



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för energi och teknik

# Förändrad markanvändning vid biodrivmedelsproduktion – en empirisk undersökning av svenskproducerade biodrivmedels påverkan på åkermarkens användning

*Land use change and biofuel production  
– an empirical study of the impact of Swedish biofuels on  
the use of arable land*

Maria Forsberg



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för energi och teknik

Maria Forsberg

Förändrad markanvändning vid biodrivmedelsproduktion – en empirisk undersökning av svenskproducerade biodrivmedels påverkan på åkermarkens användning  
Land use change and biofuel production – an empirical study of the impact of Swedish biofuels on the use of arable land

Handledare: Paul Westin, Energimyndigheten  
Ämnesgranskare: Serina Ahlgren, institutionen för energi och teknik, SLU  
Examinator: Åke Nordberg, institutionen för energi och teknik, SLU

EX0724, Examensarbete i energisystem 30 hp, Avancerad nivå, A2E, teknik  
Civilingenjörsprogrammet i energisystem 300 hp

Serienamn: Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)  
ISSN 1654-9392  
2014:05

Uppsala 2014

Nyckelord: biodrivmedel, markanvändning, åkermark, statistik, historiska data

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



## Sammanfattning

En ökad andel biodrivmedel är en del i att nå EU:s mål om 10 procent förnybar energi i transportsektorn. Frågan om huruvida biodrivmedel konkurrerar med livsmedelsproduktion är en ständigt aktuell diskussion. Ett flertal studier har dessutom indikerat att klimatpåverkan från biodrivmedel är betydligt större än vad man tidigare antagit på grund av utsläpp från markanvändning.

Både den inhemska produktionen av biodrivmedel från åkergrödor och användningen av biodrivmedel har ökat kraftigt det senaste decenniet i Sverige. Syftet med detta projekt är dels att genomföra en kartläggning över Sveriges markanvändning över alla sektorer, och dels att analysera hur svenskproducerade biodrivmedel påverkat markanvändningen, både inom och utanför Sveriges gräns. Studien omfattar åren 2000 till 2012 och genomfördes genom att statistik insamlades, bearbetades och analyserades.

Arealen åkermark i Sverige har minskat med cirka 100 000 hektar under den studerade perioden. År 2012 användes cirka 50 000 hektar för odling av etanolråvara och 8 000 hektar för odling av biodieselryråvara i Sverige. Detta motsvarade tillsammans cirka två procent av Sveriges åkermark. Arealer som används i Sverige inom biodrivmedelssektorn förändras från år till år på grund av variation i producerad mängd biodrivmedel, andel importerad råvara samt hektarskördars årsvariationer. För etanolproduktion i svenska fabriker var arealanspråken enbart inhemska till en början men under perioden har de utländska arealanspråken ökat. Svensk biodieselproduktion har till största del gjort anspråk på utländska marker.

Inga säkra slutsatser har kunnat dras om huruvida biodrivmedelsproduktion från åkergrödor bidragit till att outnyttjade jordbruksarealer tagits i anspråk. Däremot har indikerats att biodrivmedelstillverkning i svenska fabriker har ökat Sveriges totala arealanspråk utomlands för raps och spannmål. För att odling av råvara för biodrivmedel i större utsträckning ska ske i Sverige, och bidra till att hindra den pågående nedläggningen av jordbruksmark, måste aktiva beslut av producenter och politiker tas.

Att arealer utanför Sveriges gräns utnyttjas för vår biodrivmedelsproduktion innebär att kontrollen över markanvändningsförändringar minskar och det går inte att bortse från att det kan finnas risk för iLUC. I denna studie anses risken för iLUC större för den svenska biodieselproduktionen än för etanolproduktionen. Detta eftersom det råder ett underskott på vegetabilisk olja i Europa vilket kan innebära att den ökade efterfrågan leder till ökad import av exempelvis palmolja.

För att kunna dra mer långtgående slutsatser vid en framtida studie med liknande metodik rekommenderas att:

- Utgå från en lägre geografisk aggregeringsnivå för data över markanvändning och odling av råvaror för biodrivmedel
- Studera ett större geografiskt område än Sverige såsom Europa eller EU
- Specifikt studera import av vegetabilisk olja till Europa och dess samband med utökad biodieselproduktion. En intressant frågeställning är till exempel om den ökade åtgången av europeisk raps för biodiesel har orsakat ökade import av palmolja eller minskat importen av sojafoder.

## Abstract

Increasing the use of biofuels is an important part of achieving the EU's target of 10 percent renewable energy in the transport sector. However, the competition between biofuels and food production is an ongoing concern. Also, several studies have indicated a significantly higher climate impact than was earlier estimated, due to emissions from land use.

In Sweden, both the use and production of biofuels from crops have increased substantially during the last decade. The purpose of this project is first to present an overview of the Swedish land use in all sectors. Secondly, the purpose is to analyse the influence of Swedish biofuels on land use changes, both inside and outside of Sweden. The study covers the period 2000 – 2012 and was performed through gathering, processing and analysing of statistical data.

The arable land in Sweden has decreased by about 100 000 hectares during the studied period. In 2012, the domestic raw material needed about 50 000 hectares for bioethanol and 8 000 hectares for biodiesel. Together, these amounts correspond to a share of two percent of the arable land in Sweden. The domestic land use in the biofuel sector varies due to the produced amount of biofuel, the share of imported raw material and yearly variations in yield. The Swedish bioethanol production used only domestic land at first. However, according to the calculations in this study, the share of foreign land needed in Swedish bioethanol production has increased and reached almost 60 000 hectares in 2012. Areas directly required for biodiesel production have mostly consisted of foreign land ever since the opening of Swedish biodiesel factories.

It could not be concluded with certainty whether or not biofuel production from crops has prevented the decline of arable land. Instead, the study indicated that biofuels have affected Sweden's total requirement of foreign areas abroad for rapeseed and wheat. Therefore, if cultivation of feedstock for biofuels is to prevent the ongoing abandonment of farmland, both producers and politicians must decide on the future role of biofuels in Swedish agriculture.

The increased use of land outside of Sweden for Sweden's biofuel production leads to a decrease in control of land use changes, and there may be a risk for indirect land use changes. This study indicates that the Swedish biodiesel production implies larger risk of iLUC than the Swedish ethanol production. The reason is the deficit of vegetable oil in Europe. An increased demand for rapeseed oil in the biofuel sector may lead to increased import of palm oil.

To reach further conclusions in a future study with similar methodology the author recommends to:

- Use a lower geographical level of aggregation of data on land use and cultivation of raw materials for biofuels.
- Study a larger geographic area than Sweden such as Europe or the EU.
- Specifically study the import of vegetable oil to Europe and its connection with increased biodiesel production. A question of interest is whether the increased consumption of European rapeseed for biodiesel has caused increased imports of palm oil or decreased imports of soymeal.

## Exekutiv sammanfattning

Syftet med detta projekt är dels att genomföra en kartläggning över Sveriges markanvändning över alla sektorer, och dels att analysera hur svenskproducerade biodrivmedel påverkat markanvändningen, både inom och utanför Sveriges gräns. Studien omfattar åren 2000 till 2012.

Arealen åkermark i Sverige har minskat med cirka 100 000 hektar under den studerade perioden enligt Jordbruksverkets statistik. Före år 2001 användes inga arealer för odling av råvara för biodrivmedelsproduktion. År 2012 användes cirka 60 000 hektar i Sverige för odling av råvara till etanol och biodiesel. Detta motsvarar cirka två procent av Sveriges totala åkermark. Utöver detta användes cirka 140 000 hektar utanför Sveriges gränser för odling av råvara.

Denna studie har indikerat att biodrivmedelstillverkning i Sverige har ökat våra totala arealanspråk utomlands för raps och spannmål. För att odling av råvara för biodrivmedel i större utsträckning ska ske i Sverige, och bidra till att hindra den pågående nedläggningen av jordbruksmark, måste aktiva beslut av producenter och politiker tas.

Att våra arealanspråk utanför Sveriges gräns ökar innebär att kontrollen över markanvändningsförändringar minskar och det går inte att bortse från att det kan finnas risk för indirekt förändrad markanvändning.

## Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen av civilingenjörsprogrammet i energisystem vid Uppsala Universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Examensarbetet utfördes vid Energimyndigheten under perioden augusti till december 2013.Handledare har varit Paul Westin, vid enheten för hållbara bränslen, Energimyndigheten. Ämnesgranskare och examinator har varit Serina Ahlgren respektive Åke Nordberg, vid institutionen för energi och teknik, SLU.

Först och främst vill jag tacka Paul Westin för chansen att få göra examensarbetet vid Energimyndigheten och för värdefulla kommentarer på rapporten. Jag vill också särskilt tacka Serina Ahlgren för vägledning och givande diskussioner under arbetets gång. Även Jan Svensson och Noak Westerberg vid Energimyndigheten förtjänar ett särskilt tack för uppmuntran, kommentarer och ifrågasättande.

Eskilstuna, den 6 januari 2014

Maria Forsberg



# Innehållsförteckning

<b>Ordlista</b>	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrund	9
1.1.1 Förändrad markanvändning	9
1.1.2 Biodrivmedel i Sverige	11
1.2 Syfte	12
1.2.1 Delmål	12
1.3 Avgränsningar	12
1.4 Rapportstruktur	13
<b>2 Metod</b>	<b>14</b>
2.1 Kartläggning av Sveriges markanvändning	14
2.2 Analys av biodrivmedelsproduktionens roll för Sveriges markanvändning	14
2.3 Global utblick	15
<b>3 Kartläggning av markanvändning</b>	<b>16</b>
3.1 Sveriges inhemska markanvändning	16
3.1.1 Åkermarkens förändrade markanvändning	17
3.2 Sveriges markanvändning utomlands	20
3.2.1 Sveriges användning av jordbruksmark utomlands	20
<b>4 Beräknad markanvändning för biodrivmedel</b>	<b>25</b>
4.1 Etanol	27
4.2 Biodiesel	27
4.3 Känslighetsanalys	29
4.3.1 Varierande hektarskördar	29
4.3.2 Ursprungsland	29
4.3.3 Val av allokeringsmetod	31
<b>5 Analys av samband mellan biodrivmedel och ändrad markanvändning</b>	<b>32</b>
5.1 Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ minskad areal träda eller annan outnyttjad mark	32
5.2 Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ ökad import/minskad export av råvaror	34
5.2.1 Etanoltillverkning ↔ ökad import och/eller minskad export av spannmål?	34
5.2.2 Biodieseltillverkning ↔ ökad import och/eller minskad export av raps?	36
5.3 Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ ökad produktion av drank och rapskaka ↔ förändrad fodermarknad	38
5.3.1 Etanoltillverkning ↔ förändrad fodermarknad?	38
5.3.2 Biodieseltillverkning ↔ förändrad fodermarknad?	39

<b>6</b>	<b>Global utblick</b>	<b>41</b>
6.1	Markarealer i EU	43
6.2	Modellering av förändrad markanvändning	43
6.3	Indirekt förändrad markanvändning och hållbarhetskriterier	44
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>46</b>
7.1	Jordbruksmarkens utveckling	46
7.2	Förändrade markanspråk utanför Sverige	47
7.3	Metodologisk diskussion	48
7.4	Jämförelse med tidigare studier	48
	7.4.1 Ekonomiska jämviktsmodeller	48
	7.4.2 "Livscykelanalys av svenska biodrivmedel" (Börjesson, et al., 2010)	49
7.5	Förslag till vidare studier	50
<b>8</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Referenser</b>	<b>52</b>
	<b>Bilaga 1 – Skördar</b>	
	<b>Bilaga 2 – Import och export av kött och mjölk</b>	
	<b>Bilaga 3 – Övrigt</b>	

# Ordlista

Betesmark	Jordbruksmark som inte är lämplig att plöja och som använts som bete. Växtligheten ska vara duglig som foder.
Biodiesel	Bränsle med samma användningsområde som fossil diesel men som tillverkats från vegetabiliska eller animaliska råvaror.
Biodrivmedel	Bränsle i gas- eller vätskeform som används för transportändamål. Ursprung från biomassa.
dLUC	Direct land use change. Direkt förändrad markanvändning.
Drank	Proteinrik biprodukt från etanolproduktion. Kan användas som djurfoder.
Etanol	I detta sammanhang menas motorbränsle med samma användningsområde som fossil bensin men som tillverkats av vegetabiliska råvaror.
Exporterad areal	Exporterad mängd av en vara omvandlad till motsvarande arealbehov.
FAME	Fatty Acid Methyl Ester. Samlingsnamn på biodiesel.
Flytande biobränsle	Bränslen i vätskeform som används för andra ändamål än transportändamål. Ursprung från biomassa.
Hektarskörd	Skörd i enheten ton per hektar
iLUC	Indirect land use change. Indirekt förändrad markanvändning.
Importerad areal	Importerad mängd av en vara omvandlad till motsvarande arealbehov.
Jordbruksmark	Mark där jordbruk bedrivs. Ett samlingsnamn på åker och betesmark.
Rapskaka	Rapsexpeller. Proteinrik återstod vid pressning av rapsfrö. Högre fettinnehåll än i rapsmjöl

Rapsmjöl	Extraherad raps. Proteinrik återstod vid industriell pressning av rapsfrö. Mycket lågt fettinnehåll.
RME	Rapsmetylester. Biodiesel med raps som råvara.
Totalskörd	Total skörd för en gröda. Hektarskörd för en viss gröda multipliceras med grödans odlingsareal.
Växthusgasminskning	Den minskning av växthusgasutsläpp ett biodrivmedel uppnår under sin livscykel jämfört med dess fossila motsvarighet.
Åkermark	Mark som är lämplig att plöja. Används eller kan användas för växtodling eller för bete.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Klimatförändringen är en av vår tids största utmaningar. För att hantera mänskligt inducerad påverkan på klimatet behöver de globala utsläppen av växthusgaser minst halveras till år 2050 jämfört med år 1990 (Regeringen, 2012). För att minska växthusgasutsläppen och för att begränsa importberoendet av energi har EU antagit det så kallade förnybartdirektivet (2009/28/EC). Där ingår ett mål om att 20 procent av använd energi ska vara förnybar år 2020. Även 10 procent förnybar energi i transportsektorn ska ha uppnåtts inom varje medlemsstat vid samma tidpunkt.

En ökning av andelen förnybar energi i transportsektorn kan ske med hjälp av förnybar el eller med biodrivmedel. Framställning av biodrivmedel bör dock ske på ett sådant sätt att en betydande minskning av växthusgasutsläpp uppnås jämfört med fossila bränslen. Samtidigt bör påverkan på biodiversitet, markanvändning eller andra hållbarhetsaspekter minimeras.

Förnybartdirektivet anger därför hållbarhetskriterier för biodrivmedel som måste uppfyllas för att drivmedlet ska kunna räknas in under målet om 10 procent förnybar energi i transportsektorn. Hållbarhetskriterierna måste också uppfyllas för att biodrivmedlen ska få beviljas statsstöd, berättigas till kvotuppfyllnad eller ingå i medlemsstaternas uppfyllnad av deras övergripande förnybartmål, vilket för Sverige innebär 49 procent förnybar energi. Idag innebär hållbarhetskriterierna en reduktion av växthusgaser med minst 35 procent jämfört med motsvarande fossilt bränsle. Detta krav på utsläppsreduktion kommer att ökas till 50 procent år 2017, och 60 procent år 2018 för nya anläggningar. Hållbarhetskriterier kan inte heller uppfyllas om råvara odlats på marker med hög biologisk mångfald eller på marker som tidigare innehöll rika kollager (2009/28/EC).

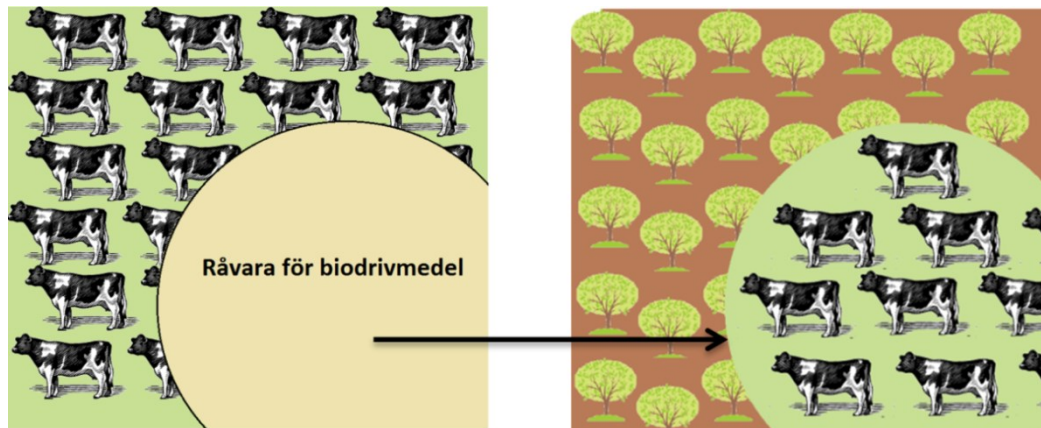
Förutom de mål som satts upp i förnybartdirektivet har Sverige formulerat en vision om en hållbar och resurseffektiv energiförsörjning utan nettoutsläpp av växthusgaser år 2050 (prop. 2008/09:162). Ett led i att nå visionen är att år 2030 uppnå en fossilfri fordonsflotta där utgångspunkten ska vara en ökad andel förnybara drivmedel och el, samt förbättrad fordonseffektivitet (Regeringen, 2012).

### 1.1.1 Förändrad markanvändning

Trots regelverket kring hållbarhetskriterier är storskalig biodrivmedelsproduktions hållbarhet ifrågasatt, framförallt ur ett markanvändningsperspektiv. Frågan huruvida biodrivmedel konkurrerar med matproduktion har debatterats livligt en tid. Ett flertal studier har dessutom indikerat att klimatpåverkan från biodrivmedel kan vara betydligt större än tidigare växthusgasberäkningar visat på grund av utsläpp från indirekt förändrad markanvändning (Searchinger, et al., 2008) (Fargione, et al., 2008).

Indirekt förändrad markanvändning benämns ofta med den engelska termen ”Indirect Land Use Change” (iLUC). Förenklat kan fenomenet förklaras med att vissa grödor eller

betesmark, på grund av ökad odling av biodrivmedelråvara, undanträngs ur en region. Om efterfrågan av den tidigare produktionen kvarstår behöver mark tas i anspråk någon annanstans. Fenomenet förklaras i *Figur 1*. Den indirekt förändrade markanvändningen kan leda till att kolrika marker exploateras med växthusgasutsläpp som följd. Även andra miljöpåverkanskategorier kan påverkas liksom sociala och etiska aspekter.



