger og indtægter i forbindelse med husdyrbaserede biogasanlæg blive beskrevet. Der er tale om en fastlæggelse af enhedsværdier, som vil blive brugt til de endelige scenarie beregninger.

Økonomiansalyse biogasanlæg

Afsnittet belyser anlægsinvesteringen og driftsomkostningen i et biogasanlæg. Omkostningerne vil være baseret på pristalsregulerede tal fra rapport nr. 136¹, FØI, samt understøttende tal fra biogasbranchen. Det moderne biogasanlæg forudsættes her, at være et "Biogasselskab", hvor hovedformålet er at lave biogas, ikke kraftvarme.

Der produceres dog el på anlægget i det omfang, der er brug for procesvarme. Anlæggets eget forbrug af gas, er en funktion af elvirkningsgraden på den benyttede generator. Der produceres el og varme på anlægget så procesvarme behovet lige præcist er dækket ind.

Gyllen forudsættes opvarmet til 30-40 °C i et Mesofilt anlæg. I forhold til et Thermofilt anlæg, 50-55 °C varm biomasse, øger det krav til opholdstiden, da hastigheden af metangasproduktionen i et anlæg er stærkt temperaturafhængig. Årsagen til at husdyrgødningsbaserede anlæg holdes på en lav temperatur skyldes, at man vil undgå ammoniakhæmning af processen. Der forventes et rimeligt højt ammoniumindhold i den husdyrgødningsbaserede biomasse, der skal afgasses.

Gyllen temperatur er gns. ca. 9 grader ved indtag, og opvarmes til først ca. 70 grader af hygiejnemæssige årsager, hvorpå den pumpes over i en reaktor, hvor den gennemsnitlig opholder sig 22 døgn ved 38 grader. Der er opbevaringskapacitet til at biomassen er i anlægget 4 dage før og 4 dage efter afgasningen.

Via varmevekslere sikres en effektiv varmeudveksling, som gør at nettovarmeprocessen behovet for det beskrevne anlæg ifølge FØI rapporten kan beregnes:

Procesvarme behov: $4,18 \text{ MJ/ton Biomasse/grad} \times 15 \text{ grader}/0,8 = 78 \text{ MJ/ton biomasse}$ [FØI rapport]

Hovedparten af biogassen sælges efter opgraderingsomkostninger og trykopgradering til kraftvarmeværker, beliggende i bynære områder, hvor der allerede er etableret fjernvarme. Biogassen fortrænger fossilt naturgas på disse kraftvarmeværker.

Gasudbytte biogas anlæg

Husdyrgødning har et lavt tørstofindhold, hvorfor energiværdien er lav. Thorkil Frandsen (Agrotech) har givet sin ekspertvurdering af, hvad det forventede gasudbytte er for forskellige former af biomasse.

Tabel 1: Oversigt over forventet udbytte når biomasse afgasses. Thorkil Frandsen (Agrotech). TS = Tørstof. VS = organisk materiale i pct. af tørstof.

	TS (%)	VS, % af TS	Nm3 metan /t VS	Nm3 metan / t materiale (frisk vægt)	Udbytte ved normal opholdstid eller potentiale	Kilde
Svinegylle	5	80	290	12	Udbytte	Birkmose et al, 2007
Svinegylle	6	80	300	14	Udbytte	Baadstorp, 2009
Kvæggylle	7	80	210	12	Udbytte	Birkmose et al, 2007
Kvæggylle	10	80	210	17	Udbytte	Baadstorp, 2009
Kvægdybstrøelse	32	80	250	64	Udbytte	Birkmose et al, 2007
Kyllingedybstrøelse	48	80	290	111	Udbytte	Birkmose et al, 2007
Majsensilage	33	77	346	88	Udbytte	Birkmose et al, 2007
Sogyllefibre, dekanter uden polymer	33	84	342	94	Potentiale	Møller et al, 2009
Slagtesvinegyllefibre, dekanter med polymer	26	86	334	75	Potentiale	Møller et al, 2009

Det fremgår at biogaspotentiale i husdyrgødning er størst i svinegylle, målt på metangasproduktion pr. ton organisk materiale, og det kan øges lidt ved en opkoncentrering via separering. Gasudbyttet afhænger derudover meget af management. I besætninger med dårlig foderudnyttelse eller meget foderspild, vil der være et større gaspotentiale, fordi det øger mængden af organisk materiale i gyllen.

De benyttede vægtede værdier i notatet fremgår af tabel 2. I denne tabel har svinegylle en lavere tørstof procent end vist i ovenstående og det går udover gasudbyttet. Svinegylle er justeret efter praktiske erfaringer med afgasning af gylle (Birkmose 2009).

Tabel 2: Benyttede værdier for gaspotentiale.

Type Biomasse	TS (%)	VS, % af TS	Nm3 metan / t VS	Nm3 metan / t materiale (frisk vægt)
Svinegylle	4,7	80	251	11,1
Svin fiberfraktion	28,0	80	310	69,4
Kvæggylle	8,5	80	210	14,3
Kvæggylle fibefraktion	28,0	80	250	40,4
Kvægdybstrøelse*	32	80	250	64
Energiafgrøder, ej specificerede*	30	90	400	108
Majsensilage*	33	77	346	88

* Ikke benyttet i analysen som inputfaktor

I biogasanlæg udnyttes kun ca. 50 pct. af energien i det organiske materiale. Årsagen skyldes at bioreaktoren relativt hurtigt på 21-22 dage skal omdanne kulstofforbindelser til metangas. Nedbrydning af organisk materiale tager normalt noget længere tid. Omkring 25 pct. af kulstofforbindelserne kan kun nedbrydes efter lang tids (10-100 år) omsætning i jordens humuspulje. Al potentiel energi kan således næppe nogensinde udnyttes i et biogasanlæg. Der efterlades således fortsat et biogaspotentiale, der er ca. 50 pct. højere end de her benyttede værdier. Indtil videre må det konstateres, at det har været for dyrt, at forsøge at udnytte det sidste potentiale, der er i biomassen til gasproduktion, men der foregår meget forskning i emnet.

