

## Utredning: Blåmusslor som biogassubstrat

<b>Enhet</b> Tekniska Verken i Linköping AB (TVAB) Avd. Svensk Biogas FoU	<b>Datum</b> 2010-02-22	<b>Projekt</b> Musslor som biogassubstrat
<b>Utfördare</b> Erik Nordell, TVAB	<b>Delges/Beställare</b> Kerstin Konitzer, Energikontoret Östra Götaland	
<b>Granskare</b> Mariana Johansson, TVAB Sara Hallin, TVAB		

### Sammanfattning

Östkusten har potential för att årligen odla och skörda upp till 65 000 ton blåmusslor. Dessa skulle kunna rötas för att producera biogas. Rötning av köttfraktion från 65 000 ton skördade musslor skulle kunna producera cirka 670 000-865 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas/år. Skulle istället en mindre mängd musslor skördas, t.ex. 20 000 ton blåmusslor skulle de kunna producera 200 000-260 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas/år.

ABP-förordningen kräver att blåmusslorna hygieniseras innan de kan rötas. Svensk Biogas anläggning i Linköping hygieniserar inkommande substrat vilket gör anläggningen till att den är mest lämpade i regionen.

Muskelkött är ett bra substrat för rötning, *dock* innehåller en mussla lite kött i förhållande till sin egen vikt. Merparten av musslan består av skal och vatten vilket är problematiskt vid rötning. Det höga vatteninnehållet i musslorna skulle göra det dyrt att röta dessa, eftersom rötning kräver hygienisering och uppvärmning. Vidare så skulle skalen kunna ställa till med stora problem på en biogasanläggning i form av sedimenteringsproblem i mottagningstank, rötkammare eller gödselbrunn vilket är icke-önskvärt. Jämfört med andra substrat som används i biogasanläggningen i Linköping är musslor ett utspätt substrat med lågt gasutbyte per ton material.

Musslorna bör om möjligt skördas året runt för att ge en jämn belastning till biogasanläggningen. Går detta inte att lösa på ett bra sätt måste man istället lagra musslorna vilket skulle kräva att de konserveras med t.ex. myrsyra. Detta är förenat med kostnader i form av lagringstank samt kemikalieförbrukning.

Rötning av musslor är förenat med flera typer av kostnader så som lagring och konserveringskostnad, transportkostnad, förbehandlingskostnad samt en behandlingsavgift för att få lämna materialet på biogasanläggningen. Transportkostnaden uppskattas till cirka 80 kr/ton för en transportsträcka från Östergötlands kust till Linköping. Musselodlaren kan inte räkna med någon ersättning för att lämna substratet till Linköpings biogasanläggning, det mest troliga är att det beläggs med en behandlingsavgift. Exakt hur stor denna avgift blir beror bland annat på om och var musslorna förbehandlas, avtalslängd, leveranssäkerhet och volymer.

## Bakgrund

En uppskattning sedan tidigare är att Östergötlands skärgård har kapacitet för att odla musslor på en yta omfattande cirka 500 ha. Detta skulle årligen kunna ge en skörd på upp till 65 000 ton blåmusslor per år. Sedan tidigare har ett utrotningsförsök genomförts för att ge en indikation på hur mycket biogas som kan bildas från blåmusslor vid rötning. Försöket visade en maximal metanpotential på cirka 420 Nm<sup>3</sup> metan per ton organiskt material i musslorna.

## Avgränsningar

I denna utredning tas inte hänsyn till vilka kostnader som är förknippade med att odla och skörda blåmusslor. Däremot tas hänsyn till kostnader för transport, rötning och förbehandling som är förknippade med rötning av blåmusslor. Endast befintliga lokala biogasanläggningar i regionen (Östergötland/Småland) har beaktas i utredningen.

## Begrepp

**TS** – torrsubstansen är den del av ett material som är kvar efter uppvärmning 105 °C

**VS** – organiskt material, den del av TS som avgår vid glödning 550 °C

**Substrat** – ett organiskt material/avfall som kan användas för biogasproduktion

**Inert material** – den del av TS som kvarstår efter glödning 550 °C (askhalt)

**Köttfraktion** – den del av musslan som erhålls om skalet tas bort, dvs. musselkött och en viss mängd vatten

## Hygieniseringskrav – animaliska biprodukter

Enligt animaliska biproduktförordningen (ABP) måste animaliska biprodukter hygieniseras för att få rötas eller komposteras. Detta för att döda eventuella bakterier med oönskade smittorisker. Enligt ABP-förordningen måste ett klass 3 material hygieniseras vid 70 °C i minst 60 minuter innan rötning, med den maximala partikelstorleken 12 mm. Musslor är enligt jordbruksverket ett substrat som ska hygieniseras före rötning och är således ett klass 3-substrat. Musslor måste alltså hygieniseras före dem kan rötas. (1); (2)

