

Hushållnings  
sällskapet



Aktiviteten är delfinansierad av Region Skåne och med EU-medel via Länsstyrelsen i Skåne

## Kraftsamling kring gårdsbaserad torrötning - förstudie



***RAPPORT NR 2/2015***

*Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Skåne*

*Per Hansson, HIR Skåne*

*anita.gunnarsson@hushallningssallskapet.se*

*per.hansson @hushallningssallskapet.se*

# **Kraftsamling kring gårdsbaserad torrötning - förstudie**

**Finansiär/beställare:**

**Region Skåne, regionala tillväxtnämndens utvecklingsmedel för biogas,  
Region Skåne,  
projekt nr B010**

**samt**

**Länsstyrelsen Landsbygdsenhet, Projektstöd,  
Journalnummer 2013-3341**

**Anita Gunnarsson och Per Hansson**

**Hushållningssällskapet Skåne och HIR Skåne**

**anita.gunnarsson@hushållningssallskapet.se  
per.hansson@hushållningssallskapet.se**

# Förord

Projektet är finansierat av Region Skåne, regionala tillväxtnämndens utvecklingsmedel för biogas samt av Länsstyrelsen Landsbygdsenhet, Projektstöd. Arbetet har succesivt stämts av med Anna Hansson, Biogas Syd fram till att hon slutade i mitten av 2014. Därefter har fortsatt kontakt och samarbete hållits med Kristina Engdahl och Desirée Grahn Biogas Syd.

## Innehåll

Förord .....	3
Kraftsamling kring gårdsbaserad torrötning – förstudie .....	5
Sammanfattning .....	5
Bakgrund .....	6
Syfte och projektmål .....	6
Måluppfyllelse.....	7
Aktiviteter.....	7
Stöd till pionjärer inom gårdsbaserad torrötning.....	7
Initiera deltagardriven utveckling kring gårdsbaserad torrötning .....	7
Förstudie kring växtnäringsoptimering .....	9
Avvikelse från ursprunglig aktivitetsplan .....	9
Lägesrapport för torrötningsanläggningar .....	9
Småskaliga torrötningsanläggningar Sverige mars 2015 .....	9
Lägesrapport för småskaliga torrötningsanläggningar – i grannländerna .....	10
Förstudie kring växtnäringsoptimering .....	11
Nulägesanalys.....	11
Biogödsel som gödselmedel för näringsbevattning .....	11
Varför är hallon lämplig som modellgröda för studier av näringsbevattning med biogödsel?.....	12
Lönsamhetsanalys för ekologisk hallonodling med och utan biogödsel.....	13
Beskrivning av kalkylmodellen.....	13
Resultat och diskussion kring lönsamhetsanalysen.....	14
Slutsats av lönsamhetsanalysen.....	15
Lösningförslag och milstoleplan.....	15
Referenser.....	20

## **Kraftsamling kring gårdsbaserad torrötning – förstudie**

### **Sammanfattning**

Det finns mycket som talar för att torrötning, i en två-stepsprocess, är den metod som är mest lämpad för substrat med hög torrsbstanshalt, d v s en stor del av de substrat som i dag är outnyttjade för biogasrötning. Målet med projektet var att bidra till att snabbare få en effektiv biogasproduktion med torrötning genom att öka antalet aktiviteter kring torrötning och genom att skapa en lärogemenskap i ett nätverk för torrötningssintressenter. Projektet har även inkluderat en förstudie kring optimering av biogödsel från torrötning.

Under projekttiden har fyra av de fem torrötningssystemen som sålts i Sverige kommit igång med sin biogasproduktion och den femte förväntas komma igång inom det närmast året. Rapporten ger en enkel beskrivning av dagsläget för de fem anläggningarna. Ett nätverk med ca 30 deltagare på sändlistan har bildats, har haft tre träffar och bl a identifierat och prioriterat angelägna frågeställningar att arbeta med. De frågor som rangordnades som viktigast att arbeta med var: lönsamhet, hållbarhet, avsättning för biogas, rötrest, processteknik och regelverk. En plattform för nätverket har formulerats och förutsatt att det går att få basfinansiering till att hålla sändlistan levande samt till genomförande av ett par aktiviteter per år finns goda förutsättningar för att hålla nätverket och lärogemenskapen levande.

Förstudien kring optimering av biogödselanvändningen indikerar att flytande biogödseln från tvåstegs torrötning bör vara lönsam att användning för näringsbevattning bl a i ekologisk hallonodling. Genom att välja substrat för rötning, företrädesvis med vegetabiliskt ursprung, skulle man kunna utforma gödselmedel för näringsbevattning som överensstämmer med önskat växtnäringsbehov och utan den smittorisk som gödsel med animaliskt ursprung eventuellt kan innebära. En sådan användning av biogödseln skulle, i ekologisk hallonodling, öka värdet från ca 60 kr/m<sup>3</sup> om den enbart värderas utifrån handelsgödselkostnaden till 104-139 kr/m<sup>3</sup>. Alternativt uttryckt skulle biogödseln ge utrymme för en investering på upp till 278 000 kr i en 5 ha stor hallonodling. Kalkylen bygger på antagandet att skörd och kvalitet i hallonen blir likvärdig som den i jämförelsealternativet med gödsling med pelleterad Biofer. Det är angeläget att ett sådant antagande undersöks liksom att det blir möjligt att studera hur näringsbevattningstekniken kan anpassas för att biogödsel ska kunna appliceras med droppbevattning. Projektplaner har tagits fram för hur sådana undersökningar skulle kunna genomföras.

## Bakgrund

Hos många lantbrukare finns engagemang för att utveckla sina företag så att ökande energipriser och hårdare krav på klimateffektivitet vänds till något positivt för deras företag. Gårdsbaserad biogasproduktion kan vara en möjlighet för dem. Att göra biogas av organiskt avfall är mycket positivt ur klimatsynpunkt. För torra material, t ex fastgödsel, är det dock inte så lätt att få en väl fungerande rötning med den våtrötningsteknik som dominerar i dag, både i Sverige och utomlands.

Det finns mycket som talar för att torrötning, i en två-stepsprocess, är den metod som är mest lämpad för substrat med hög torrsbstanshalt, d v s en stor del av de substrat som i dag är outnyttjade för biogasrötning (Weiland, 2010; Nizami och Murphy, 2010; Lehtomäki och Björnsson, 2006). Torrötning har främst varit en metod som marknadsförts till stora anläggningar och har varit dyr (t ex det s.k. Aikan systemet; Aikan, 2015). Nu finns mer småskalig teknik som ligger på en prisnivå som torde vara rimlig för gårdsbiogas på ett stort antal gårdar och ytterligare arbete pågår för att utveckla billig teknik för småskalig biogasproduktion (Ilona Horvat, personlig kommunikation oktober 2013). Denna småskaliga torrötningsteknik kan göra biogasproduktion till en ny relevant produktionsgren för många medelstora lantbruksföretag och öka stabiliteten i företagen genom diversifiering.

Vid projektets planering låg fem anläggningar för småskalig gårdsbaserad torrötning i uppstartsfasen. Projektet har följt utvecklingen av dessa och erbjudit viss teknisk support – detta för att bidra till att anläggningarna skulle komma igång och fungera som goda exempel för tekniken.

En annan fråga som projektet berört är hur rötrestanvändningen kan optimeras. En idéskiss till fortsatt utvecklingsarbete kring detta har tagits fram.

