

Jordbruk, bioenergi och miljö



- Odling av energigrödor kan ge positiva miljöeffekter utöver minskade koldioxidutsläpp. Lokalisering och omfattning är avgörande för hur stora de olika miljöeffekterna blir.
- Miljövinsten av en utökad bioenergiödling begränsas om man tar hänsyn till att livsmedel och foder istället produceras någon annanstans.
- Bioenergisatsningar inom jordbruket kan vara mer lönsamma i jämförelse med klimatåtgärder inom industrin. Lönsamheten minskar med omfattningen av odlingen.

Jordbruk, bioenergi och miljö

Förord

Studien ”Jordbruk, energi och miljö” har tagits fram inom projektet ”CAP:s miljöeffekter”. Projektet är ett gemensamt regeringsuppdrag till Jordbruksverket, Naturvårdsverket och Riksantikvarieämbetet som fortlöpande ska följa och utvärdera miljöeffekterna av EU:s gemensamma jordbrukspolitik, CAP (Common Agricultural Policy). Inom projektet analyseras miljöeffekterna och effektiviteten av olika typer av styrmedel och politiska förändringar.

Bioenergi får en allt större betydelse för energiförsörjningen och för att ersätta fossila bränslen. Behovet av bioenergi från jordbruket kan komma att öka i framtiden, inte minst med tanke på EU:s direktiv om förnybar energi.

I denna rapport redogörs för hur Sveriges jordbruksmark kan komma att användas vid en ökad bioenergiproduktion och vilka konsekvenser denna användning kan få för miljön och några av våra nationella miljökvalitetsmål. Jordbrukets bidrag till inhemsk biobränsleproduktion är även en fråga om vårt landskap och människans livsmiljö.



Agriculture, bioenergy and the environment

Abstract

Based on a number of scenarios on possible developments in bioenergy production, the report explains how Sweden's farmland might be used to expand bioenergy production. The scenarios are intended to shed light on financial and environmental consequences of increased bioenergy use with the intent of reducing greenhouse gases and for instance also reduce plant nutrient leaching.

The environmental effects analysed here are release of greenhouse gases, leaching of nitrogen and phosphorous, use of plant protection products, as well as effects on biodiversity, cultural heritage, and landscape. The report also discusses welfare effects (economic effects in agriculture) of increased cultivation of energy crops.

Sammanfattning

Utifrån ett antal scenarier om tänkbara utvecklingsvägar för produktion av bioenergi inom jordbruket redogör denna rapport för hur Sveriges jordbruksmark kan komma att användas vid en utökad bioenergiproduktion. Scenarierna har valts ut för att belysa vilka de ekonomiska och miljömässiga effekterna kan bli av att öka produktionen och användningen av bioenergi i syfte att reducera växthusgaserna och exempelvis även minska växtnärläckaget. Scenarierna berör odling av olika energigrödor såsom salix, energivall, spannmål till etanol, szarvasi, etc. Scenarierna tar också upp olika omfattning och lokalisering av en tänkbar odling av energigrödor.

De miljöeffekter av odling som har analyserats är utsläpp av växthusgaser, kväve- och fosforläckage, använda växtskyddsmedel samt påverkan på biologiska mångfald, kulturmiljö och landskapsbild. Även välfärdseffekter (sammhällesekonomiska effekter inom jordbruket) vid en utökad odling av energigrödor har belysts. Den producerade mängden bioenergi antas ersätta motsvarande energimängd fossila bränslen.

Utöver välfärdseffekterna för jordbrukssektorn, som tagits fram med hjälp av SASM (Swedish Agricultural Sector Model), har även de monetära värdena av miljöpåverkan beräknats enligt metodiken i SAPIM (Stylized Agri-environmental Policy Impact Model) så långt detta varit möjligt.

De övergripande resultaten från studien är följande:

Vid odling av energigrödor uppkommer fler positiva miljöeffekter än enbart en reduktion av växthusgaser, exempelvis minskat kväveläckage och minskad användning av växtskyddsmedel, särskilt om fleråriga energigrödor används. Värdet av dessa övriga miljöeffekter får stor betydelse för hur effektiva de olika bioenergiansningarna blir.

Värdet på miljöpåverkan beror på vilken energigröda som odlas, vilken gröda som odlats tidigare, omfattningen på odlingen och i vilket område energigrödan odlas. Värdet kan antingen bli positivt eller negativt beroende på hur de ovanstående faktorerna är sammansatta. För de uppställda scenarierna har växtnärläckaget störst betydelse för det totala värdet på miljöpåverkan i jordbruket vid odling av vissa energigrödor. Förändrade koldioxidutsläpp från odlingen utgör också en stor del av värdet på miljöpåverkan, medan den förändrade användningen av växtskyddsmedel däremot har mindre betydelse. Eftersom en monetär värdering inte kunnat göras för effekterna på biologisk mångfald, kulturmiljö och landskapsbild kan de inte sättas i relation till övrig miljöpåverkan från odlingen.

I scenarierna med salix och energivall har miljöpåverkan genom det minskade växtnärläckaget fått ett stort positivt värde jämfört med referensscenariot utan energigrödor. I scenarierna med energispannmål har däremot miljöpåverkan genom det ökade växtnärläckaget fått ett svagt negativt värde. Skillnaden är främst kopplad till om energigrödorna är fler- eller ettåriga.

En utökad odling av energigrödor kan ha effekter på biologisk mångfald. Avgörande är vilken gröda som energigrödorna ersätter och i vilken omfattning odlingen sker. Med rätt placering och design kan exempelvis odling av fleråriga högväxande grödor såsom

salix ge ett positivt bidrag till både variationen i landskapet och biologisk mångfald. Speciellt i utpräglad slättbygd kan en odling av fleråriga högväxande grödor ge positiva effekter för biologisk mångfald. Men då odlingen lokaliseras till skogsbygder eller placeras på trädor eller extensiva vallar blir effekten betydligt mer negativ.

För att det ska bli positiva effekter på jordbrukslandskapet av biobränsleproduktion krävs att olika grödor och metoder används utifrån gällande kunskapsunderlag och med en helhetssyn på landskapet. Exempelvis karaktäriseras många riksintressen för kulturmiljövården av öppna odlingslandskap, och högväxande energigrödor skulle få en negativ påverkan i dessa miljöer.

Odling av energigrödor konkurrerar med livsmedelsproduktion om jordbruksmarken. Kostnaden för odlingen av energigrödor ökar vid en mer omfattande odling eftersom marker med högre odlingskostnader, lägre avkastning och högre alternativvärde tas i anspråk.

En totalt sett ökad odling orsakad av odling av energigrödor vid sidan av foder- och livsmedelsproduktionen innebär miljöeffekter. Sker den ökade odlingen inte i Sverige kommer kostnader i form av miljöbelastning att uppstå i (exporteras till) andra länder. Denna kostnad har uppskattats i rapporten med hjälp av scenarioräkningar med bibehållen konstant livsmedelsproduktion i Sverige samtidigt som odlingen av energigrödor expanderar inom landet. Detta antas kunna spegla kostnaden för en ökad miljöpåverkan genom ökad odling, globalt sett.

Även med miljökostnaderna inräknade får några av scenarierna lägre kostnader för reduceringen av växthusgaser än dagens pris på en utsläppsrätt. Detta indikerar att ökad odling av energigrödor i jordbruket kan vara mer kostnadseffektivt än de åtgärder industrin kan tänkas göra. Med förutsättningarna i denna studie gäller detta främst salix. Studien saknar dock en monetär värdering av effekter på landskap och biologisk mångfald.

Det är av stor betydelse för kostnadseffektiviteten var och hur bioenergiproduktionen bedrivs och det är svårt att dra generella slutsatser om en enskild åtgärd. Specifika bioenergisatseringar måste därför utvärderas utifrån sina egna specifika förutsättningar. En sådan utvärdering bör göras efter de principer som dras upp i denna studie.

För de som vill få en snabb överblick av denna rapport finns en kortversion tillgänglig (Kortversion av rapport 2009:22).

Innehåll

1	Introduktion.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Bakgrund	1
1.3	Avgränsningar	3
1.4	Metod.....	4
1.5	Projektorganisation.....	4
1.6	Läsanvisningar.....	5
2	Förutsättningar för produktion av bioenergi från svenskt jordbruk.....	6
2.1	Optimal användning av bioenergi.....	6
2.1.1	Klimatnytta	6
2.1.2	Energiförsörjning.....	6
2.1.3	Ökad sysselsättning	6
2.1.4	Energianvändning.....	7
2.1.5	Biobränslen.....	7
2.2	Energiskördar	8
2.2.1	Nettoenergiskördar	8
2.2.2	Energibalanser	9
2.3	Effektiva bioenergisystem	9
2.3.1	Energieffektivitet	9
2.3.2	Livscykelanalyser	11
2.3.3	Beräknad miljöeffektivitet – reducering av koldioxid per hektar.....	12
2.4	Möjlig utbredning för odling av energigrödor.....	13
2.4.1	Tillgänglig jordbruksmark.....	14
2.4.2	Prisrelationer.....	16
2.4.3	Produktionskostnader	19
2.5	Verksamma styrmedel	20

4.1.2	Underlag till beräkning av miljöeffekter	37
4.1.3	Förändrad miljöpåverkan.....	38
4.2	Förändrad odlingsinriktning innebär miljöeffekter	38
4.2.1	Växthusgaser	38
4.2.2	Växtnäringsläckage	39
4.2.3	Växtskyddsanvändning.....	39
4.2.4	Biologisk mångfald	39
4.2.5	Kulturmiljö och landskapsbild	41
4.3	Beräkning och värdering av odlingens miljöpåverkan.....	42
4.3.1	Växthusgaser	42
4.3.2	Växtnäringsläckage	43
4.3.3	Växtskyddsmedelsanvändning	45
4.3.4	Bedömning av effekter på biologisk mångfald, kulturmiljö och landskapsbild	46
4.4	Sammanställning av miljöpåverkan från odlingen	48
4.5	Värdet på en förändrad miljöpåverkan från odlingen.....	48
4.6	Scenariernas sammanlagda ekonomiska värde.....	50
4.7	Sammanställning av scenariernas ekonomiska värden.....	51
4.7.1	Jämförelse med priset på en utsläppsrätt	53
4.7.2	Tolkning av resultaten	54
4.8	Framtidsscenarier - teknisk utveckling.....	55
4.8.1	Biogas från restprodukter 2020	55
4.8.2	Andra generationens biodrivmedel 2020.....	56
4.8.3	Jämförelse med priset på en utsläppsrätt	57
4.9	Export av miljöeffekter.....	58
4.9.1	Jämförelse med priset på en utsläppsrätt	60
4.9.2	Tolkning av resultaten	61
5	Slutsatser och diskussion	62

4.1.2	Underlag till beräkning av miljöeffekter	37
4.1.3	Förändrad miljöpåverkan.....	38
4.2	Förändrad odlingsinriktning innebär miljöeffekter	38
4.2.1	Växthusgaser	38
4.2.2	Växtnäringsläckage	39
4.2.3	Växtskyddsanvändning.....	39
4.2.4	Biologisk mångfald	39
4.2.5	Kulturmiljö och landskapsbild	41
4.3	Beräkning och värdering av odlingens miljöpåverkan.....	42
4.3.1	Växthusgaser	42
4.3.2	Växtnäringsläckage	43
4.3.3	Växtskyddsmedelsanvändning	45
4.3.4	Bedömning av effekter på biologisk mångfald, kulturmiljö och landskapsbild	46
4.4	Sammanställning av miljöpåverkan från odlingen	48
4.5	Värdet på en förändrad miljöpåverkan från odlingen.....	48
4.6	Scenariernas sammanlagda ekonomiska värde.....	50
4.7	Sammanställning av scenariernas ekonomiska värden.....	51
4.7.1	Jämförelse med priset på en utsläppsrätt	53
4.7.2	Tolkningar av resultaten	54
4.8	Framtidsscenarier - teknisk utveckling.....	55
4.8.1	Biogas från restprodukter 2020	55
4.8.2	Andra generationens biodrivmedel 2020.....	56
4.8.3	Jämförelse med priset på en utsläppsrätt	57
4.9	Export av miljöeffekter.....	58
4.9.1	Jämförelse med priset på en utsläppsrätt	60
4.9.2	Tolkning av resultaten	61

5 Slutsatser och diskussion	62
Referenser	66
Bilaga 1 Fakta och trender om biodrivmedel	70
Bilaga 2 Förändringar i global produktion och marknad för biodrivmedel	74
Bilaga 3 Drivmedelspriser kontra spannmålspriser	77
Bilaga 4 Priser i modellberäkningarna	78
Bilaga 5 Värdering av miljörisker vid användning av växtskyddsmedel	79
Bilaga 6 Grödfördelning vid bibehållen produktion	81

1 Introduktion

Bioenergin får en allt större betydelse för energiförsörjningen och för att ersätta fossila bränslen. Behovet av bioenergi från jordbruket kan komma att öka i framtiden, inte minst med tanke på EU:s direktiv om förnybar energi. En ökad produktion av bioenergi från jordbruket kan bidra till att minska användningen av fossila bränslen men innebär också att en större areal jordbruksmark måste tas i anspråk eller att odlingen måste ske intensivare om inte livsmedelsproduktionen ska minska.

Utifrån ett antal scenarier om tänkbara utvecklingsvägar av bioenergiproduktionen redogör denna rapport för hur Sveriges jordbruksmark kan komma att användas vid en utökad bioenergiproduktion och vilka konsekvenser denna användning kan få för miljön och några av våra nationella miljökvalitetsmål. Jordbrukets bidrag till inhemsk biobränsleproduktion är även en fråga om landskap och människans livsmiljö.

De i rapporten framtagna och analyserade scenarierna är på 10-15 års sikt och omfattar bl.a. förväntade världsmarknadspriser på jordbruksvaror och energi. Genom att i en ekonomisk optimeringsmodell SASM (Swedish Agricultural Sector Model) låsa exporten och importen av jordbruksprodukter i scenarierna är det tänkt att även få fram ett värde på en export av miljöeffekter.

Rapporten tar upp effekterna på miljön och landskapet av en ökad odling av energigrödor. Denna utveckling kan drivas på av statliga styrmedel, teknisk utveckling och förändrade marknadspriser på jordbruksvaror och/eller bioenergi. Beskrivningen omfattar utvecklingen i Sverige, EU och delvis globalt. Analysen utgår från en ökad odling och ett ökat utnyttjande av energigrödor, mot bakgrund av de uttalade politiska målen att reducera växthusgaser, minska användandet och beroendet av fossila bränslen, bevara odlingslandskapet öppet och variationsrikt, gynna landsbygdsutveckling och utveckla nya marknader för jordbruksprodukter.

1.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att redogöra för effekterna på miljön och jordbrukssektorn av en ökad odling av energigrödor på svensk åkermark. Studien har velat klargöra vilken betydelse värdet av miljöeffekterna har för kostnadseffektiviteten hos sådana satsningar. Likaså har syftet varit att peka ut de faktorer som är avgörande för vilka miljöeffekterna och kostnaderna i jordbrukssektorn blir vid en ökad odling av energigrödor. Målet är främst att illustrera samband, inte att ge exakta svar.

Rapporten tar sin utgångspunkt i den internationella och nationella utvecklingen inom jordbruks-, klimat- och energipolitiken och en ökad lönsam bioenergiproduktion i Sverige. Möjliga utvecklingsvägar analyseras dels på 10-15 års sikt (Jordbruk 2020), dels på lite längre sikt 15-20 år (andra generationens biodrivmedel).

1.2 Bakgrund

Det svenska jordbruket bidrar idag med cirka en procent av den totala bioenergitillförseln i landet. Produkter eller restprodukter från livsmedel och fodermedel

till bioenergi har hittills varit mest använda till produktion av biodrivmedel. Grödor (främst salix) eller restprodukter från jordbruket har hittills använts i mycket liten omfattning till värme- eller elproduktion.

Internationella tull- och handelsavtal och nya politiska mål för energi- och klimatpolitiken inom EU kommer fortsatt att påverka jordbrukets inriktning i Sverige, främst genom att dessa avtal och de olika politiska besluten påverkar världsmarknadspriserna på förnybar energi och livsmedel (spannmål). Dessutom har världsmarknadspriset på fossila bränslen (råolja) varierat (främst ökat) de senaste åren, vilket sannolikt påskyndar framtagandet av alternativa bränslen. Historiskt sett har priset på oljan, som är ett viktigt produktionsmedel i jordbruket, haft stor inverkan på livsmedelspriserna, långt innan vi i större omfattning började göra biodrivmedel av jordbruksprodukter.

Exempelvis hade troligen den kraftiga uppgången i spannmålspriserna under 2007/2008 större grund i det stigande oljepriset än i ökad bioenergiproduktion. Sannolikt påverkade ändrade konsumtionsmönster, missväxt, ökad handel och minskade världslager spannmålspriserna än mer (FAO 2007). Det har också förts en inhemsk och europeisk diskussion om hållbarhet och försörjningssäkerhet av energi och livsmedel som kan få konsekvenser för odling och markanvändning i Sverige (www.greens-efa.eu). Även priskonkurrens från andra råvaror till biobränslen och utnyttjande av andra markslag (skog) påverkar hur jordbruksnäringen kommer att agera och hur jordbruksmarken kan komma att användas.

Det klimatpaket som förhandlats fram inom EU kommer att påskynda ett framtagande av mer och nya biobränslen. EU:s klimat och energipaket vilket inkluderar *direktiv för främjande av användning av förnybar energi* innebär att:

- EU som kollektiv ska minska klimatutsläppen med minst 20 % till 2020 jämfört med 1990 års nivå.
- utsläppen från de sektorer som är utanför EU:s handelssystem för utsläppsrätter, bl.a. jordbruk, ska minska med minst 10 % till 2020 jämfört med 2005. Denna minskning är ett ansvar för medlemsstaterna genom en bördefördelning som varierar från en tillåten ökning med 20 % för vissa länder till en minskning med 20 % som den andra ytterligheten (för Sverige en minskning med 17 %).
- alla medlemsländer ska minska energianvändningen med minst 20 % jämfört med prognosen för 2020.
- minst 20 % av använd energi inom EU år 2020 ska komma från förnybara energikällor (för Sveriges del är det en ökning, mellan 2006-2020, från 39 % till 49 %)
- användningen av förnybara drivmedel ska uppgå till 10 % av drivmedlen (ingår i de 20 % förnybara, men är lika för alla medlemsländer).

Förslaget att *minst 10 procent av de använda drivmedlen ska vara förnybara* gäller förutsatt att andra generationens biodrivmedel får ett genombrott.

Europaparlamentets miljöutskott har i oktober 2008 röstat för att EU:s mål om att sänka utsläppen av växthusgaser med 20 procent till 2020 ska ökas automatiskt till minst 30 procent när det blir ett internationellt avtal som fortsättning på Kyoto-avtalet.

Vid en bedömning av vilka möjliga vägar som finns till en global minskning av växthusgaserna, måste odlingen av energigrödor ske med en säkerställd global livsmedelsförsörjning. Detta för att kunna avgöra vilket alternativ som, globalt sett, har lägst utsläpp av växthusgaser. Det man vet minst om och det som kommer att vara avgörande för hur utvecklingen inom bioenergisektorn kommer att påverka jordbruket är vilken teknik (eller vilka tekniker) som kommer att utvecklas mest framöver, exempelvis vilka drivmedelssystem som kommer att dominera. Därför analyseras i rapporten några olika scenarier utifrån olika energiproduktionssystem med tillhörande energigrödor.

I några scenarier har omfattningen på odlingen valts så att jordbruket bidrar med ungefär hälften av den reducering i koldioxidutsläpp som Sverige utlovat till 2020. Det medför att i vissa områden kan odlingen av energigrödor komma att omfatta mer än en tredjedel av den totala åkermarken.

Scenarierna har också olika tidsperspektiv. De flesta av scenarierna beskriver en snabbt ökad efterfrågan på bioenergi, som leder till en ökad produktion med befintlig teknik. Dessutom beskrivs ett scenario med en mer långsiktig ökad produktion, främst gentemot nya drivmedel och nya tekniker, vanligen kallad andra generationens biodrivmedel.

1.3 Avgränsningar

Rapporten är tänkt att analysera miljöeffekterna av en utökad odling av energigrödor i Sverige utifrån de nationella miljö kvalitetsmålen. Det är bara de miljömål som påverkas av en förändrad jordbruksproduktion och som är en direkt konsekvens av ökade bioenergiuttag som utvärderas. Påverkade miljömål är exempelvis *Giftfri miljö* (användning av växtskydd), *Ingen övergödning* (kväve- och fosforläckage), *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt och djurliv* (biologisk mångfald och kulturlandskap), *Begränsad miljöpåverkan* (klimat) samt *God bebyggd miljö* (kulturmiljöer).

I rapporten utreds endast användningen av den jordbruksmark som fanns registrerad vid införandet av Jordbruksverkets blockdatabas 1995/96 och som då klassades som odlingsbar mark. En sammanställning av de potentiellt tillgängliga arealerna för bioenergiproduktion har tidigare gjorts av Jordbruksverket (2008a). En utvärdering av miljökonsekvenserna vid bibehållen livsmedelsproduktion görs för att få fram ett värde på den förväntade exporten av miljöeffekter.

Det är bara de delar av respektive politikområde som kan påverka priserna på jordbruksprodukter och grödfördelning som utvärderas i rapporten. Sysselsättningseffekter eller effekter av minskat importberoende (ökad självförsörjningsgrad) utvärderas inte explicit. Rapporten beskriver i viss mån tänkbara effekter på det svenska jordbruket av internationell energi-, klimat- och jordbrukspolitik. I övrigt avgränsas rapporten till nationella miljöeffekter och konsekvenserna för några av de nationella miljö kvalitetsmålen samt de miljöeffekter som kan komma att exporteras vid en ökad odling av energigrödor i Sverige.

1.4 Metod

I rapporten finns dels en beskrivande del med faktainsamling och litteraturgenomgång kring energi-, jordbruk- och miljöfrågor. Dels finns en kvantitativ analyserande del där man utifrån; SASM (Swedish Agricultural Sector Model) och enligt SAPIM (Stylized Agri-environmental Policy Impact Model) beräknat och värderat effekterna på miljö och ekonomi för jordbrukssektorn vid en utökad odling av energigrödor. De båda modellerna har använts kombinerat för att få till en analys där både förändringen i välfärdseffekter (samhällsekonomiska effekter) för jordbrukssektorn och värdet av miljöeffekterna exklusive biologisk mångfald beräknas.

Mycket av underlaget till bakgrundsbeskrivningen har hämtats från OECD/FAO Aglink-Cosimo modellen och andra liknande modeller som har prognostiserat den globala prisutvecklingen på jordbruksprodukter, fossila bränslen och bioenergi, bl.a. utifrån olika internationella överenskommelser inom jordbruks-, energi- och miljöpolitiken. Dessutom granskas några olika statliga (ekonomiska) styrmedel, exempelvis koldioxidskatten som påverkar bioenergiproduktionen kraftigt.

Livscykelanalyser (LCA) används för att beskriva miljöeffekter från växthusgasutsläpp som olika produktionssystem ger upphov till. Klimatpåverkan (utsläpp av växthusgaser) vid odling av energigrödor beräknas med hjälp av koldioxidekvivalenter. Den förändrade odlingsinriktningen på jordbruksmark samt det förändrade grödvalet och den ändrade odlingsintensiteten beskrivs också. En jämförelse görs även mellan första och andra generationens biodrivmedel.

Utifrån bakgrundsbeskrivningen har några scenarier valts ut som ska motsvara alternativa inriktningar vid en utökad odling av energigrödor. Modellen SASM används för att beräkna de samhällsekonomiska värdena (välfärdseffekten för jordbrukssektorn) av en ändrad produktion. Det är en ekonomisk optimeringsmodell för jordbrukssektorn som bygger på företagsekonomiska kalkyler. Miljöpåverkan analyseras enligt en miljömodul från SAPIM modellen där olika effekter kan beräknas och värderas.

I rapporten presenteras fem olika scenarier för hur en satsning på odling av energigrödor skulle kunna se ut. Scenarierna representerar olika men relativt omfattande satsningar på biobränsle, etanol och biogas. I några scenarier har omfattningen på odlingen valts så att jordbruket bidrar med ungefär hälften av den reducering i koldioxidutsläpp som Sverige utlovat till 2020. Det medför att i vissa områden kan odlingen av energigrödor komma att omfatta mer än en tredjedel av den totala åkermarken. Scenarierna är inte valda utifrån vad som är den mest sannolika framtida utvecklingen utan de är framtagna för att uppnå vissa miljö- och klimatmål. Scenarierna är heller inte avsedda att vara prognoser eller rekommendationer. Syftet är istället att använda scenarierna för att illustrera vilka faktorer som är avgörande för hur stora kostnaderna skulle kunna bli och vilka miljöeffekter som kan komma att uppstå vid olika omfattande satsningar på bioenergi.

1.5 Projektorganisation

Denna rapport har tagits fram som ett delprojekt inom ”CAP:s miljöeffekter”. Projektet ”CAP:s miljöeffekter” är ett regeringsuppdrag där Jordbruksverket i samverkan med Naturvårdsverket och Riksantikvarieämbetet fortlöpande utvärderar jordbrukspolitikens miljöeffekter.

Följande personer har ingått i projektgruppen:

Ingrid Rydberg, Naturvårdsverket	John Winroth, Länsstyrelsen Kalmar
Camilla Eriksson, Riksantikvarieämbetet	Bo Norell, Jordbruksverket
Torben Söderberg, Jordbruksverket	Anna Ellström, Naturvårdsverket
Leif Gren, Riksantikvarieämbetet	Ulrika Geber, Länsstyrelsen Stockholm

I den utökade arbetsgruppen har även följande personer medverkat:

Reino Abrahamsson, Naturvårdsverket	Karin Klingspor, Naturvårdsverket
Camilla Lagerkvist Tolke, bioenergienheten, SJV	Johan Wallander, miljöenheten, SJV
Johan Wahlander, växtskyddsgruppen, SJV	Magnus Bång, växtnäringensheten, SJV
Lars Widell, utredningsgruppen, SJV	Martin Sjödahl, miljöenheten, SJV

För framtagande av scenarier och beräkningar med hjälp av SASM-modellen (Kapitel 3) har *Lantbruksekonomerna*, Lars Jonasson anlåtats.

1.6 Läsanvisningar

Rapporten är uppställd så att i kapitel 2 sammanställs och analyseras några alternativa utvecklingsvägar för bioenergi- och jordbrukssektorn i Sverige. I kapitlet beskrivs även de möjliga uttagen av energi från olika produktionssystem och den i Sverige möjliga arealen med energigrödor. Mycket av underlaget har hämtats från Energimyndighetens rapport *Bioenergi: resurseffektivitet och bidrag till energi- och klimatpolitiska mål*. Användbara ekonomiska styrmedel samt prisrelationerna mellan olika energi- och livsmedelsråvaror utreds också och slutligen görs en känslighetsanalys kring några av de viktigaste påverkansfaktorerna.

I kapitel 3 har ett antal scenarier tagits fram utifrån olika odlings- och produktionssystem som kan bli aktuella om jordbruket ska bidra till att nå de av Sveriges riksdag uppställda klimat- och energimålen. Först beskrivs scenarierna och de inlagda förutsättningarna. De samhällsekonomiska effekterna (välfärdseffekten) inom jordbrukssektorn redovisas som en jämförelse mellan scenarierna och ett referensscenario, *Jordbruk 2020*. Det måste poängteras, eftersom det är en modellberäkning, att resultaten bara kan användas som en jämförelse mellan de olika alternativa scenarierna.

I kapitel 4 har, för varje scenario, en ansats gjorts att beräkna miljöpåverkan. Hur stort det sammanlagda ekonomiska värdet av välfärds- och miljöeffekterna blir utifrån de olika scenarierna redovisas också. Slutligen i kapitel 5 följer en diskussion och slutsatserna presenteras.

I bilaga 1 beskrivs internationell och svensk energihandel och energiproduktion och politiska ställningstaganden för bioenergiesektorn presenteras. I bilaga 2 beskrivs den globala utvecklingen inom bioenergiesektorn under det senaste decenniet. Där analyseras också effekterna av politiska förändringar för jordbruksmarknad och markanvändning.

2 Förutsättningar för produktion av bioenergi från svenskt jordbruk

I detta kapitel sammanställs några alternativa utvecklingsvägar för bioenergiproduktion på jordbruksmark i Sverige. Sammanställningen över den möjliga utvecklingen i Sverige har också vägts samman med utvecklingen i världen och EU.

2.1 Optimal användning av bioenergi

Rådande infrastruktur och teknik för energitillförsel i ett land bestämmer tillsammans med utvecklingen inom energi- och transportområdet vilka bioenergialternativ som kan få störst relativa fördelar. Viktiga faktorer som kan påverka användningen av biomassa, utöver rådande infrastruktur och tekniker inom energiområdet, är möjligheter till effektivisering inom olika sektorer och möjligheten för andra energislag än bioenergi att bidra till att nå de uppsatta politiska målen (Energimyndigheten 2008c). Beroende av vilken relativ vikt som läggs vid olika politiska mål kan nyttan med olika bioenergisystem förskjutas.

2.1.1 Klimatnytta

Om målet är att nå störst klimatnytta för varje enskild energigröda ger exempelvis salix större effekt om den används för att ersätta fossila bränslen i den stationära sektorn än om den skulle användas till att producera drivmedel för att ersätta bensin eller diesel. Det är utifrån klimatnyttan ett argument för att biomassa i första hand ska användas för att ersätta fossila bränslen för värme- och/eller elproduktion. Men inom den stationära sektorn finns fler alternativa sätt att minska klimatpåverkan än inom transportsektorn. Sett i ett större energisystemperspektiv kan det istället vara så att biomassan fyller sin viktigaste funktion inom transportsektorn (Energimyndigheten 2008c).

2.1.2 Energiförsörjning

Diskussionerna om en tryggad energiförsörjning i Sverige har i första hand gällt vårt oljeberoende. Det har inneburit att beroendet inom transportsektorn blivit mest akut att åtgärda. I övriga EU har de övergripande målsättningarna om försörjningstrygghet (OECD 2009) snarare gällt beroendet av naturgas och kol.

I vilken riktning olika länders användning av biomassa utvecklas avgörs bl.a. av hur beroendet av olje- och naturgasimporten värderas och vilka andra alternativ, utöver bioenergi, som finns. Även de olika ländernas förutsättningar för alternativ energitillförsel och den rådande infrastrukturen för energitillförseln har betydelse för vilken riktning satsningar på energi från biomassa kan ta.

2.1.3 Ökad sysselsättning

Att satsningar på biobränslen kan skapa arbetstillfällen är sant, men hur många arbetstillfällen som skapas varierar kraftigt med vilket energisystem som väljs. Exempelvis beräknas drivmedelsproduktion ge fler arbetstillfällen än produktion av värme och el. Ju mindre produktionsanläggningarna är desto fler arbetstillfällen skapas

per energienhet. Bioenergiproduktion baserad på jordbruksgrödor (spannmål, oljeväxter, sockerbeter) ger fler arbetstillfällen än när lignocellulosa (salix, rörflen, skogsbränslen) utgör energiråvaran (Energimyndigheten 2008c). Men för att produktionen långsiktigt ska bli konkurrenskraftig och lönsam måste alternativen till biomassa bli dyrare eller biomassan produceras till lägre kostnader än idag, vilket innebär att en låg arbetsintensitet eftersträvas. Konkurrenssituationen leder sannolikt till att de stora mängderna bioenergi i en framtid produceras från lignocellulosa och att produktionen kommer att ske i stora anläggningar, vilket innebär att relativt få nya arbetstillfällen skapas.

2.1.4 Energianvändning

I Sverige var för år 2007 den totala slutliga energianvändningen cirka 404 TWh till industri, transporter samt bostäder och service (Energimyndigheten 2008d). Utifrån Europeiska unionens definition beräknades samma år andelen förnybar energi, där biobränslena ingår, totalt vara cirka 44 procent. Av den totala slutliga användningen var cirka 130 TWh i form av biobränslen. Av dessa biobränslen användes cirka 55 TWh inom industrin. Resterande del av biobränslena användes till el- och fjärrvärmeproduktion, bostäder och service samt till transporter. Under 2007 användes nästan allt biobränsle till fjärrvärmeproduktion eller energitillförsel för industrins processer och bara en liten del till transporter.

2.1.5 Biobränslen

De största potentialerna till att utöka andelen biobränslen finns i ökad användning av fjärrvärme för industrin, i industrins värmeproduktion samt biodrivmedel till transporter. Även att öka elproduktionen genom att bygga kraftvärmeverk eldade med biobränsle är en stor potentiell möjlighet (Energimyndigheten 2008a). De biobränslen som idag används till värme-, process- och elproduktion kommer huvudsakligen från skogsråvara och från avfall samt från olika restprodukter från livsmedels- och skogsindustri. Energigrödorna från åkermark har hittills haft svårt att konkurrera prismässigt med skogsråvaror samt avfall, bi- och restprodukter. Om huvudsyftet är att minska mängden växthusgaser blir, förutom genom direkt minskning i person- och godstransporterna, en energieffektiv produktion av olika biodrivmedel viktig. Detta eftersom andra alternativ till olja som drivmedel (exempelvis bränsleceller, vätgas) bara kommer att ha en marginell betydelse under en lång tid framåt.

