



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekonomi

Värdet av bin för svensk växtodling

The value of bees for Swedish crop farming

Torgil Andersson
Filip Jankulovski



Värdet av bin för svensk växtodling

The value of bees for Swedish crop farming

Torgil Andersson

Filip Jankulovski

Handledare: Hans Andersson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU),
Institutionen för ekonomi

Examinator: Karin Hakelius, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU),
Institutionen för ekonomi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i företagsekonomi

Kurskod: EX0783

Program/utbildning: Agronomprogrammet – ekonomi

Fakultet: Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Anna Nilsson / Lantmannen

Serienamn: Examensarbete/SLU, Institutionen för ekonomi

Nr: 1027

ISSN 1401-4084

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Biodling, honungsbi, pollineringsstjänst, oljeväxt, förfruktseffekt, matematisk optimering, linjär programmering, produktionsekonomi*



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekonomi

Förord

Vi vill tacka alla som har ställt upp med information, hjälp och bidragit till denna studie. Först och främst riktar vi ett stort tack till vår handledare, professor Hans Andersson, för hans engagemang, kunskap och handledning genom studien. Sedan tackar vi samtliga som bidragit med expertis till denna studie.



Torgil Andersson



Filip Jankulovski

Abstract

This study examines production strategies for rape seed in Sweden. The value of bees as pollinators is evaluated for commercial crop farming and traditional varieties are compared to hybrids. The effects of a neonicotinoid-ban in Sweden is examined together with the economic implications associated with such restriction. Data are used from previous field studies. The composed data are used for mathematical optimization calculations. It is investigated using the Lagrange function in search for the optimum solution. It was revealed that the contract between beekeeper and producer is an important factor in the decision to use traditional varieties compared to hybrids. The use of traditional varieties is a better choice than hybrids depending on the location and climate. In areas with less favorable climate, hybrid varieties aid to improve crop rotation. The neonicotinoid-ban was found to only affect limited areas of Sweden where pest insects are especially problematic. In those areas there was no easy way to grow rape seed under such restriction. The economical short term effect is proven to be significant and the long term problems with monoculture is a risk.

Sammanfattning

Denna studie analyserar olika odlingsstrategier för raps i Sverige. Det ekonomiska värdet av bin som pollinatörer i rapsodlingar utvärderas och linjesorter jämförs med hybridsorter. Konsekvenserna av ett neonikotinoidförbud i Sverige utvärderas tillsammans med de ekonomiska konsekvenserna som följer utav denna restriktion. Data används från tidigare fältförsök. Problemet analyseras med hjälp av en matematisk optimeringsmodell och Lagrange's funktion utvärderar för optimala lösningar. Resultaten visar att kontrakt mellan biodlare och växtodlare är en viktig faktor vid beslut rörande val mellan linjesorter och hybrider. Odling av traditionella linjesorter visar sig vara ett bättre alternativ beroende på geografiskt område och klimat. I områden med strängare vintrar är hybrider viktiga för att möjliggöra en väl fungerande växtföljd. Neonikotinoidförbudet visar sig enbart påverka ett begränsat geografiskt område där skadeinsekter är särskilt problematiska. I dessa områden finns ingen enkel teknik för att odla raps givet dessa restriktioner. De ekonomiska effekterna är betydande och problem med monokultur, växtsjukdomar och skadeinsekter riskera att bli kostsamma i ett längre perspektiv.

Innehållsförteckning

1 INTRODUKTION	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 PROBLEM	2
1.3 SYFTE	3
1.4 AVGRÄNSNINGAR	3
2 LITTERATURGENOMGÅNG	5
2.1 ODLINGSSYSTEM	5
2.1.1 Växtföljder	5
2.1.2 Förfruktseffekter	5
2.2 BIODLING	5
2.2.1 Honungsbin	6
2.2.2 Pollineringsuppdrag	6
2.3 OLJEVÄXTER	7
2.3.1 Odlingsförutsättningar	7
2.3.2 Sortval	8
2.4 TIDIGARE FORSKNING	9
2.4.1 Avkastning raps	9
2.4.2 Pollinering av raps	9
3 TEORI	11
3.1 PRODUKTIONSEKONOMISKT PERSPEKTIV	11
3.1.1 Produktutbyte	11
3.1.2 Beslutsfattande	11
3.2 MATEMATISK OPTIMERING	12
3.2.1 Optimeringsprocessen	12
3.3 RESULTATMÅTT	13
3.4 PRINCIPAL-AGENTPROBLEM	13
3.5 ALTERNATIV TEORI	14
4 METOD	15
4.1 FORSKNINGSMETOD	15
4.2 BIDRAGSKALKYLERING	15
4.2.1 Honungsproduktionskalkyl	15
4.2.2 Rapskalkyler	16
4.2.3 Förfruktseffekter	17
4.2.4 Växtföljder	17
4.3 MATEMATISK MODELL	18
4.4 METODKRITIK	20
4.5 RELIABILITET OCH VALIDITET	21
4.6 ETIK	21
5 EMPIRISKA RESULTAT	22
5.1 GENERELLA RESULTAT	22
5.2 FALLGÅRD 1 – GÖTALANDS SÖDRA SLÄTTBYGDER	24
5.3 FALLGÅRD 2 – GÖTALANDS NORRA SLÄTTBYGDER	24

5.4 FALLGÅRD 3 – SVEALANDS SLÄTTBYGDER	25
6 ANALYS OCH DISKUSSION.....	27
6.1 SAMMANFATTNING AV RESULTAT	27
6.2 POLLINERINGSUPPDRAG	27
6.3 VAL AV RAPSSORT	28
6.4 NEONIKOTINOIDFÖRBUD	28
7 SLUTSATSER.....	30
7.1 FORTSATT FORSKNING	30
REFERENSER.....	32
<i>Litteratur och publikationer</i>	32
<i>Internet</i>	34
<i>Personliga meddelanden</i>	35
BILAGOR.....	36
<i>Bilaga 1 Figur 1 Indelning av produktionsområden i Sverige</i>	36
<i>Bilaga 2 Tabell 1 Kalkyl för honungsproduktion</i>	37
<i>Bilaga 3 Tabell 2 Sammanställning av resultat från lösning av optimeringsproblem</i>	38
<i>Bilaga 4 Tabell 3 Optimala växtföljder i olika produktionsområden</i>	39
<i>Bilaga 5 Tabell 4 Sammanställning av Ci-värden</i>	40
<i>Bilaga 6 Tabell 5 Avkastningsskillnader mellan linjesort och hybrider i fältförsök</i>	41

1 Introduktion

Värdet av svensk biodling analyseras i denna studie. Inledningsvis ges en bakgrund till svensk biodling för att sedan diskutera den problematik som möter svensk biodling. Kapitlet avslutas sedan med att arbetets syfte definieras och våra forskningsfrågor diskuteras.

1.1 Bakgrund

Pollinering av växter kan ske på flera olika sätt. De flesta växter är anpassade till att via vind eller insekter transportera pollen från ståndare till pistill (Free, 1993). Vissa växter är självfertila och kan pollinera sig själva. Även växter som är självfertila kan dra nytta av korspollinering genom vind eller insekter och därmed producera mer frukt eller frö av bättre kvalitet (Free, 1993).

Insektspollinering är den viktigaste formen av pollinering hos växter (Fogelfors, 2015). Växterna lockar till sig insekter genom att utsöndra sockerrik nektar och växtens blommor attraherar insekter via färgen (Fogelfors, 2015). När insekterna flyger till blomman och försöker förtära nektar fastnar pollen på insekterna (Fogelfors, 2015). Pollen transporteras via insekten vidare till andra blommor som befruktar växten (Fogelfors, 2015). Honungsbin *Apis mellifera* är en speciellt god pollinatör som övervintrar i samhällen med tusentals individer och förbrukar kilovis med pollen och nektar under sommaren (Fogelfors, 2015). De är den enda art med vilken man relativt enkelt kan förändra pollineringsstrycket (Fogelfors, 2015).

Det moderna jordbruket med stora sammanhängande odlingsområden förändrar landskapet och våra odlingssystem tenderar att bli alltmer enformiga varvid vilda pollinatörer får svårare att klara sig (Fogelfors, 2015). Vidare har parasiten Varroakvalster *Varroa destructor* angripit och utplånat många vilda bisamhällen. Biodlare kan behandla tambin genom att använda medlet Aspitan som kan minska trycket av kvalster i bisamhällena. De vilda bisamhällena kan dock inte behandlas om de angrips och hela kolonier kan därför slås ut helt (Fogelfors, 2015). Därmed har betydelsen av tama honungsbin med förmåga att pollinera grödor ökat. Tambin används främst för att producera honung. Under vissa delar av året kan biodlare erbjuda pollinerings tjänster till växtodlare genom att hyra ut sina bisamhällen och placera dessa i anslutning till grödor som påverkas gynnsamt av honungsbin (SFO, 1, 2000).

Oljeväxter tillhör de grödor som gynnas ekonomiskt av insektspollinering (Free, 1993). Raps *Brassica napus* är huvudsakligen självfertil men drar nytta av korspollinering vilket främst sker genom vind men även insekter kan bidra till fullgod pollinering (Free, 1993; Fries, 2008). Rybs *Brassica rapa* är självsteril och är i större omfattning beroende av korspollinering (Fries, 2008). Ett högt pollineringsstryck ger en högre skörd och oljehalt hos raps och rybs (Fogelfors, 2015).

Det finns två olika varianter av raps som odlas i Sverige; linjesorter och hybrider. Hybrider har kommit in på marknaden på senare år och det är oklart huruvida heterosiseffekter i dessa sorter kan kompensera för bristande korspollinering (Lindström *et al.*, 2015; Marini *et al.*, 2015). Linjesorter får väsentligt högre avkastning när bisamhällen används för att pollinera rapsgrödan medan hybrider med samma behandling inte påvisar någon skördeökning (Lindström *et al.*, 2015; Marini *et al.*, 2015).

Ett odlingssystem innebär att man medvetet planerar för att bevara och/eller förbättra markens produktionsförmåga (Fogelfors, 2015). Det är viktigt att skapa en god växtföljd där skördeutbytet gynnas av föregående gröda. Om närbesläktade grödor odlas flera år i rad kan det leda till skördeförluster och sjukdomar.

Oljeväxter i växtföljden bidrar till bättre avkastning. Om oljeväxter ersätts av spannmål ger det lägre skördeavkastning genom hela växtföljden (SJV, 2015).

Det finns flera skadeinsekter som orsakar problem för oljeväxtodlare däribland: jordloppor, rapsbaggar, kålmal och kålflugans larver. Oljeväxtutsäde har tidigare betats med neonikotinoider för att skydda mot angrepp från främst jordloppor. Neonikotinoider har sedan år 2013 förbjudits inom EU i ett försök att förbättra hälsotillståndet för Europas bipopulationer (SJV, 2015). I och med ökade svårigheter att hantera växtskadegörare i främst våroljeväxter har intresset för att odla dessa grödor minskat (Hagman *et al.*, 2015).

Pollineringstjänster påverkar marknadsvärdet av rapsskörden på flera sätt. Ett högt pollineringstryck kan både ge en högre skörd samt öka kvaliteten i form av högre oljehalt (Fries, 2008; Bommarco *et al.*, 2012). I raps är oljehalten cirka 40 %. Oljehalter över detta ger tillägg med 1,5 % på priset per procentenhetsavvikelse per 0,1 %, oljehalter under ger avdrag i samma takt (SFO, 4, 2016). Det ekonomiska värdet av pollineringstjänster som utförs av honungsbin har uppskattats till flera gånger högre än deras värde som producenter av honung och bivax. Binas viktiga bidrag till växtodling är numera erkänt (Free, 1993).

1.2 Problem

Företag måste vara framgångsrika inom samtliga produktionsområden för att konkurrera på marknaderna (Olhager, 1999). Konkurrenssituationen blir mer påtaglig, mer global och omvärldens bevakning av företagen allt noggrannare (Olhager, 1999). Detta ställer höga krav på en effektiv och ekonomisk verksamhet för att skapa långsiktig lönsamhet (Olhager, 1999).

Lantbruksföretagen befinner sig på en marknad i ständig förändring och anpassar sig ständigt efter nya förhållanden. Ett sätt att öka produktiviteten utan att öka mängden insatsvaror är att tillämpa ny teknik som leder till en mer effektiv produktion och ett högre produktutbyte (Pindyck & Rubinfeld, 2013). Det är viktigt för lantbrukare att följa med i utvecklingen både vad gäller ny teknologi och nya organisatoriska idéer. En relativt ny idé är att använda bipollinering inom svensk växtodling som en integrerad del av odlingssystemen.

Pollinering som utförs av tambin är viktig och har ökat i betydelse under de senaste 50 åren (Allen-Wardell *et al.*, 2008). Dagens odlingssystem i Sverige skapar ett mer monokulturellt landskap, vilket i sin tur gör det svårare för vilda pollinatörer att överleva (Fogelfors, 2015). Antalet vilda pollinatörer räcker inte till för att pollinera jordbruksgrödorna i Sveriges slättbygder (SJV, 2009).

Ett aktuellt problem är att det finns begränsad kunskap om värdet av bipollinering för svenska växtodlare (Lindström *et al.*, 2015). Det finns endast ett fåtal studier som har utförts runt om i världen (Mesquida *et al.*, 1988; Manning & Wallis, 2005; Morandin & Winston, 2005; Sabbahi *et al.*, 2005; Hayter & Cresswell, 2006; Marini *et al.*, 2015; Sutter & Albrecht, 2016) och av dessa ytterst få i Sverige (Bartomeus *et al.*, 2014b; Lindström *et al.*, 2015). Gemensamt för dessa studier är att varierande resultat erhållits vilket gör att det är svårt att dra generella slutsatser om vad extra pollinering betyder för svensk växtodling. Forskare inom

området är dock överens om att bipollinerings tjänster har en betydande potential att öka avkastningen på oljeväxter (Free, 1993).

Det empiriska problemet är att bipollinerings tjänster inte utnyttjas i tillräcklig grad. En förklaring är att det finns kunskapsluckor inom forskningen angående bipollinerings bidrag till avkastningseffekterna (Lindström *et al.*, 2015). Fältförsök visar att hybrid sorter ger en högre avkastning och rekommendationen till producenter är ofta att välja hybrid sorter (Hagman *et al.*, 2015). Dessa fältförsök tar emellertid inte hänsyn till det mervärde som pollinering kan bidra med hos linjesorterna.

Tidigare studier har främst fokuserat på hur avkastningen påverkas av en fullgod pollinering. Ingen studie har tidigare analyserat vilken betydelse användning av pollinerings tjänster de facto har på det företagsekonomiska resultatet för svenska växtodlare. Det är en utmaning att kvantifiera värdet av ekosystemtjänster i relation till potential ökning i vinst (Bommarco *et al.*, 2013). Detta är en lucka i forskningen som vi avser undersöka.

1.3 Syfte

Det är av betydande vetenskapligt intresse att klarlägga för växtodlingsproducenter i Sveriges slättbygder hur det ekonomiska resultatet av växtföljden påverkas utav en ekonomisk rationell odlingsstrategi för raps. Studien grundar sig på tillgänglig information från tidigare fältförsök av hur pollinering påverkar raps. Förutom detta studeras de olika alternativens ekonomiska betydelser för företag utifrån teoretiska beräkningsmodeller grundade på mikroteori där olika strategier har utvärderats utifrån tre fiktiva fallgårdar.

