

JTI-rapport
Kretslopp & Avfall
30

Stommens biogasanläggning

Mathias Gustavsson
Anders Ellegård



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2004

Stommens biogasanläggning

25 års erfarenheter från drift av biogasanläggning
på lantgård i Sverige

Mathias Gustavsson
Anders Ellegård

Innehåll

Förord.....	5
1 Introduktion.....	7
2 Anläggningsbeskrivning – hur det ser idag.....	9
3 Historik över anläggningen i Holsljunga	11
3.1 Undersökning av möjligheterna 1977-våren 1978.....	11
3.2 Byggnationer våren till hösten 1978	12
3.3 Driften sätts igång hösten 1978 till våren 1979	13
3.4 Ombyggnationer sommaren 1979.....	14
3.5 Expansion – Metangruppen bildas 1979.....	14
3.6 Driften i början av 80-talet.....	15
3.7 Försök på Stommen 1983-1989	15
3.7.1 Uppvärmning genom luftning.....	15
3.7.2 Elproduktion	16
3.7.3 Gasrening	17
3.7.4 Rötning av biomassa	17
3.8 Driften under 90-talet.....	17
3.9 Erfarenheter	19
4 Gasproduktion	21
4.1 Samband mellan temperatur och gasproduktion.....	22
5 Ekonomi	25
6 Spridningen av biogasteknik i Sverige.....	30
7 Avslutning	32
8 Appendix	33

Förord

Föreliggande rapport har författats av Mathias Gustavsson och Anders Ellegård vid Avdelningen för humanekologi, Göteborgs Universitet. Rapporten publiceras i JTI:s rapportserie *Kretslopp och Avfall* för att den därmed lättare skall kunna nå ut till lantbrukare och biogasintresserade. Den har dock inte sammanställts av JTI, utan författarna ansvarar helt för rapportens innehåll.

Denna rapport syftar till att sammanfatta drifterfarenheterna från Stommens biogasanläggning. Om man önskar gå djupare ned i någon av detaljerna kring anläggningen så finns originalrapporter som behandlar bland annat byggnationen inklusive tekniska specifikationer samt laborationsförsök, motorförsök och drifterfarenheter de första tio åren tillgängliga på Internet: <http://www.bioquest.se/>

Nils Liljerups entusiasm rörande sin biogasanläggning och hans intresse att försöka dra erfarenheter från driften har möjliggjort denna studie. Dels har han villigt delat med sig av det material som han samlat in i alla år, dels har han tagit sig tid att sitta ned och prata om hur anläggningen fungerat. I och med att åren gått har även sonen Erik deltagit i driften av anläggningen. Nils fru Kerstin skall heller inte glömmas bort, hon har levt mitt i alla experiment, problem och succéer genom åren. De är de sanna experterna på biogas – stort tack för all hjälp!

Naturvårdsverket har finansierat denna studie av erfarenheterna från driften av Stommens biogasanläggning.

Göteborg i augusti 2004

Mathias Gustavsson

Till minne av Nils Liljerup

Nils Liljerup avled hastigt måndagen den 21 juli 2004, till sorg och bestörtning för oss som kände honom. Nils visade att man även med begränsade resurser kunde nå stora resultat. Han hade en nyfikenhet och vilja att förstå som han har överfört till oss som arbetade med honom genom åren. Biogasanläggningen som nu varit i drift i tjugofem år var bara ett exempel. Vi skulle ha varit mycket gladare om Nils själv hade fått se slutversionen av denna utvärdering, men hoppas att vi genom den för hans minne vidare och inspirerar dem som kanske står i begrepp att börja ett större projekt: Våga satsa! Det gjorde Nils Liljerup.

Anders Ellegård

Mathias Gustavsson

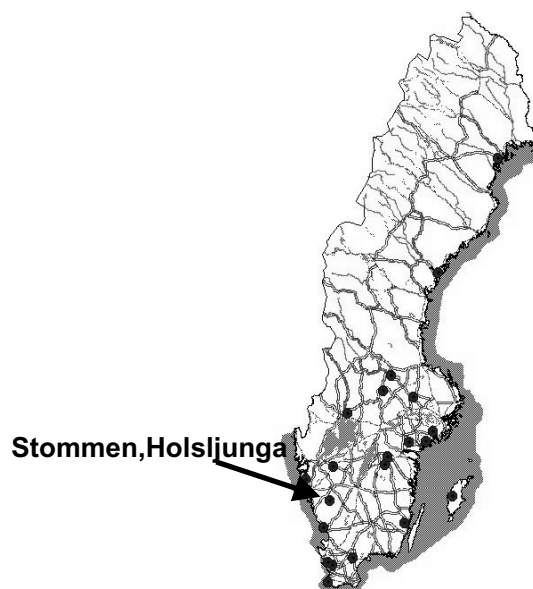
Metangruppen:

Hans Egnéus, Eva Ekehorn, Birgitta Frändberg, Annika Jonsson,

Henry Kenamets, Ann Zetterqvist

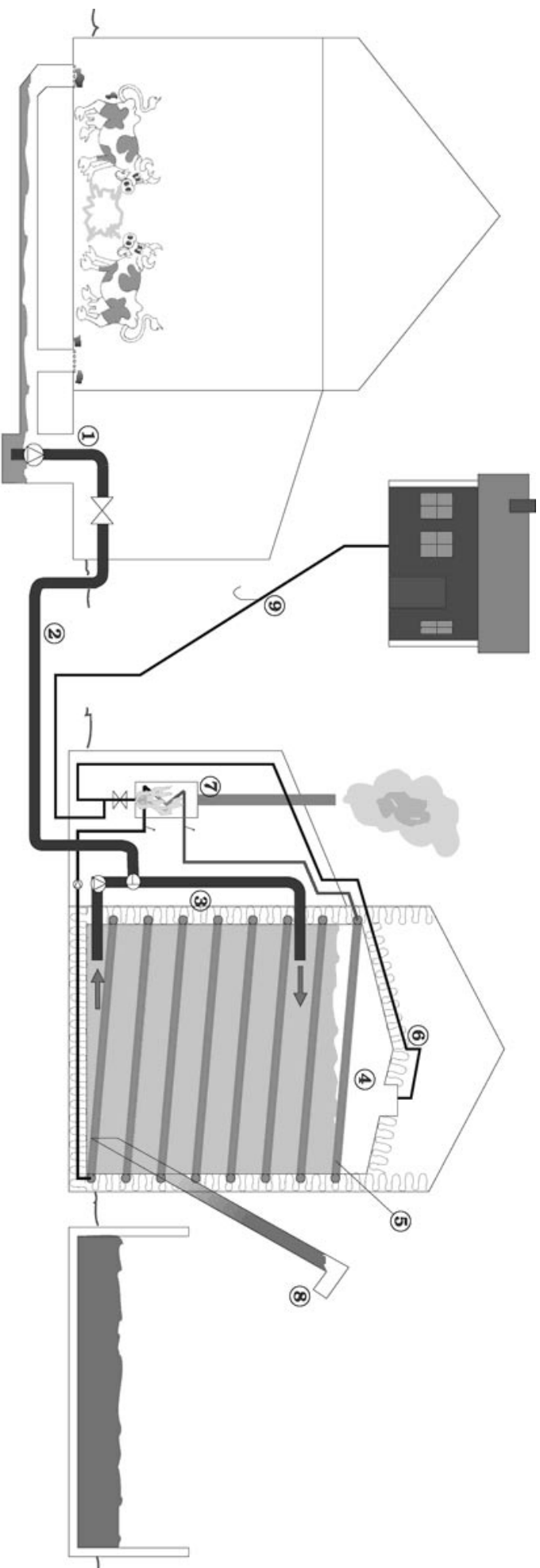
1 Introduktion

Nils Liljerup, lantbrukare på gården Stommen, Holsljunga, blev intresserad att bygga en biogasanläggning på sin gård efter att ha läst en artikel i Expressen som handlade om hur man i Indien byggde små biogasanläggningar och kokade sin mat på gasen. Nils hade kommit i kontakt med biogasteknik då han arbetat på reningsverk i sin ungdom. Eftersom han hade så pass många djur på gården borde den gas han kunde producera räcka långt. Detta var under oljekrisens dagar så han ville framför allt minska sin oljeanvändning. Det pågick en intensiv debatt om energifrågor i Sverige. Frågan om hur vårt beroende av oljeimport var central, likaså debatterades frågan om kärnkraftens framtid. Enligt Nils Liljerup såg många lantbrukare fortfarande under senare hälften av 70-talet positivt på sin egen verksamhet och den framtid som de skulle verka under. Ekonomiskt fanns det ett utrymme för experimenterande och försök med att utveckla den egna verksamheten utanför de gängse ramarna.



Figur 1. Biogasanläggningar på lantbruk i Sverige. Platserna indikerar att anläggning funnits eller planeras byggas. Alla är inte i drift, se även appendix.

Nils Liljerup byggde sin biogasanläggning med hjälp av en grupp entusiastiska studenter från Göteborgs Universitet, och den stod klar i september 1978. Statens Industriverk bidrog med hälften av anläggningskostnaderna, och Nils Liljerup satsade resten. Nu, 25 år senare, har anläggningen ersatt omkring 140 kubikmeter eldningsolja (netto). De erfarenheter som Nils med familj har av driften av en biogasanläggning på en lantgård i Sverige är unik.



1. Pumpbrunn vid ladugård
2. Rörledning för färsk gödsel till biogasanläggning
3. Rörledning för cirkulation av rötmaterial i biogas reaktorn
4. Biogas reaktor, stål, isolerad med glasfiberull, min 40cm
5. Slang för uppvärmning av biogas reaktorn. värmemedla-vatten, tot längd ca 500 m
6. Biogas ledning från tanken
7. Panna eldad med enbart biogas. För uppvärmning av biogas reaktor.
8. Utlöpp färdigrotat gödsel. Uppsamling i gödselbassäng för vidare transport till fält
9. Biogas ledning till boningshus, 250m, med kondensat fällor. Gasen används i villapanna

Figur 2. Systemskiss av Stommens biogasanläggning.