*Figur 1.* Förklaring av iLUC-fenomenet. Råvara för biodrivmedelsproduktion börjar odlas på mark som tidigare använts som betesmark. En direkt markanvändningsförändring (dLUC) fås på den aktuella marken. Om efterfrågan på animaliska produkter kvarstår kan bortfallet av betesmark leda till prisökningar på animaliska produkter. Detta kan innebära att betesmark expanderar någon annanstans. I figuren har betesmark expanderats på skogsmark. Då skog huggs ned till fördel för bete eller odling minskar kolförrådet och växthusgasutsläpp sker (Berndes, 2010).

De indirekta effekterna verkar dock genom komplexa, ekonomiska system och påverkan orsakad av biodrivmedelsproduktion är sammanflätad med flera andra samtidigt pågående processer (Overmars, et al., 2011). Detta innebär att effekter av iLUC är omöjliga att direkt mäta. Istället används ekonomiska jämviktsmodeller för att förutse globala markanvändningsförändringar i olika framtidsscenarioer av biodrivmedelsproduktion. Dessa är matematiska modeller som byggts upp utifrån ekonomiska samband mellan en mängd parametrar. De bygger på antaganden och är mycket komplexa.

Hållbarhetskriterierna för biodrivmedel tar idag inte hänsyn till växthusgasutsläpp orsakade av iLUC, men utifrån EU-kommissionens ändringsförslag (COM 595, 2012) till förnybartdirektivet, förhandlas i skrivande stund hur fenomenet ska behandlas i framtiden. Ett förslag är att införa så kallade iLUC-faktorer i växthusgasberäkningarna för biodrivmedel. Då modellerna för att förutspå iLUC har visat kraftigt varierande resultat anses dock generella iLUC-faktorer icke försvarbart enligt många forskare (Börjesson & Ahlgren, 2011).

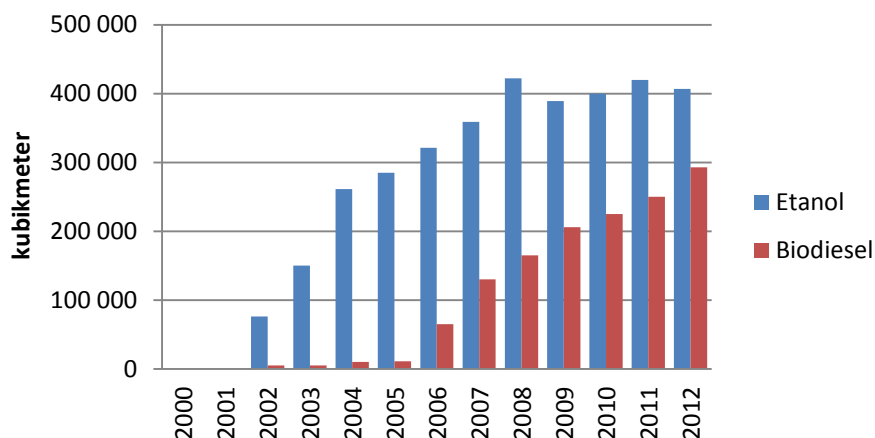
De iLUC-faktorer som föreslagits tar endast hänsyn till typ av råvara och inte till råvarornas ursprung (COM 595, 2012). I Sverige och EU finns emellertid stora outnyttjade arealer jordbruksmark som, om de togs i bruk för produktion av råvaror för biodrivmedel, inte skulle leda till iLUC. Dock bygger iLUC-teorin på marknadsmässiga

faktorer, det vill säga där det är mest ekonomiskt att odla kommer expansion att ske, och det är inte nödvändigtvis på de obrukade arealerna i Europa (Eickhout, et al., 2008).

Trots omöjligheten i att direkt observera iLUC, på grund av osäkerheten och komplexiteten i de ekonomiska modellerna, är mer empiriska angreppssätt för att studera markanvändningsförändringar intressanta. Det har gjorts försök till att empiriskt bedöma iLUC, bland annat för majsetanol i USA och etanol från sockerrör i Brasilien (Andrade de Sá, et al., 2013) (Kim & Dale, 2011). Sverige bör också vara ett lämpligt fall för en empirisk studie då det endast finns ett fåtal stora producenter av grödobaserade biodrivmedel, vilket underlättar en sådan studie. Dessutom finns ett gott statistiskt underlag över Sveriges markanvändning. En sådan undersökning skulle behöva ta ett helhetsgrepp på markanvändningen och även inkludera andra faktorer än biodrivmedel, som också kan påverka markanvändningen.

### 1.1.2 Biodrivmedel i Sverige

Det senaste decenniet har användningen av biodrivmedel i Sverige sett en betydande ökning. *Figur 2* visar användningen av biodrivmedel i Sverige, uppdelat på etanol och biodiesel. Som jämförelse kan nämnas att användningen av fossila drivmedel är drygt tio gånger större än användningen av biodrivmedel.



*Figur 2.* Användning av etanol och biodiesel i Sverige, 2000 -2012, uttryckt i m<sup>3</sup>. Att inga använda mängder visas för år 2000 och 2001 beror på att statistik insamlats först år 2002 (Energimyndigheten, 2013).

Under samma period har inhemsk produktion startats upp i Sverige, både av etanol och av biodiesel. De producerade mängderna uppnår dock inte användningen och biodrivmedel måste också importeras. År 2012 utgjorde produktionen i svenska fabriker cirka 50 procent av biodrivmedelsanvändningen i Sverige. Etanolproduktion i Sverige använder till helt övervägande del spannmål som råvara och produktionen har pågått sedan år 2001. Biodieselproduktionen startade år 2007 och använder raps- och rybsolja som råvara.

Vid etanolproduktion från spannmål återstår en biprodukt som kallas drank, vilken kan användas som ett proteinrikt foder. Vid utvinning av rapsolja fås också en fast återstod som kan användas som foder. Beroende på processutformning erhålls antingen rapskaka (rapsexpeller) eller rapsmjöl (extraherad raps). Rapskakan innehåller mer fett än rapsmjölet. I industriella processer är oljeutvinningen mer långtgående och rapsmjöl erhålls som biprodukt.

## 1.2 Syfte

Huvudsyftet med detta projekt är att analysera vilken påverkan svenskproducerade biodrivmedel har haft på ändrad användning av åkermark.

En holistisk kartläggning av Sveriges markanvändning är en förutsättning för en sådan analys. Dessutom behövs en sådan kartläggning för att sprida kunskap om Sveriges markanvändningsförändringar och för att sätta biodrivmedelsproduktionen i perspektiv till utveckling i andra marknader under samma period. Således syftar arbetet även till att framställa en sådan kartläggning.

### 1.2.1 Delmål

För att uppfylla projektets syfte ska följande delmål nås under arbetets gång:

- Kartlägga markanvändningen i Sverige och Sveriges utrikes markanvändning<sup>1</sup> för några grödor. Kartläggningen sträcker sig från år 2000, året innan biodrivmedel började produceras i större skala, fram till år 2012.
- Analysera svensk biodrivmedelsproduktions roll i Sveriges förändrade markanvändning.
- För att sätta syftet i ett större sammanhang ska också en sammanställning av litteratur kring globala marktillgångar samt en omvärldsbevakning som tar upp debatten kring markanvändningsfrågor i Sverige och EU, presenteras.

## 1.3 Avgränsningar

I projektet analyseras endast markanvändning i Sverige och markanvändningsförändringar utomlands orsakade av förlopp i Sverige. Det sistnämnda studeras genom import- och exportstatistik. Fokus har varit att studera historiska förändringar och inte framtida utveckling även om framtidsutsikter diskuteras utifrån resultaten. Studien avser åren 2000 till 2012.

Endast biodrivmedel som är kommersiellt tillgängliga idag och som i stor utsträckning använder råvara från åkermark har studerats. Då denna studie avser svensk produktion inkluderas därmed spannmålsbaserad etanol och biodiesel från raps (RME).

---

<sup>1</sup> Sveriges utrikes markanvändning är importerade mängder råvaror som omvandlats till motsvarande ytor med hjälp av hektarskördar.



Denna avgränsning har gjorts då dessa biodrivmedel riskerar att konkurrera med livsmedelsproduktion i större utsträckning än andra biodrivmedel.

I projektet studeras enbart produktion av biodrivmedel i Sverige. Med svensk biodrivmedelsproduktion avses i denna studie de biodrivmedel som produceras i svenska fabriker. Råvaran kan således även vara odlad utanför Sveriges gräns. Importerade biodrivmedel ingår inte i analysen.

Kvantifiering av effekter av förändrad markanvändning lämnats utanför projektet. Således beräknas varken växthusgasutsläpp, andra miljöeffekter, sociala eller etiska effekter från markanvändningsförändringar. Alla numeriska resultat är i hektar.

Då ett fåtal storskaliga tillverkare av etanol och biodiesel står för i princip all produktion i Sverige lämnas småskaliga producenter utanför studien.

#### 1.4 Rapportstruktur

I kapitel 2 beskrivs arbetets metodik översiktligt. Mer detaljerad information om specifika beräkningar och antaganden återfinns i resultatkapitlen. Projektets resultat redovisas i kapitel 3, 4 och 5 där de två första kapitlen redovisar en allmän kartläggning av Sveriges markanvändning samt en redovisning av markanvändning specifikt för biodrivmedel. Kapitel 5 utgörs av en analys av biodrivmedlens roll i den förändrade användningen av åkermark. Kapitel 6 är en sammanställning av litteratur kring globala marktillgångar och metodik för att avgöra biodrivmedelsproduktionens påverkan på global markanvändning. Slutligen diskuteras resultatens betydelse, metodologiska problem samt framtida forskning inom ämnet i kapitel 7.

## 2 Metod

Arbetet delades upp i två huvudsakliga delar. Den inledande delen var en kartläggning av Sveriges markanvändning som i sig var ett syfte med arbetet, men som också krävdes för projektets andra del. Den andra delen bestod i att analysera den svenska biodrivmedelsproduktionens roll för markanvändningsförändringar. Dessutom bestod arbetet av en global utblick över marktillgångar samt en mindre omvärldsbevakning.

### 2.1 Kartläggning av Sveriges markanvändning

För att kartlägga Sveriges inhemska markanvändning studerades data från år 2000 till och med år 2012 från SCB:s och Jordbruksverkets respektive statistikdatabaser. Sveriges markanvändning utomlands studerades med hjälp av statistik över utrikeshandel från SCB:s statistikdatabas. Kategorier som studerades var spannmål, oljeväxter och foderprodukter. Importerade och exporterade mängder omvandlades, med hjälp av data över skördenivåer, till importerade och exporterade arealer.

För att erhålla data över producerade mängder biodrivmedel kontaktades de tre största producenterna i Sverige. Detta täcker in den allra största delen av biodrivmedelsproduktionen i Sverige, utom möjligtvis några småskaliga producenter av biodiesel. Markanvändning för biodrivmedelsproduktion beräknades utifrån omvandlingsprocessens utbyte och hektarskördar för de använda råvarorna. De svenska råvarumängderna omvandlades till arealer med hjälp av svenska hektarskördar medan de utländska mängderna omvandlades med hjälp av skördenivåer i våra mest betydande importländer.

Vid beräkning av markanvändning för biodrivmedel valdes att fördela hela odlingsarealen för råvarorna på biodrivmedlen och inget på biprodukterna. Detta eftersom faktiskt hela arealen krävs för att biodrivmedlet ska kunna produceras.

All information organiserades i Excel, där beräkningar utfördes. Diagram användes för att åskådliggöra markanvändningens utveckling under den studerade perioden.

### 2.2 Analys av biodrivmedelsproduktionens roll för Sveriges markanvändning

Analysen inleddes med att identifiera samband som ansågs kritiska för att analysera biodrivmedlens roll för markanvändningen. Ur kartläggningen av Sveriges markanvändning undersöktes de identifierade sambanden. Diagram bestående av flera dataserier studerades visuellt för att uppfatta samverkande trender. I de fall då korrelationer mellan olika faktorer kunde anas studerades också andra möjliga påverkansfaktorer för att kunna påvisa eller avvisa orsakssambands existens.

### 2.3 Global utblick

För att analysera globala markstillgångar, potential för biodrivmedel och konflikter mellan mat, foder och biodrivmedel studerades litteratur eftersom omfattande forskning har utförts inom ämnet. Litteraturstudier användes också för att redogöra för befintliga metoder att bedöma indirekt förändrad markanvändning. Personal vid Energimyndigheten konsulterades om den aktuella situationen i debatten om hållbarhetskriterier för biodrivmedel.

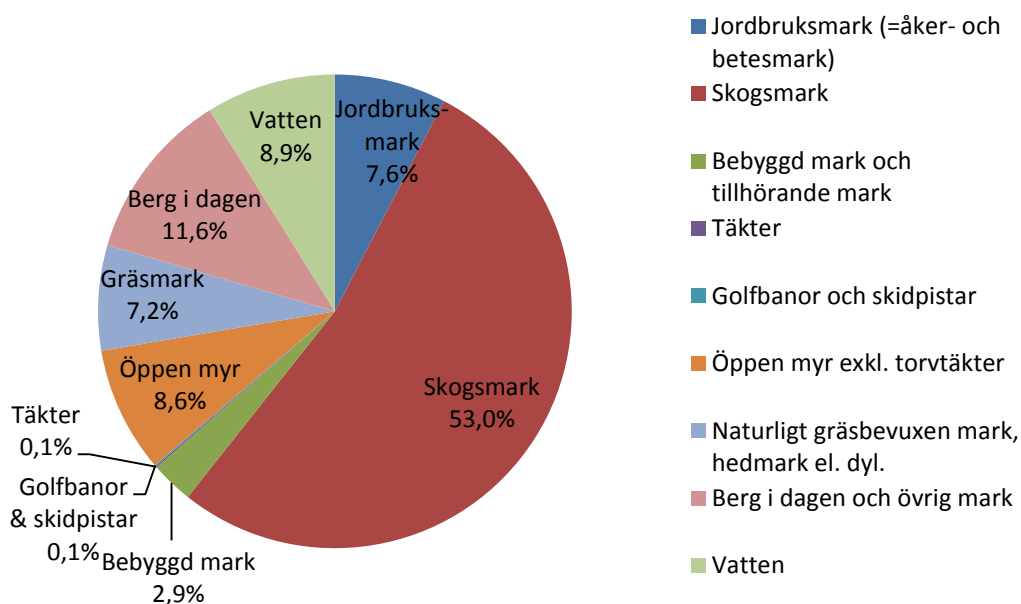
### 3 Kartläggning av markanvändning

I följande kapitel ges en överblick över Sveriges markanvändning, med fokus på åkermark, mellan åren 2000 och 2012. Kapitlet beskriver först hur Sveriges markanvändning sett ut uppdelad på jordbruk, skog med mera. Därefter beskrivs åkermarken mer ingående, indelad i sektorerna foder, livsmedel och energi samt fördelningen av åkermark mellan specifika grödor. Slutligen redovisas importerade och exporterade mängder av några varor som ansetts relevanta för studien. Dessa mängder har också omvandlats till motsvarande arealer.

Denna överblick är viktig för att förstå hur markanvändningens utvecklats det senaste decenniet. Kapitlet utgör också grund för de analyser av biodrivmedelsproduktionens roll för markanvändningsförändringar som redovisas i kapitel 5.

#### 3.1 Sveriges inhemska markanvändning

Sveriges totala areal är cirka 45 miljoner hektar. *Figur 3* visar 2005 års fördelning av denna areal uppdelad på jordbruksmark, skog, bebyggelse, myrmark, gräsmark, berg i dagen och vatten. Sammanställning över Sveriges totala markanvändning görs numera vart femte år. Jordbruksmarken utgjorde år 2005 cirka 8 procent av Sveriges totala markyta och består av både betes- och åkermark varav cirka en femtedel var betesmark år 2005.

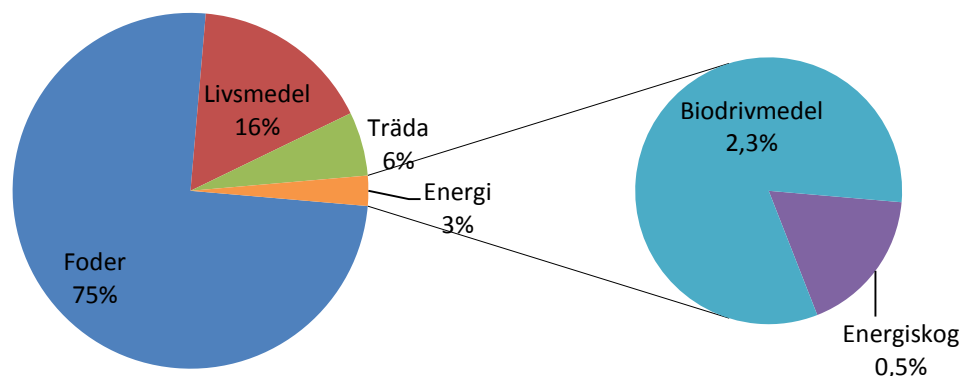


*Figur 3.* Fördelning av Sveriges markyta år 2005 på nio huvudkategorier (SCB, 2008) (Jordbruksverket, 2013)

Jämfört med markanvändningen år 2000 hade arealen skogsmark ökat med 0,8 procentenheter till år 2005, jordbruksmark hade minskat med 0,1 procentenheter, berg i dagen och övrig mark hade ökat med 0,8 procentenheter. Arealen bebyggd mark ökade med mindre än 0,1 procentenheter. Kategorin golfbanor och skidpistar ökade också men endast med 0,01 procentenheter.

I *Figur 4* redovisas användningen av Sveriges åkerarealer år 2012 fördelad mellan foder-, livsmedels- och energisektorn samt mark i träda. Tidigare har skattats att andelen åkermark som används för foderproduktion är 75 procent (Börjesson, et al., 2013). Denna siffra används i nedanstående fördelning. Andelen mark för biodrivmedel är beräknad enligt metodiken beskriven i kapitel 4 nedan medan arealer för energiskog och träda har inhämtats från Jordbruksverkets arealstatistik (Jordbruksverket, 2013). Övriga arealer motsvarar 17 procent av åkermarken och antas utgöra direkt livsmedelsproduktion. Arealer som användes för biodrivmedel var ungefär 2 procent av den totala åkermarken år 2012. År 2011 var denna andel något större, cirka 3 procent.

