

SERINA AHLGREN • ANDRAS BAKY • SVEN BERNESSON • PER-ANDERS HANSSON
ÅKE NORDBERG • OLLE NORÉN

Biodrivmedel för ekologiska gårdar – konsekvenser vid självförsörjning

- Den ekologiska odlingens drivmedel kan framställas med förnybara råvaror som bas. För närvarande är det främst tre drivmedel som är tänkbara: rapsmetylester (RME), etanol och biogas.
- Råvarorna till dessa drivmedel kan produceras på den egna gården i form av raps, vete respektive vall. Tillverkningen av drivmedlen kan antingen ske på gården eller i en större anläggning dit råvarorna transporteras.
- En övergång från dieselolja till de nämnda drivmedlen skulle kraftigt minska utsläppen av växthusgaser.
- Etanol blir det billigaste alternativet enligt den studie som redovisas. Biogas är det absolut dyraste alternativet på grund av dyra lagrings- och användningskostnader. RME blir också ett relativt dyrt bränsle eftersom priset på ekologiskt odlad raps är högt.



FOTO: AXEL LAGERHELT

FIGUR 1. | På Tølefors gård utanför Linköping tillverkas RME.



FOTO: MATS EDSTRÖM

FIGUR 2. | Biogastillverkning på Hagaviks ekologiska gård utanför Malmö.

Ekolologisk odling grundar sig på principer om hållbart utnyttjande av naturens resurser. Bland annat används inte konstgödsel eller bekämpningsmedel. Trots detta uttalade mål om hållbarhet används stora mängder fossil diesel inom ekologisk odling för att driva traktorer och redskap. I KRAV:s regler finns för tillfället inga restriktioner för hur mycket fossil energi som får användas på en ekologisk gård. En anledning kan vara att det anses för dyrt att tvinga ekologiska odlare att använda förnybara drivmedel. En annan kan vara att det finns osäkerheter kring hur miljövänligt det egentligen är att använda dessa drivmedel. Forskning som bedrivits vid SLU och JTI (Institutet för jordbruks- och miljöteknik) visar på möjligheterna och vad det skulle innebära för miljön och plånboken om en ekologisk gård skulle tillverka och använda sitt eget bränsle.

Vilket drivmedel ska man välja?

En ekologisk gård kan bli självförsörjande på förnybart bränsle genom att avsätta en del av den egna arealen till att odla råmaterial till bränsleproduktion.

Det är ungefär samma idé som att avsätta en del av arealen för att tillföra kväve genom grön gödsling! Bränslet kan sedan produceras antingen på gården, eller genom att biomassan transporteras till en anläggning och bränslet sedan transporteras tillbaka.

Vilket drivmedel man ska välja beror på flera faktorer. Det är viktigt att det nya bränslet verkligen ger minskad miljöpåverkan. Det är också viktigt att kostnaderna blir rimliga, att bränslet är lätt att använda samt att en så liten andel som möjligt av den egna arealen behöver avsättas. I en tidigare studie (Baky m.fl., 2002) har rapsmetylester (RME), etanol och biogas föreslagits som tänkbara bränslen (faktaruta 1).

Stor eller liten skala

Omvandling av råvaran till drivmedel kan ske i liten skala på gården. Man kan också tänka sig att lantbrukaren lämnar in sina råvaror till en större anläggning för att sen kvittera ut motsvarande mängd drivmedel. Fördelen med storskalighet är att det går att uppnå högre verkningsgrader i produktionen. Lantbrukaren behöver inte heller investera i utrust-



FOTO: OLLE NORÉN

FIGUR 3. | På 1980-talet hade småskalig etanoltillverkning ett uppsving i USA. Denna anläggning är från Illinois.

ning för att tillverka drivmedel. Nackdelen är att transporter tillkommer.

