



Rapport

Spannmål till energi - ökad lönsamhet genom anpassning av odlingsystemet

*Increasing the Profitability of Energy
Cereals by Modifying the Cultivation
System*

Carina Gunnarsson
Johanna Olsson
Gunnar Lundin
Alfredo de Toro

Institutionen för energi och teknik
Department of energy and technology

Report 003
ISSN 1654-9406
Uppsala 2008

SAMMANFATTNING

Användningen av spannmål och andra lantbruksgrödor för framställning av energi har tillsammans med ökad efterfrågan på livsmedel i världen bidragit till ökade spannmålspriser. Eftersom även energipriserna har ökat kan energispannmål vara ett lönsamt alternativ trots ett högre spannmålspris. Hittills har energispannmål vanligtvis odlats enligt samma principer som traditionell spannmål. Lantbrukaren har dock möjlighet att anpassa odlingssystemet.

Det övergripande syftet med projektet var att förbättra lönsamheten vid odling av spannmål till energiändamål. För odlingssystemet studerades vilka anpassningar som bör göras vid exempelvis grödval, sortval, gödslingsstrategi, växtskydd och maskinhandhavanden när spannmålen ska användas till etanoltillverkning eller förbränning. Dessutom beräknades läglighetskostnaderna för energispannmål. För tre typgårdar, placerade i Skåne, Östergötland och Uppland, undersöktes därefter hur ekonomin påverkades av de anpassningar av odlingen som bör göras för energispannmål. Med ledning av dessa resultat formulerades konkreta råd till lantbrukaren om hur en sådan anpassning kan ske.

Typgårdarnas åkerareal var 203 ha, växtföljderna var sjuåriga och på samtliga platser var höstvetete den dominerande grödan. Dessutom fanns rågvete och havre med i alla växtföljder. Två alternativ nämnda *Traditionell* och *Energi* undersöktes där odlingen enligt *Energi* innebar att höstvetetet och rågvetet användes till etanolproduktion vid etanolfabriken i Norrköping och havren till förbränning istället för till foder och livsmedel. Förbränningsanläggningen antogs placerad nära typgårdarna.

Resultatet visade att odling av spannmål till energi inte skiljde sig så mycket från odling av foderspannmål. Den anpassning av odlingsinsatserna som bör göras är att sänka kvävegivan vid odling av etanolvete jämfört med vid odling av kvarn- eller fodervete. När typgårdarna analyserades sänktes kvävegivan med 25 kg per ha vid odling enligt *Energi* jämfört med *Traditionell*. Avkastningen sänktes då med 200 kg per ha för etanolvetetet.

Vid odling av spannmål till etanolproduktion är det viktigt att anpassa strategin för kvävegödsling för att uppnå en hög stärkelsehalt tillsammans med hög avkastning, kvävegivan bör anpassas efter den specifika sorten. Idag finns inga sorter som är speciellt framtagna för förbränning men utveckling bör inriktas på sorter som ger hög avkastning i kombination med högt värmevärde.

Den ekonomiska analysen av typgårdarna visade att odling enligt *Traditionell* gav en högre vinst än enligt *Energi* i Uppland och Skåne, medan båda alternativen gav ungefär lika hög vinst i Östergötland. Detta berodde framför allt på att transportkostnaderna var lika höga i båda alternativen i Östergötland, medan transportkostnaderna ökade i alternativet *Energi* i Uppland och Skåne.

En detaljstudie av energigrödorna visade att framför allt högre transportkostnaderna eftersom etanolfabriken ligger i Norrköping, gjorde att priset på höstvetete till etanolproduktion i Skåne borde vara 6 öre/kg högre än priset på fodervetet för samma lönsamhet. I Östergötland var lönsamheten bättre för etanolvete jämfört med fodervete både vid leverans under skörd och efter lagring (i december). Vid skördeleverans medförde varje procents ökning av stärkelsehalten att stärkelsebonusen ökade med drygt 2 öre/kg höstvetete. Dessutom tilläts en högre leveransvattenhalt. Priset på etanolvete kunde därför vara 8 öre lägre vid skördeleverans och 3 öre lägre vid lagerleverans utan att lönsamheten försämrades jämfört med för fodervete. För Uppland var lönsamheten för etanolvete jämfört med fodervete lika. Jämfört med vete, förbättrades lönsamheten mer när rågvete odlades till etanol istället för till foder.

Priset på havre till förbränning kunde sänkas jämfört med foderhavrepriset för samtliga typgårdar utan att lönsamheten minskade pga. energigrödestödet och sänkta transportkostnader om förbränningsanläggningen ligger nära odlingen.

I denna studie var läglighetskostnaderna en mindre post som inte påverkade den totala kostnaden i någon större utsträckning, som mest svarade de för 4 % av de totala kostnaderna. Lägre kvalitetskrav på etanolvete jämfört kvarnvete (falltal) gav lägre läglighetskostnader för odling enligt *Energi* än enligt *Traditionell*. Läglighetskostnaderna för övriga spannmålsslag var lika höga i de båda alternativen.

ABSTRACT

The use of cereals and other agricultural crops for energy purposes and the increased demand for food world-wide have increased cereal prices. However since energy prices have also *increased*, it can still be profitable to use cereals for energy production. To date, the cereals used for bioenergy have usually been grown in the same way as food and feed cereals, but there is scope to tailor the cultivation system to the end product.

The overall objective of this project was to improve the profitability of cereal cultivation for energy purposes. Changes to the cultivation system in terms of e.g. choice of crop and cultivar, strategies for fertilisation and crop protection and transport/handling of cereals for bioethanol production or combustion were studied. Timeliness costs associated with bioenergy cereals were also examined. The financial impact of changes in the cultivation system for bioenergy cereals was then examined for three typical farms, located in the provinces of Skåne, Östergötland and Uppland. Based on the results obtained, concrete guidelines for farmers were formulated.

The average arable area of the typical farms was 203 ha, the farms had a seven-year crop rotation and for all locations winter wheat was the dominant crop but triticale and oats were also included. Two cultivation systems, *Traditional* and *Energy*, were examined. In the *Energy* cultivation system, the winter wheat and triticale were used for bioethanol production in an ethanol plant located in Norrköping (Östergötland), while the oats were used for combustion in plants close to the typical farms.

The results showed that cultivation of bioenergy cereals did not differ greatly from cultivation of food/feed cereals. However, when cultivating cereals for bioethanol production it is important to adapt the nitrogen fertilisation strategy to achieve high starch content together with high yields of the specific cultivar grown. The most important change in the *Energy* system proved to be decreasing the nitrogen fertiliser dose to winter wheat for bioethanol production compared with food winter wheat, by 25 kg per ha and year overall for the typical farms. Yield then decreased by 200 kg per ha.

There are currently no cereal cultivars developed specifically for combustion, but plant breeders should work towards producing cultivars that combine high yield with high energy content per kg dry matter.

The economic analyses of the typical farms showed that the *Traditional* system gave higher profits than the *Energy* system in Uppland and Skåne, but the systems were equally profitable in Östergötland. This was because the ethanol plant was located in Östergötland, so the transport costs were the same for both systems in this province but were higher for the *Energy* system in Skåne and Uppland.

Detailed analysis of the energy cereals grown showed that due mainly to the increased transport costs associated with the ethanol plant being located in Norrköping, the price of winter wheat for ethanol production in Skåne should be 0.06 SEK/kg higher than the price of feed wheat to achieve the same level of profit. In Östergötland the profitability was higher for bioethanol wheat both when delivered at harvest or after storage (in December). For delivery at harvest, for each percentage increase in starch content there was a bonus of SEK 0.02 per kg winter wheat produced, and also higher permitted grain water content on delivery to the ethanol plant. The price of bioethanol wheat could therefore be 0.08 SEK/kg lower at harvest delivery and 0.03 SEK/kg lower at delivery after storage without lowering the profitability compared with feed wheat. For Uppland the profitability for bioethanol wheat was comparable with that of feed wheat. Compared with wheat, the profitability of triticale increased more when it was used for bioethanol instead of feed.

The price of oats for combustion rather than for feed could decrease for all typical farms without decreasing profitability due to the subsidy available for cultivation of energy crops and to the decreased transport costs when the combustion plant is located close to the typical farm.

In this study timeliness costs had minor effects on overall costs, at most constituting 4% of the total. Lower quality requirements (falling number) on bioethanol wheat compared with food wheat resulted in lower timeliness costs for the *Energy* system, while timeliness costs for the other cereals studied were similar.

FÖRORD

Användning av spannmål till energiråvara ställer andra krav på spannmålsprodukten än vad traditionell användning i kvarn- och foderindustri gör. Arbetet i projektet har syftat till att förbättra lönsamheten vid odling av spannmål till energiändamål.

Detta projekt har utförts i samarbete mellan Johanna Olsson och Gunnar Lundin (JTI) samt Carina Gunnarsson och Alfredo de Toro (SLU). Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF), tack för ert stöd vilket gjorde denna studie möjligt. Tack även till Hans Fredriksson vid Lantmännen Energi, Hans Nilsson vid Sala-Heby Energi samt Torbjörn Karlsson på Lantmännen Växtråd för er medverkan i referensgruppen. Era synpunkter var värdefulla och gav denna studie ökad relevans.

Uppsala, 26 september 2008

Alfredo de Toro

INNEHÅLL

INTRODUKTION	11
Spannmål till etanolproduktion och förbränning i Sverige	11
Prissättning	11
Produktionskostnader	12
SYFTE	12
MATERIAL OCH METODER	12
Kravspecifikationer	12
<i>Etanolspannmål</i>	13
<i>Eldningsspannmål</i>	13
Anpassning av odlingsinsatser	14
<i>Viktiga kvalitetsparametrar hos olika spannmålslag</i>	14
<i>Etanolspannmål</i>	15
<i>Spannmål till förbränning</i>	16
Typgårdarna	17
<i>Analyserade alternativ</i>	17
<i>Ekonomisk analys av alternativen Traditionell och Energi</i>	18
<i>Detaljstudie av odling av energispannmål</i>	23
<i>Havrens värde relaterat till energiinnehåll</i>	24
<i>Maskinhandhavande</i>	24
RESULTAT	24
Ekonomisk analys	24
<i>Läglighetskostnader</i>	28
Detaljstudie av odling av energispannmål	28
<i>Höstvete</i>	29
<i>Rågvete</i>	30
<i>Havre</i>	30
<i>Känslighetsanalys</i>	31
Havrens värde relaterat till energiinnehåll	33
Maskinhandhavande	33
Förbrukning av diesel och förnödenheter	33
DISKUSSION	34
Anpassning av odlingsinsatser	34
Ekonomisk analys av alternativen <i>Traditionell</i> och <i>Energi</i>	34
Detaljstudie av odling av energispannmål	35
SLUTSATSER	35
GENERELLA RÅD	36
REFERENSER	37
Tryckta referenser	37
Personliga meddelanden	38
Internetreferenser	38
BILAGOR	39
Bilaga 1. Indata från Agriwise	39
Bilaga 2. Läglighetsdata	41
Bilaga 3. Resultat av intäkt- och kostnadsanalys	42
Bilaga 4. Maskinhandhavanden	45

INTRODUKTION

Användningen av spannmål och andra lantbruksgrödor för framställning av energi har tillsammans med ökad efterfrågan på livsmedel i världen bidragit till ökade spannmålspriser. Eftersom även energipriserna har ökat kan energispannmål vara ett lönsamt alternativ trots ett högre spannmålspris. Viktigt är dock att produktionskostnaderna hålls nere för att öka konkurrenskraften mot andra biobränslen och mot fossila bränslen (Power m.fl., 2008). När spannmål och andra grödor från åkermark ska användas för energiändamål istället för till livsmedel eller till foder påverkas de krav som ställs på grödan för att den ska fungera optimalt för energiframställning. Därmed påverkas även odlingsåtgärder men kunskapsnivån om hur odlingen bör anpassas är generellt sett låg (Berg m.fl., 2007).

Spannmål till etanolproduktion och förbränning i Sverige

I Sverige finns idag en etanolfabrik som är spannmålsbaserad, den drivs av Lantmännen Agroetanol i Norrköping. Agroetanol använder höstvetete, korn och rågvete i sin produktion, årsförbrukningen av spannmål är ca 150 000 ton (Agroetanol, 2008). Ytterligare en anläggning byggs för närvarande på samma område och planeras vara i drift i oktober 2008 (Agroetanol, 2008). Den nya anläggningen kommer att förbruka cirka 400 000 ton spannmål, motsvarande 70 000 hektar. Vid etanolproduktion är stärkelseskörden viktig, den erhålls genom hög avkastning såväl som hög stärkelsehalt.

Erfarenhet av spannmålseldning i Sverige finns i första hand från enskilda fastigheter på landsbygden med brännare som är mindre än 50 kW. Exempel på en större anläggning som eldar spannmål är den i Morgongåva som drivs av Sala Heby Energi (SHEAB) och har en effekt av 2,4 MW (Nilsson, pers). I princip går det att elda vilken spannmålskärna som helst, men förbränningsegenskaperna skiljer sig mellan de olika spannmålslagen. Det spannmålsslag som eldats mest i Sverige är havre bl.a. pga. att det orsakar minst sintring och har högst värmevärde jämfört med övriga spannmålsslag. Förbränningsegenskaperna för rågvete och vete är mycket lika varandra, men skiljer sig åt mellan övriga spannmålsslag. Korn har egenskaper som mer liknar vete än havre. I praktiken kan 1 liter eldningsolja ersättas med ca 3 kg spannmål (Lantmännen & LRF, 2005). Vid odling av spannmål till förbränning är mängden bärgad torrsbstans den viktigaste parametern.

Hitintills har energispannmål vanligen odlats enligt samma principer som vanlig spannmål. Lantbrukaren har dock möjlighet att anpassa odlingsystemet så att de egenskaper som värdesätts vid användning till energiändamål får så fördelaktiga värden som möjligt.

Prissättning

På en marknad väljer användarna av energi eller producenterna av energi det energislag eller den råvara som för tillfället är mest lönsam (SOU, 2007). Därför måste priset på energi från jordbruksgrödor kunna mäta sig med priset på andra bränslen för att vara intressanta. Tillgången på biobränslen kommer därför att bestämmas av priserna på exempelvis skogsråvara, spannmål och oljevaxter. Om priset på energi blir för lågt eller om odlaren får bättre lönsamhet genom att odla livsmedelsgrödor eller fodergrödor kommer intresset för odling av energigrödor att minska. Dessutom kan höga produktionskostnader göra det olönsamt att odla energigrödor på lågproduktiv mark (SVEBIO, 2008). Vid etanoltillverkning är lönsamheten beroende av både bensinpriset, spannmålspriset och foderpriset (drank) (Fredriksson, pers).

Produktionskostnader

Loyce & Meynard (1997) och Rosenberger m.fl. (2002) har studerat hur odlingstekniska åtgärder påverkar bland annat det ekonomiska resultatet när höstsäd används till etanolproduktion. Loyce & Meynard (1997) kom fram till att mindre intensiva produktionssystem med reducerad kvävetillförsel och kemisk bekämpning gav det bästa ekonomiska resultatet. Detta resultat bekräftades inte av Rosenberger m.fl. (2002) där de istället kom till slutsatsen att en intensifiering av produktionen gav högre skördar vilket kompenserade den högre produktionskostnaden genom en ökad etanolskörd per hektar.

