



# Utvärdering av gårds- baserad biogasproduktion

-Uppföljning av teknik och  
metanemissionsfrågor i etablerade  
anläggningar







# Sammanfattning

Tidigare utvärderingsprojekt av Hushållningssällskapet har visat på svag lönsamhet och varierande biogasproduktion hos gårdsbaserade biogasanläggningar. I detta projekt har det därför varit viktigt att fokusera på att få en hög och jämn gasproduktion och uträtningsgrad, för att bidra till god ekonomi och stor miljönytta. Syftet med projektet var att:

1. Föreslå enkla och billiga åtgärder som kan öka uträtningsgraden i substratet och öka metanproduktionen.
2. Sammanställa praktiska erfarenheter av olika tekniker för mätning och förbränning av biogas

Företagen har fått individuell rådgivning som syftat till att öka anläggningarnas biogasproduktion och uträtningsgrad. De åtgärder som har rekommenderats flest företagare under året är:

- förbättrad omrörning i blandningsbrunnen för att säkerställa jämn substratinmatning,
- ökad järntillförsel för att minska risken för brist på mikronäringsämnen samt
- sönderdelning av djupströgsel inför rötning.

Biogasproduktionen har ökat hos majoriteten av företagen i projektet jämfört med föregående år och detta beror sannolikt på bättre skötsel, en högre organisk belastning och en större användning substrat med högre energitätthet

Projektet har samlat in praktiska erfarenheter om anläggningarnas gasmätare. Många företagare har haft problem med gasmätningen och det berodde främst på att gasen var fuktig och korrosiv. Placeringen av gasmätaren var viktig för funktionen och rekommendationen från projektet är att gasmätaren ska placeras i ett uppvärmt utrymme, på ett vertikalt rör (bortsett från bälgmätarna) och gärna efter ett kolfilter om svavelhalten i biogasen är hög.

Utvärderingen av tekniken för förbränning av gas visade att nästan alla anläggningar hade en gaspanna. Gaspannorna verkar ha fungerat bra utan några större problem och endast 2 av 9 har haft problem med tekniken. Företagarna i projektet har dock haft en del tekniska bekymmer med gasfacklorna då 4 av 6 företagare har haft problem.

Det har genomförts uträtningsförsök på företagens substratblandningar och rötresten inom projektet. Uträtningsförsöken visade att rötrestens ackumulerade metanpotential ( $B_0$ ) varierade från ca 45 till 145 Nm<sup>3</sup> metan/ton VS och i genomsnitt var den 72 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS. Uträtningsförsök på rötresten bedömdes vara en bättre (men dyrare) metod för att utvärdera anläggningens miljöprestanda jämfört med att beräkna uträtningsgraden.

Kostnaden för tillsyn har minskat sedan 2014, men det är fortfarande orimligt stor variation i avgiften från främst kommunerna. Kostnaden för underhåll och reparationer var också hög, mellan 60 000 och ca 450 000 kr per år.

Sammanfattningsvis blir företagarna allt duktigare på att producera biogas och erfarenhetsutbyte och rådgivning är bidragande faktorer till detta. Om fler biogasanläggningar byggs, är det värdefullt för dessa företagare att få tillgång till den praktiska kunskap som har utvecklats inom dessa utvärderingsprojekt.





# Innehållsförteckning

<b>Inledning och metod .....</b>	<b>1</b>
<b>Produktionsresultat.....</b>	<b>2</b>
Metanproduktion .....	2
Organisk belastning .....	3
Substrat.....	4
<b>Utrötningsgrad .....</b>	<b>5</b>
Resultat från utrötningsförsök .....	6
<b>Teknik för mätning av gas .....</b>	<b>9</b>
Praktiska erfarenheter av gasmätare .....	11
<b>Teknik för förbränning av gas .....</b>	<b>12</b>
Gaspannor .....	12
Modeller av pannor och gasbrännare inom projektet.....	12
Problem med gaspannor och gasbrännare .....	13
Drift, service och underhåll .....	13
Gasfacklor.....	13
<i>Modeller av gasfacklor på biogasanläggningarna i projektet .....</i>	<i>13</i>
<i>Problem med gasfacklor .....</i>	<i>14</i>
<i>Drift, service och underhåll .....</i>	<i>14</i>
Slutsats och diskussion om teknik för förbränning av gas.....	14
Effekt på beräknad utrötningsgrad .....	18
<b>Kostnader för reparationer.....</b>	<b>19</b>
<b>Kostnad för tillsyn .....</b>	<b>20</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>21</b>





# Inledning och metod

Tidigare biogasprojekt har visat på svag lönsamhet och varierande biogasproduktion hos gårdsbaserade biogasanläggningar. I detta projekt har det därför varit viktigt att fokusera på att få en hög och jämn gasproduktion och uträtningsgrad, för att få en god ekonomi och stor miljönytta.

Syftet med projektet var att:

1. Hitta enkla och billiga åtgärder som kan öka uträtningsgraden i substratet och öka metanproduktionen.
2. Sammanställa praktiska erfarenheter av teknik för mätning och förbränning av biogas.

Under perioden maj till november 2015 genomfördes tre besök per gård på elva gårdsbaserade biogasanläggningar med olika storlek och geografisk läge södra Sverige: Skåne, Halland, Småland, Jönköping, Västergötland och Dalsland. Alla anläggningar rötade stallgödsel men de flesta anläggningarna rötade även andra substrat

Under hösten genomfördes provrötning av substrat och rötresten på samtliga anläggningar. En beskrivning över metoden för uträtningsförsöket finns i avsnittet "Uträtningsförsök".

Den 17 december hölls en workshop med företagarna och rådgivarna inom projektet då projektresultaten presenterades och diskuterades. Projektresultatet har även presenterats för Jordbruksverket.

Vi vill tacka Jordbruksverket för att vi fått möjlighet att genomföra projektet och anläggningsägarna för deras engagemang och medverkan i projektet!