2 Anläggningsbeskrivning – hur det ser idag

Kunskapsläget rörande gårdsbaserad biogasteknik i Sverige var på 1970-talet ganska marginell, och studenterna sökte i den internationella litteraturen för att få idéer om hur en anläggning kunde byggas. Gruppen gjorde tillsammans med Nils också studiebesök i Danmark och på reningsverk i Sverige. Biogasanläggningen på Stommen var ett resultat av ett utvecklings- och designarbete som fick ta hänsyn till en begränsad budget, och många lösningar var kompromisser mellan teknisk funktion och plånbok.

Till skillnad från andra anläggningar som byggdes vid denna tid hade Stommenanläggningen en mycket låg nivå av automatisering. Många av de komponenter som ingår i anläggningen är konventionell teknik för gödselhantering (främst pumpar). Detta har visat sig vara både en styrka och en svaghet. Styrkan har varit att tekniken varit mycket väl anpassad till den dagliga verksamheten, biogasanläggningen har blivit en integrerad del i det dagliga livet, inte ett tekniskt system som varit annorlunda från det övriga. Men anläggningen har även resulterat i tillskott av arbetsmoment i skötseln och driften.

Anläggningen anslöts till den befintliga flytgödselhanteringen. Gödseln pumpas direkt in i systemet med den TS-halt¹ (8-12 %) som gödselhanteringen i ladugården ger. Djurbesättningen på Stommen har legat runt 60 nötkreatursenheter (NE), vilka producerar omkring 2-3 m³ flytgödsel per dag. Rötkammaren med pump/pannhus är belägen ca 30 meter från ladugården. En slamledning för den färska våtgödseln från pumpgropen i ladugården till anläggningen.

Den färska gödseln kommer in i systemet genom att det växlas in i omrörningsledningarna. Detta görs genom en ventil, som antingen ställs för tillförsel av nytt material eller för omrörning. Omrörningen i anläggningen sker genom att material från botten av anläggningen pumpas och släpps vid toppen. Utloppet från systemet är ett rör som breddar då gödsel pumpas in, eller då gastrycket stiger. Inloppet till bräddningsröret ligger i botten av tanken och utloppet går direkt till en öppen gödselbassäng på 365 m³ som står utanför anläggningen.

Biogasprocessen är *anaerob* vilket innebär att den sker i syrefri miljö. Den avger mycket lite värme, vilket gör att värme måste tillföras för att upprätthålla driftstemperaturen på 25-40°C (*mesofilanläggning*). För detta finns en 500 m lång PEL slang (polyeten low density) lindad på utsidan av tanken i vilken leds varmvatten. Den anläggning som sattes i drift på hösten 1978 hade ett 15 cm tjockt mineralullslager som isolering, men det visade sig vara svårt att upprätthålla en tillräckligt hög processtemperatur och man tilläggsisolerade tanken med ytterligare 15 cm.

Gasen håller ett lågt tryck i rötkammaren, ca 0,02 bar (200 mm vp). Gastrycket bestäms av hur stor skillnaden är mellan breddningsnivån och nivån inuti tanken. Det finns ett antal säkerhetssystem som skall tillse att inte trycket stiger okontrollerat. En tryckreglerad ventil ventilerar bort gas om trycket stiger. På gasledningen in till boningshuset (ca 200 m) finns kondensfällor konstruerade med u-rör. Dessa ligger på ledningens lågpunkter för att dränera vatten som

¹ TS – torrsbstanshalt. I rötningssammanhang är det den biologiskt nedbrytbara delen av torrsbstansen som är av intresse. Denna brukar anges som VS – organisk substans (eng. Volatile Solids)

kondenseras ur gasen. De fungerar också som säkerhetsventiler om gastrycket når över en viss nivå, då vattnet blåser och gas kan strömma ut.

Gasen som produceras används dels till uppvärmning av anläggningen, s.k. internt gasbehov eller processgas, dels till uppvärmning av boningshuset. En specialbyggd panna används för att värma vattnet till anläggningen. Det finns även möjlighet att värma vatten för processvärme genom en elkassett. I boningshuset används en enkel brännare i konventionell vedpanna.

3 Historik över anläggningen i Holsljunga

I mitten av sjuttioalet låg energifrågor högt på den politiska dagordningen och intresset var stort även bland folket. Oljekrisen gjorde att alternativa energikällor tilldrog sej ett allt större intresse, och ett antal energipolitiska studier genomfördes under senare delen av 70-talet. Det utgick stöd till forskning utveckling, samt etablering av nya energislag och källor. I och med regeringsskiftet 1976 och den borgerliga regeringen med Fälldin som statsminister kände de svenska bönderna en optimism och framtidstro som de inte hade haft på länge. Detta är bakgrunden till att biogasanläggningen i Holsljunga blev till.

3.1 Undersökning av möjligheterna 1977-våren 1978

Nils Liljerup hade sedan lång tid intresserat sig för energifrågor. När han kom på att biogas borde kunna göras även på lantgårdar i Sverige tog han kontakt med Chalmers. Via Karl-Erik Eriksson, professor i Fysisk Resursteori och verksam inom Centrum för Tvärvetenskap fick han kontakt med Hans Egnéus, då docent på Botaniska Institutionen vid Göteborgs Universitet. Hans Egnéus tyckte att detta var en bra idé, och menade att eventuellt ett projektarbete för att undersöka möjligheterna skulle kunna organiseras. En grupp studenter på en kurs i Humanekologi på Centrum för Tvärvetenskap visade intresse och under hösten och vintern 1977 genomfördes diverse undersökningar för att studera förutsättningarna.² Bland annat gjordes jäsningsförsök i en tunna som visade att gas faktiskt kunde produceras ur den gödsel som Nils hade.



Figur 3. Tunnan som användes vid inledande jäsningsförsök.

Vid denna tidpunkt fanns bara en gårdsanläggning vid denna tidpunkt. Den hade varit i drift sedan 1975 på Tärppgården i Gustavs. Den var en testanläggning som drevs av bland andra Alfa Laval och Järvsöverken.

² Gruppen bestod av sju studenter: Anders Ellegård, Annika Jonson, Ann Zetterqvist, Birgitta Frändberg, Eva Ekehorn, Göran Weibull och Henry Kenamets. Hans Egnéus var projektledare.

Kontakt togs med Statens Industriverk (SIND) där en handläggare uttryckte att man var positiv till en satsning, även Lantbruksnämnden visade intresse för det arbete som gjordes på Stommen.

En av de stora frågorna som projektgruppen brottades med var hur mycket gas som man kunde förväntas få. Grundat på litteraturstudier beräknade man att gasproduktionen på gården borde bli ca 100 Nm³ biogas per dag. En anläggning med denna gasproduktion, en investeringskostnad på runt 80 000-90 000 kronor (1978 priser) där hälften kunde fås som bidrag och ett oljepris på runt 900 kronor/m³ skulle kunna betala sig på tio år. En ansökan för bidrag till byggnation skrevs och skickades in till SIND. Den beviljades och Nils beslutade att realisera de planer som man hade gjort under hösten och vintern.

3.2 Byggnationer våren till hösten 1978

Under våren 1978 började så ett mer aktivt arbete att ordna med byggmaterial. En begagnad oljecistern köptes i Göteborg och transporterades till Holsljunga.



Figur 4. Tanken transporterades i två delar från Göteborg till Stommen där den åter svetsades ihop.

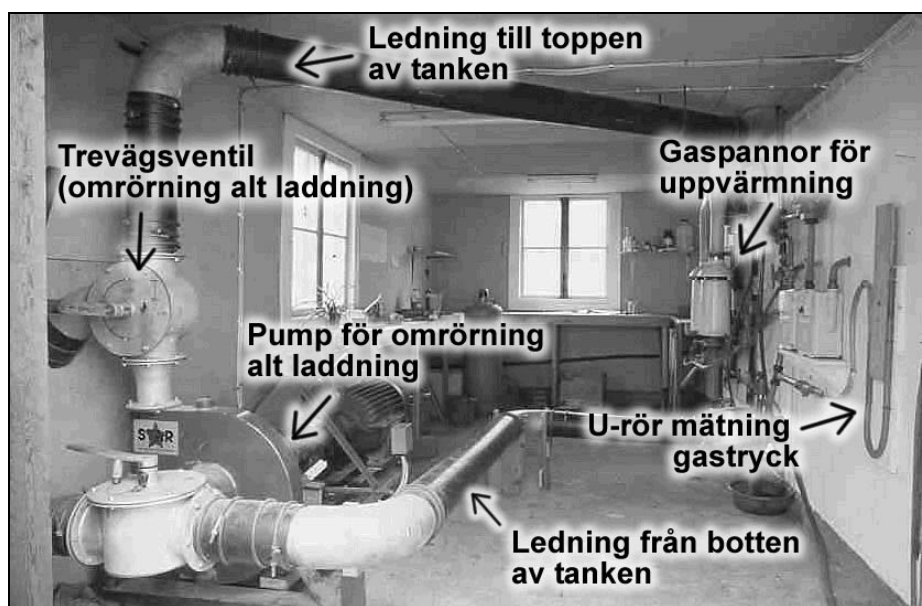
Oljecisternen var på 100 m³ vilket gav en aktiv reaktorvolym på ca 90 m³. Slangar lindades utanpå tanken, upphängda i fastsvetsade hängare, i vilka skulle ledas varmt vatten. Tanken isolerades med 15 cm mineralull och utanpå allt detta sattes korrugerad plåt som skydd mot väder och vind. Tanken placerades direkt på en betongplatta på marken.

För att få den färska gödseln från ladugården till anläggningen grävdes en kulvert på frostfritt djup från den gamla pumpgropen utanför ladugården. Den färska gödseln skulle sedan sugas upp ur en brunn i änden på kulverten och pumpas in i tanken genom en trevägsventil in i omrörningsslingan. På detta vis kunde man antingen välja omrörning eller tillförsel av nytt substrat till anläggningen och använda samma pump. Gasledningar drogs till boningshuset, även dessa på

frostfritt djup. Ett antal enkla kondensfällor i form av u-rör monterades på denna ledning.

3.3 Driften sätts igång hösten 1978 till våren 1979

Hösten 1978 stod anläggningen klar och den 27 september pumpades för första gången gödsel in i reaktortanken. Man ympade med slam från reningsverket i Svenljunga för att få en aktiv bakteriekultur, gruppen trodde att jäsningsprocessen var tämligen ömtålig och att det var viktigt att se till att förhållandena hölls så gynnsamma som möjligt. Processen kom igång tämligen omgående med en gasproduktion på 30-40 Nm³ gas/dag.