Ifall kvalitetskraven på grödan är lägre vid användning för energiproduktion än vid användning som foder eller livsmedel kan maskin användningen för odling av grödan påverkas. Om exempelvis skörden kan tillåtas pågå under en längre tidsperiod och inte lika mycket hänsyn behöver tas till påverkan på kvaliteten, kan maskinutnyttjandet öka vilket ger sänkta maskinkostnader (Berg m.fl., 2007; de Toro & Rosenqvist, 2005). Om skörden kan pågå under en längre tid utan att grödans värde som energiråvara minskar påverkas även läglighetskostnaderna. Läglighetskostnaderna är beroende av hur grödans värde förändras med tidpunkten för operationen, exempelvis skörden, och för att bestämma dem är faktorer som påverkar värdet och som förändras med tidpunkten för operationen intressanta. Valet av maskinkapacitet är en avvägning mellan höga maskinkostnader för maskiner med hög kapacitet och de läglighetskostnader som uppstår när maskinkapaciteten är låg.

SYFTE

Det övergripande syftet med projektet var att förbättra lönsamheten vid odling av spannmål till energiändamål, genom att:

- Studera hur odlingssystemet för spannmål för energiändamål bör anpassas vad gäller sortval, grödval, växtföljd, gödslingsstrategi, växtskydd, maskinhandhavanden och läglighetskostnader.
- Studera effekterna av odlingsanpassningarna på för ett antal typgårdar.
- Ta fram konkreta råd till lantbrukaren kopplade till hur de kan anpassa sina odlingssystem.

MATERIAL OCH METODER

Projektet inleddes med grundläggande studier för att undersöka hur odlingssystemen påverkades eller bör anpassas när spannmålen ska användas som råvara till etanoltillverkning respektive förbränning. Resultatet från dessa studier användes därefter som indata för att analysera hur tre typgårdar påverkades av att odla spannmål till etanol respektive förbränning istället för till foder eller livsmedel. Lönsamheten undersöktes genom att beräkna hur intäkter och utgifter påverkades av den förändrade användningen av spannmålen. Dessutom undersöktes och värderades de anpassningar som gjordes för odling till energiändamål samt de faktorer som skiljde odling till energiproduktion från foderproduktion mer ingående.

Kravspecifikationer

Kravspecifikationer för etanolspannmål (höstvet, rågvete och korn) inhämtades från Agroetanol (2008). För spannmål till förbränning finns inga tydliga kravspecifikationer. Kontakt togs med SHEAB och Hallsta Pappersbruk för att undersöka vilka krav de har på den spannmål de köper in till förbränning. Den huvudsakliga eldningen i Sverige idag sker i enskilda fastigheter på landsbygden och litteratur inom området studerades för att hitta önskvärda egenskaper för spannmål till förbränning.

Etanolspannmål

Kravspecifikationerna, tabell 1, gäller för direktlevererad spannmål till Agroetanols etanolfabrik i Norrköping (Agroetanol, 2008). Vid etanoltillverkning gäller samma hygieniska krav som för foderspannmål, bl.a. eftersom dranken, som är en restprodukt i etanoltillverkningen, ska bli så ren att den går att sälja som foder. All spannmål måste därför uppfylla de lagkrav som gäller för foderråvaror.

Tabell 1. Kravspecifikationer och prissättning för etanolspannmål (Agroetanol, 2008)

Parameter	Krav/egenskaper	Prisjustering
Konditionsklassning, klass 1	Frisk, sund vara	Inga korrigeringar
Konditionsklassning, klass 2	Svag lukt, svagt grå färg	Avdrag 75 kr/ton
Konditionsklassning, klass 3	Skadad, osund vara	Avvisas
Vattenhalt vid skördeleverans	< 15,0 % > 15,0 % > 17,0 %	Inga korrigeringar Avdrag i % av pris: (Aktuell vattenhalt – 15 %)*3 Avvisas
Vattenhalt vid lagerleverans	< 14,5 % > 14,5 % > 15,0 % > 16,0 %	Inga korrigeringar Avdrag i % av pris: (Aktuell vattenhalt – 14,5 %)*3 Avvisas from 1/1 Avvisas from 16/9
Avfall osv.	< 1,0 % 1,0-4,0 % > 4,0 %	Inga korrigeringar Avdrag i % av pris: Aktuell inblandning*2 Avvisas
Främmande sädesslag - Havre/råg	< 2,0 % 2,0-4,0 % > 4,0 %	Inga korrigeringar Avdrag i % av pris: Aktuell inblandning*2 Avvisas
-Korn/vårvede		Avdrag i kr/ton: Procent inblandning*1
Rymdvikt höstvede	> 750 g/L	Inga korrigeringar
Rymdvikt rågvete	> 690 g/L	Inga korrigeringar
Rymdvikt korn	> 630 g/L	Inga korrigeringar
Stärkelse höstvede	< 71,0 % > 71,1 %	Inga korrigeringar Tillägg i % av pris: 1,5 % per % stärkelse
Stärkelse rågvete	< 69,5 % > 69,6 %	Inga korrigeringar Tillägg i % av pris: 1,5 % per % stärkelse
Temperatur	< 25°C	All spannmål ska varmluftstorkas

Eldningsspannmål

Enligt Lantmännen i Norrköping som är ansvariga för leveransen av havre till Hallsta pappersbruk finns inte någon kravspecifikation för spannmål till eldning, utan industrin har en flexibel inställning (Leigård, pers). SHEAB och Hallsta pappersbruk eldar spannmål i större omfattning, den enda riktlinjen de har när de köper in havre är en maximal vattenhalt, tabell 2. Önskvärda egenskaper hos spannmål för förbränning framgår av tabell 3. Mögel kan leda till hanteringsproblem, det är därför viktigt att spannmålen torkas ner till en låg vattenhalt

(Börjesson, pers). Det finns även vissa hygienkrav på spannmålen som regleras enligt arbetsmiljölagen.

Tabell 2. Krav på spannmål till förbränning

Parameter	Krav	Anmärkning
Vattenhalt	Max 14,0 %	Gällande gränsvärde hos SHEAB och Hallsta pappersbruk (Nilsson, pers; Sundblom, pers)
Hygienkrav	5 mg/m ³ totaldamm	I luften vid hantering, enligt arbetsmiljölagen (Jonsson, pers)

Tabell 3. Önskvärda egenskaper hos spannmål till förbränning

Parameter	Anmärkning
Värmevärde	Beskriver energiinnehållet i bränslet, bör vara högt
Askhalt	Låg askhalt önskvärd för att minska arbetet med att aska ur pannan
Asksmälttemperatur	Hög asksmälttemperatur minimerar problemen med sintring som innebär att askpartiklarna smälter i pannan och bildar slagg
S-, Cl-, N-, K- och Ca-innehåll	Svavel och klor kan ge korrosionsskador, kväve bildar NO _x -gaser, kalium och kalcium påverkar smälttemperaturen, innehållet bör därför vara lågt.
Avrens	Bränslet bör innehålla låg halt avrens så att det inte fastnar och sätter igen skruvar och brännare

Anpassning av odlingsinsatser

Viktiga kvalitetsparametrar hos olika spannmålsslag

I tabell 4 framgår att innehållet av exempelvis protein, stärkelse och fett varierar hos de olika spannmålsslag som odlas i Sverige.

Stärkelse är den del av kärnan som innehåller energi. En hög stärkelsehalt ger ett högt utbyte vid tillverkning av etanol. Höstvetete har en hög stärkelsehalt och passar därför bra till etanolproduktion i motsats till vårvete som generellt har en hög proteinhalt och är mindre lämpligt att använda till etanolproduktion. För att nå målet med en hög stärkelsehalt i spannmål till etanolproduktion är det viktigt att grödan hålls frisk under växtodlingssäsongen för att skapa goda förutsättningar för stärkelseinlagring.

Havre har den högsta fetthalten bland de olika spannmålsslagen vilket troligtvis leder till det höga värmevärdet, tabell 5. Det höga värmevärdet i kombination med en lägre risk för sintring jämfört med hos övriga spannmålsslag gör havre till ett lämpligt bränsle. Havre har dock en egenskap som är negativt ur eldningssynpunkt; den har en högre askhalt än övriga spannmålsslag.

Tabell 4: Innehåll i medeltal av kvalitetsparametrar hos olika spannmålsslag. Variationen mellan sorter inom parantes. (Fogelfors, 2001)

Kvalitetsparameter (% av ts)	Höstvete	Vårvete	Rågvete	Råg	Korn 1)	Havre 1)
Protein	12 (9-13)	13 (10-15)	11 (9-13)	9 (7-11)	12 (9-14)	10 (8-13)
Stärkelse	68 (66-72)	66 (63-71)	67 (64-70)	59 (54-62)	57 (53-65)	46 (39-55)
Fett	(2-3)	(2-3)	(2-3)	(2-3)	(3-4)	(4-6;10 2)

1) inkl. skal 2) högfetthavre

Tabell 5: Effektivt värmevärde (Hadders m.fl., 2001) och askhalt (Strömberg, 2005) hos några spannmålsslag

	Höstvete	Rågvete	Korn	Havre
Effektivt värmevärde (MJ/kg)	14,4	14,2	14,4	15,0
Askhalt (%)	1,9	2,0	2,5	3,0

Etanolspannmål

Gödsling

Det näringsämne som bör anpassas vid odling av spannmål till etanolproduktion är kväve. Kvävegödslingen påverkar bl.a. stärkelsehalten i spannmålskärnan. En hög kvävegiva påverkar stärkelseinnehållet negativt och proteininnehållet positivt och en låg kvävegiva får motsatt effekt. Olika sorter reagerar olika på olika kvävegödslingsstrategier utifrån skördenivå och användningsområde. För att få fram en bra etanolspannmål gäller det att hitta den optimala punkt för den specifika sorten där proteinhalten är låg samt avkastningen och stärkelsehalten är hög. I försök med gödsling av etanol- och fodervete (Gruvaeus, 2007) var avkastningen i medeltal 295 kg lägre jämfört med fodervete vid optimala kvävegivor. Den optimala kvävegivan till etanolvetet var i medel 23 kg lägre än till fodervetet.

Gödslingsstrategin för fosfor och kalium är densamma till spannmål till etanolproduktion som till foderproduktion. Det viktiga är att mängden fosfor och kalium inte begränsar skörden.

Ogräsbekämpning

Lantbrukaren kan inte minska på ogräskontrollen vid odling av spannmål till etanolproduktion. Förutom att det är viktigt att kontrollera ogräsförekomsten pga. att ogräsen konkurrerar med den odlade grödan så tillkommer en rensningsavgift om mängden ogräsfrön överstiger en viss viktsprocent.

Svampbekämpning

Det är viktigt att grödan hålls frisk för att dranken ska bli så ren att den går att sälja som foder. Plantan måste också hållas frisk från svampangrepp för att inlagring till kärnan ska kunna fortgå under lång tid. I försök med stärkelsevete ökade stärkelseskörden något med svampbekämpning (Wiik m.fl., 2005). Dock gav höga insatser av växtskydd, dvs. behandling vid två tillfällen med fungicider, sämre lönsamhet än en behandling under axgången.

Sortval

Sortvalet är en viktig odlingsåtgärd vid odling av etanolspannmål. Det visar två separata fältförsök för stärkelsespannmål (Gruvaeus, 2007; Wiik m.fl., 2005). Exempel på höstvetesorter som passar bra för odling till bränsleetanol är SW Harnesk, Opus, Tulsa och Skalmeye. Bland rågvetesorterna är exempelvis Dinero och Fidelio intressanta för etanolproduktion.

Spannmål till förbränning

Gödslingsstrategi

Samma gödslingsstrategier gäller för spannmål till förbränning som till foderhavre (Lantmännen & LRF, 2005). Vid odling av såväl foder- och eldningshavre är målet med gödningen att producera en hög skörd till en låg kostnad.

Ogräsbekämpning

Bekämpning av ogräs bör ske på samma sätt som vid odling av foderhavre, vilket är efter behov. En lantbrukare i projektet Biovärme-UWX (2005) menade att det uppstår problem vid eldning av havre med mycket skräp i eftersom det då sätter igen skruvar och brännare.

Svampbekämpning

Enligt rekommendationer från Lantmännen & LRF (2005) bör havre till förbränning behandlas med fungicider på samma sätt som foderhavre.

Sortval

Som det ser ut idag är den viktigaste parametern vid odling av spannmål till förbränning mängden bärgad torrs substans. Den enskilda odlaren bör försöka hitta den sort som ger bäst avkastning på den specifika gården. Idag finns det inga sorter som motsvarar de önskvärda egenskaperna hos spannmål till förbränning, se tabell 3. Vid odling av havre till eldning kan det vara en fördel att ha en sent mognande sort, eftersom en några dagar senare skörd kan medföra en tidsvinst för lantbrukaren vilket kan ge mer tid till skörd av kvalitetsspannmål (Karlsson, pers).

En teoretisk beräkning av olika havresorters energiskörd per hektar, dvs. värmevärdet multiplicerat med avkastningen, tabell 6, kan ge en bra vägledning om vilken havresort som passar bra att odla till förbränning. Matilda har ett högre värmevärde per kg ts än övriga sorter, men eftersom Matilda avkastar sämst av sorterna i tabellen ger det den lägsta teoretiska energiskörden per hektar. Enligt beräkningarna ger Belinda och Ingeborg de högsta energiskördarna per hektar.

Tabell 6. Teoretisk beräkning av olika havresorters värmevärde per hektar (Gustavsson, pers)

Havresort	Sortägare	Fetthalt (%)	Värmevärde (MJ/kg ts 3)	Avkastning (kg/ha)	Energiskörd (MJ/ha)	Relativ tal
Belinda	SW 1)	5,4	19,2	5 690	94 100	100
Kerstin	SW	3,7	18,9	5 710	92 900	99
Ingeborg	SW	4,1	19,0	5 800	94 700	101
Stork	SW	5,0	19,2	5 540	91 300	97
Gunhild	SW	3,7	18,9	5 590	90 900	97
Markant	SW	3,9	19,0	5 590	91 100	97
Freddy	SSd 2)	4,2	19,0	5 600	91 500	97
Chantilly	SSd	5,5	19,3	5 510	91 200	97
Matilda	SSd	9,5	20,0	4 210	72 500	77

1) Svalöf Weibull 2) Scandinavian Seed 3) Värmevärde = $0,1918 \times \text{fetthalt} + 18,197$

Typgårdarna

Tre typgårdar, belägna i Skåne, Östergötland och Uppland analyserades. Gårdarnas areal antogs till 203 ha fördelad på 29 ha för varje gröda i växtföljden. Växtföljderna togs fram för att likna traditionella växtföljder för respektive region (Tabell 7) och var desamma oavsett om grödorna användes till foder, livsmedel eller energi. De togs fram med hänsyn till att:

- Havre skulle finnas med i alla tre regioner.
- Rågvete var en intressant gröda för etanolproduktion.
- Höstvete skulle vara den dominerande grödan på samtliga typgårdar. Dock behövde den inte finnas med lika många år i varje region eftersom lönsamheten även beräknades per hektar.
- Sockerbetor skulle finnas med i växtföljden i Skåne.

Tabell 7. Växtföljder för typgårdarna

År	Skåne	Östergötland	Uppland
1	Rågvete	Rågvete	Rågvete
2	Höstraps	Höstraps	Vårkorn
3	Höstvete	Höstvete	Våraps
4	Sockerbetor	Ärter	Höstvete
5	Vårkorn	Höstvete	Höstvete
6	Havre	Havre	Havre
7	Höstvete	Höstvete	Höstvete

Analyserade alternativ

Två alternativ analyserades på typgårdarna:

- *Traditionell* - där grödorna användes till livsmedel (höstvete) och foder
- *Energi* - där rågvete och höstvete användes till etanolproduktion i befintlig etanolfabrik i Norrköping och havre till förbränning i en anläggning i anslutning till typgårdarna

Huvudsakligen har indata för avkastning, mängder och priser på insatsmedel samt torkningskostnader hämtats från Agriwise områdeskalkyler för 2008 (Agriwise, 2008). Agriwise kalkyler är upprättade för två skördenivåer, dels normskörden för respektive produktionsområde och dels för en 20 % högre skördenivå jämfört med normskörden.