Följande forskningsfrågor besvaras i studien för att därigenom kunna uppfylla syftet:

- Hur bör växtodlare använda sig av pollinerings tjänster för att nå bästa möjliga ekonomiska resultat?
- Hur påverkar val av utsäde resultatet?
- Hur påverkar ett förbud av neonicotinoider resultatet?

1.4 Avgränsningar

Studien avgränsas till att enbart beröra växtodlare som bedriver konventionell växtodling i Sveriges tre mest betydande produktionsområden: Götalands södra slättbygder (Gss), Götalands norra slättbygder (Gns) och Svealands slättbygder (Ss). I dessa produktionsområden är oljeväxter speciellt betydelsefulla (Fogelfors, 2015) samtidigt som det råder brist på vilda pollinatörer (SJV, 2009). Detta innebär att resultaten från denna studie inte går att applicera på andra odlingsområden.

Vidare har studien avgränsats till gårdar utan betydande animalieproduktion med en åkerareal överstigande 100 hektar. Gårdar med animalieproduktion har bättre förutsättningar att odla fodergrödor som alternativ till oljeväxter givet att dessa används som foder i andra produktionsgrenar på gården (SJV, 2015). Vilket innebär att gårdar med animalieproduktion sannolikt har bättre förutsättningar för att ersätta oljeväxter i växtföljden med lönsamma alternativ.

Studien avgränsas till att behandla hur insektpollinering påverkar raps. Ingen hänsyn tas till andra grödor som drar nytta av insektpollinering i svenska odlingssystem t ex klöverväxter och åkerbönor. Detta innebär att andra grödor i odlingssystemet kan komma att gynnas av den behandling som rapsgrödan får genom pollineringstjänster.

I denna studie beaktas inte val av alternativ försäljningsstrategi och därför antas att ingen lagring av spannmål sker på gården. Avsalupriser grundas på Lantmännens poolpris 1. För rapsfrö innebär det att avsalupriset sätts till 3,20 kr/kg.

Studien avgränsas till de fiktiva fallgårdarna och kommer således inte att analysera faktiska odlingsstrategier på svenska växtodlingsföretag.

2 Litteraturgenomgång

I kapitel 2 presenteras litteratur som är relevant med anknytning till syfte och problemformulering för studien. Litteraturen som ligger till grund för denna studie består i första hand utav vetenskapliga artiklar som erhållits genom en litteratursökning i biblioteks databasen Primo. Statistik är hämtad från Statens jordbruksverk (SJV).

2.1 Odlingssystem

Utformning av ett odlingssystem är krävande och det finns många faktorer att ta hänsyn till. Därför är viktigt att utveckla kvalitativt inriktade odlingssystem för marken (Fogelfors, 2015). Man behöver dessutom tänka på att bidra till att skapa hållbara odlingssystemen på lång sikt med begränsad miljöpåverkan genom att minska effekten på omgivande miljöer och inte utnyttja mer än nödvändigt de ändliga naturresurserna.

2.1.1 Växtföljder

Växtföljd avser den ordningsföljd grödor odlas under en viss tidsperiod på ett bestämt skifte. I en växtföljd är viktigt för att hantera skadedjur, växtsjukdomar och för att bibehålla en bördig mark (Fogelfors, 2015). I allmänhet innehåller en växtföljd en begränsad sekvens av grödor. Grödor kan odlas under ett eller flera år. Växtodlingssystemet bör utformas för att optimera gårdens drift med hänsyn till inriktning, ekonomi och tillgängliga resurser såsom arbetskraft och maskinkapital (Fogelfors, 2015).

Det finns två metoder för att implementera en växtföljd. Antingen odlas en och samma gröda på hela odlingsarealen och byts ut nästa år mot nästkommande gröda. Detta är ingen vanlig metod då maskinkapitalet inte utnyttjas effektivt (Hazell & Norton, 1986). Den andra och vanligaste metoden är att dela in åkerarealen i mindre skiften och odla olika grödor så att arealen av olika grödor är ungefär lika år efter år (Hazell & Norton, 1986). I denna metod är matematisk optimering speciellt en lämplig metod för att via en modell simulera en odlingssäsong (Hazell & Norton, 1986).

2.1.2 Förfruktseffekter

Grödor påverkar efterföljande grödor i olika utsträckning. Varieras odling av spannmål med en avbrottsgröda leder detta till en högre total skörd för hela växtföljden, vilket benämns förfruktseffekt (SJV, 2015). Tillämpas istället en monokulturodling av spannmål erhålls minskad avkastning om mellan 5-20 % (Fogelfors, 2015). Detta faktum måste lantbrukare beakta när de planerar växtföljden och/eller beräknar gödselgivan.

2.2 Biodling

Sverige har ett fördelaktigt geografiskt läge för biodling. Klimatet innebär en lång säsong med blommande växter utan torrperioder (Hedberg, 1989). I Sverige finns cirka 12 000 biodlare som tillsammans äger runt 125 000-150 000 bisamhällen (SJV, 4, 2015). De flesta biodlare är hobbybiodlare och bedriver småskalig produktion, men ett hundratal bedriver yrkesmässig odling (SJV, 4, 2015).

2.2.1 Honungsbin

Honungsbiet är den art som har störst betydelse vid odling av grödor som blommar tidigt (Fogelfors, 2015). De övervintrar i intakta samhällen och när värmen kommer på våren finns honungsbin redo att hjälpa till med pollineringen (Fogelfors, 2015). Honungsbin får all föda från nektar och pollen vilket betyder att bina är beroende av blommande växter för sin överlevnad (Fogelfors, 2015). Honungsbin är den enda art av bin som relativt enkelt kan förändra pollineringsstrycket (Fogelfors, 2015). Honungsbin är vad man kallar blomtrogna, vilket innebär att det dragbi som har börjat flyga till ett blomslag inte byter blomma tills den får reda på det finns ett bättre alternativ (Fogelfors, 2015).

2.2.2 Pollineringsuppdrag

Odlade honungsbipopulationer i världen har ökat med 45 % under de senaste 50 åren till följd av ekonomisk globalisering, biotop fragmentering (SJV, 2005) och intensifierat jordbruk (Aizen & Harder, 2009). Andelen jordbruksgrödor som kräver insektspollinering har ökat i ännu snabbare takt och kan förklara den ökade efterfrågan på pollinerings tjänster (Aizen & Harder, 2009).

Ett samarbete mellan växtodlare och biodlare kan etableras för pollinering av grödor. Kontraktens utformning varierar, men innebär ofta att biodlaren ställer ut ett antal bisamhällen mot en ekonomisk ersättning (Hedberg, 1989). För att täcka stora pollineringsbehov behöver växtodlare kontakta de största biodlarna med många bisamhällen som antingen helt eller delvis har sin inkomst från biodling (Fogelfors, 2015). Beräkning av hur många bisamhällen som behövs för att pollinera en viss areal baseras ofta på biodlarens och växtodlaren egna erfarenheter (Fogelfors, 2015). De faktorer som bör beaktas är: areal av grödan, hur attraktiv blomman är och om grödan är en självpollinerande växt (Free, 1993). Om grödan är attraktiv och kan självpollinera är rekommendationen två bisamhällen per hektar (Free, 1993). I slättbygder är honungsbinas betydelse som pollinatörer större på grund av färre vilda pollinatörer förekommer (Pedersen, 2011). I slättbygderna är odling av grödor som gynnas av pollinering mer förkommande (SJV, 2009). Ett alternativ till att hyra in bisamhällen är jordhumlesamhällen, dock är kostnaden för hög och antalet arbetarhumlor för litet för att vara effektivt (SJV, 2009).

Det är viktigt att de bisamhällen som ställs ut har en äggläggande bidrottning då yngelproduktion stimulerar till blombesök (Fogelfors, 2015). Därtill måste det finnas en pågående rekrytering av arbetarbin för att upprätthålla fältbistyrkan på sikt (Fogelfors, 2015). Bisamhällen måste flyttas från fälten efter det att grödan har blommat ut för att inte konkurrera eller på annat sätt missgynna vilda pollinatörer (Free, 1993).

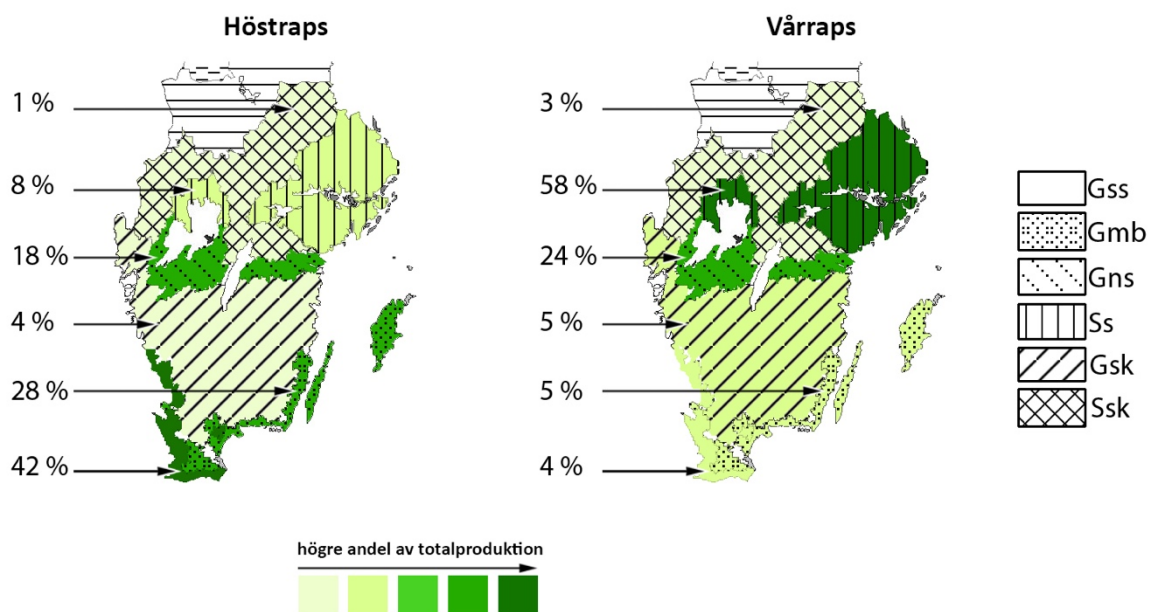
Honungsproduktionens intäkter kommer främst från försäljning av honung (SJV, 2009). Av den honung som produceras i Sverige säljs cirka 40 % via dagligvaruhandeln, resten säljer biodlarna direkt till konsumenterna (SJV, 2011). De biodlare som erbjuder pollinerings tjänster mot hyra får ytterligare en inkomst som bidrar till att täcka kostnaderna samt den extra rapshonung bina producerar under uppdraget (SFO, 1, 2000). Det bör noteras att enbart hyran täcker sällan omkostnaderna.

2.3 Oljeväxter

I Sverige odlas främst oljeväxterna raps och rybs (SJV, 2014). Vid odling av raps och rybs får man framför allt tre positiva egenskaper; luckrande effekt på marken, en lättare ogräskontroll och en minskning av spannmåls patogener (Fogelfors, 2015).

2.3.1 Odlingsförutsättningar

Sverige är indelat i åtta produktionsområden (po8) se bilaga 1. Odlingsförutsättningarna för höst- och vårraps skiljer sig avsevärt mellan de olika produktionsområdena. Vid analys av statistik inhämtad ifrån SJV för åren 2010 till 2013 illustreras den geografiska utbredningen av raps, se figur 1.



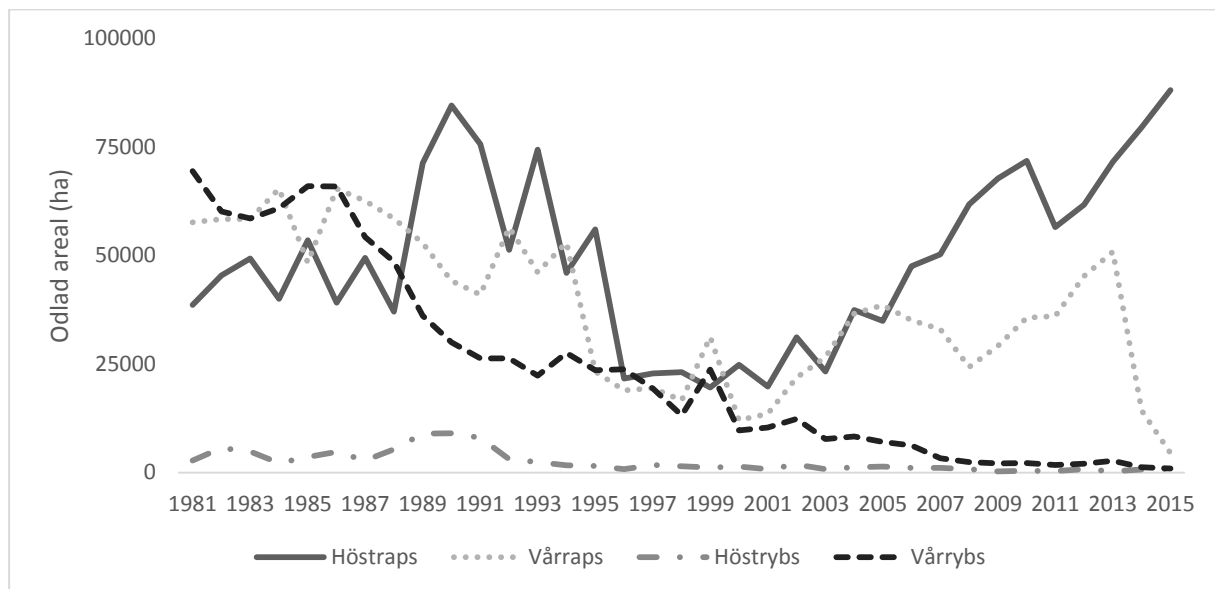
Figur 1 Odlingskarta höstraps och vårraps. Medeltal 2010-2013, andel av total odlings areal raps (SJV, 2010, 2012, 2013, 2014).

I övrigt kan noteras att höstrapsen dominerar längst söderut i Gss och i Ss dominerar vårraps. I Gns odlas både vår- och höstraps i ungefär samma utsträckning. År 2013 uppgick den totala arealen vårraps till 4.86 % och höstraps till 4.39 % i Gns efter våra avgränsningar (pers med., Olsson, 2016).

Ett av de största problemen vid odling av våroljeväxter är jordloppan som gnager sönder bladen på rapsplantorna när de är små och orsakar skador som leder till att plantorna dör (SJV, 2015). Jordloppan är särskilt besvärlig vid varm och torr väderlek (SJV, 2015). Det är därför viktigt att skapa förutsättningar för att plantorna ska få en snabb uppkomst tidigt på våren (SJV, 2015).

Höstraps är mindre känslig för angrepp av skadeinsekter (pers. med., Lundin, 2016). Rapsen är som mest känslig i uppkomststadiet när jordlopporna är aktiva och hungriga efter vintern (pers. med., Lundin, 2016). Därför har höstraps inga större problem med jordloppor (pers. med., Lundin, 2016).

Det har skett betydande förändringar de senaste tio åren inom svensk oljeväxtodling. Rybs är en numera ovanlig göda och efter år 2013 har en minskning av odlingsarealen av vårraps skett till en nära nog obefintlig nivå, se figur 2.