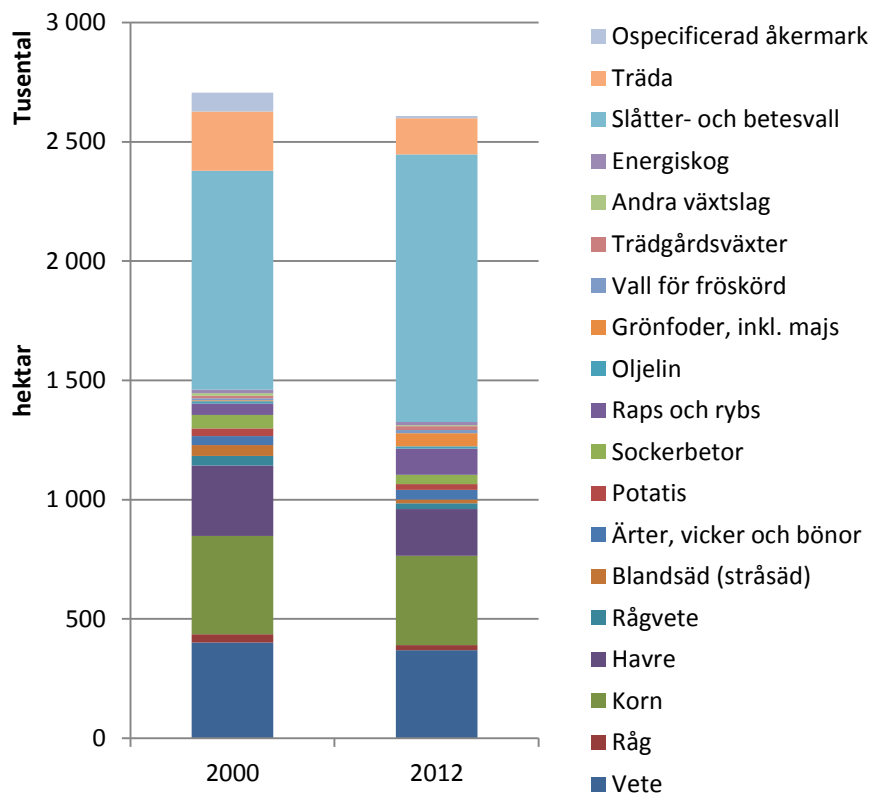
Eftersom arealerna för foder och livsmedel anses osäkra bör procentsatserna i *Figur 4* tolkas med försiktighet. Figuren ger dock en uppskattning av hur våra åkermarker använts.



*Figur 4.* Sveriges åkerarealer fördelade på foder, livsmedel, energi och träda. Fördelningen inom kategorin energi redovisas i den högra cirkeln. Data för energigrödor och träda motsvarar 2012 års arealer (Jordbruksverket, 2013) medan andelarna för foder och livsmedel utgör mer osäkra uppskattningar (Börjesson, et al., 2013).

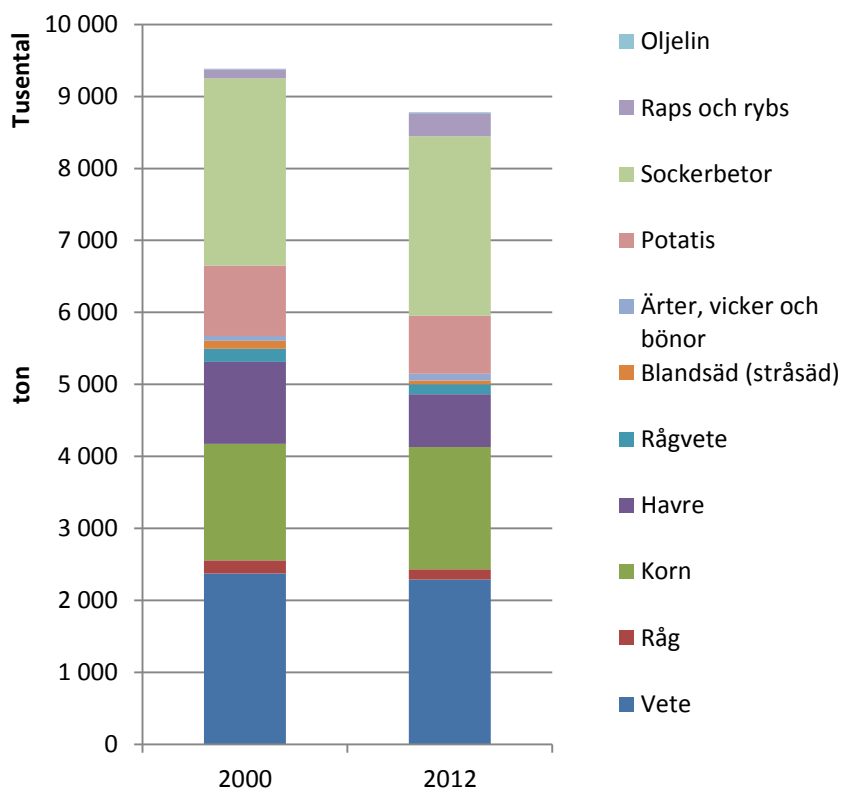
### 3.1.1 Åkermarkens förändrade markanvändning

*Figur 5* visar åkermarkens användning på olika kategorier åren 2000 och 2012. Mellan dessa år minskade den totala arealen åkermark med nästan 100 000 hektar, eller 3,6 procent. Minskningen motsvarar 0,2 procent av Sveriges totala areal. Den nedåtgående trenden av åkermarksarealen har pågått kontinuerligt under hela den studerade perioden.



Figur 5. Arealer för samtliga kategorier i Jordbruksverkets statistik över åkermarkens användning, år 2000 och 2012. De sex nedersta kategorierna utgörs av olika spannmålsgrödor. Den största andelen (ljusblå kategori) utgörs av slåtter- och betesvall (Jordbruksverket, 2013).

Figur 6 visar istället den totala skörden i Sverige för samma kategorier. Skördestatistik finns ej för grönfoder, vall, trädgårdsväxter, andra växtslag och energiskog, varför de inte redovisas. Figuren visar att även den totala produktionen av jordbruksråvaror har minskat i takt med att arealerna minskat, vilket är en indikation på att de minskade arealerna inte är en följd av högre hektarskördar.



Figur 6. Totala skörden i Sverige, år 2000 och 2012 (Jordbruksverket, 2013).

Alla förändringar i Jordbruksverkets statistik utgörs nödvändigtvis inte av faktiska förändringar. De kan även bero på förändrade villkor för stödansökningar i jordbruket vilket framförallt kan misstänkas för den ökade arealen vall och grönfoder. Vid årsskiftet 2004/2005 skedde en reform av jordbrukspolitiken vilken innebar att det år 2005 ansöktes om stöd för åkerarealer, som ingen tidigare hade sökt stöd för. Framförallt påverkades arealerna för slätter- och betesvall, grönfoder och träda, vilka ökade med 10, 11 respektive 20 procent mellan år 2004 och 2005 (Jordbruksverket, 2006). År 2007 togs ett krav på obligatorisk träda bort ur jordbrukets regelverk, varför trädan totalt sett har minskat under perioden.

Den stora ökningen av slätter- och betesvall utgörs troligtvis inte enbart av utnyttjad vall, varför det kan antas att minskningen av produktiv, utnyttjad åkermark är större än 100 000 hektar.

Eftersom åkermark som läggs ned tas bort ur Jordbruksverkets blockdatabas och därmed försvinner ur statistiken är det komplext att avgöra vad den används till idag. Enligt en utredning, som Jordbruksverket gjort, om marginalmarkers roll i framtiden framgår att den nedlagda åkermarken har övergått till skogsmark, gräsbevuxen mark eller den kategori som ovan kallas berg i dagen och övrig mark. Fördelningen däremellan är okänd (Lagerqvist Tolke, 2013). Även viss jordbruksmark har försvunnit på grund av tätortsexpansion. Mellan år 2000 och 2005 övergick 1200 hektar

jordbruksmark till bebyggelse (Slätmo, et al., 2012). Tätortsexpansion på jordbruksmark sedan 2005 finns det ännu ingen statistik om.

### 3.2 Sveriges markanvändning utomlands

Sverige är inte självförsörjande på jordbruksvaror utan importerar relativt stora mängder. Detta innebär att även arealer utanför Sveriges gränser används för vår konsumtion. Det uppskattas att en tredjedel till hälften av den totala jordbruksmarken svenskarna direkt utnyttjar för sin konsumtion finns utanför landets gränser. De största orsakerna till arealanspråk utanför Sveriges gränser är import av fodergrödor och kött (Johansson, 2005) (Nordlund, 2010). Alltså upptas både Sveriges inhemska jordbruksarealer och arealer vi utnyttjar utomlands främst av fodergrödor.

Detta avsnitt ger en bild av importerade mängder för några viktiga råvaror under den studerade perioden och vilka arealer detta motsvaras av. Avsnittet utgör grund för några av analyserna i kapitel 5.

#### 3.2.1 Sveriges användning av jordbruksmark utomlands

För att studera utnyttjandet av jordbruksmark utanför Sveriges gränser användes statistik över utrikeshandel. Några råvarukategorier valdes ut utifrån två kriterier: att de tar upp betydande arealer utomlands och att råvarukategorin har en direkt eller indirekt koppling till biodrivmedels påverkan på användning av åkermark. Det har tidigare fastslagits att spannmål, oljeväxter, och övrigt djurfoder tillsammans utgör hela 77 procent av Sveriges direkta utrikes markanvändning (Johansson, 2005). Därur har import och export för vete, raps- och rybsfrön, rapsolja, rapsmjöl och soja studerats.

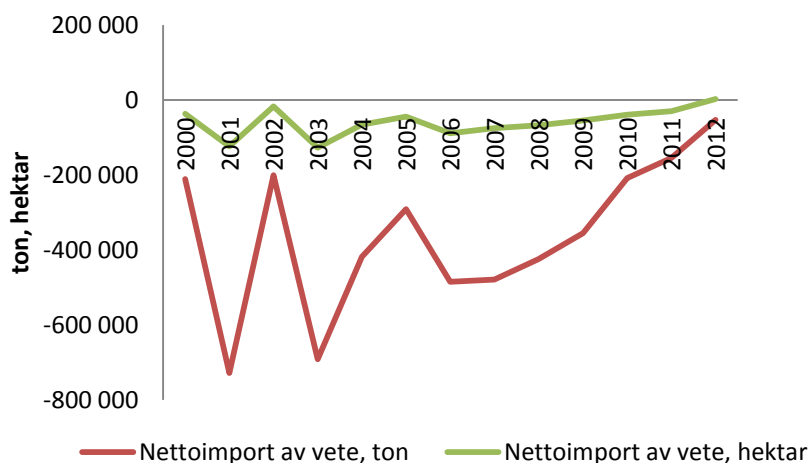
För några varor har importerade och exporterade mängder omvandlats, med hjälp av skördedata, till arealer. För importerade mängder har ett viktat medelvärde över hektarskörden beräknats utifrån de tio största importländerna. I några fall har så stora mängder importerats från Nederländerna eller Belgien att det kan antas att råvaran till största del inte odlats där. Dessa länder utgör ”sista hamn” vilket är det enda ursprung som redovisas i importstatistiken. I dessa fall har en hektarskörd motsvarande de tio största producenterna i Europa antagits. För exporterade mängder har svenska hektarskörddar använts vid omvandlingen till arealer.

*Figur 7 till Figur 12* visar utvecklingen av Sveriges nettoimport för de valda varukategorierna mellan år 2000 och 2012. För några varukategorier redovisas också importerade nettoarealer, det vill säga importerade arealer minus exporterade.



### Vete

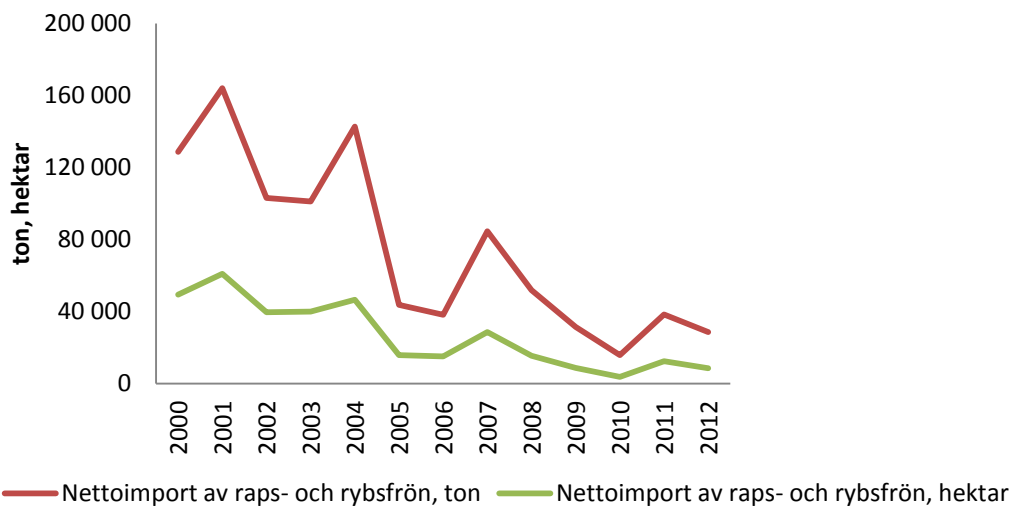
Vete är den mest betydelsefulla spannmålsgrödan både med avseende på dess omfattning i jordbruket och i svensk etanolproduktion. I *Figur 7* visas nettoimporten och de importerade nettoarealerna för vete. Exporten av vete från Sverige överstiger importen. Sverige har länge haft ett överskott på vete (Jordbruksverket, 2011) men under den studerade perioden, i synnerhet sedan 2007, kan en trend mot minskat handelsöverskott ses.



*Figur 7.* Nettoimport och importerad nettoareal för vete. Arealerna är negativa eftersom export av vete överstiger import (SCB, 2013) (Jordbruksverket, 2013) (FAO, 2013).

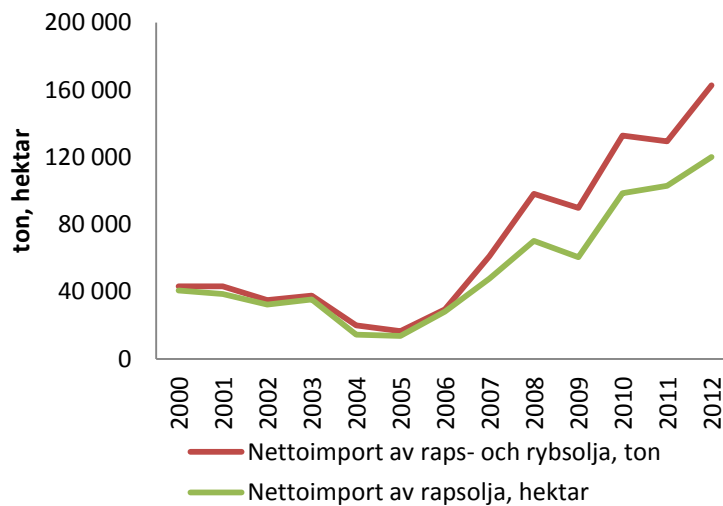
### Raps- och rybs

I *Figur 8* visas nettoimport samt importerade nettoarealer för raps- och rybsfrön vilka sett en minskande trend under perioden 2000 till 2012.



*Figur 8.* Nettoimport och importerad nettoareal för raps- och rybsfrön, ej pressade till olja och rapsmjöl (SCB, 2013) (Jordbruksverket, 2013) (FAO, 2013).

Nettoimport och importerade arealer för rapsolja redovisas i *Figur 9*. I beräkningen av arealerna har all mark allokerats på rapsoljan och ingen mark på rapsmjölet och rapskakan. Nettoimporten och de importerade nettoarealerna för rapsolja har ökat under perioden. En stadigt ökande trend kan tydligt ses från år 2005.

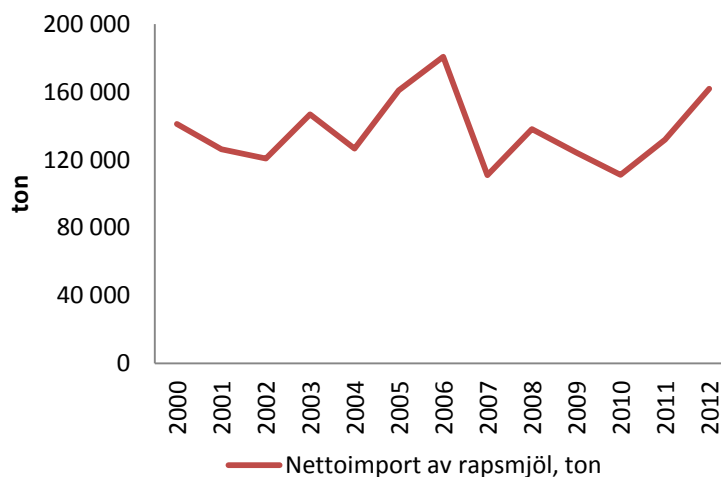


*Figur 9.* Markanvändning utomlands för svenskt behov av rapsolja (SCB, 2013) (Jordbruksverket, 2013) (FAO, 2013).

### *Biprodukter*

Nedan visas nettoimporten av rapsmjöl och drank. Ingen importerad nettoareal har beräknats eftersom all mark, som går åt för råvaror till etanol- eller rapsoljeproduktion, har allokerats till etanolen eller rapsoljan.

För rapsmjöl, vars nettoimport visas i *Figur 10*, kan ingen tydlig utveckling ses. De importerade arealerna har under den studerade perioden varierat kring 140 000 ton.

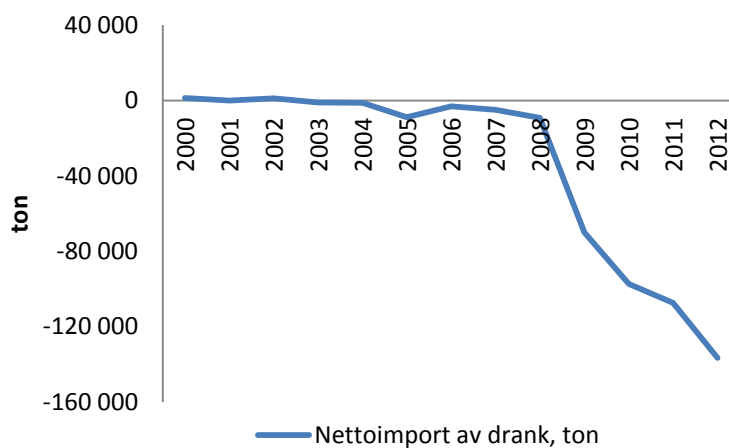


*Figur 10.* Nettoimport av rapsmjöl och andra fasta återstoder av raps. All odlingsareal för rapsodlingen har fördelats till rapsoljan och därmed redovisas ingen importerad areal för rapsmjölet (SCB, 2013).