Eftersom den högre avkastningsnivån överensstämmer väl med avkastningsnivån hos de gårdar som idag levererar spannmål till Agroetanol användes data från Agriwise kalkyler för hög avkastningsnivå (Bilaga 1; Tabell B1).

Förändrade odlingsinsatser i alternativet *Energi*:

- o Kvävegivan sänktes med 25 kg kväve till etanolvete jämfört med givan till kvarnvete vilket resulterade i att avkastningen sänktes med 200 kg för etanolvete.
- o Kvävegivan gavs som engångsgiva till etanolvete.

Ekonomisk analys av alternativen Traditionell och Energi

Kostnader och intäkter för *Traditionell* och *Energi* beräknades dels för hela gården, dels uppdelade på varje gröda i växtföljden. De kostnader och intäkter som ingick i beräkningarna framgår av tabell 8.

Tabell 8. Inkluderade kostnader och intäkter

Intäkter	Kostnader
Försäljning gröda	Utsäde/ konstgödsel/ växtskydd
Gårdsstöd	Maskin/ arbete/ läglighet
Stöd för energigrödor	Torkning och analys
	Lagring, räntekostnad
	Transport

Priser

Eftersom priset på såväl spannmål som diesel och gödselmedel har ökat kraftigt sedan Agriwise kalkyler för 2008 upprättades användes aktuella priser från Lantmännen Direkt (2008a, b) i beräkningarna. Priset på konstgödsel sattes till 13,80 kr per kg N, till 30,30 kr per kg P och till 7,00 kr per kg K. Kostnaden för diesel sattes till 9,00 kr per liter efter reducering av koldioxidskatt. Gödselgivorna framgår av bilaga 1, tabell B2-B4.

Valmöjligheterna för hur och när den producerade spannmålen säljs och levereras är många. I denna studie har vi antagit att lantbrukaren tecknar ett terminsavtal (Lantmännen, 2008) för leverans till närmaste siloanläggning i december, dvs. grödan lagras ca 4 månader på gården. En räntekostnad för lagring beräknades för denna period. För typgården i Östergötland undersöktes alternativet att leverera spannmål till etanolproduktion i direkt anslutning till skörden. De priser som användes framgår av tabell 9 och var terminspriser hämtade från Lantmännen Direkt (2008b) med undantag för priset på sockerbetor som hämtades från Agriwise (2008).

Tabell 9. Terminspriser för de producerade grödorna gällande 2008-05-23 hämtade från Lantmännen Direkt (2008b) samt pris för sockerbetor från Agriwise (2008)

Gröda	Skördeleverans, juli- okt (kr/kg)	Lagerleverans okt-dec (kr/kg)
Höstvete, kvarn	1,72	1,79
Höstvete, foder	1,56	1,63
Höstvete, etanol	1,58	1,65
Rågvete, foder	1,51	1,58
Rågvete, etanol	1,58	1,63
Korn	1,47	1,54
Havre	1,34	1,36
Foderärter	1,99	2,01
Oljevaxter	4,09	4,14
Sockerbetor	-	0,32

Till skillnad från spannmål till etanolframställning saknas ett entydigt pris för havre till förbränning. I den ekonomiska analysen antogs samma pris på havre till förbränning som för foderhavre.

Gårds- och energigrödestöd

De lantbrukare som odlar energigrödor på mark som inte omfattas av stödrätter för uttagen areal kan söka stöd för energigrödor. Stödet tillkom för att stimulera produktion av energi från åker och gäller utöver det generella gårdsstödet. För att få stödet måste odlaren ha tecknat kontrakt med en uppköpare. Lantbrukaren har inte rätt att få ut energigrödestödet för en gröda som används på den egna gården eftersom det då saknas ett kontrakt med en förädlare (Berg m.fl., 2007). Om lantbrukaren skriver ett kontrakt med ett grannföretag och har tillgång till en verifierad invägning finns det dock en möjlighet att få stödet (Lantmännen & LRF, 2005).

I beräkningarna sattes det årliga stödbeloppet för odling av energigrödor till €30 per ha, samma belopp som betalades ut för 2007 (SJV, 2008). Stödbeloppet är maximalt €45 per hektar och år men när den sökta arealen i hela EU överskrider en garantiareal på 2 miljoner hektar reduceras stödbeloppet. Med största sannolikhet kommer EU-stödet för energigrödor att tas bort fr.o.m. 2010. Det föreslås i EU kommissionens betänkande ”Hälsokontrollen av den gemensamma jordbrukspolitiken” (Europaparlamentet, 2008) och det finns inga större invändningar mot det förslaget från något håll (Rolandsson, pers).

Gårdsstödet varierar mellan olika regioner i landet. Typgården i Skåne antogs ligga i region 1 vilket gav gårdsstödet €255 per ha och år. Typgården i Östergötland antogs ligga i region 2 med ett årligt stödbelopp på €240 per ha och typgården i Uppland placerades i region 3 där stödbeloppet uppgick till €200 per ha och år.

Transportkostnader

Beräkningarna baserades på att etanolspannmålen levererades till närmaste mottagningsort hos Lantmännen vilken antogs vara Helsingborg för typgården i Skåne, Norrköping för typgården i Östergötland samt Uppsala för typgården i Uppland. Kostnaden för transport, tabell 10, beräknades som en fraktkostnad från gård till närmaste leveransort samt en ortsjustering vilken varierade med gröda, mottagningsort och användning. Avståndet mellan gård och leveransort antogs vara 20-30 km. Fraktkostnaden från gård till leveransort beräknades för transport med lastbil och släp med totalt 37 ton spannmål per ekipage (Lantmännen, 2008; Lantmännen Direkt, 2008a). När havre odlades till förbränning

beräknades kostnaden för transport med lastbil och släp till en förbränningsanläggning belägen 20-30 km från typgården.

Tabell 10. Transportkostnader i kr per ton inkluderat transport från gård till närmaste leveransort samt ortsjustering beroende på spannmålssort och användning (Lantmännen, 2008; Lantmännen Direkt, 2008a)

Gröda	Skåne	Östergötland	Uppland
Höstvete, kvarn	32	73	43
Höstvete, foder	32	43	68
Höstvete, etanol	142	63	128
Rågvete, foder	68	43	68
Rågvete, etanol	158	63	128
Korn	32	*	93
Havre, foder	32	83	123
Havre, energi	32	43	43
Foderärter	*	43	*
Oljevaxter	152	183	233
Socketbetor	32	*	*

* finns ej med i växtföljden

Maskinkostnader

Maskinkostnaderna för typgårdarna beräknades med den maskinuppsättning som visas i tabell 11. Storleken på maskinerna valdes för att passa typgårdarnas areal och användning. Tallriksredskapet användes både till jordbearbetning efter tröskning samt som första jordbearbetning efter plöjning. De två tippkärrorna för transport av den skördade produkten användes 50 timmar per år och ekipage i Uppland, 55 timmar per år och ekipage i Östergötland och 64 timmar per år och ekipage i Skåne.

Tabell 11. Maskiner som ingick i beräkningarna av maskinkostnader

Maskin	Storlek
Traktorer, 2 st	70 och 130 kW
Plog	4- skärig växelplog
Tallriksredskap, grund bearbetning, återpackning (typ Väderstad Carrier)	5 m arbetsbredd
Harv	6 m
Kombisåmaskin, bearbetande, skivbillar (typ Väderstad Rapid)	4 m arbetsbredd
Vält (typ Väderstad Crosskill)	6.2 m
Konstgödselspridare	12 m, 1500 liter buren
Växtskyddspruta	1200 lit 24 m
Skördetröska	18 fot
Tippkärror, 2 st	10 ton vardera

Av tabell 12-14 framgår vilka maskinoperationer som utfördes på fält vid odling av respektive gröda i växtföljden. I bilaga 1, tabell B5-B7 redovisas vilka växtskyddsbehandlingar som gjordes i respektive gröda.

Tabell 12. Årligt antal operationer för de grödor som ingår i växtföljden i Skåne

Antal operationer	Rågvete	Höstraps	Höstvete	Sockerbetor	Vårkorn	Havre	Höstvete
Kultivering	1	1					
Harvning	1	1		2	1	1	
Kombisådd	1	1	1		1	1	1
Betsådd				1			
Vältning/skorpobrytning	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
N-gödsling	1	1	2	1			2
Växtskydd	1,7	1,5	2,7	1,3	2,1	1,4	2,7
Radrensning				2			
Tröskning	1	1	1		1	1	1
Betupptagning				1			
Lastning+rensning				1			
Kultivering		2		2	2	2	
Plöjning	1		1				1

Tabell 13. Årligt antal operationer för de grödor som ingår i växtföljden i Östergötland

Antal operationer	Rågvete	Höstraps	Höstvete	Ärtor	Höstvete	Havre	Höstvete
Kultivering	1	1					
Harvning	1	1		1		1	
Kombisådd	1	1	1	1	1	1	1
Vältning/skorpobrytning	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
N-gödsling	1	1	2		2		2
Växtskydd	1,8	1,6	2,6	1,6	2,6	1,3	2,6
Tröskning	1	1	1	1	1	1	1
Kultivering		2	2	2	2	2	
Plöjning	1						1

Tabell 14. Årligt antal operationer för de grödor som ingår i växtföljden i Uppland

Antal operationer	Rågvete	Vårkorn	Våraps	Höstvete	Höstvete	Havre	Höstvete
Kultivering	1				1		
Harvning	1	1	1		1	1	
Kombisådd	1	1	1	1	1	1	1
Vältning/skorpobrytning	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
N-gödsling	1			2	2		2
Växtskydd	1,8	1,4	2,3	2,4	2,4	1,2	2,4
Tröskning	1	1	1	1	1	1	1
Kultivering	2	2	2		2	2	
Plöjning				1			1

Ett maskinkalkylprogram utvecklat vid JTI och SLU (de Toro, pers) användes för att beräkna maskinkapaciteter samt maskin-, arbets- och läglighetskostnader. Från kalkylprogrammet hämtades även uppgifter om de datum efter vilka läglighetskostnader beräknades samt läglighetsfaktorer vilka anger kostnaden för var dags försening av sådden eller skörden, se tabell B8-B9 i bilaga 2.

Maskinkostnadsberäkningarna byggde på metoder från ASABE (2006a, b) och inkluderade kostnader för avskrivning, ränta (5 %), underhåll, skatt och försäkringar, förvaring samt bränsle. Maskinkostnaderna beräknades utifrån den kalkylerade användningstiden med antagandet att lantbrukaren äger maskinerna. Undantaget var odlingen av sockerbetor i Skåne där sådd, radrensning och upptagning inklusive lastning och rensning antogs utföras av maskinentreprenör för en fast taxa per ha inklusive förare och bränsle. Timkostnaden för gårdarnas två traktorer beräknades baserat på att de användes totalt 500 timmar per år vardera. Arbetskostnaden sattes till 200 kr per timme.

Läglighetskostnader

Läglighetskostnader beräknades för sådd och skörd dels på hela arealen innan sådden eller skörden inleddes, dels under operationens gång på en minskade areal beroende av maskinens kapacitet. Den första delen av läglighetskostnaderna beräknades på den totala arealen av varje gröda innan operationen inleds enligt ekvation 1:

$$d_i = l_i \times p_i \times A_i \quad [kr \cdot dag^{-1}] \quad (\text{Ekv. 1})$$

där l_i beskriver läglighetsfaktorn i $kg \text{ ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ för gröda i , p_i är priset i $kr \text{ kg}^{-1}$ för den aktuella grödan och A_i är den totala odlade arealen för grödan.

När operationen har börjat minskar arealen som inte ännu bearbetats, och därför ännu orsakar läglighetskostnader, beroende av maskinens kapacitet. För både sådd och skörd antogs att det av praktiska skäl inte var möjligt att börja innan den optimala tidpunkten utan skörden inleddes tidigast vid det optimala datumet enligt statistik (Bilaga 2, Tabell B8-B9). Dessa läglighetskostnader beräknades med ekvation 2 och summerades för varje gröda i och där m beskriver det antal grödor som odlades (Gunnarsson & Hansson, 2004).

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\frac{n_i - 1}{2} \right) \cdot k_i \times p_i \times l \times n_i \quad [kr] \quad (\text{Ekv. 2})$$

där n_i är det genomsnittliga antalet dagar operationen för gröda i varar (inkluderat de dagar då det inte går att genomföra operationen pga. väderrestriktioner) och k_i är den genomsnittliga arealen av gröda i som kan skördas per dag i $ha \text{ dag}^{-1}$ (inkluderat de dagar då det inte går att genomföra operationen pga. väderrestriktioner). Parametern n_i beräknades enligt

$$n_i = \frac{A_i}{B \times P \times C} \quad [dagar] \quad (\text{Ekv. 3})$$

där A_i är den totala arealen av grödan, B är antalet arbetstimmar per dag, P är sannolikheten för att vädret tillåter att operationen genomförs (Tabell 15) och C är maskinens kapacitet.

Vid beräkning av kapaciteten för att utföra en operation togs hänsyn till väder. Sannolikheten för tjänligt väder, dvs. att operationen ska kunna utföras med hänsyn till väderlek har beräknats av de Toro (2005) och de Toro & Rosenqvist (2005) från väderdata för 15-20 år och framgår av tabell 15. Vid kostnads- och kapacitetsberäkningarna förlängdes operationernas längd med sannolikheten för tjänligt väder (ekvation 3).

Tabell 15. Sannolikheten (som procenttal i decimalform) för att vädret tillåter att operationen genomförs (de Toro, 2005; de Toro & Rosenqvist, 2005)

	Uppland	Östergötland	Skåne
Vårsådd	0,65	0,65	0,65
Höstsådd	0,65	0,65	0,65
Skörd spannmål	0,59	0,64	0,58

Förutom läglighetsfaktorn för kvantitativa förluster beräknades för höstvetet till livsmedelsproduktion en extra läglighetsfaktor för kvalitetsförluster vid försenad skörd enligt en metod framtagen av Gunnarsson & Hansson (2004). För att godkännas som kvarnvetet till livsmedel krävs ett visst falltal och om falltalet understiger gränsvärdet klassas varan som foder vilket medför sänkt pris. Regnigt väder under skördeperioden kan enligt Hayward (1997 i Smith & Gooding, 1999) försena skörden och resultera i sänkt falltal. Den förlorade intäkten som blir följderna av att höstvetet klassas som fodervete istället för kvarnvetet användes för att beräkna en läglighetsfaktor för skörd av höstvetet med avseende på kvalitet (Tabell 16). Från försöksdata uppskattades där att det tog 20 dagar för falltalet att sjunka till den nivå där höstvetet klassades ned från kvarn kvalitet till foderkvalitet (Gunnarsson & Hansson, 2004).

Tabell 16. Beräkning av läglighetsfaktorer pga. kvalitetsförluster vid skörd av höstvetet

	Skåne	Östergötland	Uppland
Avkastning, kg/ha	9 500	7 000	6 100
Pris kvarn kvalitet, kr/kg	1,79	1,79	1,79
Pris foderkvalitet, kr/kg	1,63	1,63	1,63
Antal dagar vid skörd mellan kvarn- och foderkvalitet	20	20	20
Intäktsskillnad kvarn-foder, kr/ha	1 520	1 120	976
Intäktsskillnad kvarn-foder, kr/ha & dag	76	56	49
Mängdskillnad kvarn-foder, kg/ha&dag	42	31	27

Den extra läglighetsfaktorn för höstvetet till livsmedel resulterade i att de totala läglighetsfaktorerna för skörd av höstvetet av kvarn kvalitet med hänsyn både till kvantitet och kvalitet blev 82 kg per ha och dag för Skåne, 72 kg per ha och dag för Östergötland och 71 kg per ha och dag för Uppland. Vid beräkning av läglighetskostnaderna reducerades grödornas pris (p_i i ekv 1 och 2) med 15% vilket motsvarade kostnadsandelen för torkning och transport i förhållande till avsalupriset. Ingen läglighetskostnad beräknades för sockerbetsodlingen. Arbetstiden i fält antogs vara 8 h per dag för tröskning och sådd.