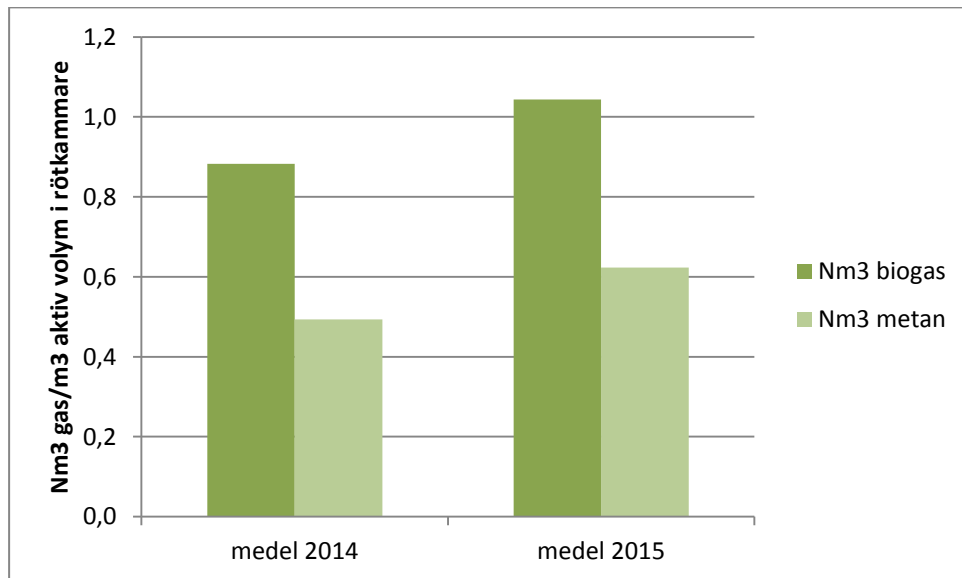
# Produktionsresultat

Under projektperioden infördes "gödselgasstödet" vilket innebar att det var lönsamt för flera anläggningar att ta in mer substrat, främst gödsel.

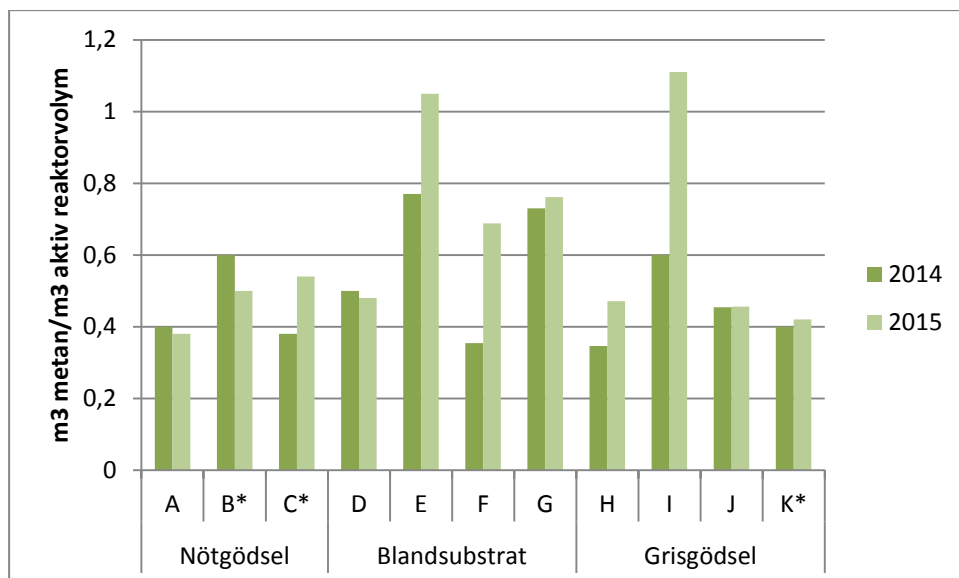
## Metanproduktion

För att värdera hur väl reaktorn nyttjas, kan nyckeltalet "gasproduktion per aktiv volym i röt-kammaren" ( $\text{Nm}^3$  biogas eller metan/AV) användas. Med "aktiv volym" menas här den del av röt-kammaren som innehåller substrat och är aktivt uppvärmd för att hålla den önskade temperaturen 10 av anläggningarna som deltagit i utvärderingen rötar inom det mesofila området, en av anläggningar rötar inom det termofila.

I föregående utvärderingsprojekt var den genomsnittliga biogasproduktionen på samma gårdar knappt  $0,9 \text{ Nm}^3$  biogas/ $\text{m}^3$  aktiv volym röt-kammare (AV). I detta projekt var den genomsnittliga biogasproduktionen drygt  $1,0 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$  AV. Mängden metan producerad per  $\text{m}^3$  aktiv reaktorvolym ökade från  $0,5$  till  $0,6 \text{ Nm}^3$  metan, vilket motsvarar en produktionsökning med 20%. Produktionsökningen beror sannolikt på en ökad tillförsel av substrat, se tabell 1.



Figur 1 Genomsnittlig biogas- och metanproduktion på 11 gårdsbaserade biogasanläggningar



**Figur 2 Biogasproduktion per m<sup>3</sup> aktiv volym rötkammare på 11 gårdsbaserade biogasanläggningar. Gårdar med \* rötar endast stallgödsel.**

**Tabell 1 Produktionsnyckeltal för gårdarna inom projektet**

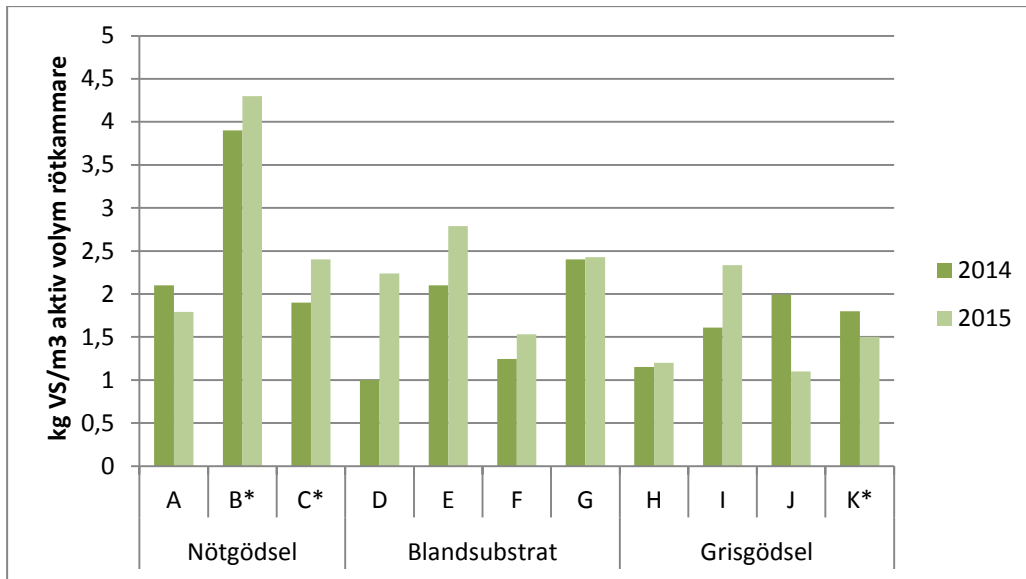
	Medelvärde 2014	Medelvärde, 2015
Nm <sup>3</sup> biogas/Nm <sup>3</sup> AV <sup>1</sup>	0,9	1,0
Nm <sup>3</sup> metan/AV <sup>1</sup>	0,5	0,6
m <sup>3</sup> metan/ton VS <sup>2</sup>	264	325
Organisk belastning kg VS/m <sup>3</sup> AV <sup>1</sup>	1,9	2,1

<sup>1</sup>AV= aktiv volym. I detta projekt avses den volym i rötkammaren som innehåller substrat och är aktivt uppvärmd.