Figur 2 Åkerarealens användning riket. År 1981-2015. (SJV, 2016)

Tidigare har utsäde regelmässigt behandlats med kemiska preparat i områden med stor risk för angrepp av skadeinsekter (SJV, 2015). Våröljeväxtutsäde har betats med neonicotinoider (SJV, 2015). EU-kommissionen beslutade i maj 2013, efter att den Europeiska livsmedelsmyndigheten EFSA gjort en riskbedömning samtidigt som det även publicerats ett stort antal forskningsrapporter om massbidöd i Europa, att förbjuda neonicotinoider tills vidare undersökningar gjorts (SJV, 2015). Det har inte funnits något direkt substitut till neonicotinoidbetning och istället har besprutning med pyretroider använts i större utsträckning. Dock är kostnaderna för ökad användning av pyretroider höga och preparatkostnaderna ökar med 500 kronor per hektar samtidigt som maskin- och arbetskostnader ökar med ytterligare 500 kronor per hektar (SJV, 2015).

2.3.2 Sortval

Det finns ett flertal olika rapssorter att välja som utsäde. De kan delas in i två kategorier; linjesorter och hybridsorter. Linjesorter är den traditionella rapsen som förädlats genom planerade korsningar och urval för att få önskade egenskaper vid sk traditionell växtförädling. Hybridförädling utnyttjar den sk heterosiseffekten vilka ofta leder till betydande avkastningsökning hos många växtslag (Fogelfors, 2015). Heterosiseffekten innebär att avlägset besläktade föräldralinjer korsas, vilka sinsemellan är inavlade för att få en högre vitalitet (Fogelfors, 2015). Den avgörande skillnaden mellan de båda kategorierna raps är att linjesorterna drar nytta av insekspollinering, medan ingen nytta har observerats i hybridsorterna (Lindström *et al.*, 2015; Marini *et al.*, 2015). Hybrider har generellt sett bättre övervintringsegenskaper och kan sås senare på hösten än linjesorter (SFO, 2, 2011).

År 2010 odlades ungefär lika stor areal av linje- som hybridsorter av höstraps (SFO, 2, 2011). Nu dominerar hybridsorter och utgör ungefär 90 % av den odlade arealen raps (pers. med., Gunnarson, 2016). Linjesorter odlas fortfarande till viss del och då huvudsakligen i Gss (pers. med., Gunnarson, 2016).

2.4 Tidigare forskning

Genom åren har ett flertal studier utförts för att undersöka hur avkastningen i raps kan gynnas. Det finns ett flertal olika faktorer som påverkar avkastningsnivån och samtliga är viktiga för att nå maximal teoretisk nivå. Nedan följer en förklaring om vilka dessa faktorer är samt vilket bidrag pollinering medför.

2.4.1 Avkastning raps

Rapsens avkastning beror på en kombination av abiotiska och biotiska faktorer, vissa styrs av miljön och andra faktorer än odlaren kan påverka. I en svensk studie med höstraps visas att de viktigaste faktorerna för ett bra resultat vid odling av höstraps är pollinatörer, skadeinsekter och markegenskaper som pH nivå och kvävetillgång (Bartomeus *et al.*, 2014a). Studien visar att pollinering är en viktigare faktor än jordens pH-värde (Bartomeus *et al.*, 2014a). I en annan studie visas att den kombinerade effekten av omfattande växtskydd och högt pollineringstryck gav en ökad effekt jämfört med vad de hade gett var för sig (Sutter & Albrecht, 2016). I ytterligare en studie erhöles en ökad avkastning om 600 kg/ha eller 19 % om man utnyttjar en fullgod pollinering i kombination med riklig användning av handelsgödsel (Marini *et al.*, 2015). Den faktor som är mest begränsande bestämmer avkastningsnivån. Det betyder att om någon annan faktor än pollinering är knapp hjälper det inte med enbart ökad pollinering.

2.4.2 Pollinering av raps

Det har genom åren gjorts en mängd fältförsök för att försöka mäta bipollineringens inverkan på skörderesultatet i rapsodling. Äldre studier från 1940-talet till 1970-talet visar varierande resultat, men generellt visar de att god tillgång på pollinerande insekter kan öka skörden med 5-8 % (SFO, 3, 2016). Rapsfälten får därtill en jämnare mognad då pollineringen sker på kort tid (Hedberg, 1989). Detta bidrar till att fröna blir av jämnare och bättre kvalitet (Hedberg, 1989). Nya studier visar dock att nyttan kan var högre än vad man tidigare trott. I denna studie presenteras några av de mest kända studierna och slutligen göra en analys av vad dessa resultat betyder för svenska växtodlare.

I ett fältförsök med vårraps som utfördes i den kanadensiska provinsen Québec kom man fram till att det är nödvändigt att ha bin under blomningstiden för att kompensera underskottet av vilda pollinatörer (Sabbahi *et al.*, 2005). Man erhöill 46 % i merskörd vid användning av tre bisamhällen per hektar jämfört med utan (Sabbahi *et al.*, 2005). Under försöken har man använt sig av nio olika testfält där man har delat upp fälten i; (1) inga bin (2) ett och ett halvt bisamhälle per hektar och (3) tre bisamhällen per hektar med minst två kilometer mellan fälten (Sabbahi *et al.*, 2005). För att veta om bina stannade i respektive område räknades bina varje dag (Sabbahi *et al.*, 2005). För att säkerställa att bina inte hade tillgång till fält nummer ett använde man sig utav burar med nät för att se till att vinden nådde in, men inte bina (Sabbahi *et al.*, 2005). Denna studie utfördes dock endast på tre fält per bisamhälletäthet givet två olika rapssorter och under ett år (SFO, 3, 2016). Resultaten bör därför tolkas med viss försiktighet.

En fältstudie med vårraps utfördes i Alberta, Kanada under perioden juli – augusti år 2002. I studien utnyttjades tolv olika fält uppdelade i tre olika typer; konventionell, ekologisk och genmodifierad med fyra fält i varje (Morandin & Winston, 2005). Man studerade öppen

pollinering gentemot komplettering med bisamhällen. Resultaten visade att i konventionella fält ökade avkastningen med 21 % vid komplettering med bisamhällen (Morandin & Winston, 2005).

Ett fältförsök med vårraps utfördes i Wongan Hills i Australien år 1998. I studien använde man sig av ett fält där ett bisamhälle per hektar placerades ut (Manning & Wallis, 2005). Dessutom undersöktes hur avstånd från bikupan påverkade avkastningen i rapsfältet. Bäst resultat uppnåddes vid ett nära avstånd, mellan 100-200 meter från bisamhällena (Manning & Wallis, 2005). Där ökade avkastningen med 23 % (Manning & Wallis, 2005).

Fältförsök med höstraps utfördes i Rennes i Frankrike mellan 1982-1984. I studien nyttjades fyra block med fem olika behandlingar; (1) burar med honungsbin, (2) burar utan insekter, (3) burar med fläktar, (4) burar med fläktar och honungsbin och (5) burar med humlor (Mesquida *et al.*, 1988). Studien visade att höstrapsen inte erhöll någon merskörd på grund av pollineringsseffekt från honungsbin (Mesquida *et al.*, 1988).

I en studie i England studerades både höst- och vårraps. Slutsatsen var att ingen statistisk signifikant merskörd kunde observeras i fält med högt pollineringsstryck från insekter (Hayter & Cresswell, 2006). Vindpollinering var tillräckligt (Hayter & Cresswell, 2006).

Ett fältförsök med höstraps utfördes vid Universitetet Padova i Italien år 2012. Tre rapssorter studerades: en linjesort och två hybrider. I försöket användes tre olika block som delades in i tre sektioner med varsin sort av raps (Marini *et al.*, 2015). På fälten placerades fem bisamhällen ut med 500 meters avstånd (Marini *et al.*, 2015). Resultaten visade att bipollinering endast hade effekt på linjesort och där ökade skörden med 19 % (Marini *et al.*, 2015).

Fältförsök i vårraps utfördes i Zürich i Schweiz år 2014. Där använde man sig av två sorters burar i ett fält: (1) med humlepollinering och (2) utan insekter (Sutter & Albrecht, 2016). Burar som innehöll ett humlesamhälle var (Sutter & Albrecht, 2016). Studien visade att pollineringen ökade skörden med upp till 7 % (Sutter & Albrecht, 2016).

Fältstudier i höstraps genomfördes på fyra olika platser i Europa under hösten 2005. Nära Uppsala, Sverige, nära Göttingen, Tyskland, utanför Reading, England, och nära Krakow, Polen. I studien noterades skördeökningar på omkring 20 % när honungsbin användes (Bartomeus *et al.*, 2014b). I detta försök användes tio fält med en gröda sådda i de olika länderna med ett minimum om tre kilometer mellan fälten (Bartomeus *et al.*, 2014b). Fälten delades in i fyra block, där varje block fick två behandlingar; 1) öppen pollinering och 2) burar och nät för att hålla insekter borta (Bartomeus *et al.*, 2014b). För att beräkna hur många insekter som befann sig på fälten användes näthåvar (Bartomeus *et al.*, 2014b).

Fältförsök med höstraps utfördes i Skåne under 2011 och 2012. Resultaten visade att fält med linjesorter och bisamhällen gav en merskörd om 10,6 % (Lindström *et al.*, 2015). Ingen merskörd noterades i hybridrapssorter med bisamhällen (Lindström *et al.*, 2015).

3 Teori

I detta kapitel presenteras de mikroekonomiska teorierna. Dessutom redovisas en lösningsmodell för maximeringsproblematiken vad gäller struktur och definitioner.

3.1 Produktionsekonomiskt perspektiv

Produktionsekonomisk teori beskriver det komplexa sambandet mellan biologi, teknologi och ekonomi och hur begränsade resurser bäst utnyttjas för att uppfylla ekonomiska mål (Olhager, 1999). För lantbruksföretaget handlar produktionsekonomi främst om hur ekonomiska teorier relaterar till lantbrukarna och deras produktion av växt- och animalieprodukter (Debertin, 2012).

Lantbrukare antas ofta ha som målsättning att använda befintliga resurser på det sätt som ger högsta möjliga vinst (Debertin, 2012). Detta kan vara sant sett ur en tidsperiod/odlingssäsong men typiskt sett är lantbruksföretagets mål mer långsiktiga (Debertin, 2012). De flesta lantbrukare har fler mål än enbart vinstmaximering som sträcker sig bortom den aktuella odlingssäsongen (Debertin, 2012).

Lantbrukare som utvecklar långsiktiga samarbeten med andra företag kan betrakta samarbetet som en investering och således är resultatet från det första året av samarbetet mindre intressant än sett ur en period om flera år.

3.1.1 Produktutbyte

Lantbrukare måste göra många val gällande vad som ska produceras med de tillgängliga resurserna (Debertin, 2012). Det gäller inte enbart att planera för varje enskild produktionsgren men även hur resurserna ska fördelas över samtliga produktionsgrenar (Debertin, 2012). Den kanske mest väsentliga frågan i biologisk produktion avser relationen mellan produktionsmedelinsats och produktutbyte. Lagen om avtagande avkastning innebär för ett produktionssystem med både fasta och variabla produktionsfaktorer att det finns en ekonomiskt optimal produktionsvolym och bortom den punkten ger varje extra enhet av en insatsvara avtagande avkastning (Pindyck & Rubinfeld, 2013). Lagen belyser det faktum att en optimal kombination av insatsvarorna är nödvändig för företagets vinst.

3.1.2 Beslutsfattande

För att konkurrera på marknaden måste hela tiden företagets strategi, produkter och processer, men även planering och styrning ständigt utvecklas och förbättras (Olhager, 1999). För att uppnå en lönsam verksamhet krävs strategiska, taktiska och operativa beslut som är i samstämmighet med varandra (Olhager, 1999).

Modellen för rationellt beslutsfattande är en normativ modell som ofta bygger på ideala föreställningar om hur beslut bör fattas för att uppnå ett ekonomiskt optimalt resultat (Edlund *et al.*, 1999). Genom att utvärdera olika produktionsalternativ är det möjligt att fatta beslut om vilka som bör väljas (Edlund *et al.*, 1999). Lantbruksföretag skiljer sig från denna bilden och planerar ofta framtida produktion utifrån erfarenheter från tidigare år (Debertin, 2012). Det kan vara problematiskt att i förhand planera ett dynamiskt system såsom växtodling. Under

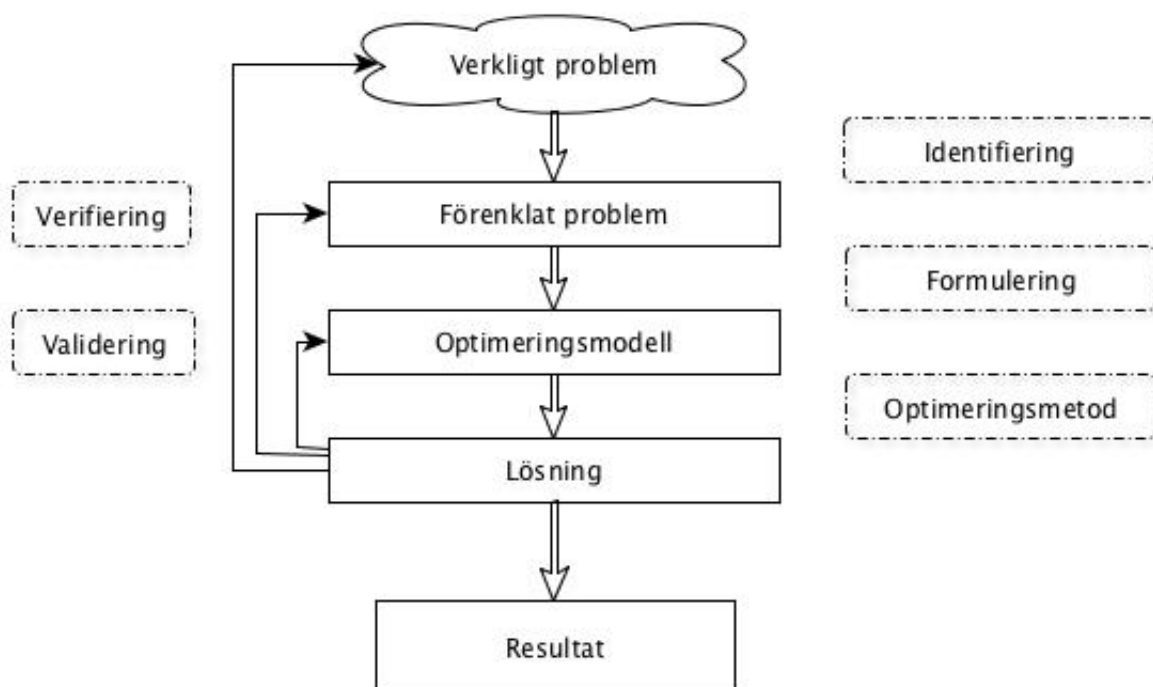
odlingssäsong krävs flexibilitet och handlingsplaner för att hantera händelser som t ex insektsangrepp, sjukdomar och väderförhållanden och ekonomiska modeller kan då riskera att bli abstrakta och svårtillämpbara.

3.2 Matematisk optimering

Inom mikroteorin antas det ofta att vinstmaximering är ett viktigt mål för företag (Pindyck & Rubinfeld, 2013). I mindre företag som ägs och drivs av samma person antas vinstmaximering dominera beslutsprocesserna (Pindyck & Rubinfeld, 2013). En lantbrukare måste besluta vilka grödor som ska odlas, hur de ska odlas, när de ska sås och i vilka arealer. Besluten fattas med beaktande av fysiska och finansiella begränsningar (Hazell & Norton, 1986). På kort sikt antas att ett företag har tillgång till konstanta nivåer av kapital (Pindyck & Rubinfeld, 2013). Tidiga tillämpningar av linjär programmering vid planering av lantbruksföretag utgick ifrån vinstmaximering som enda målsättning i en enda period utan tillväxt med fasta priser (Hazell & Norton, 1986).

