

# Effektivare biogasproduktion med optimerat flytgödselssubstrat – en pilotstudie

Alf Gustavsson, Mats Edström, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

## Bakgrund

Vid produktion av biogas med flytgödsel som substrat är det gödselns uppehållstid i röt-kammaren som avgör hur stor röt-kammare som behövs. En större röt-kammare medger en längre uppehållstid (och en högre gasproduktion) i röt-kammaren. Ett sätt att effektivare kunna utnyttja en befintlig röt-kammare är att använda flytgödsel med en högre torrsbstanshalt. Med en högre torrsbstanshalt i flytgödseln skulle då även röt-kammarens volym kunna minskas. Det alternativet skulle främst vara aktuellt vid nybyggnation. Förutsättningen är då att röt-kammarens volym väljs så att flödet av substrat genom röt-kammaren räknat som torrsbstans skulle vara detsamma som vid användning av ”normal” flytgödsel. Fördelen med en mindre röt-kammare är att investeringskostnaden blir lägre samtidigt som energiåtgången för att värma upp substratet i röt-kammaren blir lägre vid en mindre volym.

Syftet med denna studie är undersöka om alternativet med att optimera biogassubstratet går att tillämpa i praktiken. Vilka åtgärder krävs för att kunna använda flytgödsel med en förhöjd torrsbstanshalt och hur påverkas ekonomin vid biogasproduktionen.

Målsättningen är att resultatet från studien ska kunna användas som underlag för att ta fram mer konkreta tekniska lösningar på gårdsnivå på hur en optimering av det röttningsbara biogassubstratet ska kunna göras.

## Material och metoder

Studien har bestått av fyra huvuddelar, datainsamling, analys och beräkningar av materialflöden samt biogasberäkningar.

### Datainsamling

Data om djurproduktion och gödselhantering insamlades från fyra gårdar med mjölkkor i lösdrift och med flytgödselsystem. Två av gårdarna hade automatiska mjölkningssystem (VMS) med mjölkrobot och två mjölkade manuellt i konventionell mjölkningsavdelning. Gårdarna besöktes under 2012-2013. Uppgifter om gårdarna finns i tabell 1.

Tabell 1. Grunduppgifter om gårdarna i studien

Gård nr	Antal kor	Produktion (kg mjölk/år)	Mjölkningssystem
1	120	11300	2 DeLaval VMS
2	65	9500	1 DeLaval VMS
3	120	9600	Mjölkningsstall 2 x 9
4	100	9600	Mjölkningsstall 2 x 7

Vid gårdsbesöken togs prover på flytgödseln i den pumpbrunn som var direkt ansluten till utgödslingssystemets utlopp från stallet. På en gård saknades pumpbrunn varför provet togs direkt i gödselkylvertens utlopp från stallet.

Uppgifter om gårdens djurproduktion och lagringsutrymmen med flera grunduppgifter samlades också in vid provtagningsbesöken.

### **Analys och beräkningar av materialflöden**

Proverna med flytgödsel torkades i värmeskåp under 24 timmar i 105 grader Celsius för att beräkna torrsubstanshalten i flytgödseln

Med ledning av uppgifterna om antalet mjölkkor och mjölkavkastning har den del av gödselproduktionen som kommer från mjölkorna på varje gård beräknats. Beräkningar på gödselmängder har utförts med normvärden för lagringsbehov för stallgödsel som utgångspunkt (SJV, 1995). I tabell 2 redovisas lagringsbehovet för flytgödsel under en 8 månadersperiod vilket motsvarar tiden för stallperioden. I värdena ingår förutom gödsel strömedel och spillvatten från vattenkoppar och vattenkar.

