

# Kraftvärme

## El & värmeproduktion med biogas inom lantbruket



## Teknik, ekonomi och miljö

*- möjligheter i Västra Götaland*



# bakgrund

## Biogasproduktion

Biogas består av metan, koldioxid och lite svavelväte och bildas vid syrefri, s.k. anaerob, biologisk nedbrytning av organiskt material. Nedbrytningen sker med hjälp av olika typer av bakterier och sker bland annat naturligt i mossar, sumpmarker, avfallsupplag och sediment. I en biogasanläggning sker nedbrytningen under kontrollerade former i en rötkammare med olika typer av organiskt material som råvara. Den produkt som blir kvar efter biogasprocessen innehåller all den växtnäring som fanns med i det ursprungliga materialet. Biogasen blir en viktig biprodukt som kan bidra till energiförsörjningen.

## Användning av biogas

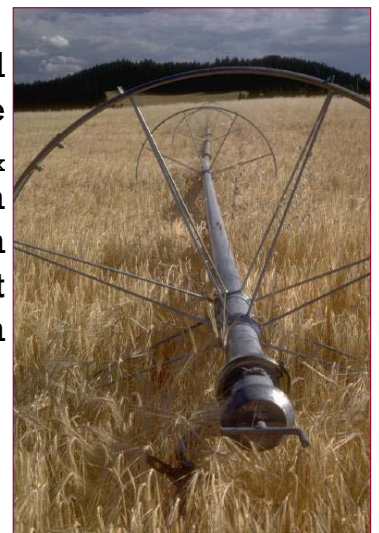
Biogas lämpar sig bäst för kontinuerlig produktion av en relativt konstant mängd gas. Eftersom långtidslagring av större mängder gas är kostsamt är det därför önskvärt med en jämn gaskonsumtion under hela året. Biogas är ett miljövänligt och förnybart bränsle som kan användas till uppvärmning, elgenerering samt fordonsbränsle. För elgenerering och fordonsdrift krävs viss rening av gasen innan användning. Biogas som kommer direkt från rötkammaren är nästan helt vattenmättad och har oftast en så hög svavelvätehalt att den är korrosiv.

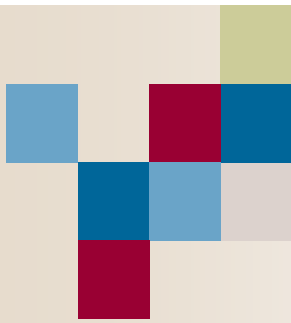
En stor del av vattnet kondenserar i ledningar och gaslager där temperaturen är lägre än i rötkammaren. Rören skall därför ligga frostfritt och luta så att kondensvattnet kan rinna till rötkammaren, gaslager eller rötrestlager. Avsvavling är jämte avfuktning den viktigaste faktorn för att undvika korrosion i systemet och kan ske genom luftning i rötkammaren.

## Miljöfördelar

Utlakning av kväve från jordbruksmarken orsakar övergödning i vattendrag och slutligen havet. En av orsakerna till problemet är spridning av stallgödsel vars näring inte kan tas upp tillräckligt av grödorna. Genom att röta gödseln mineraliseras stora delar av det organiskt bundna kvävet och blir mer lättillgänglig för grödan. Rötad gödsel luktar dessutom betydligt mindre än orötad. Rötresten sprids normalt med samma teknik som flytgödsel.

Biogas ger vid förbränning lägre utsläpp av  $\text{NO}_x$  och flyktiga kolväten och bildar inte stoft och aska som andra bränslen.





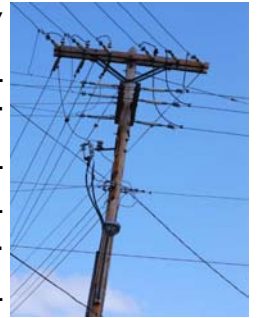
## Värmeproduktion

Genom att förbränna biogasen i en gaspanna kan värme genereras och kan tas tillvara. Värmeproduktion är i särklass det enklaste och därför det vanligaste användnings-området

En gaspanna ser ut och fungerar precis som en panna för fasta eller flytande bränslen. Skillnaden ligger i att brännaren är specialanpassad för gas. Generellt sett är verkningsgraden något högre för gaseldade pannor än för oljeeldade på grund av att sotbildningen är mindre och rökgas-temperaturen kan hållas lägre samt att oljan behöver förångas innan förbränning. Ett problem med att producera värme från biogas är att värmebehovet varierar över året. Detta medför en ojämn konsumtion av gas och behov av att lagra biogasen, vilket är kostsamt