## Syfte och projektmål

Projektets effektmål var bl a att möjliggöra en ökad diversifiering inom Skånska lantbruksföretag genom satsning på gårdsbaserad torrötning för biogasproduktion. Ett ytterligare effektmål var att avsevärt minska nettoproduktionen av växthusgaser genom torrötning av icke flytande organiska material såsom stallgödsel, fånggrödor, grönsaksavfall och outnyttjade gräsmarker. Ett tredje effektmål var att finna vägar att optimera växtnäringseffektiviteten av rötrest från gårdsbaserad småskalig torrötning.

Hela projektidén byggde på en grundinställning att

- fler aktiviteter måste ägnas åt småskalig torrötning och sådant som hör till den, för att göra torrötningen till ett välbekant alternativ för presumtiva biogasproducenter
- att de som satsat i småskaliga/gårdsbaserade torröttningsanläggningar är viktiga nyckelaktörer för kunskapsutveckling inom området
- att nytillkomna producenter av gas från småskaliga/gårdsbaserade torröttningsanläggningar ska välkomnas in i en lärogemenskap

Tre projektmål hade formulerats

- 1) att torröttningspionjärerna snabbt ska få en effektiv produktion - snabbare än vad som annars skulle vara möjligt.
- 2) att initiera en deltagardriven utveckling kring gårdsbaserad torrötning

3) att genomföra en förstudie innefattande en idéskiss till fortsatt utvecklingsarbete kring optimering av rötrestanvändningen.

## Måluppfyllelse

Projektet har god måluppfyllnad:

- Målet om att torrötningspionjärerna skulle komma igång med sin biogasproduktion är uppfyllt för fyra av de fem småskaliga torrötningsanläggningarna som finns för närvarande i Sverige och den femte förväntas komma igång inom det närmaste året.
- Målet om att initiera en deltagardriven utveckling kring gårdsbaserad torrötning är delvis uppfyllt: det finns ett nätverk av aktörer som är intresserade. Det finns ett underlag för områden som man skulle kunna samverka kring. Det som saknas för närvarande är finansiering. Det finns dock en förhoppning om att det kan gå att hitta finansiering via EIP-agri-programmet som startar hösten 2015.
- Den planerade förstudien är genomförd innefattande en idéskiss till fortsatt utvecklingsarbete kring optimering av rötrestanvändningen. .

## Aktiviteter

### Stöd till pionjärer inom gårdsbaserad torrötning

Hösten 2013 gavs tekniks support, via Bo Lilja, Liljas Ekoenergi, till de fyra anläggningar som sålts av Flinga Biogas och som pga. av det företags konkurs inte kommit igång (Bilaga 1). Bo Lilja hade kontakt med samtliga anläggningsägare. Bland annat införskaffades då, från Svenska miljöinstitutet, s.k. granuler med metanjäsare anpassade för 16-22 °C.

### Initiera deltagardriven utveckling kring gårdsbaserad torrötning

Tre träffar har hållits för att initiera ett nätverk småskalig eller gårdsbaserad torrötning:

- 18/12 13:00-16:45 2013, Billeberga Scoutstuga samt besök vid biogasförsöksstationen, Annebergs gård: 19 deltagare (Bilaga 2). Träffen fungerade som en uppstartsträff för nätverket. Efter en introduktion till arbetssättet och en presentationsövning arbetade vi fram en prioritering över vilka områden som deltagarna upplevde som viktigast. En plan gjordes även för nästa träff (Tabell 1 + mer detaljerat i minnesanteckningar från träffen i Bilaga 2). Under förmiddagen hölls en kurs inom ramen för Biogas syds verksamhet: Biogas från torra material – teknik och praktik. Samtliga 19 deltagare deltog även vid förmiddagens kurs som har redovisats av Biogas Syd till Länsstyrelsen via kompassen. Flertalet av deltagarna meddelade att de säkert eller kanske ville vara delaktiga i ett torrötningsnätverk.
- 22/5 2014 15:30-16:30, Baskemölla vid Ulf Pyks torrötningsanläggning. 10 deltagare (Bilaga 3). Eftersom alla deltagare inte varit med vid träff 1 inledde vi med en presentation med vars och ens koppling till torrötningsfrågan. Presentationen lades till minnesanteckningarna så att nya deltagare skulle kunna läsa in sig inför framtida träffar. Vid träffen enades deltagarna om en plattformformulering för nätverket och att nätverket skulle vara öppet för alla som vill vara med. Vi gick igenom en sammanställning av vad som kommit fram vid grupsittningen vid den första träffen. En plan gjordes för nästa träff. Tidigare under eftermiddagen hölls en öppen visning av Ulf Pyks torrötningsanläggning. Därtill hölls två föredrag om gasanvändning från gårdsbiogasanläggningar av Glenn Oredsson respektive Stefan Haldorff. Upplägget var sprunget ur torrötningsnätverkets prioriteringar vid den första träffen. Samtliga 10

deltagare vid nätverksträffen deltog under hela eftermiddagen och ingår i den redovisning som gjorts av Biogas Syd till Länsstyrelsen via kompassen.

- 21/11 2014, 13:15-15:00, Eslöv. 12 deltagare (Bilaga 4). Vid träffen gjordes en runda där nya deltagare fick möjlighet att presentation sin koppling till torrötningsfrågan och gamla deltagare fick delge gruppen en uppdatering kring vad som hänt i första hand inom torrötningsområdet sedan förra träffen. Nya (och gamla) deltagare hade fått del av presentationsrundan från förra träffen. Vid träffen gavs en lägesrapport kring den nya innovationssatsningen: European Innovation Partnership (EIP). Vi tog därefter en runda för att känna av ambitionsnivån inom nätverket: de flesta tyckte att det var lagom med två träffar per år där man, med tanke på avstånden, vid något av tillfällena gärna kunde ge möjlighet att vara med via videolänk. Angående finansiering var de flesta överens om att det behövs någon slags basfinansiering för att någon ska kunna vara sammankallande, lokalkostnader o dyl. Den lista över önskvärda aktiviteter som gjorts vid de tidigare träffarna utökades med några punkter och lades till minnesanteckningarna. Angående möjligheten med EIP-ansökningar kom några förslag – vi beslutades att Anita Gunnarsson skulle kalla till ett möte under andra halvan av mars 2015. Eftersom Jordbruksverkets planer försenats så att ansökningarna först kommer att vara aktuella i september har nätverket meddelats att planeringsmötet skjuts framåt. Under förmiddagen hölls en kurs inom ramen för Biogas Syds verksamhet: Småskalig uppgradering av biogas – teknik och praktik. Samtliga 12 deltagare som var med vid eftermiddagens nätverksträff deltog även vid förmiddagens kurs som har redovisats av Biogas Syd till Länsstyrelsen via kompassen.

Slutsats: vi är nu 30 deltagare på torrötningsnätverkets sändlista och har en gemensamt framtagen idélista för träffar. Förutsatt att det går att få basfinansiering till att hålla sändlistan levande samt till genomförande av ett par aktiviteter per år finns goda förutsättningar för att hålla nätverket levande.

#### Plattform för Torrötningsnätverket

Nätverkets gemensamma intresse handlar om gårdsbaserad och småskalig torrötning – genom nätverket vill vi tillsammans utveckla och lära om det. Idén bakom nätverket är att det ska fungera som en bro mellan brukare av småskalig torrötningsteknik, teknikföretag, forskare, tekniker, teknikkonsulter och andra relevanta rådgivare. Nätverket inspireras av begreppet brukardriven utveckling. Nätverkets värdegrund: genom att dela med sig av kunskap och erfarenheter får man 10-falt tillbaka.