## Biogasanläggningar i regionen

Det finns två biogasanläggningar i Östergötland som tar emot externa substrat. Svensk Biogas biogasanläggning i Linköping som rötter animaliska biprodukter och Svensk Biogas biogasanläggning i Norrköpings som främst rötter restprodukter från etanoltillverkning. Utöver detta finns ett antal avloppsreningsverk, ett sådant som ligger nära östkusten är Västerviks avloppsreningsverk. Där rötas avloppsslam men röt-kammarna på avloppsreningsverket har kapacitet för att ta emot externa substrat (Tabell 1). Det finns ytterligare avloppsreningsverk i regionen som t.ex. Motalas avloppsreningsverket och Linköpings avloppsreningsverk där biogas produceras. Dessa anläggningar har ungefär samma eller liknande transportsträcka som från östkusten som till Linköpings biogasanläggning. Av de ovan nämnda anläggningarna är det bara Linköpings biogasanläggning som idag har en hygieniseringsanläggning, vilket är ett krav för att få röta musslor. Detta innebär att musslor *i dagsläget* inte kan rötas vid de övriga anläggning-

arna. I praktiken skulle det krävas någon form av ombyggnation som motsvarar en hygienisering för att övriga anläggningar ska kunna röta musslor. Vid Norrköpings biogasanläggning där enbart "gröna" material rötas är det inte inom överskådlig framtid aktuellt att börja röta animaliska biprodukter.

Det är därför endast Linköpingsanläggningen som i dagsläget skulle kunna ta emot blåmusslor. Detta eftersom det är den enda anläggningen med hygienisering. Det är dock viktigt att poängtera att andra anläggningar i framtiden kan komma att införskaffa hygienseringsanläggningar. Detta möjliggör i sådana fall för rötning av musslor även i dessa anläggningar.

Tabell 1. Exempel på biogasanläggningar i regionen.

	Volym	Substrat in (m <sup>3</sup> /år)	Förbehandling	Kommentar
<b>Linköpings biogasanläggning</b>	7 400 <sup>1</sup>	55 000 <sup>2</sup>	Hygienisering	Animaliska biprodukter mm.
<b>Norrköpings biogasanläggning</b>	3 800	29 000	Hammarkvarn	Enbart "gröna material"
<b>Västerviks reningsverk</b>	1 800 <sup>3</sup>	- -		Vill ta emot extern material

### Substrategenskaper

Innehållet i blåmusslor på Östkusten varierar lite mellan olika källor. De värden som anges är att mellan 33 % - 60 % är skal (3); (4). I de beräkningar som utförts i denna utredning har antagandet att 50 % av musslans ursprungsvikt är köttfraktion och resterande del är skal och vatten och eventuella förluster vid förbehandling. För köttfraktionen har analysdata från ett utrotningsförsök av Svensk Biogas FoU 2009 av musslor används där TS-halten var 9,5 % och VS-halten 73 % (5). Det betyder att 3-4% av musslan består av organiskt material och resterande del inert material som skal och vatten. Ju högre andel kött desto mer biogas kan utvinnas per ton skördade musslor. Det optimala vid rötning är att få in så mycket organiskt material (högt TS, VS) som möjligt och minimera mängden inert material (ex. musselskal). Innehållet i skalen är nästan enbart inert material som inte kan rötas och till biogas.

Vid en musselodling i Kalmar och Mönsterås har analyser på innehållet i blåmusslorna utförts med avseende på tungmetaller och miljögifter. Samtliga tungmetaller och var under de satta gränsvärden för gödningsmedel (3). Jämfört med innehållet i biogödseln vid Linköpings biogasanläggning var det främst tungmetallen kadmium (Cd) som urskiljde sig negativt. I de analyserade musslorna var halten 0,85 mg Cd/kg TS vilket kan jämföras med 0,15 mg Cd/kg TS i biogödseln vid Linköpings Biogasanläggning. (3) Halten är som tidigare nämnt dock under satta gränsvärden. Samtidigt skulle blåmuss-

<sup>1</sup> 2010 utökas kapaciteten till cirka 11 000 m<sup>3</sup>

<sup>2</sup> 2010 utökas kapaciteten vilket innebär cirka 80 000-85 000 m<sup>3</sup> material in/år

<sup>3</sup> Enbart 1 rötchammar i drift, 900 m<sup>3</sup> – potentiellt 1 800 m<sup>3</sup>

lor enbart respresentera en liten del av den totala mängden substrat som tas till anläggningen vilket leder till en utspädningseffekt.