Tänkt gård på 1000 hektar

I detta faktablad presenterar vi resultat från en studie där en tänkt ekologisk gård på 1 000 hektar är självförsörjande på antingen RME, etanol eller biogas. Gården har inga djur, och den sjuåriga

FAKTARUTA 1

Tillverkning av RME, etanol och biogas

Rapsmetylester (RME)

För att tillverka RME behövs rapsolja, metanol och en katalysator (t.ex. kalium- eller natriumhydroxid). Den kemiska processen kallas omförestring och ger som biprodukt glycerol. Från en liter rapsolja kan man tillverka ca en liter RME.

Rapsolja kan utvinnas ur rapsfrö genom pressning. Kallpressning av rapsfrö är en lämplig metod vid småskalig produktion av olja (figur 1). Ungefär 70–77 procent av oljan i rapsfröna kan utvinnas vid kallpressning. Varmpressning med efterföljande extraktion av olja ur pressrest är en industriprocess mer lämpad för storskalig framställning av olja. Totalt kan upp till 98 procent av oljan i rapsfrö utvinnas genom varmpressning och extrahering. Förutom olja produceras även ett mjöl eller en presskaka som kan förbrännas eller användas som foder.

Rapsens avkastning i ekologiskt jordbruk är uppskattad till 2 000 kg rapsfrö per hektar. Om fröet har en oljehalt på 40 procent kan man få ut 560–784 kg RME per hektar beroende på om man använder kall- eller varmpressning. Detta kan ersätta samma mängd fossil dieselolja.

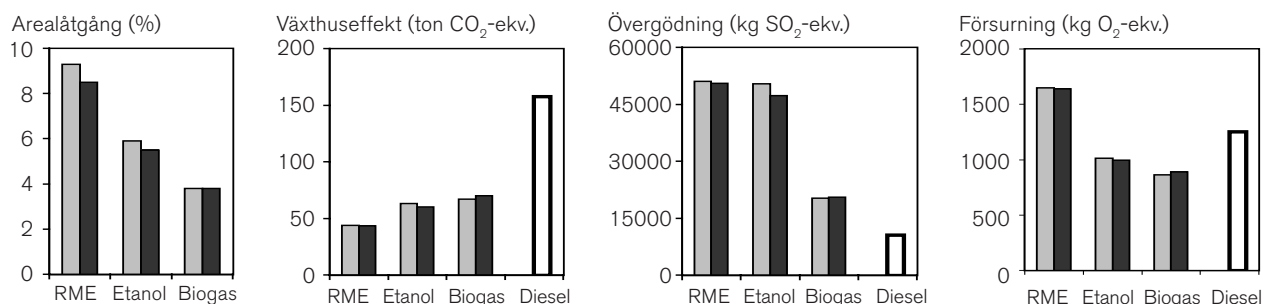
Etanol

Etanol från vete framställs genom att vetekornen mals, mäsкас och jäses. Jäsningen kan ske satsvis eller kontinuerligt. Satsvis jäsning kan ske i liten skala (figur 3), medan de kontinu-

erliga processerna lämpar sig mer för storskalig etanolframställning. Efter jäsning erhålls etanol och drank. Etanolen destilleras vidare till en 95-procentig lösning. Drank är en biprodukt som kan användas som foder. Drankens fodervärde är ungefär en tredjedel av vetets, men dranken är blöt och måste användas inom några dagar, eller torkas för att klara lagring. För tillverkning av etanol behövs värmeenergi. Beroende på om värmen kommer från fossila eller förnybara källor kan resultatet för miljöpåverkan skilja sig mycket åt. Vid en skörd på 3 500 kg vete, blir utbytet ca 1 200 liter etanol per hektar. Detta kan ersätta ca 790 liter diesel.

Biogas

Biogas tillverkas genom rötning av organiskt material i syrefria behållare (rötkammare) (figur 2). I lantbruket kan till exempel vallgrödor, gödsel eller biprodukter som sockerbetsblast fungera som råvaror. När mikroorganismer i en syrefri miljö bryter ner biomassan bildas främst metangas och koldioxid, men även små mängder av bland annat kvävgas och svavelväte. Innan biogasen kan användas som fordonsbränsle bör den därför renas, och koldioxiden måste tas bort. Efter rötningen återstår en rötrest som kan spridas på åkermark. Utbytet av biogas är starkt beroende av ingående material, men från vall kan man räkna med ca 1 800 m³ per hektar. Detta kan ersätta ca 1 400 liter diesel.