## Elgenerering - Småskalig kraftvärme

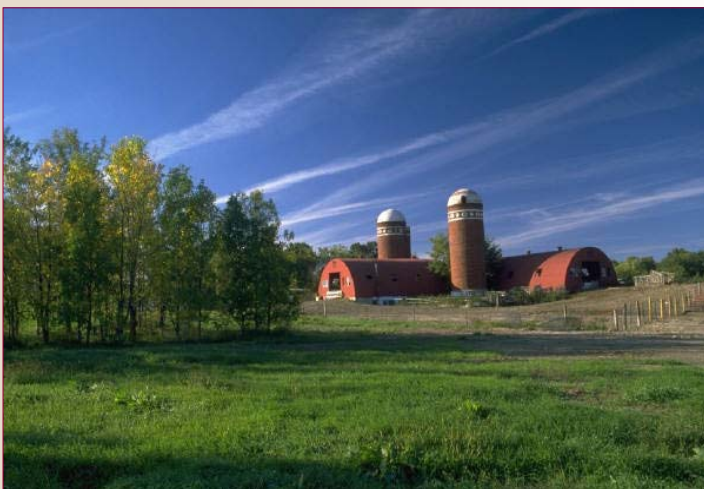
Småskalig biogas/naturgasbaserad kraftvärme producerar både värme och el med mindre miljöpåverkan än andra fossilbränslebaserade småskaliga kraftvärmeanläggningar.



Att producera både el och värme innebär att energiinnehållet i bränslet utnyttjas optimalt. Generellt kan sägas att 1/3 av bränslet kan bli el och 2/3 blir värme vid elproduktion.

Vid många reningsverk produceras el från biogas. Där är gasens alternativvärde lågt i och med att gasen annars facklas bort. Annars har denna anläggningstyp haft det svårt på den svenska marknaden, främst beroende på en hög elproduktionskostnad. Med ett högre elpris förväntas den dock att bli konkurrenskraftig även i Sverige.

Mindre industri- och fastighetsområden kan med ett högre elpris vara intressanta för småskalig kraftvärme. Principen är att man värmer sin fastighet med värme som uppstår vid elproduktionen och säljer den el man inte behöver.





## Gasmotor

Med hjälp av en gasmotor kan man generera el/kraft från biogasen. Gasmotorn ger förutom el även värme. Gasdrivna motorer lämpar sig väl för mindre, decentraliserade kraftvärmeanläggningar. De dominerande typerna av förbränningsmotorer är ottomotorn och dieselmotorn. Dieselmotorn behöver dock kompletteras med tändstift eller ha diesel som tändbränsle. Det senare kallas även en Dual-fuelmotor.



## Stirlingmotor

Stirlingmotorn kan vara ett bra alternativ även för riktigt små installationer som ska placeras i bostadshus. Stirlingmotorn, även kallad varmluftsmotorn, har utvecklats ur de gamla värmemotorerna under snart ett och ett halvt sekel. Stirlingmotorn har, till skillnad från ottomotorn, en kontinuerlig förbränning. Detta gör att emissionerna kan hållas mycket låga och att vibrationer och ljud från motorn kan minimeras. Detta gör den lämplig att användas i känsliga miljöer som flerbostadshus och villor. Stirlingmotorer tillverkas i flera olika storlekar från några hundra watt till ca 55 kW.

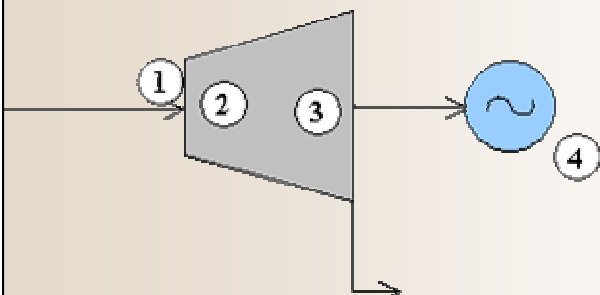
## Gasturbin

Vid större elproduktion kan en gasturbin användas. Då förbränns gasen vid högt tryck i en brännkammare. De heta rökgaserna får expandera i en turbin där mekanisk energi utvinns.

1. Kompressor  
Luften sugas in och komprimeras.
2. Brännkammare  
Luften pressas in i brännkammaren. Där blandas luften med gasen (bränslet) som sprutas in.

Den mekaniska energin används i sin tur till att dels driva kompressorn och dels för att producera el med generatorn. Värmen i avgaserna efter turbinen kan sedan utvinnas på liknande sätt som med en förbränningsmotor, i en avgaspanna.

3. Turbin  
Förbränningsgaser med högt tryck och hög temperatur driver turbinen. Turbinen driver kompressorn och elgeneratorn. Skovlarna sätter fart på generatorn.
4. Generator  
Generatorn producerar elektricitet som via en transformator omvandlar elen till högspänning och skickar ut den över elnätet.