Tabell 1. Sammanfattning av workshop dec 2013 – viktigaste frågorna (hur de olika deltagarkategorierna rangordnade)

Rangordning	Prioritering i medel för de tre kategorierna	Brukarnas prioritering	Teknikernas prioritering	Växtodlarnas prioritering
Högst	Lönsamhet	Lönsamhet	Lönsamhet	Rötrest
Näst högst	Hållbarhet	Hållbarhet	Avsättning biogas	Hållbarhet
Tredje Högst	Avsättning biogas	Avsättning biogas	Processteknik	Lönsamhet
Fjärde högst	Rötrest	Rötrest & processteknik (lika)	Hållbarhet	Regler



## Förstudie kring växtnäringsoptimering

Förstudien har genomförts planenligt och redovisas nedan

### Avvikelse från ursprunglig aktivitetsplan

I ansökan till Länsstyrelsen planerades att göra ett faktablad med informationsmaterial om gårdsbaserad torrötning, till närboende. Tanken var att faktabladet skulle besvara vanliga frågor som uppkommer hos boende i närheten av en tilltänkt anläggning. I det sammanhanget är luktproblem en av de största farhågorna och tanken var att faktabladet i huvudsak skulle handla om det. Dock visade det sig att Biogas Öst nyligen tillsammans med Biomil genomfört projektet Utsläpp till luft vid biogasproduktion. Det projektet har fokuserat på att besvara frågor kring luktförekomster kring svenska biogasanläggningar. Det finns dels en större rapport från det projektet och dels ett kortfattat, tvåsidigt informationsblad, ”Luktar biogas?” som kan hämtas från Biogas Östs hemsida. Vi valde därför att inte göra ytterligare ett faktablad. Kostnadsberäkningen för arbetet med faktabladet finns specificerad i projektplanen till Länsstyrelsen.

## Lägesrapport för torrötningsanläggningar

### Småskaliga torrötningsanläggningar Sverige mars 2015

Statusen för de fem småskaliga anläggningarna som finns för närvarande i Sverige följdes upp med intervjuer av ägarna i mars 2015. Anläggning 1 t o m 4 bygger på metanbildningsbehållare med små kulor av metanbildande mikroorganismer s.k. granuler. Granulerna är tyngre än vattnet och bildar en bädd genom vilket hydrolysvätskan strömmar uppåt. Mikroorganismerna äter de relativt nerbrutna kolföreningar som finns i hydrolysvätskan och släpper ifrån sig små bubblor av gas. I anläggning 5 sitter de metanbildande mikroorganismerna på s.k. fyllkroppar som fördelar sig i hela behållaren.

- Anläggning 1, Baskemölla: Huvudsakligt substrat är fårgödsel. Två containrar finns för hydrolyssteg av substratet. Containrarna byts/töms efter ca 1,5 månad (men ägaren har hållit igen i vinter pga. problemen med gasleveranser när tryckstegraren stått stilla). Gasen fortsätter att bildas upp till 2 månader. Gödseln är som mull när containrarna töms. Ogräset verkar minska radikalt: det kommer i stort sett inga mällor eller annat ogräs i rötresthögar. Hösten 2013 stoppades ca 60 kg s.k. granuler i metanbildningsbehållaren. Granulerna var anpassade för en temperatur på 16-22 °C, och producerade vid IVL, Svenska miljöinstitutet. Med hjälp av dessa granuler kom gasproduktionen igång i liten omfattning. Senare har ytterligare 1000 kg granuler införskaffats från Holland – dessa anpassade för mesofil temperatur (ca 37 °C). Gasproduktionen ökade då ytterligare trots att anläggningen körts vid 20 °C eftersom det hittills inte funnits fungerande avsättning för full gasproduktion. Gasen ska användas för uppvärmning av bostadshus i närheten. Då flesta av husägarna har gaspannor men värmer i dag sina hus med ved. Att de redan har uppvärmning har gjort att det har funnits tolerans för störningar. Gasledningar är nergrävda till husen. En hydrofor används som gastank. Utrustning för tryckstegring har placerats utanför metanbehållaren för att kunna få fram gasen till bostadshuset. Barnsjukdomar på tryckstegringspumpen har gjort att det inte gått att leverera gas till bostadshuset fullt ut i vinter: vissa packningar och membran i pumpen fick bytas ut eftersom de visade sig vara av en plastkvalitet som inte tålde metangas. Ägaren till anläggningen menar att med rätt planerad/dimensionerat metansteg skulle man kunna ha högre tryck redan från början. Då hade man inte behövt tryckstegrare utan ändå kunnat

leverera gas till ett antal hus. Gasen fryses för att få bort kondens: därmed är den torr när den går ut i gasledningarna och man slipper vattenlås i rörsystemet. Torr gas är även fördel om gasen i framtiden ska användas till drivmedel. Vätskan får gå tillbaka in i anläggningen. Målet är att gasleveransen till tolv bostadshus ska vara fullt fungerande och fungera smärtfritt till nästa vinter. Gasproduktion är nu god och kommer att räcka till de tolv husen som det är tänkt. Nästa investering är en inbyggd gaslunga.

- Anläggning 2, Nossebro: Huvudsakligt substrat är grönsaksavfall och fast nötgödsel. Initiala problem med att pH sjönk kraftigt har lösts genom en kombination av rätt substrat och rätt inmatningshastighet. Anläggningen har tre containrar finns varav två ingår i röttningsprocessen. Ägaren har gjort en del egna konstruktioner med styr- och reglerteknik och menar att biogasprocessen nu fungerar bra. Värmeproduktionen har fungerat men inte elproduktionen. Kraftvärmeverket har inte fungerat tillfredsställande: det var för lågt tryck i gasrören så det blev vacuum när gasen skulle gå till kraftvärmeverket. Ägaren vet hur det ska lösas men har inte hunnit.
- Anläggning 3, Mjällby: Huvudsakligt tänkt substrat: kycklinggödsel, minkgödsel – kan även, på sikt, bli aktuellt att odla majs eller betor som substrat om det behövs. Nuvarande ägare tog över anläggningen under 2014. Anläggningens gasproduktion var igång under en period 2013 men har för närvarande ingen gasproduktion. En cirkulationspump som cirkulerar vätskan ska bytas – den fungerar men läcker. Problemet ska åtgärdas så snart tid medges och ägaren räknar med att anläggningen ska komma igång under 2015. Granulerna har tagits upp och hålls vid liv. Till anläggningen finns tre containrar samt en gaspanna. Gaslagret är inte påbyggt. Planen är att värma en stor verkstad till 20 °C och en maskinhall samt på sikt även ytterligare byggnader på ca 4000 m<sup>2</sup>, förutsatt att dessa kunna hyras ut till verksamhet som kräver full uppvärmning.
- Anläggning 4, Anderslöv. Huvudsakligt substrat är hästgödsel. Gasproduktionen är igång. Gasbränning och gasanvändning är ännu ej i funktion.
- Anläggning 5, Trelleborg: Huvudsakligt substrat är alger som samlas in med frontlastare och eller gripklo under badsäsongen när badstränderna ska rensas. Substratet blir alltså en blandning av vad som finns i havet: fintrådiga alger, blås- och sågtång, ålgräs mm. Anläggningen är igång och rötar alger blandat med lite halm för att få struktur. Man har även blandat in lite sockerbetor vid ett av rötningstillfällena. Gasen är tänkt att ersätta Smyge reningsverks oljepanna. Reningsverket ligger precis bredvid biogasanläggningen. Anläggningen består av två gjutna cylindrar på 150 kubik vardera för hydrolysteget. Från hydrolyshållarna pumpas vätskan till metanfiltret. Vattnet cirkulerar sedan mellan metansteget och hydrolysteget. Metanbildarna sitter på s.k. fyllkroppar till skillnad från de andra fyra anläggningarna som bygger på granuler. Efter ca 3 månader är algerna utrotade. Med nuvarande utformning kan man röta 1 500 årston men anläggningen kan lätt byggas på med flera containrar. Den lärdom som kan dras hittills är att det med en anläggning anpassad för ändamålet går bra att röta alger.