I *Figur 11* visas nettoimporten av drank under den studerade perioden. Importen har varit obefintlig medan exporten av drank har ökat kraftigt sedan 2008. All drank som redovisas antas härröra från etanolproduktion. Inte heller för drank redovisas några arealer eftersom all mark fördelats till etanolen.

Drank från etanolindustrin finns inte explicit som en varukategori i tulltaxan och därmed inte i SCB:s utrikeshandelsstatistik. Viss osäkerhet råder därmed om huruvida *Figur 11* redovisar korrekta siffror. Figuren visar nettoimport av ”Vegetabiliska ämnen och vegetabiliskt avfall samt vegetabiliska återstoder och biprodukter av sådana slag som används vid utfodring av djur, inte nämnda eller inbegripna någon annanstans, även i form av pelletar” (Tullverket, 2013) (SCB, 2013).

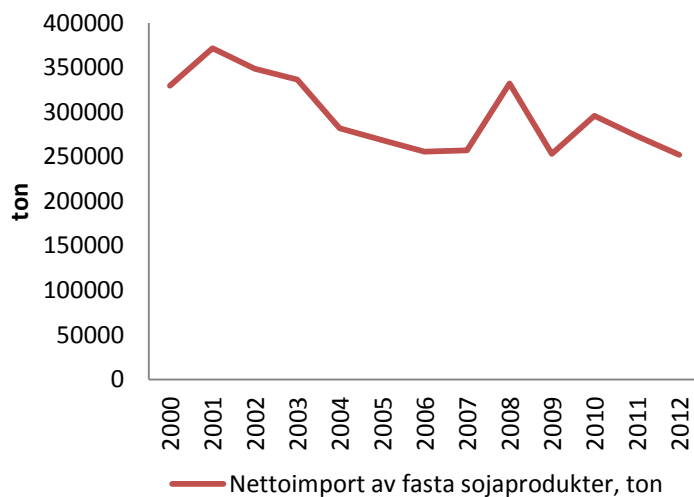
Det har dock bekräftats av Sveriges etanoltillverkare att exporten har ökat under den studerade perioden och idag uppgår till cirka två tredjedelar av drankproduktionen som nästan uppnår 200 000 ton (Erichsen, 2013). Detta styrker att den ovan nämnda varukategorin representerar drank. Exporten av den valda varukategorin ökade markant mellan år 2008 och 2009, samtidigt som etanolproduktionen ökade kraftigt i Sverige vilket ytterligare motiverar antagandet.



*Figur 11.* Nettoimport av drank. Ingen markanvändning fördelas på dranken som är en biprodukt (SCB, 2013).

### Soja

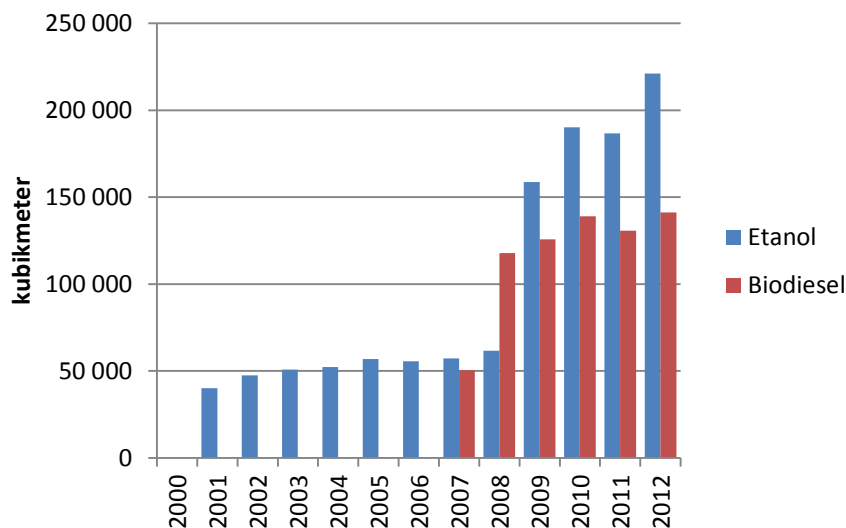
Soja är den foderprodukt som Sverige har störst handelsunderskott av (Deutsch & Björklund, 2007). Utrikeshandeln med soja är relevant eftersom biprodukterna från biodrivmedelsindustrin eventuellt kan ersätta importerad soja och därmed minska utrikes markanvändning. *Figur 12* visar nettoimporten av sojaprodukter till Sverige vilken har visat en svagt nedåtgående trend.



*Figur 12.* Nettoimport av fasta sojaprodukter (SCB, 2013).

## 4 Beräknad markanvändning för biodrivmedel

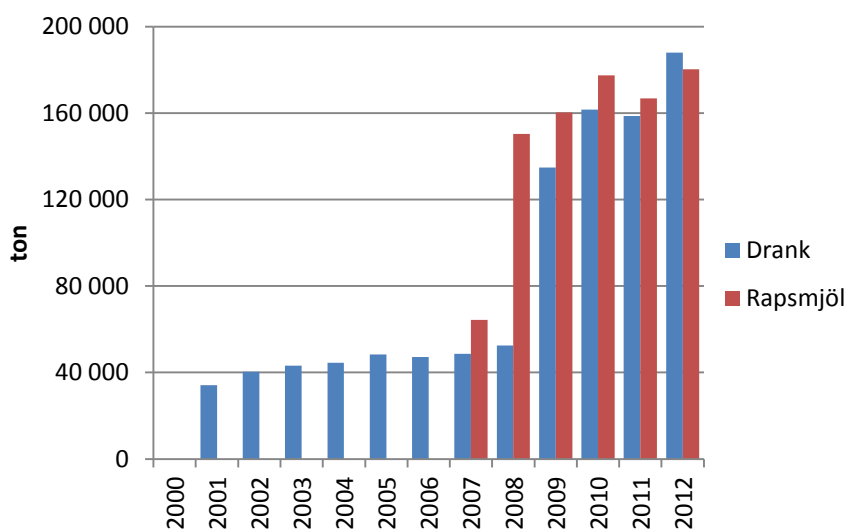
Figur 13 visar de mängder etanol och biodiesel som producerats i svenska biodrivmedelsfabriker mellan år 2000 och 2012. Vid beräkning av de arealer för spannmåls- och rapsodling som krävts för svensk biodrivmedelsproduktion har dessa mängder varit utgångspunkter.



Figur 13. Produktion av etanol och biodiesel från åkergrödor i svenska fabriker, 2000-2012, uttryckt i m<sup>3</sup>. Både biodrivmedel från svenskodlade och importerade råvaror ingår.

Till en början var all råvara i svensk etanolproduktion svensk. Dock har andelen importerad råvara ökat under den studerade perioden (Beckman, 2013). I Sveriges största biodieselfabrik används färdigpressad importerad rapsolja, medan den näst största tillverkaren främst använder svenskodlad raps som pressats i Sverige (Eckersten, 2013) (Ramel, 2013).

Figur 14 visar beräknade mängder drank och rapsmjöl som producerats som biprodukter från svensk biodrivmedelsframställning. Biprodukterna kan ersätta andra foderprodukter och på så sätt minska efterfrågan på mark för foderproduktion. Mängderna har beräknats från information om den svenska etanolframställningen (Agroetanol, 2013) och industriell rapspressning (Naturskyddsföreningen, 2010).



Figur 14. Produktion av drank och rapsmjöl, vilka fås som biprodukter från etanol- respektive rapsoljaproduktion.

Nedan redogörs för råvarumängder och motsvarande arealer som använts för etanol- och biodieselproduktion i svenska fabriker. Mängden råvara har hämtats från de tre största biodrivmedelproducenterna i Sverige. För att bedöma mängden råvara från svensk respektive utländsk mark utgicks från inrapporterad data om biodrivmedel enligt hållbarhetslagen (2010:598) (Energimyndigheten, 2012).

De mängder biodrivmedel som rapporterats med svenskt råvaruursprung antogs utgöra hela biodrivmedelsproduktionen från svenskodlade grödor. Alltså antogs i princip inga mängder biodrivmedel från svensk råvara ha exporterats, vilket är ett rimligt antagande (Sandrup, 2013). Resten av råvarorna som krävts för produktionen antogs ha utländskt ursprung. Inrapporterade uppgifter finns från och med år 2011, då rapporteringssystemet enligt hållbarhetslagen initierades. Därför redovisas endast arealer för år 2011 och 2012.

De svenska och de utländska mängderna råvara har omvandlats till arealer med hjälp av svenska hektarskördar respektive viktade medelvärden för de 10 största importländernas hektarskördar. De hektarskördar som använts i beräkningen återfinns i bilaga 2.

Arealer för odling av biodrivmedelsråvara motsvarade år 2012 cirka två procent av Sveriges åkermark, vilket visades i Figur 4. År 2011 var motsvarande siffra 3 procent. Arealer som används i Sverige inom biodrivmedelssektorn förändras från år till år på grund av variationer i producerade mängder biodrivmedel. Därutöver påverkas arealbehovet i Sverige av hur stor mängd råvara som är svensk samt av hektarskördars årsvariationer.

Vid beräkning av markanvändning för biodrivmedel valdes att fördela hela odlingsarealen för råvarorna på biodrivmedlen och inget på biprodukterna. Detta eftersom hela arealen krävs för att biodrivmedlet ska kunna produceras. Detta är också i

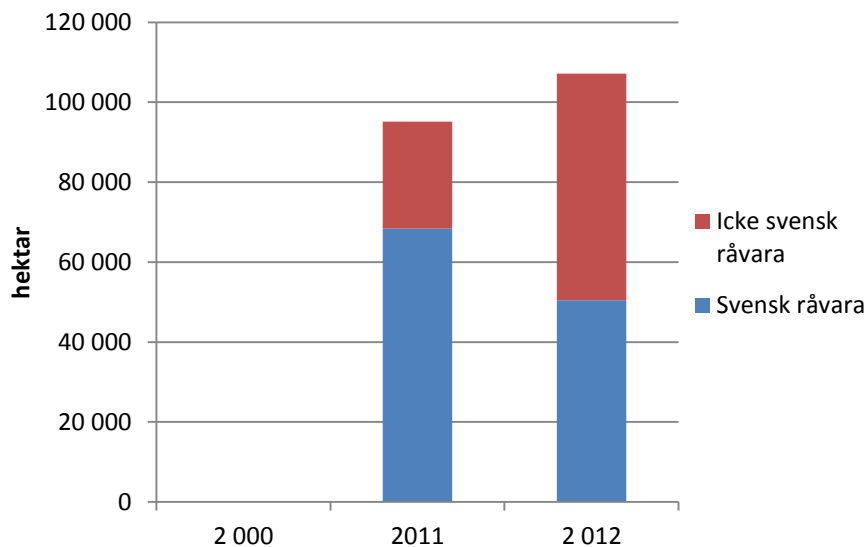
linje med hållbarhetslagens synsätt på huvudprodukt, samprodukt, restprodukt och avfall.

#### 4.1 Etanol

För svenskproducerad etanol utgörs arealen till största delen av vete, men även rågvete, korn och små arealer av havre, majs och råg förekommer. I *Tabell 1* redovisas råvaruåtgång och arealanspråk för etanolproduktion i svenska fabriker år 2011 och 2012. Arealerna åskådliggörs också i *Figur 15*.

*Tabell 1.* Råvarumängd och arealer som upptas för odling av råvaror till etanolproduktion i svenska fabriker. Uppdelat på svensk och utländsk råvara.

	2000	2011	2012
<b>Svensk råvara, ton</b>	0	358 900	312 600
<b>Svensk råvara, hektar</b>	0	68 400	50 500
<b>Andel av Sveriges spannmålsarealer, %</b>	0	6,9	5,1
<b>Ej svensk råvara, ton</b>	0	145 000	284 400
<b>Ej svensk råvara, hektar</b>	0	26 800	56 700



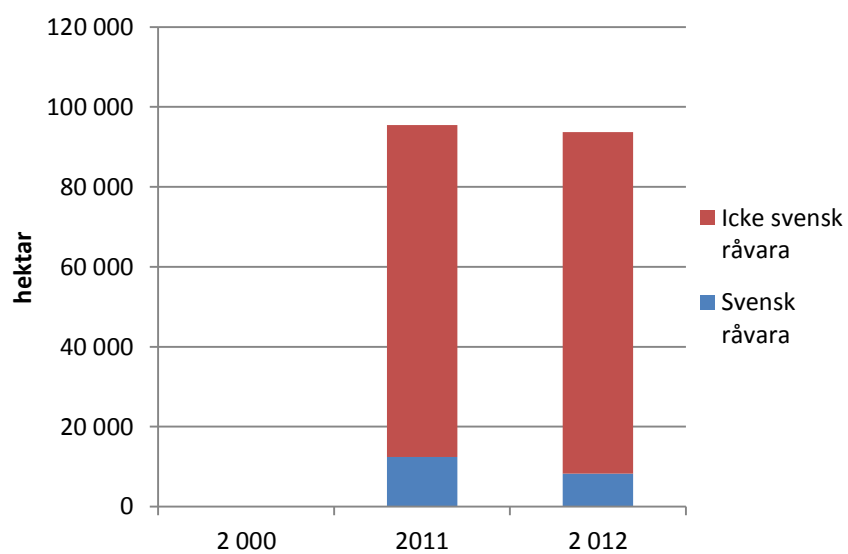
*Figur 15.* Arealanspråk för etanolproduktion i svenska etanolfabriker uppdelat på svensk och utländsk råvara.

#### 4.2 Biodiesel

Råvara för biodiesel som producerats i svenska fabriker utgörs av rapsolja. Mängder rapsolja och motsvarande arealer för år 2011 och 2012 redovisas i *Tabell 2*. Arealerna åskådliggörs också i *Figur 16*.

Tabell 2. Mängder råvara och arealer som upptas för odling av råvaror till svenska biodieselfabriker. Mängderna och arealerna är uppdelade på svensk och utländsk råvara

	2000	2011	2012
<b>Svensk råvara, ton</b>	0	14 100	10 800
<b>Svensk råvara, hektar</b>	0	12 400	8 200
<b>Andel av Sveriges raps- och rybsarealer, %</b>	0	13.1	7.49
<b>Ej svensk råvara, ton</b>	0	102 600	115 300
<b>Ej svensk råvara, hektar</b>	0	83 100	85 500



Figur 16. Arealanspråk för råvara till svenska biodieselfabriker uppdelat på svensk och utländsk råvara.



### 4.3 Känslighetsanalys

I följande avsnitt undersöks hur de beräknade arealanspråken för biodrivmedel påverkas av hektarskördars årsvariationer, ursprungsland för importerad råvara samt olika allokeringmetoder.

#### 4.3.1 Varierande hektarskördar

Biodrivmedlens arealanspråk har beräknats utifrån råvarans hektarskörd för det specifika år som biodrivmedlet producerats. Detta kan innebära en avvikelse från verkliga arealanspråk eftersom all råvara för ett visst års biodrivmedelsproduktion inte skördats under samma år. I *Tabell 3* visas beräknade arealanspråk för råvara till biodrivmedel som producerats i svenska fabriker då treårsmedelvärde för hektarskördens istället använts. Treårsmedelvärdet är ett medelvärde av det aktuella året samt året före och året efter. Beräkningen har ej kunnat göras för utländsk råvara år 2012 då FAO:s statistikorgan ej publicerat skördenivåer för 2013.

*Tabell 3.* Arealanspråk för biodrivmedel producerade i svenska fabriker år 2011 och 2012, beräknade utifrån ett treårsmedelvärde av råvarans hektarskörd. Den procentuella skillnaden i resultat då treårsmedelvärderna använts istället för årsspecifika hektarskördar visas för 2011 och 2012 i de två sista kolumnerna.

Drivmedel	Råvarans ursprung	Arealanspråk, ha		Förändring, %	
		utifrån 3-årsmedel		2011	2012
<b>Etanol</b>	Sverige	64 960	54 930	-5,0%	+8,8%
”	Europa	11 800	8 920	-5,2%	+5,5%
<b>RME</b>	Sverige	26 910	n/a	+0,4%	n/a
”	Europa	79 080	n/a	-4,8%	n/a

Analysen visar att hektarskördens årsvariationer kan påverka resultatet till viss del. Dock verkar det inte ha någon större inverkan på helhetsbilden som ges i denna rapport.

#### 4.3.2 Ursprungsland

Arealanspråken för de importerade råvarorna har beräknats med hjälp av medelskördar i de tio största importländerna för respektive råvara. Därmed har antagits att samma fördelning av ursprung gäller för biodrivmedelsråvara som för den totala importen. För att undersöka beräkningens känslighet för ursprungsland har de utländska arealerna beräknats med specifika länders hektarskördar. Beräkningarna redovisas i *Tabell 4* tillsammans med den procentuella förändringen mot tidigare beräknade utländska arealer.

Tabell 4. Arealanspråk utomlands för biodrivmedel producerade i svenska fabriker år 2011 och 2012, beräknade utifrån att all utländsk råvara härrör från ett specifikt land. Den procentuella skillnaden mellan denna beräkning och motsvarande beräkning i kapitel 4.1 och 4.2 visas också.

Drivmedel	Råvarans ursprungsland	Areal		Förändring, %	
		2011	2012	2011	2012
<b>Etanol</b>	Danmark	23 100	40 900	-14 %	-28 %
”	Frankrike	22 800	39 200	-15 %	-31 %
”	Lettland	49 100	68 700	83 %	21 %
”	Litauen	44 000	62 900	64 %	11 %
”	Polen	36 400	71 600	36 %	26 %
”	Tyskland	21 500	40 200	-20 %	-29 %
<b>RME</b>	Belgien	52 500	71 300	-37 %	-17 %
”	Danmark	73 800	74 600	-11 %	-13 %
”	Frankrike	72 200	82 400	-13 %	-4 %
”	Tyskland	85 600	75 900	3 %	-11 %
”	Polen	111 100	108 200	34 %	27 %
”	Storbritannien	63 700	82 800	-23 %	-3 %
”	Ukraina	144 300	127 200	74 %	49 %

Analysen visar att beräkningarna av utländska arealanspråk är mycket känsliga för råvarans ursprungsland på grund av varierande hektarskördar mellan olika länder. Om all råvara i etanolproduktionen härrörde från Frankrike och Danmark, skulle de utländska arealanspråken för etanol vara upp mot 30 procent lägre än vad som tidigare beräknats. Om råvaran istället haft sitt ursprung i Baltikum, Polen eller Ukraina skulle betydligt större utländska arealer krävas än vad som tidigare beräknats.