Figur 5. Pumprummet i biogasanläggningen 1979.

Det uppstod ganska snart problem med skumbildning med resultatet att gasledningar täpptes igen, pumprummet översvämmades med illaluktande skum. Efter att försökt löst problemet på olika vis, enades man om att tillsätta skumdämpande kemikalier. Detta trots att det eventuellt skulle kunna verka hämmande för biogasprocessen. Det visade sig dock att tillsatsen inte påverkade produktionen.

Första vinterns drift visade på problem att hålla en tillräckligt hög temperatur i reaktortanken. Dessutom gick det inte att suga gödsel från kulverten och upp till pumpen, utan man fick använda den gamla gödselpumpen för att trycka på. Det gjorde att gödseln gick igenom oisolerade ledningar, vilket ledde till stora besvärligheter under den första vintern. En tio meter lång femtumsledning med frusen gödsel är tung att släpa in i lagårdsvärmen, och det fick man göra vid flera tillfällen.

Efter att ha diskuterat igenom problemet kom man fram till att sätta ytterligare isolering på utsidan av tanken, samt installera en förvärmningstank. Detta skulle förbättra möjligheterna att hålla en jämn temperatur på omkring 35°C i tanken och minska problemen med frysning på vintern.

3.4 Ombyggnationer sommaren 1979

Under sommaren 1979 genomfördes ombyggnationerna. Biogastanken tillägs-isolerades med 15 cm och en förvärmningstank konstruerades. Förvärmningstanken var på 5 m³ i vilken monterats rör för varmvatten cirkulation. Gödseln från ladugården pumpades in i tanken och fick förvärmas under en dag, och först därefter leddes den in i anläggningen. Därefter fylldes förvärmningstanken igen med färskt gödsel. Denna lösning visade sig innebära nya arbetsmoment samt att problem med översvämningar. Detta gjorde att Nils efter omkring 4 år slutade använda förvärmningen, och istället pumpade gödsel direkt från pumpbrunnen in i rötkammaren.

Till en början fanns en gasballong som var tänkt som lager och tryckreglerare i systemet. Ganska snart visade sig att gasballongen fungerade sämre som gaslager än som vindfång. Detta hade till följd att vid hård vind kunde gasledningarna lossna vilket satte hela systemet ur spel. Det tryck som erhöles var alltför lågt. Trycket åstadkoms med vikter på några hundra kilo (bland annat av gamla traktordäck) som placerades ovanpå ballongen. Enligt en utvärdering 1980 skulle en mer lagom vikt vara 9 ton, vilket antagligen inte den armerade PVC säcken skulle tåla. Gasballongen togs bort efter ett par år på grund av driftstörningar och den begränsade tryckhållningen.

3.5 Expansion – Metangruppen bildas 1979

Under hela den här första perioden togs kontinuerligt mätningar på olika delar av processen. Vid det här laget, 1979, hade studenterna i projektgruppen bildat ett företag kallat ”Metangruppen” och man hade börjat titta på andra platser för att se om anläggningar kunde byggas. Intresset för biogas på lantbruk hade ökat kraftigt, och ett antal företag, däribland A-betong, försökte ta sig in på marknaden.

Det fanns ett visst utbyte av erfarenheter vid denna tid. Bland annat organiserade Jordbrukstekniska Institutet (nuv. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik) regelbundna möten där biogasintressenter från hela landet deltog, bland dem Metangruppen. Vid mötena redovisade JTI sina erfarenheter, medan andra intressenter mest lyssnade. En viss diskussion förekom dock. De flesta anläggningar som byggdes utgick från olika koncept.

Till exempel fanns en anläggning i Falköping på Hushållningssällskapets försöksgård Viken som byggde på en *termofil* process (processtemperatur på 50-60°C). Den *termofila* processen möjliggjorde mindre rötkammare, men gav samtidigt krav på ökad övervakning då driftförhållandena blev mer instabila. Då Nils besökte denna anläggning tyckte han att det inte verkade så bra. ”Bakterierna måste få tid” som han uttrycker det. Anläggningarna som byggdes var alltid delfinansierade med olika typer av externa medel.



Figur 6. Gruppen studenter som konstruerade och byggde anläggningen. Fr. v. Henry Kenamets, Eva Ekehorn, Karl Svensson (f 1886), Birgitta Frändberg, Ann Zetterkvist, Annika Jonsson, Fridolf Fagrelius (f 1900), sittande Anders Ellegård. Karl och Fridolf var drängar på Stommen under Nils Liljerups far.

3.6 Driften i början av 80-talet

Under perioden maj till augusti befinner sig djuren ute på bete med följd att ingen beskickning av anläggningen sker. När djuren sedan tas in, kom gasproduktionen igång utan några problem. Åren 1980-82 drevs anläggningen utan några större förändringar. Driftstörningar skedde dock med jämna mellanrum. En av de vanligaste orsakerna var att gasledningarna frös, trots att dessa hade placerats på frostfritt djup.

Vidare hade man problem med korrosion på brännare och pannor på grund av gasens innehåll av svavelväte. De första gaspannorna var av märket Circulyn och gjorda för stadsgas, med termostat och tryckreglering helt mekanisk-hydraulisk. När dessa var slut efter ungefär tre år använde man naturgaspannor av märket Saunier-Duval. Dessa var dock inte gjorda för den aggressiva miljön i en biogas-anläggning. Elektroniken kortslöts ganska snart och värmeväxlarna, som var av tennbelagd koppar korroderade i en oroväckande hastighet. En värmeväxlare varade i ungefär ett år innan den var slut.

Om något gick sönder kunde Nils, tillsammans med Metangruppen oftast lösa dessa själv.

3.7 Försök på Stommen 1983-1989

3.7.1 Uppvärmning genom luftning

1983 gjordes försök med att värma inkommande gödsel genom att lufta den. Man blåste (sög) in luft i gödseln och därigenom åstadkoms en *aerob*³ process, vilken

³ Aerob – med syre

är *exoterm*.⁴ Resultatet från detta visade på en kraftig minskad gasproduktion brutto, men samtidigt ett minskat behov av gas för uppvärmning och totalt 15 m³ högre nettogasproduktion per dag.

Tabell 1. Luftningsförsöksresultat.⁵

	Medel 79-85	Luftningsförsök 1/1-7/3 1983
Gasproduktion (m ³ /dag)	71	57
Nettogas (m ³ /dag)	36	51
Processgas (m ³ /dag)	35	6
Elförbrukning (kWh/dag)	12	70

Nettogasutbytet steg i genomsnitt 90 kWh/dag, men samtidigt ökade behovet av el med nästan 60 kWh/dag. Elpriset var så pass högt att luftningssystemet inte användes i fortsättningen trots att driften förenklades avsevärt. Gasen representerar ett relativt lågt värde eftersom den endast används för uppvärmning. Under luftningsförsöket förekom inga frysningsproblem på gödselsidan, och den rikliga omrörningen i pumpbrunnen förebyggde bildning av svämskikt.

3.7.2 Elproduktion

Från början av projektet hade man funderat på att ta tillvarata gasen på ett mer effektivt sätt än bara för uppvärmning. En biogasdriven motor med tillkopplad generator var en väletablerad teknik och fanns redan på andra biogasanläggningar. Värmen från motorkylningen kunde användas till processvärme, och elen kunde antingen användas på gården eller säljas.

Under hösten 1985 blev Volvo Penta intresserade av att studera motordrift med biogas. De ställde en konverterad motor med generator till förfogande. STU gav bidrag till Metangruppen för att organisera och utvärdera försöken. Motordriften krävde ett gaslager som kunde ge en större mängd under en kortare tid, och för detta installerades åter en gasbehållare gjord i PVC presenning, liknande den som tidigare använts.

Motorförsöken genomfördes planenligt (200 timmar), men blev aldrig mer än försök. Orsakerna var flera. Dels var motorn och generatoren inte anpassade till varandra. Motorn var en B21A konverterad till gasdrift, med en effekt på ca 90 kW, medan generatoren som användes var en tvåpolig släpringad motor på 21 kW. Vid full effekt behövde motorn omkring 15 m³ biogas/timme. Eftersom det inte fanns någon kylning på avgaserna gick stor del av energin som användes (runt 60 %) till spillo. Av den tillförde energin övergick 10% till el och 30% kunde användas för uppvärmning av processen. Elektriciteten kunde antingen användas på gården eller säljas till det lokala kraftbolaget, Viskans kraft. För detta krävdes ett kontrollskåp. Vid tillfället för försöken (1986) kunde man erhålla 10 öre/kWh för den försålde elen, vilket var betydligt lägre än vad elen kostade att köpa från elnätet.

⁴ Exoterm – process som avger värme

⁵ Ellegård, A. (1986) "Nio år med svensk biogas", Statens Energiverk projektrapport 26073-1

3.7.3 Gasrening

Svavelvätet i gasen har under åren givit upphov till svår korrosion på pannor och metallkonstruktioner i pumphuset. I slutet av 80-talet gjordes därför försök med en enkel gasrening. Gasen som producerades leddes genom strilande vatten, vilket då reagerade med svavelvätet, och svavlet bands i vattnet. Reningen tog även bort en hel del CO₂. Det hela fungerade tillfredställande, dock med betydande luktproblem, eftersom ett vatten mättat med svavelväte dränerades under pumphuset. Gasreningen togs ganska snart ur drift på grund av detta.



Figur 7. Rötkammare för en storbal.

3.7.4 Rötning av biomassa

Under senare delen av åttiotalet kom en ny våg av intresse för biogasteknik i Sverige. JTI publicerade en rapport som visade att den stora potentialen för biogas finns i grönmassa snarare än i gödsel. Tillsammans med en kollega som var pionjär för utveckling av storbalssystem kom Nils Liljerup och Anders Ellegård på idén att använda storbalar för grönmasseljäsnings. Dessa skulle byggas upp med hjälp av ett modulsystem som enkelt kunde anpassas till behov och tillgång på grönmassa. För att undersöka driftsparametrarna för en sådan modul söktes stöd hos Utvecklingsfonden. Försöket genomfördes under 1987-88. Det visade att gasproduktionen från grönmassa kunde vara ganska god, men nedbrytnings-hastigheten i en relativt intakt storbal var för liten för att motivera någon vidare utveckling. Dessutom besitter rundbalarna ett större värde på grund av kostnaderna med att framställa dem, ett värde som gödseln saknar.