Indtægter genereret via salg af el og varme fra biogasanlægget

Indtægter fra biogasproduktion kan ske via decideret salg af biogassen til et kraftvarmeværk, eller via at biogasanlæggets selv er et kraftvarmeværk, eller en kombination af begge dele.

Alle nye og eksisterende biogasanlæg fik med energiaftalen i 2008 en fast elafregningspris på 74,5 øre pr. kWh, svarende til et PSO tillæg på 40,5 øre pr. kWh. Elafregningsprisen og pristillæg bliver prisreguleret med 60 pct. af stigningen i nettoprisindekset. I 2009 er elafregningsprisen 76,2 øre pr. kWh., svarende til at PSO tillægget er 42,2 øre/kWh i 2009 priser.

10,9 pct. af den samlede energi i den producerede biogas skal bruges som procesvarme for at fremstille biogassen. Varmen leveres via en generator med 40 pct. elvirkningsgrad, dvs. det samlede energiforbrug bliver 10,9/0,6, svarende til at 7,2 pct. af gassen bruges til elproduktion på biogasanlægget. Elprisen på dette el er 76,2 øre pr. kWh. Biogasanlægget kan således sælge 81,9 pct. af det samlede gasudbytte videre. Den samlede elvirkningsgrad af den producerede energi er uændret 40 pct. (1+2 i tabel 3)

Hvis metangasudbyttet er 20,17 kubikmeter metan/biomasse fås følgende energiudnyttelse af metangassen. Her forudsættes en brændværdi på 35,8 MJ/kubikmeter for metangas.

Tabel 3: De anvendte forudsætninger for udnyttelsen af energien fra biogasanlægget.

	% andel
Biogasanlægget ink. el produktion	
Procesvarme	10,9
El produktion biogasanlæg (1)	7,2
Gassalg i procent af gasudbytte	81,9
Kraft varmeværket	
Elvirkningsgrad	40
Varmevirkningsgrad	50
El kraftvarmeværk i pct. af produceret biogas total (2)	32,8

Overskydende gas fra biogasanlægget videresælges til et kraftvarmeværk via en gasledning. Forudsætninger for hvordan et lokalt kraftvarmeværk kan udnytte gassen fremgår ligeledes af tabel 3. Ved salg af biogassen til et kraftvarmeværk vil salgsprisen på biogassen bl.a. afhænge af afregningsprisen på el produceret på biogas fratrukket markedsprisen på el. I 2009 priser bliver PSO tillægget på 42,2 øre pr. kWh. Udover selve tilskuddet til elafregningsprisen på biogassen, er der også en værdi via CO₂ fritagelse og varmeafgiftsfritagelse.

Økonomien i et biogasfællesanlæg vil ikke kun afhænge af tilskuddet via elafregningsprisen, men også af prisen på naturgas, som biogassen fortrænger.

Brændværdien i naturgas er 39,6 MJ/kubikmeter. Metangas fra biogasanlægget omregnes til naturgasækvivalenter ved at multiplicere metangasudbyttet med 90,4 pct. Under forudsætning af at kraftvarmeselskabet kan omdanne 40 pct. af energien til elproduktion samt 50 pct. til varme, kan gasprisen fra biogasanlægget blive så høj som 4,75 kr. pr. naturgas Nm³ i værdi, inden der gives rabat og fratrækkes omkostninger til gasledning hen til kraftvarmeværket.

Tabel 4: Salgspris pr. solgt gas enhed til kraftvarmeværk (udgør ca. 82 pct. af den totale gas produktion)

	Salgspris kr. Nm ³ (naturgas)	Salgspris kr. Metan Nm ³
PSO tilskud el	1,85	1,68
Varmeafgiftsfritagelse	0,90	0,81
Fritagelse for CO ₂ afgift	0,35	0,31
Pris pr. kubikmeter naturgas	1,65	1,49
Værdi pr. m ³	4,75	4,30
Tilslutningsomkostninger*	-0,10	-0,09
Rabat givet til lokalt kraftvarmeværk	-0,43	-0,39
Indtægt pr. solgt gas enhed til kraftvarme	4,22	3,82

* Gastransport lavtryk: 0,02 kwh/m³ gas (erfaringstal). Gasledning til kraftvarmeværker koster ca. 700.000 kr. pr. km ledning. Gasledningen kan indregnes i anlægsinvesteringen og opnå 20 pct. tilskud.

Der gives rabat til kraftvarmeværker for at få dem til at modtage biogassen og fortrænge naturgas. Energi styrelsen (Søren Tafdrup) mener, at rabatten kan begrænses til 5 øre pr. kubikmeter gas, når forskellige forhold tages i betragtning. Det er imidlertid op til de to parter at fastsætte aftaleforholdet. Hvis der ikke er lavet en prisfastsætningsaftale inden biogasanlæggets opførelse, vil det lokale kraftvarmeværk stå i en stærk udgangsposition ved denne forhandling. I disse beregninger forudsættes at der gives en reel rabat på 0,38 kr./Nm³ af værdien (0,43-0,05). Baseret på tal fra biogasbranchen er der fundet prisspænd på den solgte producerede gas samme år på helt op til 0,9 kr./ Nm³ anlæggene imellem, så lokale forhold skal tages i betragtning.