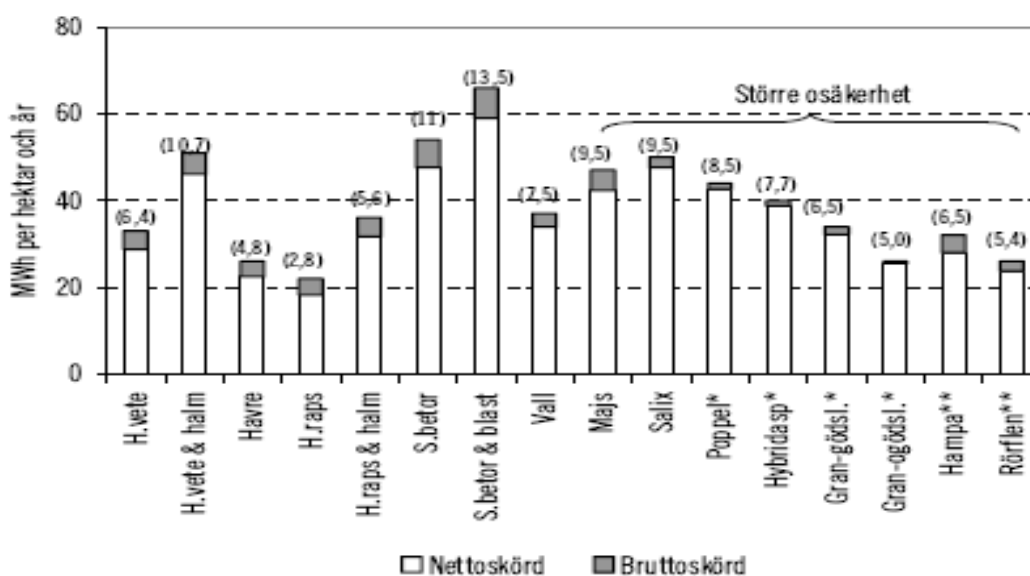
Andelen biodrivmedel av de totalt använda drivmedlen i Sverige var 2006 drygt två procent. Andelen förnybara drivmedel i transportsektorn har mellan 2007 och 2008 ökat från cirka 4,0 till 4,9 procent. Produktionen i Sverige av biodrivmedel var 2006 ytterst liten. Det beror på att så länge billig etanol kan importeras från Brasilien är det inte speciellt intressant att producera etanol i Sverige. Biogasproduktionen i Sverige var 2006 ännu mycket mindre än etanolproduktionen och hittills har den helt koncentrerats till uttag av biogas från deponi- och avloppsanläggningar. Produktionen får dock numera stöd till investeringar som utnyttjar andra råvaror än restprodukter och avfall. Pellets till värmeproduktion har en stabil marknad i Sverige, men hittills har produktionen av pellets varit inriktad på att utnyttja råvaror från skogen.

2.2 Energiskördar

Effektiviteten i markutnyttjandet hos olika energigrödor beräknas genom *nettoenergiskörden*, vilken är bruttoenergiskörden minus energiinsatsen. Effektiviteten kan också beräknas som en *energibalans*, vilket är kvoten mellan energin i den skördade biomassan (bruttoenergiskörd) och den insatta energin vid odling och skörd (Energimyndigheten 2008c). I det nedanstående beskrivs energiskördar och energikvoter för olika energigrödor. Både energiskördarna och kvoterna varierar kraftigt beroende av vilken energigröda som odlas. Även var i Sverige odlingen sker påverkar skörden och kvoten. Beräkningarna är baserade på primärenergianvändning, d.v.s. det är förbrukningen av primära energiråvaror som biomassa och råolja som beräknas. Energivärdet är beräknat för biomassan innan något biobränsle producerats.

2.2.1 Nettoenergiskördar

Figur 1 nedan beskriver variationen i nettoenergiskördar för några olika energigrödor.



* Avser helträdsskörd exkl. stubbar ** Avser vårskörd

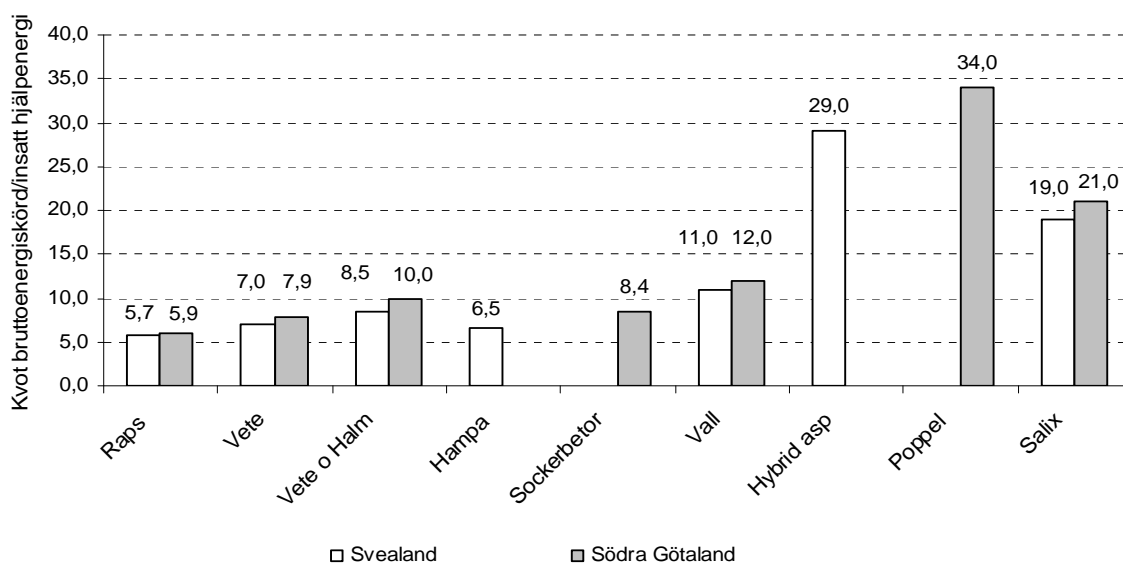
Figur 1 Genomsnittlig brutto- och nettoenergiskörd (nettoenergiskörd är bruttoenergiskörd minus energiinsats) för några energigrödor odlade i södra Götalands slättbygder. Värdena inom parantes anger hektarskörd i ton torrs substans per år.

Källa: Börjesson 2007a

Nettoenergiskörden är beräknad per hektar och år på en genomsnittlig åkermark i södra Götalands slättbygder (figur 1). Det finns uträknat nettoenergiskördar för de flesta grödor och områden i Sverige (Börjesson 2007a). Variationen i nettoenergiskörd mellan olika grödor är betydande, från knappt 20 MWh per hektar och år för raps till cirka 60 MWh per hektar och år för sockerbetor med blast. Avkastningen för respektive gröda betyder mycket för utbytet. För de "nya" energigrödorna, exempelvis hampa, rörlfen och hybridasp är osäkerheten större i beräkningarna av skördar och energiutbyte, eftersom det finns färre studier att hänvisa till.

2.2.2 Energibalanser

Figur 2 visar variationen i energibalans för några olika energigrödor. Energibalansen är beräknad som en kvot utifrån bruttoenergiskörd dividerad med energiinsats. Ju högre kvoten är ju bättre. Kvoten kan variera mycket, från cirka 6 vid rapsodling till drygt 30 vid poppelodling (med en omloppstid på 15 år). Energibalansen följer i stort sett mönstret från nettoenergiskörd per gröda. Som jämförelse är energibalansen (kvoten) för restprodukter från skogen (grot, d.v.s. grenar, ris och toppar) samt skörd av spannmålshalm oftast mellan 25 och 30.



Figur 2 Energibalanser (kvoten bruttoenergiskörd dividerat med energiinsatsen) för några olika energigrödor odlade i södra Götalands och Svealands slättbygder. Kvoterna redovisas även med siffror.

Källa: Börjesson 2007a

2.3 Effektiva bioenergisystem

Nyttan med att odla energigrödor, med avseende på energi- eller miljöeffektivitet eller att skapa fler arbetstillfällen, bör värderas utifrån ett vidare perspektiv. Den slutliga nyttan bestäms i hög grad av omvandlingssystemets egenskaper. Detta gäller oavsett om energigrödorna används för uppvärmning, el-generering eller till drivmedel för transport. När olika energigrödor ska jämföras, utifrån energi, miljö och sysselsättningssynpunkt, måste hela produktionssystemet beaktas. Ytterligare en viktig aspekt är vilka bi- eller restprodukter som bildas och hur de sedan kan användas eller används.

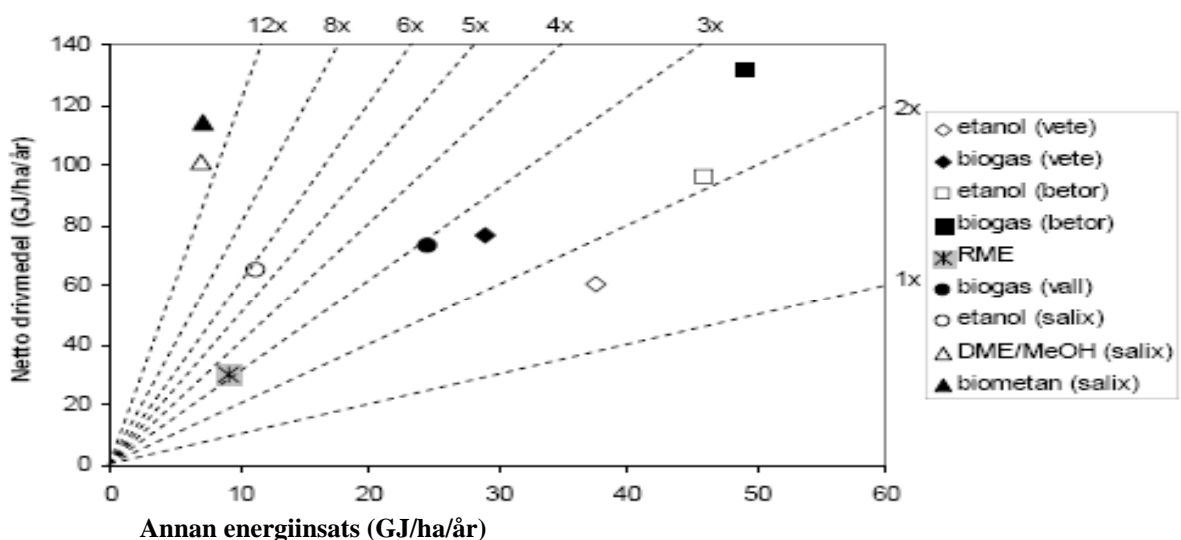
2.3.1 Energieffektivitet

Det finns ingen standardiserad metod att belysa effektiviteten hos olika bioenergisystem. Man måste bara vara aktsam på att de använda indikatorerna är beräknade på samma sätt och att syftet med jämförelsen är klarlagd, så att jämförelsen baseras på siffror som är relevanta att jämföra. Omvandlingen till kommersiella bränslen och hur dessa används ska räknas med i sammanhanget för det avgör hur stor den totala nyttan uttryckt per hektar kan bli för respektive energigröda. Om uppgiften är

att förse en villa med värme och el finns ett flertal alternativa sätt att lösa detta med biobränslen. Biomassa kan exempelvis omvandlas till pellets eller flis. Biomassa kan också bli biogas. Dessa energiprodukter kan sedan utnyttjas i olika anläggningar som kan producera värme och/eller el.

Ser man på energieffektiviteten utifrån hur stor areal som krävs för att klara uppvärmningskravet är salix det mest effektiva följt av poppel, vall och havre. Salix, poppel och havre används härvidlag i en förbränningsanläggning för kraftvärme (0,75 värme och 0,25 el). Vallgrödan omvandlas först till biogas innan gasen utnyttjas för att producera värme och el. Salixen visar sig vara mer än dubbelt så effektiv som havre eller vall för att uppfylla värme- och elbehovet.

Är uppgiften att förse våra fordon med drivmedel kan åkermarkseffektiviteten anges på lite olika sätt. Vid framställning av drivmedel åtgår en insatsenergi vid odling, tillverkning av drivmedel och även vid transport till drivmedelsanläggningen. Denna energiinsats kan tas från olika energislag, vilket innebär att nettoutbytet av drivmedel kan påverkas av förbrukningen av annan energi än drivmedel. Exempelvis • biogas (vall) kan ge tre gånger (3x) mer energi i form av drivmedel 75 GigaJoule (GJ) än vad som krävs vid framställningen (25 GJ) (figur 3).



Figur 3 Nettoutbyte av drivmedel per hektar och år samt förbrukning av annan energi än drivmedel vid produktion De streckade linjerna indikerar hur de olika alternativen placerar sig i förhållande till energikvoten som är nettoproduktion av drivmedel dividerat med annan energiinsats än drivmedel.

Källa: Energimyndigheten 2008c

Figur 3 har dock inte beaktat energivärdet i eventuella bi- och restprodukter. Det kan få konsekvenser för energiutbytet om energiinnehållet i restprodukten räknas eller om energiinsatsen fördelas mellan det erhållna drivmedlet och restprodukten. De två mest avgörande faktorerna för spridningen i resultat vid jämförelser av energieffektivitet är systemgränsdragning och val av fördelningsmetod. Kan exempelvis en drivmedelsanläggning utnyttja restprodukter från processen, restvärme från närliggande industri eller kanske biobränslen istället för fossila bränslen så blir energi- och särskilt klimateffektiviteten bättre.

2.3.2 Livscykelanalyser

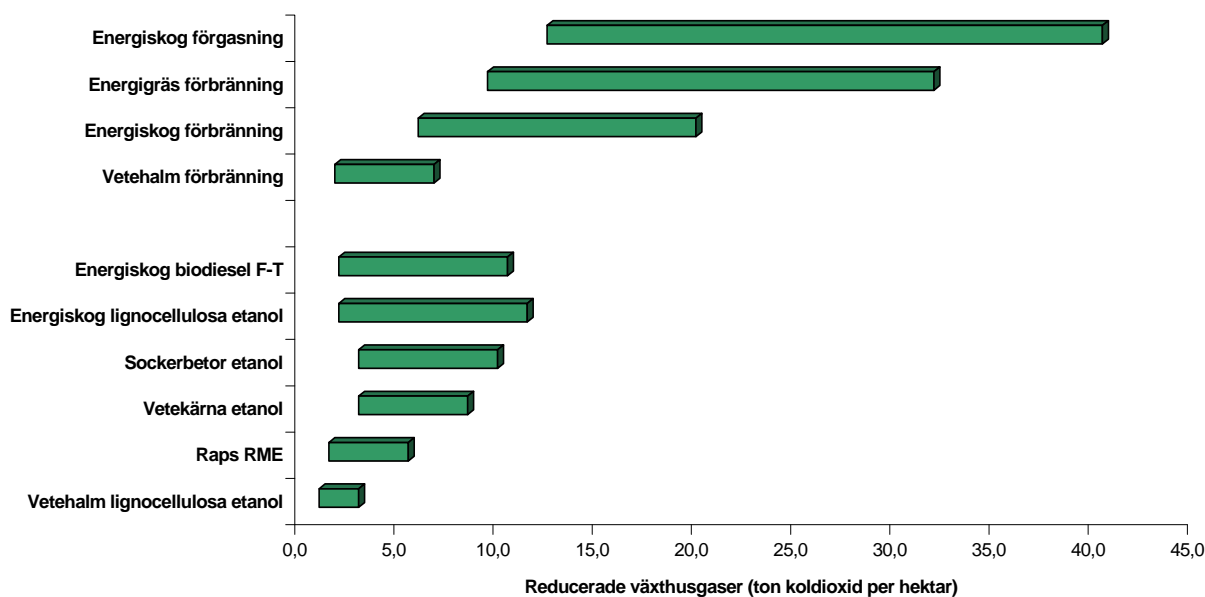
För att analysera effektiviteten hos olika produktionssystem för bioenergi (dvs. nettoeffekten av produktionens växthusgasutsläpp och den mängd koldioxid från fossila bränslen som ersätts) har livscykelanalyser (LCA) använts. Olika produktionssystem för bioenergi kan sedan jämföras med de för fossila bränslen. Genom att genomföra livscykelanalyser för olika produktionssystem med bioenergi inklusive odling av energigrödor kan potentiella miljöeffekter skattas. Livscykelanalyser är bäst lämpade till att analysera miljöeffekter som verkar på en global skala (växthusgaser, luftföroreningar, etc.).

I OECD:s rapport (OECD/CAD/TA 2009) om bioenergi, marknad och strategier finns en sammanställning av livscykelanalyser (LCA) över olika produktionssystem för att tillverka biobränsle (figur 4). Resultaten från olika livscykelanalyser är mycket beroende av var avgränsningarna (staketet) läggs och vilka processer som innefattas (odlings- och omvandlingsfas). Även hur biprodukterna fördelas och vilken processenergi som används kan radikalt förändra resultaten. Därför måste de bakomliggande förutsättningarna redovisas noggrant för att man ska kunna avgöra om olika livscykelanalyser verkligen är jämförbara.

I figuren visas därför ett spann för reduceringsmöjligheten av växthusgaser för varje slags biobränsle. Det är viktigt att hålla isär biobränsle för värmeproduktion och för transportbränsle eftersom dessa har helt olika energikvalitet. Framförallt visar jämförelsen den stora potentialen i att producera biobränsle för värmeproduktion.

Normalt ska en livscykelanalys visa det rådande tillståndet med tillgänglig teknik. Men kommande tekniska utveckling kan kraftigt förbättra effektiviteten (andra generationens biodrivmedel). Dock finns det hittills endast lite underlag samlat om andra generationens biodrivmedel, vilket medför stor osäkerhet i livscykelberäkningarna.

Figur 4 visar också på stora skillnader och att det finns en stor potential för effektivisering genom ny teknik.



Figur 4 Den reducerade mängden koldioxid (ton/hektar) från olika biobränsle har jämförts med respektive utbytbara fossila bränsle Sammanställning av olika livscykelanalyser.

Källa: OECD 2009 (Woods and Bauen, Elsayed m.fl.)

2.3.3 Beräknad miljöeffektivitet – reducering av koldioxid per hektar

Pål Börjesson har gjort en sammanställning över miljöeffektiviteten för de tre alternativa energisystem som ingår i denna rapportens scenarier, sammanställningen har han baserat på sina senaste studier (tabell 1). Det finns dock ännu ingen publikation där dessa tre energisystem har jämförts direkt då man normalt inte brukar jämföra drivmedel med värme då dessa ju är olika energitjänster. (Personligt meddelande Pål Börjesson)

Utgångspunkten var odling på jämförbar och bra åkermark i södra Sverige (motsvarande 7500 kg höstvetete per hektar) där ettåriga grödor normalt odlas. I etanolalternativet antas halm användas som bränsle i anläggningen, d.v.s. 60 procent av halmskörden, resten plöjs ner av ekologiska skäl. Den indirekta nyttan med att drank från etanolproduktionen ersätter sojafoder (och lite foderspannmål) samt att rötrester från biogasproduktionen ersätter mineralgödsel är inkluderad. En positiv effekt vid odling av vall och energiskog jämfört med odling av spannmål är att en viss ökad kolinbindning i marken ingår.

Tabell 1 Ton reducering av koldioxidekvivalenter per hektar energigröda jämfört med olika fossila bränslen; Etanol, biogas och metanol ersätter bensin. Energiskog ersätter eldningsolja I exemplet med etanol låter man överskottshalm som inte behövs i etanolanläggningen ersätta eldningsolja.

Process	ton koldioxid ekv./ha
Etanol från vetekärna	4,1
Biogas från energivall	5,9
Värme från energiskog	12,0
Ny teknik	
Metanol från energiskog via termisk förgasning	8,1
Etanol från vetekärna (överskottshalm ersätter eldningsolja för värme)	6,9
Värme från energigräs	16,0

Källa: Pål Börjesson, personligt meddelande

2.4 Möjlig utbredning för odling av energigrödor

Energigrödornas möjliga utbredning och bidrag till att nå en måluppfyllelse för minskad klimatpåverkan och minskat oljeberoende beror av de enskilda grödornas odlingsekonomi, geografiska lämplighet och jordbrukarnas flexibilitet i att utnyttja sina resurser i form av mark och maskinpark. Den normalt pågående utvecklingen (teknik och struktur) inom svenskt jordbruk måste också ingå i beräkningarna av den möjliga expansionstakten för bioenergin. Bakgrundsuppgifter till analysen har bl.a. tagits från Jordbruksverkets rapport ”Jordbruket om tio år” (Jordbruksverket 2008c).

För de traditionella livsmedels- och fodermedelsgrödorna finns det goda kunskaper om var de kan odlas och vilka skördar de kan ge. De nya grödornas (hampa, szarvasi, etcetera) potential för energiproduktion är betydligt osäkrare.

Vete och raps odlas främst på bättre åkermarker i Götalands och Svealands slättbygder. Odlingen av sockerbetor är begränsad till de bördigaste markerna i södra Sverige. Sockerbetor har historiskt sett odlats, och kan odlas på som mest 70 000 hektar. Odlingen av raps begränsas av växtföljdsjukdomar och kan med dagens odlingsmaterial maximalt uppgå till 160 000 -180 000 hektar.

Även för salix, poppel och hybridasp finns begränsningar. De passar bäst på god åkermark och med lite mer nederbörd (>400 mm/säsong), Salix har minst anspråk och poppel har högst. En begränsande faktor är målet att bevara odlingslandskapet öppet och variationsrikt. Miljömålet *Ett rikt odlingslandskap* anger att den biologiska mångfalden och kulturmiljövärdena ska bevaras och stärkas.

2.4.1 Tillgänglig jordbruksmark

Hur mycket av åkermarken som kan komma att användas till att odla energigrödor till biobränsle är beroende av ett flertal faktorer. De dominerande faktorerna är hur efterfrågan på biobränslen utvecklas och hur kraftig priskonkurrensen från livsmedels- och fodermedelsproduktionen blir. När en prisjämvikt infunnit sig mellan livsmedel och energi (spannmålspris kontra oljepris) och behovet av livsmedel är tillgodosett finns det några olika strategier för att få fram mer bioenergi från åkermark:

- Uppodling av mark genom att utnyttja skogsmark eller tidigare nedlagd jordbruksmark
- Förändring av grödfördelning genom att odla grödor med bättre avkastning eller utnyttja mer trädad mark
- Förändring av intensitet genom att öka insatserna t.ex. gödslingen eller använda effektivare odlingsteknik

Det finns ytterligare några ekonomiska faktorer som kan påverka inriktningen på odlingen av energigrödor. Det kan ske genom att:

- Priskonkurrensen från skogsråvaror förändras
- Fler riktade ekonomiska styrmedel införs

2.4.1.1 Ökad uppodling

I en rapport (Jordbruksverket 2008a) har den jordbruksmark kartlagts som tagits ur produktion under den senaste 25-årsperioden. Under perioden har den totala åkerarealen i Sverige minskat med cirka 275 000 hektar. Bland dessa hektar är det en relativt liten andel som på kort sikt åter kan tas i bruk för odling.

Många av de tidigare lämnade skiftena är små, det är vanligt förekommande med brukningshinder och det kan även krävas en restaurering av de igenväxta markerna för att få ny hävd. Sätts en nedre gräns för arealen per åkerskifte på 2 hektar återstår omkring hälften av den areal som idag (2008) inte utnyttjas. Om man även räknar bort de marker som ligger illa till eller på annat sätt inte lämpar sig för odling återstår det maximalt 100 000 hektar av den tidigare odlade jordbruksmarken. Denna areal, kan möjligen användas vid odling av energigrödor med kort rotationsperiod. Förutom de rent fysiska hindren finns det några faktorer som vid nuvarande tekniska och ekonomiska läge omöjliggör en lönsam produktion och en ökad uppodling:

- Avkastningen på fältet understiger 3 500 kg spannmål per hektar
- Storleken på åkerskiftet understiger 2 hektar

2.4.1.2 Förändrad grödfördelning

I Sverige odlades 2007, spannmål till livsmedel och djurfoder på cirka 1,0 miljon hektar, vall till djurfoder på cirka 1,1 miljon hektar och cirka 0,2 miljoner hektar användes inte till livsmedels- eller foderproduktion alls, utan låg obrukade eller i träda.

Resterande 0,35 miljoner hektar användes till övriga grödor, raps, potatis, sockerbeter, etcetera (SCB 2008a).

Finns det endast en begränsad areal tillgänglig kan en av lösningarna för att öka avkastningen vara att byta odlingsteknik och/eller gröda. Livsmedelsproduktionen av spannmål kan exempelvis koncentreras till höst- och vårvete, som är mer högavkastande sädesslag. Foderproduktionen kan exempelvis koncentreras till de mest högavkastande fodergrödorna; höstråg, korn, ensilagevallar samt majs i de områden där detta är möjligt. Den obrukade marken och trädan kan i större utsträckning användas till fleråriga energigrödor. Antalet husdjur, nötkreatur och grisar, har grovt räknat minskat med 20 procent under perioden 1993-2007 (SCB 1999, 2003). Foderproduktionen och arealbehovet antas ha minskat i ungefär motsvarande grad.

Genomförs de beskrivna förändringarna och produktionen anpassas till husdjurens foderbehov samt till de historiskt, 1993-2002, ”normala” totalskördarna av brödsäd, kan mellan 200 000 och 500 000 hektar åker frigöras. Denna areal kan sannolikt användas för odling av energigrödor. Detta förutsatt att vi exempelvis inte ökar vår köttproduktion istället.

2.4.1.3 Förändrad intensitet

En strategi för att frigöra mer areal till energigrödor kan vara att öka avkastningen i den kvarvarande odlingen av brödsäd och slåttervall. Detta kan nås genom att samma mängder av livsmedlen och fodermedlen skördas från en mindre areal. Möjligheterna till högre avkastning, på kort sikt, finns främst i att förändra tekniken för sådd, jordbearbetning, gödsling, växtskydd och skörd. I redovisade fältförsök om jordbearbetning, gödsling, växtskydd, etcetera har ofta skördeökningar på upp till fem procent nåtts (Jordbruksverket 2008d). Normskördarna för exempelvis slåttervall och höstvete ligger också mycket lågt gentemot de potentiella skördar som redovisas i försök (SCB 2008a). Görs teknikuppgraderingar vid sådd, jordbearbetning och skörd samt införs bättre styrda gödslings- och växtskyddsåtgärder kan troligtvis ungefär en femprocentig ökad genomsnittlig avkastning nås. Detta skulle innebära att ytterligare cirka 90 000 hektar åkermark kunde frigöras till odling av energigrödor.

2.4.1.4 Jordbruksareal tillgänglig till bioenergiproduktion

Genomförs alla de ovan beskrivna förändringarna kan mellan 300 000 och 650 000 hektar frigöras för odling av energigrödor. Den utnyttjade arealen ligger någonstans vid 400 000 hektar för att den inte i någon högre grad ska påverka odlingen av bröd- och foderspannmål.

Genom åren har det gjorts en hel del uppskattningar av hur mycket bioenergi som kan produceras från jordbruket. Avgörande för hur mycket bioenergi som kan produceras är förstås vilka åkermarker som kan bli tillgängliga och vilka skördar som kan uppnås på dessa marker. De flesta av studierna har kommit fram till att 400 000 – 600 000 hektar åkermark kan bli tillgänglig för energiproduktion.

I den statliga utredningen ”Bioenergi från jordbruket - en växande resurs” (SOU 2007) gjordes en ansats att visa hur jordbrukets biomassaproduktion kan variera beroende på vilken typ av åkermark som väljs och var i landet odlingen sker. Underlaget baserades på data från Börjesson (2007a). I tabell 2 görs en koppling mellan data från Börjesson

med de ovanstående beskrivna tillgängliga arealerna. Detta görs i syfte att åskådliggöra variationerna och vilka möjligheter som finns till bioenergiproduktion och får inte betraktas som en prognos.

Tabell 2 Exempel på möjliga energitillskott från energigrödor i Sverige

Exempel	Biomassaproduktion	Beskrivning
Träda och obrukad areal	4 Twh	200 000 hektar av åkermarken. Avser odling på mark med genomsnittlig produktionsförmåga
Åkermark som används för produktion av foderspannmål	5-6 Twh	140 000 hektar av åkermarken eller 20 % av fodersådaarealen. Avser odling på relativt högavkastande mark. Övervägande i Svealand och Götaland
Åkermark som används för produktion av slåttervall	6-8 Twh	220 000 hektar av åkermarken eller 20 % av vallarealen. Avser odling på relativt högavkastande mark. Övervägande i skogsbygd och i Götaland
Nedlagd jordbruksmark	1-2 Twh	100 000 hektar gammal åkermark. Avser odling på mark med relativt låg produktionsförmåga
Förbättrad odlingsteknik och gödslingsstrategi som effektiviserar spannmåls- och vallodlingen och som höjer avkastningen med 5 % och minskar behovet av odlingsmark.	3-4 Twh	Ytterligare 90 000 hektar åkermark frigörs. Avser odling på relativt högavkastande mark. Övervägande i Svealand och norra Götaland.
15 % åkermarkavsättning motsvarande 400 000 hektar jämt fördelade över Götaland och Svealand dock med en lägre andel i Norrland (som en jämförelse med de ovanstående åtgärderna med olika energitillskott)	12 – 16 TWh	Den lägre biomassaproduktionen innebär att en mix av bioenergi-grödor odlas på genomsnittlig mark. Den högre produktionen innebär en produktionsökning genom växtförädling och utvecklad odlingsteknik för energigrödor (tidshorisont 2020)

Källa: Sammanställt från Börjesson 2007a, Energimyndigheten 2008c, Jordbruksverket 2008a och Jordbruksverkets beräkningar utifrån jordbruksstatistiken 1993-2007.

2.4.2 Prisrelationer

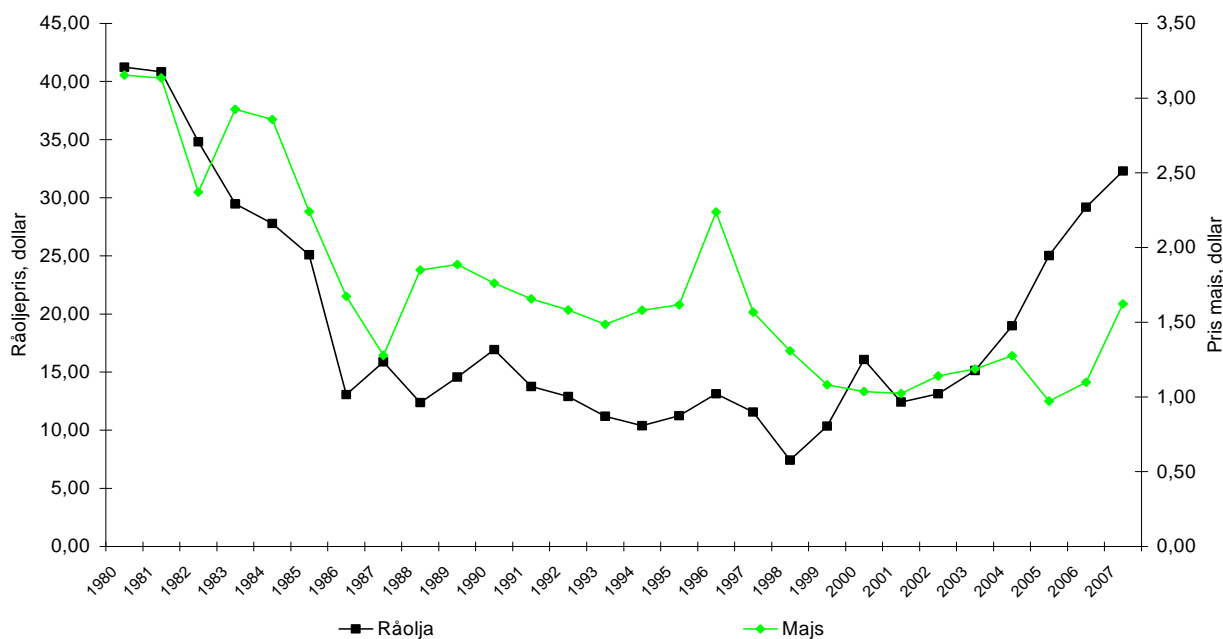
Möjligheterna till en ökad produktion av bioenergi från jordbruket påverkas främst av pris konkurrensen mellan energigrödor och livsmedel och foder. Även andra prisrelationer är viktiga för möjligheterna att framställa mer energi från jordbruket. Ett exempel är prisrelationen mellan fossila bränslen och bränslen från biomassa. Denna prisskillnad kan t.ex. påverkas genom olika former av ekonomiska styrmedel. Ett annat exempel är prisrelationerna mellan olika råvaror till biobränslen. Här spelar olika odlingsförutsättningar stor roll, skördenivåer, skördeteknik, etc. Dock konkurrerar

restprodukter som grot, avfall, gödsel, etc. lätt ut de odlade energigrödorna prismässigt. Så länge avfalls- och biprodukter finns tillgängliga är det oftast ekonomiskt olönsamt att odla energigrödor. Här har statliga styrmedel liten verkan.