3.8 Driften under 90-talet

I februari 1994 hade man en brand i anläggningen. Denna brand orsakades antagligen av att övertryck skapades i biogastanken då nytt substrat tillsattes, med resultatet att en kondensfälla blåstes och gas läckte in i pump och pannrum. Gasen antändes efter en stund av den öppna lågan i gaspannan. Dock begränsades branden i viss mån av att plaströret där gödseln pumpades brann av, och gödsel

sprutade ut. Skadorna omfattade reglar, isolering till tank, plaströr och gashuset. Anläggningen kunde repareras, ny isolering, beklädnad av tanken, samt ett nytt gashus. Kostnaderna täcktes till största delen av försäkring. Reparationerna tog omkring en och en halv månad, och driften kunde tämligen omgående fortsätta.



Figur 8. Rostfri värmepanna i pumprummet intill anläggningen.

Efter branden konstruerade Nils en ny panna som skulle klara den aggressiva miljön bättre. Under alla år har de pannor och brännare som använts haft kort livslängd, men den rostfria panna som Nils konstruerade vid detta tillfälle har fungerat utmärkt i nästan tio år nu.

Omrörning av biomassan i röt-kammaren sker genom pumpning från botten av tanken till toppen. Från att ha pumpat en kort stund dagligen då anläggningen togs i drift, blev intervallerna allt längre. Normalt har omrörning/pumpning skett ungefär i 30 minuter en gång i veckan. Pumpningen är inte automatiserad utan sätts igång och stängs av manuellt. Den remdrivna pumpen går ofta tungt och haverier på grund av rembrott har varit vanliga. Under sommaren sker längre uppehåll i omrörningen.



Figur 9. Nils inspekterar omrörningspumpen sommaren 2003.

Redan tidigt upptäcktes att ett svämskikt på 1,5 meter hade skapats, men man ansåg inte att detta påverkade processen negativt i någon större utsträckning. Dock har detta svämskikt vuxit sig allt tjockare, och i juli 2003 tömdes hela tanken. Detta var då första gången som hela tanken tömdes sedan starten i september 1978. Svämskiktet hade då vuxit till uppskattningsvis tre meters tjocklek, vilket naturligtvis minskade den effektiva rötkammarvolymen drastiskt. Detta kan ha varit en orsak till den gradvis minskade gasproduktionen under det tidiga 2000-talet (se Figur 11, sid. 21).

3.9 Erfarenheter

Från ett rent tekniskt perspektiv har man haft en del problem som varit svåra att hitta någon bra lösning på. Det bör dock poängteras att dessa inte är så pass allvarliga att de hindrar driften, utan snarare är saker som skulle kunna förbättras.

Först och främst har en stor andel av gasen används för det interna behovet. Detta skulle kanske kunna minskas genom effektivare uppvärmningssystem.

Det andra problemet som man har dragits med är att både gödsel- och gasledningarna har frusit vid flera tillfällen. Detta har inneburit mycket extra jobb och ett rejält irritationsmoment.

Det tredje problemet är korrosion på grund av svavel i gasen. Med den nya brännaren har detta problem blivit mindre akut, men ventiler och elektriska installationer i pumphuset tar fortfarande mycket stryk.

Det fjärde problemet hör egentligen till ladugårdens gödselhantering. I pumpgropen vid ladugården bildas ofta klumpar, och vintertid kan det även frysa där. Eftersom pumpen används dagligen slits den hårdare än normalt, och både pumphuvud och lager måste bytas betydligt oftare än vid drift utan biogas. Möjligen skulle beskickning med en hydraulisk tryckare kunna minska på detta problem.

Svämskiktet i rötkammaren kan dock knappast kallas ett problem, eftersom det inte har medfört några allvarliga driftstörningar annat än att den minskat den aktiva volymen i tanken. En propelleromrörare är mer effektiv, men man måste ha en möjlighet att komma åt delarna för reparationer vid eventuella haverier. Omrörningen som finns på Stommen har inte räckt till för att lösa upp ett bildat svämskikt. Möjligen skulle pumpningen kunnat automatiseras så att omrörning skett i intervaller under dygnet, och inte som nu endast en gång per dag. Att ha omrörningen igång längre perioder innebär ökad elanvändning vilket inte heller är önskvärt.

Många av de lösningar som finns i Stommenanläggningen har fungerat mycket bra. Ambitionen att inte ha rörliga delar i tanken har gjort att service och utbyte av delar har kunnat genomföras under alla år utan längre driftstopp, och det har varit möjligt att komma åt alla komponenter. Vidare har den låga automatiseringsgraden inneburit att anläggningen hållits under uppsikt på ett annat sätt än om allt vore automatiserat. Automatiseringsgraden, samt att vad som kan beskrivas som konventionell lantbruksteknik har använts i de flesta komponenter, har även inneburit att reparationer och utbyte av komponenter har kunnat göras av på gården utan att tillkalla reparatörer. Resultatet är en robust teknik som varit väl integrerade i gården som sig.



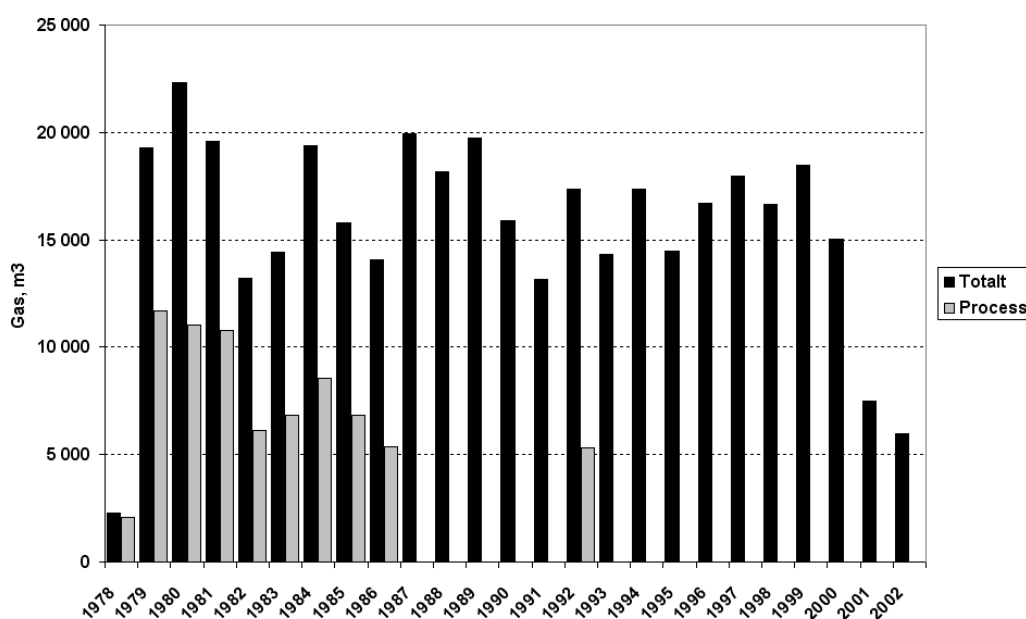
Figur 10. Erik reparerar gödselpumpen i pumprummet intill ladugården.

4 Gasproduktion

En del av arbetet i början gick ut på att samla erfarenheter från driften av anläggningen. Metangruppens medlemmar gjorde ett stort antal mätningar på driftsparametrar på anläggningen, och Nils har fortsatt med detta under alla år, dock med färre parametrar. Detta har resulterat i att gasproduktionen kan redovisas detaljerat för alla år. Det finns givetvis hål i statistiken som bland annat berott på sjukdom eller resor då avbytare har skött gården. Då avläsningar saknats i tidsserien har medelvärden använts som fyllt mellanrummen. Det största glappet återfinns 1992 då gasmätaren byttes ut. För detta år saknas avläsningar för hela första halvåret. Genom att ta ett medelvärde för de föregående fem åren, samt prata med Nils hur gården drevs detta år, har en biogasproduktion antagits.

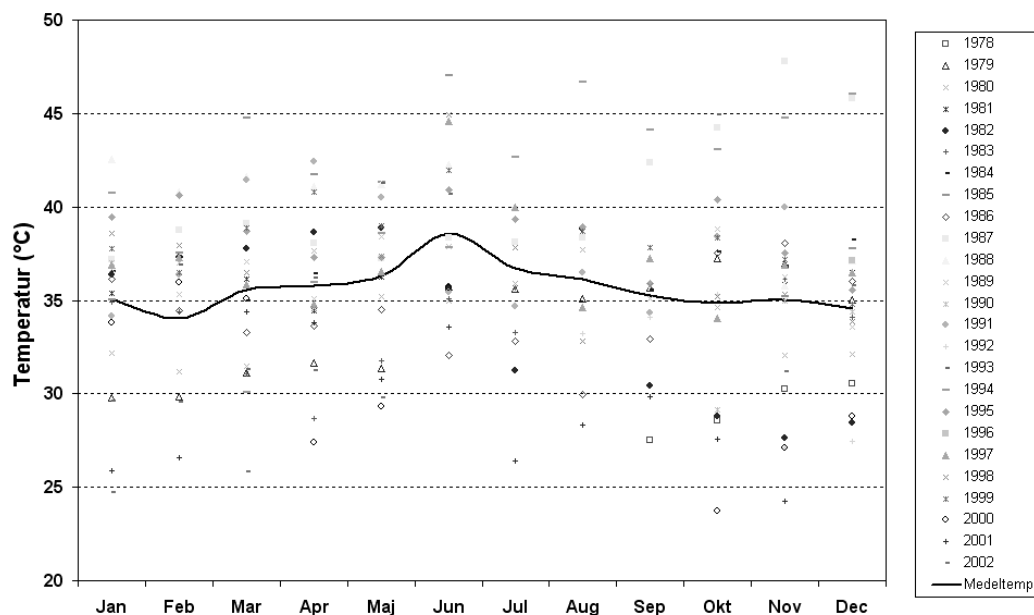
På grund av praktiska orsaker har inte data om den faktiska mängden tillfört substrat samlats in. Enligt Nils fanns det i slutet av 70-talet omkring 70 nötkreatursenheter (NE) på gården. Under årens lopp har denna siffra minskat och idag finns omkring 60 NE. Dessa enheter är översiktligt fördelade på 35 mjölkdjur, 10 tjurar, 10-12 kvigor, och 10-12 kalvar. I de uppskattningar som gjordes 1978 angavs produktionen av gödsel till 2,5-3,0 m³ gödsel per dygn (VS 140-250 kg).