*Tabell 2. Lagringsbehov för flytgödsel (8 månader) från mjölkkor med olika avkastningsnivåer. (SJV, 1995)*

Mjölkavkastning (kg/år)	Flytgödsel (kubikmeter/8 mån stallperiod)
6000	12,2
8000	12,6
10000	13,5

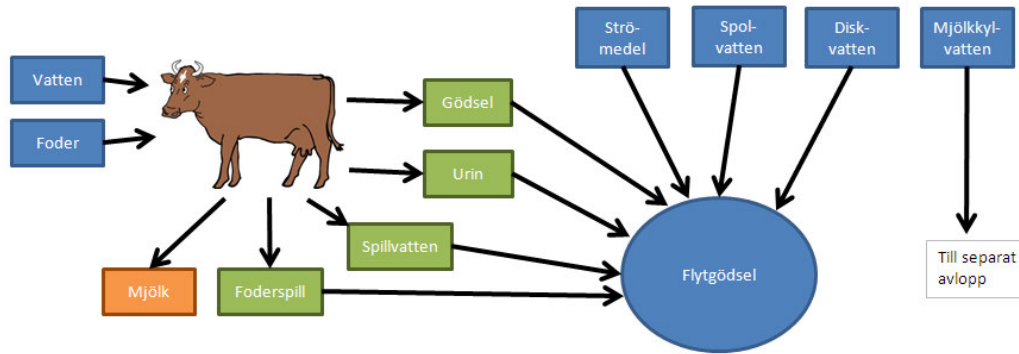
Användningen av vatten för disk och framförallt för tvätt och spolning i stallet varierar mellan olika gårdar och stalltyper beroende på mjölkkningsutrustning, stallens ytor och rengöringsrutinerna med mera. Mängderna är därför vara svåra att uppskatta då de kan variera både från dag till dag och mellan olika gårdar.

De normvärden som presenteras i tabell 3 har hämtats från publicerade undersökningar om mängderna spol- och diskvatten (SJV, 1995; Rasmussen & Pedersen, 2004).

*Tabell 3 Spol- och diskvatten i mjölkstallar*

Användning	Mängd (l/dygn)
Spolvatten i mjölkkrum och mjölkkningsavdelning	100
Diskvatten från tankdisk	60
Diskvatten från mjölkkningsrobot	1000
Diskvatten från mjölkkningsutrustning	630

I figur 1 visas de materialflöden som normalt ingår i flytgödselsystemet på en gård med mjölkkor. Det som saknas i figuren är vatten från nederbörd som samlas i lagringsbrunnen under förutsättning att den inte är försedd med tak, pressvatten från ensilagesilos samt uppsamlad nederbörd från hårdgjorda ytor och planer.

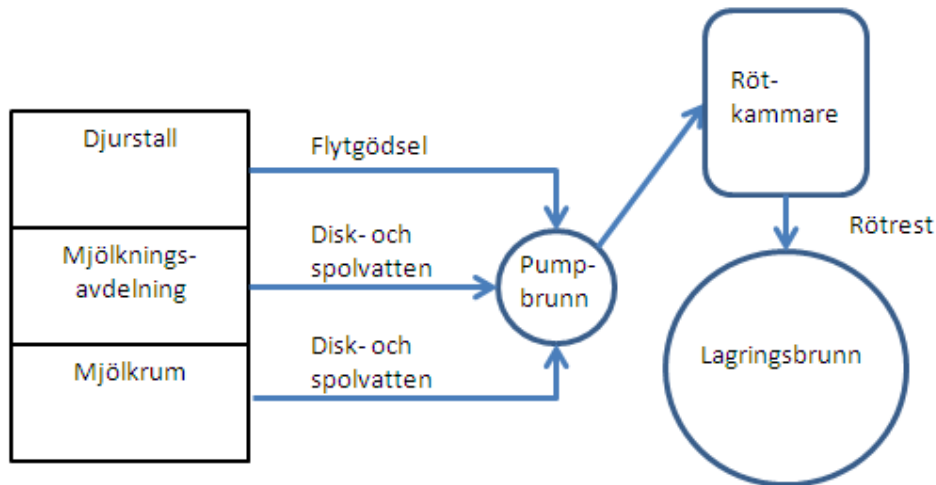


Figur 1. Materialflöden vid mjolkproduktion med flytgödselsystem.