Rabatten der gives pr. solgt enhed til kraftvarmeværket bør ikke kunne overstige 0,88+0,25 kr./ Nm³. Dette er den forventede omkostning for at opgradere biogas til rent metan via fjernelse af CO₂ og tilsætning af propan, så den ligner den gas, der er på naturgasnettet². Så længe der er kraftvarmeværker der benytter naturgas til kraftvarmeproduktion, og der er et biogasanlæg i nærheden, er det ikke samfundsøkonomisk fornuftigt at opgradere biogassen.

Afledte sektorindtægter

Det forudsættes at ca. 50 pct. af organisk N i husdyrgødningen omdannes til Tan-N (ammoniakalsk kvælstof) via afgangningen. Tallet varierer måske lidt i praksis for kvæg- og svinegyde. I grundscenariet indgår der ca. 1,2 kg organisk N pr. ton biomasse til afgangning. I kunstgødningens N ækvivalenter er den organiske N før afgangning lig 0,36 kg N mineralsk og korrigeret for omdannelse af organisk N til TAN i biogasreaktoren stiger den til 0,9 kg N mineralsk. Omregnet til mineralsk N er gevinsten ca. 0,54 kg N/ton biomasse afgasset, som værdisættes med en pris på 6 kr./kg N. Disse beregninger følger FØI anvisninger på rapportens side 34.

Der indregnes ikke en effekt på kalium og fosfor biotilgængelighed efter afgangning. Kalium indregnes ikke, fordi der er risiko for overgødsning med kalium, når der gødes med væskefraktioner og op til det tilladte kg N/ha. Der er således indbygget en risiko for dårligere kaliumudnyttelse, som kan ophæve øget biotilgængelighed.

Fosfor indregnes ikke fordi øget biotilgængelighed af fosfor ikke nødvendigvis er af økonomisk værdi. Medmindre en mark er kraftig overgødsket med fosfor, bliver fosforen ikke udvasket i nævneværdig grad, og det planterne ikke udnytter de første år, forventes de siden at udnytte.

Øget markudbytte ved at benytte afgasset husdyrgødning kunne indregnes. Kravet til kvælstofudnyttelsen i husdyrgødning er 70 pct. for kvæg og 75 pct. for svin. Via bioforgasning bliver udnyttelsen bedre pga. om-

dannelsen af organisk N til TAN, hvorved markudbyttet øges. I disse beregninger forudsættes, at substituionskravet for afgasset gylle sættes højere end for uafgasset gylle.

De afledte sektorindtægter er der derfor kun besparelser på indkøb af mineralsk N.

Omkostninger til fremskaffelse af biomasse

Biomasse tørstofprocent kan opkoncentreres via gylleseparering ved at lave en fiberfraktion og en væskefraktion. For væskefraktionens vedkommende er det tilladt, at øge antal kg N pr. DE op til 120 kg N pr. DE i fraktioner. Tilladelsen gælder kun for husdyrgødning, der må udbringes med 1,4 DE pr. ha, hvilket betyder at kvægbrug ingen fordel kan høste af 120 kg N-reglen. Det samlede antal DE i fraktionerne må ikke ændres, derfor er det alene fordelingen af DE mellem fraktionerne, der ændres.

Kvæggylle har som udgangspunkt et tilstrækkeligt højt tørstofindhold til at kunne bruges direkte i et husdyrbaseret anlæg. Her vil kun lange transportafstande gøre gylleseparering interessant.

Svinegylle bør derimod separeres i nogen grad, så det gennemsnitlige tørstofindhold i biogasreaktoren kan blive højt nok. For svinebrug kan der være en økonomisk fordel via gylleseparering, via 120 kg N-reglen, som betyder, at der kan fuldgydskes med væskefraktionen, hvorved indkøb af mineralsk N på bedriften kan spares væk. På sektorniveau forsvinder denne økonomiske fordel, da det omvendt betyder, at en planteavler må indkøbe mere mineralsk N.

Et typisk kvægbrug forudsættes at have 170 årskøer og dertil hundyropræt, som udgør ca. 179 kvier. Et typisk svinebrug vil have 600 årssøer plus smågrise, eller 10.000 producerede svin om året. Tallene er en smule fremtidsjusteret.

Kvægbrugere og slagtesvineproducenter forudsættes at bruge en relativ simpel og billig separationsmetode, som ikke fjerner særlig meget N og Fosfor over i fiberfraktionen, nemlig en skruepresser. En skruepresser opkoncentrerer ikke N og P særlig meget (1,2/1,5), men er god til at opkoncentrere tørstofprocenten. For so- og smågrise-gylle forudsættes, at der bruges en lidt dyrere løsning, nemlig en decantercentrifugering pga. gyllens tyndere konsistens.

Der henvises til Appendix A for detaljerede beregninger af gyllesepareringsomkostninger pr. enhed, men i analysen regnes der med en omkostning på 12,2 kr. pr. ton kvæggylle og 17,6 kr. pr. ton svinegylle. Slagtesvin er vægtet med 60 pct.

Det forudsættes at alt den gylle, der afleveres til biogasfælle-anlægget også skal tages retur af producenten. Det påhviler producenten at fremskaffe harmoniarealet til den mængde DE, som bedriften producerer.