Då det inte varit möjligt att erhålla information om biodrivmedelråvarans specifika ursprungsländer har medelvärden behövt användas. Denna analys tyder dock på att om något ursprungsland skulle dominera i biodrivmedelssektorn kan arealanspråken vara betydligt mindre eller större än vad som beräknats.

#### 4.3.3 Val av allokeringsmetod

I rapporten har alla arealanspråk för både etanol och RME beräknats utifrån att all mark allokerats till biodrivmedlen och ingen till biprodukterna drank och rapsmjöl. I *Tabell 5* redovisas de beräknade arealanspråken för biodrivmedlen då energiallokering respektive ekonomisk allokering använts vid beräkningen. Även den procentuella förändringen mot tidigare beräkningar visas. Allokeringfaktorerna återfinns i bilaga 4.

Val av allokeringsmetod påverkar självfallet arealanspråken vilket visas nedan. Detta bör läsaren ha i åtanke vid tolkning av resultaten.

*Tabell 5.* Arealanspråk för biodrivmedel producerade i svenska fabriker år 2011 och 2012, beräknade med energiallokering respektive ekonomisk allokering för biprodukterna. Den procentuella skillnaden mellan beräkningen i denna beräkning jämfört med att all mark allokerats på biodrivmedlen redovisas också.

Driv- medel	Råvarans ursprung	Energi- allokering		Förändring %	Ekonomisk allokering		Förändring %
		2011	2012		2011	2012	
<b>Etanol</b>	Sverige	41 700	30 800	-39 %	55 400	40 900	-19 %
”	Europa	23 800	47 800	-39 %	31 600	63 500	-19 %
<b>RME</b>	Sverige	7 600	5 000	-39 %	9 000	5 900	-28 %
”	Europa	60 000	63 000	-39 %	70 900	25 800	-28 %

## 5 Analys av samband mellan biodrivmedel och ändrad markanvändning

För att utreda hur den ökande biodrivmedelsproduktionen i Sverige kan ha inverkat på markanvändning valdes att i de framtagna resultaten undersöka specifika samband som skulle kunna antyda hur påverkan sett ut. Följande direkta samband identifierades som särskilt kritiska för biodrivmedelsproduktionens roll för Sveriges markanvändning.

- Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ minskad areal träda eller annan utnyttjad mark
- Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ ökad import/minskad export av råvaror
- Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ ökad produktion av drank och rapskaka ↔ förändrad fodermarknad

Sambanden syftar framförallt till att utreda vilken mark råvarorna kan ha påverkat, för att i nästa steg kunna dra slutsatser om markanvändningsförändringar. Har biodrivmedelsproduktionen inneburit expansion på utnyttjad mark? Har den lett till att importen av råvaror ökat eller exporten minskat? Har biprodukterna från produktionen haft någon positiv inverkan på markanvändningen? För att undvika att dra förhastade slutsatser om biodrivmedlens påverkan måste antaganden göras för att separera biodrivmedelsinducerade effekter från andra effekter (Overmars, et al., 2011).

### 5.1 Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ minskad areal träda eller annan utnyttjad mark

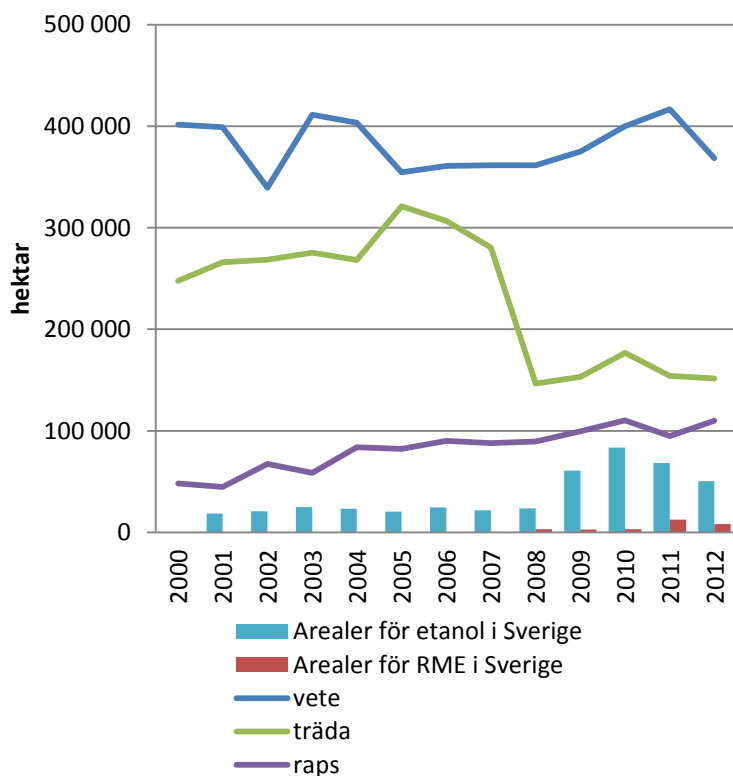
Sambandet analyseras för att ta reda på om mark i träda eller annan utnyttjad mark tagits i anspråk för att odla grödor för biodrivmedel. Påvisande av ett sådant samband skulle betyda att ökad efterfrågan på biodrivmedel inte inneburit ianspråktagande av redan utnyttjad mark. Detta skulle således inte innebära att någon förskjutning av tidigare odling av grödor eller animalieproduktion har skett. Risker för iLUC skulle vara små.

Analysen genomfördes genom att studera hur svenska arealer i träda har förändrats under perioden. Detta jämfördes med hur arealanspråk för biodrivmedelsråvara har utvecklats. Hur övrig utnyttjad mark har förändrats är komplext att studera då kategorin vall till viss del kan bestå av utnyttjad vall. Den nedlagda jordbruksmarken utgör också utnyttjad mark men kan inte studeras närmre då den inte längre ingår i Jordbruksverkets statistik.

*Figur 17* visar utvecklingen av arealer i Sverige för träda, vete och raps. Av råvaror för etanol studeras endast vete som är den huvudsakliga råvaran. Arealer som använts i Sverige för odling av råvaror till etanol- och RME-produktion visas också. För åren 2005 till 2010 har gjorts en uppskattning av mängden svensk spannmål för att kunna genomföra analysen. Importerad spannmål har för dessa år varit mellan 0 och 37 % (Beckman, 2013), varför 18,5 procent importerad spannmål har antagits för åren 2005 till 2010.

Arealer i träda har minskat under perioden. Minskningen består främst i en kraftig minskning mellan år 2007 och 2008 vilket berodde på att kravet på att träda tio procent av åkermarken togs bort (Jordbruksverket, 2009).

Från år 2008 och framåt kan ses en svag ökning av arealer för vete. För raps har arealerna ökat kontinuerligt under perioden. Dock ses ingen direkt spegling mellan utvecklingen av arealer för vete eller raps och arealer i träda, inte ens vid den kraftiga trädaminskningen år 2007-2008. Detta beror på att odling av samtliga grödor samt vall påverkar arealerna i träda. Arealerna för vete och raps är alltså för små för att ensamma ge synliga förändringar på arealer i träda.



Figur 17. Staplarna visar arealer i Sverige som använts för att odla grödor för etanol och RME. Linjerna visar arealer för odling av vete, huvudråvara i etanolproduktion, samt arealer i träda.

Arealer för RME i Sverige har varit mycket små jämfört med arealer i träda varför inget orsakssamband kan ses där. Arealer för etanol i Sverige är dock betydande jämfört med arealer i träda. Däremot finns ingen tydlig spegling av vetearealer mot arealer i träda. Eftersom vete är huvudråvaran i etanolproduktion innebär detta att det är svårt att fastslå ett orsakssamband mellan etanolproduktion och träda.

Utifrån använd metodik och tillgänglig data går det inte att påvisa att biodrivmedelsproduktionen skulle ha utnyttjat eller påverkat arealer i träda.

## 5.2 Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ ökad import/minskad export av råvaror

Detta samband avser biodrivmedelsproduktionens förhållande till den internationella handeln av råvaran i Sverige. Om en ökad biodrivmedelsproduktion skulle ha ett orsakssamband med en ökad import och/eller minskad export av råvaror, så skulle det innebära att biodrivmedelsproduktionen har lett till en ökning av Sveriges markanvändning utomlands. Beroende på vilka marker som tas i anspråk kan det innebära risk för iLUC.

Analysen genomfördes genom att studera data över biodrivmedelsproduktionens arealanvändning och totala importerade och exporterade arealer av de grödor som används som råvara i biodrivmedelsproduktion. Då ett samband verkade finnas identifierades också andra faktorer som skulle kunnat påverka import och export för att bedöma deras inverkan på utvecklingen.

### 5.2.1 Etanoltillverkning ↔ ökad import och/eller minskad export av spannmål?

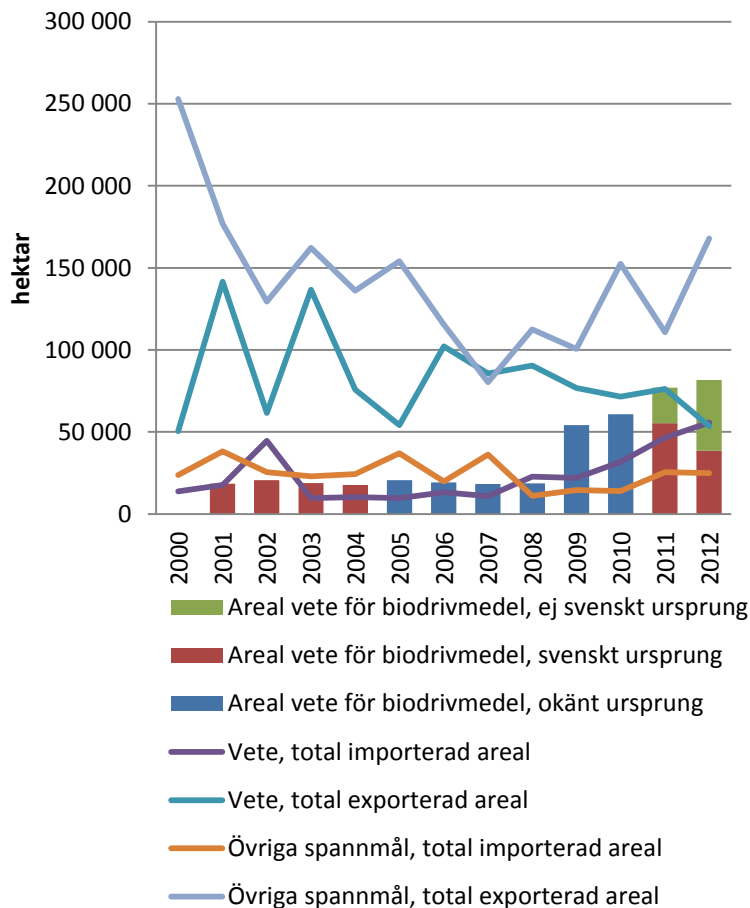
Historiskt sett har Sverige haft ett överskott av spannmål. En av drivkrafterna för att starta upp storskalig etanolproduktion i Sverige var den omfattande exporten av spannmål de senaste decennierna. En ökad efterfrågan på råvaror i Sverige skulle minska handelsöverskottet och förbättra de ekonomiska förutsättningarna för Sveriges lantbrukare (Sandrup, 2013).

Huvudråvara i svensk etanolproduktion är vete. I *Figur 7* i kapitel 3.2 visades att den totala nettoimporten av vete och de importerade nettoarealerna för vete har ökat under den period som etanol producerats i Sverige, vilket innebär att exporten av vete har minskat och/eller att importen av vete har ökat.

I *Figur 18* visas de arealer som krävs för odling av vetet till den svenska etanolproduktionen samt totala importerade respektive exporterade arealer för vete. Det kan utläsas att de importerade arealerna av vete har ökat under perioden, samt att de exporterade arealerna ha minskat. Dessa trender har framförallt pågått sedan år 2006. Även de sammanlagda importerade och exporterade arealerna av de övriga spannmålen råg, havre och korn visas.

Även i denna analys har arealerna som krävs för etanolproduktion under åren 2005 – 2010 beräknats utifrån antagandet att importer utgjort 18,5 procent av totala åtgången råvara för dessa år. För 18,5 procent av råvaran har alltså europeisk hektarskörd antagits. Antagandet är baserat på uppgifter om att mellan noll och 37 procent av råvaran importerats dessa år (Beckman, 2013).

År 2000 användes ingen mark i Sverige för biodrivmedel. År 2009 skedde en kraftig ökning av använda arealer till följd av ökat produktionskapacitet för etanol.



Figur 18. Staplarna visar arealer som använts för veteodling till etanolproduktion. Linjerna visar totala importerade och exporterade arealer för vete och för övrig spannmål (havre, råg och korn).

Utifrån diagrammet ovan kan antas att ett orsakssamband existerar mellan biodrivmedelsproduktion och minskade exporterade arealer för vete. Likaså kan antas att biodrivmedelsproduktionen orsakat ökade importerade arealer för vete.

Dock kan ett sådant orsakssamband inte bevisas. Men genom att studera utrikeshandeln för övriga spannmålssorter kan undersökas om trenderna skiljer sig åt för vete som är huvudråvaran i svensk etanolframställning. För de övriga spannmålsslagen skiljer sig utvecklingen från vetets. Eftersom vete utgör cirka 75 procent av råvaran för etanol är detta en indikation på att den minskade exporten och ökade importen av vete beror på biodrivmedelssektorns utveckling.

Ytterligare tänkbara orsaker till ökad import och minskad export av vete kan vara:

- Minskade arealer och totalskördar av vete i Sverige
- Ökad efterfrågan av vete i fodersektorn
- Ökad efterfrågan av vete för humankonsumtion

Under perioden då den förändrade trenden i utrikeshandeln för vete varit som tydligast har varken arealerna för vete i Sverige eller totalskörderna för vete minskat. Det kan ses som en indikation på att vetets förändrade utrikeshandel inte beror på att Sverige minskat egenproduktionen av vete.

Statistik över svensk köttproduktion visar en negativ trend både för nöt- och fläskkött under den studerade perioden. Likaså mjölkproduktionen minskar. Produktion av kycklingkött har dock sett en ökning. En beräkning av det ökade behovet vete för kycklingproduktion har, högt räknat, visat på en ökning motsvarande endast sju procent av det ökade behovet av vete för etanolproduktion (se Bilaga 3). Därmed har den ökade kycklingproduktionen liten påverkan på utrikeshandeln jämfört med den ökade etanolproduktionen.

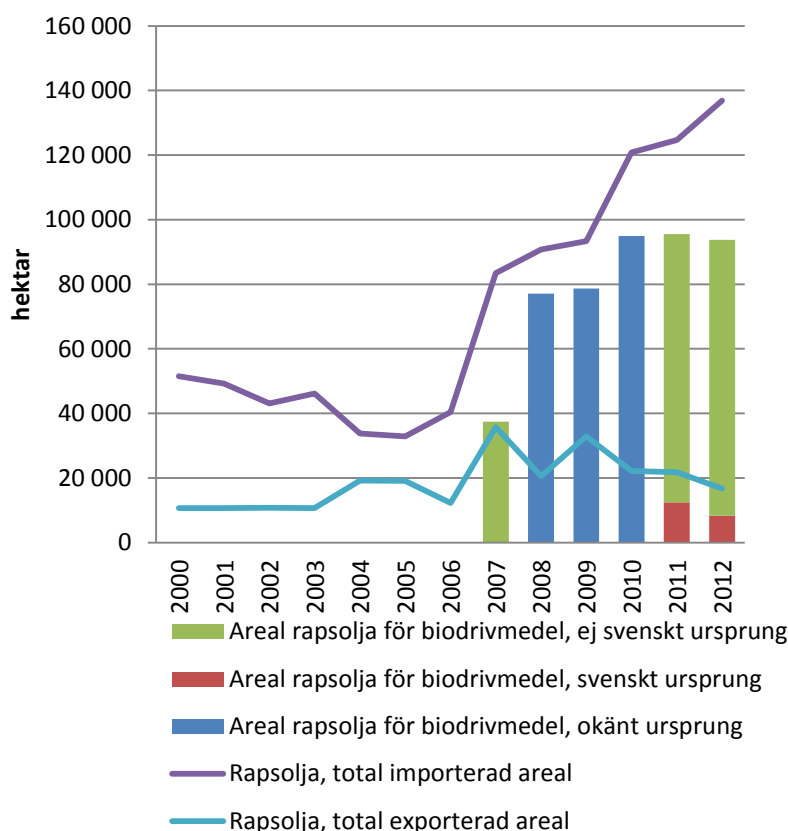
Inte heller humankonsumtionen av vete torde ha varit orsak till utvecklingen då konsumtionsstatistik snarare visar en sjunkande konsumtion av vete i olika matvaror under den studerade perioden. Därmed, kan det med relativt stor sannolikhet antas att det finns ett samband mellan ökad etanolproduktion och Sveriges ökade arealanspråk utomlands för vete.

#### 5.2.2 Biodieseltillverkning ↔ ökad import och/eller minskad export av raps?

*Figur 19* visar vilka arealer som krävts för den rapsolja som använts i svenska biodieselfabriker samt totala importerade och exporterade arealer för rapsolja. Sedan 2006 har arealer för råvara till biodiesel ökat kontinuerligt. För åren 2008-2010 har endast totala arealer kunnat beräknas och inte den exakta fördelningen av svenska respektive utländska arealer. Det kan dock antas att den största mängden rapsolja är importerad dessa år, precis som år 2011 och 2012 (Eckersten, 2013) (Ramel, 2013).



Även de totala importerade arealerna av rapsolja för alla användningsområden har ökat kraftigt under perioden och särskilt tydlig har denna trend varit sedan år 2006. Ökningen av importerade arealer för rapsolja skedde samtidigt som storskalig biodieselproduktion inleddes. Även de inhemskt odlade arealerna av rapsfrön har ökat relativt kontinuerligt under perioden. Samtidigt som odling av raps i Sverige och import av rapsolja till Sverige har ökat, har också import av rapsfrön minskat vilket visades i kapitel 3.2.