FIGUR 4. | Arealåtgång och miljöpåverkan (faktaruta 2) på en 1 000 hektar stor ekologisk gård som ersätter fossil dieselloja med egenproducerade drivmedel. Varje alternativt drivmedel har två staplar. De vänstra staplarna representerar tillverkning av drivmedel på gården medan de högra är för storskaliga lösningar (gårdens råvaror transporteras till en större anläggning).

växtföljden består av höstvetete, råg, raps, havre, bönor och två omgångar grön-gödsling. Om gården drivs med diesel behövs ca 54 100 liter diesel per år. Utifrån denna gårds förutsättningar är det möjligt att producera RME från raps, etanol från vete och biogas från vallgröda för att ersätta dieseln. Både tillverkning av bränslet på gården och tillverkning i en central anläggning 25 km från gården studerades.

Hur stor del av arealen behövs?

För att bli självförsörjande på RME måste gården avvara raps från 93 hektar (9,3 procent av arealen) om tillverkningen sker småskaligt på gården. Om råvarorna fraktas till en större anläggning blir andelen mindre (85 ha), eftersom tillverkningen av RME blir mer effektiv. Motsvarande siffra för etanol är 59 hektar (55 ha för storskaligt) och för biogas 38 hektar (samma areal för storskaligt). Om man väljer biogas minskar dock inte mängden sålda grödor från gården, eftersom vällen i vanliga fall plöjs ner.

Användning på gården

RME:s egenskaper är fullt jämförbara med diesel, men på grund av det lägre energiinnehållet hos RME kommer bränsleförbrukningen att öka något. Genom olika tillsatsmedel kan RME användas ner till -21°C . RME kan lagras på gården på samma sätt som diesel.

Som motorbränsle ger **etanol** en ren förbränning. För att etanol ska kunna användas i traktorns dieselmotor behövs antingen att en tändförbättrare (till exempel polyetylen glykol) tillsätts eller att motorn utrustas med tändstift. Eftersom etanol har lägre energiinnehåll än diesel måste bränslepumpens

kapacitet ökas. För att minska behovet av tändförbättrare ökas ofta även motorens kompression. Etanolen kan också lösa upp gammal smuts i bränslesystemet vilket kan leda till störningar. Etanolen är också mer aggressiv mot vissa metaller och gummidetaljer. En annan skillnad är att etanol inte kan gårdslagras på samma sätt som diesel. Etanol tillhör samma riskklass som bensin, vilket medför högre säkerhetskrav.

Biogas bör ha en metanhalt på 96–99 procent, motsvarande kvaliteten på naturgas för att kunna användas som motorbränsle. Traktorn måste anpassas till gasdrift vilket bland annat innebär att tändstift och gastankar måste monteras. Ett stort problem är att kunna få med sig tillräckligt med bränsle på traktorn. Även om biogasen komprimeras till 200 bar blir gastankarna väldigt skrymmande. Ett annat problem är lagringen av gasen. Om biogasen produceras på gården måste man investera i ett gaslager. Om gasen produceras storskaligt måste den fraktas till gården i trycksatta flaskor, vilket kommer att innebära många transporter till och från gården.

Miljöpåverkan

Alla studerade biobränslen minskade bidraget till växthuseffekten jämfört

med diesel (figur 4). Det enskilt största bidraget till växthuseffekten vid produktion och användning av biobränsle kom från lustgasutsläpp från åkermark vid odling. Bidraget till övergödning är i alla scenarier större än vid användning av diesel, vilket beror på utlakning av växtnäring då man odlar grödor. Bidrag till försurning härrör i första hand från förbränning av bränslen i traktorerna. RME ger till exempel relativt stora utsläpp av kvävoxider (NO_x). Skillnaden i miljöpåverkan mellan de småskaliga och de storskaliga lösningarna är liten. Förmodligen blir det andra faktorer, som kostnader och användarvänlighet, som får avgöra i vilken skala självförsörjningen bör bedrivas.