3.2.1 Optimeringsprocessen

Optimeringsprocessen inkluderar ett antal moment för att analysera en problemställning eller lösa ett beslutsproblem i en given situation (Lundgren *et al.*, 2001). Först och främst handlar det om att identifiera optimeringsproblemet utifrån verkligheten (Lundgren *et al.*, 2001). Nästa steg är att formulera problemet. Problemet formuleras matematiskt i form av en optimeringsmodell (Lundgren *et al.*, 2001). Därefter ska problemet lösas med en optimeringsmetod. Avslutningsvis ska resultatet utvärderas och tolkas (Lundgren *et al.*, 2001).



Figur 3 Schematisk bild av optimeringsprocessen (Lundgren *et al.*, 2001).

Det verkliga problemet är ofta förhållandevis komplext och innehåller i allmänhet ett antal faktorer som man inte kan eller vill inkludera i optimeringsmodellen (Lundgren *et al.*, 2001). Detta förhållande representeras av den översta rutan i figur 3. Man gör sedan lämpliga avgränsningar och förenklingar baserat på ambitionsnivå och resultatet blir ett förenklat problem (Lundgren *et al.*, 2001). Det förenklade problemet formuleras sedan som ett matematiskt problem i en optimeringsmodell (Lundgren *et al.*, 2001). Även i optimeringsmodellen kan man behöva göra avgränsningar och förenklingar (Lundgren *et al.*, 2001). Den uppkomna lösningen från modellen måste slutligen utvärderas och omsättas till underlag för beslut (Lundgren *et al.*, 2001).

3.3 Resultatmått

Lagrange funktion används för att finna den optimala lösningen till ett optimeringsproblem givet olika restriktioner (Lundgren *et al.*, 2001). Den beroende variabeln påverkas av en eller flera restriktioner i form av bi-villkor. Lagrange's objektsfunktion består av en ekvation med restriktioner samt den lagranska multiplikatorn. Den lagranska multiplikatorn benämns även skuggpriset (Hazell & Norton, 1986). Skuggpriset visar hur mycket ytterligare en enhet av en resurs är värd i maximeringsproblemet (Hazell & Norton, 1986). Det matematiska optimeringsproblemet ställs upp enligt följande exempel:

$$\text{Max } Z(x_1, x_2, x_3) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \quad \text{ekvation (1)}$$

under bi-villkor:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 &= b_2 \end{aligned} \quad \text{ekvation (2)}$$

Den optimala lösningen erhålls genom att lösa följande Lagrange funktion:

$$\begin{aligned} \text{Max } L(x_1, x_2, x_3) = \{ &c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \\ &+ \lambda_1(b_1 - a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3) \\ &+ \lambda_2(b_2 - a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3) \} \end{aligned} \quad \text{ekvation (3)}$$

där:

L = den Lagrangska funktionen
 λ = den Lagrangska multiplikatorn

3.4 Principal-agentproblem

Asymmetrisk information avser problematiken när köpare och säljare har olika mycket information när en affär genomförs (Pindyck & Rubinfeld, 2013). Principalagentteorin behandlar två typer av problem som uppstår vid asymmetrisk information, moralisk risk och snedvridet urval (Larsén, 2008). Moralisk risk är när en part betar sig omoraliskt då dennes handlingar inte går att övervaka (Pindyck & Rubinfeld, 2013). Snedvridet urval sker när det finns produkter av varierande kvalitet på en marknad och köpare inte har tillräckligt med information för att göra en god bedömning vid köptillfället (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

Ett agentprincipalförhållande existerar när det finns en överenskommelse där en persons nytta beror på vad en annan gör. Växtodlaren är i detta fall principal och biodlaren är att betrakta

som agent. Agenten är personen som handlar och principalen är den part som handlingarna påverkar. Ett principalagentproblem uppstår när en agent maximerar sin egen nytta även när detta sker på bekostnad av lägre vinster för ägarna (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

Vidare innebär asymmetrisk information att transaktionskostnader uppkommer när kontrakt sluts mellan två eller flera parter (Larsén, 2008). Transaktionskostnadsteori belyser att det är kostsamt att sluta och upprätthålla kontrakt (Larsén, 2008). Det innebär t ex att kostnader uppstår för koordination och motivering. Transaktionskostnaderna förväntas minska vid ett fortsatt samarbete då affärsuppgörelsen kan ske mer rutinmässigt. Vad gäller pollinering av oljeväxter erhåller växtodlaren nytta av de bisamhällen som placeras ut. Samtidigt måste växtodlaren i samband med att det egna planeringsproblemet löses beakta att en biodlare endast kan förväntas hyra ut bisamhällen om denna verksamhet ger ett positivt resultat.

3.5 Alternativ teori

En positivistisk ansats hade kunnat användas i denna studie i syfte att analysera varför vissa lantbrukare väljer att hyra in pollineringsstjänster. Med hjälp av beslutsteori hade beslutsprocesser kunnat analyseras gällande lantbrukares val av odlingsstrategi och nyttjande av pollineringsstjänster. I beslutsteori finns det olika modeller som beskriver hur en beslutsfattare de facto agerar för att uppnå bästa resultat eller måluppfyllelse (Bakka *et al.*, 2012).

Denna studie grundas på mikroekonomisk teori för att utforma matematiska optimeringsmodeller vilka ger information om bästa möjliga pollineringsstrategi givet val av gröda, val av sort, geografiskt odlingsområde och växtföljdseffekter. Modellen är normativ såtillvida att den ger information om bästa möjliga strategi. Den förklarar emellertid inte varför lantbrukare väljer att hyra in pollineringsstjänster.

4 Metod

I detta kapitel redovisas studiens metodval. Avsnittet inleds med en beskrivning av hur kalkyler har beräknats och därefter förklaras begreppen förfruktseffekter och växtföljder. Slutligen ges en översikt över hur vår empiriskt tillämpbara optimeringsmodell är uppbyggd.

4.1 Forskningsmetod

Två olika forskningsmetoder används vanligtvis inom företagsekonomisk forskning, dessa är kvalitativ- och kvantitativ metodik (Bryman & Bell, 2011). Den kvalitativa forskningsmetoden fokuserar på insamling och analys av icke standardiserad data (Bryman & Bell, 2011). Intervjuer, enkätsvar och deltagande observation är vanliga metoder för datainsamling (Bryman & Bell, 2011). I kvalitativ forskning är data ofta detaljrik och överväldigande vilket är passande för analys av en specifik situation eller företeelse. Den kvalitativa metoden har fördelen att undersökningens fokus kan ändras under studiens gång (Bryman & Bell, 2011).

Kvantitativ forskning kännetecknas av insamling och analys av standardiserat empiriskt material (Bryman & Bell, 2011). Denna studie analyserar numeriska data och grundar sig därför på kvantitativ forskningsmetod. Vidare används ett deduktivt angreppssätt. En deduktiv studie utgår från en teoretisk modell (Bryman & Bell, 2011), i detta fall en mikroekonomiskt baserad matematisk optimeringsmodell. Kalkyler och optimeringsmodeller bistår med mätbara mått för att besvara forskningsfrågorna.

4.2 Bidragskalkylering

För att utveckla en modell av växtföljden har olika bidragskalkyler från Agriwise utnyttjats i kombination med information om förfruktseffekter. Befintliga kalkyler har modifierats främst för att representera biodling och oljevästodling på ett relevant sätt.

De C-värden, se ekvation (1), som introduceras i optimeringsmodellen avser bruttomarginaler per hektar för varje gröda i . För att beräkna C_i -värdet har täckningsbidrag II (TB2) använts, arbetskostnad och värdet av förfruktseffekter har beaktats. Växtodlars arbetstid värderas till 219 kronor per timme. TB2 definieras som intäkter i produktionen, exkl. gårdsstöd, minus kostnader för ränta på rörelsekapital och underhåll av maskiner. Se bilaga 5 för sammanställning av alla C_i -värden.

Avsalupriser avser Lantmännens poolpris 1 för 2015 (Agriwise, 1, 2016). För att uppskatta avsalupriser för vall har vi samlat prisinformation från en rikstäckande annonsmarknad för bl a hö och hö-ensilage (Lantbruksnet, 2016). Det medelpris vi beräknat är troligtvis något lågt då tidpunkten för datainsamling inte avser den optimala tidpunkten för att sälja foder.

4.2.1 Honungsproduktionskalkyl

En kalkyl för biodling utvecklades utifrån Agriwise's honungsproduktionskalkyl (Agriwise, 2, 2015). Agriwise's kalkyl uppdaterades senast 2006, vilket medförde att intäkter och särkostnader behövde justeras till aktuella prisnivåer. Kalkylen visar intäkter och särkostnader

per övervintrat bisamhälle. I kalkylen antas att ett bisamhälle producerar 30 kg honung per år. Med hjälp av denna kalkyl beräknas täckningsbidrag för honungsproduktion.

Biodlarens intäkter kommer främst från försäljning av honung, men biodlaren kan även erbjuda pollinerings tjänster för att få extra intäkter och en större mängd honung. Både avsalupriset för honung och hyresnivån vid pollineringsuppdrag är avgörande för att biodling ska vara lönsam. Vid en hyra på 300 kronor per bisamhälle för pollineringsuppdrag når biodlaren break-even, se bilaga 2. Dock är inte extra kostnader för genomförande av pollineringsuppdraget beaktade då dessa i hög grad beror på avståndet mellan bi- och växtodlare samt hur deras kontrakt sinsemellan utformas.

Försäljning av honung antas ske till både dagligvaruhandel och privat till olika prisnivåer. Försäljningsstatistik visar att 40 % av honungen säljs till dagligvaruhandeln för cirka 40 kr/kg, och resterande 60 % säljs privat i närområdet för cirka 80 kr/kg (SJV, 2011). Resultatet blir ett genomsnittspris på 63 kr/kg. Pollineringsuppdragen har vi delat in i tre hyresnivåer; hyresnivå 1) 300 kronor per bisamhälle, hyresnivå 2) 400 kronor per bisamhälle och hyresnivå 3) 500 kronor per bisamhälle. Det krävs två bisamhällen per hektar för att pollinera raps (Free, 1993).

Särkostnaderna i honungsproduktionskalkylen har delats in i tre olika nivåer; 1) de direkta kostnaderna, 2) underhållskostnaderna och 3) kostnader för ränta och arbete. Täckningsbidragen beräknas sedan ut genom att subtrahera särkostnader från intäkterna. Extra kostnader för biodlare som erbjuder pollineringsuppdrag har inte beaktats eftersom de i hög grad beror på transportkostnader och tidsåtgång, vilka är svåra att beräkna utan att ha kännedom om tidsåtgång och avstånd.

4.2.2 Rapskalkyler

För att uppskatta hur avkastningen skiljer sig mellan olika sorter av vår- och höstraps i de olika produktionsområdena har vi jämfört ett urval av hybrider mot linjesorter. Informationen kommer från fältförsök som SLU använt i sina rekommendationer. Vi valde för varje område ut de fem högst avkastande sorterna av varje typ och därefter jämfördes medeltalen mot varandra (Hagman *et al.*, 2015). En mer utförlig tabell redovisas i bilaga 6.

Tabell 1 Avkastning (kg råfett/ha) i slättbygderna beroende på sortval av raps (Hagman *et al.*, 2015).

Område	Sort	Höstraps			Våraps		
		ref. tal	avkastning (kg råfett ha)	Skillnad (%)	ref. tal	avkastning (kg råfett ha)	Skillnad (%)
Gss	Hybrid	107.4	2652.78		110.8	1163.4	
	Linje	101.2	2499.64	6.13%	106	445.2	4.53%
Gns	Hybrid	108.4	2460.68		111.2	1156.48	
	Linje	101.8	2310.86	6.48%	101.5	422.24	9.56%
Ss	Hybrid	105.4	1791.8		111.2	1156.48	
	Linje	110	1870	-4.18%	100.5	418.08	10.65%

Dessa värden stämmer väl överens med de avkastningsnivåer som redovisas i Agriwise's kalkyler för hybridrapss jämfört med linjerapskalkylerna. Därför har vi valt att använda Agriwise's kalkyler i de fall det varit möjligt. I de fall där det saknas kalkyler för hybridrapss

har vi justerat befintliga linjerapskalkyler med data från tabell 1 med undantag för höstraps i Ss där fältförsöken är för få och svårtolkade.

För att erhålla en tillförlitlig uppskattning av merskörden hänförlig till bipollinering behövde vi uppskatta två värden beroende på om höst- eller vårraps odlas. Vid odling av höstraps ökar avkastningen med 11 % om man väljer att använda bipollinering till en linjesort medan vårrapsen ökar med 15 %. Vid odling av hybrid sorter påverkas inte avkastningen av bipollinering och redovisas därför som 0 % (Lindström *et al.*, 2015). Uppskattningarna av merskörden av bipollinering bygger på olika studier enligt litteraturgenomgång varefter vi har beräknat ett medelvärde. Dessa värden användes i kalkylerna som ligger till grund för våra analyser utifrån optimeringsmodell.

4.2.3 Förfruktseffekter

Förfruktseffekter har uppskattats med information från litteraturen, SJV och Agriwise, se tabell 2 för en sammanställning.

Tabell 2 Förfruktseffekter uttryckta i kg/ha förväntad meravkastning. (Fogelfors, 2015; Agriwise, 1, 2015; SJV, 2, 2016)

Förfrukt	Efterföljande gröda							
	Vårkorn	Höstvete	Havre	Vårvete	Slättervall	Vårraps	Höstraps	Sockerbetor
Vårkorn	0	250	250	250	0	250	250	0
Höstvete	0	0	0	0	0	250	250	0
Havre	250	700	0	300	0	250	250	0
Vårvete	50	50	250	0	0	250	250	0
Slättervall	200	400	0	250	0	0	0	0
Vårraps	600	800	250	600	0	0	0	0
Höstraps	600	1200	0	0	0	0	0	0
Sockerbetor	800	500	600	800	0	0	0	0
Träda	500	700	0	500	0	0	0	0

I optimeringsmodellerna är värdet av förfruktseffekterna uttryckt i förväntad merskörd i efterföljande gröda multiplicerat med Lantmännens poolpris 1.

4.2.4 Växtföljder

För att kunna definiera växtföljder har vi valt de grödor som är mest frekventa i respektive produktionsområde och inkluderat dessa i optimeringsmodellen. För att ta reda på hur vanligt förekommande varje gröda är analyserades odlingsstatistik från åren 2013 och 2015. De värden som redovisas för 2013 i tabell 3 betraktas som representativa för respektive gröda utan neonikotinoidförbud.

Tabell 3 Verklig grödfördelning för gårdar med 100 ha åkermark eller mer utan betydande animalieproduktion i produktionsområde Gss, Gns och Ss 2013 (pers. med., Olsson, 2016).