### **Lägesrapport för småskaliga torrrottningsanläggningar i grannländerna**

I Danmark finns inga småskaliga torrrottningsanläggningar. Beräkningar har visat att rötrest från stallgödsel, skörderester och hushållsavfall skulle räcka till att odla över 900 000 ha ekologiskt i Danmark med en gödseltillförsel på i medeltal 140 kg N per hektar (Fog, 2013). Eftersom en hel del av det potentiella materialet har relativt hög torrsubstanshalt har man gjort ett skrivbordsstudie där man jämfört sex olika rötningstekniker för fasta materiel (Fog, 2014). Förutsättningarna i jämförelsen är hämtade från tre verkliga lantbruk. Ingen av teknikerna bygger renodlat på tvåstegsrötning. Fog menar att rötning av fasta material inte nödvändigtvis

behöver göras med separata steg i olika behållare för hydrolys respektive metanbildning utan att det snarare handlar om att styra tillförningshastigheten av det organiska materialet (pers. meddelande, Fog mars 2015).

I Irland finns en rötningsanläggningar som byggdes för ca 20 år sedan som en experimentanläggning där man bl a skulle röta fjäderfä gödsel med strö (pers. medd. Vicky Heslop, mars 2015). Anläggningen består av två 70 m<sup>3</sup> behållare där den ena är isolerad. Systemet byggde på att den isolerade behållaren användes för rötning av nötflytgödsel plus att hydrolysvätskan från fjäderfägödseln pumpades in och rötades tillsammans med nötflytgödseln. Efter fyllning av gödsel, med ca 60 % torrsustanshalt, i fjäderfägödselbehållaren pågick hydrolyssteg i ca fyra månader. Då var massan tillräckligt flytande för att röras upp genom att driva biogas genom den (large bubble mixing) - en mycket energieffektiv omrörningsmetod. Efter hand pumpades den ny flytande massan av fjäderfägödsel in i nötflytbehållaren där metanen samlades upp. Fjäderfägödselbehållaren tömdes aldrig utan en bottensats fick stanna kvar som startkultur för nästa omgång gödsel. Systemet fungerade bra och det blev inte problem med för höga ammoniumhalter vilket annars kan förekomma vid rötning av fjäderfägödsel. Anläggningen drevs på detta sätt i åtta år men numera rötas nötflytgödsel i båda behållarna. Ägaren till anläggningen är kritisk till de samhälleliga stödsystem som finns för att öka biogasproduktionen på Irland. Hon menar att de bortser från värdet av en nära koppling mellan lantbruk, avfallshantering och biogödsel om växtnäringsskälla och att denna koppling tillsammans med möjligheten till företagsutveckling av landsbygdsföretag är den stora potentiella fördelen med biogas.

I Tyskland finns totalt sett ca 10000 biogasanläggningar, varav 6 % "torrötning" plus 2 % satsvisa garage-anläggningar (källa: DBFZ, 2013 via pers. medd. Daniel Thamm).

I Norge finns för närvarande ingen biogassanläggning för torrötning. Det finns dock planer på att få till en anläggning med en granulreaktor (pers. medd. Halvorsen, Norge)

I Finland finns, såvitt vi fått fram, för närvarande inga gårdsbaserade torrötningsanläggningar.

## **Förstudie kring växtnäringsoptimering**

### **Nulägesanalys**

#### **Biogödsel som gödselmedel för näringsbevattning**

En olämpligt använd biogödsel kan göra att man förlorar de systemfördelar som biogasrötning förväntas ge på växtnäringshushållningen (Gunnarsson m fl, 2011). Forskning kring optimering av biogödselanvändning i växtodlingssystem är mycket begränsad: den forskning som finns har i första hand koncentrerats på att studera systemskillnader med och utan rötning och därtill hörande biogödselanvändning (Båth och Elfstand, 2008; Möller m fl. 2008; Stinner m fl, 2008). Sannolikt finns stor potential att optimera näringsutnyttjandet av rötrest i allmänhet och av rötrest från torrötning i synnerhet.

Vid torrötning erhålls en fast och en flytande biogödsel. Den fasta fasen är kolrik och växtnäringstätheten i relation till kolinnehållet är låg. Den flytande fasen (ca 3 % ts)

innehåller ca 60 % av totalkvävet i fast + flytande fas, med ca 90 % av kvävet i växttillgänglig NH<sub>4</sub>-form (Stinner m fl., 2008). Även övriga näringsämnen är välförsedda i den flytande fasen. Egna beräkningar, baserade på Stinner m fl. (2008), tyder på att 83, 96 och 86 % av P, K respektive Mg finns i den flytande fasen. Näringsinnehållet i biogödsel i sin helhet är i princip samma som i det rötade substratet, med reservation för en viss fällning av t ex P och S (Möller och Müller, 2012).

Ett sätt att förbättra näringsutnyttjandet i växtodling kan vara att droppbevattna ut växtnäring (s.k. fertigation). I Sverige tillämpas detta främst i frukt och bärödling samt i någon mån i frilandsgurka medan tekniken på kontinenten även ökar i frilandsgrönsaker och potatis (pers. medd. Mats Martinsson, Yara). Erfarenhet från Danmark visar att tekniken fungerar för det flytande organiska gödselmedlet biovinass (personligt meddelande Orev vandningssystemer, Danmark) vilket innebär att det även borde fungera för den flytande fasen av rötrest. Torrsubstansnivån i den flytande biogödseln från torrötning (ca 3% torrsubstans enligt Stinner m fl., 2008) är i nivå med den i Bycobact som har visat fungera i näringsdroppbevattning (Svensson, 2011). Näringsbevattning med s.k. humussyror (naturliga chelater) har nyligen visats öka skörd och kvalitet av grönsaker och potatis på lätt jord (Selim och Mosa, 2012; Selim m fl. 2009). I en omfattande litteraturgenomgång har resultat sammanställts från 48 vetenskapliga artiklar med studier av humussyror och humusämnen: dessa ämnen har i något avseende förbättrat tillväxten i minst 16 växtarter (Calvo m fl. 2014). Ökad rottillväxt, antal sidorötter, näringsupptag och stresstålighet är vanligt men ofta förbättras även skörd och kvalitet. Den flytande fasen av rötrest innehåller humussyror och fulvosyror (Lis mfl. 2009) vilket alltså skulle kunna förbättra näringsutnyttjandet jämfört med fertigation med mineralgödsel.