## Biogasberäkningar

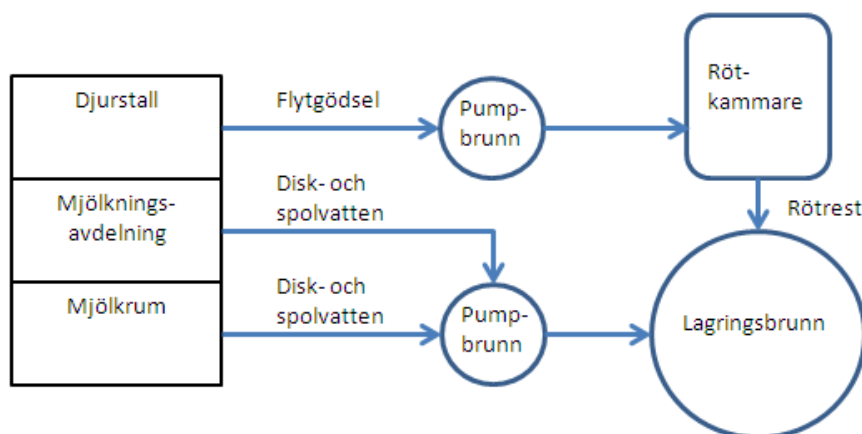
En biogasanläggning på gårdsnivå tar vanligtvis substratet till biogasproduktionen från gårdens ordinarie lagringsutrymmen för säsongslagring av flytgödsel eller alternativt från en särskild lagrings- eller pumpbrunn för färsk flytgödsel.

Utgångspunkten vid beräkningarna i denna studie är att jämföra två olika alternativ, ett normalalternativ (alternativ A) och ett med en optimerad lösning (alternativ B). I alternativ A hämtas flytgödseln till röt-kammaren för biogas direkt från befintlig pumpbrunn eller lagringsbrunn. Förutom gödsel kommer då även spol- och diskvatten samt i vissa fall nederbördsvatten med vid fyllningen. Se figur 2.



Figur 2 Flöden för alternativ A

Alternativ B utgår ifrån att så mycket som möjligt av det extra vattnet är eliminerat genom olika åtgärder i djurstallet och utgödslingssystemet samt att enbart den mängd gödsel som kommer från djuren inklusive strö- och fodermedelsrester kommer med till röt-kammaren. Substratet till biogasprocessen kommer därför i alternativ B att få en högre torrsustanshalt. Diskvatten från rengöring av mjölkningsavdelning, mjölkningsutrustning och mjölk tank samt spolvatten från mjölkrum och mjölkningsavdelning kommer därför inte med i biogasprocessen utan hanteras separat. Se figur 3.



Figur 3 Flöden för alternativ B.

Med hjälp av de tidigare presenterade normvärdena kan beräkningar göras på hur stor ökning av flytgödselns torrsbstanshalt blir på de fyra studerade gårdarna om alternativ B tillämpades vid en tänkt framtida biogasproduktion.

Enligt tidigare beräkningar (Edström m fl., 2008) så innebär en ökning av flytgödselns torrsbstanshalt med 3 procentenheter att röt-kammarens volym kan minskas med 23 procent och att behovet av processvärme minskar med drygt 30 procent. Se tabell 3.

Tabell 4. Exempel på beräkning av biogasproduktion med flytgödsel vid olika torrsbstanshalter (Edström m fl., 2008).

Värde /mängd	Alternativ		Enhet
	A	B	
Flytgödsel	3000	2250	ton/år
TS-halt flytgödsel	9	12	%
TS-mängd i flytgödsel	740	740	kg TS/dag
Uppehållstid i röt-kammare	23	26	dygn
Belastning	3,3	4,0	kg VS/kubikmeter och dygn
Röt-kammare, våt volym	185	150	kubikmeter
Biogasproduktion	1,2	1,2	MWh/dag
Temperaturhöjning på flytgödsel	22	22	grader Celsius
Energiinsats för processvärme	22,8	17,4	% av biogasproduktionen

## Resultat

De två gårdar i studien som har automatisk mjölkning har 1 till 2 procentenheter högre uppmätt torrsbstanshalt i gödseln jämfört med gårdarna med manuell mjölkning (se tabell 5). Den volym av flytgödseln som kommer ifrån disk- och spolvatten har räknats fram utifrån normvärden och andelen ligger mellan 21 till 27 procent för de studerade gårdarna. Högst andel har gården med lägst antal djur och automatisk mjölkning. Den beräknade ökningen av torrsbstanshalten som kan uppnås med ett flöde enligt alternativ B ligger mellan 1,8 och 3,4 procent. Den högsta ökningen finns hos gårdarna med automatisk mjölkning som båda ligger runt 3 procent.