<sup>2</sup>VS= organiskt material (från engelskans Volatile solids, beräknas genom TS minus aska)

## Organisk belastning

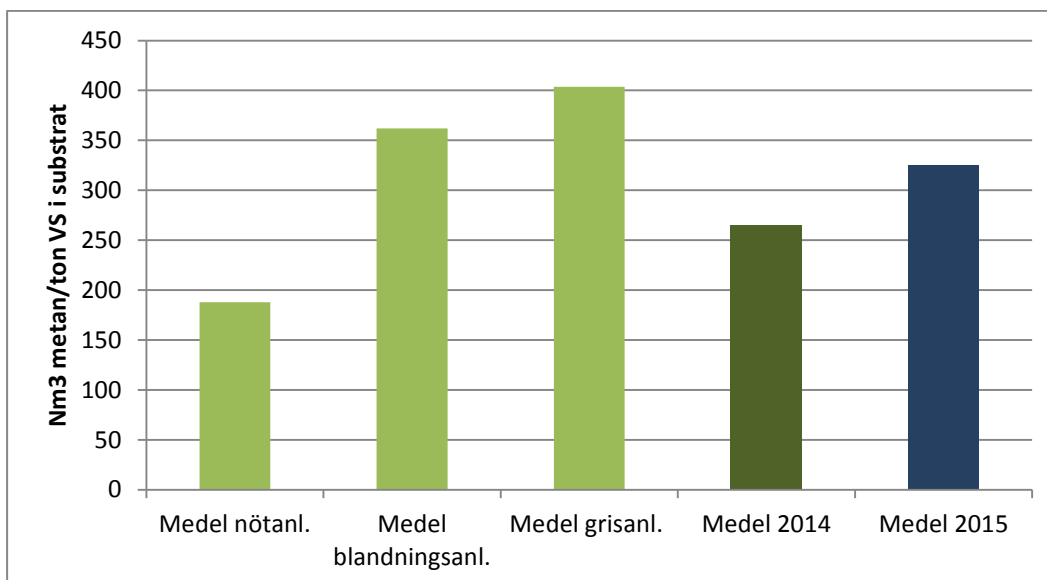
Med den ”organiska belastningen” menas hur mycket organiskt material (kg VS) som tillförs per m<sup>3</sup> aktiv volym i rötkammaren. Den organiska belastningen bör ligga mellan 2 och 4 kg VS/m<sup>3</sup> AV för att utnyttja rötkammarvolymen väl (Christensson m fl 2006). I projektet varierade den organiska belastningen mellan gårdarna, se Figur 3. Den genomsnittliga organiska belastningen var 2,1 kg VS/AV, vilket är något högre jämfört med 2014 då den var 1,9 kg VS/AV. Detta visar att anläggningarna i projektet rötar mer substrat och/eller energitätare substrat. Det stämmer också överrens med de erfarenheter rådgivarna dragit utifrån att de arbetat med anläggningarnas produktionsförutsättningar under lång tid. .



**Figur 3 Organisk belastning på 11 gårdsbaserade biogasanläggningar.**

## Substrat

Förutsättningarna att få gas från ett substrat varierar bl. a med dess näringsinnehåll och hur sönderdelat det är. Genom att använda energitäta substrat används reaktorn mer effektivt än om substratet innehåller mycket vatten. Under projektet var gasproduktionen per kg organiskt material (VS) 325 liter metan/kg V. Under 2014 var motsvarande värde 264 liter metan/kg VS. Ökningen beror troligtvis på att flera gårdar köper in mycket energitäta substrat.



**Figur 4 Genomsnittlig metanproduktion från substrat som rötas på gårdsanläggningarna**

# Utröttningsgrad

På anläggningarna togs prover på både substrat och rötrest som skickades för analys på Agrilab i Uppsala. Prover togs vid tre tillfällen under projekttiden. I augusti (senare tillfälle för tre av gårdarna) togs prover på substrat och rötrest och därefter genomfördes så kallade satsvisa utröttningsförsök. Rötresternas resterande metanproduktion analyserades genom att 400 ml av respektive rötrest inkuberades i batch (utan inympning) under 30 dagar i 38 °C, i ett så kallat AMPTS system från Bioprocess Control. Detta utröttningsprov gav resultatet ”Rötrestens ackumulerade metanproduktion”.

Substratet inkuberades i samma system i 30 dagar i 38 °C, med ymp från Vårgårdas ekologiska biogaslinje. Ympen avgasades 5-7 dagar innan insättning i batch. Förhållande mellan substrat och rötrest var 1:3. Batcherna laddades med en organisk belastning på 3 g VS/ liter. Detta gav substratets BMP (Bio Metan Potential).

På anläggningarna produceras biogas av en given mängd substrat. Anläggningarnas specifika metanproduktion som redovisas som Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS beräknades genom formeln

## Formel A: Specifik metanpotential (SMP) i anläggningen

$$SMP = \text{Verklig metanproduktion per dygn} \div \text{Tillförd VS i substratet}$$

Den beräknade utröttningsgraden i % beräknades från de analyserade TS och VS värdena på substrat och rötrest, vid samma provtillfälle som utröttningsproverna genomfördes, med formeln b, där r= rötrestens värde och s= substratets värden

## Formel B: Beräknad utröttningsgrad

$$\text{Beräknad utröttningsgrad (\%)} = \left( 1 - \left( \frac{VS \text{ rötrest}}{VS \text{ substrat}} \right) \right) * 100$$

Genom att jämföra substratets maximala metanpotential (B<sub>0</sub>) med rötrestens ackumulerade metanproduktion (rötrestens B<sub>0</sub>), visas hur stor andel av substratet som har blivit gas i de verkliga anläggningarna.

## Formel C: Metanutbyte på anläggningarna

$$\text{Metanutbyte} = \frac{(B_0 \text{ i substrat} - B_0 \text{ rötrest})}{B_0 \text{ i substrat}}$$

## Resultat från utrotningsförsök

Tabell 2 visar de TS och VS halter som användes (prover tagna i augusti), anläggningarnas beräknade utrotningsgrad samt resultaten av utrotningsförsöken efter 30<sup>1</sup> dagar i batch.