Gss		Gns		Ss	
Gröda	Areal	Gröda	Areal	Gröda	Areal
Höstvete	26.5%	Vårkorn	23.0%	Vårkorn	26.4%
Vårkorn	21.0%	Höstvete	22.3%	Havre	13.1%
Höstraps	15.4%	Havre	13.9%	Vårvete	11.8%
Sockerbetor	12.5%	Vårvete	5.6%	Slåttervall	11.8%
Slåttervall	3.8%	Slåttervall	5.5%	Höstvete	9.6%
Vårvete	3.8%	Våraps	4.9%	Våraps	9.0%
Konservärtor	2.6%	Träda	4.5%	Träda	8.6%
Havre	2.5%	Höstraps	4.4%	Ärtor	1.9%

Förgröningsstöd ställer krav på att viss andel areal ska avsättas till ekologisk fokusareal (SJV, 5, 2016). Av denna anledning har slåttervall inkluderats. Detta är det mest lönsamma grödalternativet som uppfyller kravet för ekologisk fokusareal i samtliga odlingsområden.

4.3 Matematisk modell

Vid matematisk optimering kan linjär programmering tillämpas. Linjär programmering är ett modellverktyg som används för att lösa resurs- och optimeringsproblem (Lundgren *et al.*, 2001). Problematiken som behandlas i denna studie kännetecknas av en linjär objektsfunktion och linjära restriktioner. Det ekonomiska resultatet för företagen beräknas i optimeringsmodell utifrån ett maximeringsproblem. Optimeringsmodeller och tillvägagångssätt är utformade i enlighet med tidigare studier som behandlat förfruktseffekter och växtföljdsproblematik, se (Blad, 2004; Borg, 2004). I studien beräknas vinsten av att använda bin genom att beräkna följande differens:

$\Sigma TB_b - \Sigma TB_{ub}$ = värdet av bin i växtföljden under specifika villkor.

Där

ΣTB_b = TB2 + förfruktseffekt - arbete, för växtföljder med bin.

ΣTB_{ub} = TB2 + förfruktseffekt - arbete, för växtföljder utan bin.

Då vi beaktar värdet av raps som förfrukt grundas TB2 på monokultur.

$$F_i = (P_i * M_i) + I_i - C_i \quad (1)$$

Där

F_i = täckningsbidraget för gröda i

P_i = försäljningspris för grödan i

M_i = grödans avkastning i monokultur

I_i = övriga intäkter för grödan i

C_i = kostnad per hektar vid odling av grödan i

Vid betraktande av olika förfrukters värde för en given gröda i beräknas TB enligt följande:

$$F_{ifp} = (P * Y_{if}) + I_i - C_i \quad \text{varje } i = 1 \dots n \quad (2)$$

Där

Y_{if} = avkastning av gröda i givet förfrukten f

Då vi även betraktar värdet av pollineringsstjänster för en gröda i beräknas TB enligt följande:

$$F_{ifp} = (P_i * Y_{if} * A_{ifp}) + I_i - C_i \quad \text{varje } i = 1 \dots n \quad (3)$$

Där

A_{ifp} = meravkastning om bin hyrs in (gäller endast raps), $A_{if} \geq 1.0$

Vid maximering av det sammanlagda täckningsbidraget gäller följande objektsfunktion:

$$Max Z_{X_{ifp}} = \sum_{i=1}^n \sum_{f=1}^F \sum_{p=1}^P F_{ifp} X_{ifp} - \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P X_{ifp} L_i \quad (4)$$

Där

f = förfrukten, $f = 1 \dots F$

i = grödan $i = 1 \dots n$

L_i = arbetstid per hektar multiplicerat med 219 kr/h för grödan i

p = pollineringsstjänst

X_{ifp} = areal av aktivitet i givet förfrukt f och pollineringsstjänst p

under bi-villkor:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{f=1}^F \sum_{p=1}^P a_{ifp} X_{ifp} \leq b_j, \quad \text{alla } j = 1 \text{ till } m \quad (5)$$

och:

$$X_{ifp} \geq 0, \quad \text{alla } i = 1 \text{ till } n \text{ samt alla } f = 1 \text{ till } F \quad (6)$$

En restriktion som innebär att arealen av grödan i inte kan överstiga arealen av tillgänglig förfrukt.

$$X_{if} \leq \sum_{f=1}^F X_{if}, f \neq j, \quad \text{varje } i = 1 \text{ till } n \quad (7)$$

Exempel på de restriktioner som definierar hur maximal areal av en gröda beräknas.

Där

$\bar{A}$ = Total areal

$$X_{HV} \leq 0,33\bar{A}, X_{VK} \leq 0,33\bar{A}, X_{HR} \leq 0,16\bar{A}, X_{SB} \leq 0,16\bar{A}, X_{SV} \leq 0,33\bar{A}, X_{VV} \leq 0,33\bar{A} \quad (8)$$

Ett exempel på en förfruktsrestriktion redovisas i ekvation (9).

$$X_{if} \leq \sum_{f=1}^F X_{if} \quad (9), \quad \text{varje } i = 1 \text{ till } n$$

$$\text{varje } f = 1 \text{ till } F$$

Dessutom gäller för en enstaka gröda följande villkor:

$$\sum_{i=1}^n X_{if} \leq \sum_{f=1}^F X_{if} \quad (10), \quad \text{varje } i = 1 \text{ till } n$$

$$\text{varje } f = 1 \text{ till } F$$

Grödan kan inte vara densamma som förfrukten (med undantag för slåttervall som är en flerårig gräsvall). Restriktionen (10) kan illustreras enligt ekvation (11).

$$X_{HVVK} + X_{HRVK} + X_{SBVK} + X_{SVVK} + X_{VVVK} \leq X_{VKHV} + X_{VKHR} + X_{VKS B} + X_{VKSV} + X_{VKVV} \quad (11)$$

Där

X_{HA} = Havre
 X_{HR} = Höstraps
 X_{HV} = Höstvete
 X_{SB} = Sockerbetor
 X_{SV} = Slåttervall
 X_{VK} = Vårkorn
 X_{VR} = Våraps
 X_{VV} = Vårvete

Exemplen kan notera att X_{VKHV} avser vårkorn som såtts efter förfrukten höstvete.

En restriktion som introduceras anger att minst 5 % av arealen utgörs av ekologisk fokusareal. Av de olika grödor som kan användas för ekologisk fokusareal har flerårig gräsvall det bästa täckningsbidraget och ett högt förfruktsvärde.

$$X_{SVHV} + X_{SVVK} + X_{SVHR} + X_{SVSB} + X_{SVSV} + X_{SVVV} \leq 0,05\bar{A} \quad (12)$$

Det maximala värdet på objektsfunktionen beräknas utifrån aktiviteter och restriktioner som ovan, vilket ger maximal vinst, optimal grödfördelning, arbetsåtgång och optimalt ekonomiskt utnyttjande av pollineringsstjänster. Objektsfunktionen tar ej i beaktande finansiella kostnader.

4.4 Metodkritik

En högre detaljnivå ger bättre realism i modellen, men ger också en större modell med fler variabler och bivillkor. Detta kan försämra lösbarheten. En alltför enkel modell kan på liknande sätt ge bristande realism och ett resultat som är svårt att tolka. (Lundgren *et al.*, 2001) Det finns många olika kommersiella datorprogram tillgängliga för att lösa optimeringsproblem. Det kan vara riskabelt att försöka anpassa modellen till en befintlig programvara i allt för stor grad (Hazell & Norton, 1986).

Resultaten från optimeringsprocessen utgör endast av en typ av beslutsunderlag. Själva arbetet med att systematiskt strukturera problemställningen och formulera modellen kräver att

man kvantifierar och definierar mål och begränsningar (Lundgren *et al.*, 2001). Detta leder till ökad kunskap om problemet (Lundgren *et al.*, 2001). En analys av optimeringsmodellen och lösningarna kan ge en ökad insikt i det verkliga problemets egenskaper och samband mellan olika komponenter i problemet (Lundgren *et al.*, 2001).

Det är riskfyllt att använda fältförsök från andra delar av världen och göra en parallell/generalisering till svenska odlingsförhållanden. Detta är en brist som ger sämre realism och gör resultaten mer svårtolkade.

En alternativ metod till matematisk optimering hade varit att simulera olika odlingssystem i driftsplaner. Om vi hade använt Agriwise's program för driftplanering hade vi kunnat simulera ett stort antal odlingssystem för ett lantbruksföretag. Dock hade det varit problematiskt att simulera de komplexa förfruktseffekterna. Dessutom hade det krävts ett stort antal driftsplaner varvid resultaten hade blivit svåröverskådliga.

4.5 Reliabilitet och validitet

Reliabilitet är hur pålitlig en undersökning bedöms vara (Bryman & Bell, 2011). Reliabiliteten i denna studie påverkas främst av hur sekundärdata har valts ut och hur noggrant denna information har bearbetats. De fältförsök som ligger till grund för denna studie har varit haft olika inriktning och påvisat delvis inkonsistenta resultat.

En uppskattning har gjorts baserat på de tidigare studierna gällande förväntad merskörd vid fullgod pollinering. Fältförsök som är mer aktuella och/eller utförda i Sverige värderas högre. Dessa antaganden bör tolkas med viss försiktighet då det är komplexa ekosystemtjänster som värderas. En viktig aspekt är det allmänna hälsotillståndet hos vilda bipopulationer och hur det påverkar det naturliga pollineringstrycket. Vidare ges en ögonblicksbild av kostnader för produktionsfaktorer och avsalupriser vilket innebär att om studien replikerades i framtiden med uppdaterade priser kommer resultaten sannolikt att variera.

Validitet handlar om att mäta rätt saker i en empirisk undersökning (Bryman & Bell, 2011). Inom Sverige skiljer sig odlingsförutsättningar mellan olika produktionsområden. För att öka validitet har vi valt ut odlingsområdena Gss, Gns och Ss, för att besvara forskningsfrågorna med hänsyn till lokala odlingsförutsättningar.

4.6 Etik

De etiska frågeställningar som studien berör är främst hur vi som författare tolkar sekundärdata. Ett kritiskt förhållningssätt till information har genomsyrat hela arbetet. I den mån det är möjligt har vi avsett att inte låta personliga värderingar styra tolkning av resultaten. Vidare har denna studie inte erhållit finansiering ifrån någon organisation eller enskild person.

5 Empiriska resultat

I detta kapitel ges en beskrivning av de fiktiva fallgårdarna som modellerats. Sedan presenteras de ekonomiska resultaten för de olika odlingsstrategierna.

5.1 Generella resultat

För att representera varje produktionsområde har fiktiva fallgårdar använts som modeller. Gårdarna är liksom avgränsningarna konventionella växtodlingsgårdar med areal i huvudsak inom respektive produktionsområde. Ingen betydande animalieproduktion förekommer på gårdarna. Gårdarnas areal sattes till 100 hektar för att representera en medelstor gård och öka jämförbarheten i studien.

I Gns odlas hälften vårrops och hälften höstraps i syfte att representera ett genomsnittligt år. I verkligheten är det mer troligt att grödorna varieras och inte odlas samtidigt. I Gss odlas höstraps och i Ss odlas vårrops.

En jämförelse mellan de olika odlingsstrategierna linjesort med bin och hybrider har gjorts. Vid olika hyresnivåer för bisamhällen förändras det företagsekonomiska resultat. Skillnad i kr/ha på all areal mellan de olika odlingsstrategierna presenteras i korthet i tabell 4. För en mer utförlig tabell, se bilaga 3.

Tabell 4 Påverkan på det företagsekonomiska resultatet när pollineringsstjänster hyrs in.

Område	Gröda	Hyresnivå (kr/ha)	Skillnad med bin (kr/ha)
Gss	Höstraps	600	71
		800	37
		1000	4
Gns	Höst- & vårrops	600	101
		800	68
		1000	35
Ss	Vårrops	600	57
		800	24
		1000	-9

I samtliga fall är det mer lönsamt att välja linjesorter givet att bin hyrs in förutom i Ss vid den högsta hyresnivån för pollineringsstjänster. Dock ska dessa resultat tolkas med viss försiktighet då enbart det ekonomiska värdet och inte mervärden i form av bättre övervintringsegenskaper hos hybrider och möjligheten att så senare på hösten.

Tabell 5 Maximal hyresnivå för respektive odlingsområde.

Område	Ci-värde Linje med bin	Ci-värde Hybrid	Max. hyresnivå (kr/ha)
Gss	4446	3423	1023
Gns	2079	873	1206
Ss	1461	518	944

Differensen mellan de olika odlingsstrategierna linjesort med bin och hybridsort beräknas genom att jämföra de olika Ci-värdena, se tabell 5. Se bilaga 5 för komplett sammanställning av Ci-värden. Differensen mellan alternativen är cirka 1000 kr/ha. Detta speglar även maximal hyresnivå för bisamhällen per hektar.

Rapspriset har också en betydande inverkan på sortvalet. Vid högre rapspris är det viktigare att välja den högst avkastande sorten. Avkastningen mellan de båda sorterna skiljer sig ungefär 200 kg/ha i samtliga områden. Vid ett pris runt 4,00 kr/kg är täckningsbidragen för de olika sorterna lika och därtill bör mervärdena beaktas. Givet Lantmännens poolpris 1 är det viktigare att välja en sort med lägre etableringskostnader, vilket kan förklara varför linjesorter utan bin ser ut som ett fördelaktigt val.

Etableringskostnaderna skiljer sig främst på grund av att hybridraputsäde är betydligt dyrare än linjeutsäde. Hybridrapen kostar runt 1090 kronor per hektar i utsäde medan linjerapsen kostar runt 511 kronor per hektar, vilket är en betydande skillnad. Dessutom ska man beakta att vid sådd av linjeraps kan eget utsäde användas om det är tillräckligt rent, vilket hade sänkt kostnaderna ytterligare.

Kalkylerna baseras på normalskördar och beaktar ej att det råder större osäkerhet i avkastning när linjesorter odlas. Hybriderna har andra värden som gör dem till bra val, främst i form utav heterosis-effekter.

Tabell 6 Täckningsbidrag för linje- och hybridsorter med och utan bin (kr/ha).

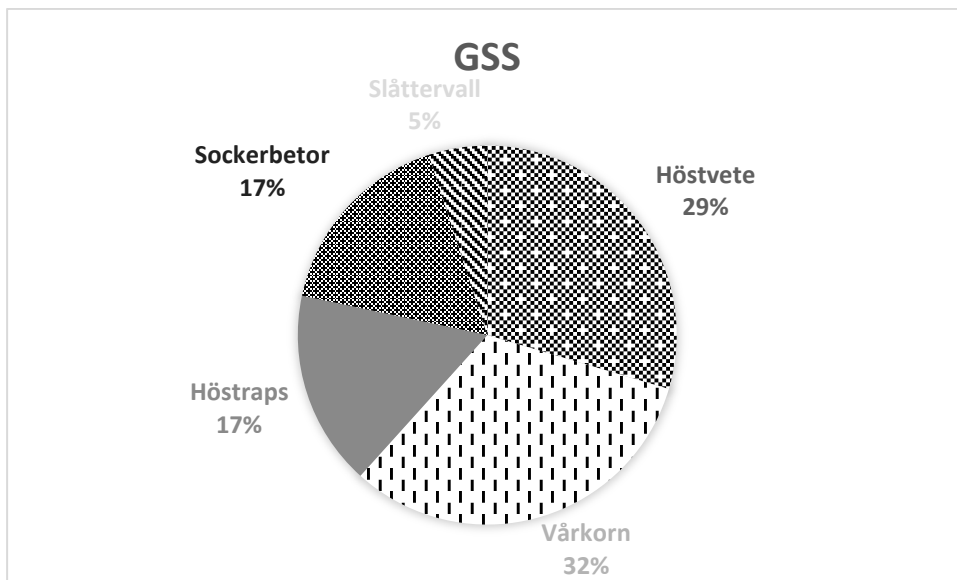
Område	Gröda		Linjesort	Linjesort med bin			Hybrid
Gss	Höstraps	TB2 - arbete	3542	4446	4446	4446	3423
		Bihyra	0	-600	-800	-1000	0
		Summa	3542	3846	3646	3446	3423
Gns	Höstraps	TB2 - arbete	2069	2815	2815	2815	1398
		Bihyra	0	-600	-800	-1000	0
		Summa	2069	2215	2015	1815	1398
	Våraps	TB2 - arbete	649	1343	1343	1343	348
		Bihyra	0	-600	-800	-1000	0
		Summa	649	743	543	343	348
Ss	Våraps	TB2 - arbete	774	1461	1461	1461	518
		Bihyra	0	-600	-800	-1000	0
		Summa	774	861	661	461	518

Linjesorter med bin antas få en merskörd och dessutom en kvalitetshöjning med pristillägg. Eventuellt pristillägg är dock ej inräknat då det råder osäkerhet om hur stort detta skulle vara.