Prisrelationen mellan olika bioenergi produkter påverkas även av produktionsprocessen. Generellt kan sägas att bränslen till uppvärmning är billigast att framställa och drivmedel som framställs genom jäsnings eller rötning är dyrast. Den tekniska utvecklingen kommer i framtiden att ha stor betydelse för kostnadsutvecklingen att framställa bi bränslen.

2.4.2.1 Energipriser kontra livsmedels- och fodermedelspriser

Bland annat organisationen Agricultural marketing resource center (www.agmrc.org) har jämfört priset på råolja (dollar/fat) med priset på majs (dollar/spann) under en 27 årig period (1980-2007). Till stor del har råoljepriserna och majspriserna följts åt över tiden. Det har ofta varit med en liten tidsförskjutning för priserna på majs, genom att dessa slår igenom med lite fördröjning gentemot råoljepriserna (figur 5).



Figur 5 Förändring i råolje- och majspriser i USA mellan 1980-2007

Källa: Energy Information Administration, USDA NASS

2.4.2.2 Priser på bi bränslen från jordbruk, skog, samt avfalls- och biprodukter

För produktion av värme och el har värmekraftverken en mängd olika bränsleråvaror att välja mellan. Pris bilden för bi bränslen styrs dels av det pris värmeverk och pelletsfabriker betalar för bränsleråvaran (tabell 3) och dels av priset på fossila drivmedel (tabell 4).

Tabell 3 Betalning från värmeverk för olika bränsleråvaror (kr/MWh) kvartal 1 och 4, 2008

Bränsle	2008:1	2008:4
	kr per MWh	kr per MWh
Salixflis	159	174
Grot	124	124
Returträ, spån	68	76
Torv	148	148
Energivall, Halm	120	120

Källa: Energimyndigheten, prisblad 2009/1

2.4.2.3 Drivmedels- kontra spannmålspriser

Priserna på fossila bränslen har varierat kraftigt under de senaste åren. Priserna på diesel och bensin i Sverige är dels avhängigt av råoljepriset dels av energi- och miljöskatterna. Dessutom kan valutakursen mellan dollar och svenska kronor påverka priset. I en jämförelse med priset på etanol eller biodiesel från spannmål respektive raps blir osäkerheten stor på grund av varierande spannmålspriser och produktionskostnader samt möjligheten att få avsättning för biprodukterna (bilaga 3).

En känslighetsanalys med ett råoljepris på mellan 40 och 100 dollar per fat ger det resultat som visas i tabell 4. Marknadspriiset (Köpenhamn) var i april 2008 för korn och raps, 2,05 kr/kg respektive 3,25 kr/kg. Dessutom var priset på importerad etanol sådant att det motsvarade en betalningsförmåga för korn på 1,32 kr/kg.

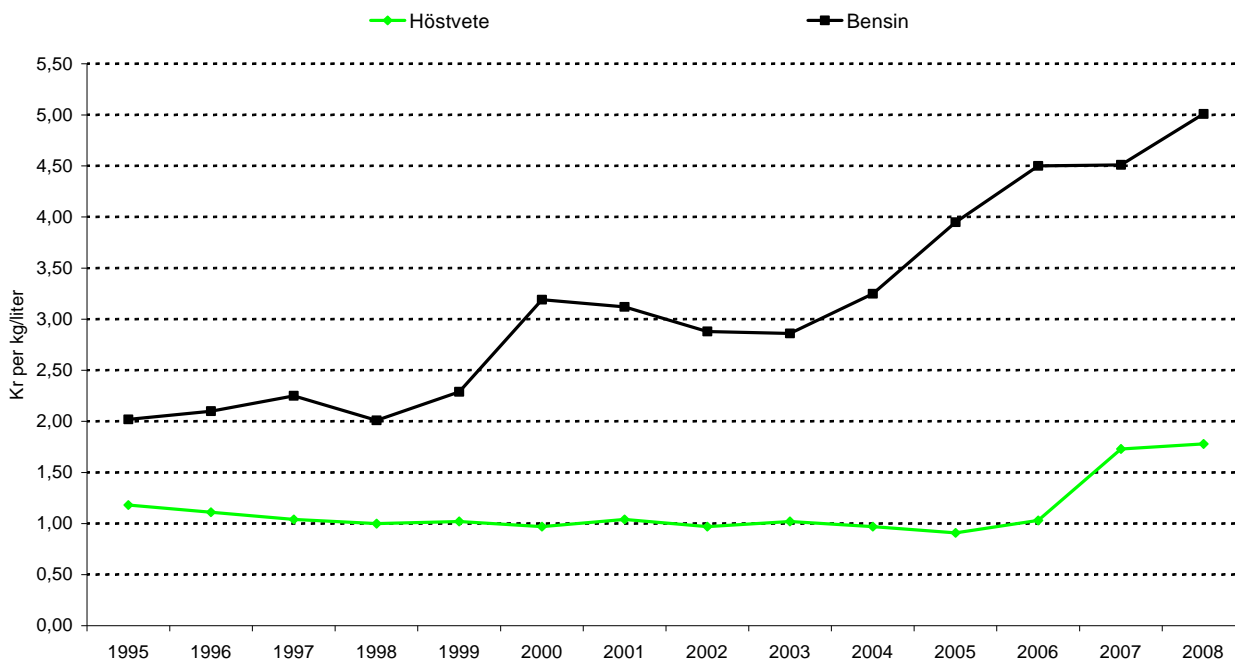
Tabell 4 Betalningsförmågan i Sverige för korn och raps som råvara till biodrivmedelstillverkning vid priser på råolja från 40 till 100 dollar, exemplet gäller vid en dollarkurs på 6,52.

Råolja (bensin/diesel)*	Råolja	Etanol/korn**	Biodiesel/raps**
kr/lit	\$/barrel	kr/kg	kr/kg
1,64	40	1,40	2,58
2,05	50	1,51	2,73
2,46	60	1,62	2,89
2,63	64,2	1,66	2,96
2,87	70	1,72	3,05
3,28	80	1,83	3,20
3,69	90	1,94	3,36
4,10	100	2,05	3,52

* exklusive skatt/produktionskostnad/marginal ** förutsatt att biprodukterna kan avyttras

Källa: Jordbruksverkets beräkningar, se bilaga 3 Råoljepriset var 64,20 dollar/barrel, april 2008

Avräkningspriset för höstvetete har i Sverige legat relativt konstant mellan 1,00-1,20 kr per kilo under perioden 1995-2005 (figur 6). Försäljningspriset för bensin (exklusive skatter) har däremot stigit från 2,00 till 3,60 kronor under samma period. Efter 2005 har priserna stigit relativt lika avseende höstvetete och bensin så förhållandet är fortfarande ungefär ett till tre. Under 2008 var betalningsförmågan för höstvetete till etanolframställning cirka 1,60 kr per kilo vid ett råoljepris på cirka 2,70 kr per liter (cirka 5,00 kr per liter bensin) (tabell 4). Så länge detta förhållande består (inklusive nuvarande skatter på fossila bränslen) är det ekonomiskt lönsamt att framställa etanol från spannmål.



Figur 6 De faktiska priserna i Sverige på bensin 95 oktan (exkl. skatter) respektive höstvetete
Årsmedelpriser tidsserie 1995 -2008

2.4.3 Produktionskostnader

En fördel med att utnyttja konventionella grödor som energigrödor är att befintlig odlingsteknik och resurser kan utnyttjas. Dock är produktionskostnaderna för de nya energigrödorna (hampa, szarvasi, etcetera) lägre och de har dessutom potential att sänkas ytterligare. På längre sikt kommer därför konkurrenskraften att stärkas för de nya energigrödorna kontra de konventionella grödorna (Energimyndigheten 2008c).

I tabell 5 beskrivs de ungefärliga kostnadsförhållandena vid odling av olika energigrödor i Götalands mellanbygder år 2007. I de beräknade produktionskostnaderna ingår odlingskostnad, maskinkostnad, ränta, overhead, lagringskostnader och tre mils transportkostnader utom för ensilagevall (Energimyndigheten 2008c). Siffrorna är endast till för en jämförelse. De är bara ungefärliga och får inte tas som exakta.

Tabell 5 Produktionskostnader (kr per MWh) för traditionella jordbruksgrödor och några speciella energigrödor, för 2007. Kostnaderna är bl.a. beroende av skördenivå och produktionsområde. I tabellen visas produktionskostnader för energigrödor odlade i Götalands mellanbygder utifrån beräknade normalskördar.

Produktions- område	Höstvete reducerad bearbetning	Höst- raps	Socket- betor	Ensilage -vall	Helsäd	Salix	Elefantgräs (Szarvasi)	Hybrid- asp	Gran gödslad
Götalands mellanbygder	296	425	357	280	237	160	213 (177)	220	285

Källa: Jordbruksverket bearbetad data från Energimyndigheten 2008c

2.5 Verksamma styrmedel

Statliga styrmedel kan delas in i fyra olika typer; administrativa (lagar och regler), ekonomiska, informativa och FoU. Ett styrmedel kan ofta innehålla mer än en typ av åtgärd, exempelvis innehåller det ekonomiska styrmedlet, handel med utsläppsrätter, både administrativa krav (lagkrav) som informativa inslag. Administrativa styrmedel i form av regleringar enligt miljöbalken har varit grunden i den svenska miljöpolitiken. Skatter har annars varit det främsta styrmedlet för att nå mål inom energi- och miljöpolitiken.

2.5.1 Energi- och koldioxidskatter

Ett av de viktigaste incitamenten för främjande av biodrivmedel i Sverige är skattestrategin för alternativa drivmedel. Strategin innebär att koldioxidneutrala drivmedel och fasta bränslen generellt befrias från koldioxidskatt och energiskatt. Dagens energiskattesystem baseras på en kombination av koldioxidskatter, energiskatter på bränsle, effektskatt på kärnkraft och konsumtionsskatt på el. För delar av näringslivet samt vid produktion av kraftvärme utgår reducerad skatt. Skattesystemet regleras av *lagen (1994:1776) om skatt på energi*.

2.5.2 El-certifikat

El-certifikat är ett stödsystem för att öka användningen av förnybar el. Systemet är teknikneutralt och omfattar olika typer av förnybara energikällor för att främja den mest kostnadseffektiva, förnybara elproduktionen. Hittills har systemet lett till en kraftigt ökad produktion av el i befintliga biobränsleeldade anläggningar.

2.5.3 Utsläppsrätter

Utsläppshandel bygger på att aktörer kan handla med utsläppsrätter under ett gemensamt tak för de totala utsläppen av växthusgaser. Varje år ska de utsläpp företagen orsakat kompenseras med ett motsvarande antal utsläppsrätter. Syftet med utsläppshandeln är att öka kostnadseffektiviteten för att minska utsläppen. När utsläppstaket sänks, uppstår en ökad brist på utsläppsrätter och priset på utsläppsrätter stiger. När kostnaden för att minska utsläppen, genom förändringar i produktion, bränslekonvertering eller energieffektiv teknik är lägre än priset på utsläppen så genomförs de utsläppsminskande åtgärderna. En förutsättning för att handeln ska leda till minskade utsläpp är att det finns en brist på utsläppsrätter på marknaden.

Det går att köpa utsläppsrätter direkt från ett företag eller via någon av de många mäklare, börser eller andra förmedlare som etablerat sig på marknaden. För att handla direkt inom EU:s handelssystem krävs ett konto i SUS, Sveriges elektroniska register för utsläppsrätter (eller i annat EU-lands register). Alla försäljningar och inköp av utsläppsrätter ska registreras i ett särskilt nationellt register (i Sverige SUS) för utsläppsrätter. SUS administreras av Energimyndigheten och används bland annat tillsammans med verifierade utsläppsrapporter till Naturvårdsverket för att varje år ställa samman statistik över företagens årliga utsläpp och hur utsläppen kompenseras med utsläppsrätter.

2.5.4 Teknikstöd

Naturvårdsverkets klimatinvesteringsprogram (*Klimp*) har pågått sedan 2003 och ger möjlighet för kommuner och andra aktörer att söka bidrag för åtgärder som minskar utsläppen av växthusgaser. Åtgärderna måste ingå i ett program som omfattar klimatstrategier, helhetsperspektiv mm. Teknikupphandling har tillämpats som ett statligt styrmedel i Sverige för att stimulera utvecklingen av ny energieffektiv teknik sedan 1990. Energimyndigheten har genomfört 55 teknikupphandlingar på energiområdet mellan åren 1990 och 2005 för att främja och påskynda utvecklingen av ny teknik.

2.5.5 Använda styrmedel inom transportsektorn

Inblandningskrav och importtullar

Direktivet om främjande av energi från förnybara källor (*Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/28/EG*) anger att varje medlemsland senast till år 2020 ska använda förnybara drivmedel motsvarande tio procent av alla drivmedel. På all importerad etanol för inblandning i E85 eller E95, tas en tull ut på 6,5 %. Det motsvarar cirka 15 öre per liter ren etanol importerad från Brasilien. För ”ren” odenaturerad etanol med mer än 80 procent alkoholhalt som är tillverkad utanför EU är tullen för närvarande 1,86 kr per liter etanol. EU-kommissionen har under 2008 beslutat om regler för koldioxidutsläppen på nya bilar från 2012, maximalt 130 gram/km. EU-kommissionen har även beslutat om att vanlig bensin ska kunna blandas med tio procent etanol och biodiesel med sju procent. Dessa regler ska dock godkännas av varje medlemsland innan det blir lag.

Miljörelaterade skatter

Koldioxid- och energiskatt på drivmedel

Från och med första januari 2008 är koldioxid- och energiskatten 5 kr 29 öre per liter bensin och 4 kr 16 öre per liter diesel. De procentuella nedsättningar som gällt för bland annat jord- och skogsbruk kommer att börja tas bort med början 2011. De förnybara drivmedlen är befriade från både koldioxidskatt och energiskatt.

Fordonsskatt

Den årliga fordonsskatten för nya personbilar av modellår 2006 eller nyare och för äldre bilar i miljöklass 2005, samt el- och hybridbilar, är från första oktober 2006 differentierad efter utsläppen av koldioxid.

Miljörelaterade stöd

Stöd via Naturvårdsverket

Ett bidrag för uppförande av tankställe för andra drivmedel än etanol tillkom i slutet av 2006 till följd av lag (2005:1248) om skyldighet att tillhandahålla förnybara drivmedel. Syftet med bidraget är att stimulera etablerandet av tankställen för andra förnybara drivmedel än det investeringsmässigt fördelaktiga drivmedlet etanol.

Stöd via Vägverket

Regeringen har från den 1 april 2007 infört en miljöbilspremie på 10 000 kronor för att uppmuntra fler privatpersoner att köpa bränsleeffektiva bilar och bilar som drivs med förnybara drivmedel. Premien gäller till och med den 31 december 2009 och omfattar privatpersoner som köper en ny miljöbil i enlighet med Vägverkets definition.

Förslag till nytt styrmedel

Det finns några förslag till ändrade eller nya styrmedel för transportsektorn. Ett förslag är att införa en differentierad kilometerskatt för den tunga trafiken. I genomsnitt skulle skatten behöva vara minst 14 kr per mil för att få effekt (SIKA PM 2007).

2.5.6 Svenska landsbygdsprogrammet 2007-2013

Det svenska landsbygdsprogrammet godkändes av EU-kommissionen den 28 juni 2007. Landsbygdsprogrammets åtgärder finansieras både från EU:s budget och nationellt. Under programperioden satsas totalt 35 miljarder kronor (cirka 5 miljarder per år). Inom programmet finns en rad möjligheter att på olika sätt främja produktion och förädling av förnybar energi. Flera av åtgärderna är av investerings- eller projektstödscharakter.

Investeringsstöd för att plantera energiskog och energigrödestöd

Energiskogen kan planteras på all åkermark och man kan få upp till 50 % av investeringskostnaden, dock maximalt 5 000 kronor/ha.

För all areal med stödrätter får man gårdsstöd även om man väljer att odla grödor som används till annat än livsmedel och foder. Utöver gårdsstödet fanns till och med 2009 möjlighet till särskilt energigrödestöd. Stödet kräver kontrakt och gäller för alla jordbruksgrödor under förutsättning att de används till godkända energiändamål.

Investeringsstöd för gårdsbaserad biogasproduktion

Från och med 2009 finns särskilda medel avsatta för investeringar för produktion av biogas på gårdsnivå. Samma regler som för andra investeringsstöd gäller, dock är stödet förenat med vissa villkor som t.ex. att en viss del av substratet ska utgöras av gödsel.

Projektstöd och företagsstöd

Projektstöd kan sökas av företag om resultatet av planerat projekt kommer flera parter till godo. Om bara det egna företaget gynnas kan det så kallade företagsstödet istället komma ifråga inkluderande även investeringsstöd och bidrag för kompetensutveckling.

2.6 Olika faktorerers påverkanskraft

Några känslighetsanalyser har redovisats i rapporten för att belysa spannvidden av de olika faktorernas påverkanskraft. Exempelvis redovisas en form av kostnadsanalys i avsnitt 4.7 över de olika scenariernas effektivitet i att minska mängden koldioxid (CO₂). I de framtagna 2020-scenarierna ligger priset på höstvetete på 1,06 kr/kg. Eftersom råoljepriset (OECD 2007) samtidigt är satt till 72 dollar/barrel, skulle det enligt tabell 4 medföra en faktisk betalningsförmåga på drygt 1,70 kr per kilo höstvetete (om övriga förutsättningar är oförändrade).

2.6.1 Förändrade spannmåls- och energipriser

Förändrade priser på jordbruksprodukter påverkar möjligheterna till lönsam odling och omfattningen av produktionen av råvaror till biobränslen. Det är relationen mellan priserna på jordbruksprodukter (spannmål, oljeväxter) och priserna på energi (drivmedel, bränsle) som är avgörande för om en odling kan bli lönsam.

Med nuvarande energi- och koldioxidskatt (juni 2009) på bensin och en dollarkurs på 8,00 kr USD/SEK så skulle ett förändrat råoljepris på tio dollar (cirka 20 %) medföra en förändrad betalningsförmåga på cirka 0,20 kronor per kilo höstvetete till etanol. Priset på råolja får därmed en avgörande betydelse för om en odling av energigrödor kan bli lönsam.

2.6.2 Förändrade energi- och koldioxidskatter

För att analysera hur en koldioxid- och energiskatt på biobränsle kan påverka användning och produktion av biobränsle används bl.a. data från rapporten "Tilläggsuppdrag till klimatberedningen" (Energimyndigheten och Naturvårdsverket 2007).

Om nuvarande energi- och koldioxidskatt på bensin skulle förändras med tio procent (0,50 kr per liter) medför det en förändrad betalningsförmåga på cirka 0,20 kronor per kilo höstvetete. Befrielsen från energiskatt och den uteblivna koldioxidskatten har även den stor betydelse för att kunna få en ekonomiskt lönsam odling av energigrödor (höstvetete till etanol).

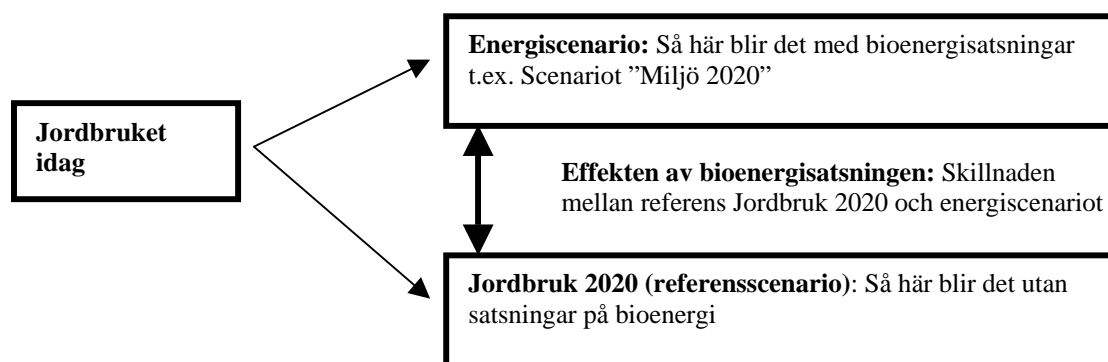
3 Framtidsscenario för svenskt jordbruk

I detta kapitel beskrivs några framtidsscenarioer för svenskt jordbruk med och utan olika satsningar på bioenergi. De visar hur svenskt jordbruk skulle utvecklas om olika energigrödor odlas i större omfattning. Syftet med scenarierna är främst att illustrera samband och riktningar, inte att ge några exakta svar.

3.1 Modell och metod

Optimeringsmodellen SASM (Swedish Agricultural Sector Model) som använts i beräkningarna kan enkelt uttryckt sägas visa hur jordbruket skulle se ut 2020 vid olika uppsatta politiska och ekonomiska förutsättningar, och om samtliga jordbrukare gjorde det som är företagsekonomiskt mest lönsamt att göra.

Figur 7 visar hur resultaten av modellberäkningarna ska tolkas principiellt. Observera att referensscenariot (*Jordbruk 2020*) inte överensstämmer med dagens situation utan visar hur jordbruket skulle se ut efter en anpassning till förväntade priser och produktivitetsutveckling. Detta scenario jämförs med några energiscenarioer som har likadana förutsättningar som referensscenariot men dessutom med någon form av bioenergisatsning. Effekten av en viss bioenergisatsning blir alltså skillnaden mellan hur jordbruket (enligt modellen) hade utvecklats utan en bioenergisatsning och hur jordbruket (enligt modellen) hade blivit med en bioenergisatsning.



Figur 7 Så här ska resultaten från modellberäkningarna tolkas

3.2 Jordbruk 2020 jämfört med dagens jordbruk

De använda scenarierna utgår från de resurser i djur, arealer, byggnader, maskiner, etcetera som fanns inom jordbruket 2007 samt de priser på jordbruksprodukter och energiråvaror som var 2007. De jordbruksstöd, såsom gårdsstödet, som fanns 2007 är medräknade i alla scenarier. Därefter har den mest optimalt lönsamma produktionen för hela jordbrukssektorn 2007 beräknats av SASM-modellen. Detta är inte det samma som den faktiska produktionen för 2007.

Utifrån det beräknade scenariot för 2007 har olika framtidsscenarioer om jordbrukets utveckling till 2020 beräknats. I rapportens analyser har framtidsscenario *Jordbruk 2020* utan någon bioenergisatsning använts som referensscenario.

3.2.1 Använda priser i modellberäkningarna

Alla framtidsscenarier bygger på OECD:s prognostiserade priser fram till 2020. Referensscenariot *Jordbruk 2020* bygger på prisstatistik från bland annat Jordbruksverkets marknadsprisstatistik (bilaga 4). Priserna för kött (nöt, gris, lamm, kyckling och ägg) är för 2008 för att få med de prishöjningar som är kopplade till foderprisökningarna 2007. Priserna bestäms dock i viss mån internt i modellen. Det som anges är exportpris och importpris. Där emellan finns ett intervall där priset kan hamna om det blir jämvikt på den lokala marknaden. Vissa produkter antas heller inte handlas internationellt t ex konsumtionsmjölk, grädde och potatis. Då styrs priserna helt av utbud och efterfrågan på de lokala marknaderna. Det samma gäller för grovfoder, kalvar och smågrisar, vilket ingår i modellen, men dessa faktorer redovisas inte på annat sätt än att de påverkar grödfördelningen samt de totala intäkterna.

Priserna kan också variera inom Sverige eftersom det även finns kostnader för transporter inom Sverige. All import och export antas ske från hamnar i södra Sverige. Detta innebär att priserna i norra Sverige kan bli högre än importpriset om importerade produkter transporteras dit och lägre än exportpriser om produkter därifrån går på export. De globala faktorer som kan påverka utvecklingen i Sverige beaktas först och därefter tas de specifikt svenska påverkansfaktorerna med. Modellen beräknar förväntade förändringar i åkerareal, intensitet, ändrad produktionsinriktning, grödfördelning, etcetera utifrån jordbrukarnas förmodade vinstoptimering. Resultaten kommer att kopplas till de miljöanalyser som återfinns i kapitel 4.

3.2.2 Referensscenario Jordbruk 2020

Referensscenariot *Jordbruk 2020* ska belysa hur jordbruket utvecklas med en oförändrad politik och med utgångspunkt i den mest optimalt lönsamma produktionen 2007 (se ovan). CAP antas alltså vara oförändrad och inga politiska satsningar på bioenergi sker. Produktpriserna antas följa OECD:s prognos (Outlook 2008) som pekar på lägre priser än pristoppen 2007/2008 men med högre priser än för perioden före pristoppen. Insatspriserna antas följa inflationen enligt konjunkturinstitutets prognos 2008. Produktiviteten i jordbruket antas ligga väl i nivå med tidigare perioder där de mest betydande antaganden är 2 % ökad arbetskraftsproduktivitet, avkastningsökningar på 1,5 % i mjölk- och smågrisproduktion samt 0,5 % årliga skördeökningar (något lägre än för tidigare perioder).

Tabell 6 visar hur det svenska jordbruket, enligt modellberäkningarna, anpassar sig till de ovan givna förutsättningarna. Produktionen av vegetabilier, mjölk och griskött blir relativt oförändrad eftersom produktivitetsökningarna motsvarar kostnadsökningarna. Nötköttproduktionen minskar dock med 20 procent, främst som en följd av ett minskat antal mjölkkor vid oförändrad mjölkproduktion. Färre djur och ökad avkastning per hektar medför en minskad vall- och spannmålsareal och en ökad areal träda eller extensivt brukad areal trots att produktionen är relativt oförändrad. Gårdsstödet som ligger kvar i modellberäkningarna medför att trädan alltid bibehålls som jordbruksmark och inte övergår till skog. Minskad vallareal och ökad träda jämfört med statistiken 2007 beror delvis på att vallarna i modellen utnyttjas fullt ut medan en del arealer som benämns vall i statistiken är extensivt utnyttjade och i praktiken redan "trädesliknande". Arealerna som är "tillgängliga för bioenergiproduktion" skiljer sig kanske inte så mycket åt i verkligheten som tabellen ovan kan antyda. Arealen salix är oförändrad jämfört med dagens odling eftersom lönsamheten inte ändrats nämnvärt.

Tabellen visar arealerna och djuren för referensscenariot *Jordbruk 2020* jämfört med den faktiska statistiken för år 1990 och 2007 (SCB 1991 och 2008a). Tabellen visar också att de odlade arealerna minskar. Detta beror på ökade skördar, färre nötkreatur och effektivare foderförbrukning. Speciellt kan man notera minskningen av vallen, arealen nästan halveras. Detta är sannolikt till viss del en skenbar effekt. Under perioden före 2007 har nötkreaturen minskat och avkastningen på vall ökat men vallarealen har trots detta ökat. Av den stora arealen vall 2007 är sannolikt en betydande del extensiv och mer att jämföra med bevuxen träda. Förutom minskningen av de odlade arealerna minskar också antalet djur enligt prognosen, delvis som följd av ökad produktivitet men också genom minskad produktion.

Tabell 6 Arealer och djur för 1990, 2007 och referensscenario Jordbruk 2020 (per tusen hektar och tusen djur)

Grödor och djur	SCB 1990	SCB 2007	Jordbruk 2020
Vall	969	1 142	601
Höstsäd	426	410	370
Vårsäd	909	580	425
Oljeväxter	168	85	158
Träda/extensivt brukad mark	205	283	1 023
Salix	-	15	15
Övriga grödor	167	134	77
Summa åker	2 845	2 648	2 669
Betesmark	451	478	356
Mjölkkö	576	366	299
Diko	75	183	167
Kviga	1 068	553	343
Tjur och stut	(i ovan)	415	336
Sugga	221	179	128
Slaktgris	1 025	1 015	876

3.3 Bakgrund till de använda scenarierna

Scenarierna har valts ut för att belysa vilka de ekonomiska och miljömässiga effekterna kan bli av att prioritera olika miljö- eller energimål i syfte att reducera växthusgaserna eller öka användningen av förnybar energi. De målsättningar som scenarierna syftar till att uppfylla är:

- 20 % minskade utsläpp av växthusgaser i EU, där Sverige har ansvaret för en 17 procentig minskning från 2005 till 2020 i sektorer utanför handelssystemet med utsläppsrätter (jordbruket är utanför handelssystemet)
- 10 % förnybara drivmedel av den totala användningen av drivmedel
- 50 % av använd energi ska komma från förnybara energikällor, vilket gäller specifikt för Sverige

Även de nedanstående inriktningarna kan komma att påverkas av en utökad bioenergiproduktion på jordbruksmark. De har dock inte varit avgörande när scenarierna valts ut.

- målet om ett bättre energiutnyttjande (20 % energieffektivisering)
- inriktningen mot ökad sysselsättning på landsbygden
- inriktningen mot minskat importberoende av fossila bränslen

3.4 Beskrivning av scenarierna

De scenarier som valts ut för att beskriva några framtida tänkbara bioenergisatsningar presenteras närmare nedan. Scenarierna ska spegla några olika politiska strategier som kan krävas för att nå mål inom energi-, miljö- och jordbrukspolitiken eller kombinationer av dessa. För att undvika att exportera miljöeffekter låser modellen importen och exporten på referensscenariets nivå i en alternativ beräkning för att på det viset behålla livsmedelsproduktionen opåverkad av bioenergisatsningen.

3.4.1 Antaganden i scenarierna

För varje energiscenario har *bästa möjliga alternativ* tagits fram utifrån de bakgrundsfakta som beskrivs i kapitel 2. Nedan följer en tabell som är uppställd efter några av de antaganden som gjorts för respektive scenario.

Tabell 7 Antaganden för de framtagna scenarierna

Antaganden	Miljö 2020	Förnybar 2020	Inblandning 2020	Kombination 2020	Biogas 2020
<i>Tillgänglig energimarknad</i>	Södra Sverige	Mellersta och södra Sverige	Hela Sverige	Hela Sverige	Södra Sverige
<i>Tillgänglig jordbruksmark</i>	Södra Sverige 20 %	Mellersta och södra Sverige 30 %	Mellersta och södra Sverige 50 %	Mellersta och södra Sverige 40 %	Södra Sverige 50 %
<i>Producerade energislag</i>	Värme	Värme	Drivmedel	Värme/drivmedel	Värme/drivmedel
<i>Direktiv mål</i>	Förnybar energi minskat läckage	Förnybar energi	Förnybara drivmedel	Förnybar energi/drivmedel	Förnybar energi/drivmedel
<i>Läge</i>	Kustnära	Slättbygd	Slättbygd/ mellanbygd	Slättbygd/ mellanbygd	Stadsnära

3.4.2 Fem framtagna scenarier - bioenergi

Scenario Miljö 2020, minskade koldioxidutsläpp och minskat näringsläckage

Scenariot innebär en odling av salix utmed kusten i södra Sverige som ska motsvara 1 000 000 ton torrsbstans salixflis eller drygt 100 000 hektar. Skördenivån är beräknad till cirka 9 500 kg/ha. Detta scenario är främst tänkt att beskriva en bioenergisatsning där jordbruket samtidigt bidrar med upp till 10 procent av jordbrukssektorns föreslagna och potentiella åtgärder i BSAP:n (Baltic Sea Action Plan) om minskat kväveläckage till egentliga Östersjön, Öresund och Kattegatt. (Naturvårdverket 2009c)

Scenario Förnybar 2020, ökad andel förnybara energikällor

Scenariot är tänkt att beskriva en lösning där jordbruket bidrar med upp till halva måluppfyllelsen om en ökad andel förnybara energikällor. Scenariot innebär att salix i huvudsak kommer att odlas i mellersta Sverige och vid större städer. Odlingen behöver ha en omfattning av cirka 400 000 hektar eller 2 800 000 ton torrsbstans salixflis. Skördenivån är beräknad till cirka 7 500 kg/ha.

Salix-odling i Stockholms län



Foto: Camilla L Tolke, Jordbruksverket

Scenario Inblandning 2020, ökad inblandning av etanol i bensin

Scenariot innebär att spannmål (vete och korn) kommer att odlas i en mängd motsvarande 1 600 000 ton eller cirka 250 000 hektar. Genomsnittlig skördenivå är beräknad till cirka 6 500 kg/ha. Odlingen kommer att ske där den är som mest konkurrenskraftig. Scenariot ska beskriva en bioenergisatsning där jordbruket bidrar till halva målet om tio procent förnybara drivmedel av de drivmedel som används.