Under perioden 1978-2002 har anläggningen producerat omkring 390 000 Nm³ biogas vilket motsvarar 240 m³ eldningsolja 1 (EO1). En stor del av denna produktion, 40-50 %, har använts som processgas. I Figur 11 har den årliga gasproduktionen ritats in i ett diagram tillsammans med värden för processgas.



Figur 11. Årlig gasproduktion 1978-2002.

Processgasen är en relativt stor post i energibalansen. Nils och Metangruppen försökte att tackla detta med bland annat en förvärmningstank, men även genom luftning av rötslammet. Problemet är att det har kostat mer än vad det smakat.



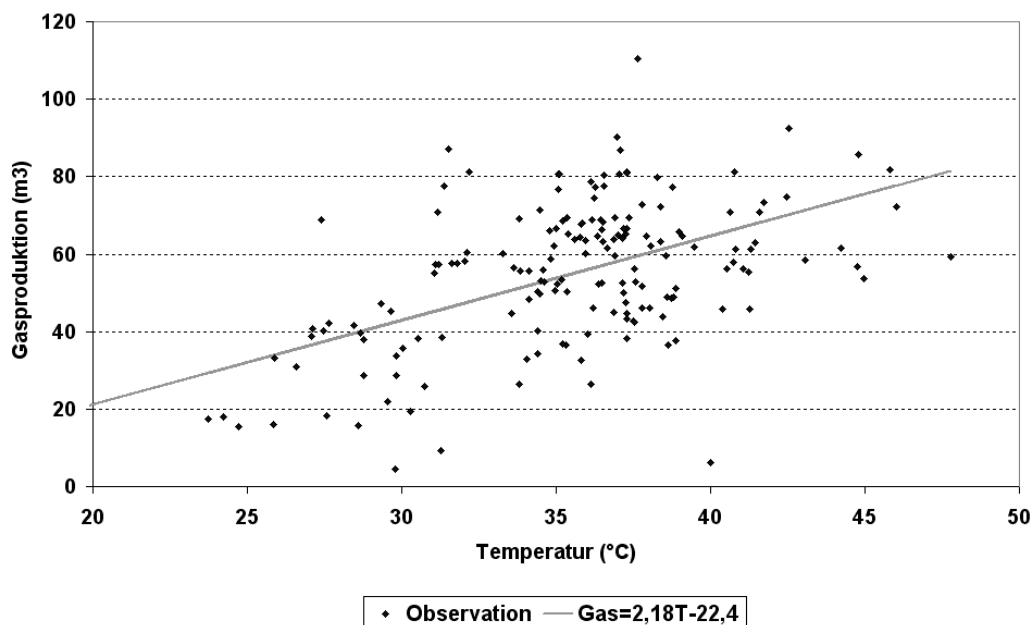
Figur 12. Medeltemperaturer i biogasreaktorn 1978-2002.

Medeltemperaturen i tanken har normalt legat vid 35°C (Figur 12). Att medeltemperaturen är något högre under juni till augusti kan förklaras dels med den högre utomhustemperaturen, men även att ingen tillförsel av substrat till anläggningen sker och således blandas inte kall gödsel med den uppvärmda gödseln i tanken.

4.1 Samband mellan temperatur och gasproduktion

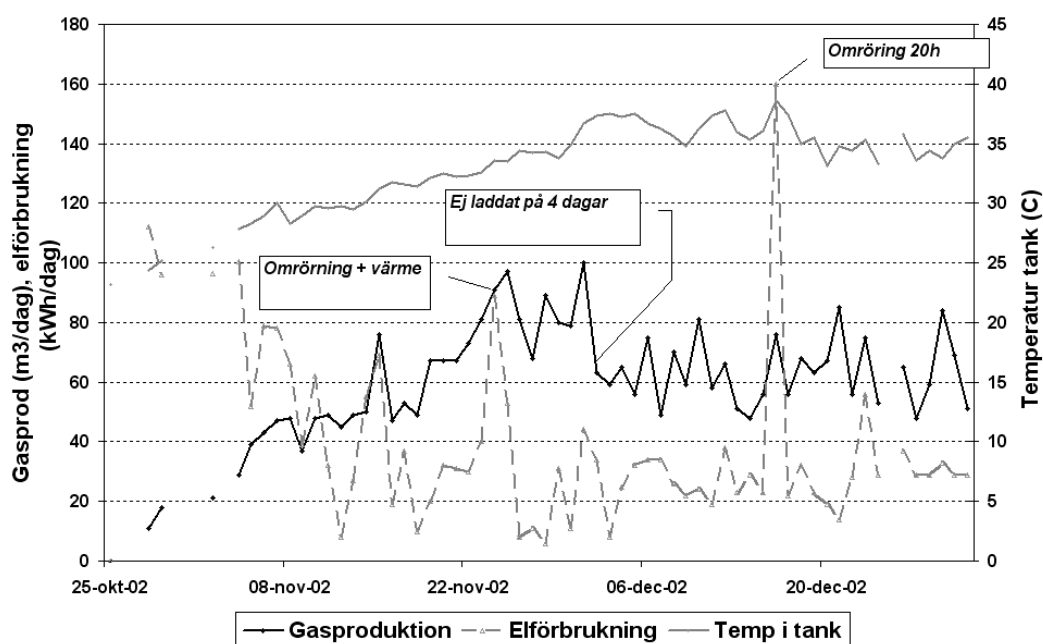
Ett centralt samband vid driften av en biogasanläggning är att en ökad temperatur i tanken ger en ökad gasproduktion. En analys av förhållandet mellan gasproduktion och temperaturen visar på ett svagt samband mellan de två parametrarna (Figur 13). Eftersom tillfört substrat naturligtvis även är en väsentlig parameter bakom gasproduktionen grundar sig figuren bara på data från tider när tillfört substrat kan antas vara någorlunda konstant (oktober-maj).

Trots att den linjära modellen inte är signifikant ($R^2=0,20$) visar resultatet en hög grad av signifikans för själva ökningen ($p<0,0001$) där en ökning på 1°C i reaktortanken ger en ökning av biogasproduktionen med omkring 2 m³ per dygn. I teorin brukar anges en logaritmisk utveckling av gasproduktionen från 20°C/dag. I de utvärderingar som gjordes efter 2 års drift sades att med avseende på nettoenergiutbytet så var det mest effektivt att driva anläggningen i ett temperaturintervall på 28-30°C. Normal drifttemperatur har snarare legat runt 35°C (medelvärde 35,3°C).



Figur 13. Gasproduktion och temperatur i biogasreaktorn.

Under sommaren, då djuren har varit ute på bete, har tillförseln av gödsel till anläggningen mer eller mindre stoppats. Under denna period har ibland en viss omrörning skett för att begränsa svämskiktsbildning. En av de frågor som ställdes i början var hur dessa stopp skulle inverka på den biologiska processen, och vilken tidsrymd som skulle krävas för att åter erhålla en hög gasproduktion. En typisk uppstart börjar med att temperatur och gasproduktion stiger, samtidigt som en till början hög elkonsumtion på grund pumpning i samband med omrörning långsamt sjunker och stabiliseras (Figur 14).



Figur 14. Uppstart från avställning (gasproduktion, elförbrukning och temperatur).

Den uppstart som redovisas i Figur 14 hade föregåtts av en period sedan början av juni där ingen tillförsel av nytt substrat skett till anläggningen. Trots detta kom gasproduktionen igång tämligen omgående och resulterade i en produktion av 40 m³ biogas/dag efter två veckor. Notera också den påverkan som extra omrörning har på elförbrukningen.

5 Ekonomi

Anläggningens ekonomi är starkt beroende av gasproduktionen, eftersom den enda intäkten är en besparing av utgifter för energi. I korthet kan sägas att gasproduktionen blev mindre än den man hade förväntat sig, medan behovet av processvärme var högre. Kalkylen höll dock någorlunda, främst på grund av att oljepriset steg oväntat mycket just efter starten (Figur 15). Det bidrag från Statens Industriverk (SIND) som täckte hälften av investeringskostnaderna var dock avgörande i beslutet att bygga. Anläggningskostnaderna i 1978 års priser redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Kostnader i samband med byggnationer.