**Tabell 2 Resultat från de undersökta företagen.**

Biogas-anläggning	TS Sub (%)	VS sub (%)	TS RR (%)	VS RR (%)	Beräknad Utröttningsgrad i aug-15 (%)	Metanproduktion Rötrest (Nm <sub>3</sub> CH <sub>4</sub> /ton VS)	BMP Substrat (Nm <sub>3</sub> CH <sub>4</sub> /ton VS)	Metan-utbyte (%)
A	3,0	2,3	3,3	2,4	-4	90	514	82
B	6,6	5,7	3,6	2,8	51	49	250	80
C	11,0	9,6	6,9	5,5	43	56	246	77
D	11,3	9,5	4,0	2,7	72	54	163	67
E	5,9	5,0	2,9	2,3	54	145	394	63
F	-		4,7	2,5	-	48	-	
G	5,4	4,4	4,1	3,0	32	56	455	88
H	12,5	10,7	5,4	4,3	60	58	136	57
I	6,5	5,5	2,5	1,7	69	70	266	74
J	8,6	7,3	4,5	3,2	56	117	325	64
K	11,0	9,2	7,0	5,4	41	52	132	61

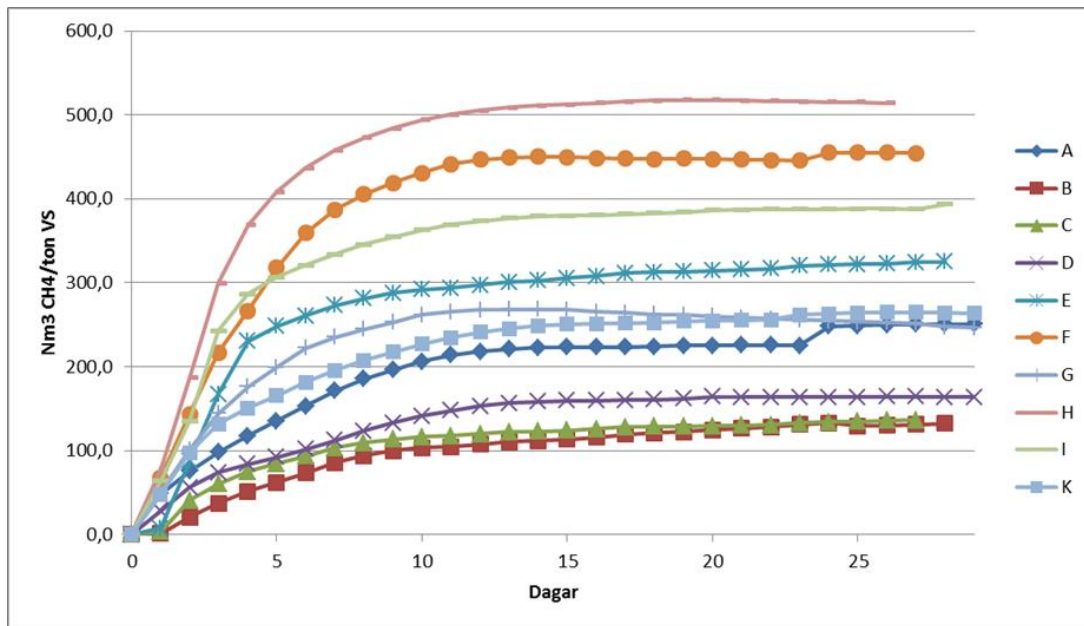
<sup>1</sup> För 3 av anläggningarna inkuberades substraten endast 28 dagar på grund av tidsbrist.

Borträknat det avvikande värdet på anläggning A är den beräknade utrotningsgraden i genomsnitt 53% vilket säger att den organiska delen av substratet är nedbrutet till motsvarande 53 %, ett rimligt värde för gödselbaserade anläggningar.

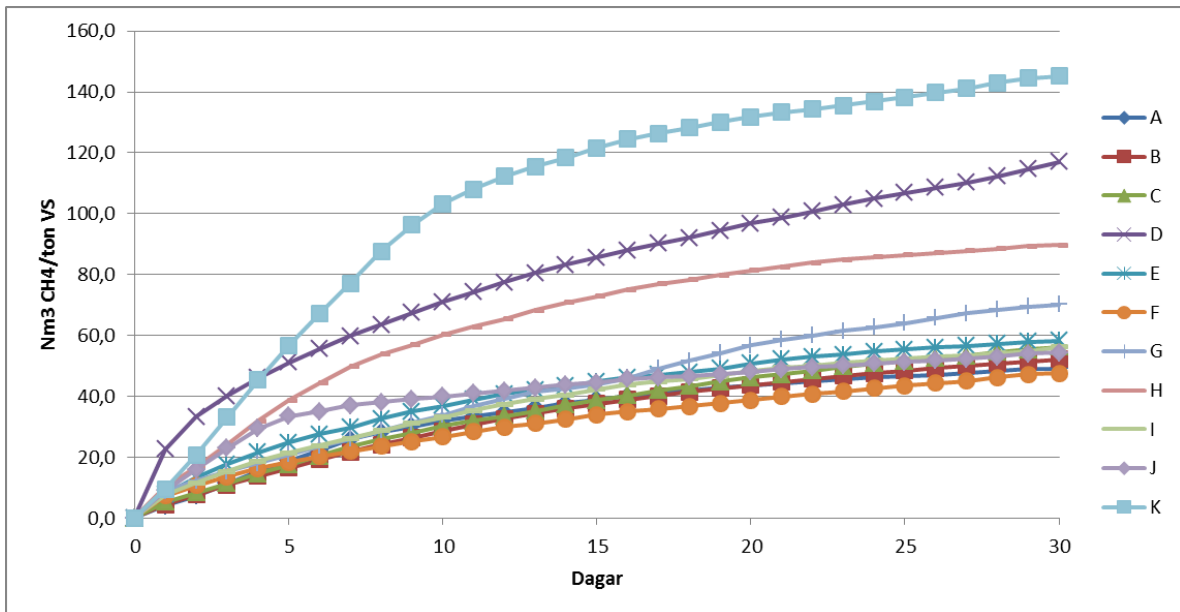
Metanpotentialen för substraten visas i tabell 2, medelvärdet för dessa är 288. Resultatet (514) för anläggning A är mycket högt vilket, vilket kan bero på stor inblandning av energirika substrat. Höga potentialer finns även i substraten för anläggning D, E och K. Substratblandningarna visade på stor variation i metanpotential, från ca 132 till 514 Nm<sup>3</sup> metan/ton VS. De gårdar som bl a rötade djupströ hade lägst metanpotential i substratblandningen per ton VS, medan de gårdar som tog in substrat som slakteriavfall, godisvatten, potatismjöl etc hade högst.