Når der indgår en relativ stor mængde fibermateriale i den benyttede biomasse, bør den også separeres efter afgasning af hensyn til fosfor balancer. Denne omkostning sættes til 8 kr. pr. ton behandlet biomasse. Denne omkostning er stykomkostningen pr. ton separeret gylle i en decantercentrifuge 5,6 kr./ pr. ton, plus kapitaludgifter på kun 2,4 kr. pr. ton behandlet biomasse pga. stordriftsfordelen.

For transportudgifter henvises til Appendix B. De er noget lavere end dem som normalt forudsættes i biogaskalkuler primært fordi kørselsafstande bliver mindre via den benyttede model. Der er benyttet vognmænd/maskinstationstakster for flytning af rågylle.

De anvendte forudsætninger berører kun forudsætninger for økonomien i et husdyrgødningsbaseret anlæg, og involverer kun omkostninger til opkoncentrering af biomasse, transport frem og tilbage mellem anlæg og bedrift. De anvendte separeringsteknikker opkoncentrerer ikke N specielt godt, men omvendt kan det diskuteres, om det ikke er tørstofprocenten/organisk stof i fiberfraktioner, som er det vigtigste hvis husdyrgødnin-gen ønskes afgasset.

Anlægsinvestering

Driftsudgifter blev i FØI's rapport fra 2002 kategoriseret efter anlægsstørrelse. De anvendte tal er genbrugt efter en pristalsregulering på 4 pct. årligt, og efterfølgende udtrykt som en funktion, der beskriver anlægs-investeringen som funktion af behandlingskapacitet i ton biomasse pr. dag.

Table 5: Anlægsinvestering, driftsudgifter og årlige reinvesteringer pr. ton biomasse Kilde: Nielsen et al (2002) inkl. pristalsregulering + biogasbranchens estimat for vedligehold (1 pct. af anlægsinvesteringen)

Daglige mængder Biomasse, ton/dag	300	550	800
Årligt behandlet ton biomasse	109.500	200.750	292.000
Samlet investering pr ton biomasse behandlet	502	384	325
Driftsudgifter pr. ton biomasse behandlet	22,4	17,4	14,9
Vedligehold pr. ton biomasse behandlet	5,02	3,84	3,25
Reinvesteringer pr. ton biomasse behandlet	2,55	1,93	1,63

Vedligeholdelses omkostningen er en omkostning baseret på Biogasbranche foreningens forslag og er sat til 1 pct. af den totale anlægsinvestering. Vedligehold lægges sammen med driftsudgiften til en omkostningspostering drifts- vedligeholdelsesomkostninger pr. ton biomasse.

Anlæggene afskrives over 20 år, men der er adskillige delkomponenter, som holder væsentligt kortere tid. Omkostningen reinvestering pr. ton biomasse er en alternativ metode benyttet i FØI rapporten i stedet for forskellige afskrivningsperioder på forskellige anlægskomponenter. De nødvendige reinvesteringer posteres som en omkostning under afskrivninger. Grundværdien, som er indeholdt i anlægsinvesteringen, afskrives normalt ikke. Efter 20 år vil der være en omkostning til fjernelse af biogasanlægget fra grunden, og omkostningen til dette er skønnet til at være lig grundværdien, derfor afskrives hele anlægsinvesteringen over 20 år.

Grundscenarium

Der regnes med 1,4 DE pr. hektar i oplandet og 75 pct. af arealet i området er landbrugsjord. Alle DE i oplandet leverer dog ikke deres husdyrgødning til biogasanlægget, så i scenariet regnes kun med 0,75 DE pr. ha. Dette påvirker alene transportomkostningerne, men selvom de stiger ved øgede afstande, fremgår det af Appendix C, hvor 3 anlægsstørrelser er beregnet, at denne kun stiger svagt ved øgede transportafstande. For hele landet gælder at fordelingen mellem DE mellem kvæg og svin er ca. 50/50 (2008 tal).

Der er lidt regionale forskelle. Opgjort på regionsbasis stammer mellem 38 til 72 pct. af DE fra svinegylle. Hovedscenariet vil være en fordeling på kvæg og svin på 50/50. Oplandets størrelse og derved radius til biogasanlæg findes via dyretæthed i området.

Tabel 6: Input biomasse grundscenarium

	Andel i %	Metan gasproduktion	Tørstofprocent	Volumeandel % af rågylle
Svinegylle	45 %	11,1	4,68 %	100 %
Kvæggylle	38 %	14,3	8,50 %	100 %
Kvæggylle fibefraktion	7 %	40,4	28,00 %	10 %
Svin fiberfraktion	10 %	69,4	28,00 %	10 %
I alt	100 %	20,17	10,1 %	

De samlede investeringer løber op i mellem 55 til 95 mio. kr., afhængigt af den daglige behandlingskapacitet. Den indskudte kapital minus statstilskuddet forudsættes forrentet med 6 pct.. Af tabel 7 fremgår det, at der vil kunne opføres ca. 4 store anlæg pr. år, før det årlige statstilskud på 85 mio. kr. er opbrugt.