Del	Kostnad (kr)
Rötkammare	29 755
Betongplatta	2 934
Pumphus	1 856
Påfyllning och avtappning	11 068
Uppvärmning	4 119
Temp och regl system	1 710
Gas	5 957
Kulvert och pumpbrunn	1 110
Elektriska inst	6 349
Diverse, inkl stège	7 697
Förvärmningstank	2 460
Förbättringar	8 897
Arbetskostnader	12 545
Drift i samband med bygg	8 842
Lånekostnader	508
Summa investering 1978	105 807
Penningvärde 2001 (konsumtpris index)	344 074

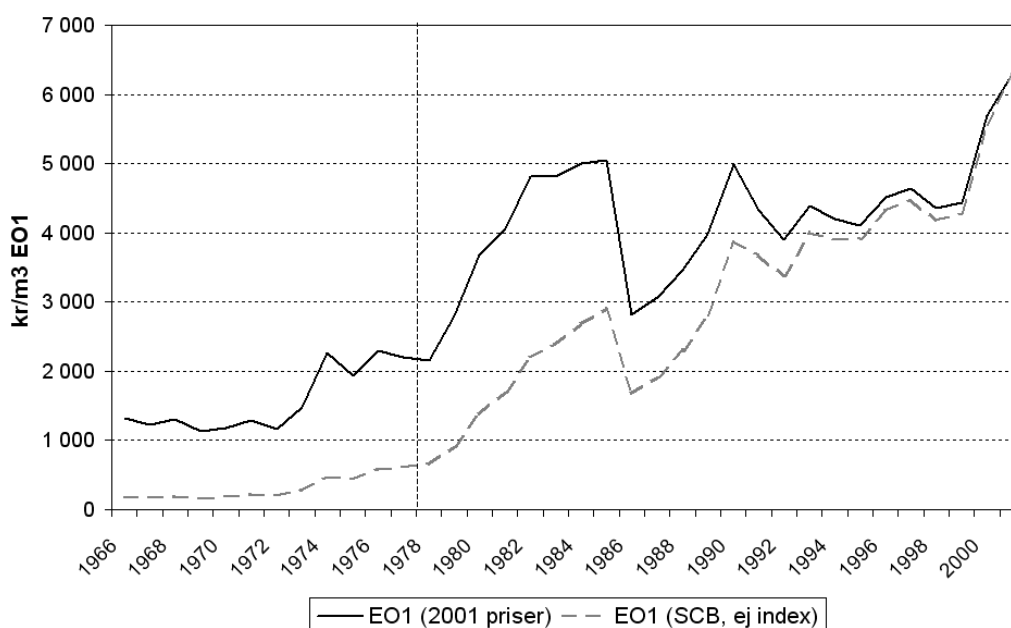
Arbetskostnaderna i tabellen motsvarar bara en liten del av det arbete som lades ner. Eftersom stora delar av byggnationen gjordes som ett projektarbete av studenter så är den verkliga arbetstiden betydligt högre. Nils ombads att uppskatta behovet av arbetstid som krävts för en van hantverkare att göra samma arbete och han angav då ca 6 månaders heltidsarbete. Detta skulle avsevärt höja byggkostnaderna. Finansieringen av anläggningen redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Tillgångar vid byggnation.

Del	Kostnad (kr)
Bidrag Statens Industriverk	45 000
Lån Föreningsbanken	42 000
Annat lån	18 807
Summa	105 807
Penningvärde 2001 (konsumtpris index)	344 074

Annat lån anger här den del som krävdes för att göra tilläggsisolering samt konstruktion av förvärmningstank 1979. Hela denna kostnad var dock inte ett lån, utan togs från gårdens löpande utgifter. Några arbetskostnader ingår inte heller i denna post.

Oljepriset för eldningsolja 1 (EO1) är en central parameter i den ekonomiska kalkylen. Oljepriset har förändrats över åren och prisutvecklingen på Eldningsolja 1 är visad i diagramform i Figur 15 för perioden 1966-2001.

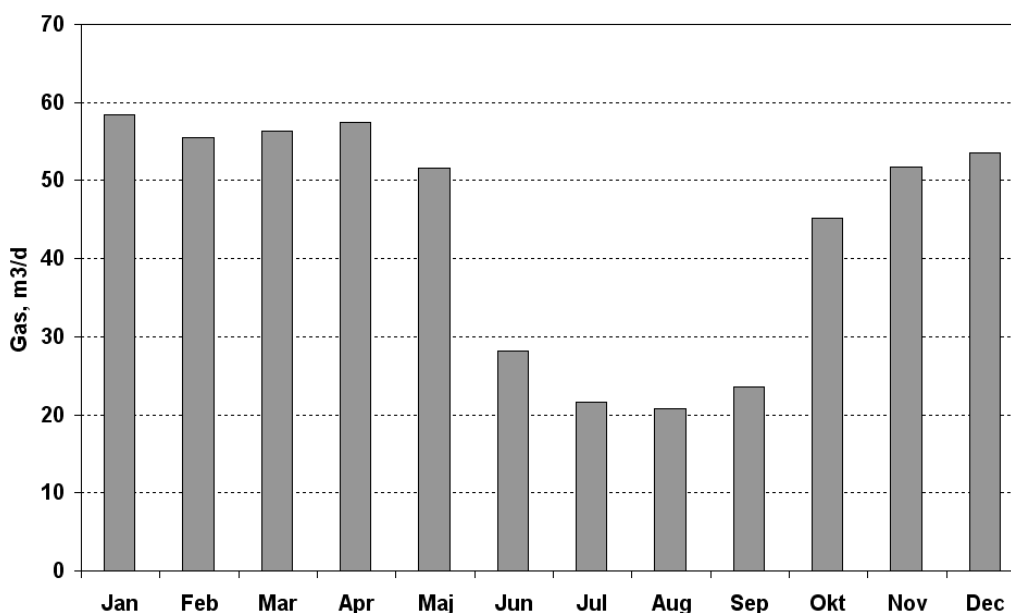


Figur 15. Prisutveckling Eldningsolja 1 (EO1), källa SCB.

Vid starten av anläggningen kalkylerade Nils och projektgruppen med att anläggningen skulle gå ihop ekonomiskt sig på mindre än 10 år (förutsatt bidrag från SIND), om oljepriset låg över 1000 kr/m³. I verkligheten steg oljepriset över denna nivå redan efter två år.

Gasproduktionen antogs 1978 kunna bli omkring 100 Nm³/dag. Detta har endast uppnåtts under ett fåtal tillfällen. Medelvolymen för gasproduktionen har snarare legat vid 60 Nm³/dag (Figur 16).⁶

⁶ Se även Figur 11 vilken anger hur gasproduktionen varierat över åren.



Figur 16. Medelvärden för månadsvis gasproduktion 1978-2002.

Gasproduktionen under månaderna juni till september är mycket lägre än andra månader eftersom ingen beskickning av anläggningen skett under denna period.

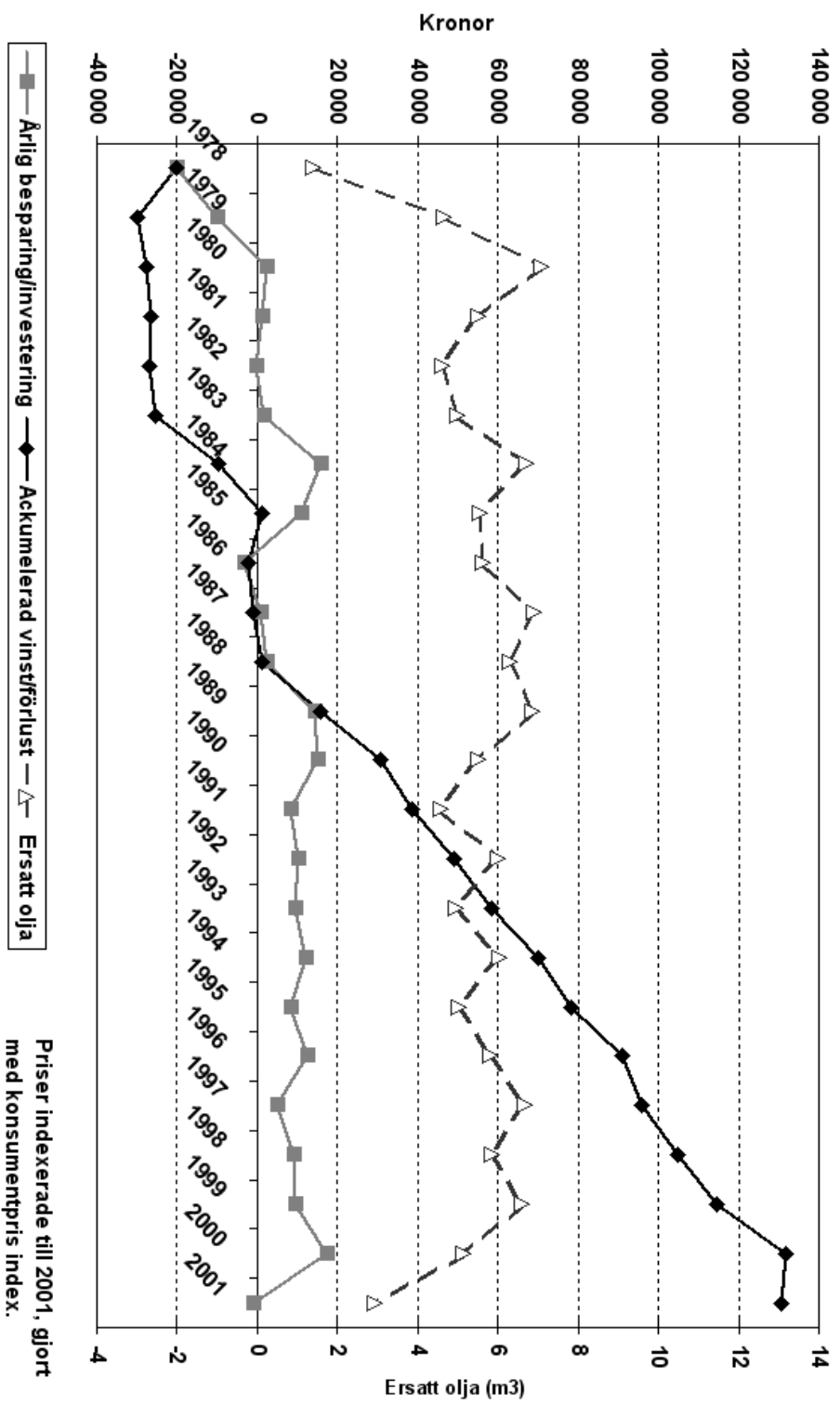
Uppehållstiden på anläggningen i Holsljunga har varit ca 35 dagar om man antar en beskickning på 2,5 m³ flytgödsel/dag. Detta kan betraktas som en relativt lång uppehållstid i jämförelse med andra svenska anläggningar.

Behovet av gas för värmehållningen har varierat mellan 40-50 % av produktionen. I de fall inga avläsningar gjort för internt gasbehov har ett medelvärde satts till 46 % av den totala gasproduktionen. Detta värde har tagits fram genom att se på de föregående årens behov av processgas.

Utifrån dessa data har en ekonomisk analys genomförts med avseende på anläggningens ekonomi. Analysen baseras på de uppgifter som samlats in under åren 1978 till 2002 rörande gasproduktion, värmebehov samt elbehov. Oljepris har inhämtats från statistiska centralbyrån. Konsumentprisindex har använts för att indexera priser till 2001 års penningvärde.