Figur 19. Staplarna visar arealer som använts för rapsolja till biodieselproduktion i Sverige. Linjerna visar totala importerade och exporterade arealer för rapsolja, samt totala odlingsarealen för raps i Sverige.

Importerade arealer för rapsolja började öka kraftigt samtidigt som biodiesel började produceras i stor skala. Den ökade biodieselproduktionen kan därför antas ha sin källa i ökade importerade arealer för rapsolja.

Under perioden har också den totala odlingsarealen för raps i Sverige ökat markant vilket visades i kapitel 3.1. Det är emellertid mindre troligt att denna ökning skulle ha ett samband med ökad biodieselproduktion då största delen av råvaran som används i produktionen, även år 2008-2010, är av utländskt ursprung (Eckersten, 2013) (Ramel, 2013).

Däremot tycks arealerna som används utanför Sverige för odling av raps till vår biodieselproduktion vara relativt stora. Större delen av vår import av rapsolja verkar gå

till biodieselproduktion idag. Importen av rapsolja härrör främst från Danmark, men även Belgien och till viss del Tyskland bidrar (SCB, 2013). Observera att dessa länder motsvarar sista hamn och är nödvändigtvis inte odlingsländer för rapsen.

### 5.3 Ökad biodrivmedelsproduktion ↔ ökad produktion av drank och rapskaka ↔ förändrad fodermarknad

Vid produktion av etanol och rapsbiodiesel erhålls biprodukterna drank och rapsmjöl, vilka kan användas som kraftfoder. Positiva indirekta effekter av biodrivmedelsproduktionen fås om biprodukterna till exempel ersätter importerat sojaprotein (Börjesson, et al., 2010).

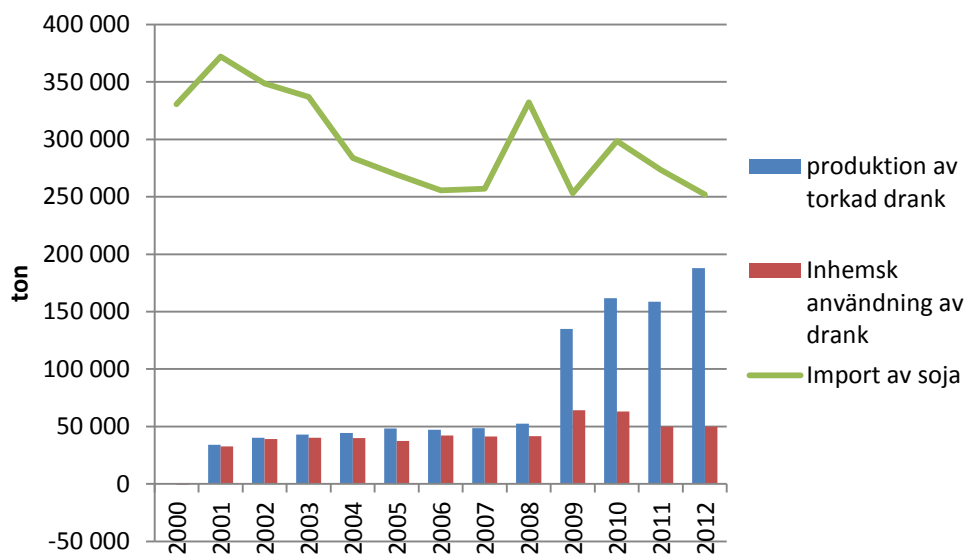
I svensk kött- och mjölkproduktion består fodret av grovfoder och kraftfoder. Grovfodret består främst av hö, ensilage och bete medan kraftfoder innehåller spannmål, sojammjöl, rapsmjöl och vegetabiliska biprodukter. Enligt en tidigare studie produceras grovfodret på svenska arealer medan kraftfodret produceras på arealer som till 79 procent är utländska (Deutsch & Björklund, 2007).

I kapitel 3.2 visades att importen av sojaprodukter har minskat med nästan 100 000 ton under den studerade perioden. Nedan utreds vilken inverkan drank och rapsmjöl från biodrivmedelsframställning kan ha haft på denna minskning. Existerar det ett orsakssamband mellan ökad biodrivmedelsproduktion minskad import av soja?

#### 5.3.1 Etanoltillverkning ↔ förändrad fodermarknad?

*Figur 20* visar produktionen av drank vid etanolframställning i Sverige samt använd mängd drank i Sverige. Den inhemska användningen har beräknats genom att subtrahera exporterade mängder från producerade. Även import av sojaprodukter visas i diagrammet för att möjliggöra analysen.

Ur diagrammet kan utläsas att en relativt liten andel av den drank som producerats använts inhemskt. Förutom uppgången i produktion och användning av drank från år 2000 till år 2001 vid etanolproduktionens uppstart har användningen varit relativt oförändrad, mellan 40 000 och 60 000 ton, under den studerade perioden. Då mängden producerad etanol och drank ökade år 2009 ökade inte den inhemska användningen av drank i samma utsträckning.



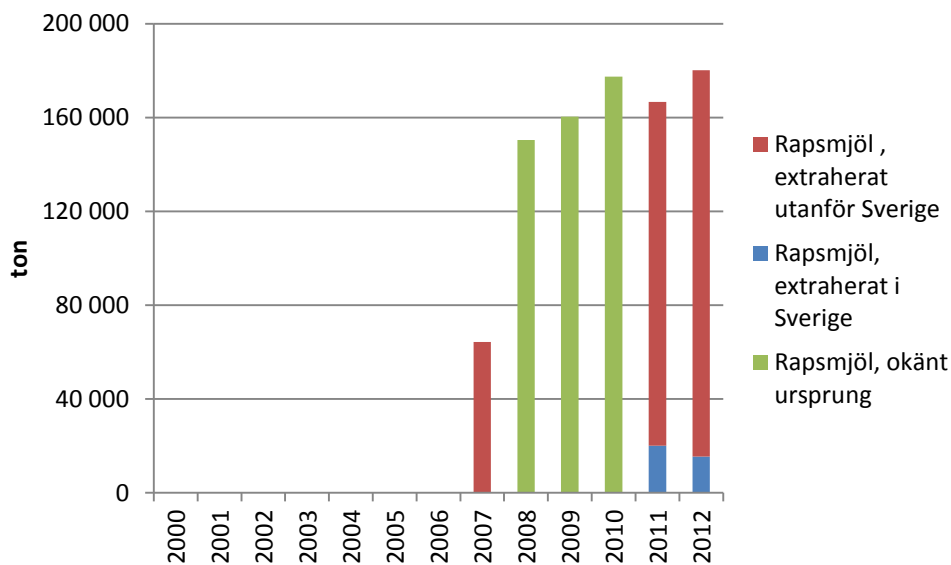
Figur 20. Mängd producerad och använd drank i Sverige samt import av soja.

Att den använda mängden drank i Sverige har varit relativt konstant samtidigt som sojaimporten minskat tyder på att inget orsakssamband kan påvisas mellan ökad drankproduktion och minskad sojaimport till Sverige. Det kan alltså inte ses att drankproduktionen skulle ha inneburit minskad markanvändning för soja utomlands. Eftersom relativt stora mängder drank exporteras och används som djurfoder i andra länder kan den ha inneburit minskad markanvändning för foder ändå. För att utreda detta närmre måste andra länders fodermarknad studeras vilket hamnar utanför projektets avgränsning.

### 5.3.2 Biodieseltillverkning ↔ förändrad fodermarknad?

Ur rapsfrö fås 41 procent olja och 59 procent blir ett proteinrikt rapsmjöl (Naturskyddsföreningen, 2010). Från pressningen av den rapsolja som använts i svenska RME-fabriker har mängden erhållet rapsmjöl beräknats. Dessa mängder redovisades i *Figur 14*, uppdelat på svenskt och icke-svenskt ursprung.

För åren 2008 - 2010 har inga exakta siffror över fördelningen mellan rapsmjöl med svenskt respektive utländskt ursprung kunnat beräknas, vilket framgår av *Figur 21*. Dock är fördelningen under åren dessa år ungefär densamma som år 2011 och 2012, enligt de stora RME-producenterna (Eckersten, 2013) (Ramel, 2013).



Figur 21. Mängder rapsmjöl som uppkommit på grund av biodieselframställning från raps i Sverige mellan 2000 och 2012. De staplar som visar rapsmjöl med okänt ursprung har troligen ungefär samma fördelning mellan svenskt och utländskt ursprung som under 2011 och 2012.

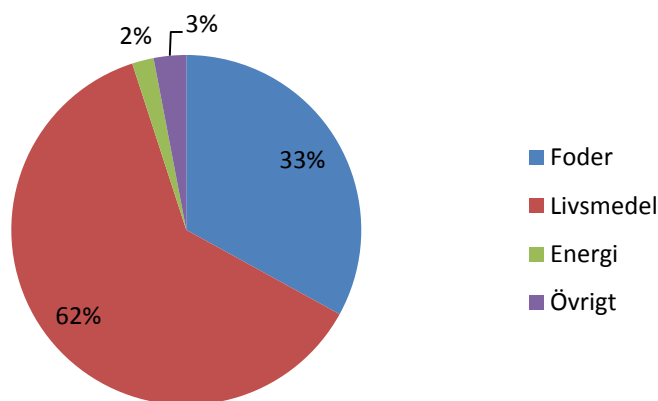
Den allra största delen av rapsmjölet som uppkommer som biprodukt av den svenska RME-produktionen har alltså extraherats utanför Sverige och det kan antas att mjölet har använts utanför Sverige. Mängderna rapsmjöl från vår RME-produktion och som använts i Sverige är för små för att ha gett någon observerbar effekt på vår sojaimport. Rapsmjölet som uppkommit av vår RME-produktion kan dock ha inneburit positiva effekter för andra länders sojaimport men en sådan utredning hamnar utanför denna studies avgränsning.

## 6 Global utblick

I dagens globaliserade värld är ingen marknad isolerad. Markanvändning inom olika områden samverkar genom handel mellan länder. Detta kapitel lyfter blicken till markanvändning på det globala planet och sätter studien om Sveriges markanvändning i ett större perspektiv. Det redogörs också för de metoder som använts för att bestämma förändrad markanvändning på den globala nivån. Dessutom tas upp hur hållbarhetskriterier i framtiden kan komma att inkludera indirekt förändrad markanvändning.

Jordens totala markarealer upptar cirka 13 400 miljoner hektar. Av dessa är cirka 30 procent skogsarealer, 26 procent övrig skog- och gräsmark, 11 procent åkermark och 31 procent övrig mark såsom öken och is (FAO, 2006). Åkermark och kategorin övrig skog- och gräsmark definieras i FAO:s globala statistik som en kategori, jordbruksmark, som därmed utgör 37 procent av de totala arealerna.

Flera viktiga grödor används både för livsmedel och foder samt för biodrivmedelsproduktion. I kartläggningen av Sveriges markanvändning i kapitel 3 beräknades andelen åkermark som användes för biodrivmedel utifrån information från de svenska biodrivmedelsproducenterna. På ett globalt plan är denna andel betydligt svårare att beräkna. En tidigare uppskattning utifrån flera vetenskapliga studier är att ca 2 procent av den odlade marken utgör produktion av grödor för biodrivmedel (Hallström, et al., 2011). Detta motsvarar cirka 30 Mha. Uppskattad fördelning av den globala åkermarkens användning, uppdelad på foder-, livsmedels- och biodrivmedelssektorn, framgår av Figur 22. Globalt sett används åkermarken i betydligt större utsträckning för direkt livsmedelsproduktion än vad som är fallet i Sverige.



Figur 22. Uppskattad fördelning av åkermark mellan foder-, livsmedels- och energisektorn. Kategorin Övrigt innehåller framförallt odling för fiber och för kemisk industri. Arealer i träda och outnyttjad mark ingår inte i figuren. Återgiven efter (Hallström, et al., 2011).

Globalt sett är trenden att den totala jordbruksmarken ökar på grund av ökade arealer för odling och bete i utvecklingsländer. I den industrialiserade delen av världen är trenden den motsatta (Hallström, et al., 2011), vilket i kapitel 3 också visades gälla för Sverige.

Det diskuteras livligt hur ökad efterfrågan på råvaror i energisektorn påverkar markanvändning. Dock drivs förändrad markanvändning av flera olika faktorer. Befolkningsökning med motsvarande livsmedelsbehov och köttkonsumtionens förändring per capita är viktiga faktorer att ta hänsyn till vid bedömning av markanvändningsförändringar. Dessa spelar stor roll för hur mycket jordbruksmark som kan bli tillgänglig för odling av råvara för biodrivmedel. Därutöver kan också tillgängliga odlingsbara arealer mark förloras på grund av ohållbart brukande (Hallström, et al., 2011).

Den totala tillgängliga marken för energiändamål beror också på vilka hektarskördar som kan uppnås. Dessa kan ökas i många jordbruksområden genom teknikutveckling i jordbruket. Hektarskördar kan också påverkas av de fortskridande klimatförändringarna, men det är komplicerat att förutspå i vilken utsträckning och åt vilket håll dessa kommer att påverka hektarskördarna (Haberl, et al., 2011).

Konkurrens mellan olika användningsområden för mark innebär en ständig dynamik mellan marker för skog, jordbruk och bebyggelse. I allmänhet har övergångarna hittills dominerats av att bebyggelse sker på jordbruksmark medan jordbruksmark expanderar på skogsmark (Hallström, et al., 2011). Hur den ökade efterfrågan av jordbruksprodukter har påverkat markanvändningsdynamiken har skilt sig åt mellan industriländer och utvecklingsländer. Generellt sett har den globala ökade efterfrågan på jordbruksprodukter inneburit en intensifiering av jordbruket i mer industrialiserade länder, medan jordbruksmarkens arealer istället expanderats i mindre utvecklade länder utan att höja hektarskördarna (Tilman, et al., 2011).

Det finns fortfarande stora möjligheter till intensifiering av jordbruket i många av världens länder. Detta kan frigöra åkermark för både livsmedels-, foder- och energiändamål (Harvey & Pilgrim, 2011). Det är viktigt att intensifiering av jordbruket sker på ett så hållbart sätt som möjligt. Miljöeffekter förknippade med intensifiering är till exempel förlust av biologisk mångfald och övergödning av vattendrag.

Många studier har utförts om potentialer för bioenergi i allmänhet och för biodrivmedel i synnerhet. Potentialerna varierar stort beroende på antaganden om befolkningsökning, förändrad diet, klimatförändringarnas påverkan på jordbruksmarken med mera. Haberl med flera (2011) har undersökt potentialens känslighet för olika faktorer och funnit att eventuella klimatförändringar kan ha stor påverkan på potentialen för biodrivmedel. Studien visade också på de stora osäkerheterna rörande hur hektarskördarna påverkas av klimatförändringar.

## 6.1 Markarealer i EU

Vad gäller markarealer i Sverige och i övriga Europa är det allmänt känt att finns stora arealer mark som idag inte utnyttjas. Dessa kan eventuellt användas för bioenergi. Denna består av åkermark i träda, åkermark som tagits ur bruk, och av mark som endast hålls öppen för att erhålla jordbruksstöd. Det kan handla om arealer om drygt 11 miljoner hektar, vilka delvis kan användas för odling av bioenergi och/eller biodrivmedel (Svebio, 2013). Om ytterligare intensifiering av jordbruket sker kan ytterligare arealer frigöras för produktion av biodrivmedel.

En studie av Fischer med flera (2010) har undersökt hur stora markarealer som kan tillgängliggöras för biodrivmedel i Europa förutsatt att dagens självförsörjandegrad på livsmedel och foder råder. Studien har visat att mellan 44 och 53 miljoner hektar kan användas för odling av råvaror till första generationens biodrivmedel! Detta förutsätter dock betydande intensifiering av Europas jordbruk, vilket av studien anses vara möjligt. De största tillgängliga arealerna finns i östra Europa, framförallt i Ukraina.

Andra forskargrupper tvivlar på realiserbarheten i att omvandla överskottsmark till produktion av förnybar energi och att frigöra så stora arealer mark genom intensifiering. Den stora orsaken till tveksamheten är avsaknaden av en EU-gemensam politisk strategi för att främja bioenergi och teknisk utveckling på jordbruksområdet (Harvey och Pilgrim, 2011). Även om EU skulle anta en ambitiös strategi för att i större grad utnyttja jordbruksmarken i EU så skulle en stor del av den beräknade potentialen lämnas utanför, eftersom Ukraina inte är medlem i EU.

## 6.2 Modellering av förändrad markanvändning

Komplexiteten i sambanden mellan ökad biodrivmedelsproduktion och förändrad global markanvändning har lett till att främst beräkningsmodeller används för att försöka fastställa påverkan från ökad biodrivmedelsproduktion. Till största del används ekonomiska jämviktsmodeller, där en ekonomi byggts upp i en matematisk modell. Ekonomin har kombinerats med vissa historiska data för att modellerna ska kunna lösas numeriskt. Syftet med modelleringen är att kunna förutsäga markanvändningsförändringar till följd av politiska beslut för att främja biodrivmedel (Ahlgren & Börjesson, 2011).

De ekonomiska jämviktsmodellerna kan antingen vara allmänna eller partiella. I de allmänna modelleras hela världsekonomin, medan de partiella modellerar en specifik marknad eller sektor. Vid användande av partiella modeller vid studier av markanvändning kan till exempel jordbrukssektorns ekonomi modelleras. Det ursprungliga syftet med modellerna var inte att studera effekter av biodrivmedelsproduktion utan de utvecklades för att studera den ekonomiska situationen och dess utveckling. Det är först på senare år som modellerna börjat användas för att studera markanvändningsförändringar från biodrivmedelsutbyggnad.

De ekonomiska jämviktsmodellerna är mycket invecklade och deras användning är ofta icke-transparent. Dessutom finns ett antal olika partiella respektive allmänna

ekonomiska modeller med olika struktur och utgångspunkt. Flera studier har gjorts på modellernas jämförbarhet och deras osäkerheter (Ahlgren & Börjesson, 2011) (Broch, et al., 2013) (Edwards, et al., 2010). Dessa jämförelser har visat att de ekonomiska modellerna brister i jämförbarhet, och att deras resultat därmed kan anses som osäkra.

Att de olika modellerna visar på olika resultat beror på modellernas olika struktur och olika ursprungliga syften. Dessutom har olika forskargrupper använt olika grundantaganden. En vanlig skillnad i antaganden är vilka elasticiteter som antas. Olika antaganden för elasticiteter innebär variationer i hur stor utsträckning en förändring i en faktor leder till förändring av en annan faktor (Ahlgren & Börjesson, 2011). Ett exempel kan vara, hur ökad efterfrågan av en jordbruksprodukt leder till ökade hektarskördar vid odlingen.