Tabel 7: Anlægsinvestering og finansiering samt rentesatser

Finansiering/Tons biomasse pr. dag behandlet	300	550	800
DE enheder involveret	14.892	27.302	39.712
Rente på indskudt kapital	6 %	6 %	6 %
Investering	54.929.997	77.074.176	95.025.662
Afskrivningsperiode, år	20	20	20
Statstilskud i pct. af investering	20 %	20 %	20 %
Investeret kapital	35.155.198	61.659.341	76.020.529

I 2009 priser vil et 100 pct. husdyrgødningsbaseret biogasanlæg, inkl. 20 pct. statsstilskud, give et årligt underskud på hhv. 3,3, 5 og 5,6 mio. kr. Salgsindtægten for hver naturgasækvivalent produceret skal være mellem 5,73 kr. pr. Nm³ til 5,12 kr. pr. Nm³ for hver naturgasækvivalent produceret. Hvis naturgasprisen er 1,65 kr. pr. Nm³ (2009 niveau) og diverse afgiftsfritagelser indregnes som tidligere, vil de forskellige anlægsstørrelser kræve mellem 1,13 kr/kWh til 1,0 kr/kWh i elafregningspris.

Tabel 8: Nulpunktspris for el produceret på biogas for et 100 pct. husdyrgødningsbaseret biogasanlæg.

Biomasse behandlet pr. dag	300	550	800
DE der indgår i grundlaget	14.892	27.302	39.712
Økonomisk årlig omk. Kr/DE ved 76,2 øre/kwh (2009 prisen)	-223	-182	-142
Uden statstilskud, Nulpunkt elafregningspris, kr/kwh	1,33	1,15	1,07
Med statstilskud, Nulpunkt elafregningspris kr/kwh	1,13	1,07	1,00

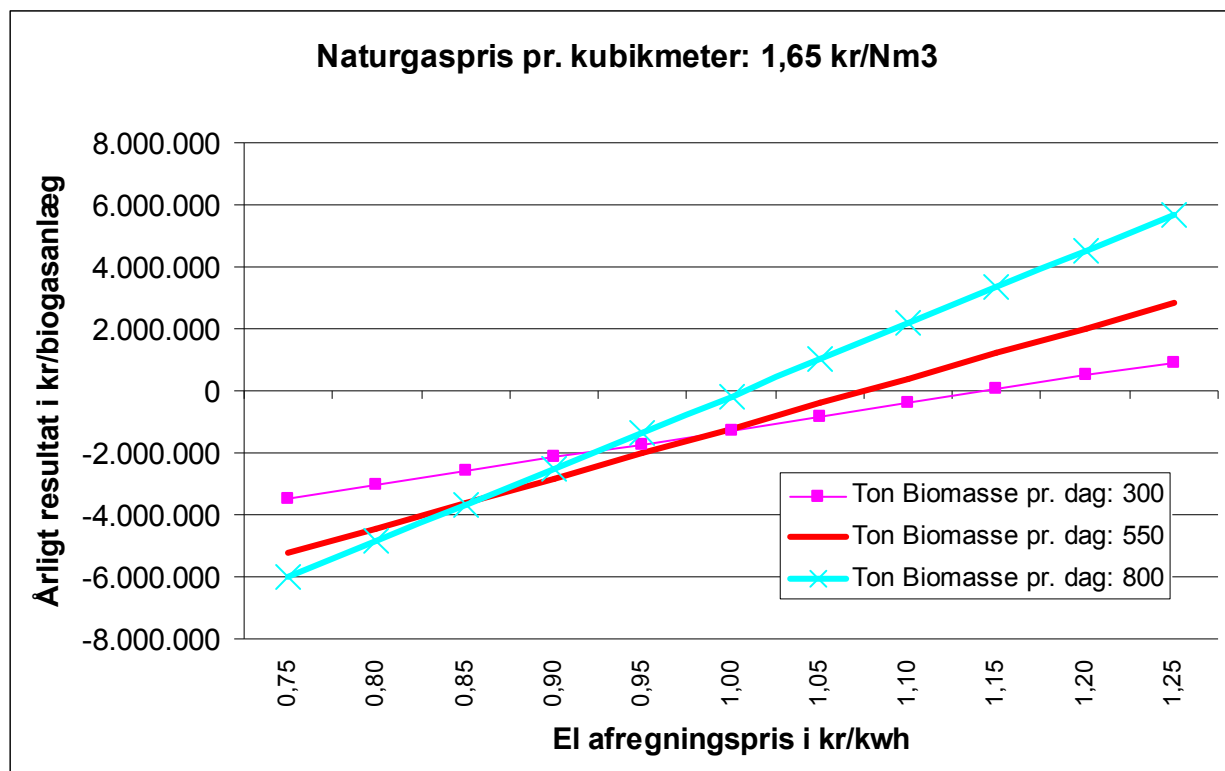
Det største anlæg har, ifølge de anvendte forudsætninger, den bedste økonomi, og kræver mindst tilskud for at opnå et økonomisk nulresultat. 20 pct. anlægstilskud fra staten betyder at der skæres mellem 7-20 øre af nulpunktsprisen for biogasanlægget. Tabel 9 er en udspecificering af de samlede indtægter og omkostninger i forbindelse med beregningerne.

Tabel 9: Økonomi ved biogas anlæg med 2009 priser på el og naturgas.