Koncentration av näringsinnehållet i rötresten via omvänd osmos är också en teknik som kan övervägas (Gerbezgaber m fl. 2010) men tekniken kräver storskalighet och merkostnaden för att få fram en mer koncentrerad rötrest uppväger för närvarande inte den inbesparade transportkostnaden (Dahlberg, 2011).

### **Varför är hallon lämplig som modellgröda för studier av näringsbevattning med biogödsel?**

Bärödling i tunnel förlänger säsongen och utökar sortimentet av kvalitetsbär. Odlingstekniken introducerades för hallon på 1970-talet och har ökat succesivt i kommersiell hallonodling sedan 1990-talet (Dale, 2012). Fördelarna med odlingstekniken varierar beroende på var man befinner sig: de innefattar t ex vindskydd, begräsning av nederbörden, sjukdomsförebyggande, ökad relativ luftfuktighet, ökad temperatur, minskad ljusinstrålning och ultraviolett ljus. Jämfört med frilandsodling förlängs odlingssäsongen och skörden ökar dramatiskt. I ekologisk produktion har hösthallon fördelar framför sommarhallon med avseende på att förebygga problem med ogräs, svampsjukdomar och insekter. Förlängningen av odlingssäsongen, tack vara tunnelodling, har medfört ökade skördar i svensk hallonodling till en acceptable nivå på 10 – 12 ton bär per hektar (Svensson, 2011).

Tilläggsgödsling i ekologisk bärödling i tunnel är dock en utmaning eftersom marken normalt sett är täckt med plats eller väv för att förebygga ogräsproblem. Önskvärt är att kunna tillföra näringen i droppbevattning. Utbudet av ekologiska gödningsmedel som går att lösa i vatten är dock mycket begränsat (Ascard, 2013). Biovinass och Bycobact går att använda men är antingen svåra att få tag på eller dyra. Erfarenheter från ekologisk bärödling i tunnel pekar på

att man ofta får en obalanserad näringstillförsel, framför allt med överskott av Na, S och Cl (Albertsson m fl. 2010) och ökad salthalt och därmed högt ledningstal under växtsäsongen pga hög Ca, K och Mg-halt i marken (Gluck och Hansson, 2013). I Norge har man noterat problem både med överskott och brist av N samt av brist på B, Zn och Cu (Heiberg, opublicerat, citerad av Nestby, 2010)

Biogödsel skulle, som nämnts ovan, kunna fungera som näringskälla för droppbevattning. Genom att välja substrat, företrädesvis med vegetabiliskt ursprung, skulle man kunna utforma gödselmedel som överensstämmer med önskat näringsbehov och utan den smittorisk gödsel med animaliskt ursprung eventuellt kan innebära. Det har visat sig att, beroende på hur skörderester från olika växtfamiljer kombineras som substrat vid dagmaskkompostering, kan man få dagmaskkompost (vermikompost) som är mer eller mindre lämpliga som gödningsmedel för trädgårdsgrödor (Chatterjee et al., 2014). På motsvarande sätt är det troligt att biogödsel är olika lämpligt som gödselmedel till olika grödor beroende på ursprunget på substratet som använts vid biogasrötningen: t ex kan vilka växtfamiljer som ingår och i vilka utvecklingsstadier växterna skördats ha betydelse för biogödseln växtnäringsammansättning.

För ekologisk växthusproduktion, inklusive tunnelodling, håller EU på att förändra regelverket. Enligt det senaste förslaget vill man begränsa s.k. ”odling i substrat i avgränsade bäddar”. Enligt förslaget ska detta bara tillåtas för växter som säljs i sina krukor. Dessutom finns det ett förslag som kräver växtnäringsbalanser som verktyg för att begränsa näringstillförsel av kompletterande lösliga näringsämnen i ekologisk växthusodling, samt begränsning av användningen av torv i krukodling (EGTOP, 2013). En potentiell begränsning av torvanvändning inspirerade Do och Scherer (2012) att använda kompost och biogödsel baserat på växtmaterial som odlingssubstrat vid planuppdragning. De fann att det fungerade att odla direkt i den fasta delen av biogödsel. Rajgräs användes som testgröda och odlades i 6-liters krukor under fem månader. Biogödseln som man odlade i var från en-stegs biogasreaktor som matats med majs och svingödsel. Den fasta fasen hade separerats från vätskan genom. Eftersom rajgräs är relativt tåligt för höga salthalter och endast vegetativ tillväxt studerades, finns det ett behov av ytterligare arbete med andra grödor och även med den fasta fasen från tvåstegs rötning.

## **Lönsamhetsanalys för ekologisk hallonodling med och utan biogödsel**

(Per Hansson och Anita Gunnarsson)

### **Beskrivning av kalkylmodellen**

För att få en uppfattning om det ekonomiska värdet av att kunna näringsbevattna med den flytande fasen av biogödsel från torrötning gjordes beräkningar för ekologisk hallonodling som bedöms vara den kultur där metoden snabbast kan komma till praktisk användning. Som underlag användes kalkyler av Andersson m fl (2011) där författarna utgått från två olika typföretag:

- 1) Småskalig ekologisk bärodling där tanken är att bären är ett komplement till övrig verksamhet och omfattar 0,5 hektar hallon (Tabell 2a). I kalkylen för småskalig hallonodling redovisas ekonomin som kr per 1000 m<sup>2</sup> men för avskrivningsunderlaget är baserat på en odling på 0,5 hektar. Odlingen antas ske i tunnel.
- 2) Storskalig specialiserad bärodling där tanken är att företaget enbart odlare bär och där verksamheten omfattar 5 hektar hallon (Tabell 3a). I kalkylen redovisas ekonomin

som kr per hektar men avskrivningsunderlaget är baserat på en odling på 5 hektar. Odlingen antas ske utomhus på plastlist.

I kalkylerna redovisas bara de kostnader som är relevanta för att kunna jämföra ekologiska gödslingsystem med och utan näringsbevattning med biogödsel. För båda typföretagen finns även en jämförelse med konventionell odling. För fullständiga kalkyler hänvisas till Andersson m fl (2011).

I båda företagstyperna har ekoodlingen grundgödslats med nötgödsel under etableringsåret både i alternativet med och utan biogödsel (Tabell 2a och 2a). I biogödselalternativet har 30 m<sup>3</sup> biogödsel per hektar vattnats ut med droppbevattning varje år med undantag för etableringsåret. Det motsvarar (kg/ha) ca 76 total-N, 53 NH<sub>4</sub>-N, 5 P och 139 K (beräknat enligt uppgifter om halter i den flytande fasen från Stinner m fl. 2008). I det ekologiska alternativet utan biogödsel har 1200 kg Biofer per hektar tillförts årligen med undantag för etableringsåret. Det motsvarar (kg/ha) 72 total-N, 54 växttillgängligt N förutsatt 75 % N-effektivitet, 36 P och 144 K.

I alla gödslingsalternativen görs bevattningen via droppbevattning. I kalkylen med biogödselalternativet antas biogödseln tillföras som näringsbevattning. Anläggningen förses där med en gödselinjektor, för att kunna sprida näringslösning i droppbevattningen. I kalkylen har biogödseln prissatts till 0 kr och i stället har kalkylen använts för att beräkna de respektive företagens betalningsförmåga för rötrest förutsatt att det blir samma skörd i ekologisk hallonodling utan rötrest som i systemet med rötrest.