Proverna av rötrest togs av praktiska skäl ofta direkt från rötchammaren. Medeltalet är 72 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS, men de flesta anläggningar låg mellan 40 till 60 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS. Resultatet kan jämföras med det tidigare utvärderingsprojektet där liknande metod användes för rötrestens ackumulerade metanproduktion från 7 anläggningar då proven efter 30 dygn låg i medeltal på 50 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS. Fyra anläggningar hade en hög metanproduktion från rötresten, och det beror sannolikt på att delar av det energirika substratet inte hade hunnit bli tillräckligt rötat.

Provrötningsförsöken visade att metanutbytet vid anläggningarna jämfört med substratets metanpotential (B<sub>0</sub>) varierade mellan 61 och 88%. Anläggningar som bl. a rötade djupströgödsel från nöt hade lägst metanutbyte.



**Figur 5 Metanpotentialen för substratblandningarna hos olika gårdsbaserade biogasanläggningar inom projektet.**



**Figur 6** Den ackumulerade metanproduktionen i rötresten på gårdsbaserade biogasanläggningar inom projektet



# Teknik för mätning av gas

Mätning av rågas är viktigt för att kunna utvärdera sin gasproduktion. Det är dock svårt att mäta rågas eftersom:

- 1) Gasen har ofta lågt tryck, vilket skapar låga flöden.
- 2) Gasen är ofta fuktig, vilket kan skapa problem med fukt och vatten i gasmätare. Sitter mätaren utomhus eller i dåligt uppvärmda utrymmen finns även risk för isbildning.
- 3) Gasen innehåller ofta svavelväte, vilket kan fräta på mätarna. Kombinationen fukt och svavelväte kan ge stora problem.
- 4) Gasen kan också innehålla andra föroreningar, vilket kan skapa beläggningar av olika slag.

I tabell 3 beskrivs några typer av mätare som används för flödesmätning av rågas på de svenska gårdsbiogasanläggningar.

**Tabell 3 Sammanfattning av olika sorters gasmätare .**

	<p><b>Tryckfallsmätare</b> över en öppning. Tillverkas och levereras av Bioelectric. Leverantören menar att andra gasmätare är för dyra och precisa. Den kräver ett tryckfall och kan bara kopplas direkt till en motor i deras system. Leverantören anger en noggrannhet på +- 10%.Går inte att köpa till någon annan anläggning. Pris okänt, men lågt.</p>
	<p><b>Bälgmätare.</b> Innehåller fyra kammare som kommunicerar. Mäter volymen som kommer in. Rekommenderas egentligen inte till rågas, men finns ändå på flera gårdsanläggningar. Noggrannhet: +- 2%</p> <p><b>Pris:</b> 2000 – 5000 kr</p>
	<p><b>Turbinmätare.</b> Gasflödet driver ett turbinhjul, vars varvtal blir proportionellt mot gasens linjära hastighet. Turbinhjulet är känsligt för föroreningar och kan behöva rengöras. Skall monteras på raksträcka med minst tre gånger rördiameter.</p> <p>Noggrannhet: +- 1,5 %</p> <p><b>Pris:</b> Från ca 20 000 kr. Beror på rördiameter och tryck</p>
	<p><b>Vortex-mätare.</b> Fungerar genom att ett hinder sätts in i flödesröret. Bakom hindret bildas virvlar. Virvelbildningen går att mäta och är proportionell mot flödes hastigheten.</p> <p>Noggrannhet: Noggrannheten kan ej anges i procent men anses vara god.</p> <p><b>Pris:</b> Minst 20 000 kr</p>
	<p><b>Vridkolvsmätare.</b> Är en volymmätare, där varje kolv fångar in en specifik volym. Gasflödet får kolvorna att rotera. Rekommenderas ej till rågas, där fukt och svavelväte angriper kolvorna som är av aluminium. Har stor noggrannhet och stort mätområde för ren gas.</p> <p><b>Pris:</b> Från 18 500 kr och uppåt, beroende på diameter och flöde.</p>
	<p><b>Ultraljudsmätare.</b> Enligt tillverkarna idealiska för smutsiga eller våta gaser under lågt tryck. Två sensorer sänder ut och tar emot ultraljud. Signalerna går snabbare medströms än motströms. Tidsskillnaden används för att beräkna flödes hastigheten.</p> <p>Noggrannhet: +- 1,5 %.</p> <p><b>Pris:</b> 40 000 – 90 000 kr</p>

## Praktiska erfarenheter av gasmätare

Av 11 anläggningarna i projektet använder, sex stycken turbinmätare, två bälgmätare, två vortexmätare, en vridkolvsmätare och en anläggning tryckfallsmätare. En anläggning har erfarenhet av mer än en mätartyp.

Praktiska erfarenheter visar att det är viktigt att gasen är så torr som möjligt när den ska mätas, annars uppstår snabbt problem med gasmätaren. Placeringen av gasmätaren är också viktig. En mätare bör vara placerad:

1. I ett uppvärmt utrymme, för att undvika problem med fukt eller is. Om mätaren är varmare än gasen, minskar risken för att vatten kondenseras i eller kring mätaren.
2. På ett vertikalt rör. Detta minskar risken för ansamling av vattenkondens kring mätaren.
3. Gärna efter exempelvis ett kolfilter det finns risk för höga halter av svavelväte i gasen

Många anläggningar har haft problem med sina gasmätare. Oftast har det berott på att gasen varit fuktig, något som har varit väldigt tydligt hos en del anläggningar med bälgmätare: bälgen har helt enkelt fyllts med vatten! Problem med fukt i gasen har gårdarna oftast försökt att lösa genom att anlägga en kondensslinga i marken.

Det har även varit problem med beläggningar i gasmätarna, i synnerhet på turbinmätare. Vissa företagare har därför rengjort sin gasmätare med jämna mellanrum. Någon vridkolvsmätare har behövt bytas, och leverantören varnar för att svavelvätet kan angripa aluminiumet i denna typ av mätare. Ultraljudsmätare har diskuterats på någon gårdsanläggning, men används inte på någon ännu, däremot börjar de bli vanligare på större samrötningsanläggningar. Den stora variationen i pris på ultraljudsmätare beror på att det finns flera tillverkare. På större anläggningar används ultraljudsmätare allt mer, men de kan knappast motiveras för en gårdsanläggning på grund av sitt höga pris.

# Teknik för förbränning av gas

Rådgivarna har under sina besök på biogasanläggningarna kontrollerat typ av utrustning, dokumenterat hur service och underhålls sköts, samt vilka problem som eventuellt varit med den tekniken som finns på anläggningen.