Scenario Kombination 2020, kombinerar scenarierna Förnybar och Inblandning

I scenariot kombineras scenarierna *Förnybar* och *Inblandning* för att se hur mycket det är möjligt att klara av måluppfyllelsen med användande av förnybar energi vid ett utnyttjande av 650 000 hektar åkermark och vilka miljöeffekter det medför.

Scenario Biogas 2020, energivall till biogas för drivmedel och värme

Scenariot vill belysa vilka miljöeffekter det kan bli vid en större satsning på energivall till biogas. Scenariot innebär att ensilagevallar för biogas odlas i södra och mellersta Sverige motsvarande 1 500 000 ton grönmassa eller cirka 200 000 hektar. Skördenivån är beräknad till cirka 7 500 kg/ha. Scenariot innebär en ökad satsning på biogas till fordonstrafiken i större städer bland annat för att förbättra stadsluften.

3.4.3 Två framtagna scenarier - teknisk utveckling

Scenario Biogas restprodukter 2020, utökad biogasproduktion från restprodukter

Scenariot vill belysa vilka miljöeffekter en satsning på energivall till biogas ger kombinerat med stallgödsel eller andra restprodukter. Scenariot innebär att ensilagevallar för biogas odlas stadsnära i södra och mellersta Sverige enligt scenario *Biogas 2020*. Sannolikt kommer inte odlade energigrödor att användas uteslutande som råvara utan gödsel och restprodukter från jordbruket kommer att utnyttjas i kombination med exempelvis energivall (se 4.8.1).

Scenario Andra generationen 2020, andra generationens drivmedel

Scenariot ska beskriva hur en utveckling mot cellulosebaserade biobränslen påverkar odlingsinriktningen och grödfördelningen. Om samma mängd energi skulle produceras som i scenario *Kombination 2020* innebär det att cirka 2 500 000 ton torrsbstans energivall och 1 650 000 ton torrsbstans salixflis eller ungefär 225 000 respektive 175 000 hektar szarvasi och salix behöver odlas främst i Götaland. Skördarna skulle behöva vara cirka 11 000 kg/ha för szarvasi och cirka 9 500 kg/ha för salix. Detta arealbehov skulle motsvara de arealer och områden som finns i scenario *Förnybar 2020*.

Scenariot har inte kunnat beräknas direkt med hjälp av SASM. Men genom att utnyttja det beräknade sammanlagda ekonomiska värdet av välfärdseffekterna inom jordbruket och miljöpåverkan från scenario *Förnybar 2020* och jämföra med den producerade nettoenergi från *Kombination 2020* kan en diskussion föras kring miljöeffektiviteten med andra generationens biodrivmedel jämfört med första generationens biodrivmedel (se 4.8.2).

3.5 Resultat utifrån olika miljö- och energipolicy

Miljö 2020

I scenariot *Miljö 2020* ska odlingen av salix öka till 100 000 hektar i de kustnära delarna av Götalands slättbygder med det dubbla syftet att reducera fossila bränslen och begränsa utlakningen.

SASM är en ekonomisk optimeringsmodell och "väljer" följaktligen de arealer där odlingen kan ske till lägsta kostnad, vilket lantbrukarna också skulle göra i verkligheten om ett ekonomiskt styrmedel (t.ex. stöd) för salix varit utformat på så sätt. I tabellen nedan jämförs grödfördelningen i scenario *Miljö 2020* med referensscenariot *Jordbruk 2020*. Där framgår att salixen nästan uteslutande tränger ut andra grödor istället för att leda till ökad uppodling av trädan eller extensivt brukad mark. Detta beror på att salixen

är lämplig att odla på samma typ av arealer som spannmål och att det inte finns så mycket träda i den bästa slättbygden.

Scenariot innebär en minskad livsmedelsproduktion, dels när det gäller spannmål och oljeväxter men också i mindre omfattning även när det gäller mjölk och nötkött eftersom vallarealen minskar. Produktionen av livsmedel flyttar i det här fallet till andra länder och därmed flyttar också en del av miljöpåverkan. Effekterna av ett motsvarande scenario där livsmedelsproduktionen är oförändrad, i rapporten benämnt som ”bibehållen produktion”, redovisas under avsnitt 4.9 Export av miljöeffekter.

Scenario *Miljö 2020* Grödfördelning vid en inlagd odling av salix på cirka 100 000 hektar i de kustnära områdena i södra Götaland

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	576	-26
Höstsäd	326	-45
Vårsäd	374	-51
Oljeväxter	145	-13
Träda/extensiv brukad mark	1019	-3
Salix	153	138
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Förnybar 2020

Scenariot *Förnybar 2020* har mer fokus på förnybar energi och mindre på att lösa andra miljöproblem. Salixen begränsas därför inte till kustnära slättbygd, samtidigt som en större areal behövs.

I en jämförelse med referensscenariot består i detta scenario en relativt stor del (67 %) av den ökade arealen med salix av träda som odlas upp i slättbygden i Mellansverige, exempelvis i Mälardalen. Här finns en stor del av trädan i referensscenariet och relativt goda förutsättningar för salix. Även i *Förnybar 2020* minskar produktionen av vall, oljeväxter och spannmål (130 000 hektar) och därmed kommer importen av livsmedel att öka till Sverige.

Scenario *Förnybar 2020* Grödfördelning vid en inlagd odling av salix på cirka 400 000 hektar främst i södra och mellersta Sverige

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	597	-5
Höstsäd	331	-40
Vårsäd	352	-74
Oljeväxter	142	-16
Träda/extensivt brukad mark	757	-266
Salix	415	400
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Inblandning 2020

I scenariot *Inblandning 2020* (tabellen nedan) sker ingen nämnvärd påverkan på odlingen i Sverige i jämförelse med referensscenariot. Det är bara användningen av spannmålen för etanolproduktion som ökar och som leder till motsvarande ökning av importen/minskning av exporten. Så länge priserna bestäms på världsmarknaden märker inte lantbrukarna av en ökad inhemsk produktion av etanol. Man kan se det som att etanolfabrikerna importerar spannmål från en ökad uppodling i andra länder för att producera etanol i Sverige.

Scenario *Inblandning 2020* Grödfördelning vid en inlagd odling av spannmål för energiproduktion på cirka 250 000 hektar i södra och mellersta Sverige.

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	599	-3
Höstsäd	377	7
Vårsäd	431	6
Oljeväxter	158	0
Träda/extensivt brukad mark	1013	-10
Salix	15	0
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Kombination 2020

Kombinationen av de två föregående scenarierna påverkar, i enlighet med vad som sagts ovan, inte jordbruket mycket mer än vad scenariot *Förnybar 2020* gör.

Livsmedelsproduktionen däremot minskar kraftigt och om miljöeffekter inte ska exporteras krävs en kraftig uppodling i Sverige (Export av miljöeffekter redovisas under avsnitt 4.9).

Scenario *Kombination 2020* Grödfördelning vid en inlagd energiodling av salix och spannmål på totalt cirka 650 000 hektar i Sverige

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	592	-9
Höstsäd	339	-32
Vårsäd	346	-79
Oljeväxter	142	-16
Träda/extensivt brukad mark	758	-265
Salix	415	400
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Biogas 2020

Den ökade odlingen av energivall i scenario *Biogas 2020* sker till hälften på det som i referensscenariot är träda i södra och mellersta Sveriges slättbygder och till andra hälften trängs spannmålsodlingen ut (tabellen nedan). Biogasproduktionen kräver relativt korta transportavstånd för råvarorna och nära till slutanvändarna. Därför bör större biogasanläggningar lokaliseras nära stora städer med en omgivande slättbygd.

Scenario *Biogas 2020* Grödfördelning vid en inlagd odling av cirka 200 000 hektar energivall i södra Sverige

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall/Energivall	847	245
Höstsäd	342	-29
Vårsäd	332	-93
Oljeväxter	158	0
Träda/extensivt brukad mark	899	-124
Salix	15	0
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

3.5.1 Sammanställning av förändringar i grödfördelning

I scenariot *Miljö 2020* har 138 000 hektar salix använts. I scenariot *Förnybar 2020* har 400 000 hektar salix lagts in. I scenariot *Inblandning 2020* har 250 000 hektar energi-spannmål tillförts. Scenario *Kombination 2020* som är en kombination av scenarierna *Förnybar* och *Inblandning* består dels av 400 000 hektar salix, dels av 250 000 hektar energi-spannmål. Slutligen i *Biogas 2020* har cirka 200 000 hektar ensilagevall lagts in. Tabell 8 visar grödarealerna i de olika grundscenarierna jämfört med referensscenario *Jordbruk 2020*.

Tabell 8 Referensscenario och energiscenariernas grödfördelning (tusent hektar)

Grödor	Jordbruk 2020	Miljö 2020	Förnybar 2020	Inblandning 2020	Kombination 2020	Biogas 2020
Vall	601	576	597	599	597	847
Höstsäd	370	326	331	377	339	342
Vårsäd	425	374	352	431	346	332
Oljeväxter	158	145	141	158	142	158
Träda/extensivt brukad mark	1022	1019	757	1013	773	898
Salix	15	153	415	15	415	15
Övriga grödor	77	77	77	77	77	77
Total areal	2 669	2 669	2 669	2 669	2 669	2 669

3.6 Konsekvenser av en förändrad odlingsinriktning

Den avgörande faktorn för de miljömässiga och ekonomiska konsekvenserna i jordbruket är en förändrad odlingsinriktning. Så fort vi ändrar grödfördelningen eller inför nya grödor och odlingstekniker påverkas dels miljön, dels lönsamheten i jordbruket.

En förändrad odlingsinriktning, kan även påverka konkurrensen mellan odlingen av energigrödor och livsmedels- eller fodermedelsproduktionen. Vår miljöpåverkan av odling bör heller inte exporteras och ”döljas” genom att vi istället importerar mer mat och foder. Därför görs även en kostnadsberäkning i rapporten av effekten av en förändrad odlingsinriktning vid bibehållen livsmedelsproduktion i Sverige. Detta antas spegla kostnaden för en ökad miljöpåverkan genom ökad odling, globalt sett (bilaga 2 figur 4).

3.6.1 Odlinginriktning och markanvändning

Det har under senare år skapats mer miljöeffektiva och hållbara system för bioenergiproduktion. Det kan även finnas miljömässiga vinster i att välja energigrödor såsom salix eller energigräs som kan reducera näringsläckaget, jorderosionen samt öka diversiteten jämfört med andra odlade växter. Alla förändringar i hur marken nyttjas kan medföra påverkan på sociala och ekologiska faktorer och påverkan kan också vara olika stor beroende på vilken strategi som väljs. Odling av energigrödor innebär en ökad konkurrens om åkermark, speciellt med mat- och foderproduktionen. Det är inte bara tillräcklig areal som ska finnas utan det ska också vara ”passande marker”. Exempelvis är normskördarna för vall cirka 30 procent lägre i norra Sverige än i södra. Generellt sett ligger skördarna av vall relativt spannmål, på en lägre nivå. Det beror av att vall oftare odlas på lite sämre marker och med en mindre effektiv odlingsteknik.

När behovet av markareal till en lönsam livsmedels- och foderproduktion är tillgodosett finns det tre strategier för att få fram mer bioenergi från åkermark; dels att odla upp mer mark genom att utnyttja skogsarealer och tidigare obrukade åkerarealer, dels att förändra grödfördelningen genom att odla grödor med bättre avkastning, dels att förändra intensiteten exempelvis genom att öka gödslingen eller använda effektivare odlingsteknik.

Finns det endast en begränsad areal tillgänglig kan en av lösningarna för att öka avkastningen vara att byta odlingsteknik/gröda. Den obrukade eller extensivt brukade marken och trädan skulle i större utsträckning kunna användas till att odla fleråriga energigrödor. Räknas även de marker som idag är bevuxna med produktionsskog eller är bebyggda bort, återstår det ungefär 100 000 hektar (se 2.4.1.1) av den tidigare odlade jordbruksmarken. Denna areal kan möjligen åter användas vid odling av energigrödor med kort rotationsperiod. Dock innebär en uppodling ökade utsläpp av växthusgaser och odlingen i sig medför ökad miljöbelastning (European Commission 2008).

3.7 Välfärdseffekter i jordbruket av en förändrad odlingsinriktning

Det SASM beräknar utöver den optimala grödfördelningen är det optimala samhällsekonomiska värdet (välfärdseffekten) som uppkommer för jordbruket genom de olika scenariernas utfall. För scenario *Jordbruk 2020* har modellen beräknat ett konsument- och producentöverskott (välfärdseffekten i jordbrukssektorn) som sedan används som jämförelsebas för de andra scenarierna.

I tabell 9 visas också den summerade förändringen i jordbrukssektorns välfärd för varje scenario. De summerade förändringarna i välfärd består dels av ett konsument- och producentöverskott (förändring jämfört med referensscenario *Jordbruk 2020*), dels av ett borttaget täckningsbidrag från salixodling (ett högt täckningsbidrag måste vara med vid beräkningarna av modelltekniska skäl). Dessutom justeras för förändringar i jordbruksstödet orsakade av den ändrade grödfördelningen samt för tillkommande intäkter och kostnader som modellen inte kan hantera på grund av att vissa produktionsgrenar, grödor eller marknadspriser inte finns inlagda i modellen från början (detta gäller flis från salix samt biogas från energigräs).

De beräknade samhällsekonomiska värdena (välfärdseffekterna inom jordbrukssektorn) skiljer sig åt för de olika scenarierna (genom de förändrade odlingsinriktningarna). Den minsta ekonomiska effekten fås av scenario *Inblandning 2020* (-13) och den största av scenario *Biogas 2020* (-694). De skilda resultaten beror delvis på att för scenario *Inblandning 2020* är förändringen i odlingsinriktning liten (det är ingen större skillnad om spannmålen odlas till energiråvara eller till livsmedels- och foderråvara). Däremot förändras odlingsinriktningen kraftigt i scenario *Biogas 2020* när vall odlas till energiråvara (biogasproduktion) istället för att spannmål, sockerbetor, raps, etc. odlas till livsmedels- och foderråvara.

Tabell 9 Förändring i välfärdseffekter inom jordbrukssektorn i Sverige av förändrad odlingsinriktning för de olika scenarierna (miljoner kronor). Uträkningarna är utförda med hjälp av SASM.

Scenario	Summa förändring välfärd	Förändring mot Jordbruk 2020	Inberäknat täckningsbidrag salix	Förändring direktstöd	Justering av diverse omkostnader och intäkter
Miljö 2020	- 166	91	-427	-6	176
Förnybar 2020	- 472	-132	-590	-8	257
Inblandning 2020	- 13	-4	0	-9	0
Kombination 2020	-503	-156	-590	-15	257
Biogas 2020	- 694	-1 458	0	49	715

4 Miljöeffekter vid en ökad odling av energigrödor

Utifrån de framtagna resultaten i SASM-modellen kommer miljöeffekterna att analyseras med avseende på grödfördelning, användning av växtskyddsmedel, utsläpp av växthusgaser, utlakning av fosfor och kväve, landskapsperspektivet samt påverkan av den biologiska mångfalden. Det är miljöeffekter av odlingen som hanteras och effekter av användningen av bioenergi kommer att ingå då man värderar de sammanlagda ekonomiska effekterna av en ökad produktion av bioenergi i enlighet med scenarierna.

De olika scenariernas resultat kommer också att analyseras utifrån hur den förändrade grödfördelningen påverkar några av de nationella miljökvalitetsmålen. De som i första hand är aktuella att belysas är *Begränsad klimatpåverkan*, *Giftfri miljö*, *Ingen övergödning*, *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv*. Men även andra miljökonsekvenser som uppmärksammas inom andra miljökvalitetsmål beaktas.

4.1 Analys av miljöeffekter

Det har gjorts ett antal livscykelanalyser om energi- och växthusgasbalanser i samband med biobränsleproduktion, exempelvis Woods & Bauern (2003) och Börjesson (2007a). De olika modellberäkningarna har gett ett mycket skiftande resultat främst beroende på olika systemavgränsningar, allokeringar och indata. En sammanställning över gjorda energibalanser finns i Börjesson (2007b). En översiktlig sammanställning av gjorda växthusgasbalanser redovisas i kapitel 2.3.2.

Det har dock gjorts betydligt färre analyser där de samhälliga kostnaderna har beräknats vid olika satsningar på biobränslen, exempelvis Ryan et al (2006), Rozakis et al (2001). Ytterligare ett exempel är de beräkningar som gjorts med OECD:s Aglink-Cosimo-modell vilka visar att med nuvarande statliga styrmedel till biodrivmedel och ett byte av fossila drivmedel till biodrivmedel kommer växthusgaserna att minska fram till 2020 med knappt en procent, sett till hela transportsektorn. Kostnaderna har i OECD:s rapport globalt beräknats till mellan 6 000 och 10 000 kr SEK per ton koldioxidekvivalent (OECD 2008a). Som jämförelse är koldioxidskatten på bensin i Sverige cirka 1 500 kr per ton (CO₂) koldioxidekvivalenter.

När det gäller att beräkna storleken av eller kostnader för uppkomna miljöeffekter vid en ökad bioenergiödling finns det också relativt få beräkningar gjorda, men exempelvis genom (Zah et al 2007), (Marshall 2007) och (OECD 2008b) har det kommit till några inledande studier.

4.1.1 Modellbeskrivning

För att värdera de miljöeffekter som är relaterade till en odling av energigrödor för produktion av biobränsle kommer rapporten att följa uppbyggnaden i "the Stylized Agri-environmental Policy Impact Model" (SAPIM) (OECD 2008b).

Modellen kan användas till att belysa viktiga ekonomiska politiska effekter vid en satsning på biobränslen:

- De miljövärden som följer av en ökad miljöpåverkan från odlingen
- De ekonomiska effekter som uppkommer för samhälle och jordbruksföretag.

I ett försök att beräkna de multipla miljöeffekterna av en bioenergiödling avsedd till första eller andra generationens biodrivmedel, eller fasta biobränslen har OECD använt sig av en miljömodul i SAPIM, som har en speciell funktion där de multipla effekterna av miljöpåverkan från odling kan beräknas och värderas.

De effekter av miljöpåverkan som kan analyseras är utsläpp av växthusgaser, kväve- och fosforläckage, använda mängder växtskyddsmedel och påverkan på den biologiska mångfalden. För att sammanställa alla uppkomna effekter från de alternativa energiscenarierna och som ett sista steg görs i SAPIM en värdering av varje enskild miljöpåverkan (OECD 2008b).

En beräkning enligt miljömodulen i SAPIM, men med en värdering efter svenska förhållanden, ger en bra kunskap om vilka monetära miljövärden som uppkommer vid olika storskaliga satsningar på bioenergiproduktion. I denna rapport används inte värderingsstudierna från SAPIM för att värdera miljöeffekterna utan istället används genomsnittskostnader för de åtgärder som visat sig vara mest kostnadseffektiva i Sverige (se 4.3.1.1). För en mer ingående beskrivning av SAPIM hänvisas till (OECD 2008b). Det ekonomiska utfallet (välfärdseffekten) som uppkommer inom jordbruket genom de olika scenariernas utfall har i denna rapport beräknas med hjälp av SASM.

4.1.2 Underlag till beräkning av miljöeffekter

Tillsammans med de samhällsekonomiska värden (välfärdseffekten inom jordbruket) som tas fram med hjälp av SASM beräknas ett värde för alla former av miljöpåverkan utifrån miljömodulen i SAPIM. Detta behövs för att tydligare belysa och jämföra scenariernas miljöeffekter utifrån de i SASM framräknade arealerna, grödorna och de geografiska lägena. De grödor där miljöpåverkan kommer att redovisas är:

Salix (Energigröda)

Ensilagevall (Vall)

Höstvete (Höstsäd)

Träda (Obrukad)

Vårkorn (Vårsäd)

4.1.3 Förändrad miljöpåverkan

De faktorer som valts ut att analyseras när det gäller miljöpåverkan är:

- Växthusgaser (koldioxidekvivalenter)
- Växtnäringsläckage (läckagemängd, kväve och fosfor)
- Växtskyddsanvändning (använd mängd, växtskyddsmedel)
- Biologisk mångfald (bedömning)
- Kulturmiljö och landskapsbild (bedömning)

Vid analysen behöver varje miljöpåverkan värderas på något vis. Först måste dock själva bakgrunden till miljöpåverkan för de sex medtagna grödorna beräknas volymmässigt och jämföras med bastillståndet i *Jordbruk 2020*. I modellen kommer en förändrad grödfördelning över tiden, och mätt i hektar, att användas.

4.2 Förändrad odlingsinriktning innebär miljöeffekter

En ökad produktion av bioenergi från jordbruket innebär ofta nya grödor, nya arealer, ändrad jordbearbetning, ny odlings- och skördeteknik, etc. Detta medför att miljöeffekterna från odlingen kommer att förändras. Hur odlingen av olika grödor påverkar miljön behöver förklaras närmare för varje påverkande miljöfaktor. Detta krävs för att göra en bedömning av den totala miljöpåverkan. För att bedöma hur stor andel varje enskild miljöfaktor bidrar med vid en viss förändring i odlingen krävs också att en värdering görs kvantitativt. En beskrivning och en ansats till värdering av olika faktorerers miljöpåverkan återfinns i de nedanstående avsnitten 4.3 och 4.4.

4.2.1 Växthusgaser

De största källorna till utsläpp av växthusgaser vid odling av energigrödor är desamma som vid odling av andra grödor, d.v.s. lustgas från marken p.g.a. kvävetillförsel, lustgas och koldioxid från tillverkning av mineralgödsel samt koldioxid från användning av diesel. Utsläppen av växthusgaser från djurhållningen (stallgödsel) påverkas bara om odlingen av energigrödor tränger ut animalieproduktionen. Lustgas har en mycket stor klimatpåverkan och beräknas kunna utgöra hälften eller mer av utsläppen av växthusgaser vid odling Börjesson & Tufvesson (2008).

Bioenergiproduktion är en del av omställningen till ett mer fossiloberoende samhälle med lägre utsläpp av växthusgaser. Genom att väga klimatpåverkan vid produktionen av bioenergi, mot klimatpåverkan av den fossila energi som ersätts vid användningen bedöms klimatnyttan hos bioenergin. Den varierar bl.a. beroende på jordbearbetning, gödslings, energiförbrukning vid odling och transport, skördens energiinnehåll samt effektiviteten i utnyttjandet av restprodukter. För att bioenergi ska vara ett bra alternativ till fossila energikällor krävs en klimat-, resurs och energieffektiv produktion.

4.2.2 Växtnäringsläckage

I de fall vanliga jordbruksgrödor såsom spannmål, oljeväxter, sockerbeter, potatis, etcetera används till energiproduktion kan växtnäringsläckaget komma att minska marginellt. För energiproduktion kan exempelvis andra sorter användas som främst producerar stora mängder stärkelse eller olja och som inte behöver ha så höga proteinhalter, god smaklighet eller hög foder- och livsmedelskvalite. Det innebär att gödslingsinsatsen kan bli lägre och växtnäringsläckaget därmed minska.

Används de ”nya” energigrödorna såsom salix, hybridasp, rörflen, szarvasi etcetera kan växtnäringsläckaget bli märkbar lägre jämfört med exempelvis en fortsatt spannmålsodling för livsmedel- och foderproduktion. Dessa ”nya” energigrödor är fleråriga och de har heller inte så höga krav på kvävegödsling som de vanliga jordbruksgrödorna. Risken för växtnäringsläckage blir därmed lägre.

4.2.3 Växtskyddsanvändning

De flesta energigrödor som kan komma att användas till biobränsleproduktion har ett lågt behov av växtskyddsinsatser Weih & Nordh (2005). De konventionella grödorna som redan används inom livsmedel- eller foderproduktionen har däremot ett större behov av växtskyddsinsatser. Särskilt oljeväxter och sockerbeter kan kräva växtskyddsinsatser (SCB 2007). Av risk för växtföljdssjukdomar kan oljeväxter och sockerbeter inte odlas i Sverige i mycket större omfattning än de redan gör. Därför har de inte tagits med i något av de tidigare beskrivna ”energiscenarierna”. Spannmål har ett lägre behov av växtskyddsinsatser. Detta gäller särskilt om spannmålen odlas som energigröda eftersom inga höga proteinhalter eftersträvas vid energiproduktion (JTI 2008a). Skadesvampangreppen blir oftast mindre då kvävegödslingen minskar. En ensilagevall kan ha ett behov av växtskyddsinsatser vid etableringen men ligger sedan 3-4 år utan någon bekämpning. Liksom för träda används ofta kemisk bekämpning vid brytningen (SCB 2007).

Blir odlingen av energigrödor mycket omfattande kan behovet av växtskyddsinsatser komma att öka som en följd av ett ökat generellt tryck från växtskadegörare i och med att de ”nya” grödorna tilltar. Att odla energigrödor utan växtskyddsmedel skulle ta bort problematiken med ökad användning, men istället skulle problemen med att få fram tillräckligt med energi från den tillgängliga jordbruksarealen öka. Detta eftersom de aktuella grödorna (spannmål, raps, sockerbeter, etc.) skulle få en betydligt lägre avkastning utan växtskyddsmedel (SCB 2008b). Övriga aktuella energigrödor har en så liten användning av växtskyddsmedel att effekterna vid odling utan växtskydd bara blir marginella även vid en relativt omfattande odling.

De ”nya” energigrödorna är ofta fleråriga grödor (szarvasi, rörflen, hybridasp, etcetera) där växtskyddsmedel endast behöver användas vid etableringen. Denna fas återkommer sällan, eftersom dessa grödor har 10-20 års omloppstid (www.bioenergiportalen.se).

4.2.4 Biologisk mångfald

Odling av energigrödor på jordbruksmark kommer att påverka den biologiska mångfalden. Vilka effekterna blir beror på var i landet odlingen sker, vilka grödor som odlas och hur odlingen bedrivs. Hittills saknas omfattande forskning om olika energigrödors effekter på biologisk mångfald. En viss forskning finns om salix men för

övriga grödor är forskningen ytterst sparsam. Till viss del beror detta på att en odling av energigrödor inte skiljer sig mycket från odling av motsvarande gröda för livsmedelsproduktion (exempelvis odling av spannmål till drivmedelsetanol), men delvis även beroende av att vissa grödor, som szarvasi, inte odlas kommersiellt i Sverige.

Den rumsliga och tidsmässiga variationen på fält-, gårds- och landskapsnivå är betydelsefull för att behålla en rik biologisk mångfald i odlingslandskapet. Jordbrukets utveckling under det senaste århundradet har dock lett till en ökad likformighet, vilket är en av orsakerna till utarmningen av biologisk mångfald i odlingslandskapet (Robinson och Sutherland 2002, Benton m fl 2003). En satsning på exempelvis salix kan därför bidra till att öka landskapsvariationen i spannmålsdominerad slättbygd och därmed vara gynnsam för mångfalden. Samma gröda kan dock minska den rumsliga variationen, och därmed påverka den biologiska mångfalden negativt, om den planteras på åkermark i skogsdominerade områden (Berg 2002; Weih 2006). Sambanden mellan biologisk mångfald och energigrödor är därmed komplexa och generella uttalanden om energigrödors positiva eller negativa påverkan på naturvärdena är därför inte möjliga att göra.

För vissa av de i rapporten framtagna scenarierna kommer mark som annars skulle ha använts för spannmålsodling att tas i anspråk för odling av energigrödor. I andra fall är det framför allt mark som annars skulle trädas som utnyttjas. Effekterna på biologisk mångfald beror därmed till viss del på vilken gröda som energigrödorna ersätter. För att kunna avgöra hur de biologiska värdena påverkas är det därför viktigt att veta vilka grödor som tidigare odlades på marken i de områden där energigrödorna är tänkta att odlas.

För vissa av de i rapporten framtagna scenarierna kommer nuvarande spannmålsfält att användas för odling av energigrödor, medan i andra fall är det framför allt trädad mark som utnyttjas. Effekterna på biologisk mångfald beror därmed till viss del på vilken gröda som energigrödorna ersätter. Vid bedömningen av hur de biologiska värdena påverkas är det därför viktigt att jämförelsen görs med de grödor som tidigare odlades på marken i de områden där energigrödorna kommer att odlas.

Jämfört med konventionell spannmålsodling innebär odling av salix, rörflen och szarvasi en minskad användning av växtskyddsmedel, i vissa fall även ett lägre behov av gödsling och längre rotationstider. Både användning av växtskyddsmedel och en omfattande gödselanvändning kan påverka mångfalden negativt, speciellt om de insatta medlen genom läckage hamnar utanför fälten. En odling av grödor med ett lågt behov av insatsmedel och långa omloppstider är oftast mer positivt för mångfalden (Naturvårdsverket 2009a). Om energigrödor odlas på marker som tidigare haft långliggande trädor kan effekten bli den motsatta, dvs. att användningen av gödsel och växtskyddsmedel och i viss mån även jordbearbetning ökar jämfört med den tidigare markanvändningen.

Ur ett biologiskt mångfaldsperspektiv bör odlingarna i största möjliga mån anpassas så att den negativa påverkan på naturvärdena blir så liten som möjlig. Det kan exempelvis innebära att energigrödor inte odlas på marker med höga naturvärden, eller att högvuxna energigrödor inte odlas i nära anslutning till marker med arter som undviker att häcka eller uppehålla sig i närheten av höga och skymmande objekt (Berg 2002, Weih 2006).

Hänsyn till naturvärden kan såväl vid odling av energigrödor som vid andra grödor komma i konflikt med krav på en företagsekonomiskt effektiv odling och det kan därför krävas att lantbrukarna kompenseras för de merkostnader som en odling anpassad till skyddsvärda naturvärden medför.

4.2.5 Kulturmiljö och landskapsbild

En inhemsk storsatsning på biobränsleproduktion från åkermark har en koppling till kulturmiljön eftersom det svenska landskapet har formats av människa och natur i samspel under årtusenden. Avseende landskapet och kulturmiljön är det viktigt att jordbruksmarken inte ses isolerat utan ställs i relation till helhetsmiljön. Till miljö kvalitetsmålet *Ett rikt odlingslandskap* hör ett öppet odlingslandskap med bevarade biologiska och kulturhistoriska värden och en uttalad målsättning att odlingslandskapet ska vara öppet och variationsrikt. Inhemsk biobränsleproduktion kan få såväl negativa som positiva effekter för kulturmiljön beroende på inriktning och var i landskapet odlingen hamnar. Storskaliga odlingar av högväxande grödor som salix, poppel eller hybridasp har ofta en negativ inverkan på landskapsbilden i många kulturmiljöer, både genom avskärmning av vyer och genom att en månghundraårig kontinuitet i lågväxande grödor upphör.

Genom det EU-finansierade landsbygdsprogrammet har stora insatser gjorts för att bevara kulturspåren. Syftet är primärt att hålla odlingslandskapet öppet, så att spår av äldre användning av marken synliggörs och biologiskt rika livsmiljöer bevaras (Riksantikvarieämbetet 2007b). Det är viktigt att se landskapet som en helhet där även insatser för jordbruksbebyggelse ställs i relation till ett öppet odlingslandskap (Riksantikvarieämbetet 2007c).

Riksintressen för kulturmiljövården, enligt 3-4 kap. Miljöbalken 1998:808 är ofta definierade genom öppna odlingslandskap (förteckning finns på www.raa.se). I dessa miljöer är det i regel inte lämpligt med odling av salix eller andra högväxande grödor. Riksintressena avser att göra det möjligt att tillvarata helheten i kulturlandskapet (Riksantikvarieämbetet 2007a). Det bör framhållas att det utöver riksintressena finns fler värdefulla kulturmiljöer där bevarande av det öppna jordbrukslandskapet är viktigt, exempelvis äldre bebyggelsemiljöer med åkrar som har månghundraårig kontinuitet.

Kommunerna ska, enligt 4 kap. 1 § plan och bygglagen 1987:10 (PBL) i sina översiktsplaner, redovisa riksintresseområdena och ange hur dessa ska tillgodoses i samhällsplaneringen. Områden som är av riksintresse för naturvård, kulturmiljövård eller friluftsliv ska skyddas mot åtgärder som kan påtagligt skada natur- eller kulturmiljön enligt 3 kap. 6 § miljöbalken.

De positiva effekterna av viss biobränsleproduktion behöver lyftas fram mer. Inte minst gäller detta möjligheten till att odla upp nedlagd åkermark som enligt gjorda beräkningar (kapitel 2.4.1.1) kan uppgå till nära 100 000 hektar. För att ett återupptaget brukande på sådana marker ska ha positiva miljöeffekter krävs det stora kulturhistoriska hänsyn. Inget av scenarierna i rapporten tar dock upp uppodling av mark till bioenergiproduktion.

Ett intensifierat brukande med ökad jordbearbetning i jordbruksmark kan leda till att fornlämningar skadas. I åkermark är det också angeläget att inte ingrepp som dränering och djupare plöjning leder till skador på fornlämningar som inte syns ovan mark.