## **Resultat och diskussion kring lönsamhetsanalysen**

Kostnaden för ekologiskt småskalig hallonodling i tunnel där biogödsel används för näringsbevattning blir 1 560 kr lägre per 1 000 m<sup>2</sup> under en hel omloppsperiod jämfört med odling utan biogödsel men med Biofergödsling (Tabell 2b). Fördelas skillnaden på de 5 skördeåren uppgår den till 312 kr/år och 1 000 m<sup>2</sup>. Om skillnaden fördelas på biogödseln (prissatt till 0 kr/m<sup>3</sup> i ursprungskalkylen) motsvarar den en betalningsförmåga på 104 kr/m<sup>3</sup> biogödsel. Detta är ett betydligt högre värde än om biogödsel enbart värderas som konventionell handelsgödsel utifrån priset på N34, P20 och KMg: då är värdet bara ca 86 kr/m<sup>3</sup> från vilket en merkostnad på ca 16 kr/m<sup>3</sup> ska dras, för spridning jämfört med handelsgödselspridning. Det korrigerade handelsgödselvärdet blir då ca 60 kr/m<sup>3</sup>. Ett annat sätt att värdera betydelsen av kostnadsbesparingen i biogödselsystemet är att värdera investeringsförmågan om hela den vunna besparingen t ex används till att delfinansiera en biogasanläggning för torrötning. Investeringsutrymmet i en småskalig hallonodling med 0,5 ha tunnelodling blir då ca 21 000 kr (20 års avskrivning, 5 % kalkylränta).

Kostnaden för ekologiskt storskalig hallonodling på plastlist där biogödsel används för näringsbevattning blir 29 170 kr lägre per hektar under en hel omloppsperiod jämfört med odling utan biogödsel men med Biofergödsling (Tabell 3b). Fördelas skillnaden på de 7 skördeåren uppgår den till 4 167 kr/år och hektar. Om skillnaden fördelas på biogödseln (prissatt till 0 kr/m<sup>3</sup> i kalkylen) motsvarar den en betalningsförmåga på 139 kr/m<sup>3</sup> biogödsel. Investeringsförmågan tack vare den vunna besparingen blir i en specialiserad hallonodling med 5 ha odling på plastlist ca 278 000 kr (20 års avskrivning, 5 % kalkylränta).

Odlingskostnaden i konventionell odling överstiger den ekologiska med biogödsel med 240 kr 1 000 m<sup>2</sup> och skördeår i det småskaliga kalkylexemplet och med 3 368 kr per hektar och skördeår i det storskaliga exemplet. Per m<sup>3</sup> biogödsel motsvarar det 112 respektive 80 kr per m<sup>3</sup> om man räknar med de 30 m<sup>3</sup> biogödsel som ingår i den ekologiska kalkylen. Den biogödselgivan är dock beräknad för att motsvara N och K-givan med Biofer 6-3-12. Om rötrest skulle ersätta N-tillförsel med näringsbevattning i den konventionella odlingen skulle givan behöva dubblas. Betalningsförmågan skulle då hamna på 40 respektive 56 kr per m<sup>3</sup> i det storskaliga respektive småskaliga typföretaget dvs. under det korrigerade handelsgödselvärdet. Investeringsförmågan tack vare den vunna besparingen blir i en specialiserad konventionell hallonodling med 5 ha odling på plastlist ca 225 000 kr medan den i en småskalig konventionell hallonodling med 0,5 ha tunnelodling blir ca 16 000 kr (20 års avskrivning, 5 % kalkylränta).

### **Slutsats av lönsamhetsanalysen**

Beräkningarna visar att det finns en möjlig betalningsförmåga för användning av rötrest som gödselmedel ekologisk hallonodling. För en specialiserad hallonodling i en omfattning på 5 hektar kan möjligheten att ersätta gödsling med pelleterad Biofer med näringsbevattning med egenproducerad biogödsel öka investeringsutrymmet för en tvåstegs biogasanläggning avsevärt. Övriga jämförelser, t.ex skördens storlek eller kvalitet är inte medtagna i beräkningarna och måste naturligtvis undersökas. Biogödseln skulle även i konventionell hallonodling kunna fungera som ett ekonomiskt intressant alternativ till kommersiella vattenlösliga gödselsalter men även här måste den tekniska och biologiska funktionen för biogödseln undersökas.

### **Lösningförslag och milstoleplan**

Flera förslag till studier har utarbetats och lämnats in till tänkbara finansiärer under projektet löptid. Arbetena har fokuserat på

- a) En förstudie för grundläggande receptutveckling samt anpassning av näringsbevattningsteknik som är passar till vad som behövs för att använda den våta rötresten från tvåstegs torrrotning
- b) Studier i hallon – här har olika ambitionsnivåen gjorts beroende på finansierare och innefattat från 4-8 gödslingsystem i hallon och med olika ambitionsnivå på uppföljning alltifrån begränsad uppföljning av skörd, näringsupptag i hallonen samt studier av näringssituationen i jord för uppföljning av ev. oönskad saltackumulering till projekt där även markorganismer studeras.
- c) Fortsättningsprojekt är inte utarbetade i detalj men dels finns långt gångna planer på arbete med den fasta fasen av rötresten och del finns planer på att använda näringsbevattning med rötrest i andra relevanta odlingar t ex ekologisk fruktodling, kanske i plantskoleodling och på sikt även i ettåriga fältmässiga odlingar.

Hittills har medel endast beviljats till ovan nämnda förstudie och i det fallet endast till 50 % av projektkostnaden. En ansökan ligger dock inne hos Interreg ÖSK för att få det fullfinansierat och förhoppningsvis ska detta steget komma ingång hösten 2015 och kunna avslutas i slutet av 2016.

Tabell 2a. Småskalig ekologisk bärödling i tunnel: ekonomisk jämförelse av kostnader mellan gödslingsystem med respektive utan näringsbevattnings med biogödsel. Konventionell odling i tunnel finns med som jämförelse

Åtgärd	Ekologisk utan biogödsel		Ekologisk med biogödsel i näringsbevattnings		Konventionell odling	
		Kostnad, kr/1000 m <sup>2</sup>		Kostnad, kr/1000 m <sup>2</sup>		Kostnad, kr/1000 m <sup>2</sup>
	<b>Etableringsår</b>		<b>Etableringsår</b>		<b>Etableringsår</b>	
Nötgödsel	3 ton x 100 kr	300 kr	3 ton x 100 kr	300 kr		
NPK 11-5-18					25 kg x 4,90 kr	123 kr
Bev. Central		661 kr		729 kr		729 kr
Biogödsel, flytande fas från torrötning						
Bev elkostnad		48 kr		48 kr		48 kr
Arb bevattnings	2 tim	310 kr	2 tim	310 kr		
Arbete näringsbevattnings					4 tim	620 kr
	<b>Skördeår 1-4</b>		<b>Skördeår 1-4</b>		<b>Skördeår 1-4</b>	
Pelleterad ekogödsel*	120 kg x 4,25 kr	510 kr				
Näringsbevattnings						595 kr
Bev elkostnad		48 kr		48 kr		48 kr
Gödselinjektor för biogödsel				449 kr		
Biogödsel, flytande fas från torrötning			3 m <sup>3</sup> /1000 m <sup>2</sup> *0 kr/m <sup>3</sup>	- kr		
Bev. Central		661 kr		661 kr		729 kr
Arbete gödsling	1 tim	155 kr				
Arbete gödsling traktor	1 tim	420 kr				
Arbete bevattnings	2 tim	310 kr	4 tim	620 kr	4 tim	620 kr
	<b>Skördeår 5</b>		<b>Skördeår 5</b>		<b>Skördeår 5</b>	
Pelleterad ekogödsel*	120 kg x 4,25 kr	510 kr				
Näringsbevattnings						595 kr
Bevattnings elkostnad		48 kr		48 kr		48 kr
Gödselinjektor för biogödsel				449 kr		
Biogödsel, flytande fas från torrötning			3 m <sup>3</sup> /1000 m <sup>2</sup> *0 kr/m <sup>3</sup>	- kr		
Bevattnings central		661 kr		661 kr		729 kr
Arbete gödsling	1 tim	155 kr				
Arbete gödsling traktor	1 tim	420 kr				
Arbete bevattnings	2 tim	310 kr	4 tim	620 kr	4 tim	620 kr