En fackla eller panna med aktiv kylning kan användas för att:

1. förbränna den gas som inte kraftvärme-enheten hinner förbruka eller
2. kunna förbränna all biogas momentant vid driftstörningar på komponenter som förbrukar eller distribuerar biogas,

Enstaka anläggningarna har både gasfackla och gaspanna.

## Gaspannor

Enligt EGN 2014 är följande utrustning obligatorisk för en gasbrännare

- Manuell ventil
- Filter
- Tryckuttag
- Säkerhetsventiler (i vissa fall kombinerade med täthetskontroll)
- Tryckvakt för gas
- Övervakning av lufttillförsel
- Tändanordning
- Om anslutningstrycket ska överstiga högsta tillåtna tryck för någon komponent ska en sammansatt tryckreducering finnas, bestående av:
  - Tryckregulator
  - Snabbstängningsventil
  - Läckflödesventil

Är det en automatiskbrännare ska dessutom finnas

- Flamvakt
- Styr- och övervakningssystem

Gasapparater som skall användas för biogas ska systemgranskas, då en gasapparat kan CE-märkas för naturgas, men inte biogas. För biogas som uppgraderats till fordonsgaskvalitet kan gasapparater för naturgas användas. Gaspannor över 100kW med slutet system skall tredjeparts besiktas enligt AFS 2005:3

## Modeller av pannor och gasbrännare inom projektet

Nio av de utvärderade anläggningar har gaspannor för värmeproduktion eller momentant förbränna biogasen som produceras. Ingen av anläggningarna använder gaspannan som sin huvudförbrukare av biogasen.

Gaspannorna på anläggningarna är av märkena Viessmann (5 st) och De Dietrich (4 st). Gasbrännarna är av märkena Weishaupt (5 st) och Bentone (4 st).

## Problem med gaspannor och gasbrännare

Sex av nio anläggningar har inte haft några problem med gaspannan eller gasbrännaren.

- En anläggning har haft/har problem med magnetventilerna som kärvar, trotteln i gasbrännaren som kärvar och att gasfläkten för tyckhöjning till gaspannan havererat. Dessa fel beror på fukt i gasen (som inte har kondenserats i tidigare steg).
- En anläggning har problem med brännaren p g a rågas. Vid blåst har gaspannan stannat på grund av problem med givare.
- Pannan har haft problem med att tända, men går bra nu.

## Drift, service och underhåll

Anläggningarna sköter och driver sina gaspannor enligt följande

1. Gaspannan går vid varje inmatning, 12 gånger per dygn, även sommartid, för att motioneras och ha funktion-Gasbrännaren servas engång per år. (1)
2. Gaspannan används varje dag, ingen service görs (2)
3. Gaspannan går varje dag på vintern och på sommaren så lite som möjligt, ingen service görs. (1)
4. Körs endast vid överproduktion eller problem, ca engång i månaden, ingen service görs på gasbrännaren. (1)
5. Gaspannan används nästan aldrig, ingen service görs (3)
6. Projektet vet inte hur gaspannan används, eller om någon service görs

## Gasfacklor

Enligt EGN 2014 gäller samma krav som för gaspannor med skillnaden att det finns undantag för täthetskontroll, vakt för högt gastryck samt förbränningsluft. Säkerhetsventilerna skall vara dubblerade (nytt för EGN 2014). Det skall finnas en flamspärr. Det skall finnas ett automatiskt brännarkontrollsystem.

Även gasfacklor skall systemgranskas enligt samma regler och principer som gaspannorna.

Enligt BGA 2012 skall:

- Gasfacklas mynning vara placerad 3m över marken och konstruerad så att inga personer på marknivå kan komma i kontakt med heta delar.
- Gasfacklan vara placerad på en hårdgjord yta med icke brännbart material på en radie på av minst 3meter
- Gasfacklan vara placerad minst 5m från byggnad och minst 1m från oskyddad membranklocka
- Gasfacklan ha en kondensatavledning

## Modeller av gasfacklor på biogasanläggningarna i projektet

Fem av elva anläggningar har gasfacklor för att kunna förbränna en överproduktion av gas eller momentant kunna förbränna all biogas som produceras. De andra sex anläggningarna har en

gaspanna för att kunna göra motsvarande förbränning. Gasfacklorna på anläggningarna är av märkena Sigatech Flare OS (2 st), EnvironTec Biogasflare (1 st) och Bybacka mekaniska verkstad (3 st).

## **Problem med gasfacklor**

Två av fem anläggningar har inte haft några problem med gasfacklan. Övriga har haft följande problem:

- Tändmodulen slits i förtid på grund av många starter och stopp som i sin tur beror på svajigt gastryck och gasflöde.
- UV-kännaren har varit problematisk
- Magnetventil stänger inte gastillförseln och är ur funktion.
- Magnetventilen till facklan krånglar vilket gör att facklan inte stänger.

## **Drift, service och underhåll**

Anläggningarna sköter och driver sina gasfacklor enligt följande

- Gasfacklan går korta stunder varje dag. Facklans funktion testas inte (2 st).
- Gasfacklan går sällan. Facklans funktion testas inte (2 st)
- Gasfacklan går i princip aldrig. Facklan startas dagligen
- Vet ej hur gasfacklan går. Facklans funktion testas inte.

## **Slutsats och diskussion om teknik för förbränning av gas**

Projektet har följt elva anläggningar under en tidsperiod som är mindre än ett år. Alla anläggningar har inte både gasfackla och gaspanna och underlaget för att dra slutsatser är därför begränsat. Projektet har dock kunnat dokumentera hur gaspannor och gasfacklor drivs och sköts i praktiken.

Gaspannorna verkar fungera bra utan några större problem. Det är bara två av nio som har problem med tekniken, den tredje anläggningens med problem beror på fuktig gas. Driften av gaspannorna varierar kraftigt då en del pannor aldrig går, medan andra körs dagligen. Service och underhåll av gaspannorna/gasbrännarna görs bara på en anläggning vilket är anmärkningsvärt då weishaupt skriver i sin användarmanual att gaseldningsanläggningen bör servas och kontrolleras av en fackman minst en gång per år.

Troligen beror den undermåliga servicen och underhållet på att några pannor i princip aldrig används, men också på att pannan har en sekundär funktion då gasmotorgenerator eller värmepumpar normalt värmer anläggningarna.