Kväve och fosfor kan vid höga halter orsaka toxicitet för mikroorganismerna i röt-kammaren, det är därför viktigt att beakta dessa parametrar i ett substrat. Enligt Hjorth, o.a., 2009 som sammanställt en rapport om musselodlingar innehåller blåmusslor cirka 1 % kväve och 0,065 % fosfor. Nivåerna i musslorna ligger i linje med de värdena som finns i rötresten från Linköpings biogasanläggning, därför bör varken kväve eller fosforhalten i musslorna vara ett hinder för att samröta dessa i Linköpings biogasanläggning. Däremot är kvävehalten i musslorna cirka fyra gånger högre än vad den är i röt-kammaren i Linköpings avloppsreningsverk, man kan anta att nivåerna vid Västerviks avloppsreningsverk är detsamma<sup>4</sup>. Det finns därför en uppenbar risk att tillförsel av ett så kväverikt substrat som musslor leder till ökade kostnader för att rena kvävet på avloppsverket. Det kan därför bli kostsamt att röta musslor i röt-kammare på avloppsreningsverk.

## Gaspotential

I ett tidigare laborieförsök som utförts av Svensk Biogas FoU år 2009 användes mixade musslor som substrat (se Bilaga A). Skalen från musslan fick sedimentera och *enbart* köttfraktionen rötades. Köttfraktionens innehåll var TS 9,5 % och VS 73 %, beräknat att köttfraktionen är 50 % av musslans totala vikt innebär det att 3-4% är organiskt innehåll. Utrötningförsöket visade att den maximala metangaspotentialen för köttfraktionen var 418 Nm<sup>3</sup> metan/ton VS. (5) Eftersom det mesta av skalen är inert material bör metanpotentialen per ton VS vara densamma även om skalen skulle följa med in röttningsprocessen.

Ett utrötningförsök ger information om den maximala metangasproduktionen som kan produceras från ett substrat, den faktiska metangasproduktionen i en kontinuerlig fullskalig process ligger dock vanligtvis mellan 70-90 % av det värde som erhöles i ett utrötningförsök. Detta innebär att rötning av 1 ton musslor med skal kan ge cirka 10-13 Nm<sup>3</sup> metan/ton musslor. Om skalen istället skulle separeras före rötning skulle man istället få ut cirka 20-26 Nm<sup>3</sup> metan/ton köttfraktion. I Tabell 2 visas en uppskattning av förväntad gasproduktion från olika tänkbara utfall från den maximala skörden i regionen, 65 000 ton musslor/år.

Tabell 2. Uppskattning biogaspotential som kan bildas om blåmusslor används som substrat vid rötning.

	10 %	30 %	50 %	100 %
<b>Musselskörd (ton/år)</b>	6 500	19 500	32 500	65 000
<b>Varav rötbar köttfraktion (ton/år)</b>	3 250	9 750	16 250	32 500
<b>Mängd rågas<sup>5</sup> (tusen Nm<sup>3</sup> / år)</b>	99-128	299-385	499-642	1 000-1 290
<b>Uppgraderad fordonsgas<sup>6</sup> (tusen Nm<sup>3</sup> / år)</b>	67-87	200-260	336-430	670-865