\*) Biofer 6-3-12



Tabell 2b. Småskalig ekologisk bärddling: ekonomisk jämförelse av kostnader mellan gödslingsystem med respektive utan näringsbevattning med biogödsel. Konventionell odling i tunnel finns med som jämförelse. Summering årsvis och för hel omloppsperiod

<b>Summering årsvis:</b>	Ekologisk utan biogödsel Kostnad, kr/1000 m <sup>2</sup>	Ekologisk med biogödsel i näringsbevattningen Kostnad, kr/1000 m <sup>2</sup>	Konventionell odling Kostnad, kr/1000 m <sup>2</sup>
Etableringsår	1 319 kr	1 387 kr	1 520 kr
Skördeår 1	2 104 kr	1 778 kr	1 992 kr
Skördeår 2	2 104 kr	1 778 kr	1 992 kr
Skördeår 3	2 104 kr	1 778 kr	1 992 kr
Skördeår 4	2 104 kr	1 778 kr	1 992 kr
Skördeår 5	2 104 kr	1 778 kr	1 992 kr
Skördeår 6			
Skördeår 7			
<b>Summa kostnad bevattning och gödsling under en omloppsperiod:</b>	11 839 kr/5 år	10 279 kr/5 år	11 480 kr/5 år
Differens till ekologiskt system med rötrest	1 560 kr/5 år = 312 kr/år		1 200 kr/5 år = 240 kr/år
Differens uttryckt i kr/m <sup>3</sup> biogödsel	104 kr/m <sup>3</sup> biogödsel		40 kr/m <sup>3</sup> om 60 m <sup>3</sup> /ha *
Kr/år om 0,5 ha odling	1 560 kr		1 200 kr
Investeringsutrymme om 20 års avskr. & 5 % ränta	21 000 kr		16 000 kr

\*) Näringsstillförseln enligt de konventionella kalkylerna motsvarar 90, 25 och 75 kg N, P och K per hektar (pers. medd. Thilda Nilsson, mars 2015). Samma N-giva skulle kräva ca 60 m<sup>2</sup> rötrest per hektar enligt tillgänglig analys på flytande biogödsel från 2-stegsrötning enligt Stinner m fl (2008).

Tabell 3a. Storskalig specialiserad utomhusodling av hallon på plastlist: ekonomisk jämförelse av kostnader mellan gödslingssystem med respektive utan näringsbevattning med biogödsel. Konventionell odling på bar mark finns med som jämförelse.

Åtgärd	Ekologisk utan biogödsel		Ekologisk med biogödsel i näringsbevattningen		Konventionell odling på barmark	
		Kostnad, kr/ha		Kostnad, kr/ha		Kostnad, kr/ha
	<b>Etableringsår</b>		<b>Etableringsår</b>		<b>Etableringsår</b>	
Nötgödsel	30 ton x 100 kr	3 000 kr	30 ton x 100 kr	3 000 kr		
NPK 11-5-18					250 kg x 4,90 kr	1 225 kr
Bev. Central		6 614 kr		7 287 kr		7 287 kr
Biogödsel, flytande fas från torrötning						
Bev elkostnad		480 kr		480 kr		480 kr
Gödselinjektor för biogödsel				1 677 kr		
Arb bevattning	8 tim	1 240 kr				
Arbete näringsbevattning			8 tim	1 240 kr	8 tim	1 240 kr
	<b>Skördeår 1</b>		<b>Skördeår 1</b>		<b>Skördeår 1</b>	
Pelleterad ekogödsel*	1200 kg x 4,25 kr	5 100 kr				
Näringsbevattning						4 625 kr
Bev elkostnad		480 kr		480 kr		480 kr
Biogödsel, flytande fas från torrötning			30 m <sup>3</sup> /ha *0 kr/m <sup>3</sup>	- kr		
Bev. Central		6 614 kr		6 614 kr		7 287 kr
Gödselinjektor för biogödsel				1 677 kr		
Arbete gödsling	2 tim	310 kr	2 tim	310 kr	2 tim	310 kr
Arbete gödsling traktor	2 tim	840 kr				
Arbete bevattning	8 tim	1 240 kr	8 tim	1 240 kr	8 tim	1 240 kr
	<b>Skördeår 2-7</b>		<b>Skördeår 2-7</b>		<b>Skördeår 2-7</b>	
Pelleterad ekogödsel*	1200 kg x 4,25 kr	4 800 kr				
Näringsbevattning						4 625 kr
Bevattning elkostnad		480 kr		480 kr		480 kr
Biogödsel, flytande fas från torrötning			30 m <sup>3</sup> /ha *0 kr/m <sup>3</sup>	- kr		
Bevattning central		6 614 kr		6 614 kr		7 287 kr
Arbete gödsling	2 tim	310 kr	2 tim	310 kr	2 tim	310 kr
Arbete gödsling traktor	2 tim	840 kr				
Arbete bevattning	8 tim	1 240 kr	8 tim	1 240 kr	8 tim	1 240 kr

\*) Biofer 6-3-12

Tabell 3b. Storskalig specialiserad utomhusodling av hallon på plastlist: ekonomisk jämförelse av kostnader mellan gödslingsystem med respektive utan näringsbevattning med biogödsel. Konventionell odling på bar mark finns med som jämförelse. Summering årsvis och för hel omloppsperiod

<b>Summering årsvis:</b>	Ekologisk utan biogödsel Kostnad, kr/ha	Ekologisk med biogödsel i näringsbevattningen Kostnad, kr/ha	Konventionell odling på barmark Kostnad, kr/ha
Etableringsår	11 334 kr	12 007 kr	10 232 kr
Skördeår 1	14 584 kr	10 321 kr	13 942 kr
Skördeår 2	14 284 kr	10 321 kr	13 942 kr
Skördeår 3	14 284 kr	10 321 kr	13 942 kr
Skördeår 4	14 284 kr	10 321 kr	13 942 kr
Skördeår 5	14 284 kr	10 321 kr	13 942 kr
Skördeår 6	14 284 kr	10 321 kr	13 942 kr
Skördeår 7	14 284 kr	10 321 kr	13 942 kr
<b>Summa kostnad bevattning och gödsling under en omloppsperiod:</b>	113 422 kr	84 252 kr	107 826 kr
Differens till ekologiskt system med rötrest	29 170 kr/7 år = 4 167 kr/år		23 574 kr/7 år = 3 368 kr/år
Differens uttryckt i kr/m <sup>3</sup> biogödsel	139 kr		56 kr/m <sup>3</sup> om 60 m <sup>3</sup> /ha *
Kr/år om 5 ha odling	20 836 kr		16 839 kr
Investeringsutrymme om 20 års avskr.. & 5 % ränta	278 000 kr		225 000 kr

\*) Näringsstillförseln enligt de konventionella kalkylerna motsvarar 90, 25 och 75 kg N, P och K per hektar (pers. medd. Thilda Nilsson, mars 2015). Samma N-giva skulle kräva ca 60 m<sup>2</sup> rötrest per hektar medan samma K-giva skulle kräva ca 20 m<sup>3</sup> rötrest per hektar enligt tillgänglig analys på flytande biogödsel från 2-stegsrötning enligt Stiner m fl 2008.