Tabell 5. Flytgödseldata från de studerade gårdarna.

Gård	Beräknad mängd flytgödsel (kubikmeter/år)	Beräknad andel disk- och spolvatten	Uppmätt torrsubstanshalt	Beräknad torrsubstanshalt (alternativ B)	Ökning
1	3253	24 %	8,3 %	11 %	2,7 %
2	1585	27 %	9,3 %	12,7 %	3,4 %
3	2659	25 %	5,7 %	7,6 %	1,9 %
4	2094	21 %	6,7 %	8,5 %	1,8 %

I tabell 6 har behovet av röt-kammarvolym (våtvolum eller effektiv volym) som behövs för att kunna hantera den producerade mängden flytgödsel från de olika gårdarna beräknats. Uppehållstiden för flytgödseln i röt-kammaren har i samtliga fall satts till 25 dagar. Skillnaden i röt-kammarvolym mellan alternativ A och B har sedan prissatts för att få ett värde på den minskade investeringskostnad som en mindre röt-kammarvolym medför. Beloppet är presenterat som ett intervall där den lägre siffran avser en anläggning byggd i egen regi och den högre siffran en nyckelfärdig anläggning. Beloppen gäller kostnadsnivån år 2005-2006 i euro för gårdsanläggningar utan produktion av kraftvärme (elström) eller fordonsgas (Edström m fl., 2008).

Tabell 6 Beräknad röt-kammarvolym och minskad investeringskostnad

Gård	Våtvolum för röt-kammare alternativ A (kubikmeter)	Våtvolum för röt-kammare alternativ B (kubikmeter)	Differens (kubikmeter)	Beräknad kostnadsminskning (€)
1	223	169	54	20520 - 25590
2	109	80	29	11020 - 13920
3	182	137	45	17100 - 21600
4	143	114	29	11020 - 13920

## Diskussion

De framräknade volymerna av flytgödsel inklusive disk- och spolvatten är osäkra beroende på skiftande förhållanden och arbetsrutiner på varje enskild gård. Störst osäkerhet finns förmodligen vid beräkningen av volymerna av disk- och spolvatten. I studien har till exempel gård 2 med högst andel disk- och spolvatten även den högsta uppmätta torrsubstanshalten i flytgödseln. Volymerna för disk- och spolvatten verkar i det fallet ha överskattats i beräkningarna. Gården har automatisk mjölkning och då kan olika alternativ för hur ofta rengöring av mjölkkningsbås med mera ställas in vilket påverkar vattenåtgången.

Produktionen av flytgödsel under en stallperiod skulle enkelt kunna stämmas av mot de mängder som samlas i lagringsbrunnen under stallperioden som en kontroll av framräknade värden. Ofta hamnar gödsel från ungdjursstallar också i lagringsbrunnen vilket då försvårar beräkningarna och dessutom tillkommer vatten från nederbörd som hamnar i brunnen.

En separat hantering av disk- och spolvatten kräver att avloppssystemen är anpassade för detta. Spolvatten från djurstallet går inte att separera då det så småningom hamnar på gångar och i gödselrännor och kulvertar i djurstallet. Avlopp för diskvatten och spolvatten från mjölkkrum och mjölkkningsavdelning är enklare att avleda till ett separat system.

Pumpning av gödsel med hög torrsubstanshalt kan vara problematiskt med vanliga gödselpumpar. Bli gödseln för trögflytande krävs att andra pumpar till exempel skruvpumpar används för pumpning av färsk gödsel till rötchammare.

En mindre reaktortank medför även ett lägre uppvärmningsbehov. Detta minskar driftskostnaderna genom att mindre biogas går åt för att hålla temperaturen på avsedd nivå i rötchammaren.

## **Publikationer**

Broegger Rasmussen, J., Pedersen, J. (2004). Electricity and Water Consumption at Milking. FarmTest Cattle nr. 17. Danish Agriculture Advisory Center. Denmark.

Edström M., Jansson L-E. m fl. (2008). Gårdsbaserad biogasproduktion - System, ekonomi och klimatpåverkan. JTI-rapport nr 42. Institutet för jordbruks- och miljöteknik.

SJV (1995). Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Jordbruksverket Rapport 1995:10.