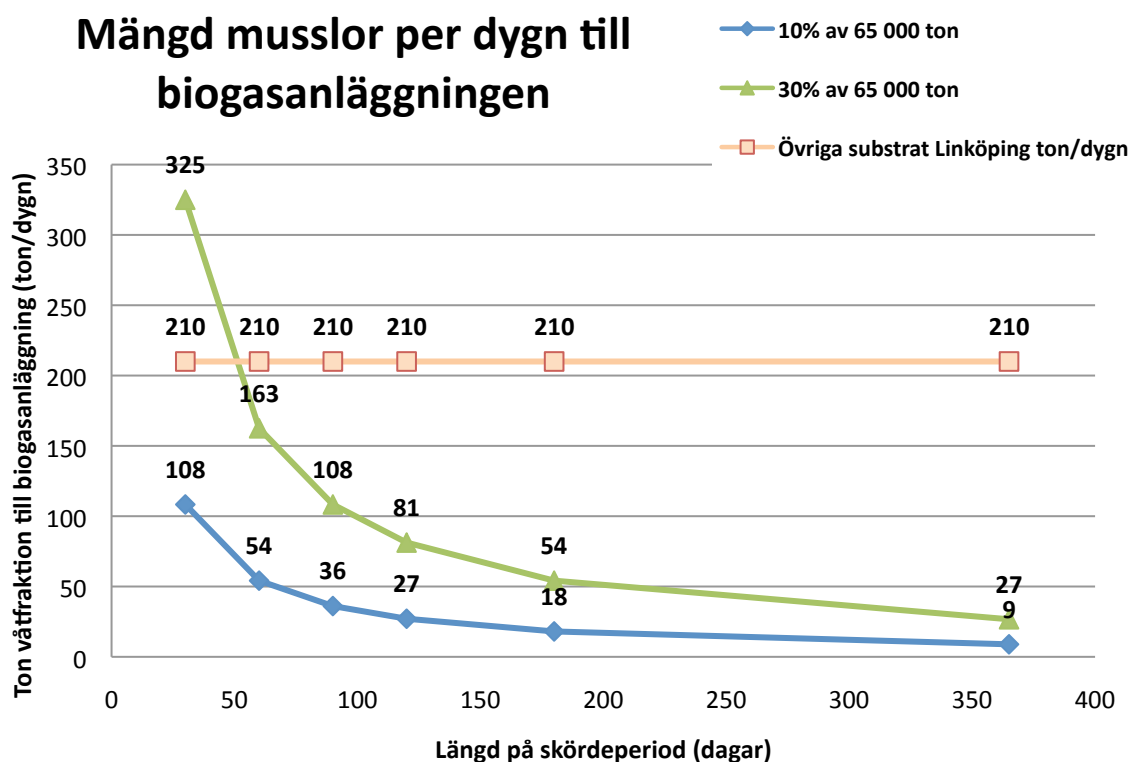
<sup>4</sup> Linköpings reningsverk, röt-kammare 5, december 2009, Kjehtdahlkväve 2644 mg/l.

<sup>5</sup> Rågasen innehåller cirka 65 % metan, 35 % koldioxid

<sup>6</sup> Uppgradera fordonsgasen innehåller cirka 97 % vilket har förädlas från rågasen, förlust cirka 1 %

## Lagring av skördade musslor

En viktig aspekt i sammanhanget är att blåmusslorna är tänkta att sköras på hösten, troligtvis under en intensiv period. Det är därför viktigt att påpeka att en biogasanläggning normalt sätt inte kan ta emot stora mängder material stötvis utan normalt sätt vill ha en kontinuerlig och jämn belastning. Detta illustreras i Figur 1, ett räkneexempel på 10 % respektive 30 % av den maximala årsskörden (65 000 ton) har jämförts med den dagliga mängden substrat som tas till Linköpings biogasanläggning<sup>7</sup>. Om skördeperioden endast sträcker sig under en månad finns det ingen möjlighet att ta emot substratet vid en enskild anläggning på grund av det stötvis stora mängderna substrat. Om skördeperioden för de två typfallen 6 500 ton/år och 19 500 ton/år istället sprids ut över ett minst ett halvår och *helst* ett helt år handlar det istället om ca 9-50 ton köttfraktion/dygn vilket är rimligt (se Figur 1). Det är viktigt att tänka på att om skalerna inte separeras bort utan hela musslor med skal mals ner blir det dubbel volym, cirka 18-100 ton fraktion/dygn. Det är *inte* troligt att Linköpings biogasanläggning skulle klara av att ta emot sådana stora mängder musslor. Dessutom är det tveksamt att de skulle vilja ta emot materialet med tanke på det låga organiska innehållet, då det finns andra substrat med högre organiskt innehåll som passar bättre för biogasproduktion.



Figur 1. Mängd musselköttfraktion per dygn med avseende på skördeperiodens längd alternativt med lagringstank. Röd linje visar det genomsnittliga substratmottagandet per dygn i dagsläget vid Linköpings biogasanläggning.

<sup>7</sup> I dagsläget tas cirka 140 ton substrat per dygn, under kvartal 3 2010 tillkommer 1 röttkammare vilket gör att upp till 210 ton substrat per dygn kommer att tas till anläggningen.

Alternativet till att sprida ut skördeperioden över hela året är istället lagring av musslorna. Kan man lösa detta problem går det att skörda musslorna under en intensiv period för att sedan successivt leverera en konstant mängd musslor till biogasanläggningen under hela året. Det kräver någon form av metod för att konservera musslorna direkt efter skörd för att undvika biologisk nedbrytning. Metoden får inte vara skadlig för mikroorganismerna i rötningsprocessen eftersom konserveringsmedlet följer med musslorna in i rötningsprocessen. Sådana konserveringsmetoder kan t.ex. vara konservering med myrsyra eller melass. Både melass och myrsyra kan brytas ner av mikroorganismerna i rötningsprocessen.