## Referenser

- Aikan. 2015. Hemsida: <http://www.aikantechnology.com>
- Albertsson J M-L, Nilsson, T, Winter C. 2010. Ekologisk odling av hallon i tunnlar och björnbär och jordgubbar i växthus.
- Andersson L. Winter C. Håkansson, B. Nilsson, T. Söderlind M. 2011. Ekologisk bärödling. Kalkyler för jordgubbar och hallon. Jordbruksverket, Ekologisk Lantbruk nr 13. Tillgänglig 2015 03 25 på <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ekonomi-i-barodling.html>
- Ascard, J. 2013. Gödselmedel för ekologisk odling 2014. Specialgödselmedel och stallgödsel. Jordbruksverket. Hämtad 2015 03 28 från <http://www2.jordbruksverket.se/download/18.465e4964142dbfe447067b1/1389261942320/G%C3%B6dselmedel+f%C3%B6r+ekologisk+odling+2014.pdf>
- Båth, B. and Elfstrand, S. 2008. Use of red clover-based green manure in leek cultivation. *Biological Agriculture and Horticulture*. 25(3): p. 269-286.
- Calvo, P., Nelson, L. och Kloepper, J. 2014. Agricultural uses of biostimulants. *Plant and soil*. 383: 3-41.
- Chatterjee R., Bandyopadhyay S. and Jana J. C., 2014. Evaluation of vegetable wastes recycled for vermicomposting and its response on yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) 2014. *Int J Recycl Org Waste Agricult* (2014) 3:60.
- Dahlberg, C. 2011. Biogödsel förädling – tekniker och leverantörer. Rapport U2011:3. Avfall i Sverige utveckling. ISSN 1103-4092.
- Dale, A. 2012. Protected cultivation of raspberries. *Acta Hort. (ISHS)* 946:349-354
- Do, T.C.V. and Scherer, H.V., 2012, Compost and biogas residues as basic materials for potting substrates. *Plant soil and environment*, 10:459-464.
- EGTOP (Expert group for technical advice on organic production), 2013. Final report on greenhouse production (Protected Cropping). European Commission, H3 Organic farming, Nr 6. Available at: [http://ec.europa.eu/agriculture/organic/files/eu-policy/expert-recommendations/expert\\_group/egtop\\_report\\_on\\_greenhouse\\_production.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/files/eu-policy/expert-recommendations/expert_group/egtop_report_on_greenhouse_production.pdf)
- Fog, E. 2013. Biomasser der kan anvendes till produktion of ekologisk biogas. Videncentret for Landbrug. Okologi. Tillgänglig 2015 03 25 på [https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/sider/Egnede\\_biomasser\\_oeko\\_biogasgoedning.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/sider/Egnede_biomasser_oeko_biogasgoedning.aspx)
- Fog E. 2014. Biogasanlaeg til afgangning af klövergræs og andre faste biomasser. Videncentret for Landbrug. Tillgänglig 2015 03 25 på [https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Biogasgoedning\\_fra\\_faste\\_biomasser.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Biogasgoedning_fra_faste_biomasser.aspx)
- Gebrezgabher, S.A., et al., 2010. Economic analysis of anaerobic digestion - a case of green power biogas plant in The Netherlands. *Njas-Wageningen Journal of Life Sciences*. 57(2): p. 109-115.
- Gluck, B.I. and Hansson, E.J. 2013. Effect of drip irrigation and winter precipitation on distribution of soil salts in three season high tunnels. *Acta Hort. (ISHS)* 987:99-104.
- Gunnarsson, A., Linden, N. and Gertsson, U. 2011. Biodigestion of plant material can improve nitrogen use efficiency in a red beet crop sequence. *Hortscience*. 46(5): p. 765-775.
- Liu, W.K., Yang, Q.C. och Du, L.F. 2009. Soilless cultivation for high-quality vegetables with biogas manure in China: Feasibility and benefit analysis. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 24(4): p. 300-307.

- Lehtomäki, A. and L. Björnsson, 2006. Two-stage anaerobic digestion of energy crops: Methane production, nitrogen mineralisation and heavy metal mobilisation. *Environmental Technology*. 27(2): p. 209-218.
- Möller, K. & Müller, T. (2012). Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences* 12(3), 242-257
- Möller, K., Stinner, W., Deuker, A. och Leithold, G. 2008. Effects of different manuring systems with and without biogas digestion on nitrogen cycle and crop yield in mixed organic dairy farming systems. *Nutrient cycling in agroecosystems*. 82(3): p. 209-232.
- Nizami, A.S. and J.D. Murphy, 2010. What type of digester configurations should be employed to produce biomethane from grass silage? *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 14(6): p. 1558-1568.
- Nestby, R. 2010, Project description: New methods for organic raspberry production in polyethylene tunnels. Runs 2007 - 2010. Available 2013 10 22 at <http://orgprints.org/14970/>
- Selim, E.M. och Mosa A.A. 2012. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2012. 175(2): p. 273-281.
- Selim, E.M., Mosa, A.A. och El-Ghamry, A.M. 2009. Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. *Agricultural Water Management*. 96(8): p. 1218-1222.
- Stinner, W., K. Möller, and G. Leithold, 2008. Effects of biogas digestion of clover/grass-leys, cover crops and crop residues on nitrogen cycle and crop yield in organic stockless farming systems. *European Journal of Agronomy*. 29(2-3): p. 125-134.
- Svensson, B. 2011. Ekologisk odling av hallon och björnbär i tunnel, 2008-2011. SLU, Område Hortikultur, Alnarp. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Rapport nr 49
- Weiland, P., 2010. Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2010. 85(4): p. 849-860.

**Personal communication:**

- Thamm, Daniel, Biomil AB, Göteborg, mars 2015
- Fog, Eric. Landskonsulent, Økologi og Biogas, Cand. Agro. Økologi. Danmark. Mars 2015
- Hansson, Anna, verksamhetsledare, Biogas Syd, June 2013
- Horvat, Ilona, senior lecturer, University College of Borås, October 2013
- Heslop, Vicky. Methanogen Ltd. Irland
- Halvorsen, Øyvind, Programleder vid Innovasjon Norge: Landbruk og Marin, Bioenergiprogrammet ([www.innovasjon Norge.no](http://www.innovasjon Norge.no) ). Mars 2015.

## **Bilagor**

*Bilagorna kan erhållas av Anita Gunnarsson*

- 1) Noteringar från Liljas Ekoenergi – stöd och support till pionjärerna
- 2) Inbjudningar samt minnesanteckningar till torrötningsträffen 18/12 2013
- 3) Inbjudningar samt minnesanteckningar till torrötningsträffen 22/5 2014
- 4) Inbjudningar samt minnesanteckningar till torrötningsträffen 21/11 2014