Økonomi/ton pr. dag	300	550	800
Naturgasækvivalenter produceret i 1000 kubikmeter, i alt	1.997	3.661	5.325
Gas til procesvarme, i kubikmeter naturgas	217	397	578
Gas til egen el produktion, i kubikmeter naturgas	144	265	385
Gassalg i kubikmeter naturgas	1.636	2.999	4.362
Indtægter			
Salg af el	1.210.292	2.218.868	3.227.445
Salg af gas	6.904.538	12.658.320	18.412.102
Merværdi N i husdyrgødningen pga. afgangning	354.248	649.456	944.663
Årlig omsætning	8.469.078	15.526.644	22.584.209
Drifts- & vedligeholdelsesomkostninger	-3.002.100	-4.263.792	-5.301.057
Transport	-1.642.771	-3.518.630	-5.699.049
Gyllesepareringsomkostninger på gårdniveau	-2.866.616	-5.255.463	-7.644.309
Gylleseparering biogasanlæg efter afgangning	-876.000	-1.606.000	-2.336.000
Afskrivninger	-2.476.022	-4.241.275	-5.226.351
Årlige renteomkostninger	-867.790	-1.522.034	-1.876.533
Indkøringstab og driftsstop tab	-61.407	-100.001	-137.166
Årlig totaløkonomi = driftsresultat	-3.323.629	-4.980.551	-5.636.256
PR DE som indgår i grundlaget for biogasanlægget	-223	-182	-142
Værdi i kr pr. produceret NM ³ ækvivalent for nulpunkt	5,73	5,42	5,12

Figur 1 viser rentabiliteten ved forskellige el afregningspriser for el produceret med biogas, ved en fastfrysning af naturgasprisen på 2009 niveau.

Figur 1: Rentabilitet ved given elafregningspris.



Konklusion

Ovenstående scenarie er baseret på de estimer, der betegnes som de mest sandsynlige, men det er relevant med ekstra følsomhedsanalyser.

De faktorer, der har størst betydning for nulpunktsprisen i de viste beregninger, er gasudbyttet. 10 pct. mindre gasudbytte øger kravet til elafregningsprisen med 13-15 øre. Der er større sandsynlighed for et lavere gasudbytte end et højere gasudbytte med den nuværende viden om 100 pct. husdyrbaserede biogasanlæg. Statstilskuddet til anlægsinvesteringen betyder mellem 7 til 20 øre pr. kWh for nulpunktsprisen.

Et opland med stor dyretæthed og stor tilslutning til at få afgasset sin gylle betyder et fald i PSO tillægget på ca. 4 øre pr. kWh. Hvis DE i opland som indgår som biomassegrundlag er 1,4 DE pr. ha i stedet for som her 0,75 DE pr. ha, vil rågyllens transportlængde ca. halveres, mens fiberfraktionens transportlængde i gennemsnit vil falde fra 20,9 km til 15,3 km.

De øvrige følsomhedsanalyser berører kun nulpunktsprisen med 2 til 5 øre pr. kWh.

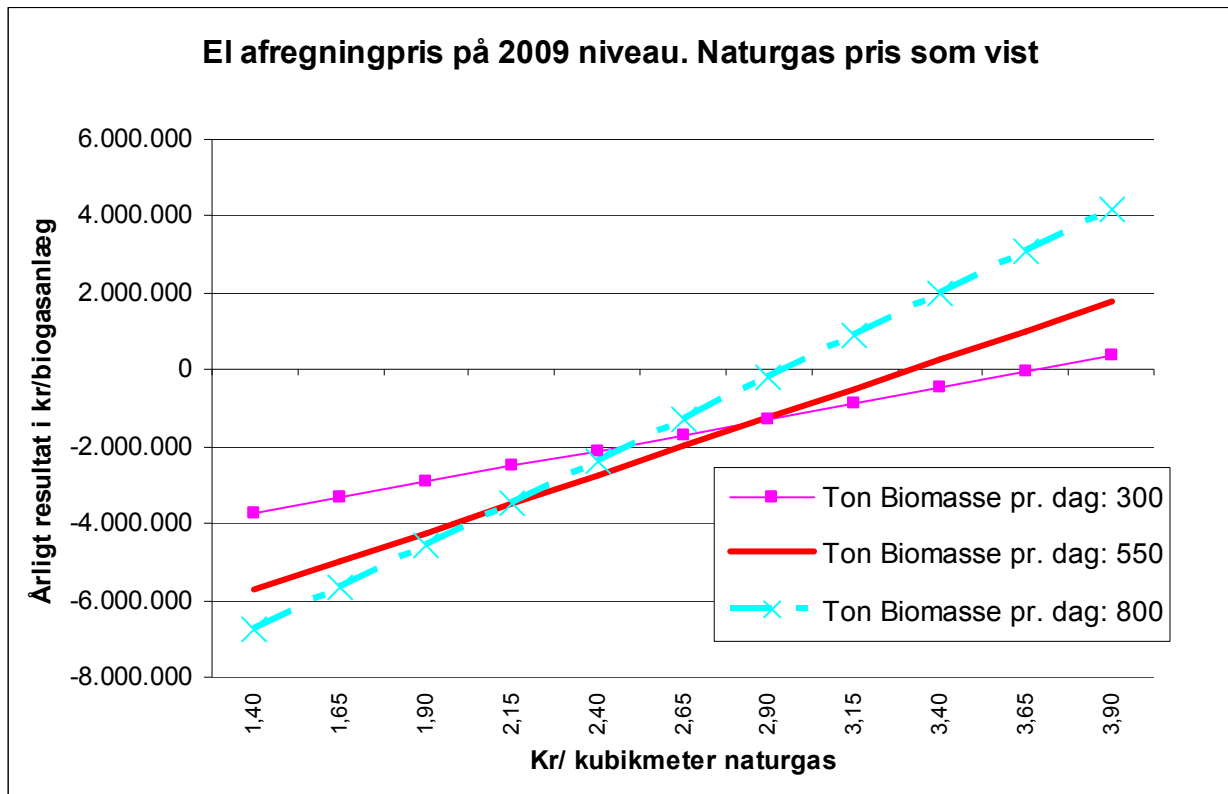
Tabel 10: Ændring i elafregningspris for el produceret på biogas (kr. kWh) ved ændring af en faktor i forhold til grundscenarium i forhold til nulpunktspris.