Gasfacklorna i projektet har en del tekniska bekymmer då fyra av sex företag har haft problem. Anläggningarna funktionstestar endast i undantagsfall sina facklor. Problem med gasfacklorna verkar finnas och bör följas upp med ett större urval av gasfacklor. Ingen gasfackla i projektet uppfyller reglerna i EGN 2014 och anläggningarna bör uppgradera gasfacklorna med t.ex. dubbla avstängningsventiler.

För att kunna optimera sin biogasprocess och ligga på t.ex. gasmotorgeneratorns maxkapacitet, krävs att det är ordning på anläggningens förbränningsutrustning för att kunna förbränna all överskotts gas.

Om funktionen inte testas regelbundet kan ansvarig inte vara säker på om utrustningen för gasförbränning fungerar.

Både gaspannor och gasfacklor bör testas att de fungerar minst en gång i veckan och funktionstestas genom momentan förbränning av all gas minst en gång om året. Detta för att kunna vara säkerställa att förbränningsutrustningen (panna och /eller fackla) har kapacitet att förbränna all gas vid behov. Rutiner för detta ska finnas i anläggningens egenkontrollprogram.

Brännaren på en gaspanna är optimerade för en viss metanhalt och när den avviker med upp mot 5% kommer förbränningen bli sämre och gaspannan kan få svårt att hålla flammen. Om anläggningen har externt substrat som gör att metanhalten kan variera, bör gaspannans inställningar kontrolleras.

Åtgärder för ökad produktion och uträtningsgrad I tabell 4 är en sammanfattning av de åtgärder som har diskuterats. Flera åtgärder syftar till att få processen att fungera så bra som möjligt och på så sätt öka metanproduktionen från ett givet substrat. De åtgärder som flest gårdar har uppmanats att vidta är:

1. Säkerställ en bättre omrörning i blandningsbrunnen för att få en jämnare organisk belastning för reaktorn. (4 st)
2. Öka järntillförseln för att minska slitage på motor och minska risk för brist på mikronäringsämnen. (2)
3. Sönderdela djupströgödseln inför rötning för att möjliggöra ett högre biogasutbyte (2)
4. Försökt att mata in tillfälliga substrat jämnt under den period substratet finns (2)

För några anläggningar, som använder gasen för att producera el, är motorns kapacitet en begränsande faktor. Anläggningen producerar redan maximalt vad motorn kan ta emot och det är inte lönsamt att öka produktionen innan motorn är utsliten och ersatt av en ny med högre kapacitet.

**Tabell 4 Praktiska råd till anläggningsägarna projektet för att öka anläggningens biogasproduktion och/eller uträtningsgrad**

Problem	Åtgärd	Kommentar	Antal företag
<b>BIOGAS-ANLÄGGNING</b>			
Problem med sedimentation i blandningsbrunn.	Installera en bättre omrörare	Det ger en ojämn organisk belastning för röt-kammaren	4
	Öka omrörning tillfälligt i botten för att röra upp ev bottensats.		1
Låg uträtningsgrad/ gasproduktionen	Bygg ERK i samband med utökning av djurhållning & gödselproduktionen		1
Låg gasproduktion, låg organisk belastning	Större motor (lantbrukare vill ej byta innan motorn går sönder = dyrt)	Reaktorn & procesen tål mer gödsel, men motorn kan inte ta emot mer gas.	2
Bottenomrörare har lossnat	Öka upp den andra omröraren.		
Fuktig gas sliter på gasmätare och motor	Kondensera gasen		1
Läckage vid gasfläkt	täta		1
<b>PROCESS</b>			
Låg metanproduktion från substrat, och den organiska belastningen är hög	Övergå till termofil process (52-55 grader C).	Det kan vara ett sätt att effektivisera gasproduktionen och klara av substratmängden i anläggningen = högre uträtningsgrad Ett försök har påbörjats i ett forskningsprojekt där temperaturen i reaktorn höjs till 52-55 °C	1
Höga svavelvärden - risk för brist på mikronäringsämnen	Öka järntillförseln  Järnoxid inte lika verksamt som andra järnformer. Järnoxid inte så reaktivt om det kommit fukt i	En sänkning kan ge en ökad processtabilitet, ökad livslängd på gasmätare, gasmotorer etc.	2



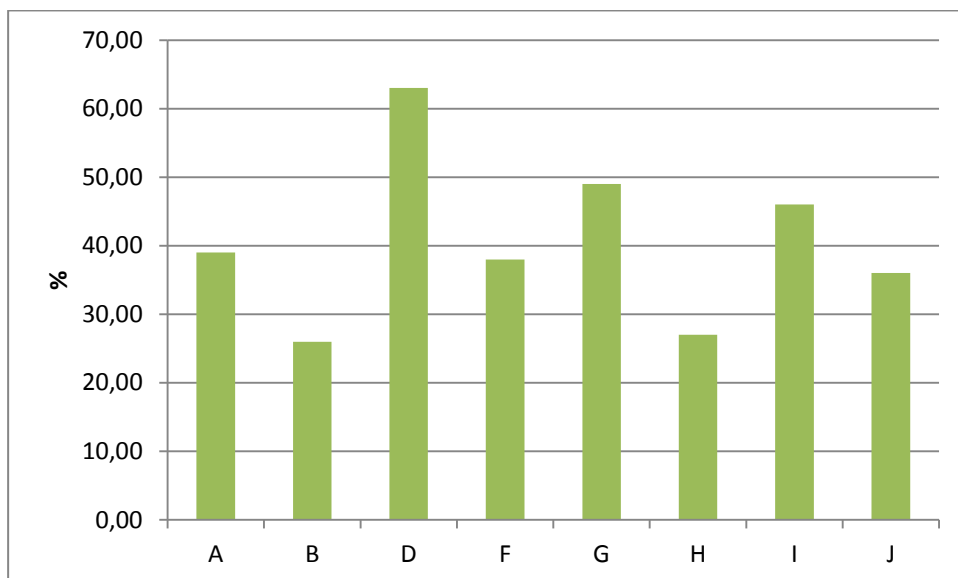
järnet Extevent har en ny prod.			
Öka ej organisk belastning	Förläng uppehållstiden	Belastningen i röt-kammaren är på en hög nivå samtidigt som uppehållstiden är kort. Det finns en risk för "uttvättning" av röt-kammarinnehållet. Och därmed minskad gasproduktion	1
<b>SUBSTRAT</b>			
Låg gasproduktion från anläggningen	Öka organisk belastning genom att tillföra mer halmrik ströbädd,	Kör den helst först genom en fliskross eller däckfragmenteringsmaskin	1
	Tillför ensilage/ andra substrat som ersättning för substrat som försvinner		1
Problem med djupströgödsel	Sönderdela djupströgödsel	Gården har skaffat en RotaCut macerator.	2
	Problem med kohalsband & snören i gödseln som sätter sig i pumparna.	Justera kohalsbanden	1
Låg metanproduktion från gödsel	Byte av strömedel från spån till "easy strö"		1
	Förbehandling av rötat material innan återcirkulation	Danska studier visar att förbehandling (ångsprängning) före rötning har liten effekt. Däremot kan man få ut betydligt mer av fast fraktion efter rötning och separering.	
	Gödselseparering	Ni har planer på en gödselseparering ev. i samband med uppgraderingen. I bästa fall går det också att kombinera med en ökad utrotningsgrad.	
Ojämn tillgång/tillförsel av substrat		Försökt att mata in jämnt under den period substratet finns	2