### **Konservering av musslor**

Noren, o.a. har genomfört ett omfattande försöksserie i både laboratorieskala och i pilotskala för två typer av konserveringsmetoder. Försöket gick ut på att undersöka om slaktavfall gick att långtidslagra, de olika försöken pågick i drygt tre månader. De två konserveringsmetoderna som användes i försöken var dels myrsyrakonservering och dels melasskonservering. Båda metoderna går ut på sänka pH så pass mycket att den mikrobiologiska processen (nedbrytningen) avstannar. Myrsyra är en organisk syra medan melass är snabba kolhydrater. Myrsyran verkar direkt genom att sänka pH medan melassen ska tillgodose mjölksyrabakterier i avfallet med snabba kolhydrater så att dessa växer vilket i sin tur leder till ökad mjölksyraproduktion vilket medför ett sänkt pH-värde. I de pilotförsök som utfördes blandades malet slaktavfall (ca 120 liter) med 2 wt% myrsyra respektive 8 wt% melass. (6)

Myrsyran verkar vara den metod som tillsynes konserverar slaktavfallet bäst då materialet såg oförändrat ut efter 3 månader. Temperaturen under försökets gång varierade mellan cirka 14-24 °C. I de försöksserier där melass användes fick man en tillväxt på ytan som troligtvis var svamp. PH sjönk till 3,6 för myrsyra och 4,7 för melassen. I de båda metoderna erhöles dock en del gasutveckling vilket inte är önskvärt, gasen innehöll mest koldioxid. Myrsyrakonservering gav minst gas vid lagringen, cirka 1 liter gas per liter slaktavfall under 3 månaders tid. (6)

Försöket visar att malet slaktavfall går att lagra i minst tre månader med hjälp av konservering med myrsyra eller melass. Eftersom slaktavfall är en animalisk biprodukt med högt proteininnehåll är det troligt att malda musslor skulle kunna hanteras på samma sätt. Det är oklart vilka mängder myrsyra eller melass som skulle behövas för att konservera musslor, men det bör dock inte vara större mängder än det som användes i försöket som nämndes ovan. Detta eftersom musslorna innehåller mindre organiskt material än slakteriavfall per ton substrat. Syrakonservering skulle dels kräva inköp och hantering av kemikalier och dels en mycket stor lagringstank sett till maximala skördekapaciteten per år, 65 000 ton musslor. Även om skörden bara skulle motsvara 10 % av den maximala potentialen, dvs. 6 500 ton så krävs det trots det en mycket stor lagringstank.

Andra typer av konserveringsmetoder som fryshållning, frystorkning eller torkning är alla orealistiska metoder då driftkostnaderna för dessa metoder är mycket höga eftersom vatteninnehållet i musslorna är högt. Således är lagring av musslor inte bara förenat med en hög investeringskostnad utan även driftkostnader i form av konserverande medel som t.ex. syra.

### **Förbehandling**

Till Linköpings biogasanläggning tas enbart pumpbara substrat. Vid Västerviks reningsverk är merparten av substratet blandslam som också är pumpbart. För att röta blåmusslor skulle det utöver hygienisering även krävas någon form av förbehandling för att finfördela skal och kött i musslan och/eller separera skal från musselköttet. I dagläget finns ingen kvarn vid Linköpings biogasanläggning. Det är dock troligt att en kvarn eller skruvpress kommer att installeras inom 1-2 år eftersom önskan finns att kunna ta emot substrat som behöver förbehandlas, likt musslorna. Det kommer då vara möjligt att ta emot "fasta" substrat för att sedan mala eller pressa sönder dem i mindre fragment, < 12 mm. En kvarn som används vid t.ex. malning av matavfall kan finmala ner till cirka 0,2 mm i diameter. Detta kan jämföras med skruvpressmetoden där det tillåts något större fragment.

Eftersom det är köttet i musslan som blir biogas och inte skalet så är det onödigt att låta skalen passera i röt-kammaren. Detta eftersom skalen tar upp röt-kammarens volym samtidigt som det finns en överhängande risk för sedimentering av skalen. Det bästa vore därför att separera skalen från musslorna och enbart röta köttfraktionen, eftersom det är den som ger biogas. De rörliga kostnaderna på en biogasanläggning är volymbaserade, därför skulle det kosta mindre att enbart röta köttfraktionen jämfört med att röta musslor med skal.

### **Musslor med skal**

Det billigaste förbehandlingsalternativet är att krossa (skruvpressa) eller mala musslorna helt utan separation. Då får man en pumpbar fraktion som innehåller både skal, vatten och kött. Fördelen med detta alternativ är att musslorna kan fraktas direkt efter skörd till biogasanläggning. Nackdelen är att skalen tar upp röt-kammarens volym vilket ökar kostnaderna samtidigt som det finns risk att skalen sedimenterar i röt-kammaren om malningen inte är tillräckligt fin. Pga. sedimenteringsproblemet finns risken att det inte lämpar sig att röta musslor med skal överhuvudtaget.