4.3 Beräkning och värdering av odlingens miljöpåverkan

I de nedanstående avsnitten beskrivs mer detaljerat hur de förändrade utsläppen och volymerna har räknats fram och värderats. Som det tidigare påpekats är det svårt att sätta ett värde på miljöeffekter. Särskilt är en förändrad biologisk mångfald och ett förändrat kulturlandskap svårt att värdera monetärt. I de följande avsnitten görs ändå en ansats att enligt metodiken i SAPIM och svenska förhållanden (data), värdera miljöpåverkan av växthusgaser, växtnärläckage, läckage av växtskyddsmedel och göra översiktliga bedömningar av värden av biologisk mångfald.

4.3.1 Växthusgaser

Beräkningar av utsläppen av växthusgaser från jordbruket är förknippade med stor osäkerhet. I den svenska klimatrapporteringen har man talat om att utsläppen av lustgas kan vara såväl dubbelt så stora som hälften så små. Beräkningarna är således mycket grova. De har gjorts med hjälp av ett excelark kallat KlimAgri och följer till största delen samma upplägg som används i klimatrapporteringen till internationella organ, d.v.s IPCC: s riktlinjer från 1996 (Naturvårdsverket 2009b).

Beräkningsunderlaget kommer från modellberäkningarna av de olika scenarierna. Vissa delar av produktionen kommer därför inte med eftersom dessa inte redovisas i SASM-modellen. Inom animalieproduktionen har växthusgaserna inte beräknats för t.ex. hästhållningen, renskötseln, fjäderfäproduktionen, gethållningen och fårskötseln. Detta får följderna för beräkningarnas giltighet eftersom dessa djurslag står för cirka åtta procent av metan-emissionerna från jordbruket. Tillgången på gödsel från dessa djurslag påverkar även beräkningarna av mineralgödselanvändningen och därmed även lustgas-emissionerna (Naturvårdsverket 2009b). Samtidigt kan man utifrån modellberäkningarna anta att djurslagen inte varierar mellan scenarierna varför skillnaderna i växthusgaser kan beräknas även om nivån inte är rättvisande.

Beträffande metanutsläppen så innehåller beräkningarna utsläpp från djurens ämnesomsättning och emissioner från gödsellager. Inga stora utsläppskategorier av metangas, annat än de ovan nämnda, saknas därmed i dessa beräkningar. För lustgas finns källan gödsellager med. För källan lustgas från mark saknas i beräkningarna emissioner från slam.

Emissioner som sker främst utomlands genom tillverkningen av mineralgödsel är även med i beräkningarna i denna studie. I den officiella svenska redovisningen av växthusgaser finns dessa utsläpp däremot inte med eftersom fabriken inte ligger i Sverige och utsläppen därför rapporteras i andra länder. I beräkningarna till denna rapport har utsläppen (i koldioxidekvivalenter per kilogram kväve) värderats betydligt lägre än dagens utsläpp i mineralgödsel produktionen (Jordbruksverket 2008d).

I beräkningarna av koldioxidemissionerna ingår kolbalansen i marken och emissionerna från jordbrukets användning av primärenergi. Emissionerna från kalkning är inte med. De utsläppsminskningar som kan göras när salix eller annan producerad bioenergi ersätter fossil energi är inte medtagna. Här hanteras enbart miljöeffekter av odlingen. Effekten av användning av bioenergi kommer senare i värderingen av de sammanlagda ekonomiska effekterna vid en ökad produktion av bioenergi i enlighet med scenarierna.

Utsläppen av koldioxid genom oxidation av mull i mulljordar är inte differentierad mellan olika grödor. I stället har ett medeltal för koldioxidemissionen per hektar 1990-2006 använts. Samma metodik har använts för beräkningen av inlagring av kol för naturbetesmarker. Eftersom den totala åkerarealen inte förändras i modellberäkningarna innebär det att förändringar av utsläppen från sektorn markanvändning, (LULUCF = Land Use, Land-Use Change and Forestry, (UN Climate Change Secretariat)) beror på skillnaderna i areal naturbetesmarker.

De flesta emissionsfaktorer hålls konstanta trots att emissionerna i verkligheten kommer att påverkas något av utformningen av produktionen. Det är lite inkonsekvent att när exempelvis antalet mjölkkor i scenarierna minskar p.g.a. högre produktion, så ökar inte det beräknade utsläppet per ko, något som torde bli fallet i verkligheten. Generellt sett minskar dock utsläppen per kg produkt när produktiviteten stiger. Värdena har antingen hämtats/beräknats utifrån den svenska National Inventory Report eller från Naturvårdsverkets rapport 5506 (Naturvårdsverket 2005). Siffrorna på lantbrukets energianvändning i de olika produktionsgrenarna har i huvudsak beräknats utifrån värden i rapporten, "Jordbrukssektorns energianvändning" (JTI 2008b). Det innebär att i den mån det används energi som inte kan knytas till en produktionsgren så kommer utsläppen inte att komma med i beräkningarna.

4.3.1.1 Värdering av växthusgaser

Ett möjligt sätt att värdera ett ton reduktion av koldioxidekvivalenter kan vara att se hur mycket motsvarande utsläppsrätt skulle kosta. För köp av utsläppsrätter krävs dock tillgång till ett konto i det europeiska utsläppsrättssystemet, EU-ETS. Utsläppsrätter kan dock köpas över Internet genom företag som t.ex. Utsläppsrätt (www.utslappsratt.se). Just detta företag har använt sig av inköpta utsläppsrätter från det europeiska handelssystemet, EU-ETS.

Att köpa ett utsläppscertifikat innebär att en viss utsläppsrätt blir borttagen från marknaden (det kallas officiellt "annullerad"). För varje ton koldioxid som köps går man in i det svenska utsläppsrättssystemet (SUS) och flyttar en utsläppsrätt till Energimyndighetens annulleringskonto. Det gör att just den utsläppsrätten (alla utsläppsrätter har unika serienummer) inte längre går att köpa eller sälja, och man har alltså köpt den garanterade rätten till ett tons koldioxidutsläpp. Vid årsskiftet 2008/2009 var priset i genomsnitt **260 kr per ton reduktion av koldioxidekvivalenter**. Detta värde har använts vid beräkningarna av kostnaderna för koldioxidutsläpp i scenarierna. Priset för utsläppsrätter har gått ner under den senaste tiden. (www.utslappshandel.se) Priset är mycket beroende av hur väl marknaden för utsläppsrätter fungerar. Priset för en utsläppsrätt har sedan 2005 varierat med från 7 euro till 35 euro.

Ett alternativt pris kan vara den generella koldioxidskatten i Sverige på 1050 kronor per ton reducerad koldioxid, vilket är det pris hushållen betalar. Ett annat alternativ är att jämföra med det pris industrin utanför handelssystemet betalar. De betalar idag 21 procent av den generella nivån, vilket blir cirka 220 kronor per ton reducerad koldioxid.

4.3.2 Växtnäringsläckage

Beräkningar av läckaget av kväve och fosfor från svensk åkermark (rotzon) har gjorts vid olika tillfällen och då utgjort en del i beräkningar av den totala närsaltsbelastningen till omgivande hav. Beräkningar av belastningen på havet används som underlag för

rapportering till HELCOM och för uppföljning av miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning. Den senaste beräkningen av läckaget från åkermark har gjorts för åren 1995 och 2005. Den genomfördes med ett beräkningssystem som kallas NLeCCS, i vilket simuleringsverktygen SOILNDB för kväve och ICECREAMDB för fosfor ingår. Vid beräkning av läckaget från åkermark har Sverige delats in i 22 läckageregioner och för varje region beräknas s.k. normalläckage för ett antal kombinationer av grödor, jordarter, gödslingsformer, lutningar och markfosforklasser (de två sista är bara relevanta vid fosforberäkningen). Resultatet representerar läckagen vid ett år med normaliserat klimat och normaliserad skörd därav begreppet normalläckage. Vid beräkningarna fås läckagekoefficienter för kväve och fosfor för kombinationer av regioner, grödor och jordarter. För utförligare beskrivning av hur beräkningarna går till hänvisas till Naturvårdsverkets rapport 5823 "Läckage av näringsämnen från svensk åkermark" (Naturvårdsverket 2008).

Läckagekoefficienterna (rotzon) har använts för att beräkna ändringar av kväve- och fosforförlusterna vid de olika bioenergiscenarierna. Det finns skillnader i den region- och grödindelning som används vid de ovan beskrivna läckageberäkningarna och för bioenergiscenarierna. För bioenergiscenarierna är resultatet redovisat för 8 produktionsområden. En viktning gjordes därför av läckagekoefficienterna från de 22 utlakningsregionerna till 8 produktionsområden. I bioenergiscenarierna redovisas förändringar för följande grödgrupper; vall, höstsäd, vårsäd, oljeväxter, träda, salix och övriga grödor. Vid läckageberäkningarna redovisas läckagekoefficienterna uppdelat på fler grödor. I vissa fall valdes därför läckagekoefficienter för en gröda att representera motsvarande grödgrupp i bioenergiscenarierna, t.ex. får läckagekoefficienten för höstvetete representera höstsäd i bioenergiscenariet. För grödgruppen "övriga grödor" i bioenergiscenarierna valdes läckagekoefficienter för vårsäd. Övriga grödor består bl.a. av potatis och sockerbetor som dock kan ge högre läckage. I scenarierna som förutsatte en kraftig ökning av salixarealen användes läckagekoefficienter för träda för att representera gruppen salix. De på detta sätt framtagna koefficienterna multiplicerades med de framräknade arealförändringarna i de olika bioenergiscenarierna.

4.3.2.1 Värdering av växtnäringsläckage

För att få en värdering av miljöpåverkan från växtnäringsläckage har den lägsta alternativkostnaden inom jordbruket för att reducera ett kilo kväve respektive fosfor per hektar använts. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) har presenterat en slututvärdering av miljö- och landsbygdsprogrammet 2000-2006 (SLU 2008). I utvärderingen fick SLU fram att kväveförlusterna tack vare miljöersättningen *Minskat kväveläckage* minskat med i genomsnitt cirka 1 600 ton per år under programperioden och därmed varit den ersättning som gett störst effekt på kväveläckaget. Åtgärderna fånggröda och vårbearbetning beräknades minska kväveläckaget med i genomsnitt 8,7 kg/ha. Denna minskning var räknad vid källan. I Skåne och Hallands slättbygder, där den totala minskade belastningen var hög, var minskningen i läckaget snarlikt med drygt 8 kg/ha.

Effekten av åtgärderna beräknades i genomsnitt vara cirka 1 600 ton vilket gav en **kostnad per kilogram reducerat kväve med 119 kronor** i snitt för hela landet. Dock skiljer sig kostnadseffektiviteten regionalt åt med en kostnad på mellan 63 till 215 kronor per reducerat kilo kväve. Inför den senaste fördjupade utvärderingen av miljömålen gjordes bl.a. konsekvensanalyser över kostnader för åtgärder inom miljömålet *Ingen Övergödning*. Där beräknades en genomsnittskostnad för att minska fosforutlakningen till **1 125 kronor per kilogram fosfor** (Naturvårdsverket 2008).

Denna kostnad bygger på att dammar och våtmarker anläggs som fosforfällor. Dessa kostnader och potentialen för att minska belastningen av fosfor eller kväve innehåller en stor grad av osäkerhet.

4.3.3 Växtskyddsmedelsanvändning

Vid odling av salix krävs växtskyddsinsatser främst under första året av den cirka tjugoåriga omloppstiden. Det är uppslag av ogräs under etableringsåret som är det stora problemet (Agroenergi 2007). Utöver den mekaniska bekämpningen behandlas ogräsen ofta kemiskt, före eller i samband med planteringen. Roundup används sedan vid brytning av salixodlingen. Totala användningen motsvarar ungefär 0,15 spruttillfällen per hektar och år. Eventuella ytterligare ogräsbekämpningar måste övervägande ske mekaniskt. Det finns även vissa problem med insekter och svampar.

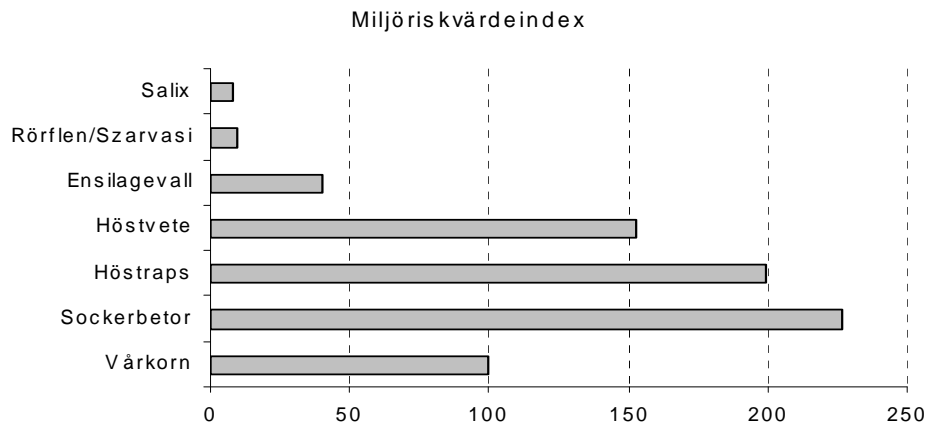
Spannmål som odlas till energiråvara behöver inte kvävegödlas lika mycket som bröd- eller fodersäd. Därmed blir svampangreppen färre i odlingar med energispannmål. I övrigt finns inga större skillnader i odlingen mellan energispannmål och livsmedel- eller foderspannmål. Åttio till nittio procent av spannmålsarealen bekämpas vanligtvis mot ogräs, insekter och svampar. De årliga växtskyddsinsatserna är, enligt Statistiska centralbyråns undersökning över användningen av växtskyddsmedel 2006 (SCB 2007), större i höstveten än i vårkorn. Insatsen motsvarar ungefär 1,9 respektive 1,4 spruttillfällen per hektar och år. Den dominerande behandlingen är mot ogräs. Odling av energisockerbetor skiljer sig mycket lite från traditionell sockerbetsodling. Nästan all areal (95 %) behandlas årligen. Mängden växtskyddsmedel som används motsvarar ungefär 3,2 spruttillfällen per hektar och år. Det är nästan uteslutande ogräsen som bekämpas i sockerbetor. Av oljeväxterna behandlas höstraps mest medan vårraps behandlas mindre. Det motsvarar 2,1 respektive 2,0 spruttillfällen per hektar och år. I första hand är det ogräs och insekter som bekämpas (SCB 2007).

Slåttervallar behandlas ytterst sällan i växande gröda. Möjligen kan något växtskyddsmedel användas vid etableringen. Då är det uteslutande ogräsmiddel som används. Ungefär 40 till 50 procent av vallarna behandlas vid etableringen (SCB 2007). En ensilagevall ligger i 3-4 år och när vallarna ska plöjas upp, bryts ofta vallen kemiskt med glyfosat. Detta innebär en total användning motsvarande 0,75 spruttillfällen per hektar och år. De rena energigräsvallarna i form av rörflen och szarvasi kan ligga 10 till 15 år. Odlingstekniken för energivallar är snarlik den för en slåttervall Larsson m fl. (2006). De behandlingar som normalt görs är en ogräsbekämpning vid etableringen och en glyfosatbehandling vid vallbrottet motsvarande. Fördelat över grödornas omloppstid motsvarar detta cirka 0,2 spruttillfällen per hektar och år. I en långliggande träda används inte några växtskyddsmedel. Det kemiska preparatet glyfosat (exempelvis Roundup) kan dock komma att användas vid trädetsbrottet (Jordbruksverket 2006).

4.3.3.1 Värdering av växtskyddsmedelsanvändning

I ett försök att värdera miljöriskerna med växtskyddsmedel har beräkningar från Ørum:s rapport "Driftøkonomiske konsekvenser af en pesticidudfasning" (1999) använts. Enligt Ørum blev kostnaden för att lantbruket (på växtodlingsgårdar) helt skulle ta bort växtskyddsmedlen cirka 430 DKR per hektar (bilaga 5). Det motsvarar en **kostnad av 223 kr per dos växtskyddsmedel**. Detta värde är framräknat utifrån skillnaden i genomsnittligt täckningsbidrag 2 per hektar mellan en konventionell växtodlingsgård och en ekologisk växtodlingsgård. Ett riskindex har konstruerats för studien utifrån

resultaten från Ørums rapport, Statistiska centralbyråns växtskyddsmedelsenkät (SCB 2007) och Odling i Balans rapport "Riskindex för kemiska bekämpningsmedel" (2006). Utifrån dessa olika sammanställningar har sedan ett miljöriskvärdeindex för växtskydd tagits fram (figur 9).



Figur 9 Jämförelse av miljöriskvärdeindex (vårkorn=100) för växtskyddsinsatser i olika grödor.

4.3.4 Bedömning av effekter på biologisk mångfald, kulturmiljö och landskapsbild

Det finns ingen färdig modell för att bedöma effekten på biologisk mångfald. Istället bygger bedömningen i denna rapport på en genomgång av relevant litteratur som utmynnar i en konsekvensanalys.

I scenario *Miljö 2020* kommer salixodlingen att tvingas in kustnära i södra Sverige och där kommer den framför allt att ersätta spannmål men även en del vall. Salixodlingarna kommer i många fall att öka variationen i landskapet, vilket blir positivt för den biologiska mångfalden. Salix erbjuder även en rik födoresurs för många insekter, något som nu ofta är en bristvara i de mer intensivt odlade slättbygderna (Reddersen 2001). Teoretiskt sett kan man därför förvänta sig vissa positiva effekter på biologisk mångfald av salixodlingar i Götalands södra slättbygder och på de kustnära slättbygderna i Götalands mellanbygd. I båda områdena kommer dock omfattningen på salixodlingarna i detta scenario att bli stor. Salix kommer att bli en av de dominerande grödorna med cirka en fjärdedel av åkerarealen i Götalands södra slättbygder och cirka en femtedel i Götalands mellanbygd. Själva omfattningen av odlingen kommer därför troligen att medföra en betydande påverkan på biologisk mångfald. För att maximera de positiva effekterna på natur- och kulturvärdena kan det därför bli nödvändigt att styra var i landskapet salixodlingarna placeras och hur de utformas. Andra positiva effekter på biologisk mångfald av salixodlingen är att användningen av växtskyddsmedel minskar och att den årliga plöjningen uteblir.

Scenario *Förnybar 2020* och *Kombination 2020* innebär att salix kommer att odlas på 30 till 40 procent av åkerarealen i Svealands slättbygder och Götalands norra slättbygder. Det är framför allt till den mark som i scenario *Jordbruk 2020* utgörs av

trädor som odlingen kommer att lokaliseras, även om en viss del spannmål också ersätts med salix. Effekten på biologisk mångfald bedöms bli negativ eftersom omfattande arealer salix ersätter de be vuxna trädorna, miljöer som kan ha stor betydelse för mångfalden. Vissa negativa effekter kan mildras genom att odlingarna utformas på ett sätt som är positivt för naturvärdena och att de placeras i områden där de ökar den landskapliga variationen (Berg 2002; Weih 2006). Effekten på biologisk mångfald beror därför delvis på var i landskapet odlingarna placeras, hur de utformas och vilken typ av gröda de ersätter. Med en salixodling i mindre omfattning kan positiva effekter uppnås i slättbygd, men i den omfattning som salix kommer att odlas i scenarierna *Förnybar 2020* och *Kombination 2020* bedöms effekten på biologisk mångfald totalt sett bli negativ.

En satsning på etanolproduktion från svensk spannmål enligt scenario *Inblandning 2020* bedöms inte ha någon påtaglig effekt på biologisk mångfald jämfört med referensscenariot *Jordbruk 2020*. Förändringen gentemot referensscenariot är marginell.

När spannmål och salix kombineras i scenario *Kombination 2020* får vi en omfattande minskning av trädan jämfört med referensscenariot, framför allt i Svealands slättbygder och Götalands norra slättbygder, vilket främst beror på att salix i stor omfattning kommer att ersätta trädorna. Till stora delar försvinner trädan i dessa områden, vilket är negativt för den biologiska mångfalden (Wretenberg 2006).

I scenario *Biogas 2020* ökar vallen på spannmålets bekostnad i Götalands södra och norra slättbygder, Götalands mellanbygder och Svealands slättbygder. I Götalands norra slättbygder och Svealands slättbygder kommer även en viss del av trädan att tas i anspråk. Arealförändringarna gentemot referensscenariot är dock relativt sett små. En större andel vall i spannmålsdominerad bygd ger en ökad rumslig variation med möjliga positiva effekter för biologisk mångfald. I de fall vall ersätter träda sker troligen en försämring för den biologiska mångfalden. En väletablerad vall som skördas tidigt saknar blommande örter och är därför en sämre livsmiljö för många arter än vad vissa trädor är. Trädorna utgör också relativt ostörda livsmiljöer som slås av tidigast i juli. En ensilagevall som blir råvara till biogasproduktion slås tidigt på säsongen, vilket innebär att fortplantningen för insekter och fåglar kan spolieras. Tidigarelagd vallskörd anges som en viktig orsak till kornknarrens tillbakagång i Europa (Naturvårdsverket 2007b).

Sammantaget kan ökad andel vall i slättbygd ge positiva effekter på biologisk mångfald genom att det skapas en större variation i landskapet vilket, i alla fall teoretiskt, skapar förutsättningar för en rikare biologisk mångfald. Samtidigt är täta och rikligt gödslade vallar ganska fattiga miljöer och den mångfald de hyser riskerar att omintetgöras genom tidig slåtter. Arealförändringarna i scenario *Biogas 2020* är små och effekten på biologisk mångfald därmed relativt marginell. I de fall vall ersätter ogräsrika trädor är det till nackdel för mångfalden.

4.3.4.1 Värdering av biologisk mångfald, kulturmiljö och landskapsbild

Sambanden mellan biologisk mångfald och energigrödor är komplexa och en exakt värdering av en energigrödas positiva eller negativa påverkan på naturvärdena har inte varit möjligt att göra inom ramarna för denna rapport. Effekten på biologisk mångfald beror till stor del på var i landskapet odlingar av energigrödor placeras och vilken typ av gröda de ersätter. Även för landskapsbild och kulturmiljön spelar lokaliseringen av de ofta högvuxna energigrödorna stor roll.

4.4 Sammanställning av miljöpåverkan från odlingen

I tabell 10 redovisas från de olika scenarierna storleken på förändringarna av miljöpåverkan inom jordbruket vid odling av energigrödor. Jämförs de olika scenariernas utfall med referensscenariet *Jordbruk 2020* så är det relativt små förändringar som sker.

Tabell 10 Sammanställning av miljöpåverkan från odlingen i mängder (där så är möjligt) för de olika energiscenarierna. Tabellen visar förändringarna i mängd jämfört med referensscenariet *Jordbruk 2020* (total mängd).

Miljöpåverkan från odling					
Scenario	Växthusgaser	Växtnäring	Växtnäring	Växtskydd	Biologisk mångfald/
	Koldioxidekv. (kton)	Fosfor (ton)	Kväve (ton)	Doser (tusen)	Landskapsbild
Miljö 2020	-183	-5	-999	-182	svagt positivt/ negativt
Förnybar 2020	-626	30	1 268	-157	negativt
Inblandning 2020	8	3	181	19	neutralt
Kombination 2020	-31	30	1 294	-152	negativt
Biogas 2020	-7	-2	-2 240	0,4	positivt
Jordbruk 2020	9 592	1 156	41 516	2 092	

För de flesta av scenarierna rör det sig om upp till fem procents förändring av miljöpåverkan jämfört med referensscenariet, undantag finns dock exempelvis för minskade antal doser växtskyddsmedel i scenario *Miljö 2020*. Scenario *Förnybar 2020* har relativt stor inverkan på minskade växthusgasemissioner. Det beror delvis av att den utnyttjade arealen till salixodling är stor, cirka 400 000 hektar. Scenario *Även Miljö 2020* har stor inverkan på att minska växthusgasemissionerna. Att scenario *Miljö 2020* har så stor inverkan på den minskade användningen av växtskyddsmedel beror i första hand på att salix ersätter spannmål. I scenario *Förnybar 2020* ersätter salix i större omfattning extensivt brukad vall och träda.

4.5 Värdet på en förändrad miljöpåverkan från odlingen

Det är svårt att sätta ett monetärt värde på miljöpåverkan. Dock har, utifrån svenska data och enligt metodiken i SAPIM- och SASM-modellerna, beräkningar genomförts för att få fram ett monetärt värde på respektive miljöpåverkan. För växthusgaser, växtnäring och växtskyddsmedel har det varit möjligt att få fram ett någorlunda tillförlitligt värde på miljöpåverkan från odling. För biologisk mångfald har det inte varit möjligt att få fram något monetärt värde utan värderingen får istället bli mer i form av en beskrivande värdering. En sammanställning av de i övrigt framräknade värdena redovisas i tabell 11.

Summan av miljöpåverkan (exklusive biologiska mångfald och landskapsbild) har beräknats genom att summera värdena av de olika miljöpåverkande faktorerna för varje scenario. Dessa värden kan, eftersom det är en nytvecklade modellberäkning, bara ses som jämförbara med varandra och gentemot referensscenario *Jordbruk 2020*. Den beräknade miljövinsten på 213 miljoner för scenario *Miljö 2020* kommer främst från det minskade växtnärläckaget (tabell 11).

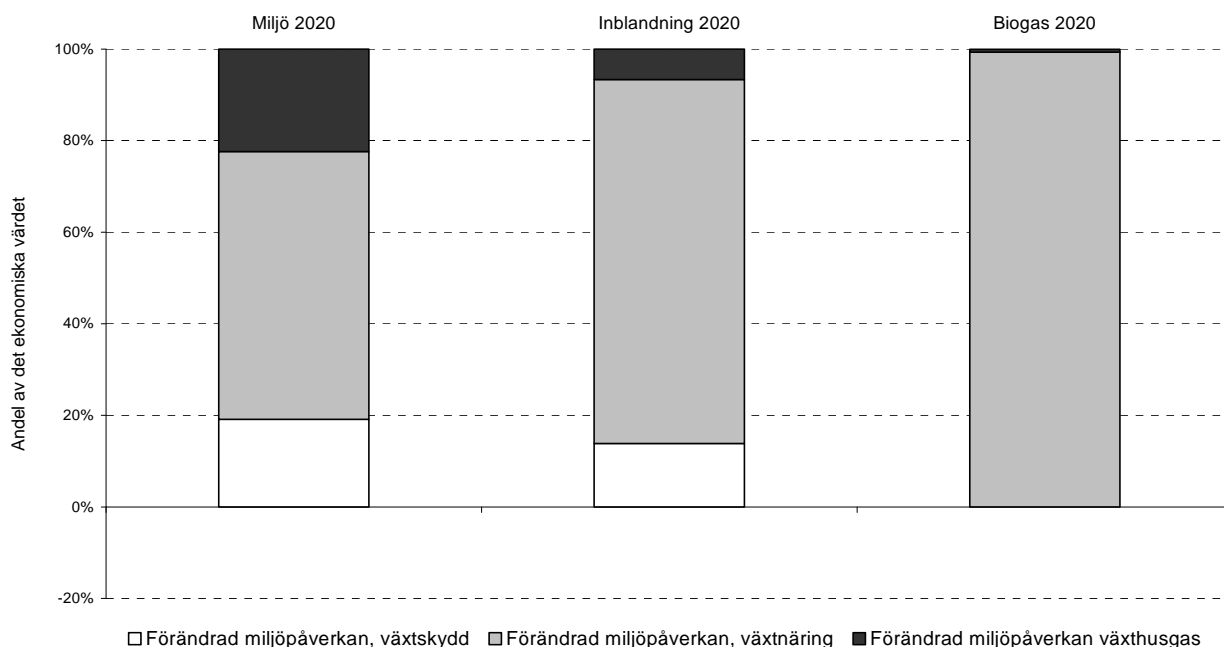
Tabell 11 Det sammanlagda monetära värdet (-) eller (+) av miljöpåverkan inom jordbruket från odling av energigrödor (miljoner kronor) jämfört med referensscenario *Jordbruk 2020*.

Scenario	Förändrad miljöpåverkan från odling (miljoner kronor)				Värde förändrad miljöpåverkan
	Växthusgaser	Växtnäring	Växtskydd	Biologisk mångfald/ landskapsbild	Förändring gentemot referens Jordbruk 2020
Miljö 2020	47	125	41	ej monetärt	213
Förnybar 2020	164	-185	35	ej monetärt	14
Inblandning 2020	-2	-25	-4	ej monetärt	-31
Kombination 2020	8	-188	34	ej monetärt	-146
Biogas 2020	2	269	-0,1	ej monetärt	271

Det sammanlagda värdet av miljöpåverkan från odlingen är positivt för de scenarier där salixflis och biogas produceras. Särskilt för scenario *Miljö 2020* med salixodling kustnära är miljöpåverkan positiv för alla analyserade miljöfaktorer. Speciellt för minskat växtnärläckage är scenariot positivt. För scenario *Biogas 2020* är också utfallet för miljön positivt, även om det främst är näringsläckaget som minskar. För scenario *Inblandning 2020* är utfallet negativt för miljön, men det är överlag små förändringar. Det beror främst på att odlingsinriktningen förändras minimalt enligt SASM-körningen, eftersom spannmål redan i referensscenario odlas för export, men i *Inblandning 2020* går det till etanolproduktion istället. För scenariot *Förnybar 2020* är det skillnader mellan miljöfaktorerna eftersom växtnärläckaget har negativ miljöpåverkan medan växthusgasemissionerna har positiv miljöpåverkan i jämförelse med referensscenario *Jordbruk 2020*.

Figur 10 visar för tre av scenarierna hur de olika miljöfaktorernas värdeandel av det sammanlagda värdet av miljöeffekterna kan variera. I scenario *Miljö 2020* är det främst växtnärläckaget som minskar. Växtnärläckaget står för 59 procent av det positiva värdet av miljöpåverkan, medan minskade växthusgasemissioner och minskad mängd växtskyddsmedel, står för 22 respektive 19 procent av värdet. I scenario *Inblandning 2020* är det främst växtnärläckaget som ökar. Växtnärläckaget står för 80 procent av det negativa värdet av miljöpåverkan, medan de ökande växthusgasemissionerna och ökande mängden växtskyddsmedel, står för 13 respektive 7 procent av det negativa värdet. I scenario *Biogas 2020* är det växtnärläckaget som minskar kraftigt. Det står för 99 procent av det positiva värdet av miljöpåverkan, medan

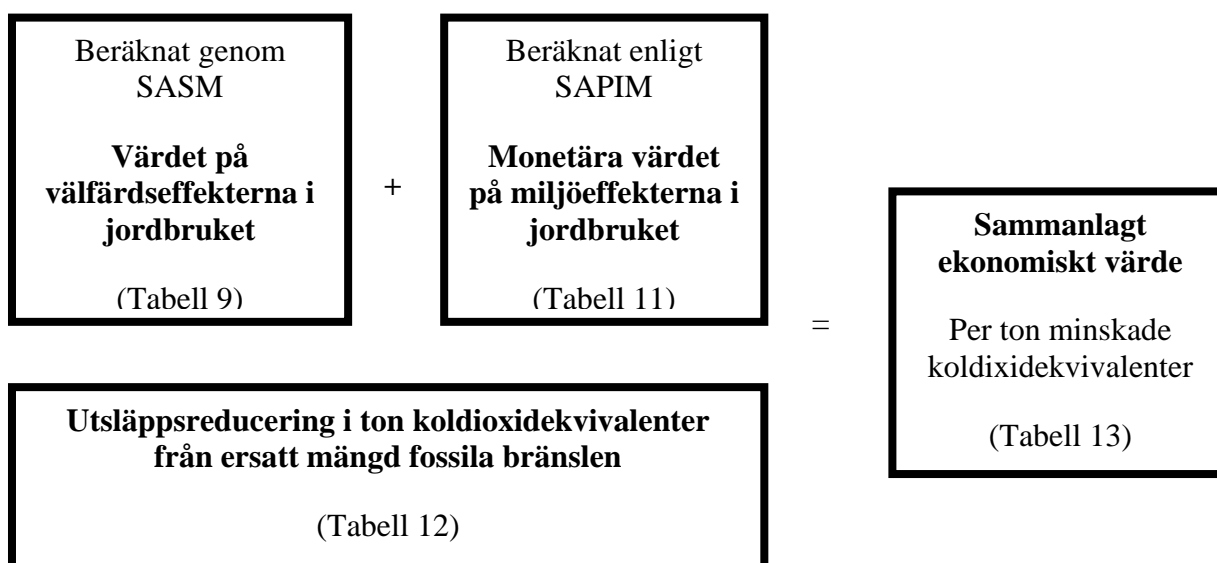
de minskade emissionerna av växthusgas står för mindre än en procent av värdet. Ökningen av mängden växtskyddsmedel är försumbart.