Detaljstudie av odling av energispannmål

Som komplement till beräkningarna av typgårdarnas totala intäkter och kostnader undersöktes och värderades de anpassningar som gjordes för odling till energiändamål samt de faktorer som skiljde odling till energiproduktion från foderproduktion (Tabell 17). Foderspannmål valdes eftersom det har i stort samma kvalitetskrav som etanolspannmål och därför ofta hanteras och lagras gemensamt. Med avseende på de faktorer som skiljde mellan odling till energiändamål och till foder kunde resultatet av beräkningen användas för att bedöma hur mycket priset för energigrödan måste öka eller minska jämfört med priset på foderspannmål för samma lönsamhet. Dessutom gjordes en känslighetsanalys för att undersöka hur förändringar i faktorerna i tabell 17 påverkade resultatet.

Tabell 17. Intäkter och kostnader som påverkades av vid odling av energispannmål istället för foderspannmål

Förändringar	Specifisering
<i>Intäkter</i>	
Avkastning	Minskning 200kg/ha; höstvet
EU-stöd för energigrödor	€30/ha och år; höstvet, rågvete, havre
Stärkelsebonus	72% stärkelsehalt vid skördeleverans; höstvet, rågvete
<i>Kostnader</i>	
N-gödsling	Minskning 15 kg/ha; höstvet
Torkning/ högre tillåten leveransvattenhalt	15% vattenhalt; höstvet, rågvete
Transport	Se tabell 10; höstvet, rågvete, havre

Eftersom möjligheten till skördeleverans är begränsad till de områden som normalt levererar direkt till etanolfabriken i Norrköping beräknades det alternativa endast för typgården i Östergötland. Vid skördeleverans av etanolspannmål tillåts 15 % vattenhalt utan kostnadsavdrag jämfört med 14,5 % vid lagerleverans. Dessutom skiljde sig avdragen för torkningskostnaderna mellan spannmål för foder och etanol. Vid skördeleverans betalas även en stärkelsebonus när stärkelsehalten överskrider 71 %.

Havrens värde relaterat till energiinnehåll

För havre till förbränning gjordes en beräkning av värdet på havren beroende på dess energiinnehåll vid förbränning relaterat till konkurrerande biobränslen. En jämförelse gjordes med träpellets där priset angavs fritt förbrukare exklusive skatt (Energimyndigheten, 2008). Vid beräkningarna antogs att förbrukaren var villig att betala lika mycket för havre som för träpellets, dvs. 255 kr per MWh.

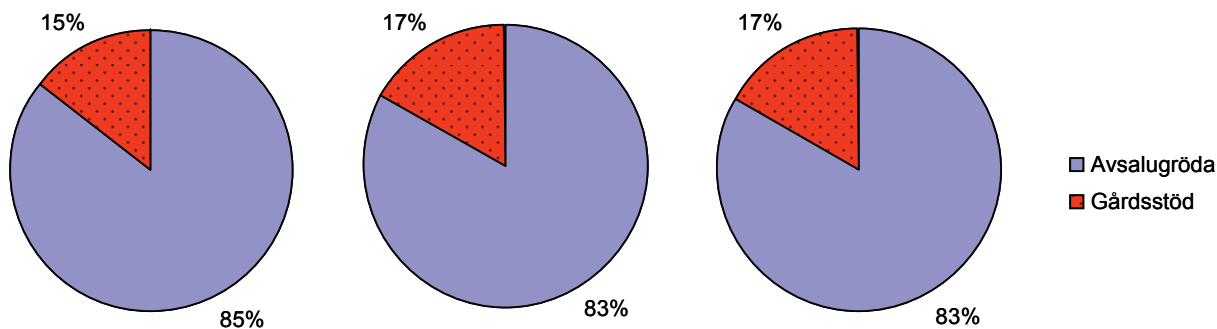
Maskinhandhavande

Stråsädesgrödor avsedda för energianvändning har delvis andra kvalitetskrav jämfört med då de används till livsmedel eller foder. Därför undersöktes om detta skulle kunna inverka på lämpliga maskininställningar och körteknik vid skördetrösning.

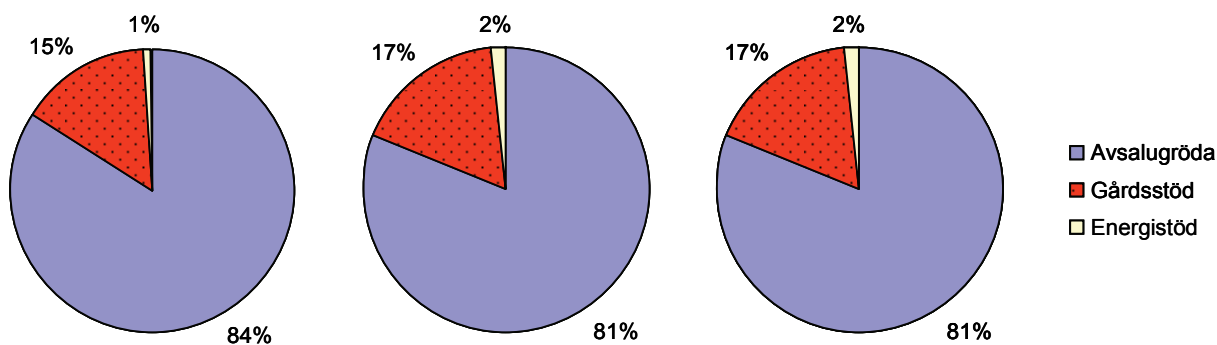
RESULTAT

Ekonomisk analys

Intäkterna för gården som helhet fördelades enligt figur 1 för alternativet *Traditionell* och enligt figur 2 för alternativet *Energi*. För de studerade typgårdarna svarade försäljning av grödan för mellan 81 % och 85 % av de totala intäkterna. De kalkylerade €30 per ha och år i energigrödestöd motsvarande 1-2 % av totala intäkterna och gårdsstödet varierade mellan 15 % och 17 % för de olika typgårdarna.

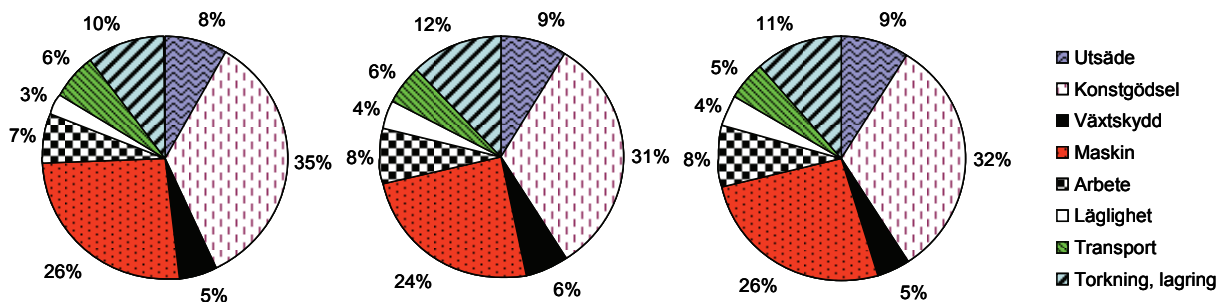


Figur 1. Fördelning av intäkter på typgården i Skåne (vänster), Östergötland (mitten) och Uppland (höger) vid spannmålsproduktion enligt alternativet Traditionell.

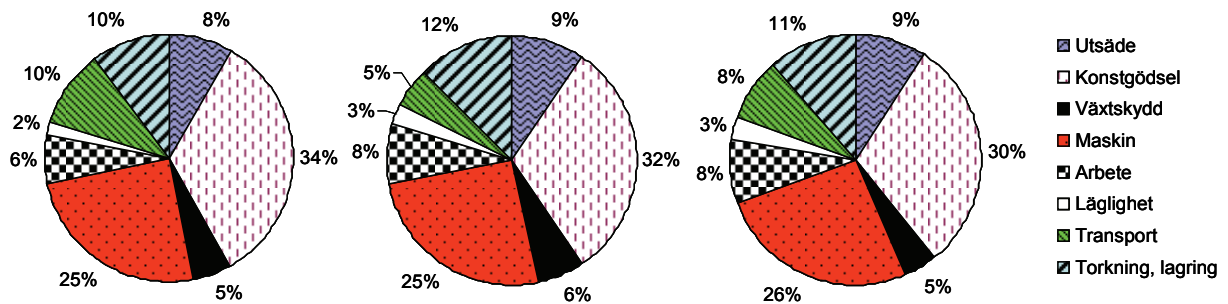


Figur 2. Fördelning av intäkter på typgården i Skåne (vänster), Östergötland (mitten) och Uppland (höger) vid spannmålsproduktion enligt alternativet Energi.

Kostnaderna för typgårdarna framgår av figur 3 för *Traditionell* och av figur 4 för *Energi*. Konstgödsel svarade för den största utgiften följt av maskinkostnaderna, ett resultat som gällde för alla typgårdar. Se bilaga 3 för fullständig redovisning av kostnader och intäkter för typgårdarna som helhet samt uppdelade per gröda.



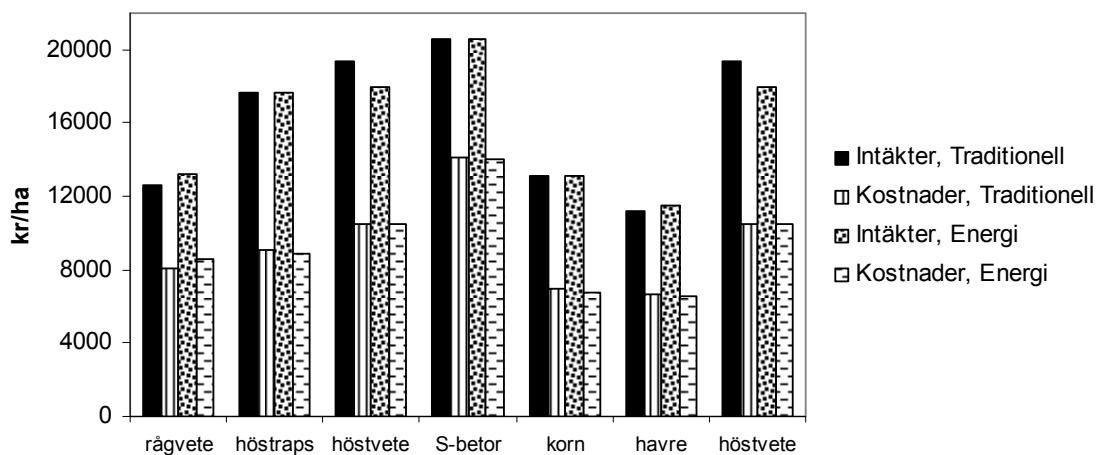
Figur 3. Fördelning av kostnader på typgården i Skåne (vänster), Östergötland (mitten) och Uppland (höger) vid spannmålsproduktion enligt alternativet Traditionell.



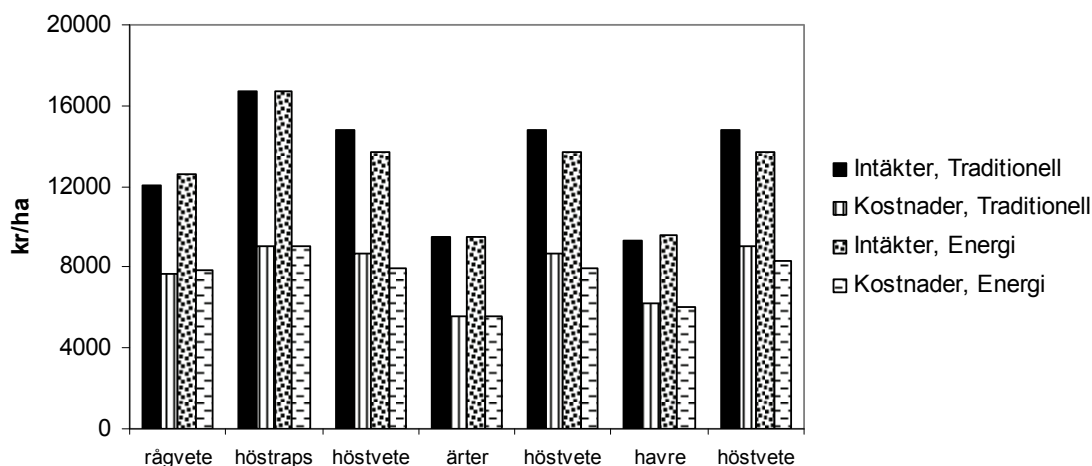
Figur 4. Fördelning av kostnader på typgårdarna i Skåne (vänster), Östergötland (mitten) och Uppland (höger) vid spannmålsproduktion enligt alternativet Energi.

Vid jämförelse av typgårdarna med alternativen *Traditionell* och *Energi* var det läglighetskostnaderna och framför allt transportkostnaderna som skiljde. Vid odling enligt *Energi* istället för *Traditionell* ökade transportkostnaderna från 6 % till 10 % av totala kostnaderna i Skåne och från 5 % till 8 % i Uppland. För typgårdarna i Östergötland minskade transportkostnaderna något vid odling enligt *Energi* jämfört med *Traditionell*. Läglighetskostnaderna svarade för en något större andel av totala kostnaderna vid odling enligt *Traditionell* pga. den högre läglighetsfaktorn för skörd av kvarnvetet jämfört med etanolvetet.

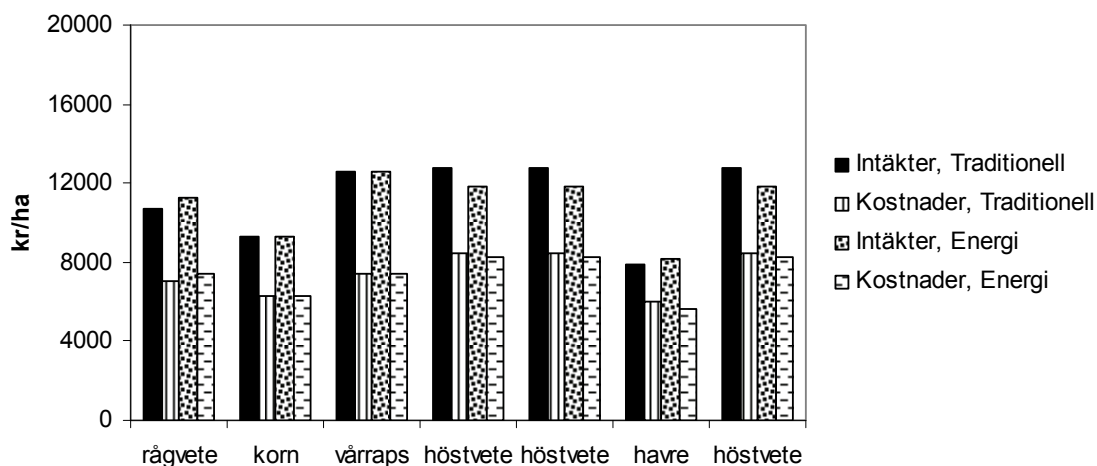
Figur 5-7 visar kostnader och intäkter uppdelade på varje gröda i växtföljden vid odling enligt *Traditionell* och *Energi*. Både kostnader och intäkter var högst i Skåne och lägst i Uppland, framför allt beroende på högst skördar i Skåne. Frånsett maskinkostnaderna, vilka påverkades något när etanolvetet endast gödslades en gång, var kostnader och intäkter för de grödor som inte användes till energiändamål desamma i *Traditionell* och *Energi*.