### **Separera bort skal**

Det andra alternativet är att separera skalen från musslorna och sedan mala musselköttet eller skruvpressa köttet så då blir en pumpbar fraktion. Kostnaden för själva malningen eller pressningen halveras jämfört med att ta in hela musslor eftersom skalet utgör 50 % av musslans vikt. Däremot krävs ytterligare en förbehandling där skalen separeras från musselköttet. Denna förbehandling skulle kunna ge en pumpbar fraktion. Fördelarna med separationen är att volymen substrat till biogasanläggningen minskar trots att samma mängd gas per ton skördade musslor erhålls vilket ger lägre behandlingsavgift. Samtidigt elimineras risken för sedimentering i röt-kammare och

gödselbrunn. Om separationen av skal sker nära skördeplatsen minskas även transportkostnaden till biogasanläggningen med cirka 50 %. Nackdelen är att en restprodukt i form av skal erhålls. Det är möjligt att det är förenat med kostnader att göra sig av med musselskalen.

En metod som används för att separera skal och musslor vid musselmjöltillverkning är torkning följt av någon typ av skakmetod som t.ex. skakgaller. Denna metod kräver mycket värme och med tanke på det höga vatteninnehållet i en mussla så kommer kostnaderna bli mycket höga.<sup>(4)</sup> Jag har inte funnit någon investeringskostnad på en sådan anläggning men driftkostnaden bör vara hög med tanke på torkningen vilket gör det tveksamt att det är ekonomiskt försvarbart. En annan tänkbar lösning vore att krossa musslorna och skalerna och låta skalerna sedimentera och på så sätt sortera bort skalerna.

Jämför man de två alternativen att röta malda musslor med skal med att enbart röta köttfraktionen (kött och vatten) så är det utan tvekan mer fördelaktigt att röta köttfraktionen. Detta eftersom köttfraktionen är cirka halva initialvolymen av musslan och innehåller nästan allt organiskt material samtidigt som risken för sedimentering i tankar och röt-kammaren är mycket liten.

## Ekonomi

### Lagring

Om musslorna inte kan skördas året runt krävs lagerhållning av musslorna för att kunna tillgodose en biogasanläggning med en jämn belastning. Om musslorna kräver någon typ av konservering (vilket kan ske med t.ex. myrsyra), behöver musslorna malas innan för att konserveringen skall fungera optimalt. Kostnader för lagring innefattar således inte bara lagringstank utan även kemikaliekostnader. Enligt Noren, o.a. kostar konserveringsmedlet cirka 180 kr/ton behandlat material.

### Transport

Transportkostnaden för en lastbil med container eller slambil är förenat med två typer av kostnader, dels en lastavgift vid hämtning och avlämning av substratet och dels en rörlig kostnad för körsträckan. I beräkningarna har antagits att fordonet kan transportera 30 m<sup>3</sup> enkel körväg. Kostnader förenat med lastning och lossning är cirka 400 kr/h och kilometerkostnaden är cirka 12 kr/km<sup>8</sup>. Beroende på volymer och körsträckor är det sannolikt att priset varierar. Eftersom det är svårt att säga exakt avstånd från Östkusten till Linköping respektive Västervik så har en uppskattning att genomsnittssträckan är 160 km respektive 50 km från skörd till biogasanläggning. Sett till den uppskattningen blir transportkostnaden 77 kr/ton respektive 33 kr/ton, se Tabell 3. Om separation av skal från kött sker nära skördeplatsen och enbart köttfraktionen transporteras minskas volymen med 50 %, vilket då skulle halvera den totala transportkostnaden till biogasanläggningen.

---

<sup>8</sup> Siffrorna är hämtade från ett Åkeri i Östergötland och avser priser år 2009

Tabell 3. Transportkostnader per ton material, lastning och lossning är inräknat i kostanden. \* Uppskattad sträcka från skördeplats till biogasanläggning.