Det ekonomiska resultatet redovisas i Figur 17, dels det ackumulerade resultatet och dels årligt resultat. I diagrammet finns även hur stor mängd eldningsolja som ersatts med anläggningen (högra axeln).⁷

⁷ I appendix återfinns data som ligger till grund för analysen uppdelat årsvis.



Figur 17. Ekonomiskt resultat 1978-2001.

Resultatet från analysen visar att anläggningen gav vinst redan efter sju år. Vid denna punkt motsvarar kostnaden för inbesparad eldningsolja de kostnader som ackumulerats under de första åren.

Fram till år 1988 betalades lånet för investeringen tillbaka, och efter detta har anläggningen gett en vinst på ca 10 000 kr/år. Effekterna från bidraget som erhöles från SIND är påtagligt. Om anläggningen hade finansierats helt utifrån lån hade anläggningen först betalat sig i mitten av 90-talet.

Det kan påpekas att denna kalkyl inte är helt fullständig. Potentiella kostnader och intäkter som inte funnits redovisade, eller som varit omöjliga att uppskatta har inte tagits med i kalkylen.

Den ökade arbetsinsatsen som krävs för driften och underhåll av anläggningen har inte inkluderats i den ekonomiska analysen. Uppskattningsvis krävs runt 20 minuter per dag för att göra rutinuppgifter i samband med driften. Till detta får läggas månatliga insatser för att sota pannor samt tömning av vatten i kondensfickor, runt två timmar. Nils har varit ambitiös rörande dokumentation och sannolikt skulle tiden kunna pressas något. Vidare så är delar av de uppgifter som genomförs sådana som ändå skulle ha gjorts om inte biogasanläggningen funnits. Å andra sidan har mycket tid gått till att åtgärda problem då sådana uppstått. De senaste åren har till exempel pumpning från pumpgrop in i tanken varit problematisk.

De positiva effekterna från att använda rötad istället för orötad gödsel på åkrarna har inte beaktats. I rötningsprocessen mineraliseras det organiskt bundna kvävet vilket gör det mer lättillgängligt för växterna att ta upp, samt att avgången av kväve till atmosfären kan minskas. Det har inte utförts några kontrollerade försök av Nils eller Metangruppen rörande skillnaden i resultat vid gödsling med rötad kontra orötad gödsel. Nils har dock vid ett antal tillfällen sålt gödsel till bland annat växtodlingsförsök och till ekologiska odlingar.

I samband med denna genomgång bör nämnas att det finns allmänna miljövinster vilka inte direkt kan värderas för den enskilde lantbrukaren. Ett exempel är minskade utsläpp av klimatpåverkande gaser till atmosfären.

Som redovisats tidigare gjordes försök med elproduktion på Stommen 1986. Elgenerering skulle kunna bidra ekonomiskt till driften av en biogasanläggning. I Sverige har dock det pris som erhållits om man sålt el till nätet varit lågt vilket har gjort att el-genererande teknik måste vara billig för att löna sig. Olika typer av bidrag spelar en stor roll och kan göra investeringen lönsam. Sedan maj 2003 finns en möjlighet att få extra betalt för el som produceras med förnyelsebara energikällor, s.k. elcertifikat.⁸ Det pris som kunnat erhållas genom försäljning till elnätet har delats in i två olika kvalitéer, prima och sekunda, där skillnaden varit leverenssäkerhet. Prima el innebär att en viss effekt kan garanteras av producenten, och en mindre gårdsanläggning för biogas har nog oftast svårt att klara detta. Spotpriset på prima el låg i maj 2003 på ca 25 öre/kWh medan sekunda el låg på 13 öre/kWh. Då är inte tillskottet från elcertifikat inräknat.

⁸ Mer information om elcertifikat går att finna på Energimyndighetens hemsida <http://www.stem.se>

6 Spridningen av biogasteknik i Sverige

Då Stommens biogasanläggning byggdes i slutet av sjuttioalet var det många som trodde att gårdsbaserad biogas skulle kunna ge ett viktigt bidrag till det svenska energisystemet. Tanken var att försöksanläggningar skulle etableras och dessa skulle sedan fungera som inspiration för andra och i slutändan skulle biogasanläggningar finnas runt om i landet där de skulle vara en integrerad del av jordbruket och energisystemet. Projektgruppen som arbetade tillsammans med Nils omvandlades till Metangruppen som ett resultat av att man trodde att det skulle gå att driva ett företag med inriktningen mot utredningar och konstruktion av småskaliga biogasanläggningar i Sverige. Det visade sig med tiden vara svårt och företaget lades ned i början av 80-talet.⁹

Det fanns ett antal förklaringar till det stora intresse som tekniken rönt i slutet av sjuttioalet. Dels var oljekrisen i färskt minne, Oljekrisen hade rönt ett stort politiskt intresse och engagemang i energifrågan, och den stod högt på den politiska dagordningen under hela den senare hälften av 70-talet, och även in på 80-talet. Pengar sköts till för utveckling, omställning och implementering av alternativa energianläggningar, vilket var avgörande för genomförandet av de flesta biogasanläggningar, däribland Holsljunga. I mitten av 80-talet avklingade så intresset och många av de bidrag som hade existerat omdisponerades, eller togs helt bort. I slutet av 90-talet ökade så intresset återigen. Denna gång har det Lokala Investerings Programmet (LIP) spelat en viktig roll.

Det lokala investeringsprogrammet (LIP) som startade 1998 och hade sitt sista ansökningstillfälle 2002 har resulterat i att ett antal biogasanläggningar har uppförts. Idag är motiven inte längre primärt att försöka minska *oljeberoendet* eller att finna ett *alternativ* till kärnkraften, utan motiven är framförallt funna i omställningen till ett *hållbart* energisystem samt att begränsa utsläpp av *klimatpåverkande* gaser. De nya anläggningarna återfinns ofta på försöksgårdar eller på lantbruksskolor, vilket illustrerar det kärvare arbetsklimatet för lantbrukare i gemen idag.

För att återvända tillbaka till slutet av sjuttioalet så fanns där en stor folkrörelse som kommit till i och med kärnkraftsdebatten då Sveriges energisystem studerades och diskuterades. Då anläggningen stod klar började en strid ström av besökare komma på besök för att höra och se vad tekniken kunde åstadkomma. Det gick så långt att Nils under en period tog en liten entréavgift, eftersom studiebesöken tog så pass mycket tid i anspråk. Mängden besökare avklingade så sakteliga under 80-talet.

Forskning och utvecklingsarbete fortskred genom hela 80- och 90-talet, om än mer på sparlåga. Bland annat JTI utförde försök och forskning kring möjligheterna med biogas i jordbruket.¹⁰ Internationellt fanns fortfarande ett ganska stort intresse vilket pågick under mer eller mindre hela 80-talet kring småskalig biogasproduktion. Främst sågs möjligheterna med denna teknik för länder i Asien, Sydamerika och Afrika. Nils fick till slut också möjligheten att besöka Indien, där han fick se inspirationskällan till sin egen anläggning i verkligheten.

⁹ Metangruppen lades ner, men ett företag kallat Bioquest startades 1983 av en av medlemmarna i Metangruppen, tillsammans med handledaren på universitetet. Bioquest har sedan arbetat med biogasutveckling andra förnyelsebara energiformer och miljöfrågor, främst internationellt. Bioquest har hållit kontakten med Nils och hans familj under alla år.

¹⁰ Mer information om JTI:s verksamhet går att finna på deras hemsida <http://www.jti.slu.se>

Ytterligare en bidragande orsak till att biogasteknik inom lantbruket inte fick den spridning som man trodde är det hårdnande ekonomiska klimat som jordbruket återfinns i. Det är numera betydligt svårare att för en bonde bedriva verksamheter som ligger vid sidan av det egentliga jordbruket. Problemet är att genom utvinningen av biogas för man in ett ytterligare moment i driften av lantbruket. Nils har levt med sin anläggning och för honom har det varit ett stort intresse, även om det ibland har lett till en del frustrationer. Han uttrycker att möjligheten att få vara med och utveckla och experimentera har varit viktigt för honom personligen. Möjligheten att kommunicera med folk nationellt och även internationellt rörande biogas har inneburit viktiga och positiva erfarenheter. Lantbruket är idag så pass hårt ansatt av krav på lönsamhet att biogasteknik med dess nuvarande ekonomiska förutsättningar snarast ses som en belastning än en tillgång i verksamheten.

Blickar man utanför Sveriges gränser är situationen en annan. Danmark och Tyskland har en levande gårdsbaserad biogastradition och var en inspirationskälla för Nils och Metangruppen i konstruktionen av Stommenanläggningen. Med stor sannolikhet är skillnaden i de ekonomiska förutsättningarna, bl.a. det pris som erhålls av försäljning av elkraft till nätet, en viktig och bidragande orsak till olikheterna.

I början av 2000-talet kom nya regler rörande hanteringen av gödsel, vilka kortfattat säger att gödseln måste förvaras så att kontakten med atmosfären minskas.¹¹ Framförallt är avgången av kväve i form av ammoniak till atmosfären det problem som man önskar tackla. I princip är den anaeroba rötningstekniken som används för produktion av biogas en total begränsning av kontakten med atmosfären. Som ett resultat torde man kunna använda en teknik som uppfyller reglerna för gödselhantering, samtidigt som biogas utvinns. Övertäckning av gödselbassänger för biogasutvinning används med goda resultat i Tyskland och Danmark.¹²

Den vision som delades av Nils och Metangruppen i slutet av 70-talet där biogas skulle ha en naturlig plats i det svenska jordbruket samt i energisystemet kommer nog inte realiseras inom den snaraste framtiden. Detta beror inte på att beprövade tekniska lösningar saknas, utan snarare på att de ekonomiska och politiska förutsättningarna inte existerar idag. Nils ser biogas som en resurs som han har på sin gård och som det vore konstigt om man inte tog hand om.

Med de erfarenheter som idag finns om biogasproduktion på lantbruk från Holsljunga och andra platser är situationen väldigt annorlunda än den var då Stommenanläggningen konstruerades. Kunskaper och erfarenhet finns, och lösningar borde kunna tas fram, som är väl integrerade i jordbruket som helhet.

¹¹ Miljöbalkens 12 kapitel "Förordningen om miljöhänsyn i jordbruket".