Linjesorter med bin är mer ekonomiskt rationell än hybridsorter, se tabell 6. I våraps är det ej lönsamt att hyra in bin vid hyresnivå 3. Det är dock viktigt att beakta att våraps förväntas avkasta sämre än höstraps och att effekten i merskörd i kilo är mindre än i höstraps. Vid ett högre rapspris är det dock viktigt att välja den sort som ger högst avkastning, vilket innebär att linjesorter med bin är ett överlägset val.

5.2 Fallgård 1 – Götalands södra slättbygder

Lösningen av optimeringsmodellen för fallgård 1 ger en växtföljd som presenteras i figur 4. Växtföljderna påverkas inte beroende på om pollineringsstjänster hyrs in eller ej oavsett prisnivå då raps har ett såväl bra täckningsbidrag och ger en värdefull förfruktseffekt samtidigt som hybridraps är ett nästan perfekt substitut, se bilaga 4 för växtföljder redovisade under olika odlingsförutsättningar.

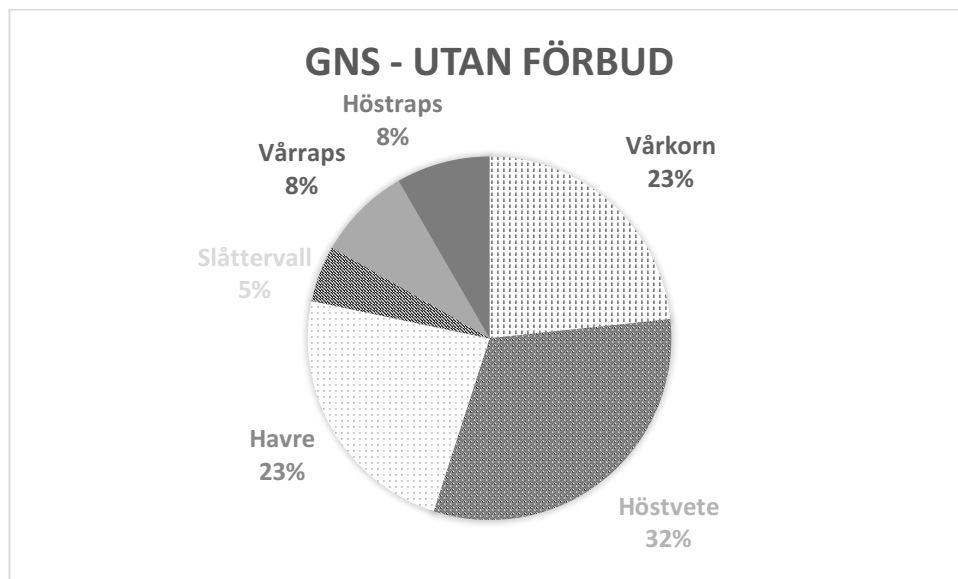


Figur 4 Grödfördelning för fallgård 1.

Fallgården i Gss påverkas inte av ett neonikotinoidförbud då det råder gynnsamma odlingsförhållanden och lätta övervintringar, vilket leder till att höstraps är den mest fördelaktiga grödan att odla.

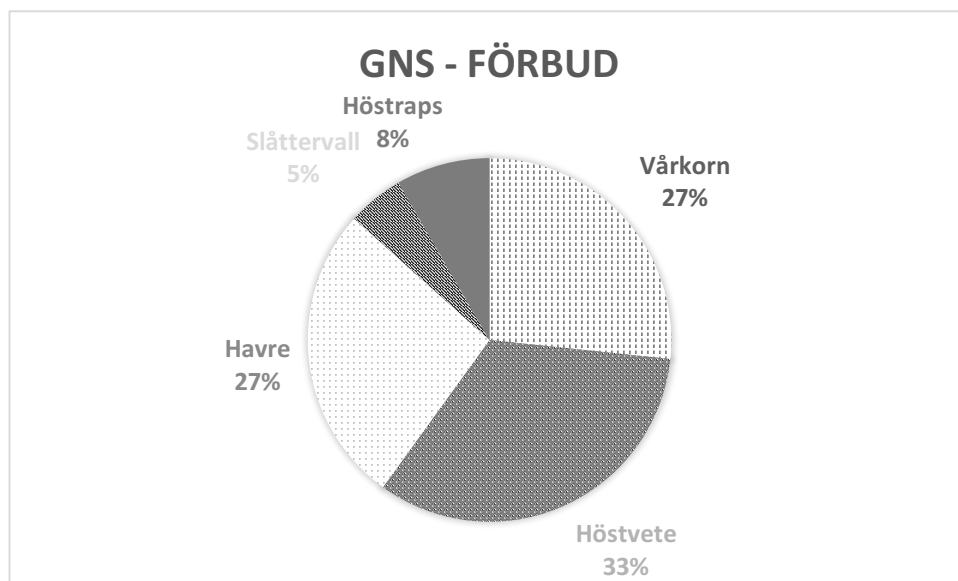
5.3 Fallgård 2 – Götalands norra slättbygder

I det sannolika scenariot odlas vårraps och höstraps omväxlande i Gns i lika stora arealer. Det är mer lönsamt att odla höstraps, men troligtvis är det inte möjligt i full utsträckning. De år man ej kan odla höstraps väljs vårraps och detta illustreras utifrån en jämn fördelning av arealen mellan grödorna, se figur 5.



Figur 5 Grödfördelning för fallgård 2.

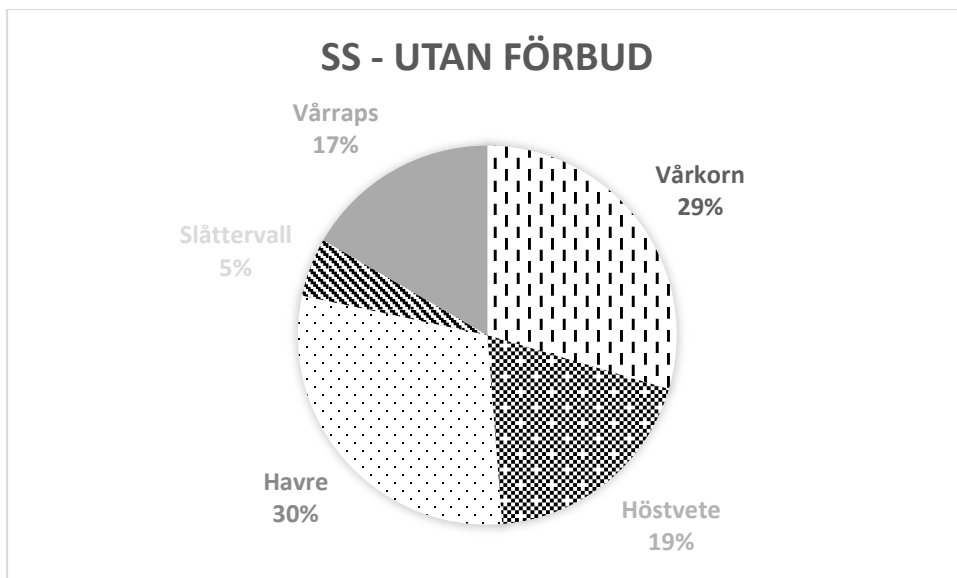
I Gns påverkar neonikotinoidförbudet växtföljden och därmed resultatet. Vid ett förbud kan inte vårraps odlas och den totala arealen raps minskar därmed till hälften. Vårkorn, höstvet och havre ersätter vårrapsen i växtföljden. Resultatet minskar med 7 000 kronor om hybridrap odlas samt med 8 500 kronor om linjeraps med bin odlas givet hyresnivå 2.



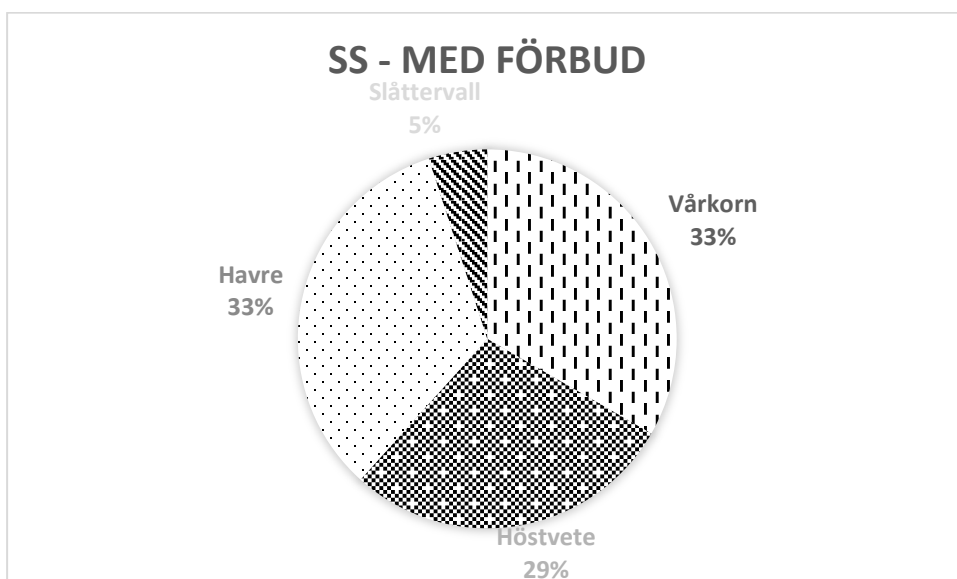
Figur 6 Grödfördelning för fallgård 2 med neonikotinoidförbud.

5.4 Fallgård 3 – Svealands slättbygder

Neonikotinoidförbudet påverkar fallgård 3 i hög grad. Växtföljden förändras då vårraps ej kan odlas och höstraps är problematisk vad gäller övervintring i Ss. Utan raps finns det inga bra alternativ. Vårkorn är det mest lönsamma alternativet, men med ännu mer spannmål i växtföljden ökar riskerna med monokultur. Havre är den bästa alternativa avbrottsgrödan och den ökar vid ett förbud. Växtföljden i Ss blir förhållandevis ensidig och odlingen riskerar att drabbas av problem med skadeinsekter och växtföljdssjukdomar utan raps.



Figur 7 Grödfördelning för fallgård 3 utan förbud.



Figur 8 Grödfördelning för fallgård 3 med förbud.

I det fall att bin kan hyras in till hyresnivå 2 blir resultatet en försämring med 152 kronor per hektar till följd av ett förbud mot neonikotinoider. Ytterligare kostnader hänförliga till ökad risk för sjukdomar och skadedjursangrepp är ej beaktade, men kan antas vara betydande.

6 Analys och diskussion

I denna del av analys- och diskussionskapitlet kommer studiens empiriska resultat att diskuteras i relation till litteraturstudien. De resultat som framkommit analyseras och diskuteras med utgångspunkt i de observationer som gjorts i empirin. Först presenteras odlingssystem och växtföljder. Därefter diskuteras biodling och oljeväxtodling utifrån optimala odlingsstrategier.

6.1 Sammanfattning av resultat

Ett sammandrag av de resultat som noterades i föregående kapitel ges nedan i tabell 7.

Tabell 7 Sammanfattning resultat.

	Område	(kr/ha)
Förväntad vinst vid hyresnivå 2	Gss	37
(All areal obs)	Gns	68
	Ss	24
		sort
Vilken typ av raps som är mest lönsam	Gss	Linje
(Givet pollinering)	Gns	Linje*
	Ss	Linje*
*sämre övervintringsegenskaper		
		(kr/ha)
Förväntad förlust vid neonikotinoidförbud	Gss	0
	Gns	17
	Ss	152*
*ökad risk för skadeinsekter och sjukdomar tillkommer		

Inom produktionsekonomi är planering och styrning viktiga aspekter att beakta (Debertin, 2012). Våra empiriska resultat ligger till grund för kvantitativa prognoser som kan användas som beslutsunderlag för framtida planering av odlingssystem och val av odlingsstrategi med beaktande av alternativa sortval och pollineringsstrategier.

6.2 Pollineringsuppdrag

Nyttan av inhyrda bisamhällen är betydande för svenska växtodlare samtidigt som biodlare kan gynnas av en extra inkomst utöver försäljning av honungsprodukter. Det finns en marknad för pollineringsstjänster i Sveriges slättbygder där både växtodlare och biodlare kan gynnas av ett samarbete. Produktionsgrenarna understödjer varandra och ger i kombination ett bättre resultat än om de bedrivs var för sig. I samtliga områden är oljeväxtfrö en värdefull produkt och det är värt att genomföra investeringar för att nå en god avkastning. En jämförelse hur täckningsbidragen mellan linjesorter där pollineringsstjänster hyrs in och hybrider visar att kostnaden skiljer sig markant. Resultaten visar ur ett ekonomiskt perspektiv hur höga hyror som växtodlarna maximalt kan betala för att motivera inhyrning av pollineringsstjänster. I Gss är det 1 023 kr/ha, i Gns 1 206 kr/ha och i Ss 944 kr/ha. Vid högre

rapssfröpriser ökar betalningsförmågan för pollinerings tjänster. Gårdens geografiska läge i förhållande till biodlaren och andra yttre faktorer är av betydelse vid beräkning av kostnaderna. Prisnivån för pollinerings tjänster är förmodligen något högre i Gss än i andra områden då lantbrukare konkurrerar med frukt- och grönsaksodlare om dessa tjänster.

När priset för att hyra bisamhällen förhandlas uppkommer ett principalagentförhållande och det finns risk för att parterna maximerar sin egen nytta på den andra partens bekostnad. T ex att växtodlaren har mindre information än biodlaren och därför betalar ett alltför lågt pris vilket i så fall leder till att biodlaren inte kan tillhandahålla bisamhällen. Det uppkommer även transaktionskostnader till följd av asymmetrisk information.

Osäkerheten kring vilket värde agenten kan bidra med kan antas minska om principalen först provar att använda tjänsten under en odlings säsong och observerar utfallet. En efterkalkyl kan då användas för att kontrollera förkalkylen då man vet vad som faktiskt inträffade. Det finns i nuläget ingen statistik att tillgå över vilket pris som pollinerings tjänster de facto tillhandahålls mot. Varför det är svårt att bedöma hur nyttan av samarbetet fördelas mellan parterna.

Förutom högre avkastning så är det troligt att pollinering ger en högre oljehalt (Manning & Wallis, 2005; Bommarco *et al.*, 2012). Vilket ger pristillväg. Det finns bristande information om denna effekt, men det bör beaktas då man värderar nyttan av pollinering.