Biomasse tilført pr. dag.	300	550	800
Nulpunktspris el biogas kr/kwh.	1,13	1,07	1,00
- 10 pct. i gasudbytte	0,15	0,14	0,13
+ 5 pct. gasudbytte	-0,06	-0,06	-0,06
+/- 10 pct. i anlægsinvestering	0,04	0,04	0,03
+/- 10 pct. i drifts-vedligehold	0,04	0,03	0,02
+/-10 pct. i gyllesepareringsomkostninger	0,04	0,04	0,05
+/-10 øre i Naturgaspris pr. Nm ³	0,02	0,02	0,02
Rente +/- 1 pct.	0,03	0,02	0,03
Fra 0,75 DE/ha til 1,4 DE/ha i opland	-0,02	-0,04	-0,04
Statstilskud fra 0 til 20 %	-0,20	-0,08	-0,07

Et nulresultat i et husdyrgødningsbaseret biogasanlæg kan ikke alene udtrykkes i støtten til elafregningsprisen. Prisen, som kraftvarmeværker vil betale for biogassen, er en funktion af pristillæg til elproduktion baseret på biogas, fratrukket markedsprisen på el, varmeafgiftsfritagelse, CO₂ afgift fritagelse og prisen på den naturgas, som biogassen fortrænger. Varmeafgiftsfritagelse og CO₂ afgiftsfritagelse er konstanter, fastlagt via afgifter på naturgas brugt til kraftvarmeproduktionen, mens naturgasprisen, som biogassen fortrænger, er underlagt markedskræfter.

Vedvarende energikilder vil ikke altid alene bero på statstilskud i form af tilskud til anlægsinvesteringer eller PSO pristillægget. Ved 1,4 kr. mere pr. Nm³ naturgas, svarende til en naturgaspris på ca. 3 kr. pr. Nm³ i forhold til den benyttede nutidspris, vil det store anlæg ved den nuværende elafregningspris for el, produceret på biogas, være rentabelt. Sammenhængen mellem et biogasanlægs økonomi og markedsprisen på naturgas er vist i figur 2. PSO tillægget kan i princippet godt, for biogas vedkommende, gradueres afhængigt af markedsprisen på naturgassen. PSO tillægget finansieres primært af forbrugerne via en PSO-tarif. Denne støtte har i årene 2001-2008 varieret mellem 2-4 milliarder kr. og fordeles ud som støtte til miljøvenlig elproduktion, baseret på eksempelvis vind eller biogas (Energistyrelsen). Baggrunden for de store udsving i den totale PSO støtte er markedsprisen på el. Når denne er høj mindskes PSO udgiften, da nogle former for VE har en garanteret pris på el produceret og støttebeløbet bliver således reduceret.

Figur 2: Sammenhæng mellem årligt driftsresultat og prisen på naturgassen som biogassen fortrænger.



Med den nuværende støtte i form af en elafregningsprisen for el produceret på biogas på 76,2 øre i 2009 priser og anlægstilskud, bør landbruget ikke ud fra rene økonomiske kriterier investere i 100 pct. husdyrgødnings baserede biogasanlæg.

Appendix A

	Kvæg 170 årskøer + hundyr- opdræt	Kvæg 170 årskøer + hundyr- opdræt	600 årssøer + smågrise	10.000 producerede slagtesvin
DE	262	262	221	278
Gylle produktion	4524	4524	6.139	4.700
Type	Decanter	Skruepresser	Decanter	Skruepresser
Anlægsinvestering	850.000	220.000	850.000	220.000
Tillæg rør, el, tilslutning	100.000	50.000	100.000	50.000
Container til fiber, deles med 3	33.333	33.333	33.333	33.333
Rente	7 %	7 %	7 %	7 %
Tons separeret årligt	4.524	4.524	6.139	4.700
Fiberfraktion volumen	452	452	614	470
Dagligt separationsbehov	12,4	12,4	16,8	12,9
Månedligt separeringsbehov	377	377	512	392
Dage anlægget kører pr. måned	9	11	10	8
Separeringshastighed t/timen	6	5	6	8,0
Pasning pr. dag i drift, timer	0,33	0,33	0,33	0,3
Elforbrug pr. ton	2,5	1,0	2,5	1,0
Elpris, kr/kwh	0,75	0,75	0,75	0,75
Vedligehold/montør løn	2,5	1,0	2,5	1,0
Montør løn	0,25	0,10	0,25	0,1
Polymer	0,00	0,00	0,00	0,0
Elforbrug	8.483	3.393	11.510	3.525
Vedligehold+montør	12.441	4.976	16.881	5.170
Pasning	5.332	6.398	6.201	4.748
Årlig kapitalomkostning	130.845	40.362	130.845	40.362
Årlig omkostning i alt	157.101	55.130	165.438	53.805
Pr. ton husdyrgødning separeret	34,7	12,2	27,0	11,4
Stk omkostning pr. ton separeret	5,8	3,3	5,6	2,9

Appendix B

En lastbil med ca. 30 tons lastekapacitet kan lejes for 650-750 kr. pr. time hos en maskinstation. I de følgende beregninger forudsættes en pris på 750 kr. pr. time.