Figur 5. Kostnader och intäkter för typgårdarna i Skåne redovisade per ha för grödorna i växtföljden vid odling enligt alternativet Traditionell och Energi.



Figur 6. Kostnader och intäkter för typgården i Östergötland redovisade per ha för grödorna i växtföljden vid odling enligt alternativen Traditionell och Energi.



Figur 7. Kostnader och intäkter för typgården i Uppland redovisade per ha för grödorna i växtföljden vid odling enligt alternativen Traditionell och Energi.

På grund av energigrödestöd och högre pris ökade vinsten för rågvete när grödan användes till etanoltillverkning istället för till foder (Figur 5-7 samt Bilaga 3). Beroende på sänkt avkastning och lägre pris för etanolvete jämfört med kvarnvete minskade vinsten för höstvetete. Eftersom transportkostnaderna för etanolvete var något lägre än för kvarnvete i Östergötland samtidigt som de ökade kraftigt för etanolvete jämfört med kvarnvete i Skåne och Uppland försämrades höstvetekalkylen endast med ca 300 kr per ha i Östergötland. I Skåne och Uppland försämrades kalkylen för höstvetete med 1350 respektive 750 kr per ha.

Typgårdarnas totala vinst var högre för *Traditionell* jämfört med *Energi* i Skåne och Uppland medan den var densamma i Östergötland (Tabell 18). Orsaken till den bättre lönsamheten för energispannmål i Östergötland jämfört med i Skåne och Uppland var framför allt att transportkostnaderna inte ökade nämnvärt när grödorna levererades till etanolfabriken istället för till foderfabriken (Tabell 10). Av tabell 19 framgår även hur vinsten förändrades för typgården i Östergötland om priset på etanolspannmål varierade med +/- 20 %.

Tabell 18. Typgårdarnas vinst vid odling enligt alternativen Traditionell och Energi

Intäkt- kostnad, kr/år&gård	Skåne	Östergötland	Uppland
<i>Traditionell</i>	1 398 000	1 069 000	775 000
<i>Energi</i>	1 345 000	1 070 000	733 000
Skillnad <i>Energi-Traditionell</i> , kr/år	-53 000	+1 000	-42 000

Tabell 19. Påverkan på vinsten av varierat pris på etanolspannmålen

Förändring pris etanolspannmål, %	Östergötland
-20	-249 000
-10	-124 000
+10	+126 000
+20	+251 000

Läglighetskostnader

Inget samband kunde påvisas mellan stärkelsehalt och skördetidpunkt, däremot påverkas stärkelsehalten av kvävegödslingen. Den extra läglighetsfaktorn pga. kvalitet för skörd av kvarnvetet resulterade i genomgående högre läglighetskostnader när höstvetet användes som livsmedel istället för till etanolproduktion. De högre läglighetskostnaderna vid vårsådd för typgården i Uppland kom från sådd av vårrops (Tabell 20).

Tabell 20. Läglighetskostnader för sådd och skörd samt totalt för typgårdarna i Skåne, Östergötland och Uppland

Kr/år & gård	Skåne		Östergötland		Uppland	
	<i>Trad.</i>	<i>Energi</i>	<i>Trad.</i>	<i>Energi</i>	<i>Trad.</i>	<i>Energi</i>
Vårsådd	3 100	3 100	5 700	5 700	20 200	20 200
Höstsådd	0	0	0	0	0	0
Skörd	54 400	29 300	50 400	34 500	41 600	26 200
Totalt	57 500	32 400	56 100	40 200	61 800	46 400

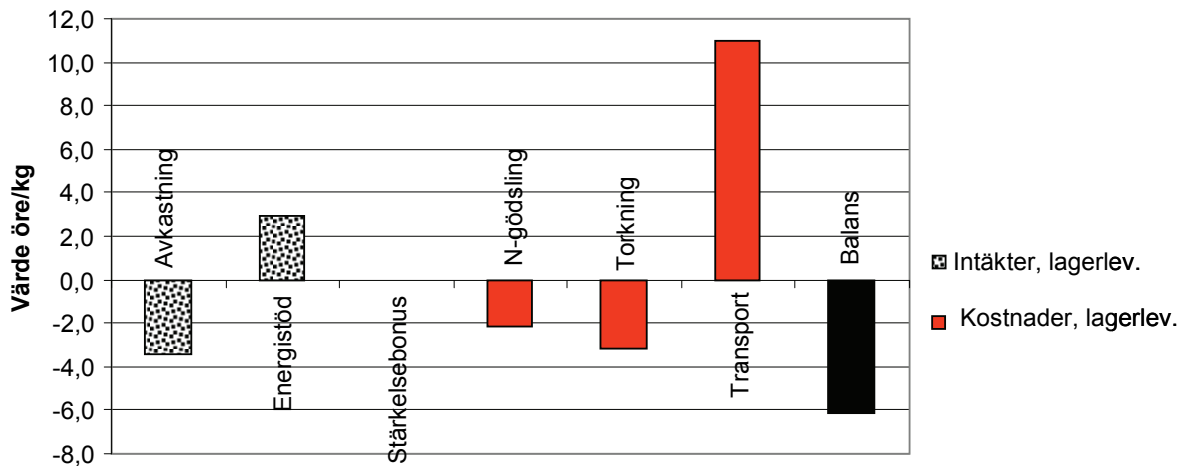
Räknat som andel av totala maskinkostnaderna, dvs. direkta maskinkostnader, arbetskostnader och läglighetskostnader, var läglighetskostnaderna högre för *Traditionell* jämfört med *Energi* samt högst för typgården i Uppland och lägst för typgården i Skåne. Vid traditionell odling på typgården i Uppland svarade läglighetskostnaderna för 11 % av totala maskinkostnaderna och vid energiodling för 8 % av totala maskinkostnaderna. Motsvarande siffror för typgården i Skåne var 8 % vid traditionell odling och 5 % vid odling för energiändamål. Andelen läglighetskostnader av de totala maskinkostnaderna för typgården i Östergötland var 10 % och 7 % för respektive traditionell- och energiodling.

Detaljstudie av odling av energispannmål

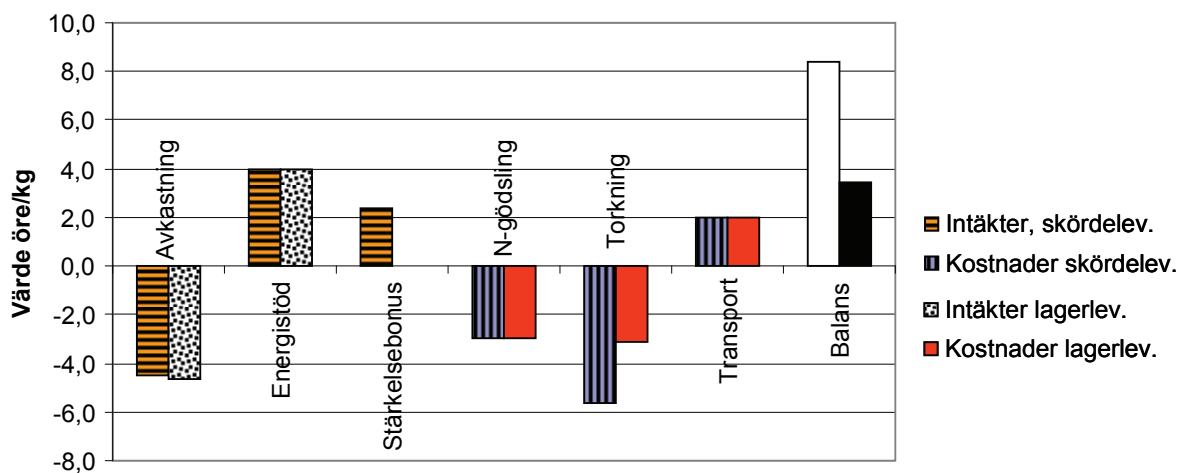
Vid odling av energigrödor påverkades intäkterna av sänkt avkastning, energigrödestödet samt stärkelsebonusen. Sänkt N-gödsling, höjd leveransvattenhalt, sänkta avdrag för torkning samt ändrade transportkostnader påverkade kostnaderna. Balansen redovisas i figurer 8-11 samt tabell 21 som skillnaden mellan intäkter och kostnader. En positiv balans innebar att intäkterna ökade om hänsyn togs till de undersökta anpassningarna och åtgärder som skiljde mellan odling av energispannmål och foderspannmål. För att få samma lönsamhet som från foderspannmål kunde priset på energispannmålen sänkas med värdet av balansen. På motsvarande sätt innebar en negativ balans att priset på energispannmål behövde ökas med värdet av balansen för samma lönsamhet som vid foderspannmål.

Höstvete

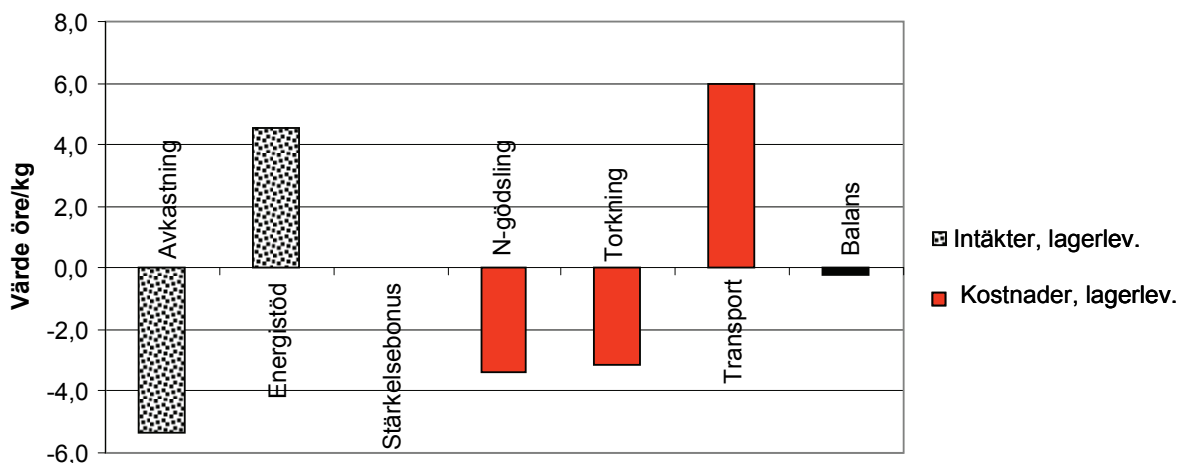
Med avseende på alla faktorer i figurerna 8-10 skulle priset på höstvete till etanol behöva vara 6 öre/kg högre än priset på fodervete för typgården i Skåne för att uppnå samma lönsamhet. För typgården i Östergötland erhöles samma lönsamhet från fodervete och etanolvete vid 8 öre lägre pris jämfört med fodervete vid skördeleverans och 3 öre lägre pris vid lagerleverans. Lönsamheten för typgården i Uppland var densamma när etanolvetet hade samma pris som fodervetet.



Figur 8. Inverkan på intäkter och kostnader samt resulterade balans för förändringar vid odling av höstvete till energi utifrån priset på fodervete för typgården i Skåne.



Figur 9. Inverkan på intäkter och kostnader samt resulterade balans (skördeleverans=vit stapel, lagerleverans= svart stapel) för förändringar vid odling av höstvete till energi utifrån priset på fodervete för typgården i Östergötland, dels för skördeleverans och dels för lagerleverans.



Figur 10. Inverkan på intäkter och kostnader samt resulterade balans för förändringar vid odling av höstveten till energi utifrån priset på fodervete för typgården i Uppland.

Rågvete

För rågvete till etanolproduktion sammanfattas värdet av de intäkter och kostnader som skiljde jämfört med odling för foder i tabell 21. Jämfört med att odla rågvete till foder så krävdes att priset för rågvete till etanol var 3 öre/kg högre i Skåne när hänsyn togs till de åtgärder som fördrade eller gjorde odlingen billigare. Störst inverkan på resultatet i Skåne hade den för etanolspannmål dyrare transporten jämfört med fodervete. I Uppland kunde priset på etanolrågvete sänkas med knappt 2 öre per kg för samma lönsamhet som för foderrågvete. På motsvarande sätt kunde priset på rågvete till etanol i Östergötland sänkas med 5 öre per kg vid lager leverans och 10 öre per kg vid skördeleverans (Tabell 21).

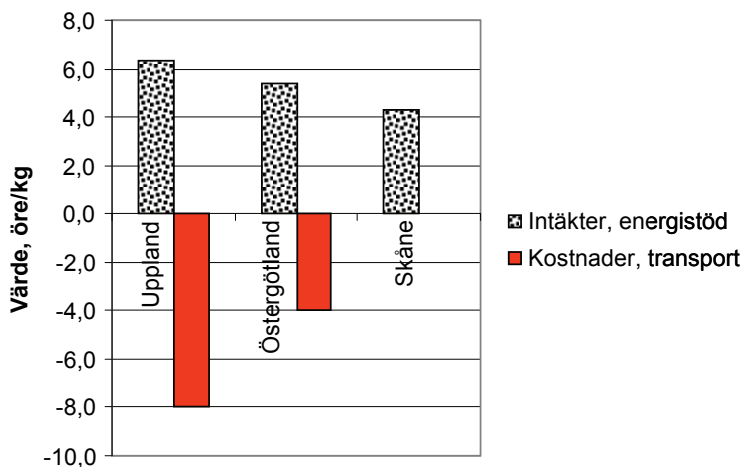
Tabell 21 Inverkan på intäkter och kostnader samt resulterade balans för förändringar som skiljde mellan produktion av rågvete till foder och etanol

Värde, öre/kg	Skåne	Östergötland	Östergötland	Uppland
Leveranstidpunkt	Lager/dec	Lager/dec	Skörd	Lager/dec
<i>Intäkter</i>				
Energigrödestöd	2,9	3,9	3,9	4,5
Stärkelsebonus	0	0	2,3	0
<i>Kostnader</i>				
Torkning	-3,2	-3,2	-5,6	-3,2
Transport	9,0	2,0	2,0	6,0
Balans	-2,9	5,1	9,8	1,7

Havre

För havre till förbränning var det intäkten från energigrödestödet samt transportkostnader som skiljde jämfört med för havre till foder. Under förutsättning att havren kunde transporteras till en förbränningsanläggning inom 30 km avstånd framgår av figur 11 att transportkostnaderna minskade mest för typgården i Uppland. De sänkta transportkostnaderna värderades där till 8 öre/kg när havren användes till energi istället för till foder. Förklaringen till att transportkostnaden minskade mycket i Uppland medan den var oförändrad i Skåne var att

ortsjusteringen för leverans av foderhavre till Lantmännens anläggning i Uppsala var -80 kr per ton medan den var 0 kr per ton i Helsingborg.

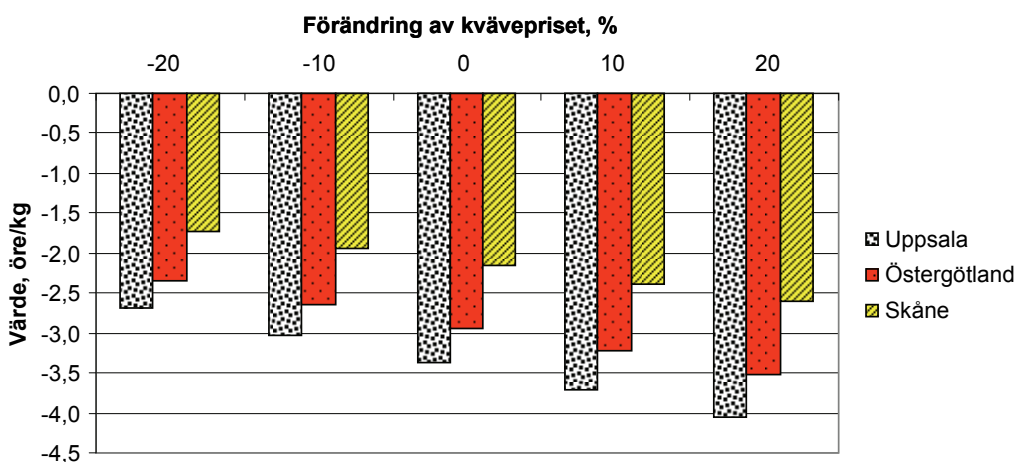


Figur 11. Inverkan på intäkter och kostnader samt resulterade balans av energigrödestöd och minskade transportkostnader vid odling av havre till förbränning istället för till foder.