# ekonomi

Kostnaden för ett system med en biogasanläggning med elproduktion varierar med storlek. Fyra typgårdar visar på att investeringen varierar mellan ca 1 000 000 kr—6 600 000 beroende på storlek för elproduktionsanläggningen. Investeringen innefattar:

- biogasanläggning
- kraftvärmeanläggning
- värmekulvertar
- mätutrustning
- gaslager

Största investeringen gäller biogasproduktionen - både rötchammare och gaslager. Det är även kapitalkostnaden som är den största posten för att producera biogas där största delen härrör för rötchammaren.



Intäkterna antas till:

Internt använd el:  
52 öre/kWh

Externt försåld el:  
32,9 öre/kWh

Elcertifikat:  
21,7 öre/kWh

Värmepriset varierar beroende på lönsamhet.

## Elcertifikat

I maj 2003 trädde den nya lagen om elcertifikat i kraft. Denna omfattar el producerad med förnyelsebara energikällor såsom vind, vatten, sol, biobränsle etc. Gammal storskalig vattenkraft räknas dock inte med i systemet. Syftet med det nya systemet är att få ett nytillskott av förnyelsebar el i Sverige. I det första steget är målet ett årligt tillskott om 10 TWh till och med 2010. Ungefär hälften bedöms komma från utbyggnad av existerande produktion och hälften från nya anläggningar. Sedan april 2004 inkluderas även el från biogas baserad på vall, gödsel eller annat organiskt material.

Typgård, storlek	Investering för biogasanläggning	Investering elproduktionsanläggning	Total kostnad/år (inkl drift, skatt, kapitalkostnad etc)
Ca 7,5 kW <sub>el</sub>	1 100 000	130 000-330 000	110 000-170 000
Ca 30 kW <sub>el</sub>	2 550 000	610 000-700 000	400 000-420 000
Ca 50 kW <sub>el</sub>	4 000 000	620 000-840 000	520 000-530 000
Ca 100 kW <sub>el</sub>	6 600 000	Ca 1 200 000	850 000-890 000

# exempel

För att ta fram vilken kraftvärmeanläggning som ger bäst totalekonomi för investeringen beräknas hur många kWh som kan avsättas från respektive anläggning efter att biogasanläggningen värmts upp. I tabellen nedan redovisas anläggningens storlek samt producerad el och värme samt pris för internt använd värme. Nedan visas två praktiska exempel.

Gård 1 ligger i Skåne och bedriver KRAV-märkt produktion av slaktsvin, två omgångar per år, totalt 1 325 st. Gödseln hanteras som flytgödsel och produceras relativt konstant över året.

Bostaden är ca 200 m<sup>2</sup> och det totala värmebehovet på gården inklusive stall mm uppgår till ca 145 000 kWh/år.

Biogaspotentialen i gödselmängden motsvarar 47 kW bränsle. Då är det inte möjligt att använda sig av någon annan anläggning än en liten gasmotor, á ca 5 kW<sub>el</sub>, om produktionen ska vara kontinuerlig. Bränslebehovet för denna är inte mer än ca 20 kW och gård 1 skulle med god marginal kunna använda två sådana motorer.

Gård 2 är en mjölkgård, belägen i gamla Skaraborg, med relativt stora bostadsytor (totalt drygt 1 000 m<sup>2</sup>). Gården har 300 mjölkkor och 300 ungdjur. Djuren producerar 36 ton gödsel per dyn.

Uppvärmningssystemet består i dag av värmepumpar, olje- och vedpannor. Större delen av den producerade gödseln hanteras som flytgödsel. Värmebehovet (inkl uppvärmning, tappvarmvatten, verkstad, stall och tork) på gården är drygt 340 000 kWh och elanvändningen drygt 390 000 kWh/år.