	Sträcka (km)	Kostnad/ton
Kalmar - Linköping	240	109 kr
Kalmar - Västervik	140	69 kr
Västervik - Linköping	110	57 kr
"Kust" – Linköping*	160	77 kr
"Kust" – Västervik*	50	33 kr

### Förbehandling

Oavsett om skalerna ska separeras bort eller om musslor ska malas eller pressas så är det en kostnad. På Svensk Biogas anläggning i Linköping kommer förmodligen en kvarn eller skruvpress att installeras inom de närmaste åren för att kunna ta emot icke-pumpbara substrat, det är oklart vilken teknik det blir, se tidigare resonemang. En separationsanläggning som enbart var byggd för skalseparation av musslor skulle bli dyrare eftersom den inte kan användas till annat än just avsett ändamål. Eventuellt kan denna kostnad hämtas hem genom minskade transportkostnader om separationsanläggningen anläggs nära skördeplatsen istället för vid en biogasanläggning. Det är svårt att uppskatta några ekonomiska kostnader för förbehandlingen eftersom det är oklart vilken typ av förbehandling som är den mest lämpade samt vilka volymer det är frågan om.

### Behandlingsavgift

Beroende på innehåll i substratet som tas till Linköpings biogasanläggning varierar avgiften/ersättningen. Substrat med högt organiskt innehåll värderas högre än ett med lite organiskt, vilket beror på att vattniga material tar upp mer rötkammarvolym i förhållande till den volym producerad gas. Alla animaliska produkter som tas till anläggningen hygienseras i 70 °C i 1 timme oavsett om substratet är utspädd eller ej. Det är därför mer fördelaktigt att endast ta emot enbart köttfraktion av musslorna (kött och vatten). Skal och vattenrester måste också värmas trots att de inte ger någon biogas vilket gör att värdet på substratet också minskar pga. ökade kostnader vid produktionen.

Jämfört med liknande substrat som tas till Svensk Biogas anläggning i Linköpings sett till gaspotential, TS och VS-halt kommer rötning av musslor som det ser ut idag vara förenat med en behandlingsavgift. Detta eftersom musslor innehåller lite organiskt material jämfört med andra substrat som tas till anläggningen. Detta leder till ökade kostnader eftersom vattnet i musslorna måste passera genom hela anläggningen utan att bidra till någon gasproduktion. Kostnader som uppvärmning är helt volymbaserade.

### Diskussion

Svensk Biogas anläggning i Linköping är den anläggning i Östergötland som idag är bäst lämpad för rötning av köttfraktionen (utan skal) av musslor. Eftersom det är den enda anläggningen med hygieniseringsmöjligheter. Idag samrötas olika typer av substrat så

som slakteriavfall och livsmedelavfall vilket gör att det skulle vara lämpligt att även tillföra musslor som substrat.

Linköping ligger cirka 10-12 mil från kusten i Östergötland. Detta innebär skördade musslor måste transporteras en lång bit. Transportkostnaden för musslorna från kusten i Östergötland till Linköping uppskattas till 80 kr/ton material. Transportkostnaden är en kostnad som inte kan betalas av biogasanläggningen. Eftersom musslor innehåller en stor andel vatten vore det lämpligt att sortera bort skalerna från musslorna redan vid kusten, innan de transporteras till biogasanläggningen. Detta skulle minska volymerna som ska transporteras med cirka 50 % vilket minskar kostnaderna. Det optimala vore således att sortera bort skal och förbehandla musslorna nära kusten för att sedan transportera musselköttet till lämplig biogasanläggning.

Blåmusslor består av ungefär 50 % skalfraktion och 50 % köttfraktion. Det organiska innehållet i köttfraktionen är cirka 7 % vilket gör att det organiska innehållet i en hel mussla är mellan 3-4 %. Detta kan jämföras med t.ex. slaktavfall där det organiska innehållet nästan är 25 %. I en fullskalig biogasprocess bör köttfraktionen kunna omvandlas till 290-380 Nm<sup>3</sup> metan/ton VS. Eftersom det organiska innehållet är lågt i musslorna motsvarar detta endast en gasproduktion 10-13 Nm<sup>3</sup> metan per ton skördade musslor, vilket är väldigt lågt.

Om årligen 20 000 ton musslor skulle rötas erhålls efter uppgradering mellan 200 000-260 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas/år, rötas årligen 65 000 ton musslor erhålls mellan 670 000-865 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas/år. Det är dock inte realistiskt att anta ett någon befintlig biogasanläggning idag skulle klara av att hantera så stora mängder som 65 000 ton musslor per år. Vidare är det mycket viktigt för en biogasanläggning med kontinuerlig tillförsel av substrat. Detta innebär att det i princip är omöjligt att under 180 dagar erhålla stora mängder musslor som substrat men under resterande del av året ingenting. Sådana svängningar leder då till en ojämn belastning och gasproduktion. Om musslorna inte kan skördas med jämn takt året runt måste de därför lagras vilket är ett dyrt problem. Ska musslorna lagras krävs det konservering för att förhindra att en nedbrytning startas och det organiska innehållet förbrukas. Lagerhållning och konservering innebär ökade kostnader och måste vägas mot huruvida det är möjligt att sprida ut skörden av musslor över hela året.