De ekonomiska modellernas lösning säger hur många hektar mark som ytterligare måste tas i anspråk vid en utökad biodrivmedelsproduktion. För att sedan kunna dra slutsatser om produktionens miljöpåverkan, måste resultaten kombineras med antaganden om vilken marktyp den utökade jordbruksmarken tar upp. Även hur lång tid utsläppen fördelas på varierar mellan studier (Broch et. Al).

EU-kommissionens forskningscenter, Joint Research Center, har tagit initiativ till att genomföra så rättvisa jämförelser som möjligt mellan olika modelleringar. Olika forskargrupper, som modellerat framtida markanvändningsförändringar och växthusgasutsläpp orsakade av EU:s mål om förnybara drivmedel, har sammanförts för att modellera med så lika utgångspunkt som möjligt. Trots likartade antaganden visades ändå på stora variationer både i antal hektar som tas i anspråk samt i vilken marktyp som tas i anspråk (Edwards, et al., 2010).

På grund av den höga komplexiteten i modellerna har försök gjorts att utveckla enklare, mer transparenta modeller. Ett flertal av dessa beskrivs utförligt av Ahlgren och Börjesson (2011). Gemensamt för flera av de förenklade modellerna är att de använder historiska data och utifrån dem diskuterar markanvändningens framtida utveckling.

### 6.3 Indirekt förändrad markanvändning och hållbarhetskriterier

I dagsläget behandlas växthusgasutsläpp från direkt förändrad markanvändning (dLUC) i EU:s hållbarhetskriterier för biodrivmedel. Indirekta förändringar är idag inte inkluderade, framförallt på grund av den komplexiteten och osäkerheten i bedömningen av indirekta effekter (iLUC).



I det s.k. förnybartdirektivet (2009/28/EC) framgår att EU-kommissionen senast vid årsskiftet 2010/2011 skulle ha utrett konsekvenserna av indirekt förändrad markanvändning samt vilka åtgärder som kan förhindra negativa effekter av iLUC. Hösten 2012 lades ett förslag till ändringar i förnybartdirektivet (COM 595, 2012). I huvudsak innebar ändringsförslaget:

- Att maximalt 5 procent av måluppfyllelsen om 10 procent förnybar energi i transportsektorn får utgöras av biodrivmedel från råvaror som spannmål, andra stärkelsesrika grödor, socker eller oljegrödor.
- Ett utökat system för dubbelräkning mot måluppfyllelsen om 10 procent förnybar energi i transportsektorn. Detta innebär att energin från fler biodrivmedel än idag ska få räknas dubbelt mot måluppfyllelsen.
- Införelse av rapportering av växthusgasutsläpp på grund av indirekt förändrad markanvändning. I ändringsförslaget föreslogs så kallade iLUC-faktorer, vilka ska adderas till de beräknade växthusgasutsläppen under biodrivmedlets livscykel.

Förslaget syftar till att öka andelen av andra generationens biodrivmedel i målet om 10 procent förnybar energi i transportsektorn och på så sätt minska risken för iLUC. Förslaget har mötts av kritik, eftersom det av många istället anses motverka användandet av förnybara drivmedel i transportsektorn. I skrivande stund pågår intensiva förhandlingar i rådet om det slutliga förslaget utformning, innan det lämnas för en första läsning till Europaparlamentet (Jozsa, 2013).

Förhandlingsläget är att taket på inräkning av max 5 procent biodrivmedel från råvaror som spannmål, stärkelsesrika grödor, socker eller oljegrödor, ska höjas till 7 procent. Det har funnits diskussioner om att införa en s.k. subkvot som avgör minsta tillåtna andel av andra generationens biodrivmedel. Nu lutar det dock åt att ingen generell subkvot ska införas utan varje medlemsstat får införa en egen, samt ange vilka typer av andra generationens biodrivmedel som är tillåtna.

Även om varje land får avgöra vilka av andra generationens biodrivmedel som ska ingå i subkvoten, kommer det med all sannolikhet bli råvaror som är specificerade i listan för dubbelräkning. En av de stora diskussionerna är huruvida drivmedel från skogsråvara ska få dubbelräknas eller inte. Den generella svenska åsikten är att samtliga skogsråvara bör få dubbelräknas medan exempelvis Tyskland anser det motsatta (Jozsa, 2013).

## 7 Diskussion

Studiens syfte var att analysera den utökade biodrivmedelsproduktionens roll i förändrad användning av åkermark samt att presentera en kartläggning av Sveriges markanvändning under perioden 2000-2012. Studien har genomförts med ett alternativt, nytt sätt att studera markanvändningsförändringar av biodrivmedelsproduktion, varför en betydande del av arbetet inneburit metodologisk utveckling. Ytterligare metodutveckling på området skulle dock kunna ge mer långtgående slutsatser.

Resultatet från den här studien kan ge insikter om de förändringar som skett när biodrivmedelsproduktion utökats i Sverige. Kunskapen kan vara viktig för producenter, myndigheter, politiker och lantbrukare vid framtida beslut om biodrivmedelsproduktion från svensk åkermark.

### 7.1 Jordbruksmarkens utveckling

Studien har visat att cirka 100 000 hektar åkermark lagts ned i Sverige under den studerade perioden, varav en mindre andel har lagts ned till följd av bebyggelse på åkermark. Det är betydligt svårare, eller omöjligt, att återigen bruka mark som en gång blivit bebyggd. Ur ett framtida försörjningsperspektiv är det därför viktigt att behålla jordbruksmark och förhindra exploatering av högvärdig åkermark.

Sveriges självförsörjningsgrad av livsmedel verkar dessutom minska, vilket troligtvis beror på sämre lönsamhet jämfört med produktion i andra länder. En ökad efterfrågan på inhemska råvaror från åkermark för biodrivmedel skulle kunna vara ett sätt att höja värdet på svenska jordbruksråvaror och på sikt öka självförsörjningen.

Jordbruksmark blir ofta igenväxt eller skogsplanterad på grund av begränsad ekonomisk konkurrensförmåga. Den bristande konkurrensförmågan kan bero på skiftets lokalisering, storlek, avkastningsförmåga med mera. På sådan mark är det troligtvis inte heller lönsamt att odla bioenergi och ännu mindre troligt att ettåriga grödor för biodrivmedel skulle bli lönsamma. Att öka efterfrågan på inhemska råvaror för biodrivmedel skulle dock kunna bidra till att förhindra en fortsatt nedläggning av jordbruksmark, och således trygga försörjningen av framtida behov av produkter från åkermark. En förutsättning för detta är att det finns specifik efterfrågan på inhemska råvaror. Annars används mer lönsamma arealer utanför Sverige. För att odling av råvara för biodrivmedel ska bromsa den pågående nedläggningen av jordbruksmark, måste aktiva beslut av producenter eller politiker tas.

I stället för att utnyttja marker i Sverige med begränsad produktionsförmåga eller med långa avstånd till användaren, kan det idag vara mer lönsamt att importera råvaror. Spannmålspriset är särskilt känsligt för transporter och på vissa platser är därför priset för importerad spannmål lägre än för inhemsk (Hartmann, 2013). Detta kan vara en av anledningarna till att jordbruksmark läggs ned i Sverige.

Det är inte säkert att miljöpåverkan är mindre vid inhemsk odling än vid import av råvaror. Ibland kan transporter från länder kring Östersjön till södra delar av Sverige

innebära mindre miljöpåverkan än transporter från vissa platser i Sverige. Som nämnts ovan kan dock nedläggningen av den svenska åkermarken påverka vår framtida försörjningstrygghet.

## 7.2 Förändrade markanspråk utanför Sverige

Trots överskottet av åkermark har importerade arealer för biodrivmedel ökat med 110 000-140 000 hektar under samma period. Detta tyder på att det är mer ekonomiskt att odla viss råvara än att odla den i Sverige.

Trots att exporten minskat och importen ökat under perioden är Sverige fortfarande nettoexportör av spannmål, vilket innebär att tillräckliga mängder spannmål med svenskt ursprung finns tillgängliga. Att analyserna indikerat att spannmålsexporten minskat på grund av etanolproduktionen är dock ett tecken på att ett av etanolproduktionens syfte, att öka avsättningen för svensk spannmål, till viss del uppnås. Däremot verkar också importerade arealer ha ökat, vilket inte var syftet med produktionen.

Vad gäller RME-tillverkning i Sverige används till allra största delen utländsk rapsolja som importerats från Danmark, Tyskland och Belgien. Skulle råvaran till större del kunna utgöras av svensk raps? I Sverige har potentialen för rapsodling beräknats till 180 000 hektar (Ahlgren, et al., 2009). Under den studerade perioden har svenska arealer för rapsodling ökat kontinuerligt och uppgick år 2012 till drygt 100 000 hektar, vilket innebär en fördubbling av rapsarealerna i Sverige jämfört med år 2000. Denna ökning har till en mycket liten del använts för svensk RME-produktion. Att det fortfarande finns potential att öka arealerna raps i Sverige innebär att betydligt större andel av råvaran för biodieselproduktion i svenska fabriker skulle kunna odlas i Sverige.

Inte heller Europa är idag självförsörjande på vegetabilisk olja, och för att täcka behovet importeras bland annat palmolja. Att Sverige inte utnyttjar sin fulla potential för oljeväxter och istället importerar rapsolja kan innebära att palmoljeimporten är högre än nödvändigt, vilket globalt sett kan innebära negativa markanvändningsaspekter.

Att importen av råvaror ökar innebär också att risken för iLUC ökar. Så länge inköpen sker från ett europeiskt överskott kan risken för iLUC anses liten. Men i de fall det inte är så, som för biodieseln, kan risken anses större.

### 7.3 Metodologisk diskussion

Denna studie innebar ett första försök att, med hjälp av historiska data, analysera vilken påverkan den utökade biodrivmedelsproduktionen i Sverige faktiskt haft på åkermark.

Det finns flera fördelar med att studera historiska data jämfört med att modellera framtidsutveckling, vilket är den vanligast använda metodiken vid markanvändningsstudier. De erhållna resultaten är belagda i statistiska data. Dessutom är det antal antaganden som krävs i en historisk analys färre än i en framtidsmodellering, varför resultaten kan anses säkrare. Dock kan det vara svårare att uppnå resultat, och analyserna kan vara behäftade med betydande osäkerheter.

Metodologiska svagheter påträffades framförallt vid utredningen av sambandet mellan utökad biodrivmedelsproduktion och minskade arealer träda. Trädan beror på många faktorer och påverkas av alla typer av markanvändning och inte minst av politiska beslut. Arealer i träda och arealer för odling av biodrivmedelsråvara studerades på en aggregerad nivå, vilket gjorde det omöjligt att specifikt studera övergångar från en markanvändning till en annan. Med en lägre aggregeringsnivå hade arealer, som tidigare legat i träda men som idag odlats på grund av den utökade biodrivmedelsproduktionen, eventuellt kunnat upptäckas. Säkrare resultat hade uppnåtts om sambandet mellan träda och odling av biodrivmedelsråvara hade studerats på länsnivå, men detta omöjliggjordes, då data över odlingslän för biodrivmedelsråvara inte kunde tillgängliggöras.

Att avgränsa studien till Sverige var nödvändigt för att projektet skulle slutföras på utsatt tid. Att mark tas upp utanför Sveriges gräns för biodrivmedelsproduktion visar framförallt hur vi utnyttjar, eller inte utnyttjar, de inhemska marktillgångarna. Det är utifrån denna avgränsning omöjligt att avgöra vilka miljöeffekter markanvändningsförändringarna utanför Sveriges gränser kan ha.

### 7.4 Jämförelse med tidigare studier

Nedan diskuteras denna studies angreppssätt jämfört med de ekonomiska modellernas. Hur väl klarar denna studies metodik att observera markanvändningsförändringar jämfört med de ekonomiska jämviktsmodellerna?

En studie från Lunds Universitet om livscykelanalyser av biodrivmedel har tagit upp vissa aspekter av markanvändning specifikt från svenskproducerade biodrivmedel, varför resultatet också diskuteras i ljuset av den studien.

#### 7.4.1 Ekonomiska jämviktsmodeller

De ekonomiska jämviktsmodellerna utgör ett helt annat angreppssätt än metodiken i denna studie. Jämviktsmodellernas angreppssätt beskrevs utförligare i kapitel 6.2. Modelleringarna resulterar i ett kvantitativt mått på arealexpansion orsakad av en kraftig förändring av biodrivmedelsproduktion. De skiljer inte på direkta och indirekta markanvändningsförändringar.

Arealanspråk för biodrivmedelsproduktion kan med hjälp av metoden i denna studie kvantifieras, men det är svårt att dra några slutsatser om miljöeffekterna från arealanspråken. Det går inte att bedöma vilken typ av mark som tagits i anspråk och det kan ej säkerställas om några indirekta effekter uppkommit. Om det varit möjligt att visa, att outnyttjad mark börjat användas som ett resultat av biodrivmedelsproduktionen, hade indirekta effekter kunnat avvärjas.

På grund av de olika typer av resultat som erhålls ur ekonomiska jämviktsmodeller jämfört denna studies metodik kan ingen rättvis jämförelse göras mellan de båda metoderna. Dock har båda metoderna brister. I de ekonomiska jämviktsmodellerna leder den höga komplexiteten och de många antagandena till osäkerheter. I denna studie har istället fokuserats på att göra få antaganden, vilket istället gör det svårt att bedöma de totala effekterna på markanvändning av biodrivmedelsproduktionens utökning. Dock har resultaten en bra grund i statistik. Det är också viktigt att nämna att historiska data nödvändigtvis inte speglar framtida utveckling.

#### 7.4.2 "Livscykelanalys av svenska biodrivmedel" (Börjesson, et al., 2010)

I studien från Lunds Universitet har även vissa markanvändningsfrågor behandlats (Börjesson, et al., 2010). Det anges till exempel att cirka fem procent av Sveriges åkerarealer används för biodrivmedelsproduktion. Detta skiljer sig markant från denna studie som visar på 2,3 procent. Kanske har den tidigare studien inte tagit hänsyn till att råvaror också odlas utanför Sveriges gränser för produktion av biodrivmedel i Sverige?

I den nämnda studien bedöms, att biodrivmedelsproduktionen inte innebär några indirekta markeffekter utanför Sveriges gräns på grund av att produktionskapaciteten i Sverige inte används fullt ut. Dock anses, att risken för indirekta markanvändningsförändringar kan komma att öka, när all (ekonomisk) tillgänglig mark tagits i anspråk i Sverige, samt när all potentiell intensifiering av jordbruket utförts. Detta examensarbete har inte kunnat bevisa några indirekta markanvändningsförändringar från svensk biodrivmedelsproduktion, men det går inte att bortse från att risken finns, då grödor odlas på åkermark utanför landets gränser. Vilken specifik mark som använts har inte kunnat visas, varför det inte heller går att bortse från att det finns risk för iLUC.

## 7.5 Förslag till vidare studier

Fler studier med liknande angreppssätt som i denna efterfrågas. Studien har gett insikter om metodologiska problem och utvecklingar som därmed rekommenderas till en liknande framtida studie är:

- Använda en lägre geografisk aggregeringsnivå för data över jordbruksmarkens användning och odling av råvaror för biodrivmedel.
- Studera ett större geografiskt område än Sverige, till exempel Europa eller EU.
- I en studie med Europa eller EU som avgränsning skulle en noggrann kartläggning över import av vegetabilisk olja, odlingsarealer för raps samt RME-produktion vara intressant. Eftersom Europa inte är självförsörjande på vegetabilisk olja kan misstänkas att indirekta effekter av vår RME uppkommer globalt.

En förutsättning för den första rekommendationen är att detaljerade data för odling av råvaror för biodrivmedelsproduktion kan erhållas. Det kan dessutom vara komplext att analysera sambandet på alltför disaggregerad nivå (såsom block- eller skiftesnivå), eftersom träda ofta ingår i växtföljden. Att ett fält som ena året legat i träda nästa år odlas behöver inte betyda, att lantbrukarens areal i träda minskat.

Samma metodik som i den här studien men med Europa som geografisk avgränsning skulle kunna ge resultat som är mer angelägna i den pågående debatten om iLUC. Om de resultat som visats för Sverige, det vill säga att stora mängder råvara importeras för biodrivmedelsproduktion, också skulle visas för hela Europa, finns anledning att misstänka en påverkan på den globala markanvändningen.

## 8 Slutsatser

Studien har visat att åkerarealen i Sverige har minskat med cirka 100 000 hektar sedan år 2000. Arealer för odling av biodrivmedelsråvara i Sverige har år 2011 och 2012 motsvarat tre respektive två procent av Sveriges totala åkerareal. Detta motsvarar 80 000 respektive 60 000 hektar. Arealer som används i Sverige inom biodrivmedelssektorn förändras från år till år på grund av variation i producerad mängd biodrivmedel, andel importerad råvara samt av hektarskördars årsvariationer.

Andelen importerad råvara har ökat under den studerade perioden. I RME-tillverkningen är andelen utländsk råvara högre än i etanoltillverkningen. Cirka 80 - 85 tusen hektar används utanför Sverige för RME-tillverkning i svenska fabriker medan motsvarande siffra för etanol är cirka 30 - 50 tusen hektar. Studien har indikerat att biodrivmedlens ökade arealanspråk utanför Sveriges gränser har påverkat Sveriges totala markanspråk utomlands för vete och raps betydligt.

Resultatet från den här studien har visat att trots tillgängliga inhemska arealer odlas inte all råvara för vår biodrivmedelsproduktion på dem. Troligtvis odlas råvaran där det är mest ekonomiskt.

Att arealer utanför Sveriges gräns utnyttjas för vår biodrivmedelsproduktion innebär att kontrollen över markanvändningsförändringar minskar. Vilken specifik mark som använts har inte kunnat visas, varför det inte heller går att bortse från att det kan finnas risk för iLUC.

De miljömässiga riskerna från förändrad markanvändning varierar beroende på om den ökade efterfrågan tillgodoses från ett överskott eller inte. I denna studie anses risken för iLUC större för den svenska biodieselproduktionen än för etanolproduktionen. Detta eftersom det råder ett underskott på vegetabilisk olja i Europa vilket kan innebära att den ökade efterfrågan leder till ökad import av exempelvis palmolja.