Stora skillnader mellan studier

När man räknar på energibalans och miljöpåverkan kan resultaten ofta skilja sig åt markant mellan olika studier. Detta beror till stor del på vilka antaganden som ligger bakom resultaten. Ett viktigt antagande gäller hur man hanterar biprodukter. Ta till exempel RME. När man pressar raps får man förutom olja också en rapskaka som kan användas som foder eller bränsle. Eftersom biprodukten har en användning är det också rimligt att den tilldelas (allokeras) en del av miljöpåverkan.

FAKTARUTA 2

Att beräkna miljöpåverkan

Tre miljöpåverkanskategorier studerades i denna studie: bidrag till växthuseffekt, övergödning och försurning. Olika ämnen bidrar olika mycket till dessa kategorier. Till exempel motsvarar 1 kg metan (som är en stark växthusgas) 23 kg koldioxid. För att få ett enhetligt resultat räknar man om till ekvivalenter.

Växthuseffekt brukar vanligtvis beräknas som koldioxidekvivalenter (CO_2 -ekv.). Övergödning har i denna studie beräknats som syreekvivalenter (O_2 -ekv.), då syreatgången för nedbrytning av organiskt material är ett bra mått på övergödning. Försurning har beräknats som svaveldioxidekvivalenter (SO_2 -ekv.).

TABELL 1. | *Kostnader för självförsörjning på biobränsle på en ekologisk gård (1000 ha).*

	RME	Etanol	Biogas	Diesel
Råmaterial	661 200	244 500	118 500	
Transport av råmaterial	5 600	5 700	32 300	
Bränsletillverkning	195 400	356 500	421 300	
Transport av bränsle	1 900	2 600	84 700	
Lagring av bränsle på gården	8 200	12 300	244 500	
Traktorjusteringar	0	53 800	128 700	
Total	872 300	675 400	1 030 000	309 800

Hur man väljer att fördela miljöbelastningen kan påverka resultaten kraftigt. I denna studie har vi använt oss av ekonomisk allokering, dvs. att värdet på oljan respektive rapskakan styr hur stor del av miljöpåverkan som vardera produkt får ta.

Hur mycket kostar det?

Kostnaderna för att ett ekologiskt lantbruk ska bli självförsörjande har räknats ut för storskalig produktion av bränsle, dvs. då gårdens råvaror fraktas till en anläggning 25 km bort och motsvarande mängd bränsle kvitteras ut. Råmaterialkostnaden är beräknad som den inkomst som lantbruket förlorar då grödan används till bränsle istället för att säljas. I biogasfallet motsvarar råvarukostnaden värdet på den växtnäring som förs bort. I tabell 1 kan man se att biogas är det absolut dyraste valet, vilket främst beror på stora kostnader i samband med tillverkning och användning av biogasen. RME blir också ett relativt dyrt val på grund av den höga råvarukostnaden. Lantbrukaren tjänar helt enkelt mycket mer på att sälja rapsen än på att använda den som drivmedel. Etanol är det billigaste av de undersökta alternativen. Ändå blir etanolen mer än dubbelt så dyr som dieseln, i alla fall med dagens låga priser på diesel.

Växling

Det biobränsle som är enklast att använda är för närvarande RME, eftersom befintliga system kan användas för lagring och traktorerna inte behöver

modifieras. Raps är dock en gröda som på många ställen är svår att producera ekologiskt med rimliga skördenivåer. Den råvara som vanligen är enklast att producera inom ekologisk odling är ofta vall, eftersom växtföljden för att upprätthålla kvävebalansen måste innehålla grödor som fixerar kväve. Användning av biogas som drivmedel för lantbrukstraktorer har dock visat sig vara förhållandevis krångligt och dyrt.