6.3 Val av rapssort

Raps är en viktig produktionsgren som understödjer andra grödor som odlas i samma odlings system. I områden där övervintring av raps är problematisk är det angeläget att kunna odla raps, vilket kan underlättas vid val av hybridraps som har bättre övervintringsegenskaper. Den extra kostnaden är berättigad då värdet av att ha raps som förfrukt nästa år är betydande.

Hybridraps utmärker sig i fältförsök som en högre avkastande rapssort med värdefulla egenskaper (Hagman *et al.*, 2015). I fältförsöken jämförs hybridraps med linjesorter utan fullgod pollinering (Hagman *et al.*, 2015) och resultaten riskerar därför att bli något missvisande (SFO, 5, 2016). Detta kan förklara avkastningsskillnaden då nyttan av pollinerings tjänster ej tas i beaktande. Utsädeskostnaden för hybrider är dessutom betydligt högre än för linjesorter (Agriwise, 2, 2016), något som bör beaktas när man väljer rapssort. Till aktuella priser är det ej värt att välja hybrider över linjesorter.

Avsalupriset för raps är en viktig aspekt att beakta, om priset förändras blir även de olika alternativen mer eller mindre lönsamma. Extra kostnader är lättare att berättiga när rapspriset är högt. Vid ett högt rapspris är det viktigt att odla raps som ger en hög avkastning vid ett lägre rapspris är det viktigare att minimera kostnader.

6.4 Neonikotinoidförbud

Värdet av raps i växtföljden är betydande för samtliga fallgårdar. Beaktas täckningsbidragen i de olika odlingsstrategierna för raps och jämförs med alternativa grödor är raps en synnerligen lämplig gröda i växtföljden. En annan viktig aspekt är de positiva effekter som det för med sig att odla raps, som förfruktseffekter på nästkommande gröda och en mer varierad växtföljd. I växtföljder med stor andel spannmål ökar risken för skadegörare och växtsjukdomar (Fogelfors, 2015).

Neonikotinoidförbud leder till att vårraps väljs bort eller odlas med okända förluster (SJV, 2015). I de fall där vårraps fortfarande odlas ökar användningen av pyretroider och kostnaden ökar med cirka 1 000 kronor per hektar (SJV, 2015). Detta har i båda fallen betydande ekonomiska konsekvenser för fallgårdarna.

För växtodlare i Ss utgör vårraps en viktig del i växtföljden eftersom det inte finns några alternativa grödor som är lönsamma. Höstraps är ett osäkert alternativ då de har problem med övervintringen och riskerar frysa bort. I Ss odlas redan en stor andel spannmål, vilket gör att om man väljer mer spannmål ökar risken för växtsjukdomar. Om ingen raps odlas kan man inte direktså spannmål eller andra grödor i oljeväxtstubb. Detta leder till ökade kostnader för arbete och maskiner. Förutsättningarna för rapsodling i Ss är i nuläget besvärliga givet neonikotinoidförbudet.

7 Slutsatser

Syftet med studien har varit att klarlägga för växtodlingsproducenter i Sveriges slättbygder hur det ekonomiska resultatet av växtföljden påverkas av en ekonomisk rationell odlingsstrategi för raps. Syftet uppfylls genom att besvara forskningsfrågorna utefter de slutsatser som kan dras från analysen.

I Gss bör växtodlare överväga att odla linjesorter av raps och kombinera detta med att hyra in bisamhällen så länge hyran inte är högre än 500 kronor per bisamhälle. I Gns ska växtodlare försöka odla så mycket höstraps som möjligt givet biologiska begränsning. Hybrider är ett bra alternativ för att minska risken för problem med övervintring. Dessutom bör de använda bin till pollinering, så länge hyran inte överstiger 600 kronor per bisamhälle. I Ss utan neonikotinoidförbud bör växtodlare överväga att använda linjesorter med bin, om hyrorna inte överstiger 550 kronor per bisamhälle. För samtliga gårdar är det viktigt att förhandla hyran. Förhandlingsutrymmet är cirka 350 kronor per bisamhälle.

Vid ett högt rapspris är det viktigt att odla raps som ger en hög avkastning jämfört med ett lägre rapspris då det är mer väsentligt att reducera kostnaden. Givet Lantmännens poolpris 1 och hyresnivå 2 är värdet cirka 37 kr/ha i Gss, 68 kr/ha i Gns och 24 kr/ha i Ss av att välja linjesorter istället för hybrid sorter. I områden där övervintringarna är problematiska är det viktigt att välja en rapssort med goda övervintringsegenskaper. I de områden man kan välja mellan linjesorter och hybrid sorter utan att bekymra sig om övervintringen så är det mer lönsamt att välja linjesorter på grund av höga kostnader för hybridrapsens utsäde.

Neonikotinoidförbudet påverkar Ss i högre grad än de andra produktionsområdena. Förlusten beräknas uppgå till 152 kr/ha. Förbudet innebär att vårraps ej kan odlas och höstraps är redan problematiskt att övervintra i Ss, vilket förändrar växtföljden. Det finns inga bra alternativ till raps i växtföljden. Det mest lönsamma alternativet är vårkorn, men med mer spannmål i växtföljden riskeras monokultur. Den mest lönsamma omväxlingsgrödan är havre men denna odlas redan i betydande utsträckning. Fallgården i Ss riskerar förutom förlorade intäkter att drabbas av problem med skadeinsekter och växtföljdssjukdomar utan raps.

Studiens primära slutsatser är att pollinerings tjänster kan användas i rapsgröda med fördel för både växtodlare och biodlare. För att produktionsgrenen rapsodling av linjesorter ska vinstmaximeras behövs samarbete. Resursen bisamhällen är till nytta för både växtodlare och biodlare. Därtill är det troligt att biodlare behöver intäkter från pollinerings tjänster för att kunna bedriva yrkesmässig biodling. Vidare finns det fler vanliga grödor i Sverige som gynnas av inhyrda pollinerings tjänster såsom klöverfrö och åkerbönor. Sannolikt är värdet för den vilda floran också betydande.

7.1 Fortsatt forskning

Resultaten i denna studie väcker förslag till fortsatt forskning. Det framkommer att fullgod pollinering i oljevaxter kan förbättra skörden kvantitativt och kvalitativt. Lite är känt om hur kvalitetsparametrar som oljehalt påverkas. Då det är betydande pristillägg för rapsfrö med högre oljehalt än 40 % är kvalitetsförändringar på grund av pollinering en intressant aspekt att beakta. Följande fråga kan användas för att få mer kunskap inom detta område. Hur påverkas kvalitetsparametrar och därmed avsalupriser för oljeväxtfrö när fullgod pollinering används?

Denna studie ger en ögonblicksbild utav prisnivåer och avsalupriser. Den beaktar inte hur marknaden förändras över tid. Därför skulle det vara av intresse att replikera studien i framtiden för att få en djupare förståelse för hur en långsiktig optimal odlingsstrategi för raps påverkar det företagsekonomiska resultatet.

Resultaten av denna studie visar att det finns möjligheter för biodlare och växtodlare att utforma lönsamma samarbeten. Men litteraturen om hur inhyrda bisamhällen påverkar skörden hos växtodlare i Sveriges slättbyggsområden är bristfällig. Hur denna osäkerhet påverkar utformandet av kontrakt mellan biodlare och växtodlare är av intresse att undersöka. Följande frågor kan användas för att få djupare förståelse för beslutsprocessen. Hur resonerar olika aktörer på marknaden kring osäkerheten kring de verkliga effekterna av bipollinering? Hur kan man utforma ett nätverk för att koppla samman växtodlare och biodlare?

Referenser

Litteratur och publikationer

- Aizen, M. A. & Harder, L. D. (2009). The Global Stock of Domesticated Honey Bees is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology* [online], 19(11), pp 915–918 Elsevier Ltd. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.071>.
- Allen-Wardell, A. G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Cane, J., Cox, P. A., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, M., Inouye, D., Jones, C. E., Kennedy, K., Kevan, P., Koopowitz, H., Medellin-morales, S., Nabhan, G. P., Pavlik, B., Tepedino, V., Torchio, P. & Walker, S. (2008). The Potential Consequences of Pollinator Declines on the Conservation of Biodiversity and Stability of Food Crop Yields. *Conservation Biology* [online], 12(1), pp 8–17. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1523-1739.1998.97154.x>.
- Bakka, J. F., Fivelsdal, E. & Lindkvist, L. (2012). *Organisationsteori : struktur, kultur, processer*. 5. ed Malmö: Liber AB. ISBN 9789147077755.
- Bartomeus, I., Gagic, V. & Bommarco, R. (2014a). Pollinators, pests and soil properties interactively shape oilseed rape yield. *Basic and Applied Ecology* [online], 16(8), pp 737–745 Elsevier GmbH. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2015.07.004>.
- Bartomeus, I., Potts, S. G., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B. E., Woyciechowski, M., Krewenka, K. M., Tscheulin, T., Roberts, S. P. M., Szentgyörgyi, H., Westphal, C. & Bommarco, R. (2014b). Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. *PeerJ* [online], 2, p e328. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3976118&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Blad, M. (2004). Ekonomiska aspekter av vallodling och produktion av grovfoder till hästar. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi.
- Bommarco, R., Kleijn, D. & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* [online], 28(4), pp 230–238 Elsevier Ltd. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>.
- Bommarco, R., Marini, L. & Vaissière, B. E. (2012). Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. *Oecologia*, 169(4), pp 1025–1032.
- Borg, P. (2004). Ekonomiska effekter för lantbrukare vid restriktioner rörande användningen av bekämpningsmedel i vattenskyddsområde. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi.
- Bryman, A. & Bell, E. (2011). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. Upplaga 2: Stockholm: Liber AB. ISBN 978-91-47-09822-4.
- Debertin, D. L. (2012). *Agricultura Production Economics* [online]. 2nd ed. David L. Debertin, Lexington, Kentucky. E-bok.
- Edlund, P.-O., Högberg, O. & Leonardz, B. (1999). *Beslutsmodeller - redskap för ekonomisk argumentation*. Upplaga 4: Lund: Studentlitteratur AB. ISBN 978-91-44-00888-2.
- Fogelfors, H. (red.) (2015). *Vår mat - Odling av åker- och trädgårdsgrödor*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur AB. ISBN 978-91-44-09280-5.

- Free, J. B. (1993). *Insect Pollination of Crops*. 2:0 edn. London: Academic press. ISBN 0-12-266651-8.
- Fries, I. (2008). *Insektspollinerings betydelse för odling av rybs (Brassica rapa) (syn. Brassica campestris) och raps (Brassica napus) – en översikt*. Institutionen för ekologi, SLU. Uppsala.
- Hagman, J., Halling, M. A. & Dryler, K. (2015). *Stråsäd Trindsäd Oljeväxter Sortval 2015*. Uppsala 2015. ISBN 9789157693150.
- Hayter, K. E. & Cresswell, J. E. (2006). The influence of pollinator abundance on the dynamics and efficiency of pollination in agricultural Brassica napus: Implications for landscape-scale gene dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 43(6), pp 1196–1202.
- Hazell, P. B. R. & Norton, R. D. (1986). *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. New York: Macmillan Publishing Company. ISBN 0-02-947930-4.
- Hedberg, R. (1989). Bin biodling och biodlare. Göteborg: Institutionen för Fredsforskning och Humanekologi, Göteborgs Universitet.
- Larsén, K. (2008). *Economic Consequences of Collaborative Arrangements in the Agricultural Firm*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för ekonomi, Uppsala: Acta Universitatis Agriculturae Sueciae vol. 2008:28. ISBN 978-91-85913-61-9.
- Lindström, S. A. M., Herbertsson, L., Rundlöf, M., Smith, H. G. & Bommarco, R. (2015). Large-scale pollination experiment demonstrates the importance of insect pollination in winter oilseed rape. *Oecologia* [online], 180(3), pp 1–11 Springer Berlin Heidelberg. Available from: "<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-015-3517-x>."
- Lundgren, J., Rönnqvist, M. & Värbrand, P. (2001). *Linjär och icke linjär optimering*. Lund: Studentlitteratur. ISBN 91-44-01798-7.
- Manning, R. & Wallis, I. R. (2005). Seed yields in canola (Brassica napus cv. Karoo) depend on the distance of plants from honeybee apiaries. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(10), pp 1307–1313.
- Marini, L., Tamburini, G., Petrucco-Toffolo, E., Lindström, S. A. M., Zanetti, F., Mosca, G. & Bommarco, R. (2015). Crop management modifies the benefits of insect pollination in oilseed rape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [online], 207, pp 61–66. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880915001115>.
- Mesquida, J., Pierre, J. S. & Renard, M. (1988). Rapeseed (Brassica napus L.) Productivity : The Effect of Honeybees (Apis mellifera L.) and different Pollination Conditions relatively. *Apidologie* [online], 19(1), pp 51–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1051/apido:19880104>.
- Morandin, L. A. & Winston, M. L. (2005). Wild Bee Abundance and Seed Production in Conventional , Organic , and Genetically Modified Canola. 15(3), pp 871–881.
- Olhager, J. (1999). *Produktionsekonomi : principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. Upplaga 2: Lund: Studentlitteratur AB. ISBN 978-91-44-06766-7.
- Pedersen, T. R. (2011). *Värdet av honungsbins pollinering av grödor i Sverige* [online]. Jordbruksverket. Jönköping.
- Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. (2013). *Microeconomics*. 8:0. ed Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc. ISBN 978-0-13-304170-5.

- Sabbahi, R., De Oliveira, D. & Marceau, J. (2005). Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae). *Journal of economic entomology* [online], 98(2), pp 367–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15889725>.
- SJV (2005). *Fragmenterat landskap - en kunskapssammanställning om fragmentering som hot mot biologisk mångfald*. Rapport. Inst. för naturvårdsbiologi, SLU. Uppsala. 27 s.
- SJV (2009). *Massdöd av bin*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, 2009:24).
- SJV (2010). *Jordbruksmarkens användning 2010*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, JO 10 SM 1101).
- SJV (2011). *Bli biodlare - utveckla ditt företag*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, Jordbruksinformation 14).
- SJV (2012). *Jordbruksmarkens användning 2011*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, JO 10 SM 1201).
- SJV (2013). *Jordbruksmarkens användning 2012*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, JO 10 SM 1301).
- SJV (2014). *Jordbruksmarkens användning 2013*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, JO 10 SM 1401).
- SJV (2015). *Värdet av våroljeväxter*. Jönköping: (Statens Jordbruksverk Rapport, 2015:13).
- Sutter, L. & Albrecht, M. (2016). Synergistic interactions of ecosystem services: pest control boosts crop yield increase through insect pollination. *Proceedings of the Royal Society B*, (in press).