Figur 10 Fördelningen mellan olika påverkande miljöfaktorer för scenario *Miljö 2020* (salix i kustnära områden), scenario *Inblandning 2020* (energispännmål i slättbygd) och scenario *Biogas 2020* (biogas i södra slättbygden) i procent av det sammanlagda värdet av miljöpåverkan.

4.6 Scenariernas sammanlagda ekonomiska värde

För varje scenario har också det sammanlagda ekonomiska värdet för jordbrukssektorn beräknats genom att miljöpåverkan av odlingen har satts i relation till den minskning av koldioxidutsläpp som skörden av energigrödorna bidrar med. Genom att summera värdet på välfärdseffekterna i jordbruket från modellberäkningar i SASM (förändrad odlingsinriktning) med värdet på miljöeffekterna enligt metodiken i SAPIM (förändrad miljöpåverkan) har ett sammanlagt ekonomiskt värde för varje scenario beräknats (Figur 11). Som värdebas för varje scenario har ett ton reducerad koldioxidekvivalent från odlad bioenergi använts.



Figur 11 Beräkning av de sammanlagda ekonomiska värdena vid odling av energigrödor för varje scenario.

4.7 Sammanställning av scenariernas ekonomiska värden

Storleken på nettominskningen i koldioxidekvivalenter (ton per hektar) från skörd av energigrödor (biobränslet) är tagna till stor del från tabell 1. Dessa volymer är ungefärliga medelvärden och visar exempelvis minskningen i koldioxidekvivalenter när eldningsolja byts mot salixflis (12,0 ton/ha). Byts bensin mot spannmålsetanol blir minskningen (4,1 ton/ha) eller bensin mot vallbiogas (5,9 ton/ha). Den beräknade totala utsläppsreduceringen för varje scenario redovisas i tabell 12.

Tabell 12 Den beräknade reduktionen i koldioxidekvivalenter (tusen ton) för de olika scenarierna. Jämförelsen är gentemot referensscenariot *Jordbruk 2020 utan energigrödor*.

Minskade koldioxid- ekvivalenter	Miljö 2020	Förnybar 2020	Inblandning 2020	Kombination 2020	Biogas 2020
Utsläppsreducering (tusen ton CO ₂ ekv.)	1 656	4 800	1 025	5 825	1 180

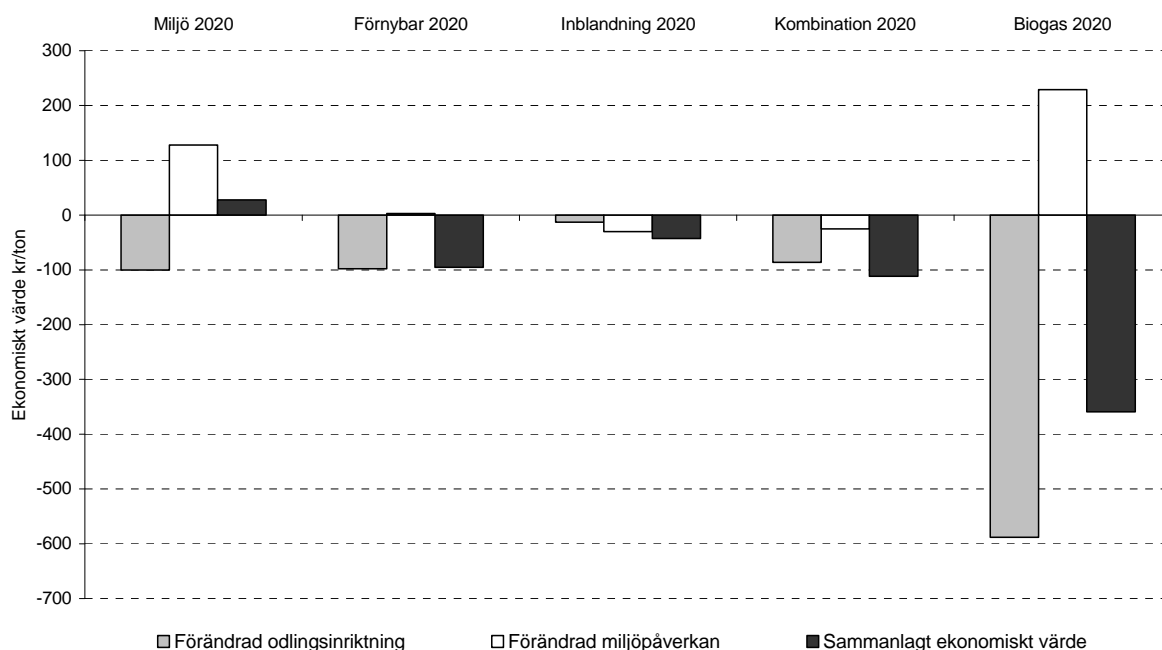
Utifrån det beräknade ekonomiska värdet (välfärdseffekten inom jordbruket) av den förändrade odlingsinriktningen och den monetära värderingen av miljöeffekterna genom den förändrade miljöpåverkan har ett sammanlagt ekonomiskt värde (plus + eller minus -) för varje scenario beräknats (tabell 13). Värdebasen är utsläppsreduceringen utifrån den sparade mängden koldioxid i de producerade biobränslena jämfört med koldioxidutsläppen från en motsvarande mängd fossila bränslen. Det ska poängteras att

scenariernas förmåga att volymmässigt bidra med bioenergi att ersätta fossila bränslen skiljer sig åt (tabell 12).

Tabell 13 Sammanlagt ekonomiskt värde inom jordbruket (per ton reduktion av koldioxidekvivalenter) för de olika scenarierna. Jämförelsen är gentemot referensen *Jordbruk 2020*.

Värde per ton reducerad koldioxidekv. (kr/ton)	Miljö 2020	Förnybar 2020	Inblandning 2020	Kombination 2020	Biogas 2020
Förändrad odlingsinriktning välfärdseffekter	-100	-98	-13	-86	-588
Förändrad miljöpåverkan monetär värdering	128	3	-30	-25	229
Sammanlagt ekonomiskt värde	28	-95	-43	-111	-359

För scenario *Miljö 2020* blir det sammanlagda ekonomiska värdet positivt (+28). Alla de övriga scenarierna har ett i olika grad negativt värde (figur 12).



Figur 12 Det sammanlagda ekonomiska värdet (kronor/ton reducerat CO₂) är sammansatt av det samhällsekonomiska värdet (välfärdseffekten inom jordbruket) av förändrad odlingsinriktning och det monetära värdet av förändrad miljöpåverkan. Förändringarna är i jämförelse med referensen *Jordbruk 2020*

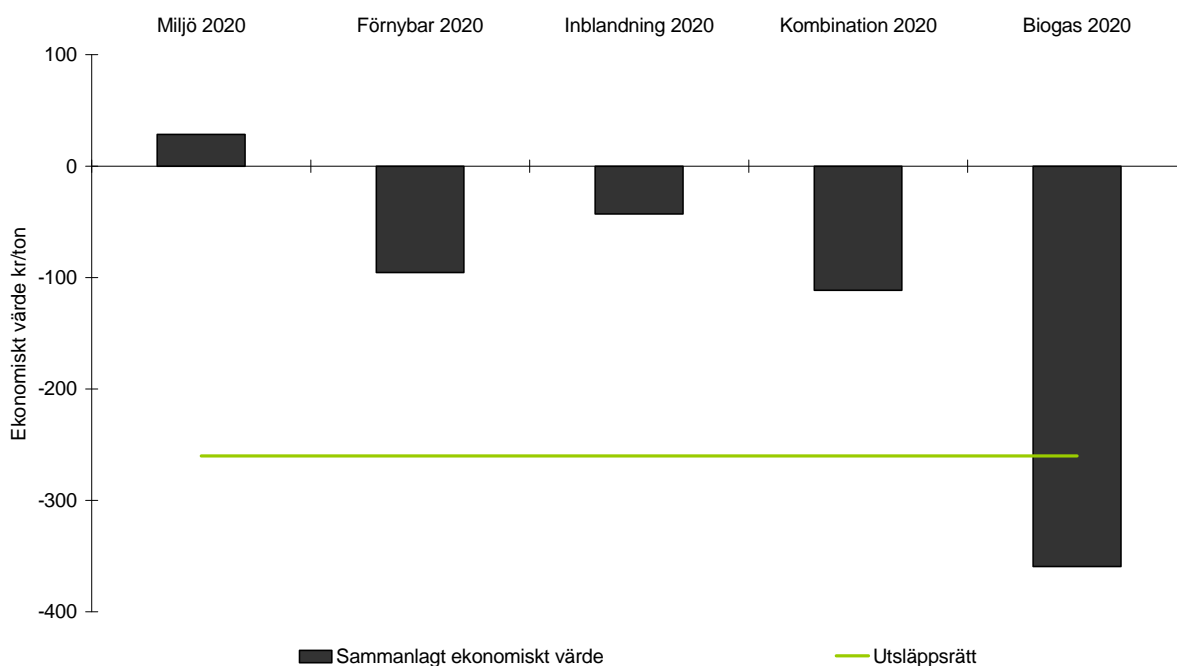
Det är det positiva värdet av den förändrade miljöpåverkan i scenario *Miljö 2020* som gör att detta scenario får ett positivt sammanlagt värde. Scenariot visar relativt sett på stora positiva värden för minskade utsläpp av växthusgaser och minskad användning av växtskyddsmedel. Den förändrade odlingsinriktningen i scenario *Miljö 2020* medför däremot en samhällsekonomisk kostnad (välfärdsförlust för jordbruket), liksom i alla de övriga scenarierna.

För scenarierna *Förnybar 2020* och *Kombination 2020* är det sammanlagda värdet ungefär minus 100. I dessa scenarier överväger det samhällsekonomiska värdet av en förändrad odlingsinriktning gentemot de monetära värdena av en förändrad miljöpåverkan. Trots att de beräknade värdena för förändrad miljöpåverkan i scenario *Förnybar 2020* innebär ett litet positivt värde blir det sammanlagda värdet negativt, ungefär -100.

I *Miljö 2020* blir det ett litet plusvärde av att öka odlingen salix med drygt 100 000 hektar, men det blir ett stort minusvärde om odlingen ökas till 400 000 hektar salix som i *Förnybar 2020*. Denna skillnad beror av att i scenario *Förnybar 2020* tas mycket trädor och mark med lägre avkastningspotential i anspråk. Det innebär sämre möjligheter till att få en lönsam produktion av salix (medför en välfärdsförlust) och även färre positiva miljövärden.

4.7.1 Jämförelse med priset på en utsläppsrätt

I figur 13 har även priset 260 kr/ton (vid årskiftet 2008/2009) för en utsläppsrätt lagts in för att få en prisjämförelse med ett alternativt ekonomiskt styrmedel (utsläppsrätt) för att minska utsläppen av växthusgaser



Figur 13 Jämförelse av de sammanlagda ekonomiska värdena (kronor/ton reducerad CO₂) för de olika energiscenarierna och priset för en utsläppsrätt. Alla förändringar är gentemot referensen Jordbruk 2020

Sammantaget skiljer sig det sammanlagda ekonomiska värdet per reducerad mängd koldioxid rejält åt mellan de olika scenarierna. För scenario *Miljö 2020* är värdet positivt och det beror mest på minskade koldioxidutsläpp och minskat växtnäringssläckage. För scenario *Inblandning 2020* är värdet svagt negativt och det beror mest på att odlingsinriktningen bara förändras marginellt jämfört med

referensscenariot. För scenarierna *Förnybar 2020* och *Kombination 2020* är värdet också negativt. Mestadels är det kostnaden för förändringar i odlingsinriktning som påverkar värdena. Scenarierna *Förnybar 2020* och *Kombination 2020* har dock fördelen att de åstadkommer en markant högre utsläppsreduktion än övriga scenarier.

Scenario *Biogas 2020* visar ett stort negativt sammanlagt värde. Detta trots att den förändrade miljöpåverkan är kraftigt positiv. Orsaken är att kostnaden för förändrad odlingsinriktning är mycket stor. Detta beror främst på att en odling av vall enbart till biogasproduktion blir ekonomiskt mycket olönsam för lantbrukarna. Alternativvärdet för vall till foderproduktion eller att odla en spannmålsgröda är alldeles för högt jämfört med det energivärde (priset) som betalas för en vallgröda till biogasproduktion.

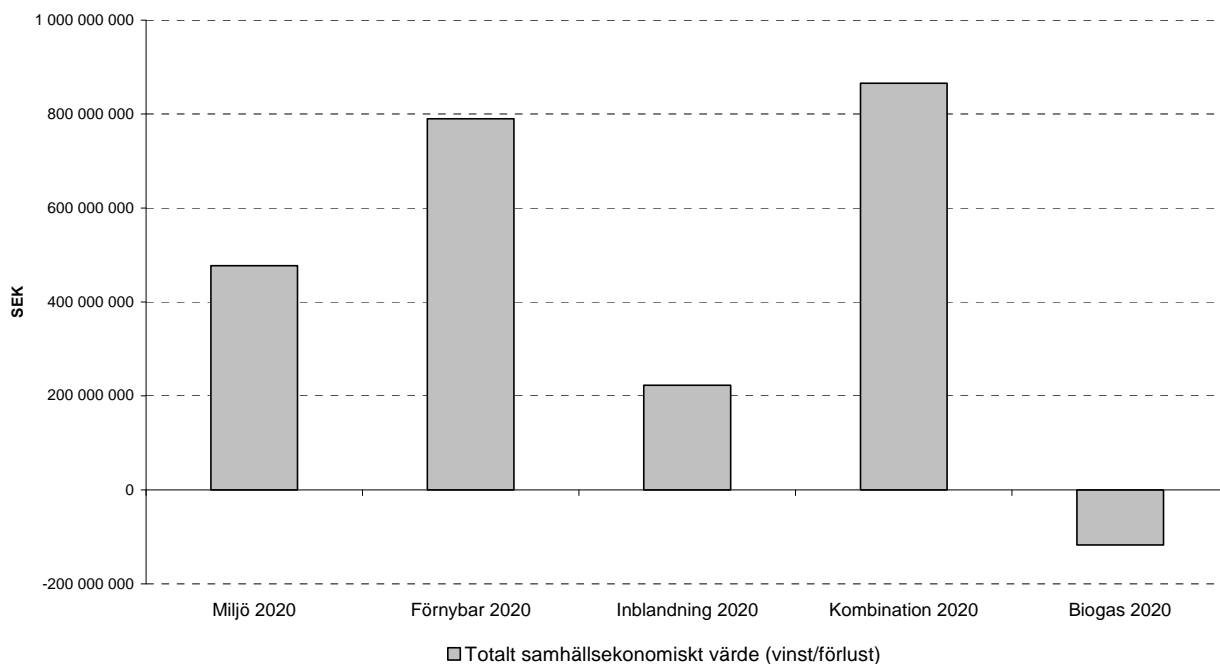
4.7.2 Tolkning av resultaten

Figur 12 och 13 visar hur effektiva de olika åtgärderna är när det gäller kronor per reducerat ton koldioxid. Samtidigt ger de olika scenarierna olika mängd koldioxidreduktion. Ett sätt att ta hänsyn till detta i värderingen av scenarierna är att räkna på den totala vinsten när den reducerade koldioxiden värdesätts till samma pris som en utsläpps rätt. Mängden reducerad koldioxid i respektive scenario multipliceras då med utsläppsrättspriset och adderas till summan av de totala miljöeffekterna i jordbruket. Resultatet blir en samhällsekonomisk kalkyl som även tar in konsekvensen utanför jordbruket av en ökad odling av energigrödor i jordbruket.

Scenarierna *Förnybar 2020* (790 MSEK) och *Kombination 2020* (866 MSEK) ger då störst samhällsekonomisk vinst. Det kan jämföras med *Miljö 2020* (477 MSEK) som däremot ger den största miljövinsten om man avgränsar sig till enbart jordbrukssektorn. Scenarierna *Inblandning 2020* reducerar mindre koldioxid än övriga scenarier och den totala samhällsekonomiska vinsten blir lägre (222 MSEK). För *biogas 2020* är kostnaden per ton koldioxid högre än priset på utsläppsrätter och den samhällsekonomiska kalkylen blir negativ (figur 14).

Ovanstående sätt att räkna gäller alltså om man tvingas välja mellan scenarierna och de utesluter varandra. Om man istället plockar in åtgärderna i scenarierna efter sin kostnadseffektivitet visar figur 13 att scenario *Miljö 2020* är mest kostnadseffektivt per ton att reducera utsläppen upp till 1,65 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Men ska jordbruket bidra med mer bioenergi än så genom odling är det scenario *Förnybar 2020* eller *Kombination 2020* som är de enda meningsfulla att diskutera. Med tanke på att kostnadseffektiviteten för dessa scenarier är bättre än 260 kr/ton koldioxid så kanske jordbruket borde bidra med mer bioenergi än vad som uppnås i *Miljö 2020*. Som bas bör då *Miljö 2020* gälla med komplettering av *Förnybar 2020* och *Kombination 2020* för att nå ökad måluppfyllelse.

Kostnaden ökar med omfattningen på odlingen inom respektive scenario. Risken för negativa effekter på natur- och kulturvärden ökar också, särskilt vid en storskalig salixodling, vilket antyder att det bästa alternativet skulle kunna vara en kombination av olika mängder av åtgärder inom scenarierna.



Figur 14 Beräknat samhällsekonomiskt värde (vinst/förlust) för respektive scenario där man även tar in konsekvensen utanför jordbruket av en ökad odling av energigrödor i jordbruket.

4.8 Framtidsscenarioer - teknisk utveckling

4.8.1 Biogas från restprodukter 2020

Scenario *Biogas 2020* får ett kraftigt negativt värde på cirka -360. Detta trots att värdet av den förändrade miljöpåverkan från odlingen är kraftigt positiv, ungefär +230. Orsaken är att i scenariot har enbart värdet av miljöpåverkan från en odling av energivall beräknats. Men ofta vid biogasproduktion består råvaran (rötmassan) till hälften av gödsel eller avfallprodukter. Kan jordbrukarna tillgodoräkna sig energi- och miljövärdet från gödseln blir odlingen av energivall betydligt mer ekonomiskt gynnsamt. I scenario *Biogas restprodukter 2020* visas de förbättrade ekonomiska och miljömässiga effekterna av att utnyttja restprodukter i processen (tabell 15).

Tabell 15 Sammanlagt värde i jordbruket (kronor/ton reducerad koldioxidekvivalent) för *Biogas restprodukter 2020* och *Biogas 2020*. Jämförelsen är gentemot referensscenariot *Jordbruk 2020*

Värde per ton reducerad koldioxidekv. (kr/ton)	Biogas restprodukter 2020	Biogas 2020
Förändrad odlingsinriktning välfärdseffekter	-254	-588
Förändrad miljöpåverkan monetär värdering	139	229
Sammanlagt ekonomiskt värde	-115	-359

Vid ett tillskott av 50 procent gödsel blir utfallet betydligt bättre (tabell 15). Det åstadkoms genom att ett extra värde kan sättas på gödselns energitillskott (0,09 kr/kWh) samt att utsläppen av växthusgaser minskar (767 000 ton CO₂) genom att mer fossila bränslen kan bytas bort. Dessutom kan det bli ytterligare miljövinster genom en reduktion av metanutsläpp, minskade lustgasemissioner vid lagring, minskade lustgasemissioner från åkermark och genom minskade handelsgödselinköp, vilket dock inte tagits med i denna beräkning (Jordbruksverket 2008b).

4.8.2 Andra generationens biodrivmedel 2020

En utveckling mot nya energigrödor för produktion av cellulosebaserade biodrivmedel påverkar odlingsinriktning och grödfördelning. Om ungefär samma energimängd ska produceras som i scenario *Kombination 2020*, som i sig kräver 650 000 hektar, behövs en odling på 400 000 hektar, varav 225 000 hektar szarvasi och 175 000 hektar salix, som i första hand är lokaliserad till Götaland. I tabell 14 har den sammanlagda kostnaden för odling av energigrödor till andra generationens biodrivmedel beräknats till 72 kr per ton reduktion av koldioxidekvivalenter utifrån den förändrade odlingsinriktningen och den förändrade miljöpåverkan vid odling. Detta är lägre än motsvarande beräknade kostnad för scenario *Kombination 2020* med likvärdig energiproduktion. Dessutom används i scenario *Andra generationen 2020* betydligt mindre markresurser (250 000 hektar mindre).

Tabell 14 Sammanlagt ekonomiskt värde i jordbruket (kronor ton reducerad CO₂) för scenario *Andra generationen 2020* och *Kombination 2020*. Jämfört med referensscenariot *Jordbruk 2020*

Värde per ton reducerad koldioxidekv. (kr/ton)	Andra generationen 2020	Kombination 2020
Förändrad odlingsinriktning samhällsekonomiskt värde	-66	-86
Förändrad miljöpåverkan monetär värdering	-6	-25
Sammanlagt ekonomiskt värde	-72	-111

Genom att utnyttja resultaten (förändrad odlingsinriktning och miljöpåverkan) från scenariot *Förnybar 2020*, som precis kräver 400 000 hektar, kan ekonomiska och miljömässiga effekter av andra generationens biodrivmedel jämföras med första generationens drivmedel. Den beräknade utsläppsreduktionen för scenario *Andra generationen* blir drygt 5 000 tusen ton CO₂ ekvivalenter medan reduktionen för scenario *Kombination 2020* är drygt 5 800 tusen ton CO₂ ekvivalenter.

4.8.2.1 Exempel på några framtida energigrödor

Szarvasi

Energigräset Szarvasi-1 (en typ av *thinopyrum ponticum*) har korsats fram för den östeuropeiska biobränslemarknaden. Förväntningarna på gräset är höga. Gräset, som kan skördas två gånger per år, ska vid första skörden kunna ge en avkastning på 10-12 ton/hektar under svenska förhållanden. Vid första skörden är gräset så pass torrt att det

kan pelleteras direkt efter skörd. Szarvasi är ett flerårigt gräs. Det har en kraftig rot som får upp till 180-250 cm långa stoloner. Gräset har en fåbladig stjälk som kan bli 180-220 cm hög. Växten blommar i juni/juli. Första skörden sker i juli/augusti (Ungern).

Szarvasi-odling



Foto: Agricultural Research Development Institute P.U.C., Szarvas

Rörflen

Rörflen är det energigräs som hittills visat sig bäst lämpat för odling i Sverige. Det fleråriga gräset kan bli upp till två meter högt och växer vilt på fuktiga marker i stora delar av landet. Gräset är lättodlat och kan under goda förhållanden ge en avkastning på upp till 7-8 ton per hektar.

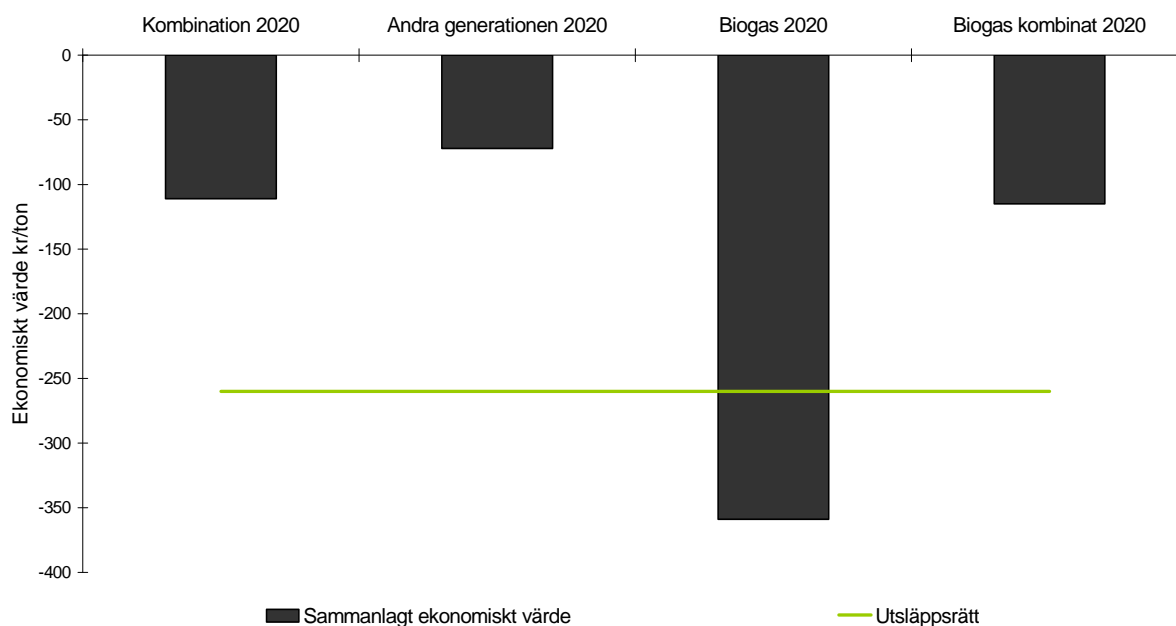
Rörflen-odling



Foto: Curt Tallhoff, Jordbruksverket

4.8.3 Jämförelse med priset på en utsläppsrätt

Figur 15 visar hur mycket det sammanlagda värdet kan förbättras om ny processteknik och nya energigrödor kan utnyttjas i en framtid. En satsning på biogas kan också bli mer miljöeffektiv och ekonomiskt lönsam om energigrödan utnyttjas tillsammans med bi-, avfalls- eller restprodukter från jordbruk, samhälle eller industri. Odlas en energivall enbart som energiråvara till biogas och betalas det bara för energivärdet i själva grönmassan blir det aldrig lönsamt för odlaren.



Figur 15 Jämförelse av de sammanlagda värdena (kronor/ton reducerad CO₂) för scenarierna *Andra generationen 2020* och *Biogas restprodukter 2020* jämfört med priset för en utsläppsrätt. Förändringarna är gentemot referensen *Jordbruk 2020*

4.9 Export av miljöeffekter

En modellberäkning har också genomförts där import och export av spannmål låses vid referensscenariot *Jordbruk 2020* nivå. Den är gjord för att visa hur förändrade värdena av miljöeffekterna kan bli om odlingen av energigrödor inte tillåts gå ut över den svenska produktionen av foder och livsmedel. En totalt sett ökad odling orsakad av odling av energigrödor vid sidan av foder- och livsmedelsproduktionen innebär miljöeffekter. Sker den ökade odlingen inte i Sverige kommer miljöeffekter att uppstå i (exporteras till) andra länder. En mer komplett redovisning av SASM-resultaten vid en bibehållen produktion i Sverige återfinns i bilaga 6.

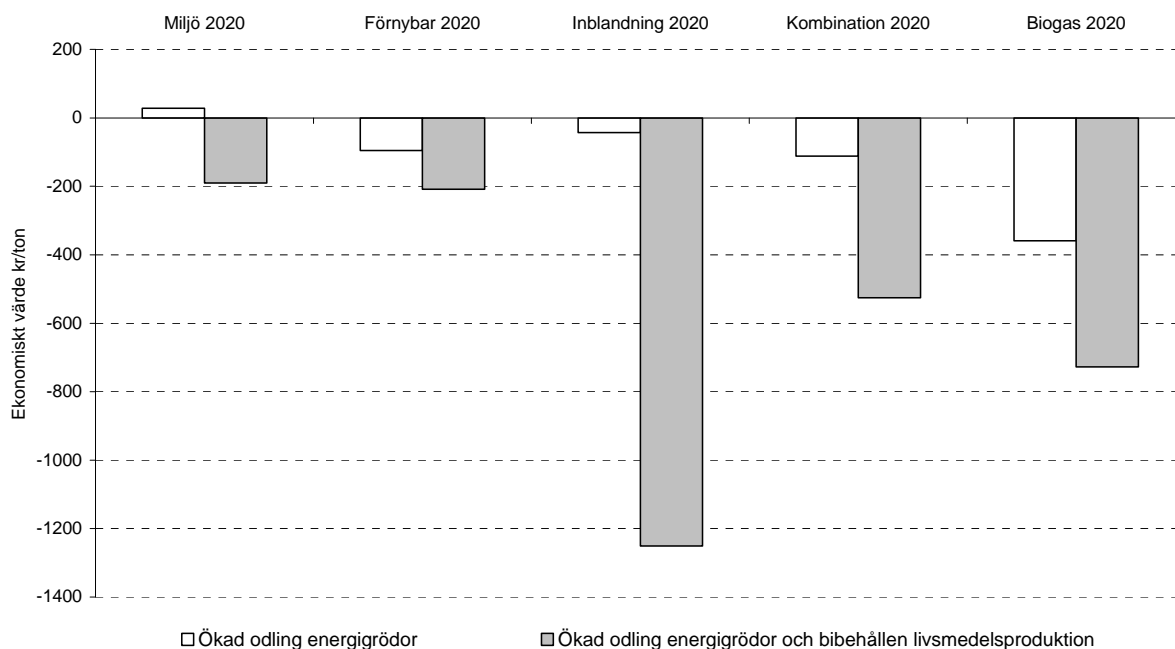
Noterbart är att Sverige redan exporterar miljöeffekter genom sin import av livsmedel och foder. År 2007 var självförsörjningsgraden i Sverige låg för vissa jordbruksvaror, vilket medförde en omfattande import, exempelvis av nötkött. För viss annan jordbruksproduktion var det istället en export, exempelvis av spannmål.

I modellkörningar med bibehållen produktion blir effekten på den biologiska mångfalden mer omfattande än vid en minskad produktion då framförallt spannmålsodlingen kommer att öka kraftigt på trädornas bekostnad i Svealands slättbygder och Götalands norra slättbygder. Positivt är att spannmålsodling också kommer att ske i skogsbygd något som kan vara fördelaktigt för vissa aspekter av odlingslandskapets biologiska mångfald Wretenberg (2007).

I scenario *Kombination 2020*, där spannmål och salix kombineras, kommer det som i referensscenariot utgörs av trädor i Götalands norra slättbygder, Svealands slättbygder

och Götalands skogsbygder i stort sett att försvinna och ersättas med salix och till viss del spannmål. Detta bedöms få negativa effekter för den biologiska mångfalden. Även en utökad odling av framför allt höstsäd kommer att ske i Götalands södra slättbygder, Götalands norra slättbygder och Svealands slättbygder, vilket ytterligare torde försämra situationen för den biologiska mångfalden. En ökad dominans av höstsäd har gett negativa effekter på en del fåglar i odlingslandskapen i Storbritannien Robinson & Sutherland (2002).

Effekterna av bibehållen produktion i Sverige blir olika stor för de analyserade scenarierna. Mest påverkas scenario *Inblandning 2020*. Detta eftersom spannmålen även används som råvara till etanolproduktionen utöver det som skulle krävas vid en inhemsk odling och produktion av livsmedel och fodermedel (figur 16). Därmed måste mycket areal användas till spannmålsproduktion, vilken annars skulle ligga som träda eller vara extensivt brukad vall. Det medför bl a att kväveläckaget kommer att öka.



Figur 16 Jämförelse av de sammanlagda värdena per ton koldioxidreduktion för de olika energiscenarierna vid - Ökad odling av energigrödor respektive- Ökad odling av energigrödor och bibehållen produktion i Sverige Förändringarna är gentemot referensen *Jordbruk 2020*

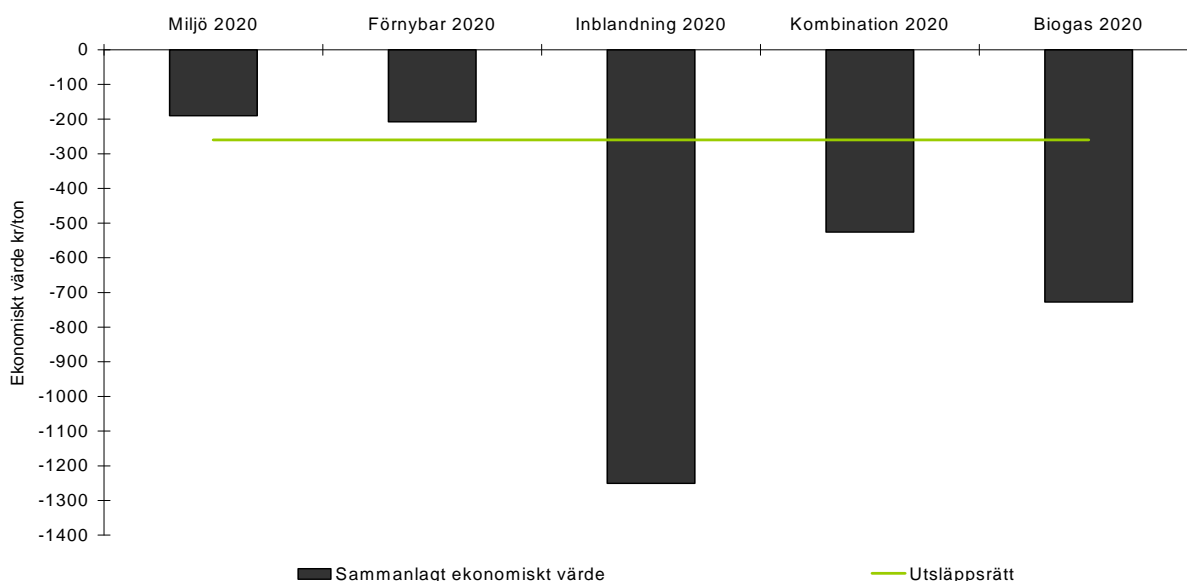
I rapportens olika scenarier med bibehållen livsmedelsproduktion förväntas salix-odlingarna framför allt att ersätta långliggande trädor och här är effekten på biologisk mångfald troligen inte lika tydlig. Ur ett landskapsperspektiv kan effekten bli positiv om det ökar komplexiteten i landskapet, men samtidigt kan långliggande trädor ha en positiv effekt för mångfalden i ett landskap som i övrigt domineras av spannmålsodling. Långliggande trädor gödslas inte och växtskyddsmedel används inte heller. Samtidigt är störningen begränsad genom att fälten sällan slås av eller putsas. I dessa fall ersätter en för biologisk mångfald potentiellt positiv gröda en annan positiv gröda.