Den gennemsnitlige kørehastighed for tankvognen sættes til 40 km i timen. Dette tal bruges grundet den relativt korte køreafstand. Pr. last forudsættes, at det tager 3,5×2 minutter at påfylde og tømme tankvognen. Denne post kan variere betydeligt med en pumpekapacitet på op til 20 tons pr. min., samt tilkørselsforhold både ved gård og biogasanlæg.

Tømning/påfyldning = $(7/60) \times 750 \text{ kr.} / 30 \text{ ton} = 2,91 \text{ kr./ton}$

Pr. kørt km = $(1/40 \text{ km}) \times 750 / 30 \text{ ton} = 0,625 \text{ kr./tonkm}$

Endelig skal vognen vaskes for at fjerne eventuel smitterisiko. Rengøring af vogn mellem hvert nyt besætningsbesøg sættes til 20 minutter og udgør således en betydelig ekstraudgift, som kan rationaliseres ned, ved at anbringe gyllebeholder i passende afstand til besætningen. Der forudsættes tre afhentninger på samme gård, inden vognen igen skal vaskes, svarende til ca. 3 kr. pr. ton. I faste omkostninger pr. ton fås altså ca. 6 kr. pr. ton, mens kørselsafstanden er variabel.

Omkostninger vedrørende transport fiberfraktion

For fiberfraktionens vedkommende forudsættes brug af containere. Disse forudsættes delt mellem de producenter, som skal foretage gylleseparering, så tre brugere deles om en container.

Omkostning til borttransportering af fiber er sat til 500 kr. pr. time, med en gns. transporthastighed på 50 km i timen, grundet den længere transportafstand og en lasteevne på 17,5 tons, svarende til mellem 22-29 kubikmeter fiberfraktion.

Dette giver en tonkm på 1,18 kr. pr. tonkm, samt en omkostning på 3 kr. pr. ton pr. aflæsning/pålæsning. Dertil kommer rengøring af lastbil som, pga. den lavere besøgshyppighed, sættes til 20 minutter pr. afhentning.

De faste kørselsomkostninger uafhængige af kørselsafstand bliver således ca. 17 kr. pr. ton fiberfraktion.

Samlet antal kørte km for biomasse

Biogasanlægget antages at ligge i centrum af et opland, som antages at ligge cirkulært om biogasanlægget. Den gennemsnitlige kørselsafstand i en cirkel, hvor alle koordinater skal nås, er 2/3 af cirkelens radius. Da der ikke kan køres i lige linje mellem biogasanlæg og gården, korrigeres der for trekantskørslen med en faktor 1,25 for rågylle. For fiberfraktionen benyttes også 2/3 af den ydre cirkels radius i forhold til biogasanlæggets beliggenhed, selvom det undervurderer kørselsafstanden en smule. Omvendt bliver kørslen mere en lige linje, så samme beregningsmetode og faktor for trekantskørsel er bevaret. Alle kørte km er derudover multipliceret med 2, for også at indregne tilbagetransporten af den afgassede gylle. Den samlede kørsel er afhængig af DE i oplandet.

Appendix C

Biomasse pr. dag	300	550	800
Årligt behandlet	109.500	200.750	292.000
Samlet investering pr ton biomateriale	502	384	325
Driftsudgifter pr. ton biomasse behandlet	22,4	17,4	14,9
Reinvesteringer i kr pr. ton biomasse	2,55	1,93	1,63
Rågylle			
Rågylle svin	49.275	90.338	131.400
Rågylle kvæg	41.610	76.285	110.960
DE rågylle svin	2.313	4.241	6.169
DE rågylle kvæg	2.617	4.798	6.979
Sum DE Rågylle	4.930	9.039	13.148
Rågylle oplands radius i km	3,87	5,23	6,31
Gns. kørsel, inkl. korrektion for trekantskørsel, km	6,44	8,72	10,52
Transportudgift pr. kørt km/ton	0,625	0,625	0,625
Påfyldning/Rengøring pr. ton kørt	6,00	6,00	6,00
Transport rågylle	911.318	1.908.294	3.047.997
Fiberfraktion			
Gylleseparering svin tons rågylle	109.500	200.750	292.000
Gylleseparering kvæg, tons rågylle	76.650	140.525	204.400
DE fra svinebesætninger som separerer	5.141	9.425	13.709
DE fra kvægbesætninger som separerer	4.821	8.838	12.855
Sum DE fra besætninger med fiberfraktion	9.962	18.263	26.564
Fiberfraktions oplands radius i km	9,36	12,68	15,29
Gns. kørsel, inkl. korrektion for trekantskørsel, km	15,60	21,13	25,48
Transportudgift pr. kørt km/ton	1,18	1,18	1,18
Påfyldning/Rengøring pr. ton kørt	17,00	17,00	17,00
Transport fiberfraktion	522.085	1.090.612	1.739.327

Litteraturliste

¹ Nielsen L. H, K Hjort Gregersen, P. Thygesen & J. Christensen. 2002. Samfundsøkonomisk analyse af Biogasanlæg. Rapport nr. 136. FØI. København.

² Jensen. T. K 2009. Opgradering af biogas til naturgaskvalitet. Gasteknik nr. 4. 2009

En tak for enkelt bidrag eller kommentarer fra:

Bruno Sander Nielsen. Landbrug & Fødevarer

Thorkil Birkmose. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Skejby

Helge Lorentzen, LandboSyd.

Ole Aaes. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Kvæg

Søren Lehn Petersen. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Skejby