Det låga organiska innehållet i musslor jämfört med andra biogassubstrat innebär att Svensk Biogas inte kan betala för musslorna som substrat. Det är istället troligt att musselodlaren som lämnar musslor för rötning istället får betala en behandlingsavgift. Exakt hur stor denna avgift blir går inte att specificera i detta skede utan beror på flera faktorer som bl.a. vilka volymer musslor det handlar om, avtalsperiod samt vilken tillgång finns på övriga substrat som är lämpliga för biogasproduktion.

Den totala kostnaden från det att musslorna har skördats är långt större än bara behandlingsavgiften. Utöver denna så tillkommer kostnader för ev. lagring och konservering.

vering, förbehandling i form av skalseparation samt malning och slutligen en transportkostnad.

## Slutsatser

- Rötas årligen köttfraktionen (musslor utan skal) från 20 000 ton skördade musslor erhålls efter uppgradering mellan 200 000-260 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas/år, rötas årligen köttfraktionen från 65 000 ton musslor erhålls mellan 670 000-865 000 Nm<sup>3</sup> fordonsgas/år.
- Enligt ABP-förordningen krävs hygienisering av blåmusslorna innan de rötas. I Östergötland är det endast Svensk Biogas anläggning i Linköping som har hygieniseringsmöjligheter. I dagsläget är det därför den enda anläggningen i Östergötland där möjligheter för att röta musslor finns.
- Köttet i blåmusslor kan rötas till biogas. Skal och vatten utgör dock en stor del av musslan vilket gör att det organiska innehållet per ton musslor är lågt, cirka 3-4%. Skalet som till stor del är inert skulle dessutom kunna orsaka problem med sedimentering i mottagningstank, rötkammare och gödselbrunn vilket inte är önskvärt.
- Att lämna musslor för rötning vid Linköpings biogasanläggning kommer att medföra en behandlingsavgift. Det beror bland annat på att musslor i jämförelse med andra substrat har ett relativt lågt gasutbyte per ton substrat. Den låga andelen organiskt innehåll medför att stora mängder vatten ska hanteras vilket är kostsamt utan att bidra till ökad gasproduktion. Som det ser ut idag kommer Svensk Biogas alltså inte kunna betala för detta substrat.
- Skördade musslor går att lagra genom konservering med myrsyra. Detta är dock en kostsam metod jämfört med att röta musslorna direkt. För att undvika lagring och konserveringsproblemen bör skördeperioden spridas ut över hela året för att kunna tillgodose biogasanläggningen med en jämn belastning.
- Rötning av blåmusslor är förenade med tre typer av kostnader, förbehandlingskostnad, transportkostnad samt en behandlingsavgift. Skördas musslorna under en intensiv period tillkommer dessutom kostnader för lagring och konservering.
- Kostnaden för att transportera musslorna från ”östkusten” till Linköping beräknas till cirka 80 kr/ton skördade musslor. Sker en separation av skal nära skördeplatsen kan transportkostnaden halveras.

## Litteraturförteckning

1. **Europaparlamentet.** Om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter som inte är avsedda att användas som livsmedel. *Europeiska gemenskapernas officiella tidning.* L300/1, 2009.
2. **Widell, Stig.** Mailkonversation. den 18 02 2010, Vol. Mail.
3. **Nilsson, Jonas.** *Grundämnen och organiska miljögifter i blåmusslor från odlingar i Kalmarsund.* 2009.
4. **Kollberg, Sven och Lindahl, Odd.** *Musselmjöl istället för fiskmjöl i ekologiskt foder.*
5. **Johansson, Mariana.** *Utrötningsförsök av blåmusslor utfört på Svensk Biogas FoU.* 2009.
6. **Noren, Agneta, o.a.** *Lokal behandling av slakteriavfall från småskalig slakt.* u.o. : JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2008. ISSN 1401-4955.
7. **Naturvårdsverket.** *Metoder för lagring, rötning och kompostering av avfall.* 2003.
8. **Hjorth, Theresia, Lönnbom, Johanna och Widerström, Alice.** *Musselodling i Kalmarsund.* u.o. : Lars Kaggskolan, 2009.
9. **Persson, Maj.** *Musslor för miljön – musselodlingens positiva och negativa miljöeffekter.* u.o. : Responstryck Armbåga Grafiska AB, 2004, 2000.

## Bilaga A

Tidigare utötningsförsök utfört våren 2009 av Svensk Biogas FoU.

Maximal metanpotential i köttfraktionen var 420 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS. Blåmusslorna hade mixats med en stavmixer och köttfraktionen användes i utrötningsförsöket.