Figur 16 illustrerar att kostnaden för åtgärderna i scenario *Miljö 2020* och *Förnybar 2020* vid bibehållen livsmedels- och fodermedelsproduktion fortfarande är lägre än 260

kr/ton koldioxid, vilket indikerar att odling av salix i jordbruket kan vara mer kostnadseffektivt än de åtgärds kostnader som industrin har. Det bör noteras att en värdering av effekterna på natur- och kulturvärden inte ingår i beräkningarna.

4.9.1 Jämförelse med priset på en utsläppsrätt

I figur 17 visas det sammanlagda värdet per ton koldioxidreduktion vid bibehållen livsmedelsproduktion för varje scenario. Beräkningarna och figuren är ämnade att åskådliggöra vad en export av miljöeffekter kan medföra i ökade kostnader. I figuren har också kostnaden (priset årsskiftet 2008/2009) för en utsläppsrätt för koldioxid lagts in för att få en prisjämförelse med ett alternativt styrmedel till att minska utsläppen av växthusgaser.



Figur 17 Scenarier med bibehållen produktion där ett värde på exporten av miljöeffekter tas fram. Scenarierna jämförs med priset på en utsläppsrätt. Förändringarna för scenarierna är gentemot referensen *Jordbruk 2020*

I beräkningarna har all livsmedels- och fodermedelsproduktion behållits i Sverige. Den ökade odlingen av energigrödor gör att mer åkerareal måste brukas aktivt istället för att ligga i träda eller utnyttjas till extensiv vall. Den förändrade odlingsinriktningen innebär bland annat ökad miljöpåverkan från odlingen och ökade råvarupriser, vilket totalt sett medför kraftigt ökade kostnader för miljöpåverkan.

Det kan antingen bli dyrare eller billigare om den utökade odlingen sker i något annat land (export av miljöeffekter). Värdet på en export av miljöeffekter vet vi lite om eftersom vi inte kan veta var denna odling sker eller i vilken riktning eller omfattning miljöeffekterna kommer att utvecklas. Ett försök att visa detta har tidigare gjorts i rapporten *Import av kött - export av miljöpåverkan* (Naturvårdsverket 2007a).

Resultaten indikerar att när effekten på globala växthusgasutsläpp tas hänsyn till så är det åtgärderna i scenario *Miljö 2020* och *Förnybar 2020* som främst kan bidra till minskade utsläpp av växthusgaser. Även när export av miljöeffekter räknas med synes kostnadseffektiviteten vara bättre än marginalkostnaden (260 kr/ton koldioxid-

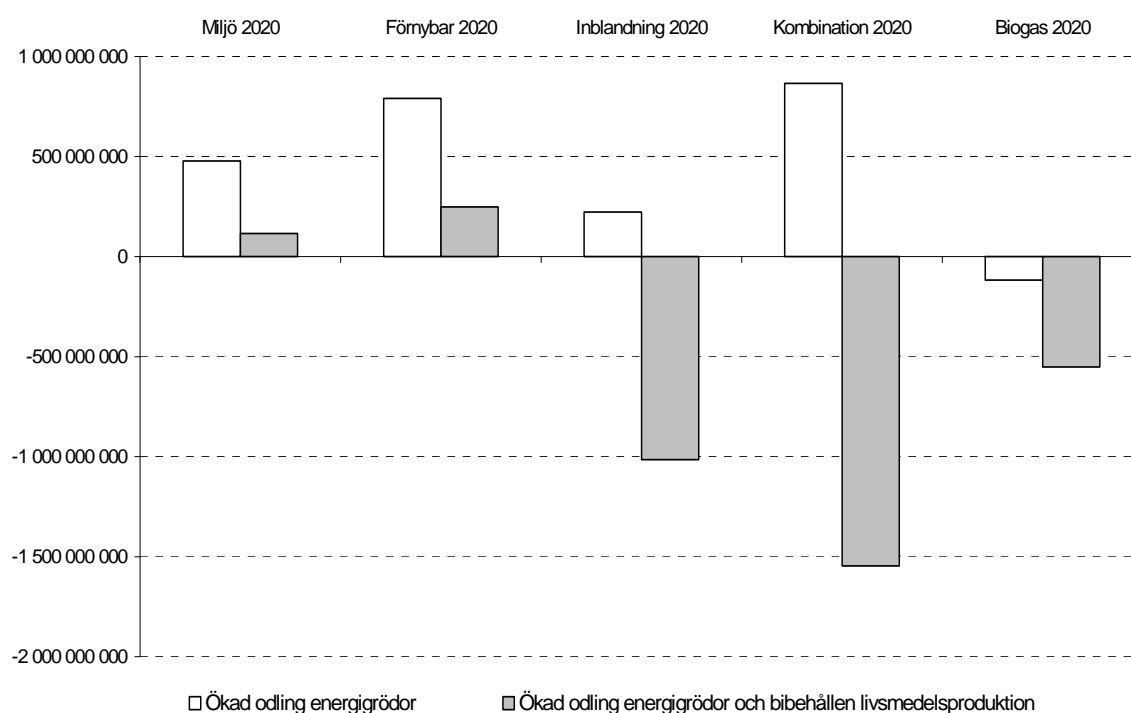
ekvivalenter) för åtgärder i handelssystemet. Den mest kostnadseffektiva åtgärden inom jordbruket för att bidra till minskade globala växthusgasutsläpp, av de vi analyserat i detta arbete, verkar vara ökad odling av salix.

4.9.2 Tolkning av resultaten

Om mängden reducerad koldioxid – av att bioenergi ersätter fossila bränslen – multipliceras med utsläppsrättspriset och adderas till summan av de totala miljöeffekterna i jordbruket (en samhällsekonomisk kalkyl) ger enbart scenarierna *Miljö 2020* och *Förnybar 2020* en samhällsekonomisk vinst när hänsyn tas till bibehållen livsmedels- och fodermedelsproduktion.

Figur 18 visar på en jämförelse av det beräknade samhällsekonomiska värdet (vinst/förlust) för de olika energiscenarierna, dels vid ökad odling av energigrödor och dels vid ökad odling av energigrödor och bibehållen produktion i Sverige

Detta kan jämföras med tolkningen av kalkylerna i kap 4.7.2 som grundas på scenarier som resulterar i minskad livsmedels- och fodermedelsproduktion, och där flertalet scenarier ger samhällsekonomisk vinst. För *Inblandning 2020* och *Kombination 2020* vänds den samhällsekonomiska vinsten till en kostnad när livsmedels- och fodermedelsproduktionen bibehålls.



Figur 18 Jämförelse av det beräknade samhällsekonomiska värdet (vinst/förlust) för de olika energiscenarierna vid - Ökad odling av energigrödor respektive - Ökad odling av energigrödor och bibehållen produktion i Sverige. Förändringarna är gentemot referensen *Jordbruk 2020*.

5 Slutsatser och diskussion

Scenarierna är ämnade att skapa möjligheter att dra slutsatser om vilka faktorer som är avgörande för utvecklingen av välfärdseffekten inom jordbrukssektorn och vilka miljöeffekter som uppkommer vid några tänkta bioenergisatsningar inom det svenska jordbruket. De framtagna scenarierna i rapporten är dock inte tänkta att vara några prognoser.

Som jämförelsebas vid analyserna har ett referensscenario *Jordbruk 2020* använts istället för den verkliga grödfördelningen för 2007. I modellberäkningarna ligger jordbruksstöden kvar vilket också antas innebära att totalarealen åkermark förblir oförändrad. Den obrukade marken i referensscenariot bibehålls därmed som jordbruksmark (träda) och övergår inte till skog.

Den minskade vallarealen och den ökade trädan i referensscenariot jämfört med grödfördelningen 2007 beror delvis på att vällen i modellen brukas aktivt medan en del av arealen som benämns vall i 2007-års jordbruksstatistik egentligen är extensivt brukad vall och liknar i praktiken träda.

Värderingen av miljöpåverkan av själva odlingen har gjorts utifrån de faktiska kostnaderna/ersättningar för de genomförda miljöåtgärderna. För växthusgaser, växtnäring och växtskyddsmedel har det gått att få fram ett någorlunda tillförlitligt värde på miljöpåverkan vid odling. Dock har koldioxidutsläppen i mineralgödselproduktionen värderats betydligt lägre än dagens utsläpp, mest beroende av att modellen ska spegla ett jordbruk 10-15 år framåt i tiden. Värderingen av biologisk mångfald, kulturmiljö och landskapsbild har inte kunnat utföras i monetära termer, utan det har blivit mer av en beskrivande värdering.

Istället för en kostnads-/nyttoanalys har priset på en utsläppsrätt använts för att värdera den mängd koldioxid från fossila bränslen som ersätts av bioenergiproduktionen i respektive scenario.

Odling av energigrödor kan ge positiva miljöeffekter, utöver minskade koldioxidutsläpp.

Värdet av en minskad miljöbelastning, främst från ett minskat växtnäringssläckage, kan uppgå till drygt 100 kronor per ton reducerad koldioxid för en salixodling i scenarierna. Detta motsvarar ett av de beräknade miljövärdena för att genomföra åtgärden inom jordbruket. Det sammanlagda ekonomiska resultatet är även beroende av lönsamheten för salixodlingen. Det finns ett stort behov av ökad kunskap i båda fallen.

När effekterna av bibehållen livsmedelsproduktion (export av miljöeffekter) beaktas, begränsas den totala miljövinsten.

Vid beräkningarna av kostnaden för export av miljöeffekter har utgångspunkten varit att all livsmedels- och fodermedelskonsumtion antas vara oförändrad och all produktion behålls i Sverige. Detta ökar kostnaderna och utnyttjadegraden av odlingsmarken. Redan idag exporterar Sverige mycket av sin miljöpåverkan eftersom vi inte är självförsörjande, varken inom livsmedels- eller fodermedelsproduktionen. Om man ska bibehålla livsmedelsproduktionen i Sverige samtidigt med en ökad bioenergiproduktion

ökar den sammanlagda kostnaden i scenarierna med mellan 100 kronor och 1200 kronor per ton reducerad koldioxid.

Miljöbelastningen ökar i samtliga scenarier som en följd av en ökad odling. Skillnaderna är dock stora mellan scenarierna. Mest kommer scenario *Inblandning 2020*, spannmål till etanol, att påverkas vid en bibehållen produktion. Där kommer kostnaden att uppgå till drygt 1000 kronor per ton reducerad koldioxid. Detta eftersom spannmålen utöver det som krävs till produktion av livsmedel och fodermedel även används som råvara till etanolproduktion. Därmed måste mycket av åkerarealen användas till spannmålsodling, arealer som tidigare legat i träda eller varit vall.

Värdet av de sammanlagda miljöeffekterna har betydelse för kostnadseffektiviteten för olika åtgärder att reducera koldioxidutsläppen.

Värdet per ton koldioxid av miljöeffekterna skiljer sig kraftigt åt mellan de olika scenarierna vilket visar att det är viktigt att det ingår en värdering av de sammanlagda miljöeffekterna vid en bedömning av vilka åtgärder som är effektivast. Effekter på biologisk mångfald och landskapsbild har dock inte kunnat värderas monetärt.

Beroende av var och hur åtgärderna i scenarierna sätts in varierar storleken på miljöbelastningen.

Ersätts ettåriga livsmedels- och fodergrödor med fleråriga energigrödor kommer miljöbelastningen i form av kväve- och fosforläckage, växtskyddsmedelsanvändning och växthusgasutsläpp att minska. Om däremot marker med extensiv vall eller trädor istället används till att odla fleråriga energigrödor kan miljöbelastningen öka. Även lokaliseringen av odlingen kan ha betydelse. Som exempel kommer kväveläckaget att minska kraftigt om salix odlas i kustnära områden. Det är dock inte säkert att detta är den mest kostnadseffektiva åtgärden eftersom det är särskilt dyrt i de kustnära områdena i södra Sverige att inte använda den bördiga jordbruksmarken till livsmedelsproduktion.

Odlingens lokalisering och omfattning är avgörande för om påverkan på biologisk mångfald och landskapsbild blir positiv eller negativ.

Högväxande grödor påverkar miljön på olika sätt. Med en liten omfattning av salixodling i slättbygd kan exempelvis den biologiska mångfalden komma att öka. En mer omfattande salixodling som i scenario *Förnybar 2020* medför däremot mest negativa effekter för biologisk mångfald. Detta beror framförallt på att salixen i scenariot odlas på före detta trädor, miljöer som kan ha stor betydelse för mångfalden. När odlingar av högväxande energigrödor blir mer omfattande eller kommer nära känsliga kulturhistoriska miljöer påverkas även kulturmiljö och landskapsbild starkt negativt.

Omfattningen av odlingen av energigrödor får stor betydelse för kostnadseffektiviteten.

Den ökade odlingen av energigrödor medför att mer åkerareal måste brukas aktivt istället för att ligga i träda eller utnyttjas som extensiv vall. I takt med att omfattningen av odlingen av energigrödor ökar tas arealer med allt högre odlingskostnader, lägre avkastning och högre alternativvärde i anspråk. Den förändrade odlingsinriktningen

innebär bland annat ökad miljöpåverkan och ökade råvarupriser, vilket totalt sett medför ökade kostnader för odlingen.

Produktionskostnaderna i jordbruket kan vara större än värdet av miljöeffekterna.

Scenario *Biogas 2020* visar ett kraftigt negativt sammanlagt ekonomiskt värde, detta trots att de sammanlagda miljöeffekterna är kraftigt positiva. Orsaken är att välfärdsförlusten (kostnaden för jordbrukssektorn) av den förändrade odlingsinriktningen blir så stor. Detta beror främst på att en odling av vall till biogasproduktion för lantbrukarna blir ekonomiskt olönsamt. Alternativvärdet för vall till foderproduktion är alldeles för högt jämfört med energivärdet (priset) som fås från en vall ämnad till biogasproduktion.

Av de miljöeffekter som kunnat värderas monetärt visar sig växtnäringssläckaget vara det ekonomiskt mest betydelsefulla.

Ökad odling av energigrödor i jordbruket kan vara lönsamma i jämförelse med klimatåtgärder som görs inom industrin.

Om mängden reducerad koldioxid från fossila bränslen multipliceras med utsläppsrättspriset och adderas till summan av de totala miljöeffekterna i jordbruket skapas en samhällsekonomisk kalkyl som även tar in konsekvensen utanför jordbruket av en ökad odling av energigrödor i jordbruket.

Scenarierna *Förnybar 2020* (790 MSEK) och *Kombination 2020* (866 MSEK) ger då störst samhällsekonomisk vinst (välfärdsvinst). Det kan jämföras med *Miljö 2020* (477 MSEK) som faktiskt ger den största miljövinsten om man avgränsar sig till enbart jordbrukssektorn. Om hänsyn tas till bibehållen livsmedels- och fodermedelsproduktion är det scenarierna *Miljö 2020* och *Förnybar 2020* som fortfarande ger en samhällsekonomisk vinst medan kalkylen för *Kombination 2020* vänds till en samhällsekonomisk förlust. För en fullständig värdering av scenariernas samhällsekonomiska värde måste dock även värdet av påverkan på biologisk mångfald, landskapsbild och kulturmiljö beaktas.

Det är svårt att avgöra om odling av energigrödor i jordbruket är ekonomiskt lönsamt och miljömässigt effektivt jämfört med andra åtgärder.

Osäkerheten i beräkningarna är stor eftersom man har svårt att exakt veta hur utvecklingen av energimarknaden och livsmedelsmarknaden samt utvecklingen av tekniska processer och metoder kommer att se ut framöver. De prisförhållanden och förutsättningar som användes när modellkörningen gjordes härstammar från OECD:s Outlook 2008. Det innebär att de osäkerheter som kan omge framtida prisförhållanden inte kommer fram i resultatet från modellkörningarna.

De olika prisförhållandena mellan energi från energigrödor, fossil energi, kärnkraft, geotermisk energi och energi från andra förnybara energikällor har stor påverkan på efterfrågan av energi från energigrödor. Prisförhållandena påverkas i sin tur av valutakursförändringar och ändringar av olika styrmedel såsom skatter, el-certifikat, utsläppsrätter, teknikstöd, importtullar, stöd, etcetera.

För energigrödor är också prisförhållandena jämfört med grödor till livsmedel, foder eller industriråvara avgörande för lönsamheten i odlingen. Detta gäller även för produktionskostnaderna vid framställning av bioenergi från energigrödor där utvecklingen av tekniska processer och metoder får stor betydelse framöver.

En kombination av åtgärder kan vara den ekonomiskt och miljömässigt mest effektiva lösningen om en storskalig satsning på bioenergi genomförs.

Kostnaden varierar mellan åtgärder och ökar med åtgärdernas omfattning. Dessutom varierar kostnaden inom scenarierna med olika teknisk utformning. Detta antyder att en kombination av åtgärder kan vara det mest effektiva, i synnerhet om produktion av bioenergi på jordbruksmark ska bli mer omfattande. Här krävs dock fördjupade analyser med ett vidare spektrum av scenarier för att kunna dra policy-relevanta slutsatser.

Referenser

- Agroenergi. 2007. Manual för Salixodlare. Framställd av Lantmännen Agroenergi AB/Salix, Örebro
- Börjesson P. 2007a. Produktionsförutsättningar för bibränslen i svenskt jordbruk. Bilaga, SOU 2007:36 "Bioenergi från jordbruket-en växande resurs". Fritzes Offentliga Publikationer, Stockholm.
- Börjesson P. 2007b. Förädling och avsättning av jordbruksbaserade bibränslen. Bilaga, SOU 2007:36 "Bioenergi från jordbruket-en växande resurs". Fritzes Offentliga Publikationer, Stockholm.
- Börjesson, P. & Tufvesson, L.M. 2008. *Agricultural crop-based biofuels – resource efficiency and environmental performance*, Environmental and Energy Systems Studies, Department of Technology and Society, Lund University, Lund.
- EIA. 2008. Annual Energy Outlook 2008 (AEO2008). Energy Information Administration (EIA), Washington.
- Energimyndigheten och Naturvårdsverket. 2007. Tilläggsuppdrag till klimatberedningen. Energimyndigheten och Naturvårdsverket.
- Energimyndigheten. 2007. Energi som miljömål. Rapport ET 2007:21. Statens energimyndighet, Eskilstuna.
- Energimyndigheten. 2008a. Potentiell avsättning av biomassa för produktion av el, värme och drivmedel inklusive energikombinat. Regionala analyser och räkneexempel. Rapport ER 2008:04. Statens energimyndighet, Eskilstuna.
- Energimyndigheten. 2008b. Energiläget 2007. Statens energimyndighet, Eskilstuna.
- Energimyndigheten. 2008c. Bioenergi: resurseffektivitet och bidrag till energi- och klimatpolitiska mål. Rapport ER 2008:05. Statens energimyndighet, Eskilstuna.
- Energimyndigheten. 2008d. Rapport ER 2008:15. Energiläget 2008. Statens energimyndighet, Eskilstuna
- European Commission. 2008. Biofuels in the European Context: Facts and Uncertainties. Joint Research Centre, JRC. Fermi, Italy.
- FAO. 2007. Food Outlook 2007. Global Market Analysis. November 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Jordbruksverket. 2006. Miljöeffekter av träda och olika växtföljder. Rapport 2006:4. Statens Jordbruksverk, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2008a. Kartläggning av mark som tagits ur produktion. Rapport 2008:7. Statens Jordbruksverk, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2008b. Utformning av stöd till biogas inom landsbygdsprogrammet. Rapport 2008:8. Statens Jordbruksverk, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2008c. Jordbruket om 10 år. Hur påverkar omvärlden? Rapport 2008:12. Statens Jordbruksverk, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2008d. Minska jordbrukets klimatpåverkan. Rapport 2008:11. Statens Jordbruksverk, Jönköping.
- JTI. 2008a. Lantbruk & Industri 369. Spannmål till energi – ökad lönsamhet genom anpassning av odlingssystem. JTI Institutet för energi och teknik, Uppsala.

- JTI. 2008b. JTI-rapport 342. Jordbrukssektorns energianvändning. JTI Institutet för energi och teknik, Uppsala
- Kemi. 2004. Pesticide Risk Indicators at National Level and Farm Level – A Swedish Approach. PM Nr 6/04. Kemikalieinspektionen, Sundbyberg.
- Larsson, S. m.fl. 2006. BTK-rapport 2006:11. Rörflen som energigröda. Erfarenheter från fullskaleförsök vid Biobränsletekniskt Centrum (BTC) i Umeå under åren 2000-2004. SLU, Umeå.
- Lehtonen. H.; Kuussaari. M.; Hyvönen. T. and Lankoski. J. 2008. Use of wildlife habitat indices in agricultural sector modelling. (unpubl manuscript)
- Marshall. L. 2007. Thirst for Corn: What 2007 plantings could mean for the environment. Energy: Biofuels No. 2. World Resources Institute, Washington.
- Naturvårdsverket. 2005. Utsläpp av metan och lustgas från jordbrukssektorn. Rapport 5506. Naturvårdsverket, Stockholm
- Naturvårdsverket. 2007a. Import av kött – export av miljöeffekter. Rapport 5671. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2007b. Åtgärdsprogram för kornknarr, 2007–2011. Rapport 5705. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2008. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. Rapport 5823. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2009a. Växtskydd i uthållig odling. – effekter på avkastningsnivå, energiförbrukning och miljö. Rapport 5921. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2009b. National Inventory Report 2009 Sweden, Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2009c. Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan. Förslag till nationell åtgärdsplan. Rapport 5985. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Odling i balans. 2006. Riskindex för kemiska bekämpningsmedel. Värdering av risken för diffust läckage via dräneringsvattnet samt åtgärder för minskad påverkan från punktutsläpp. Odling i balans, Vallåkra.
- OECD/TAD/CA. 2008a. Draft report on economic assessment of biofuel support policies (2007 MCM MANDATE). Trade and Agriculture Directorate, Committee for Agriculture (2008) 6. OECD, Paris.
- OECD/TAD/CA & ENV/EPOC, 2008b. Trade and Agriculture Directorate, Committee for Agriculture & Environment Directorate, (2008) 10. Joint Working Party on Agriculture and the Environment. Multiple environmental effects of bioenergy and biofuels from agriculture development of SAPIM applications OECD, Paris.
- OECD/FAO. 2008. Agricultural Outlook 2008-2017. Organisation for Economic Co-operation and Development and Food and Agriculture Organization of the United Nations. OECD/FAO, Paris.
- OECD/TAD/CA, 2009. Market and Policy based approaches to bioenergy – Progress report. Trade and Agriculture Directorate, Committee for Agriculture (2009) 3. OECD, Paris.
- OPEC. 2008. World Oil Outlook 2007. Organization of the Petroleum Exporting Countries. OPEC, Wien.
- Rozakis et al. 2001. Integrated micro-economic modeling and multicriteria methodology to support public decision-making: the case of liquid bio-fuels in France. *Biomass and Bioenergy* 20, 385-398.
- Riksantikvarieämbetet. 2007a. Riksintressanta kulturmiljöer Resultat av enkätundersökning och nya insatser. Rapport från Riksantikvarieämbetet 2007:8. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.

Riksantikvarieämbetet. 2007b. Kulturmiljöbokslut, Hur mår kulturmiljön? 2007. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.

Riksantikvarieämbetet. 2007c. Uppmuntransbidrag till landsbygdens ekonomibyggnader. En sammanställning av åtta läns utvecklingsarbete. Rapport från Riksantikvarieämbetet 2007:1. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.

Reddersen, J. 2001. SRC-willow (*Salix viminalis*) as a resource for flower-visiting insects. *Biomass and Bioenergy* 20:171-179.

Ryan et al. 2006. Stimulating the use of biofuels in the European Union: Implications for climate change policy. *Energy Policy* 34, 3184-3194.

SCB, 1991. Jordbruksstatistisk årsbok 1991. Sveriges officiella statistik. Statistiska centralbyrån, Örebro

SCB, 1999. Jordbruksstatistisk årsbok 1999. Sveriges officiella statistik. Statistiska centralbyrån, Örebro

SCB, 2003. Jordbruksstatistisk årsbok 2003. Sveriges officiella statistik. Statistiska centralbyrån, Örebro

SCB, 2007. Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket 2006. Användning i grödor. Sveriges officiella statistik. Statistiska centralbyrån, Stockholm.

SCB, 2008a. Jordbruksstatistisk årsbok 2008. Sveriges officiella statistik. Statistiska centralbyrån, Örebro

SCB, 2008b. Skörd för ekologisk och konventionell odling 2007. JO16 SM0802. Sveriges officiella statistik. Statistiska centralbyrån, Örebro.

SIKA PM, 2007. Transportkostnadseffekter av en svensk geodifferentierad kilometerskatt. SIKA-PM 2007:5. Statens institut för kommunikationsanalys, Östersund.

SLU, 2008. Slututvärdering av Miljö- och landsbygdsprogrammet 2000-2006 - vad fick vi för pengarna? Sveriges lantbruksuniversitet, NL-fakulteten, SLU, Uppsala.

SOU 2007:36. Bioenergi från jordbruket – en växande resurs. Betänkande av Utredningen om jordbruket som bioenergiproducent. Fritzes Offentliga Publikationer, Stockholm.

Weih, M. och Nils-Erik Nordh, N-E. 2005. Ekologisk karakterisering av *Salix* kloner med hänsyn till vatten och näringstillgång. Slutrapport. Institutionen för Växtproduktionsekologi, SLU, Uppsala.

Wretenberg, J. 2006. The decline of farmland birds in Sweden. Doctoral thesis No. 2006:113, SLU Uppsala.

www.greens-efa.eu - The Greens European Free Alliance, Food first Hållbart jordbruk kan livnära fler människor än den ökande biltrafiken

www.agmrc.org - Agricultural marketing resource center, Iowa State University

www.bioenergiportalen.se - Bioenergiportalen är en samlingsplats för bioenergifrågor i första hand relaterade till jordbruket. Den har kommit till på uppdrag av Jordbruksverket. Bioenergiportalen är en del av verksamheten vid JTI.

www.rangefuels.com - Range Fuels Inc, Development Center in Denver, Colorado

www.utslappsraatt.se - Utslappsraatt.se, Ekonomisk förening Emissio, är ett exempel på möjligheterna till köp av utslappsraatter

www.utslappshandel.se - Utslappshandel.se ger en samlad och övergripande information om handel med utslappsraatter inom EU. Webbsidan drivs av Energimyndigheten och Naturvårdsverket

Zah, R et al. 2007. Life Cycle Assessment of Energy Products. Environmental Assessment of Biofuels – Executive Summary. EMPA- Materials Science & Technologi, Federal Office for Energy (BFE) Bern

Åhman, I. och Bertholdsson, N-O. 2001. Samspel mellan Salixsorter, tillväxtbetingelser och angrepp av skadegörare. Slutrapport. Svalöf Weibull AB, Landskrona.

Ørum, J-E. 1999. Driftøkonomiske konsekvenser af en pesticidudfasning. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, København.

Bilagor

Bilaga 1 Fakta och trender om biodrivmedel

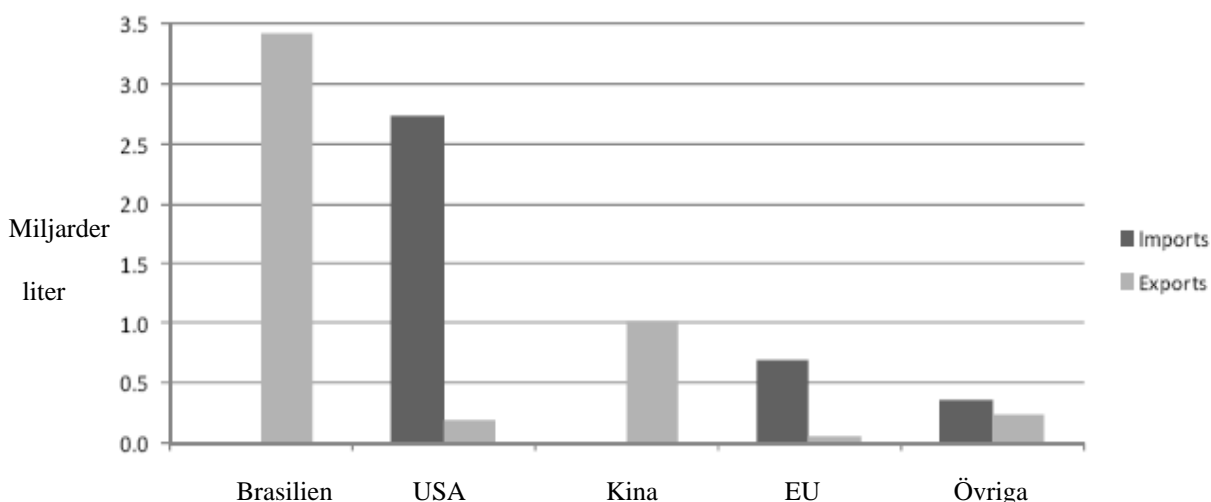
I det nedanstående beskrivs den av OECD förväntade utvecklingen av marknader, produktion, användning och teknisk utveckling av biodrivmedel i världen och inom EU. Marknadsutvecklingen för etanol och biodiesel i Sverige beskrivs också liksom den internationella handeln med biodrivmedel. Prisutvecklingen för etanol och produktionskostnaderna för några andra biodrivmedel redovisas.

De föreslagna åtgärderna som tagits upp globalt för olika energi- eller miljömål är att minska beroendet av fossila bränslen, nå uppställda miljömål, att få fram nya jordbruksprodukter eller gynna regional utveckling. Generellt har den politiska prioriteringen av dessa mål hittills varit i ordningsföljden; minska utsläpp av växthusgaser, införa importbegränsningar, förbättra stadsmiljön, arbeta för inkomstförbättringar för landsbygdsbefolkningen samt regional utveckling (OECD 2008a). De statliga styrmedel som kan påverka produktionen eller investeringarna kan vara i form av kvoter, avtal, uppsatta målstrategier, skatter, tullar, bidrag till FoU, etc.

Marknad och produktion

Handel med etanol och biodiesel

Den internationella handeln med etanol har hittills varit i liten skala. Ungefär 60 procent av den internationella handeln med etanol gäller etanol som används till annat än drivmedel. Av all producerad etanol är det cirka nio procent som kommer ut på världsmarknaden. Den helt dominerande exportören av etanol är Brasilien (figur 1). Den största importören är USA som importerar mer än hälften av all etanol på världsmarknaden. EU är en annan stor aktör på denna marknad. Den internationella handeln med biodiesel är betydligt mindre än handeln med etanol. Handeln kan kort beskrivas som att Indonesien och Malaysia exporterar till EU.



Figur 1 Den internationella handeln med etanol 2006 Källa: OECD 2008a, figur sid 13 (Utdrag ur F.O Licht's 2008)

Handel med biodrivmedel i Sverige

Utvecklingen i Sverige de senaste åren för användningen av etanol och biodiesel följer en uppåtgående trend. Mellan 2003 och 2007 mer än fördubblades användningen av etanol och användningen av biodiesel ökade mer än 24 gånger.

Eftersom det i Sverige enbart produceras en mindre mängd av drivmedelsetanol och biodiesel är importen stor. Sverige importerade 2007 störst mängd etanol från Brasilien; drygt 116 miljoner liter odenaturerad etanol och drygt 12 miljoner liter denaturerad etanol, enligt FN:s handelsstatistik. Av denna mängd bearbetades 54 miljoner liter¹ under tullkontroll och fördes in i Sverige.

EU:s tullar för de olika typerna av etanol är för tredje land cirka 1,86 kr/liter (19,20 €/hl) för odenaturerad etanol och cirka 0,99 kr/liter (10,20 €/hl) för denaturerad etanol. Etanol som kommer in i Sverige som bearbetad till E85 eller E95 har en tull på 6,5 % och preferenstill 0 % för GSP-länderna², däribland Brasilien.