Beroende på avkastning varierade värdet per kg havre som motsvarades av energigrödestödet. I exempelvis Uppland resulterade €30 per ha och år i energigrödestöd i att priset på havren till förbränning skulle kunna sänkas med 6 öre per kg utan att lönsamheten minskade jämfört med foderhavre (Figur 11). Ifall det årliga energigrödestödet ökade från €30/ha till €45/ha ökade stödets värde med 3,2 öre/kg i Uppland, 2,7 öre/kg i Östergötland och 2,1 öre/kg i Skåne.

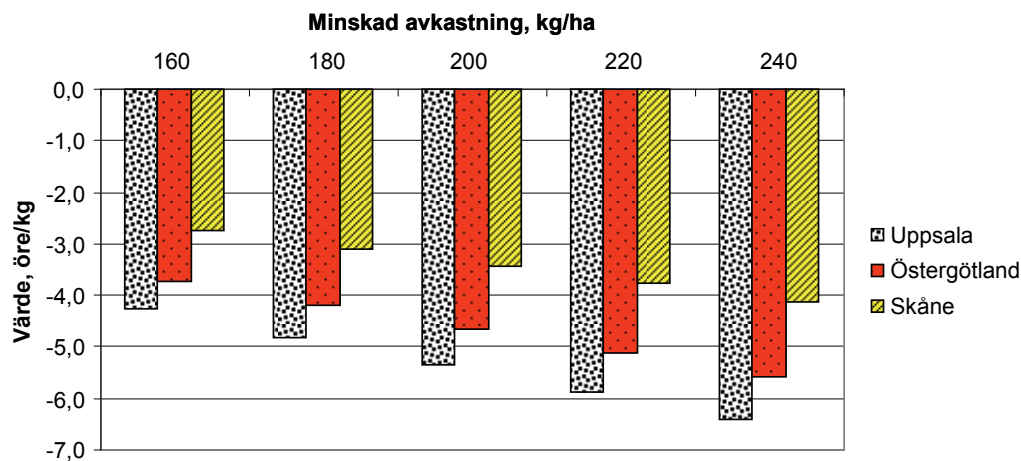
Känslighetsanalys

Från känslighetsanalysen som gjordes för höstvetet och som redovisas i figur 12-15 kan utläsas värdet av förändringar i kvävepris, minskad avkastning, energigrödestödet samt stärkelsehalten. En ökning av kvävepriset med 20% resulterade i att besparingen pga den minskade kvävegivan till etanolvete jämfört med fodervete ökade. Värdet av den lägre kvävegivan ändrades då från -2,9 till -3,5 öre/kg för typgården i Östergötland.



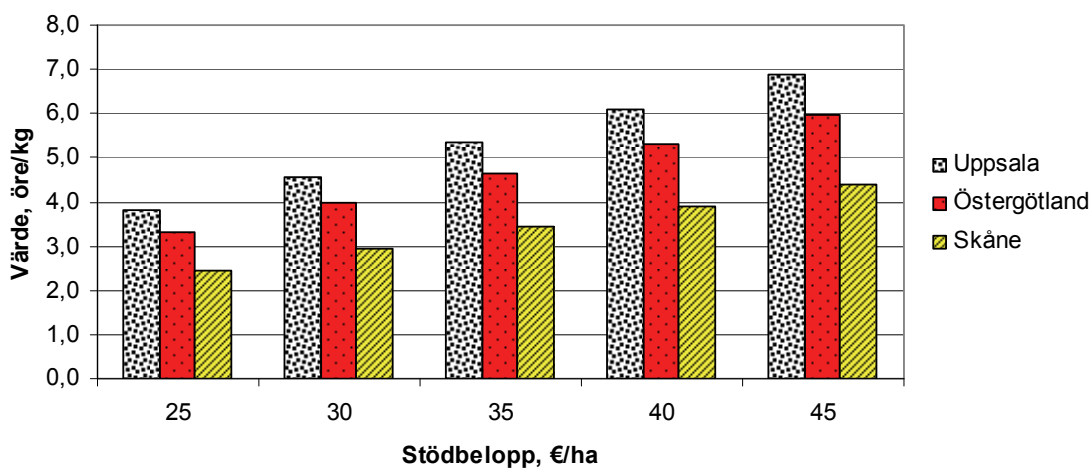
Figur 12. Värdet av lägre N-gödning vid förändrat pris på kvävegödselmedel till höstvete.

Om avkastningen minskade med 240 kg/ha istället för 200 kg/ha medförde det en ökad kostnad för etanolvetet och resulterade i att priset på etanolvete behövde ökas från 4,7 till 5,6 öre/kg för samma lönsamhet som från fodervete i Östergötland.



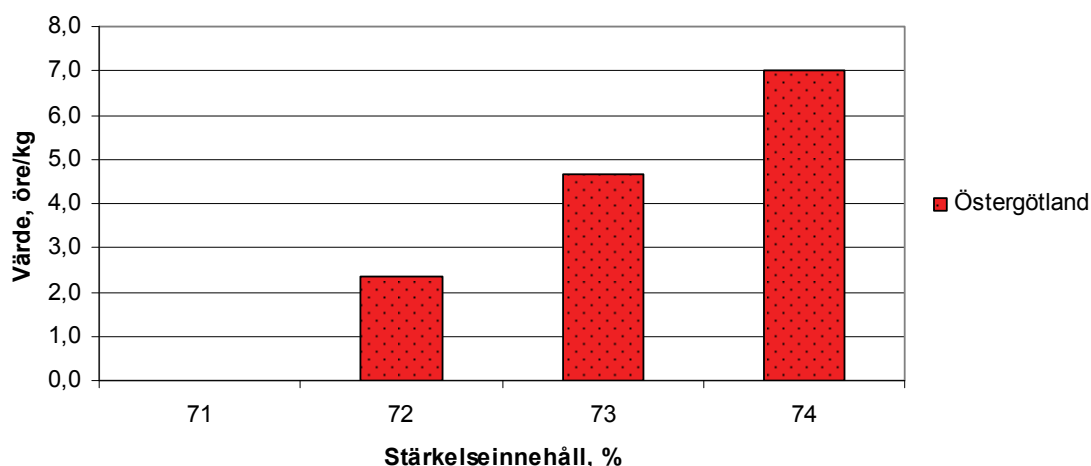
Figur 13. Värdet av varierande minskad avkastning i etanolvete jämfört med fodervete

Om energigrödestödet ökade från €30/ha till €45/ha förändrades värdet från 4 öre/kg till 6 öre/kg för typgården i Östergötland (Figur 14). Om stödet tas bort från 2010 försvinner intäkten helt.



Figur 14. Värdet av varierande storlek på EU-stödet för odling av energigrödor i etanolvete.

Av figur 15 framgår betydelsen av att öka stärkelsehalten. Varje procent ökning av stärkelsehalten var värt 2,3 öre/kg.



Figur 15. Värdet av ökat stärkelseinnehåll i höstvetete för etanolproduktion i Östergötland.

Havrens värde relaterat till energiinnehåll

En beräkning gjordes även där priset på havre relaterades till dess värmevärde och priset på ett alternativ med träpellets. Med antagandet att förbränningsanläggningen betalar lika mycket per MWh för havren som för träpellets blev resultatet ett pris på havren på 78 öre per kg fritt förbrukaren (Tabell 22). För leverantören av havren tillkom intäkterna från energigrödestödet samt jämfört med foderhavre minskade transportkostnaderna enligt figur 11.

Tabell 22. Beräkning av värdet på havre i relation till värmevärdet vid jämförelse med träpellets

	Havre	Referens
Energiinnehåll, MWh/ton	4,2	
Förbränningsverkningsgrad, %	75	Marmolin m.fl. (2004)
Pris träpellets, kr/MWh	255	Energimyndigheten (2008)
Bränsleåtgång, ton/MWh	0,33	
Pris, kr/ton	780	

Maskinhandhavande

Vid skördetröskning av energispannmål synes det inte vara möjligt att ange mer intensiv bearbetning i tröskspalten som en generell metod att i betydande grad öka kapaciteten jämfört med foderspannmål (Bilaga 4).

Förbrukning av diesel och förnödenheter

Förbrukningen av diesel för maskinoperationer på fält påverkades endast i liten grad när spannmål odlades enligt alternativet *Energi* istället för *Traditionell*. För typgården i Skåne minskade dieselförbrukningen med 1,8 % när gården odlade enligt *Energi* istället för *Traditionell*. Motsvarande minskning för typgårdarna i Östergötland och Uppland var 1,8 % och 2,6 % (Tabell 23).

Den minskade N-givan till höstvetete för etanol jämfört med höstvetete till foder eller livsmedel resulterade i att den årliga förbrukningen av kväve i konstgödsel minskade med 5 % i Skåne, 8,3 % i Östergötland och 8,5 % i Uppland (Tabell 23).

Tabell 23. Typgårdarnas årliga förbrukning av diesel och konstgödselkväve

	Skåne		Östergötland		Uppland	
	<i>Trad.</i>	<i>Energi</i>	<i>Trad.</i>	<i>Energi</i>	<i>Trad.</i>	<i>Energi</i>
Diesel, l/år	11300	11100	11200	11000	11500	11200
N-gödsel, kg N/år	29900	28400	26400	24200	25800	23600

DISKUSSION

Anpassning av odlingsinsatser

Bästa underlaget för odlingsåtgärdernas påverkan på kvaliteten hos kärnan finns idag för höstvetet till etanolproduktion. För rågvete till etanolproduktion och havre till förbränning saknas underlag för att kunna anpassa odlingen i samma utsträckning som för höstvetet. Exempelvis vad gäller sortval finns det ett bra utbud av sorter för höstvetet till etanolproduktion, arbete pågår även med att ta fram nya sorter. Det är svårt att generellt uppskatta hur en viss kvävestrategi påverkar exempelvis avkastningen eftersom den bl.a. är sortberoende. I denna studie gjorde vi en bedömning av sambandet mellan avkastningsnivå och kvävegiva utifrån ett antal försöksstudier. Hur mycket kvävegivan kan sänkas råder det dock delade meningar om.

En viktig fråga vid diskussionen kring odlingsåtgärder för förbränningsspannmål är om produktionen av spannmål till energi bör vara intensiv eller extensiv med avseende på gödslings- och bekämpningsåtgärder. Om odlingen ska vara intensiv eller extensiv beror till stor del på havrepriset. Då havrepriset ligger kring 80 öre/kg ska odlingen vara mer extensiv medan vid havrepriser kring 1,50 kr/kg ska den förmodligen vara betydligt intensivare. I studien antogs samma nivå på odlingsinsatser vid odling av havren i *Traditionell* och i *Energi*.

Ekonomisk analys av alternativen *Traditionell* och *Energi*

På lång sikt bör lönsamheten vara densamma för spannmål odlad för traditionella ändamål och energiändamål. Annars skulle den odling som ger högre lönsamhet öka i omfattning vilket skulle ge lägre priser och med det lägre lönsamhet. En stor etanolfabrik behöver spannmålsleveranser från ett större område vilket föranleder högre transportkostnader för de gårdar som ligger långt från fabriken. Dessa gårdar behöver då kompenseras för de högre transportkostnaderna med ett högre pris (annars skulle de välja att sälja spannmålen till foder). Eftersom det är svårt för etanolfabriken att sätta spannmålspris efter gårdarnas avstånd till fabriken, blir resultatet att de gårdar som ligger nära fabriken har lägre transportkostnader och därmed högre lönsamhet vid spannmålsodling för energiändamål.

I denna studie var läglighetskostnaderna en mindre post som inte påverkade den totala kostnaden i någon större utsträckning, som mest svarade de för 4 % av de totala kostnaderna. Då projektet startade antogs läglighetskostnaderna vara generellt lägre för energispannmål än för spannmål för traditionell användning, men studien visade att läglighetskostnaderna endast blev lägre för höstvetet till etanolproduktion. Det berodde på att det inte finns några uttalade lägre kvalitetskrav på havre till förbränning och på rågvete till etanol jämfört med till foder. Höstvetet gick till etanolproduktion i energialternativet och till brödproduktion i det traditionella alternativet. För kvarnvetet var läglighetskostnaderna högre än för etanolvetet vilket ledde till lägre läglighetskostnader i *Energi* än i *Traditionell*. För typgården i Skåne minskade läglighetskostnaderna med drygt 40 % när spannmål odlades enligt *Energi* jämfört med *Traditionell*. I Östergötland var motsvarande minskning 28 % och i Uppland 25 %.

Prisskillnaden mellan användning till traditionella ändamål och energiändamål var avgörande för hur lönsamheten påverkades när grödans användning ändrades. För samtliga platser ökade

vinsten för rågvete när den användes till etanol jämfört med till foder pga. det högre priset på rågvete till etanolproduktion. För höstvetete minskade vinsten vid jämförelse mellan kvarnvetete och etanolvetete framför allt pga. kvarnvetets högre pris. Försämringen var störst för typgårdarna i Skåne och Uppland eftersom transportkostnaderna ökade kraftigt där. Närhet till en anläggning för etanolproduktion var därför en viktig faktor för ökad lönsamhet. Om exempelvis en etanolfabrik skulle lokaliseras till Skåne skulle transportkostnaderna motsvarande 11 öre per kg för höstvetete kunna sänkas och resultera i att etanolvetete blev en intressant gröda även i Skåne.

Studien visade att jämfört med priset på foderhavre var priset på havre till förbränning lägre relaterat till energiinnehåll och rådande priser på träpellets (Tabell 22). Spannmålsprisets utveckling i framtiden kommer i högsta grad att påverka spannmålsodlingens utveckling, men även priset på konkurrerande bränslen är avgörande för om spannmål kommer att odlas för förbränning. Dock har trenden under de senaste 10 åren enligt statistik från Energimyndigheten (Energimyndigheten, 2008) varit att priset på pellets och briketter ökat med undantag av säsongsvariationer från en nivå på ca 170 kr/ MWh 1998 till drygt 250 kr/ MWh år 2008 (reala priser). Om den trenden håller i sig innebär det att odling av spannmål till förbränning kan vara ett intressant alternativ i framtiden.

Detaljstudie av odling av energispannmål

För gårdar som kan leverera spannmål under skörden till etanolanläggningen i Norrköping är ökad stärkelsehalt ett intressant sätt att förbättra lönsamheten i odlingen eftersom stärkelsebonus ges vid stärkelsehalter över 71 %. Som framgår av figur 14 ökade värdet på höstvetet med drygt 2 öre/kg för varje procent ökning av stärkelsehalten. Även den högre tillåtna vattenhalten vid leverans under skörd påverkade lönsamheten positivt.

Den högre avkastningen i Skåne och den lägre avkastningen i Uppland var en starkt bidragande faktor till att det fanns stora skillnader i värdeberäkningarna mellan Uppland och Skåne. Exempelvis var värdet av energigrödestödet högst per kilo i Uppland och lägst per kilo i Skåne.