System baserade på "växling" av drivmedel, dvs. att gården producerar råvaror till en typ av bränsleproduktion men använder ett annat biobränsle för sina egna traktorer, skulle kunna vara en framgångsrik strategi för att göra ekologiska gårdar "självförsörjande" på drivmedel till en rimlig kostnad.

I framtiden

Utvecklingen är mycket snabb inom drivmedelsområdet. Ett flertal nya tekniker för produktion av drivmedel från biomassa är under utveckling. Det rör sig dels om drivmedel producerade från syngas (en blandning av H₂ och CO) framställd genom termisk förgasning (förbränning med underskott av syre) av biomassa. Flytande drivmedel som metanol och Fischer-Tropsch-diesel kan produceras från syngas men även vätgas och dimetyleter (DME) är möjligt att framställa. Alla dessa bränslen kan användas i vanliga förbränningsmotorer, men de kan även utnyttjas i bränsleceller.

En annan teknik som kan få stor betydelse i framtiden är produktion av etanol från vedartad biomassa. De nya

teknikerna lämpar sig bäst för mycket storskaliga anläggningar och kostnaderna blir då troligen mycket lägre än för de bränslen som finns som alternativ idag.

Ämnesord

Biobränsle, jordbruk, självförsörjning, RME, etanol, biogas

Läs mer

- Baky, A., Hansson, P.-A., Norén, O. & Nordberg, Å. 2002. Grön traktor – alternativa drivmedel för det ekologiska lantbruket. *JTI-rapport Lantbruk & Industri 302*. (kan laddas hem från www.jti.se)
- Fredriksson, H., Baky, A., Bernesson, S., Nordberg, A., Noren, O. & Hansson, P.A. 2006. Use of on-farm produced biofuels on organic farms - Evaluation of energy balances and environmental loads for three possible fuels. *Agricultural Systems* 89, 184–203.
- Hansson, P.A., Baky, A., Ahlgren, S., Bernesson, S., Nordberg, A., Noren, O. & Pettersson, O. 2007. Self-sufficiency of motor fuels on organic farms - Evaluation of systems based on fuels produced in industrial-scale plants. *Agricultural Systems* 94, 704–714.
- Jordbruksverket, *Jordbruksinformation 1–2006*. Gårdsbaserad biogasproduktion – en möjlighet för det ekologiska lantbruket. Råd i praktiken.

På nätet

www.bioenergiportalen.se. Bioenergiportalen är en samlingsplats för bioenergifrågor relaterade till jordbruket

Författarna

Serina Ahlgren (018-67 18 87), Sven Bernesson (018-67 18 22) & Per-Anders Hansson (018-67 18 77) arbetar vid SLU:s institution för biometri och teknik, Box 7032, 750 07 Uppsala. E-post: Fornamn.Efternamn@bt.slu.se

Andras Baky (018-30 33 22), Åke Nordberg (018-67 32 97) & Olle Norén (018-xx yy zz) arbetar vid Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI), Box 7033, 750 07 Uppsala. Fornamn.Efternamn@jti.se



"Grön Traktor"-gruppen: Hansson, Ahlgren, Baky, Bernesson, Nordberg och Norén.

Ansvarig utgivare: Kristina Glimelius, SLU, NL-fakulteten, Box 7082, 750 07 UPPSALA
Redaktör: David Stephansson, SLU, Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap, Box 7082, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 14 92. Telefax: 018-67 17 00. E-post: David.Stephansson@adm.slu.se

Internet: www.slu.se/forskning/fakta/

Prenumeration och lösnummer: SLU Publikationsservice, Box 7075, 750 07 UPPSALA
 Telefon: 018-67 11 00. Telefax: 018-67 35 00. E-post: publikation@service.slu.se

Prenumerationspris: 340 kronor + moms
Tryck: Elanders Tofters AB, 2007