## 9 Referenser

- Agroetanol, 2013. Om Oss: Lantmännen Agroetanol.  
Tillgänglig: <http://agroetanol.se/om-oss/>  
[Använd 15 11 2013].
- Ahlgren, S. et. al., 2009. Det svenska jordbrukets framtida drivmedelsförsörjning, Uppsala: SLU.
- Ahlgren, S. & Börjesson, P., 2011. Indirekt förändrad markanvändning och biodrivmedel - en kunskapsöversikt, Lund: Lunds Universitet.
- Andrade de Sá, S., Palmer, C. & Salvatore, d. F., 2013. Dynamics of indirect land-use change: Empirical evidence from Brazil, *Journal of Environmental Economics and Management*. 65(3 ), pp. 377-393.
- Berndes, G., 2010. Bioenergy, Land Use Change and Climate Change Mitigation, IEA Bioenergy.
- Broch, A., Hoekman, K. S. & Unnasch, S., 2013. A review of variability in indirect land use change assessment and modeling in biofuel policy. *Environmental Science and Policy*, Volym 29, pp. 147-157.
- Börjesson, P. & Ahlgren, S., 2011. Indirekt förändrad markanvändning och biodrivmedel - en kunskapsöversikt, Lund: Lunds Universitet.
- Börjesson, P., Ahlgren, S., Lundgren, J. & Nyström, I., 2013. Dagens och framtidens hållbara drivmedel. Underlagsrapport från f3 till utredningen om FossilFri Fordonstrafik, f3.
- Börjesson, P., Tufvesson, L. & Lantz, M., 2010. Livscykelanalys av svenska biodrivmedel, Lund: Lunds Universitet.
- COM 595, 2012. Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 98/70/EC and Directive 2009/28/EC. Bryssel: EU-kommissionen.
- Deutsch, L. & Björklund, J., 2007. How Swedish is a Swedish Cow? How Swedish consumption and production of food is dependent on and affects ecosystems in Sweden and abroad., Stockholm: KSLA och SIDA.
- Edwards, R., Mulligan, D. & Marelli, L., 2010. Indirect Land Use Change from increased biofuels demand. Comparison of models and results for marginal biofuels production from different feedstocks, Luxembourg: European Commission Joint Research Center.
- Eickhout, B. et. al., 2008. Local and global consequences of the EU renewable directive for biofuels. Testing the sustainability criteria, Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Energimyndigheten, 2013. Transportsektorns energianvändning 2012, Eskilstuna: Statens Energimyndighet.
- FAO, 2006. Global land use area matrix. Forest Resource Assessment, Working Paper 134, input to the fourth global environmental outlook (GEO-4), Rom: FAO.
- FAO, 2013. FAOSTAT - FAO's corporate database.  
Tillgänglig: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>  
[Använd november 2013].
- Fargione, J. H. J., Tilman, D., Polasky, S. & Hawthorne, P., 2008. Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science*, 319(1235 ), pp. 1235-1238.
- Fischer, G. et.al., 2010. Biofuel production potentials in Europe: Sustainable use of cultivated land and pastures, Part II: Land use scenarios. *Biomass and Bioenergy*, 34(2), pp. 173-187.
- Haberl, H. et. al., 2011. Global bioenergy potentials from agricultural land in 2050: Sensitivity to climate change, diets and yields. *Biomass and Bioenergy*, 35(12), pp. 4753-4769.



- Hallström, E., Ahlgren, S. & Börjeson, P., 2011. Challenges and opportunities for future production of food, feed and biofuel, Lund: Lunds universitet.
- Harvey, M. & Pilgrim, S., 2011. The new competition for land: Food, energy, and climate change. *Food Policy*, Volym 36, pp. 40-52.
- Hermansson, L., 2000. Rapsprodukter i foder till våra djur. *Svensk frötidning*.
- Hermansson, L., 2013. KSLA.  
Tillgänglig: <http://www.ksla.se/wp-content/uploads/2013/02/Lars-Hermansson.pdf>  
[Använd 15 11 2013].
- Johansson, S., 2005. *The Swedish Foodprint An Agroecological Study of Food Consumption*, Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Jordbruksverket, 2013. *Jordbruksmarkens användning 2012, Slutlig statistik*, Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, 2006. *Jordbruksmarkens användning 2005, Slutlig statistik*, Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, 2009. *Jordbruksmarkens användning 2008 Slutlig statistik*, Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, 2011. *Jordbruket i siffror åren 1866-2007*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, 2013. *Jordbruksverkets statistikdatabas*.  
Tillgänglig: <http://statistik.sjv.se/Database/Jordbruksverket/databasetree.asp>  
[Använd september - november 2013].
- Kim, S. & Dale, B. E., 2011. Indirect land use change for biofuels: Testing predictions and. *Biomass and bioenergy*, 35(7), pp. 3235-3240.
- Naturskyddsföreningen, 2010. *Soja som foder och livsmedel i Sverige - konsekvenser lokalt och globalt*, Stockholm: Naturskyddsföreningen .
- Nordlund, C., 2010. *Markanvändningsanalys av svensk produktion, konsumtion och utrikeshandel av primära grödor*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Overmars, K. P., Stehfest, E., Ros, J. P. M. & Gerdien Prins, A., 2011. Indirect land use change emissions related to EU biofuel consumption: an analysis based on historical data. *Environmental Science & Policy*, pp. 87-100.
- Regeringen, 2012. *Fossiloberoende fordonsflotta - Ett steg på vägen mot nettonollutsläpp av växthusgaser*, Stockholm: Regeringen.
- SCB, 2013. *SCB:s statistikdatabas*.  
Tillgänglig: [http://www.scb.se/Pages/SSD/SSD\\_TreeView\\_\\_\\_\\_340478.aspx](http://www.scb.se/Pages/SSD/SSD_TreeView____340478.aspx)  
[Använd september - november 2013].
- Searchinger, T. et. al., 2008. Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases through Emissions from Land-Use Change. *Science*, 319(5867), pp. 1238-1240.
- Slätmo, E., Edling, P., Norderhaug, A. & Stenseke, M., 2012. *Jorden vi ärvde. Den svenska åkermarken i ett hållbarhetsperspektiv*, Stockholm: KSLA.
- SOU 2007:36, 2007. *Bioenergi rån jordbruket - en växande resurs*, Stockholm: Fritzes.
- Svebio, 2013. *Svebios synpunkter på kommissionens förslag om ändring i förnybart- och bränslekvalitetsdirektiven*, Stockholm: Svebio.
- Tilman, D., Christian, B., Hill, J. & Befort, B. L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS*, 108(50), p. 20260–20264.

Tullverket, 2013. Tullverket. TARIC söksystem. Varukoder klassificering.  
Available at: <http://taric.tullverket.se/taric/bin/tagAvdelningar.cgi>  
[Använd september - november 2013].

*Ej publicerat material*

Energimyndigheten, 2011. Rapportering enligt hållbarhetslagen (2010:598).

Energimyndigheten, 2012. Rapportering enligt hållbarhetslagen (2010:598).

Eckersten, S., 2013. Product manager, Perstorp BioProducts AB. Personligt meddelande. Oktober 2013.

Beckman, B., 2013. Spannmålschef, Lantmännen Agroetanol AB. Personligt meddelande. September - oktober 2013.

Erichsen, E., 2013. Foderansvarig, Lantmännen Agroetanol AB. Personligt meddelande. Oktober 2013.

Hartmann, E., 2013. VD, Föreningen Foder och Spannmål. Personligt meddelande. September 2013.

Jozsa, E., 2013. Expert, Energimyndigheten. Personligt meddelande. November 2013.

Lagerqvist Tolke, C., 2013. Arealer och förutsättningar för odling av energigrödor. Muntligt föredrag vid KSLA-seminarium. Stockholm

Ramel, C., 2013. VD, Ecobränsle i Karlshamn AB. Personligt meddelande. Oktober 2013.

Sandrup, A., 2013. Näringspolitisk chef, Lantmännen Energi. Personligt meddelande. September - November 2013.

## Bilaga 1 – Skördar

Tabell 1 visar de svenska hektarskördar som använts för att räkna om svenska råvarumängder till arealer. Data är från Jordbruksverkets statistikdatabas. De viktade medelvärdena för vete, korn och raps och rybs har beräknats utifrån hektarskördar för exempelvis vår- och höstvete och den totala skörden för vår- respektive höstvete.

Tabell 1. Svenska hektarskördar (Jordbruksverket, 2013)

Gröda	Hektarskörd, ton/hektar													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
höstvete	6,03	5,97	6,39	5,56	6,18	6,63	5,66	6,46	6,44	6,31	5,66	5,63	6,82	6,28
vårvete	5,04	4,60	4,90	4,90	4,74	4,91	4,03	4,47	4,03	4,57	4,07	3,98	4,29	4,76
vete viktat medelvärde	5,93	5,85	6,20	5,49	6,03	6,41	5,52	6,31	6,22	6,14	5,46	5,44	6,43	5,83
råg	5,37	5,21	5,27	4,86	5,51	5,27	4,99	5,58	6,14	5,96	4,87	5,29	6,36	5,93
höstkorn	5,03	5,21	5,33	4,55	5,61	5,80	4,75	5,32	5,64	5,57	4,64	4,60	6,60	5,90
vårkorn	3,92	4,09	4,29	4,19	4,30	4,26	3,60	4,46	4,15	4,60	3,93	4,35	4,56	4,97
korn viktat medelvärde	3,96	4,12	4,31	4,20	4,32	4,29	3,63	4,49	4,20	4,66	3,98	4,36	4,63	5,01
havre	3,91	3,51	4,05	3,96	4,12	3,87	3,17	4,37	3,68	4,00	3,53	3,94	3,82	
rågvete	4,55	4,36	5,48	4,58	5,20	5,42	4,67	5,16	5,60	4,75	4,42	4,46	5,92	5,15
blandsäd	3,43	3,19	3,54	3,47	3,64	3,45	2,72	3,18	3,08	3,48	2,99	3,06	2,98	
höstraps	3,25	3,10	2,91	2,86	3,43	3,23	3,19	3,04	3,34	3,54	3,09	3,07	3,70	3,33
vårrips	2,01	1,98	2,11	1,92	2,24	1,89	1,70	1,91	1,98	1,88	1,52	2,05	1,96	1,86
höstrybs	1,75	1,46	1,76	1,49	2,23	1,88	1,52	1,74	1,72		1,84		1,65	
vårrys	1,55	1,55	1,51	1,36	1,66	1,37	1,17	1,33	1,44	1,32	1,13	1,34	1,37	1,51
Raps & rybs viktat medelvärde	2,77	2,56	2,49	2,35	2,88	2,63	2,71	2,67	3,05	3,21	2,76	2,75	3,19	2,90

Tabell 2 visar de hektarskördar som använts för att omvandla råvarumängder med icke svenskt ursprung. Värdena är viktade medelvärden för de tio största importländerna för varje gröda. Det importeras så stora mängder rapsolja från Belgien, att den omöjligt kan ha odlats i Belgien utan Belgien utgör sista hamn för rapsoljan. För raps har de mängder som importeras från Belgien getts ett viktat medelvärde för de tio största rapsproducenterna i Europa.

**Tabell 2. Viktade medelvärden för hektarskördar från de tio viktigaste importländerna för varje gröda (FAO, 2013)(SCB, 2013)**

Gröda	Hektarskörd ton/hektar												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Korn	5,46	5,40	5,09	5,28	5,49	5,49	4,90	5,12	5,34	6,14	5,99	4,84	5,30
Raps	2,61	2,69	2,60	2,53	3,07	2,76	2,59	2,92	3,32	3,47	3,18	3,00	3,28
Råg	5,13	5,09	0,68	4,29	5,95	5,00	4,91	3,58	2,26	5,52	0,44	4,52	5,59
Rågvete	2,73	3,22	3,23	2,85	3,52	3,27	2,68	3,64	4,33	5,31	2,69	3,32	3,65
Vete	6,41	5,64	4,08	6,06	3,80	5,69	5,95	5,72	6,10	5,30	5,71	5,58	5,22

FAO, 2013. *FAOSTAT - FAO's corporate database*. [Online]

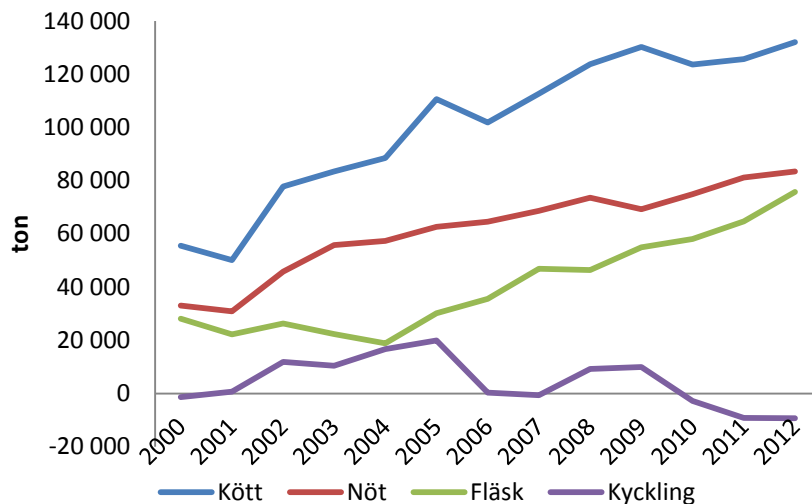
Available at: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

Jordbruksverket, 2013. *Jordbruksverkets statistikdatabas*, Jönköping: Jordbruksverket

## Bilaga 2 – Import och export av kött och mjölk

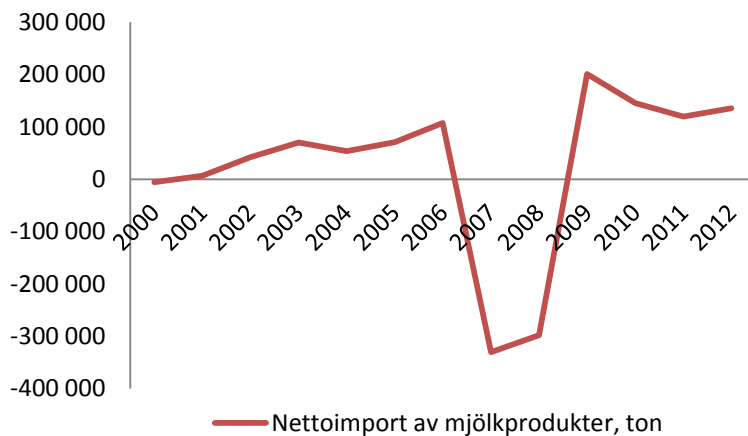
### Kött- och mjölk

I figur 1 visas Sveriges nettoimport av kött (import minus export).



**Figur 1. Nettoimport av kött (slaktad vikt). Specifika mängder för nötkött, griskött och kycklingkött visas (Jordbruksverket, 2013)**

Nettoimporten har ökat även för mjölkprodukter under perioden 2000-2012. I denna kategori ingår även mjölkbaserade produkter såsom smör och ost.



**Figur 2. Nettoimport av mjölkprodukter (Jordbruksverket, 2013)**

Jordbruksverket, 2013. *Jordbruksverkets statistikdatabas*. [Online]

Available at: <http://statistik.sjv.se/Database/Jordbruksverket/databasetree.asp>

## Bilaga 3 – Övrigt

### Totalkonsumtion av vetemjöl i Sverige

Tabell 1. Totalkonsumtion av vetemjöl ingående i alla typer av livsmedel (Jordbruksverket, 2013)

År	Totalkonsumtion vetemjöl, 1000 ton
2000	528,5
2001	502,5
2002	497,8
2003	511,7
2004	471,8
2005	454,8
2006	476,7
2007	461
2008	493,8
2009	454,7
2010	452,2
2011	425,8

### Beräknad ökad efterfrågan på vete i kycklingproduktion

Tabell 2. Slaktad vikt av nöt- fläsk och kycklingkött, 2000 – 2012.

	Nöt, ton	Fläsk, ton	Slaktkyckling, ton
2000	149 810	276 980	89 890
2001	143 190	275 870	97 510
2002	146 480	283 810	101 370
2003	140 400	287 530	96 420
2004	142 420	294 500	91 210
2005	135 940	275 130	98 560
2006	137 410	264 450	102 520
2007	133 540	264 870	106 850
2008	128 790	270 720	108 680
2009	139 830	260 750	107 350
2010	137 800	263 480	113 830
2011	137 880	256 080	113 490
2012	125 340	232 970	111 460

Slaktad vikt av nöt och fläsk har minskat under perioden medan årlig slaktad vikt av kyckling ökat, med cirka 22 000 ton. Med data om slaktkycklingars diet (Cederberg, et al., 2009)(Svensk fågel, 2013) skulle detta, högt räknat, innebära ett ökat behov i kycklingproduktionen med 41 000 ton vete, vilket är ungefär sju procent av behovet av vete i svensk etanolproduktion och har därmed mindre påverkan än etanorsektorn på markanvändning.

22 000 ton slaktad vikt motsvarar ca 31 400 ton levande vikt (Cederberg, et. Al, 2009)

31 400 ton kött \*1,75 kg foder/kg kött \* 70 % vete i fodret  $\approx$  41 000 ton vete

### Allokeringsfaktorer för känslighetsanalys

Allokeringsfaktorer som använts i känslighetsanalysen är hämtade ur (Börjesson, et. al., 2010).

**Tabell 3. Allokeringsfaktorer för biodrivmedel/biprodukt redovisas för etanol från spannmål och biodiesel från raps.**

	Energiallokering %	Ekonomisk allokering %
Etanol/Drank	61/39	81/19
RME/rapsmjöl/glycerol	61/36/3	72/25/3

Börjesson, P., Tufvesson, L. & Lantz, M., 2010. *Livscykelanalys av svenska biodrivmedel*, Lund: Lunds Universitet.

Cederberg, C. o.a., 2009. *Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005*, Göteborg: SIK.

Jordbruksverket, 2013. *Jordbruksverkets statistikdatabas*. [Online]

Available at: <http://statistik.sjv.se/Database/Jordbruksverket/databasetree.asp>

Svensk fågel, 2013. [Online]

Available at: <http://www.svenskfagel.se/?p=1030&m=635>

SLU  
Institutionen för energi och teknik  
Box 7032  
750 07 UPPSALA  
Tel. 018-67 10 00  
pdf.fil: [www.slu.se/energiogteknik](http://www.slu.se/energiogteknik)

SLU  
Department of Energy and Technology  
P. O. Box 7032  
SE-750 07 UPPSALA  
SWEDEN  
Phone +46 18 671000