SLUTSATSER

- o Vid odling av spannmål till etanolproduktion är det viktigt att anpassa kvävegödslingen för att uppnå en hög stärkelsehalt och en hög avkastning, kvävegivan bör anpassas efter den specifika sorten.
- o Idag finns inga sorter som är speciellt framtagna för förbränning men utveckling bör inriktas på sorter som ger hög avkastning i kombination med högt värmevärde samt bra förbränningsegenskaper.
- o Den minskade intäkten pga. lägre avkastning vid odling av spannmål till etanolproduktion vägs upp av lägre gödslingskostnad, men hur avkastningen påverkas av lägre kvävegödsling varierar mellan sorter och platser och är därför svårt att värdera generellt.
- o Stärkelsebonusen samt en högre tillåten vattenhalt ökade lönsamheten för etanolvetete jämfört med fodervete för gårdar som kan leverera till etanolfabriken i Norrköping under skördeperioden.
- o Lägre krav på etanolvetete jämfört med kvarnvetete gav lägre läglighetskostnader för *Energi* än för *Traditionell*. Läglighetskostnaderna var dock en mindre post som inte påverkade den totala kostnaden i någon större utsträckning, som mest svarade de för 4 % av de totala kostnaderna.
- o För typgården i Östergötland var lönsamheten räknat för hela gården lika god i *Energi* som i *Traditionell* medan den var sämre i *Energi* för typgården i Skåne och Uppland.

- o Studien visade att kvarnvet gav en högre lönsamhet än etanolvete om lantbrukaren kan producera ett kvarnvet som når upp till de uppsatta kvalitetskraven.
- o Var man bor styr mycket vad man väljer att odla. Ökade transportkostnader är den viktigaste orsaken till försämrad lönsamhet vid odling till energiändamål jämfört med till traditionella ändamål. Närhet till en anläggning för etanolproduktion är en viktig faktor för att få minskade kostnader. En lokalisering av etanolfabriker även i Skåne och Uppland skulle ge samma låga transportkostnader som i Östergötland.
- o När etanolfabriken ligger i Norrköping bör höstvet till etanolproduktion betalas med 6 öre/kg mer än fodervetet för samma lönsamhet i Skåne. I Östergötland är lönsamheten bättre för etanolvete jämfört med fodervete både vid leverans under skörd och efter lagring (i december). Priset på etanolvete kan därför 8 öre lägre vid skördeleverans och 3 öre lägre vid lagerleverans utan att lönsamheten försämras jämfört med fodervete. För Uppland är lönsamheten för etanolvete jämfört med fodervete lika.
- o Jämfört med vete, förbättrades lönsamheten mer när rågvete odlades till etanol istället för till foder.
- o Lönsamheten i att använda spannmål till förbränning är beroende dels av spannmålspriset, dels av priset på alternativa bränslen. Värdet av energigrödestödet och eventuella sänkta transportkostnader ska dock beaktas.

GENERELLA RÅD

- Vid odling av spannmål till etanol, välj sorter som kombinerar hög stärkelsehalt och hög avkastning. Vid odling av spannmål till förbränning, välj sorter som ger hög avkastning
- Anpassa strategin för kvävegödsling vid odling till etanolproduktion genom att sänka kvävegivan med 25 kg kväve per ha jämfört med till kvarnvet. Ge endast kvävet som en engångsgiva.
- På gårdar som brukar ha svårt att klara höga proteinhalter kan det vara bättre att teckna ett kontrakt för att producera vete till etanol än kvarnvet.
- Odlar spannmål till etanol om gården ligger nära en anläggning för etanolframställning, annars ger höga transportkostnader sämre lönsamhet än för foderspannmål.

REFERENSER

Tryckta referenser

- ASABE. 2006a. Agricultural Machinery Management ASAE EP496.2 FEB2006. St. Joseph, Michigan, USA. 385-390.
- ASABE. 2006b. Agricultural Machinery Management Data ASAE D497.5 FEB2006 St. Joseph, Michigan, USA. 391-398.
- Berg M., Bubholz M., Forsberg M., Myringer Å., Palm O., Rönnbäck M., Tullin, C. 2007. *Förstudie- sammanställning och syntes av kunskap och erfarenheter om grödor från åker till energiproduktion*. E06-603 Värmeforsk, Stockholm. ISBN:1653-1248.
- Biovärme-UWX. 2005. *Vi valde att elda med spannmål! Reportage från några spannmålseldare*. GDE-net & Europeiska Unionens strukturfond Mål 2 Norra.
- de Toro A. 2005. Influences on Timeliness Costs and their Variability on Arable Farms. *Biosystems Engineering* 92(1), 1-13.
- de Toro A., Rosenqvist H. 2005. *Maskinsamverkan-tre fallstudier*. Rapport-miljö, teknik och lantbruk 2005:03, Institutionen för biometri och teknik, SLU, Uppsala.
- De Toro A., A., Rosenqvist, H. (2005). *Maskinsamverkan-tre fallstudier* Institutionen för biometri och teknik. Rapport-miljö, teknik och lantbruk 2005:03 ISBN
- Energimyndigheten. 2008. Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 2/2008, Energimyndigheten, Eskilstuna. 2s.
- Europaparlamentet. 2008. *Betänkande om "hälsokontrollen" av den gemensamma jordbrukspolitiken (2007/2195(INI))*. A6-0047/2008.
- Fogelfors H.(red). 2001. *Växtproduktion i jordbruket*. Borås: Natur och kultur/LTs förlag.
- Gruvaeus I. 2007. *Kvävegödsling av olika sorters höstvet*. Försöksrapport 2006 för mellansvenska försökssamarbetet, Fälthforskningsenheten, SLU och Hushållningssällskapet, Skara. pp 125-130 ISSN 1401-2561, ISBN 91-88668-59-2.
- Gunnarsson C. Hansson P.-A. 2004. Optimisation of field machinery for an arable farm converting to organic farming. *Agricultural Systems* 80, 85-103.
- Hadders G., Arshadi M., Nilsson C., Burvall J. 2001. *Bränsleegenskaper hos spannmålskärnan*. Uppsala: JTI-rapport Lantbruk och Industri 289, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI, Uppsala.
- Lantmännen. 2008. *Gårdsmagasinet - Inför skörden (mars 2008)*. Lantmännen Lantbruk, 20305 Malmö.
- Lantmännen, LRF (Lantbrukarnas Riksförbund). 2005. *Värm gården med spannmål. Rapport* Nr 42546 aug-05.
- Loyce C., Meynard J.M. 1997. Low input wheat management techniques are more efficient in ethanol production. *Industrial Crops and Products* 6, 271-283.
- Marmolin C., Andersson J., Blomberg Y., Andersson M., Hansson Ö. 2004. *Spannmål som en framtida energikälla för uppvärmning*. HS Rapport nr 2/04, Hushållningssällskapet.

- Power N., Murphy J.D., McKeogh, E. 2008. What crop rotation will provide optimal first-generation ethanol production in Ireland, from technical and economic perspectives? *Renewable Energy* 33, 1444-1454.
- Rosenberger A., Kaul H.-P., Senn T., Aufhammer W. 2002. Costs of bioethanol production from winter cereals: the effect of growing conditions and crop production intensity levels. *Industrial Crops and Products* 15, 91-102.
- SJV. 2008. *Stöd för odling av grödor för industri- och energiändamål 2008*. JS13, Jordbruksverket, Jönköping.
- Smith G.P., Gooding M.J. 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agricultural and Forest Meteorology* 94, 159-170.
- SOU. 2007. *Jordbruket som bioenergiproducent Del 2 Bakgrundsbeskrivning*. Promemoria 2007-04-15, Statens offentliga utredningar.
- Strömberg B. 2005. *Bränslehandboken*. Miljö- och förbränningsteknik 911, F4-324, Värmeforsk Service AB. ISBN: 0282-3772.
- SVEBIO. 2008. *Potentialen för bioenergi- tillgång – användning*. Svebio, Svenska bioenergiföreningen, Stockholm. <http://www.svebio.se/attachments/33/902.pdf>.
- Wiik L., Gunnarsson A., de la Pinsonnais M. 2005. *Absolut bästa sättet att odla råvaran, nya resultat*. Skåneförsöken, SLU, Lantmännen och V&S Absolut Spirits.

Personliga meddelanden

- Börjesson, Thomas. Lantmännen. 2006-09
- de Toro, Alfredo. 2008. SLU, Inst. För energi och teknik. 2008-06
- Fredriksson, Hans. Lantmännen, 2008-05
- Gustavsson Kjell. Lantmännen. 2006-10
- Karlsson, Torbjörn. Växtråd, Lantmännen. 2006-11
- Leigård, Lars. Lantmännen. 2006-10
- Nilsson, Hans. Sala-Heby Energi. 2006-10
- Rolandsson, Hans. Jordbruksverket, tel. 036-155988. 2008-06
- Sundblom, Tage. Hallsta pappersbruk. 2006-10
- Jonsson, Nils. 2006. JTI. 2006-09
- Lantmännen Direkt, 2008a. Lantmännen, tel 0771 111 222. 2008-05-27 (gödselpris) 2008-06-04 fraktkostnader

Internetreferenser

- Agriwise. (2008). Områdeskalkyler. Agriwise, Inst. för ekonomi SLU, Box 7013, 750 07 Uppsala. http://www.agriwise.org/main_01.asp. 2008-03-13.
- Agroetanol. <http://www.agroetanol.se/> 2008-07-01
- Lantmännen Direkt (2008b). <http://direkt.lantmannen.com/default.aspx?login=true> 2008-05-27

BILAGOR

Bilaga 1. Indata från Agriwise

Tabell B1. Avkastningsnivå (kg/ha) enligt Agriwise områdeskalkyler 2008, hög avkastningsnivå

Gröda	Skåne	Östergötland	Uppland
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Höstvete, bröd	9 500	7 000	6 100
Höstraps	3 700	3 500	-
Rågvete	6 500	6 200	5 600
Vårraps	-	-	2 600
Socketbetor	57 000	-	-
Vårkorn	7 000	-	4 800
Havre	6 500	5 200	4 400
Ärter	-	3 600	-

Tabell B2. Gödselgivor för typgården i Skåne

Antal operationer	Höstvete	Höstraps	Socketbetor	Vårkorn	Havre	Rågvete
N, kg/ha	193	179	120	120	108	133
P, kg/ha	26	24	31	21	20	17
K, kg/ha	48	37	64	35	33	33

Tabell B3. Gödselgivor för typgården i Östergötland

Antal operationer	Höstvete	Höstraps	Ärter	Havre	Rågvete
N, kg/ha	165	175		103	138
P, kg/ha	18	23	15	16	16
K, kg/ha	35	15	11	26	11

Tabell B4. Gödselgivor för typgården i Uppland

Antal operationer	Höstvete	Vårraps	Vårkorn	Havre	Rågvete
N, kg/ha	152	117	101	88	127
P, kg/ha	15	18	14	13	14
K, kg/ha	31	6	24	22	8

Tabell B5. Växtskyddsbehandlingar, ggr/år, Skåne

	Höstvete	Höstraps	Vårkorn	Sockerbetor	Havre	Rågvete
Antal operationer	Gss					
Ogräs	1	1	1	1	1	1
Svamp	1,1	0,1	0,7			0,2
Brodd						
Stråknäckare	0,1					
Insekt, axgång	0,5					0,5
Rapsbagge		0,4				
Fritfluga						
Bladlus			0,4	0,3	0,4	

Tabell B6. Växtskyddsbehandlingar, ggr/år, Östergötland

	Höstvete	Höstraps	Ärter	Havre	Rågvete
Antal operationer	Gns				
Ogräs	1	1	1	1	1
Svamp	0,8	0,1			0,1
Brodd	0,2				0,2
Stråknäckare	0,1				
Insekt, axgång	0,5				0,5
Rapsbagge		0,5			
Fritfluga				0,1	
Bladlus			0,6	0,2	

Tabell B7. Växtskyddsbehandlingar, ggr/år, Uppland

	Höstvete	Våraps	Vårkorn	Havre	Rågvete
Antal operationer	Gns				
Ogräs	1	0,5	1	1	1
Svamp	0,6	0,2	0,2		0,1
Brodd	0,2				0,2
Stråknäckare	0,1				
Insekt, axgång	0,5				0,5
Rapsbagge		1,5			
Fritfluga					
Bladlus		0,1	0,2	0,2	

Bilaga 2. Läglighetsdata

Tabell B8. Datum som anger från vilken dag läglighetskostnader beräknade för sådd och skörd

Sådatum, område	Höst- vete	Råg- vete	Korn	Havre	Höst- raps	Ärter	Vår- raps
Gss	22-sept	19-sept	1-apr	1-apr	20-aug	10-apr	1-apr
Gns	18-sept	15-sept	20-apr	20-apr	15-aug	30-apr	20-apr
Ss	15-sept	12-sept	28-apr	28-apr	10-aug	2-maj	28-apr
Skördedatum							
Gss	30-jul	29-jul	16-aug	18-aug	29-jul	20-aug	3-sept
Gns	6-aug	3-aug	19-aug	22-aug	8-aug	22-aug	7-sept
Ss	8-aug	4-aug	22-aug	24-aug	9-aug	23-aug	6-sept

Tabell B9 anger de läglighetsfaktorer för de olika områdena på grund av förluster i kvantitet vid skörd eller sådd efter optimal tidpunkt.

Tabell B9. Läglighetsfaktorer (kg/ha&dag) för sådd och skörd

Sådd Område	Höst- vete	Råg- vete	Korn	Havre	Höst- raps	Ärter	Vår- raps
Gss	17	17	18	23	20	29	23
Gns	25	25	32	30	25	29	29
Ss	30	30	43	26	32	35	29
Skörd							
Gss	40	43	29	39	20	29	21
Gns	41	32	33	34	25	29	27
Ss	44	37	38	41	32	35	26

Bilaga 3. Resultat av intäkts- och kostnadsanalys

Skåne, Traditionell

Intäkter	kr/år	kr/ha uppdelat på grödor						
		rågvede	höstraps	höstvede	S-betor	korn	havre	höstvede
Avsalugröda	2826282	10270	15318	17005	18240	10780	8840	17005
Gårdsstöd	481415	2372	2372	2372	2372	2372	2372	2372
Energistöd								
Summa intäkter	3307697	12642	17690	19377	20612	13152	11212	19377
Kostnader								
Utsäde	160212	689	545	735	1740	565	515	735
Konstgödsel	660542	2582	3456	3787	4507	2330	2327	3787
Växtskyddsmedel	96237	309	830	414	952	254	145	414
Maskinkostnader	498236	2286	2073	2160	4724	1916	1861	2160
Arbetskostnader	125840	784	634	761	320	550	530	761
Läglighetskostnader	57517	38	189	786	0	50	134	786
<i>summa maskin exkl läglighet</i>	<i>624076</i>	<i>3108</i>	<i>2897</i>	<i>3707</i>	<i>5044</i>	<i>2516</i>	<i>2525</i>	<i>3707</i>
<i>summa maskin inkl läglighet</i>	<i>681593</i>	<i>90125</i>	<i>84004</i>	<i>107495</i>	<i>146280</i>	<i>72970</i>	<i>73225</i>	<i>107495</i>
Transport	112184	442	562	304	1824	224	208	304
Torkning inkl analys	161614	813	515	1270	23	872	810	1270
Lagring, räntekostnad	37037	164	252	272	0	172	145	272
Summa kostnader	1909417	8107	9058	10489	14091	6933	6676	10489
Intäkt-kostnad	1398280	4534	8632	8887	6521	6219	4536	8887