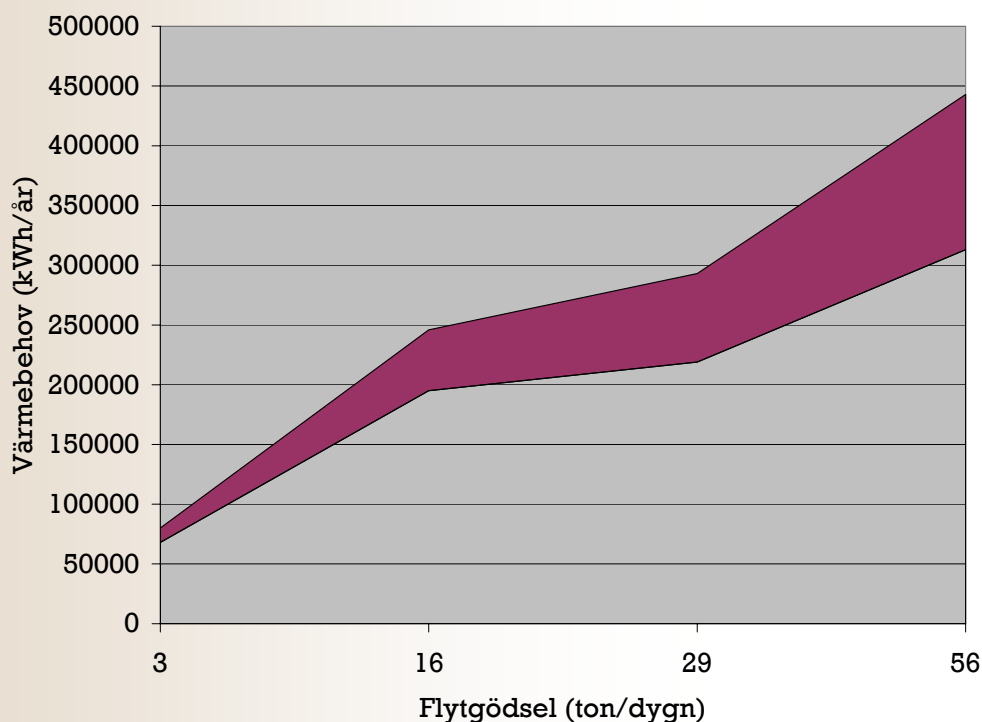
Gaspotentialen motsvarar ca 200 kW bränsle och antyder att gården med god marginal skulle kunna försörja stirlingmotorn på 55 kW<sub>el</sub> med bränsle.

	Intern elanvändning (%)	Producerad el (kWh)	Tillgänglig värme (kWh)	Använd värme (kWh)	Kostnad använd värme (kr/kWh)
Gård 1					
Gasmotor á 5,5 kW <sub>el</sub> ,	100	42 000	69 000	48 000	1.4
Gasmotor á 2 x 5,5 kW <sub>el</sub> ,	75	84 000	138 000	90 000	1.9
Gård 2					
Gasmotor á 5 kW <sub>el</sub> ,	100	42 000	69 000	62 000	1.1
Gasmotor á 30 kW <sub>el</sub> ,	75	261 000	377 000	263 000	0.8
Stirlingmotor á 50 kW <sub>el</sub> ,	50	387 000	468 000	326 000	0.78

# förutsättning

Viktigt för att få ekonomin att gå ihop på en gård med biogas för elproduktion, är att mycket utav elen och värmen som produceras kan avsättas främst internt eller inom lantbruksföretaget. Elen kan vid behov levereras ut till stamnätet men värmen är nödvändig att användas inom gården. Anledningen är att man får bäst betalt för energi genom att använda den själv. De flesta lantbruk hamnar någonstans mellan att använda all el internt och att leverera all el ut på nätet.

Ekonomin är dock kanske inte helt avgörande för satsning på biogas - miljöfördelarna och möjlighet till att bli i stort sett självförsörjande av el och värme kan uppväga de ekonomiska hindren.



I figuren ovan kan utläsas hur mycket värmebehov respektive gödsel (uppskattad blandning svin- och nötgödsel) som behövs för att ha förutsättningar för att producera biogas på gårdsnivå. Den övre linjen visar på om all el säljs till stamnätet och den undre om all el används internt. Med andra ord gäller det att komma inom det vinröda området för att få 1 kr/kWh värme, eller över för att ha möjlighet att få gårdsbaserad biogas för elproduktion att gå ihop ekonomiskt.



# Mer info

Uppgifterna i broschyren kommer från rapporten Gårdsbaserad biogas - en systemstudie av Mikael Lantz, LTH, som gjorts inom projektet.

Andra bra informationskällor är:

Svenska Biogasföreningen	<a href="http://www.sbgf.org">www.sbgf.org</a>
Energimyndigheten	<a href="http://www.stem.se">www.stem.se</a>
LRF	<a href="http://www.lrf.se">www.lrf.se</a>
Svensk Energi	<a href="http://www.svenskenergi.se">www.svenskenergi.se</a>
Svenskt Gastekniskt Center	<a href="http://www.sgc.se">www.sgc.se</a>
OPET Sweden	<a href="http://www.opet.se">www.opet.se</a>

Ansvarig utgivare är:



KanEnergi Sweden AB  
Box 41  
532 21 Skara  
Telefon 0511-34 78 72  
Telefax 0511-200 65  
[info@kanenergi.se](mailto:info@kanenergi.se)  
[www.kanenergi.se](http://www.kanenergi.se)