## Effekt på beräknad utröttningsgrad

Utröttningsgraden beräknades efter varje rådgivningsbesök, d v s vid 3 tillfällen under året. Det går inte att se någon tydlig trend vad gäller utröttningsgraden under året. Det kan bero på:

1. Varierande sammansättning i substrat, d v s att gårdarnas "recept" varierar beroende på tillgång på substrat.
2. Ojämn omrörning i blandningsbrunn vilket ger ojämn tillförsel av TS substrat till reaktorn.
3. Svårighet att ta representativa prov av substrat och rötrest när dessa snabbt sedimenterar, exempelvis på gårdar med griségödsel.

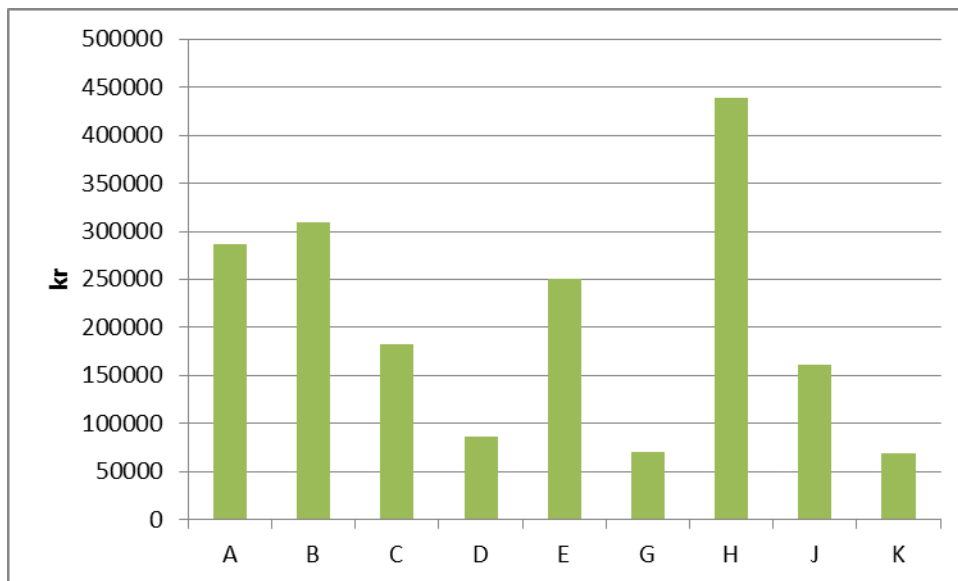
Den beräknade utröttningsgraden bör därför endast användas som ett medelvärde för årets analyser, eftersom enskilda värden kan ge missvisande resultat. Utröttningsgraden kan möjligtvis vara användbart för att jämföra biogasanläggningens prestanda mellan åren, men användas som jämförelsetal mellan anläggningar.



**Figur 7** Genomsnittlig beräknad utröttningsgrad på 9 gårdsbaserade biogasanläggningar.

## Kostnader för reparationer

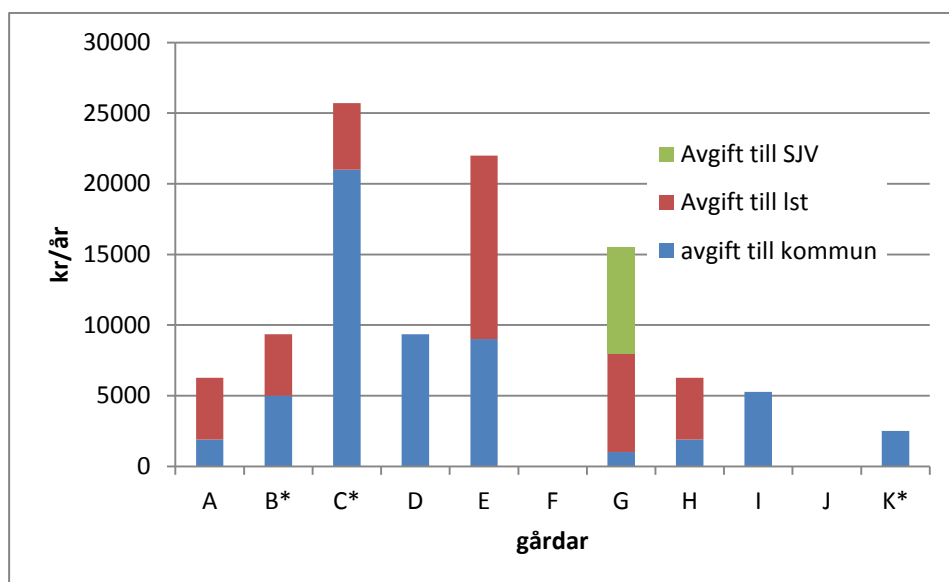
Kostnaden för reparationer och underhåll är stor. Kostnaden för reparationer och underhåll varierade från ca 60 000 till knappt 450 000 kronor 2015 för företagen i projektet.



**Figur 8** Kostnad för underhåll och reparationer på 9 gårdsbaserade biogasanläggningar (2015).

## Kostnad för tillsyn

I tidigare projekt konstaterades att tillsynsavgifterna varierade kraftigt över landet och att det fanns anläggningsägare som årligen betalade drygt 40 000 kr per år i tillsynsavgifter, medan andra anläggningar inte betalade något alls. Kostnaden för tillsyn har minskat för de flesta anläggningar under 2015, men det är fortfarande en orimligt stor spridning vad gäller avgiftens storlek, från 2500 till 25 700 kr/år, se Figur 9. I genomsnitt betalade anläggningsägarna inom projektet ca 11 300 kr/år i tillsynsavgift till olika myndigheter under 2015.



**Figur 9 Kostnad för tillsyn på 11 gårdsbaserade biogasanläggningar under 2015. Den röda linjer visar den genomsnittliga kostnaden för anläggningarna**

# Referenser

Christensson, K m fl (2006) Gårdsbiogashandbok. Rapport 206, Svenskt Gastekniskt Center.