¹² Metangruppen arbetade med övertäckning av gödselbassänger redan 1981. Bland annat byggdes en anläggning i Längjum med denna teknik. För mer information se rapporten Ellegård, A. (1986) "Nio år med svensk biogas", Statens Energiverk projektrapport 26073-1, eller Metangruppen (1992), "Biogas från Gödselbassäng, Beskrivning och utvärdering av biogasanläggningen i Längjum". Båda dessa rapporter finns tillgängliga på <http://www.bioquest.se/holsljunga>. I JTI:s rapportserie Kretslopp och Avfall nummer 21 finns även Nilsson, S. (2000). "Gårdsbaserad biogas på Plönninge naturbruksgymnasium, En förstudie med det tyska konceptet som grund." vilken diskuterar övertäckningsmodellen mer i detalj.

7 Avslutning

Den anläggning som byggdes i Holsljunga har fungerat i stort sett kontinuerligt i tjugofem år och kommer med stor sannolikhet fortsätta att göra så i många år än. Komponenter i systemet har förvisso bytts ut under årens lopp, till exempel pumpar och pannor, medan de flesta gasledningar, gödselledningar och själva biogastanken fortfarande är i bra skick. De driftstörningar som skett har varit relativt korta. Under somrarna har anläggningen inte laddats, men en viss gasproduktion har trots detta erhållits. Under vinterhalvåret däremot har anläggningen laddats med omkring 2,5 m³ gödsel dagligen och levererat gas som värmt boningshuset.

Idag finns ett antal beprövade lösningar på hur en biogasanläggning kan se ut och anpassas till olika förutsättningar. Hindren för spridning av tekniken går snarare att finna i svaga ekonomiska incitament - dels på grund av höga investeringskostnader, dels på grund av lågt pris för den energi som ersätts. Samtidigt med detta skapar etableringen av en biogasanläggning på en lantgård nya sysslor för lantbrukaren i hans/hennes vardag.

Nils Liljerup har haft ett stort intresse för biogas och även intellektuellt utbyte av sin biogasanläggning. Slutsatsen från anläggningen Stommen i Holsljunga är att tekniken fungerar och att det går att driva en biogasanläggning på ett mindre svenskt jordbruk.

Appendix – Kalkylblad ekonomi för Holsljunga biogasanläggning 1978-2002

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Totalt	2 278	19 267	22 308	19 605	13 212	14 448	19 400	15 792	14 092	19 928	18 148	19 751	15 899	13 182												
Process	2 091	11 712	11 015	10 787	6 133	6 829	8 567	6 842	5 365																	
EI		966	4 073	2 675	5 378	6 246	1 612	1 410																		

Gasvärde	(Nm3 gas/år)	(Nm3 gas/år)	(Nm3 gas/år)	(kWh/år)	(kWh/Nm3)	Gasproduktionen för 1992 är medelvärde för de fem tidigare åren. Inga värden tillgängliga																				
	6,1																									
Som kWh																										
Totalt	13 894	117 527	136 077	119 588	80 591	88 130	118 342	96 332	85 960	121 561	110 704	120 481	96 984	80 410	106 028	87 212	105 980	88 374	101 986	109 599	101 553	112 734	91 817	45 607	36 565	6 027
Process		71 442	67 194	65 802	37 412	41 657	52 261	41 739	32 728																	
EI		966	4 073	2 675	5 378	6 246	1 612	1 410												14 909	7 274	10 519	3 874	8 629	18 865	

Energi																										
Totalt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Process	0,0%	60,3%	47,9%	53,8%	43,5%	44,1%	43,6%	42,7%	38,1%																	
EI	0,0%	0,8%	2,9%	2,2%	6,3%	6,6%	1,3%	1,4%												12,0%	6,7%	8,5%	4,0%	15,9%	34,0%	

Antagna och riktiga värden

Totalt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Process	0,0%	60,8%	49,4%	55,0%	46,4%	47,3%	44,2%	43,3%	38,1%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%	46,3%
EI	0,0%	0,8%	3,0%	2,2%	6,7%	7,1%	1,4%	1,5%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	13,6%	7,2%	9,3%	4,2%	18,9%	51,6%	

Energi termer

Totalt	13 894	118 493	140 150	122 262	85 969	94 376	119 954	97 742	91 160	128 761	117 304	127 681	102 784	85 310	112 028	92 512	112 280	93 674	108 086	124 508	108 827	123 253	95 691	54 236	55 430	6 027
Process	0	72 030	69 206	67 273	39 908	44 610	52 973	42 350	34 708	59 670	54 360	59 169	47 632	39 534	51 915	42 871	52 032	43 410	50 089	57 699	50 432	57 117	44 345	25 134	25 687	0
EI	0	974	4 195	2 735	5 737	6 689	1 634	1 431	5 203	7 348	6 695	7 287	5 866	4 869	6 393	5 280	6 408	5 346	6 169	16 937	7 795	11 500	4 037	10 262	28 597	0

Gas för uppv	13 894	46 463	70 944	54 989	46 061	49 767	66 981	55 392	56 452	69 091	62 943	68 512	55 152	45 776	60 112	49 640	60 248	50 264	57 997	66 809	58 395	66 136	51 346	29 102	29 743	6 027
---------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

Eldningolja 1 (EO1)

	Hi	42,9 MJ/kg																								
	Dens	840 kg/m3																								
		10018,01 kWh/m3																								

Omr till olja																										
	Prod gas	1,4	11,8	14,0	12,2	8,6	9,4	12,0	9,8	9,1	12,9	11,7	10,3	8,5	11,2	9,2	11,2	9,4	10,8	12,4	10,9	12,3	9,6	5,4	5,5	0,6
	Ersatt olja	1,4	4,6	7,1	5,5	4,6	5,0	6,7	5,5	5,6	6,9	6,3	6,8	5,5	6,0	5,0	6,0	5,0	5,8	6,7	5,8	6,6	5,1	2,9	3,0	0,6

Kostnader																										
	Konsument index	0,31	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,60	0,63	0,66	0,70	0,78	0,85	0,87	0,91	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	1,00		
	Eo1 pris (2001)	2 156	2 793	3 687	4 053	4 821	4 814	5 010	5 057	2 818	3 069	3 468	3 980	4 987	4 327	3 894	4 394	4 201	4 109	4 518	4 647	4 354	4 430	5 696	6 289	
	Ersatt olja	2 991	12 955	26 112	22 246	22 165	23 916	33 497	27 962	15 878	21 168	21 787	27 220	27 454	19 774	23 365	21 775	25 262	20 618	26 157	30 988	25 379	29 248	29 193	18 268	

	EI pris (2001)	0,85	0,82	0,83	0,79	0,79	0,79	0,78	0,75	0,72	0,70	0,70	0,85	0,86	0,87	0,93	0,91	0,92	1,01	1,09	1,12	1,07	1,07	1,17		
	Process el kostn	0	799	3 474	2 150	4 533	5 255	1 280	1 069	3 728	5 171	4 655	5 277	4 981	4 178	5 585	4 929	5 854	4 932	6 243	18 461	8 749	12 258	4 302	12 006	
	Underhåll (2001)	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	

Skatteavdrag																										
	Lån	60 807																								
	Ränta	12%																								
	Avskrivningstid	10 år																								
	Annuitetsfaktor	18%																								
	Arskostnad lån	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	10 802	
	Indexerat	35 126	32 817	28 851	25 737	23 707	21 758	20 147	18 759	17 998	17 276	16 328														
	Verklig	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	
	Indexerad	19 511	18 229	16 026	14 296	13 168	12 086	11 191	10 420	9 998	9 596	9 070														

Kostnader och priser indexerade till 2001 nivå.
Processgas är medelvärde mellan 80 och 85
Processel är medelvärde mellan 80-85 och 97-2001

Årlig besparing/investering

	-20 123	-9 932	2 313	1 155	-406	1 489	15 761	11 055	-3 351	817	2 374	14 443	14 973	8 095	10 280	9 346	11 907	8 186	12 414	5 027	9 130	9 490	17 391	-1 238		
--	---------	--------	-------	-------	------	-------	--------	--------	--------	-----	-------	--------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	-------	--------	--------	--	--

Ackumulerad vinst/förlust

	-20 123	-30 056	-27 743	-26 588	-26 994	-25 505	-9 743	1 312	-2 039	-1 222	1 152	15 595	30 568	38 664	48 944	58 290	70 198	78 384	90 798	95 825	104 955	114 444	131 835	130 597		
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	-------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	--	--

Gårdsanläggningarna i Sverige

Listan uppdaterad 9 September 2003



ID	Namn	Typ av gård	Internet	Start	Nedlagd
1	Stommen	Lantbruk	http://www.bioquest.se/holsljunga/	1978	i drift
2	Täppgården	Försöksgård		1975	1980
3	Bröttorp			1982	Början 90-talet
4	Frackstad			1980	1984
5	Lilla Hökagården	Lantbruk		1981	1983
6	Lilla Snöån			1981	1992
7	Nordvik Lantbruksskola	Skola		1985	?
8	Ottekilsgård			1981	?
9	Rosersberg			1982	?
10	Smebybacke			1981	?
11	Viken	Försöksgård		1978	1987
12	Vreta-Västerby Lantbruksskola	Skola		1984	?
13	Västra	Lantbruk		1981	1982
14	Åkarpsgården			1980	I drift
15	Öknaskolan, Nynäsgård	Skola	http://www.oknaskolan.nu	2002	I drift
16	Lövsta landsbyggscentrum, Lövstagård	Skola	http://www.lovsta.com	2002	I drift
17	Önnestads lantbruksskola	Skola	http://www.buf.kristianstad.se/onnestad_gy/	1993	I drift
18	Norrbäck	Lantbruk		Början 2000	I drift
19	Hagavik	Ekologisk odling		?	?
20	Ytterenebygård	Stiftelse	http://www.jdb.se/sbfi/	2003	I drift
21	Alviksgården AB			?	?
22	Snarstad	Ekologisk odling		?	?
23	Plönninge naturbruksgymnasium	Skola	http://www.utbildning.halmstad.se/pl/	Under byggnation	Under byggnation

Kontakt: Mathias Gustavsson, Avd Humanekologi, Gbg Universitet, Box 700, 40530 Gbg
mathias.gustavsson@he.gu.se