Internet

Agriwise, <http://www.agriwise.org>

1. *Databoken 2015*, 2016-04-16
<http://www.agriwise.org/Databoken/databok2k15/databok2015htm/index.aspx>
2. *Områdeskalkyler 2015*, 2016-04-16
<http://www.agriwise.org/Databoken/databok2k15/kalkyler2015/kalkyler.aspx>

Lantbruksnet, <http://lantbruksnet.se>

1. *Begmarknad - säljes – hö*. 2016-04-26
<http://www.hastnet.se/marknad/sok.php?marknad=5&typ=1>

SFO, Svensk Frötidning, <http://www.svenskraps.se/frotidning/index.asp>

1. *Rationell biodling på frammarsch*. 2016-05-07
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01302.pdf>
2. *Höstens hetaste höstrappsorter*. 2016-05-08
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01236.pdf>
3. *Nystart för pollineringsstudier i höstraps*. 2016-05-08
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01395.pdf>
4. *Jämför oljeväxtkontrakten - det lönar sig*. 2016-05-20
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01087.pdf>
5. *Överraskande om insekter i raps*. 2016-05-08
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01866.pdf>

SJV, Statens Jordbruksverk, <http://www.sjv.se>

1. *Arealfördelningar 1981-2014*. 2016-04-15
http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Arealer/JO0104B1.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625
2. *Vete i växtföljden*. 2016-05-03
<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrodor/vete/vaxtfoljd.4.32b12c7f12940112a7c800020318.html>
3. *Jordbruksstatistisk årsbok 2011*. 2016-05-03
http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Priser%20och%20prisindex/JO38/JO38SM1201/JO38SM1201_kartor.htm
4. *Biodlingens roll*. 2016-05-14
<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/binochhumlor/biodlingensroll.4.1a4c164c11dcdaebe12800044.html>
5. *Ekologiska fokusarealer*. 2016-05-26
<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/jordbrukarstod2015/forgroningsstod2015/ekologiskafokusarealer.4.14b1a9da14b92deca8426c9.html>

Personliga meddelanden

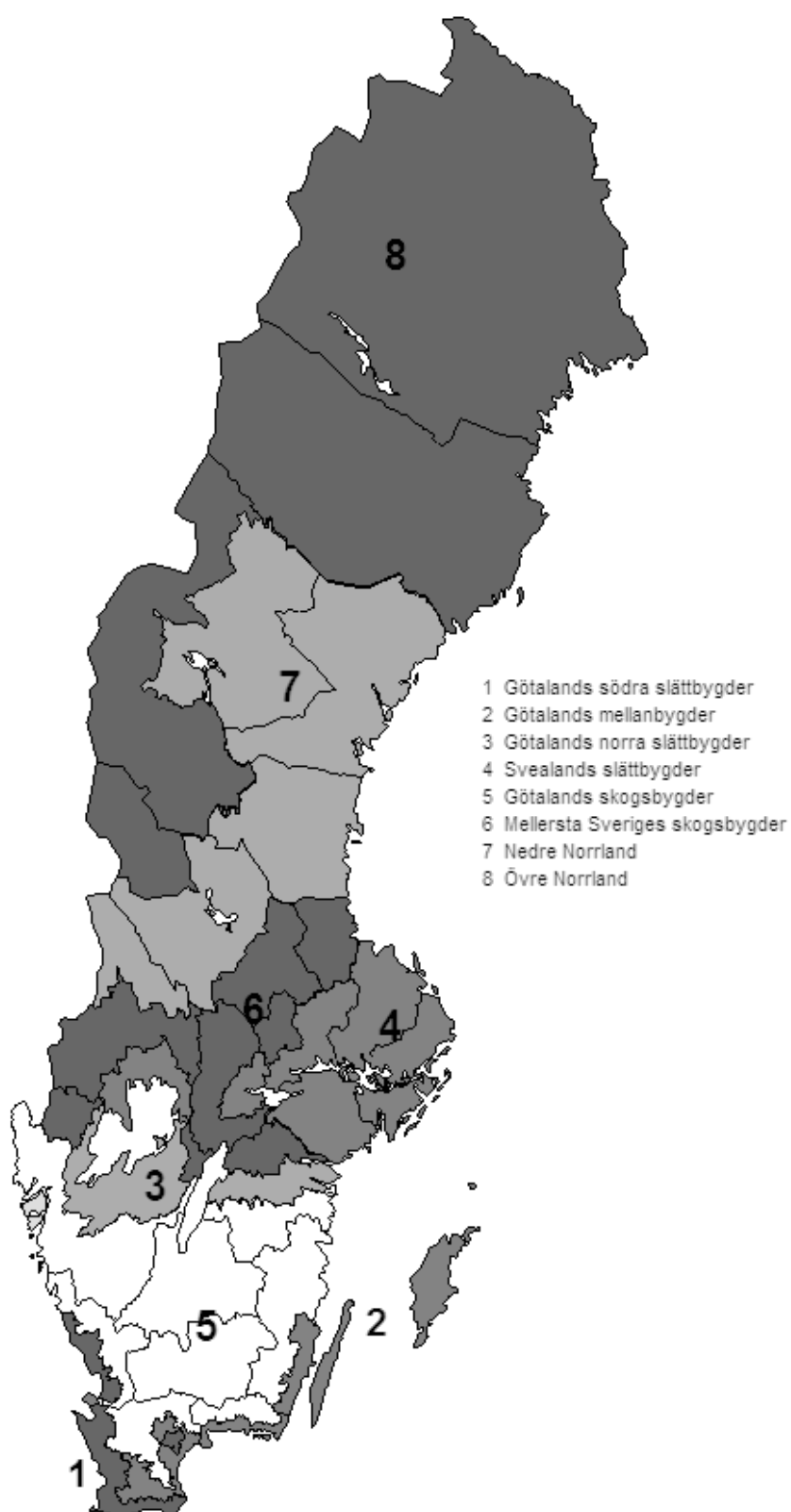
Gunnarson, Albin; Agronom, Svensk Raps AB. 2016-04-28

Lundin, Ola; Forskare, Institutionen för ekologi. 2016-04-21

Olsson, Ylva; Statistiker, Jordbruksverket. 2016-04-11

Bilagor

Bilaga 1 Figur 1 Indelning av produktionsområden i Sverige



(Källa Jordbruksstatistisk årsbok 2011)

Bilaga 2 Tabell 1 Kalkyl för honungsproduktion

SLUs		Honungsproduktion		
Områdeskalkyl 2006				
Bodlingsföretag med 200 samhällen,				
all försäljning i burk, Vinterförluster 10%,				
Intäkter och särkostnader				
per övervintrat samhälle				
		Kvant	Pris	kr
INTÄKTER				
3645	Honung	kg	30	63.00
3645	Pollineringsersättning	st	1	300.00
3645	Övriga biprodukter	kr	0	0.00
SUMMA INTÄKTER				2,096
SÄRKOSTNADER				
4317	Drottningar (inköpta)	st	1.0	350
4370	Vinterförluster	st	0.1	1,034.60
4330	Foder	kg	20.0	6.92
4373	Sjukdomsbehandling	kr	1.0	66.80
4370	Vax (valsningskostnad)	kg	1.0	22.80
4370	Förbrukningsmaterial	kr	1.0	7.50
5310	El och övriga lokaldriftskostnader	kr	1.0	75.00
6100	Kontorskostnader och marknadsföring	kr	1	75.00
6319	Försäkringar	kr	1	25.00
5440	Burk, etikett och emballage	kg	30	3.94
5700	Frakt	kr	30	1.00
SUMMA SÄRKOSTNADER 1				1,012
0000	Lokaler, underhåll	kr	1,500	0.7%
0000	Skörde- och paketeringsutrustning, uh	kr	750	3.5%
0000	Bikupa, underhåll	kr	700	3.5%
0000	Ränta djurkapital	kr	600	7.00%
10000	Ränta rörelsekapital	kr	993	7%
SUMMA SÄRKOSTNADER 2				1,186
0000	Lokaler, avskr + ränta	kr	1,500	6.7%
0000	Skörde- och paketeringsutr., avskr + ränta	kr	750	12.2%
0000	Bikupa, avskr. + ränta	0	700	12.2%
20000	Arbete	tim	4.0	158.00
SUMMA SÄRKOSTNADER 3				2,096
TÄCKNINGSBIDRAG				
30000	TB 1 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 1			
	TB 2 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 2			
	TB 3 = INTÄKTER - SÄRKOSTNADER 3			

Bilaga 3 Tabell 2 Sammanställning av resultat från lösning av optimeringsproblem

Område/gröda		Bihyra		Resultat		Skillnad med bin	
Gss	Förbud	kr/ha	Hybrid	Linje +		Resultat	kr/ha
				bin			
Höstraps	Ja	600	340552	347605		7053	71
		800	340552	344272		3720	37
		1000	340552	340938		386	4
	Nej	600	340552	347605		7053	71
		800	340552	344272		3720	37
		1000	340552	340938		386	4
Gns	Förbud	kr/ha	Hybrid	Linje +		Resultat	kr/ha
				bin			
Höstraps	Ja	600	219779	233391		13612	136
		800	219779	230057		10278	103
		1000	219779	226724		6945	69
	Nej	600	219779	233391		13612	136
		800	219779	230057		10278	103
		1000	219779	226724		6945	69
Gns	Förbud	kr/ha	Hybrid	Linje +		Resultat	kr/ha
				bin			
Höst- & Vårrops	Ja	600	201997	208802		6806	68
		800	201997	207136		5139	51
		1000	201997	205469		3473	35
	Nej	600	208994	219097		10103	101
		800	208994	215763		6769	68
		1000	208994	212466		3473	35
Gns	Förbud	kr/ha	Hybrid	Linje +		Resultat	kr/ha
				bin			
Vårrops	Ja	600				-13519	-
		800	Ingen raps odlas			-6486	-
		1000				547	-
	Nej	600	196912	203319		6407	64
		800	196912	199986		3074	31
		1000	196912	196653		-259	-3
Ss	Förbud	kr/ha	Hybrid	Linje +		Resultat	kr/ha
				bin			
Vårrops	Ja	600				-18538	-
		800	Ingen raps odlas			-15204	-
		1000				-11871	-
	Nej	600	152974	158700		5727	57
		800	152974	155367		2393	24
		1000	152974	152033		-940	-9

Bilaga 4 Tabell 3 Optimala växtföljder i olika produktionsområden

Område/ rapssort	Grödor	Grödfördelning (ha)	
		Förbud	Inget förbud
Gss			
Höstraps	Höstvete	30%	30%
	Vårkorn	32%	32%
	Höstraps	17%	17%
	Socketbetor	17%	17%
	Slåttervall	5%	5%
	Vårvete	0%	0%
Gns			
Höstraps	Vårkorn	23%	23%
	Höstvete	33%	33%
	Havre	23%	23%
	Vårvete	0%	0%
	Slåttervall	5%	5%
	Vårraps	0%	0%
	Höstraps	17%	17%
Gns			
Vårraps & Höstraps	Vårkorn	27%	23%
	Höstvete	33%	32%
	Havre	27%	23%
	Vårvete	0%	0%
	Slåttervall	5%	5%
	Vårraps	-	8%
	Höstraps	8%	8%
Gns			
Vårraps	Vårkorn	32%	26%
	Höstvete	32%	26%
	Havre	32%	26%
	Vårvete	0%	0%
	Slåttervall	5%	5%
	Vårraps	-	17%
	Höstraps	0%	0%
Ss			
Vårraps	Vårkorn	33%	30%
	Höstvete	28%	19%
	Havre	33%	30%
	Vårvete	0%	0%
	Slåttervall	5%	5%
	Vårraps	-	17%
	Höstraps	-	0%

Bilaga 5 Tabell 4 Sammanställning av Ci-värden

Gss						
Gröda	Förfrukt					
	X-HV	X-VK	X-HR	X-SB	X-SV	X-VV
Höstvete	2495	2837	3454	3180	3897	2563
Vårkorn	3043	3043	3943	4243	3343	3118
Höstraps utan bin	4223	4223	3423	3423	3423	4223
Höstraps med bin	5246	5246	4446	4446	4446	5246
Sockerbetor	3125	3125	3125	3125	3125	3125
Slåttervall	366	366	366	366	366	366
Vårvete	1984	2384	1984	1984	1984	1984

Gns							
Gröda	Förfrukt						
	X-VK	X-HV	X-HA	X-VV	X-SV	X-VR	X-HR
Vårkorn	1794	1794	2157	1867	2084	2664	2664
Höstvete	1951	1613	2558	1681	2153	2693	3233
Havre	1735	1385	1385	1455	1385	1735	1385
Vårvete	1625	1225	1705	1225	1625	2185	1225
Slåttervall	687	687	687	687	687	687	687
Vårrops utan bin	1148	1148	1148	1148	348	348	348
Vårrops med bin	2143	2143	2143	2143	1343	1343	1343
Höstraps utan bin	2198	2198	2198	2198	1398	1398	1398
Höstraps med bin	3615	3615	3615	3615	2815	2815	2815

Ss						
Gröda	Förfrukt					
	X-VK	X-HV	X-HA	X-VV	X-SV	X-VR
Vårkorn	1272	1272	1630	1344	1558	2130
Höstvete	1139	809	1733	875	1337	1865
Havre	1262	922	922	990	922	1262
Vårvete	1541,3	1141,3	1621,3	1141,3	1541,3	2101,3
Slåttervall	818,3	818,3	818,3	818,3	818,3	818,3
Vårrops utan bin	1317,8	1317,8	1317,8	1317,8	517,8	517,8
Vårrops med bin	2261,4	2261,4	2261,4	2261,4	1461,4	1461,4

Bilaga 6 Tabell 5 Avkastningsskillnader mellan linjesort och hybrider i fältförsök

Vårrops				Höstraps			
GSS				GSS			
Sortblandning	1050 kg/ha råfett			Sortblandning	2470 kg/ha råfett		
Rel. Tal Sortbl.	= 100			Rel. Tal Sortbl.	= 100		
Sortmedel	104			Sortmedel	99		
Hybrider	Linjesorter			Hybrider	Linjesorter		
Mirakel H	109	Mosaik	110	Compass H	107	Galileo	97
Majong H	114	Lennon	102	DK Exstrom H	106	Epure	101
Doktrin H	111			PT 211 H	109	ES Alegria	104
				DK Extrovert			
Legolas H	113			H	107	DK Expower	104
						MH 06 CC	
Builder H	107			DK Explicit H	108	044	100
medelvärde	110.8	medelvärde	106	medelvärde	107.4	medelvärde	101.2
Skillnad (linje/hybrid)			4.53%	Skillnad (linje/hybrid)			6.13%
GNS				GNS			
Sortblandning	1040 kg/ha råfett			Sortblandning	2270 kg/ha råfett		
Rel. Tal Sortbl.	= 100			Rel. Tal Sortbl.	= 100		
Sortmedel	104			Sortmedel	101		
Hybrider	Linjesorter			Hybrider	Linjesorter		
Mirakel H	117	Mosaik	101	Sherpa H	105	Apanaci	100
Majong H	109	Lennon	102	Mascara H	107	NK Festivo	103
Doktrin H	111			PT 211 H	103	ES Alegria	100
				DK Extrovert			
Builder H	109			H	115	DK Expower	105
						MH 06 CC	
DLE 1313 H	110			DK Explicit H	112	044	101
medelvärde	111.2	medelvärde	101.5	medelvärde	108.4	medelvärde	101.8
Skillnad (linje/hybrid)			9.56%	Skillnad (linje/hybrid)			6.48%
SS				SS			
Sortblandning	1040 kg/ha råfett			Sortblandning	1700 kg/ha fett		
Rel. Tal Sortbl.	= 100			Rel. Tal Sortbl.	= 100		
Sortmedel	104			Sortmedel	105		
Hybrider	Linjesorter			Hybrider	Linjesorter		
Makro H	109	Mosaik	102	Excalibur H	105	DK Expower	110
Mirakel H	110	Lennon	99	Compass H	99		
Builder H	109			PR44D06 H	99		
DLE 1313 H	115			Mascara H	108		
DLE 1314 H	113			DK Exstrom H	116		
medelvärde	111.2	medelvärde	100.5	medelvärde	105.4	medelvärde	110
							-
Skillnad (linje/hybrid)			10.6%	Skillnad (linje/hybrid)			4.18%