Skåne, Energi

Intäkter	kr/år	kr/ha uppdelat på grödor						
		rågvede	höstraps	höstvede	S-betor	korn	havre	höstvede
Avsalugröda	2739427	10595	15318	15345	18240	10780	8840	15345
Gårdsstöd	481415	2372	2372	2372	2372	2372	2372	2372
Energistöd	32364	279	0	279	0	0	279	279
Summa intäkter	3253206	13246	17690	17996	20612	13152	11491	17996
Kostnader								
Utsäde	160212	689	545	735	1740	565	515	735
Konstgödsel	640532	2582	3456	3442	4507	2330	2327	3442
Växtskyddsmedel	96237	309	830	414	952	254	145	414
Maskinkostnader	470201	2132	1946	1963	4675	1793	1741	1963
Arbetskostnader	122940	784	634	711	320	550	530	711
Läglighetskostnader	32428	39	189	353	0	50	134	353
<i>summa maskin exkl läglighet</i>	<i>593141</i>	<i>2955</i>	<i>2770</i>	<i>3027</i>	<i>4995</i>	<i>2393</i>	<i>2404</i>	<i>3027</i>
<i>summa maskin inkl läglighet</i>	<i>625569</i>	<i>85708</i>	<i>80326</i>	<i>87779</i>	<i>144859</i>	<i>69391</i>	<i>69726</i>	<i>87779</i>
Transport	188111	1027	562	1321	1824	224	208	1321
Torkning inkl analys	161614	813	515	1270	23	872	810	1270
Lagring, räntekostnad	35666	171	252	245	0	172	145	245
Summa kostnader	1907940	8547	8931	10453	14042	6809	6555	10453
Intäkt-kostnad	1345265	4698	8759	7542	6570	6342	4935	7542

Östergötland, Traditionell

Intäkter	kr/år	kr/ha uppdelat på grödor						
		rågvede	höstraps	höstvede	ärter	höstvede	havre	höstvede
Avsalugröda	2209336	9796	14490	12530	7236	12530	7072	12530
Gårdsstöd	453096	2232	2232	2232	2232	2232	2232	2232
Energistöd		0	0	0	0	0	0	0
Summa intäkter	2662432	12028	16722	14762	9468	14762	9304	14762
Kostnader								
Utsäde	142219	689	545	735	949	735	515	735
Konstgödsel	507645	2466	3217	3067	532	3067	2088	3067
Växtskyddsmedel	91562	333	838	412	623	412	129	412
Maskinkostnader	390339	2232	1974	1824	1780	1824	1758	2067
Arbetskostnader	125013	764	614	591	513	591	504	735
Läglighetskostnader	56128	22	477	383	232	383	57	383
<i>summa maskin exkl läglighet</i>	<i>515352</i>	<i>3018</i>	<i>3065</i>	<i>2798</i>	<i>2525</i>	<i>2798</i>	<i>2319</i>	<i>3184</i>
<i>summa maskin inkl läglighet</i>	<i>571480</i>	<i>87514</i>	<i>88892</i>	<i>81128</i>	<i>73230</i>	<i>81128</i>	<i>67240</i>	<i>92348</i>
Transport	87769	267	641	511	155	511	432	511
Torkning inkl analys	156867	779	503	934	678	934	648	934
Lagring, räntekostnad	35732	156	239	201	119	201	116	201
Summa kostnader	1593273	7708	9047	8657	5581	8657	6246	9044
Intäkt-kostnad	1069159	4320	7675	6105	3887	6105	3058	5718

Östergötland, Energi

Intäkter	kr/år	kr/ha uppdelat på grödor						
		rågvede	höstraps	höstvede	ärter	höstvede	havre	höstvede
Avsalugröda	2104356	10106	14490	11220	7236	11220	7072	11220
Gårdsstöd	453096	2232	2232	2232	2232	2232	2232	2232
Energistöd	40455	279	0	279	0	279	279	279
Summa intäkter	2597907	12617	16722	13731	9468	13731	9583	13731
Kostnader								
Utsäde	142219	689	545	735	949	735	515	735
Konstgödsel	477630	2466	3217	2722	532	2722	2088	2722
Växtskyddsmedel	91562	333	838	412	623	412	129	412
Maskin	386619	2242	1984	1775	1780	1775	1758	2018
Arbete	120663	764	614	541	513	541	504	685
Läglighet	40169	22	477	199	232	199	57	199
<i>summa maskin exkl läglighet</i>	<i>507282</i>	<i>3028</i>	<i>3075</i>	<i>2515</i>	<i>2525</i>	<i>2515</i>	<i>2319</i>	<i>2901</i>
<i>summa maskin inkl läglighet</i>	<i>547451</i>	<i>87819</i>	<i>89173</i>	<i>72923</i>	<i>73230</i>	<i>72923</i>	<i>67240</i>	<i>84143</i>
Transport	78146	391	641	428	155	428	224	428
Torkning inkl analys	156867	779	503	934	678	934	648	934
Lagring, räntekostnad	34063	163	239	179	119	179	116	179
Summa kostnader	1527938	7849	9056	7925	5581	7925	6038	8312
Intäkt-kostnad	1069969	4768	7666	5806	3887	5806	3545	5419

Uppland, Traditionell

Intäkter	kr/år	kr/ha uppdelat på grödor						
		rågvede	korn	vårraps	höstvede	höstvede	havre	höstvede
Avsalugröda	1906605	8848	7392	10764	10919	10919	5984	10919
Gårdsstöd	377580	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860
Energistöd			0	0			0	
Summa intäkter	2284185	10708	9252	12624	12779	12779	7844	12779
Kostnader								
Utsäde	137759	689	637	353	851	851	517	851
Konstgödsel	478222	2233	1986	2202	2769	2769	1762	2769
Växtskyddsmedel	68022	333	156	596	379	379	125	379
Maskinkostnader	389057	1968	1741	1810	2049	2075	1725	2049
Arbetskostnader	123659	614	501	527	723	681	495	723
Läglighetskostnader	61814	31	92	597	418	418	157	418
summa maskin exkl läglighet	512716	2613	2334	2933	3190	3174	2377	3190
summa maskin inkl läglighet	574530	75770	67672	85053	92522	92048	68943	92522
Transport	80072	381	446	606	262	262	541	262
Torkning inkl analys	139803	697	604	506	822	822	548	822
Lagring, räntekostnad	30700	141	118	177	175	175	98	175
Summa kostnader	1509108	7087	6281	7372	8449	8432	5969	8449
Intäkt-kostnad	775077	3621	2971	5252	4330	4347	1875	4330

Uppland, Energi

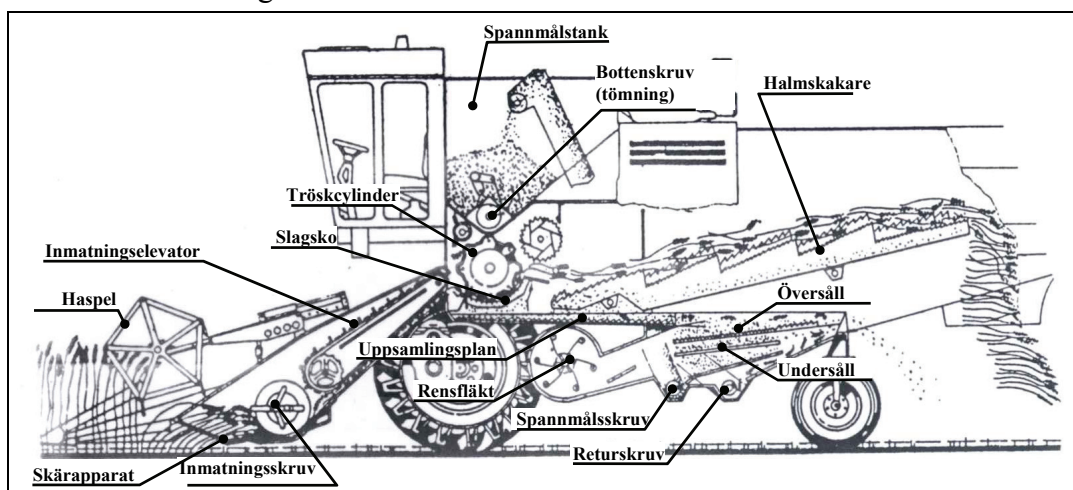
Intäkter	kr/år	kr/ha uppdelat på grödor						
		rågvede	korn	vårraps	höstvede	höstvede	havre	höstvede
Avsalugröda	1811717	9128	7392	10764	9735	9735	5984	9735
Gårdsstöd	377580	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860
Energistöd	40455	279	0	0	279	279	279	279
Summa intäkter	2229752	11267	9252	12624	11874	11874	8123	11874
Kostnader								
Utsäde	137759	689	637	353	851	851	517	851
Konstgödsel	448207	2233	1986	2202	2424	2424	1762	2424
Växtskyddsmedel	68022	333	156	596	379	379	125	379
Maskinkostnader	385396	1982	1740	1809	2002	2028	1725	2002
Arbetskostnader	119309	614	501	527	673	631	495	673
Läglighetskostnader	46389	33	92	597	241	241	157	241
summa maskin exkl läglighet	504705	2628	2333	2933	2916	2900	2377	2916
summa maskin inkl läglighet	551094	76226	67666	85047	84564	84090	68937	84564
Transport	122490	717	446	606	755	755	189	755
Torkning inkl analys	139803	697	604	506	822	822	548	822
Lagring, räntekostnad	29193	147	118	177	155	155	98	155
Summa kostnader	1496568	7445	6281	7372	8303	8286	5616	8303
Intäkt-kostnad	733184	3822	2971	5252	3571	3588	2507	3571

Bilaga 4. Maskinhandhavanden

Stråsädesgrödor avsedda för energianvändning (etanol, förbränning) har delvis andra kvalitetskrav jämfört med då de används till livsmedel eller foder. Detta skulle kunna tänkas inverka på lämpliga maskininställningar och körteknik vid skördetröskning. Centralt i sammanhanget är önskemålet om hög kapacitet.

Vid officiella provningar av skördetröskor fastställs kapaciteten som avverkningen på kort raksträcka vid ett visst spill bakom maskinen. Ofta tillämpas härvid maximalt 1 eller 2 % spill av den biologiska skörden som gränsvärde.

Största spillet vid stråsädeskörd är kärnor som kommer ut bakom skördetröskan från halmskakarna., figur 1. Ofta får dessa bära ”hundhuvudet” genom att skakarna kommer längst bak i processen. Felet kan emellertid uppstå tidigare exempelvis genom otillräcklig eller för intensiv urtröskning.



Figur 1. Skördetröskans delar.

I tröskspalten d.v.s. i utrymmet mellan tröskcylinder och slagsko är det angeläget att uppnå

- God urtröskning, d.v.s. att en stor andel av kärnorna frigörs från axen.
- Hög frånskiljning, d.v.s. att en stor andel av de urtröskade kärnorna frånskiljs genom slagskon.

Vilken kapacitet som uppnås i praktiken beror till stor del på hur väl tröskföraren lyckats anpassa inställning av cylinderhastighet och slagskoavstånd till rådande förhållanden. I tabell 1 ges riktvärden för lämpliga inställningar i några olika stråsädesgrödor. Tabellvärdena ges i form av intervall. Att beakta i sammanhanget är att utsäde och malkorn fordrar mer varsam behandling vid skördetröskning än exempelvis fodersäd.

Tabell 1. Riktvärden för tröskcylinderns periferihastighet och för slagskoavstånd¹ i några olika stråsädesgrödor. Efter Kepner, Bainer och Barger (1978).

Gröda	Cylinderhastighet, m/s	Slagskoavstånd ¹ , mm
Havre, råg, vete	25-30	5-13
Korn	23-28	6-13

1) Normalt är avståndet i slagskons främre del större än i dess bakre.

Genom att öka cylinderhastigheten förbättras utröskningen. Detta genom att antalet tröskningstillfällen (varje gång en cylinderslaga passerar en slagskolinjal) per tidsenhet ökar. En högre cylinderhastighet ger dessutom tröskgodset högre hastighet vilket medför att materialflödet blir tunnare. Vidare medför hög cylinderhastighet att frånskiljningen genom slagskon förbättras genom att centrifugalkraften på kärnorna ökar.

En ytterligare möjlighet att förbättra utröskning och frånskiljning är att minska avståndet mellan cylinder och slagsko.

Utröskning och frånskiljning kan dock ej drivas hur långt som helst. Gränser för möjliga cylinderhastigheter och slagskoavstånd sätts bl.a. av riskerna för mekaniska skador på kärnorna vilka exempelvis kan yttra sig som nedsatt grobarhet. Förutom reducerad grobarhet skadas omilt behandlade kärnor lättare under den efterföljande lagringen. Detta beror på att tröskningsskadorna, som ofta består av för ögat osynliga sprickor i kärnan, orsakar ökad andning och därmed snabbt stigande temperatur i spannmålspartiet.

Beträffande kärnskadorna är cylinderhastigheten den viktigaste parametern. Reducerat slagskoavstånd tenderar att öka kärnskadorna, men inverkan är i allmänhet ganska liten i jämförelse med effekterna av ökad cylinderhastighet.

Även om utröskning och frånskiljning i tröskspalten förbättras av intensiv bearbetning i är det inte givet att skördetröskans totala kapacitet härigenom ökar. Under torra förhållanden medför intensiv behandling att söndertrasningen av halmen ökar. En stor andel korta strån medför att den efterföljande frånskiljningen av kärnor på halmskakarna och i rensverket försvåras. Vid skörd av grödor med inslag av grönt, fuktigt material, exempelvis ogräsplanter, medför intensiv utröskning att dessa i högre grad slås sönder vilket medför att skördetröskans inre delar liksom tröskgodsets ytor blir fuktigare vilket i sin tur bromsar materialflödena och försvårar frånskiljningen.

Att en mycket intensiv bearbetning i tröskspalten ofta medför endast marginella kapacitetsökningar har bl.a. visats i norska studier. Samtidigt kunde kärnskadorna öka dramatiskt, tabell 2 och 3.

Tabell 2. Spill i procent av skörd vid skördetröskning med olika cylinderhastigheter. Medelvärden av försök med havresorterna Svea, Mustang och Marengo. Slagskoavstånd främre och bakre 11 respektive 5 mm. (Widnes, 1988).

Typ av förluster	Tröskcylinderns periferihastighet m/s		
	18 (låg)	28 (normal)	38 (hög)
Cylinder (otröskade ax)	1,8	0,2	0,1
Halmskakare	0,6	0,3	0,3
Rensverk	0,1	0,1	0,1
Summa	2,5	0,6	0,5

Tabell 3. Mekaniska kärnskadorna i procent av skörd vid skördetröskning med olika cylinderhastigheter. Medelvärden av försök med havresorterna Svea, Mustang och Marengo. Slagskoavstånd främre och bakre 11 respektive 5 mm. (Samma försöksserie som anges i tabell 2. Widnes, 1988).

Tröskcylinderns periferihastighet m/s		
18 (låg)	28 (normal)	38 (hög)

4,2	7,7	18,0
-----	-----	------

Slutsats utifrån ovanstående avseende skördetröskning av energispannmål:

Det synes inte vara möjligt att ange mer intensiv bearbetning i tröskspalten som en generell metod att i betydande grad öka kapaciteten jämfört med skördetröskning av fodersäd.

Referenser

Kepner R.A., Bainer R.&Barger E.L., 1978. Principles of Farm Machinery. Avi Publishing Company, Inc. Westport Connecticut. ISBN 0-87055-252-X. USA.

Widnes O.I., 1988. Skurtresking av tomotei, bygg og havre med ulike innstillinger av treske- og renseverk. Doctor Scientiarum-avhandling. Landbruksteknisk institutt, Ås-NLH.

Tidigare publikationer i denna serie:

Earlier publications in this series:

- 001 2008 Nilsson, D. & Bernesson, S. Pelletering och brikettering av jordbruksråvaror – En systemstudie
- 002 2008 Bernesson, S., Olsson, J., Rodhe, L., Salomon, E. & Hansson, P-A. Inblandning av aska från bibränslen i flytande biogasrötrest

SLU
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 10 00
pdf.fil: www.et.slu.se

SLU
Department of Energy and Technology
Box 7032
S-750 07 UPPSALA
SWEDEN
Phone +46 18 671000