Totalt importerade Sverige 294 miljoner liter ren etanol under 2007. Utöver detta fördes 54 miljoner liter etanol in från Brasilien som bearbetad E85. Totalt blir det 348 miljoner liter etanol som importerades under 2007.

Produktion av etanol och biodiesel

Under de senaste sju åren har det varit en drygt 200 - procentig ökning av produktionen av bioetanol i världen. År 2000 var produktionen drygt 16 miljarder liter för att 2007 vara drygt 52 miljarder liter. USA och Brasilien stod för huvuddelen av produktionen, USA med drygt 26 miljarder och Brasilien med drygt 18 miljarder liter. Brasilien tillverkade den övervägande delen av etanolen från rörsocker och USA den övervägande delen från majs (OECD 2008a).

Produktionen av biodiesel var på en blygsammare nivå, men ökningen under samma tidsperiod 2000-2007 har varit nära tusen procent! År 2000 var produktionen knappt en miljard liter för att 2007 vara nästan 11 miljarder liter. EU är en stor producent av biodiesel med Tyskland som den största producenten. EU producerar drygt hälften av all biodiesel i världen (6 miljarder liter) varav Tyskland producerar drygt 3 miljarder liter. I Europa produceras i första hand RME (rapsmetylester). Även USA har en relativt stor produktion av biodiesel på cirka 2 miljarder liter. De framställer biodieseln främst från sojaolja. Övriga större producenter är Malaysia och Indonesien som använder palmolja för att framställa biodiesel.

Produktionskostnader

Trots högre priser på råolja och fossila drivmedel har inte lönsamheten för att producera biodrivmedel förbättrats på senare tid (OECD 2008a). De höga och varierande priserna på fossila bränslen har inneburit att kostnaderna för att framställa råvaran för produktion av biodrivmedel (majs, rörsocker, vete, etc.) ökat och blivit svårare att beräkna. Det har

¹ Denna siffra är framräknad genom Brasiliens export till Sverige minus Sveriges import från Brasilien av etanol enligt KN-nr 220710 och 220720. Siffrorna är hämtade ur FN:s handelsstatistik.

² General System of Preferences

också medfört att priserna på biodrivmedel ökat. Men i många fall har gapet mellan produktionskostnaderna och värdet på det slutliga biodrivmedlet vidgats.

Råvarukostnaden är den helt dominerande kostnaden och den har i de flesta fall ökat mellan 2004 och 2007. För de flesta producerade biodrivmedlen är också de totala produktionskostnaderna betydligt högre än priset för en ekvivalent mängd bensin. Det enda biodrivmedlet som skiljer sig från detta mönster är etanol av sockerrör från Brasilien. Här har priset på råvaran minskat mellan 2004 och 2007. Produktionspriset är också lägre än för en ekvivalent mängd bensin och följaktligen går det att i Brasilien ha en produktion av etanol som är lönsam och konkurrenskraftig jämfört med fossila drivmedel.

Styrmedel använda internationellt

Under de senaste tio åren har bidrag och andra styrmedel till bioenergi ökat drastiskt i flera länder. I många fall har andra politiska mål, exempelvis för sysselsättning, landsbygdsutveckling, etc. också samverkat till att stöden till bioenergin blivit än mer omfattande. De använda statliga och ekonomiska styrmedlen för att stödja och utveckla bioenergin har varit många. Styrmedlen har exempelvis varit i form av bidrag till investeringar, kvoter, skattebefrielse, tullar, bidrag till FoU, etc. Utan detta samhällsstöd skulle inte utvecklingen inom bioenergin ha gått så snabbt. Detta eftersom råvarupriserna till biobränslen har varit alltför höga jämfört med råvarupriset på fossila bränslen. Nuvarande drivmedelsdistribution är uteslutande anpassad för fossila drivmedel och inte biodrivmedel.

Detta eftersom lönsamheten för biobränslen gentemot fossila bränslen är svag pga. höga produktionskostnader och att de nuvarande distributionskedjorna för fossila bränslen inte är anpassade till biobränslen.

Ett av stöden som använts inom EU är energigrödestödet som är tänkt att öka lönsamheten vid odling av energigrödor för produktion av biobränslen. Detta stöd är dock borta fr.o.m. 2010. Andra former av ekonomiska styrmedel är investeringsstödet inom EU:s landsbygdsprogram som t.ex. utgår till satsningar på produktionsanläggningar för biobränslen (30 % bidrag till investeringskostnaderna) eller garantilån (låg ränta) som främst används i USA. Det finns också lösningar på att få lägre investeringskostnader genom skattekrediter till produktionsföretaget och även genom en direkt skattereduktion per framtida producerad biobränsleenhet (OECD 2008a). Ett rent bidrag för att skynda på en ombyggnad av distributionskedjan för de små leverantörerna av drivmedel tillsammans med ett krav att bygga om för de stora leverantörerna finns t.ex. i Sverige.

Den vanligaste metoden att stödja biobränslen eller gynna miljön är att reducera konsumtionspriset gentemot fossila bränslen. Det görs vanligen genom att lägga en energi- och/eller koldioxidskatt på de fossila bränslena medan de bränslen som blir klassade som biobränslen slipper. Det finns också vissa handelsområden, bl.a. i USA, EU, där krav på inblandning, olika kvoter och tullar är införda som styrmedel.

Teknisk utveckling av biodrivmedel

Utmaningen för forskning och utveckling är att öka effektiviteten i produktionssystemen för biodrivmedel. Den tydliga trenden är att intresset går från socker/stärkelse baserad biomassa till lignocellulosa baserad biomassa tillsammans med mer effektiva enzymbaserade katalysprocesser och mer integrerade produktionssystem. Det är viktigt att påpeka att effektiviteten i systemen gäller hela kedjan från odling av råvaran via transporter och omvandling till lagring, distribution och även användningen av bi- och restprodukter.

Metoder för att utnyttja olika enzymer istället för värme/destillering för att spjälka kolväten är redan kommersiellt gångbara. Ännu så länge finns bara ett antal mindre pilotanläggningar, men flera större kommersiella anläggningar har börjat byggas, exempelvis i Soperton Georgia (www.rangefuels.com).

Miljöeffektivitet

En viktig aspekt vid alla bioenergisatsningar är att minska växthusgasemissionerna från transport, el- eller värmeproduktion, eller för den delen genom hela produktionssystemet. I ett flertal studier har man belyst frågan genom att göra livscykelanalyser över hela produktionssystemen vid framställning av bibränslen. Analyserna visar att flertalet bibränslen ger betydande reducerade utsläpp jämfört med fossila bränslen. Fossila bränslen står globalt för över 50 procent av de antropogena utsläppen av växthusgaser, i första hand koldioxid.

Storleken på reduktionen av växthusgaser beror dock mycket på produktionssystem, gröda/biomassa och odlingsteknik/zon. Det har under senare år också skett en ökad hänsyn till att skapa mer miljöeffektiva och hållbara system. Det kan även finnas miljömässiga vinster i att välja energigrödor (salix, energigräs) som reducerar näringsläckaget, jorderosionen samt ökar diversiteten jämfört med andra odlade växter. En förändrad odlingsinriktning medför påverkan på sociala och ekologiska faktorer och påverkan kan vara olika stor beroende på vilken strategi som väljs.

Bilaga 2 Förändringar i global produktion och marknad för biodrivmedel

I det nedanstående redogörs för en metod att analysera effekter av olika politiska förändringar på jordbruksmarknaden och förändrad markanvändning. Verktöget att analysera förändringar av markanvändning, grödfördelning och världsmarknad för biodrivmedel är OECD/FAO:s Aglink-Cosmo modell, vilken redovisas närmare i OECD:s Draft report on economic assessment of biofuel support policies (OECD 2008a). Basdata har även tagits från OECD/FAO Agricultural Outlook 2008-2017 (OECD/FAO 2008).

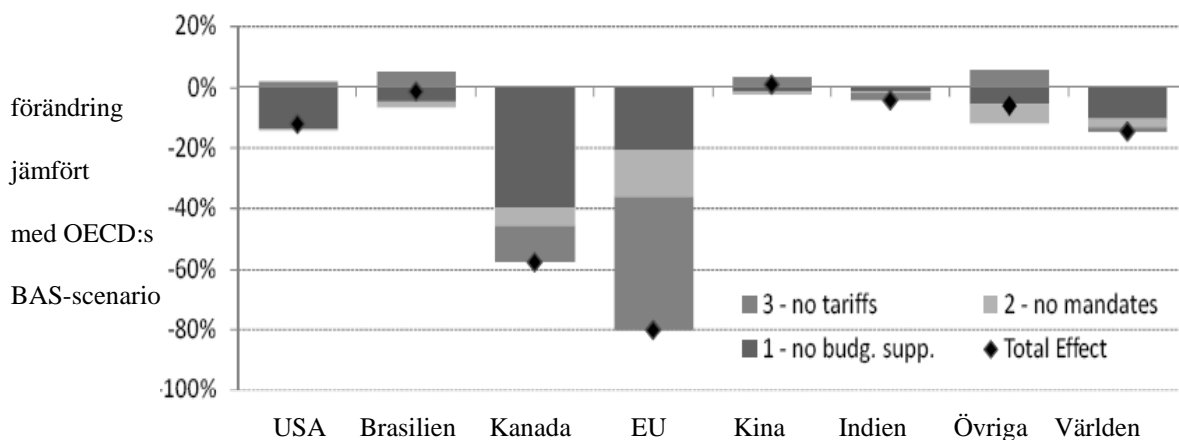
Analys av strategier och utvecklingsvägar för några biodrivmedel

OECD och FAO har tillsammans tagit fram några scenarier med olika utvecklingsvägar för biodrivmedel som analyserats med hjälp av Aglink-Cosmo modellen. Tre av scenarierna som OECD/FAO har analyserat med denna modell är:

1. Inga statliga stöd till biodrivmedel (no budg supp)
2. Inga inblandningskrav (no mandates)
3. Inga importtullar, m.m. (no tariffs)

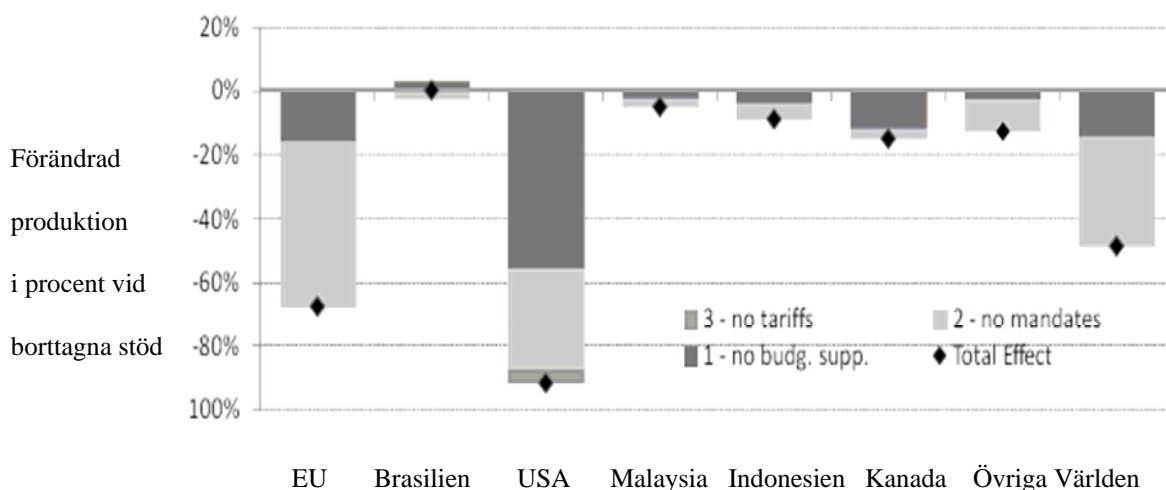
Effekter på produktion av borttagna stöd

Etanol: OECD har gjort en beräkning av hur produktionen skulle påverkas om alla stöd till bioetanol togs bort (OECD 2008a). Stöden kan vara i form av skattekrediter och direkta stöd (mörkgrå), inblandningskrav och kvoter (ljusgrå) eller tullar och importregler (mellangrå) (figur 1). Effekten av borttagna stöd skulle bli störst i EU och Kanada. I EU skulle produktionen minska cirka 80 procent om allt stöd drogs bort. I EU används mest tullar och importregler som stöd till etanolproduktionen medan Kanada ger mest skattekrediter och direkta stöd.



Figur 1 Effekter på produktionen vid borttagna stöd till etanol Genomsnitt över åren 2007-2013
Källa: OECD 2008a, figur sid 56 (Aglink/Cosimo simulation resultat OECD sekretariatet)

Biodiesel: Produktionen av biodiesel skulle också påverkas kraftigt om alla stöd till biodiesel togs bort (OECD 2008a). Stöden kan vara i form av skattekrediter och direkta stöd (mörkgrå), inblandningskrav och kvoter (ljusgrå) eller tullar och importregler (mellangrå) (figur 2). Effekterna av borttagna stöd skulle bli störst i USA och EU. I USA skulle produktionen minska drygt 90 procent om alla stöd drogs bort. I USA används mest skattekrediter och direkta stöd till biodiesel medan EU övervägande använder inblandningskrav och kvoter.



Figur 2 Effekter på produktionen vid borttagna stöd till biodiesel Genomsnitt över åren 2007-2013
Källa: OECD 2008a, figur sid 57 (Aglink/Cosimo simulation resultat, OECD sekretariatet)

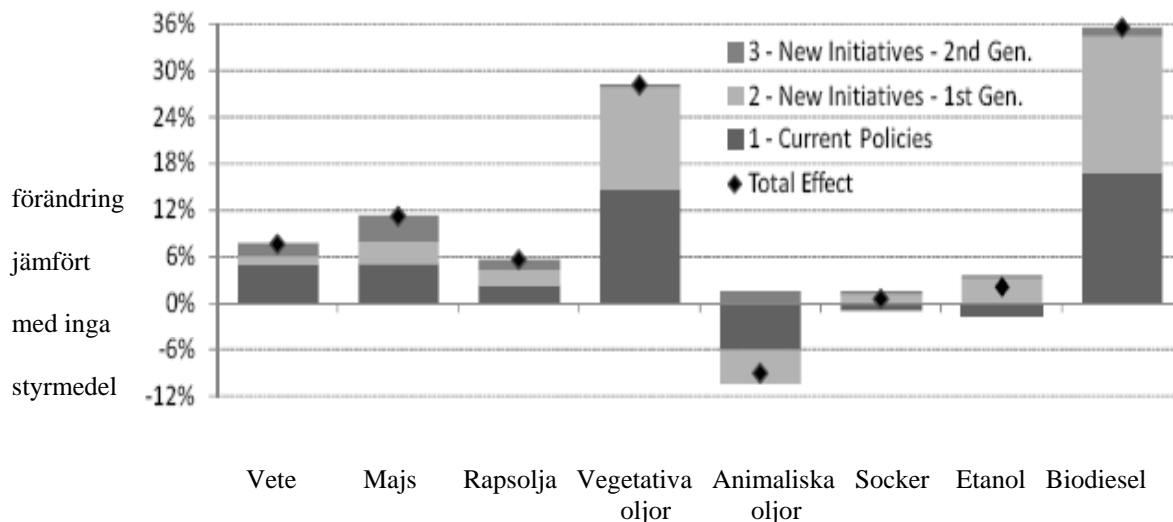
Effekter av styrmedel till biodrivmedel

Påverkan från existerande och planerade styrmedel till biobränslen kan bli kraftig på marknadspriserna på drivmedel och jordbruksprodukter och även öka efterfrågan på jordbruks- och skogsbruksmark. OECD har i en rapport (OECD 2008a) beräknat hur stor påverkan de nuvarande statliga styrmedlen och incitamenten till biodrivmedel har på jordbruksvarornas marknadspriser, grödfördelning och markanvändning.

Effekter på marknadspriser

Kombinationen av nuvarande och planerade styrmedel till biodrivmedel kan få stor betydelse för marknadspriserna (figur 3). Jämfört med en situation utan ekonomiska och statliga styrmedel till biodrivmedel skulle världsmarknadspriserna, enligt OECD:s beräkningar, för vete och oljeväxter stiga med åtta procent respektive sex procent, såsom medel för perioden 2013-2017. Priset för vegetabiliska oljor kan komma att stiga med hela 24 procent som en följd av den planerade stora ökningen av biodieselproduktionen.

Resultaten beror mycket på hur stora odlingsarealer andra generationens biodrivmedel (mellangrå) kommer att kräva (figur 3). Beroende på andelen utnyttjad odlingsmark kan de förväntade världsmarknadspriserna på vete komma att stiga med mellan 6 till 9 procent. Men även om övervägande andelen mark till andra generationens biodrivmedel tas från icke odlingsmark kommer världsmarknadspriserna på jordbruksvaror att påverkas av en ökad produktion av bioenergi (mörkgrå).



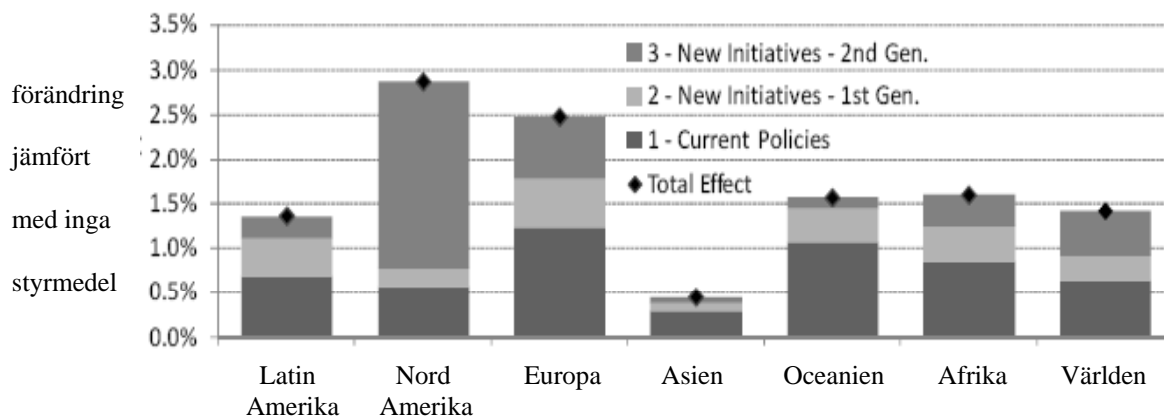
Figur 3 Påverkan på marknadspriserna av existerande och kommande statliga styrmedel till biodrivmedel Genomsnitt över åren 2007-2013

Källa: OECD 2008a, figur sid 65 (Aglink/Cosimo simulation resultat, OECD sekretariatet)

Effekter på åkerarealen

Både den ökade odlingen av energigrödor till andra generationens biodrivmedel och de höjda priserna som en följd av en ökad produktion av bioenergi kommer att medföra att mer mark odlas upp. Jämfört med en situation utan statliga styrmedel till biobränslen skulle världens odlingsareal, enligt OECD:s beräkningar, komma att stiga med 1,4 % eller 12 miljoner hektar såsom ett medeltal för perioden 2007-2013 (figur 4).

I motsats till världsmarknadsprisernas beroende till en ökad produktion av bioenergi spelar andelen odlingsbar mark som används till andra generationens biodrivmedel (mellangrå) en mindre roll för den globala åkerarealen. Men det är intressant att se vad den ökade produktionen betyder i olika världsdelar. I Nordamerika och Europa påverkar de nuvarande och planerade satsningarna på bioenergi (mörkgrå, ljusgrå och mellangrå) åkerarealen relativt mer 2,9 % respektive 2,5 % än för övriga världsdelar (figur 4).



Figur 4 Påverkan av existerande och kommande statliga bioenergisatsningar på åkerarealen Genomsnitt över åren 2007-2013

Källa: OECD 2008a figur sid 6 (Aglink/Cosimo simulation resultat, OECD sekretariatet)

Bilaga 3 Drivmedelspriser kontra spannmålspriser

I en jämförelse med priset på etanol eller biodiesel från spannmål respektive raps blir osäkerheten stor på grund av varierande spannmålspriser och produktionskostnader samt möjligheten att få avsättning för biprodukterna.

Tabell 1 Pris på bensin, bioetanol och bioetanol import vid olika valutakurser, världsmarknadspriser, tullar samt skatter

*EUR/SEK 9,42

** USD/SEK 6,52

	Höstvete	Korn	Etanol / Bensin	Etanol/ Etanol import	Etanol* import	Bensin 95	Råolja**
Valutakurser					9,42		6,52
Råvarupris kr/kg/Bränsle kr/lit	1,37	1,32	4,49	3,55	3,92	5,21	64,20
Råvara kr/kg/Prodkostnad kr/lit	1,73	1,66	2,80	2,80	0,57	2,58	2,63
Tull, skatt o moms			1,82	1,59	3,45	7,58	
Pris per liter			9,11	7,94	7,94	12,79	
Pris per kWh			1,44	1,25	1,25	1,44	

Källa: Jordbruksverkets beräkningar, aktuella priser i april 2008

I modellen, vid de markerade rutorna, går det att sätta in aktuella valutakurser och världsmarknadspriser så beräknas till vilket pris det är möjligt att köpa in spannmål eller oljeväxter (kr/kg). **Feta siffror** är möjligt råvarupris jämfört med importerade biodrivmedel, **täckta siffror** är möjligt råvarupris jämfört med fossila bränslen).

Tabell 2 Modell för att jämföra drivmedelspriser på diesel, biodiesel och biodiesel import vid olika valutakurser, världsmarknadspriser, tullar samt skatter

*EUR/SEK 9,42

** USD/SEK 6,52

	Oljeväxter	Biodiesel / Diesel	Biodiesel import	Råolja	Diesel
Valutakurser				6,52	
Råvarupris kr/kg/Bränsle kr/lit	2,47	8,87	7,40	64,20	5,82
Råvara kr/kg/Prodkostnad kr/lit	2,96	2,60	2,60	2,63	3,19
Tull, skatt o moms		2,87	2,50		6,66
Pris per liter		14,34	12,50		12,48
Pris per kWh		1,27	1,11		1,27

Jordbruksverkets beräkningar, aktuella priser i april 2008

Bilaga 4 Priser i modellberäkningarna

Alla framtidsscenarier bygger på OECD:s prognostiserade priser. År 2007 bygger på prisstatistik från Jordbruksverket. Priserna för kött (nöt, gris, lamm, kyckling och ägg) är för 2008 för att få med de prishöjningar som är kopplade till foderprisökningarna 2007. Priserna bestäms dock i viss mån internt i modellen. Det som anges är exportpris och importpris. Där emellan finns ett intervall där priset kan hamna om det blir jämvikt på den lokala marknaden. Vissa produkter antas heller inte handlas internationellt t ex konsumtionsmjölk, grädde och potatis. Då styrs priserna helt av utbud och efterfrågan på de lokala marknaderna. Det samma gäller för grovfoder, kalvar och smågrisar.

Priserna kan också variera inom Sverige eftersom det även finns kostnader för transporter inom Sverige. All import och export antas ske från hamnar i södra Sverige. Detta innebär att priserna i norra Sverige kan bli högre än importpriset om importerade produkter transporteras dit och lägre än exportpriser om produkter därifrån går på export. I tabell 1 visas det genomsnittliga producentpriset för produkter i scenarierna.

Tabell 1 Genomsnittliga producentpriser med 2007 års penningvärde (kr/kg)

Produkt	2007 statistik Jordbruksverket	2007 beräknat	2020 OECD EU-pris	2020	2020 utan produktivitet	2020 hög produktivitet
Brödsäd	2,06*	2,06	1,06	1,06	1,11	1,06
Fodersäd	1,71*	1,67	1,02	1,06	1,09	1,05
Raps	2,60*	2,64	2,29	2,25	2,32	2,25
Socketbetor	0,30*	0,41	0,18	0,18	0,18	0,18
Fabrikspotatis	2,69*	0,62		0,46	0,56	0,44
Mjölk	3,03	3,06	2,14	2,15	2,84	2,13
Nötkött	26,29**	26,65	20,67	21,47	21,32	21,49
Griskött	14,03**	15,06	10,25	10,57	10,63	10,58

* Pris augusti 2007

** Pris juli 2008

När det gäller produktionsfaktorer skiljer hanteringen mellan jordbruksinterna och externa. De jordbruksinterna är t ex utsäde, foder, kalvar och smågrisar. För dessa beräknar modellen ett pris som anpassas till utbud och efterfrågan. Detta innebär att de får en stark följsamhet till produktpriserna. För de insatser som köps in bestäms priserna exogent, antagandet är att priserna blir reall oförändrade. Arbetskraften antas dock få samma reallöneutveckling som övriga sektorer vilket innebär en real löneökning med två procent per år. Detta motsvarar produktivitetens utvecklingen i samhället. Detta antagande kan dock vara väl optimistiskt eftersom utvecklingen hitintills har varit att priserna på de flesta insatsmedel ökat reall sett. Den historiska prisutvecklingen kan vara inkonsistent med underlaget till OECD:s produktpriser eftersom det var ett kraftigt stigande oljepris under 2007. OECD förutspår dock reall sjunkande pris på olja framöver. Priset på energi är centralt eftersom det för genomslag på många förnödenheter. OECD:s prognostiserade pris på olja är 72 dollar per barrel för år 2020.

Bilaga 5 Värdering av miljörisker vid användning av växtskyddsmedel

Kostnaden för lantbruket att helt ta bort växtskyddsmedel är enligt Örum (1999) cirka 25 % av TBII. Det motsvarade i genomsnitt 430 Dkr per hektar 97/98 med 2,41 besprutningstillfällen per hektar. Omräknat till SEK (1,25) motsvarar detta 223 kr/dos/ha/år.

Grödor	total dos ¹	Ämne ²	Dos ¹	ET+P ³	DT50 ⁴	SUM
Salix	0,15	diflufenikan	0,05	2,00	4,00	0,67
Höstvete	1,90	diflufenikan	1,00	2,00	4,00	0,67
Vårkorn	1,40	mcpa	1,00	2,10	4,00	0,68
Socketbetor	3,20	metamitron	3,20	3,60	3,00	0,73
Hampa	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Höstraps	2,10	metazaklor	1,10	4,10	4,00	0,90
Rörflen	0,20	mcpa	0,05	2,10	4,00	0,68
Ensilagevall	0,75	mcpa	0,25	2,10	4,00	0,68
Träda	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Genomsnitt	1,39					

Genomsnitt 2,10 Skånsk växtodlingsgård 2006

2 höstvete 1 vårkorn 1 sockerbetor 1 Höstraps 5 grödors växtföljd

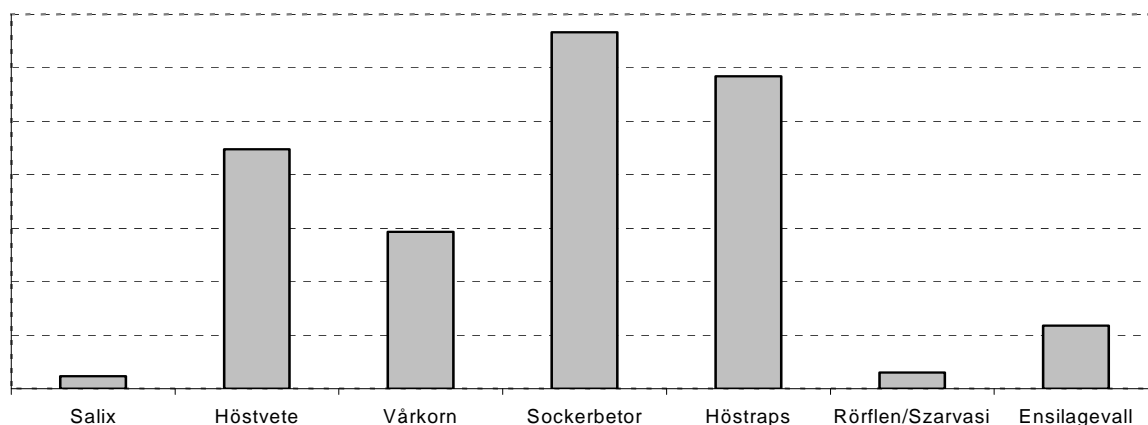
¹Data från Växtskyddsmedelsenkäten SCB 2007

²Data från SJV:s Kemisk ogräsbekämpning 2008/2009

³Data från Kemi:s PM om riskindikatorer PTI 2004

⁴Data från Odling i balans Riskindex

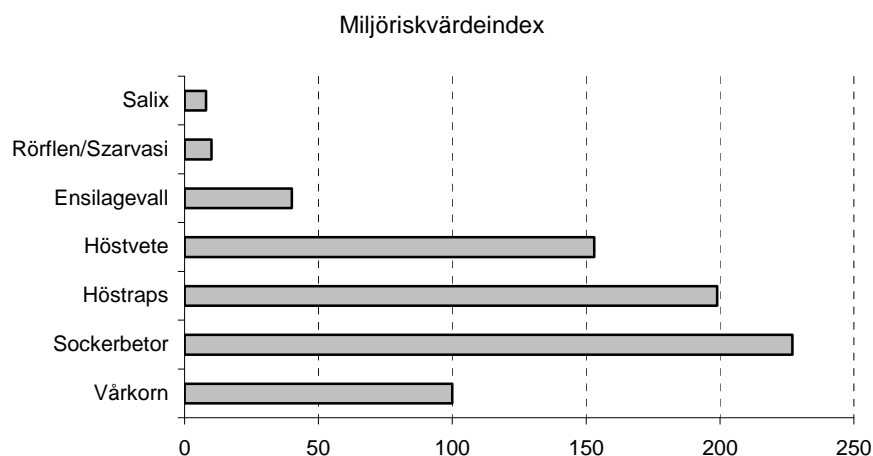
besprutningstillfällen per hektar och år
lämpliga och använda ämnen
miljörisk och fastläggning
mullfattig mellanlera läckagerisk



Jämförelse av miljöriskvärde för olika grödor

Ämne	Dos ¹	ET+P ³	DT50 ⁴	SUM	SUMSUM	Riskdos	Värde	Grödor
glyfosat	0,10	3,40	1,00	0,49	0,08	0,10	23	Salix
fenpropimorf	0,90	6,10	3,00	1,01	1,58	2,01	448	Höstvete
deltametrin	0,40	7,00	1,00	0,89	1,03	1,32	294	Vårkorn
	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	2,99	667	Socketbetor
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	Hampa
esfenvalerat	1,00	8,60	1,00	1,07	2,06	2,62	584	Höstraps
glyfosat	0,15	3,40	1,00	0,49	0,11	0,14	30	Rörflen/Szarvasi
glyfosat	0,50	3,40	1,00	0,49	0,41	0,53	118	Ensilagevall
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	Träda
					1,09	1,39		

Gröda	Värde	Index vårkorn	Miljöriskvärdeindex
Salix	23	8	Vårkorn 100
Höstvete	448	153	Socketbetor 227
Vårkorn	294	100	Höstraps 199
Socketbetor	667	227	Höstvete 153
Höstraps	584	199	Ensilagevall 40
Rörflen/Szarvasi	30	10	Rörflen/Szarvasi 10
Ensilagevall	118	40	Salix 8



Bilaga 6 Grödfördelning vid bibehållen produktion

Scenario Miljö 2020 Förändring i grödfördelning (tusen hektar) jämfört med Jordbruk 2020, vid bibehållen produktion

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	649	47
Höstsäd	359	-12
Vårsäd	444	19
Oljeväxter	139	-19
Träda/extensivt brukad mark	848	-174
Salix	153	138
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Scenario Förnybar 2020 Förändringar i grödfördelning (tusen hektar) jämfört med Jordbruk 2020, vid bibehållen produktion

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	603	1
Höstsäd	379	8
Vårsäd	423	-2
Oljeväxter	129	-29
Träda/extensivt brukad mark	643	-379
Salix	415	400
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Scenario Inblandning 2020 Förändring i grödfördelning (tusen hektar) jämfört med Jordbruk 2020, vid bibehållen produktion

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	639	38
Höstsäd	505	134
Vårsäd	625	200
Oljeväxter	152	-6
Träda/extensivt brukad mark	655	-366
Salix	15	0
Övriga grödor	78	1
Summa åker	2 669	

Scenario Kombination 2020 Förändring i grödfördelning (tusen hektar) jämfört med Jordbruk 2020, vid bibehållen produktion

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	608	7
Höstsäd	529	159
Vårsäd	669	243
Oljeväxter	137	-21
Träda/extensivt brukad mark	232	-790
Salix	415	400
Övriga grödor	79	2
Summa åker	2 669	

Scenario Biogas 2020. Förändring i grödfördelning (tusen hektar) jämfört med Jordbruk 2020 vid bibehållen produktion

Grödor	Areal, tusen hektar	Förändring jämfört med Jordbruk 2020, tusen hektar
Vall	922	321
Höstsäd	355	-15
Vårsäd	443	17
Oljeväxter	157	-1
Träda/extensivt brukad mark	700	-322
Salix	15	0
Övriga grödor	77	0
Summa åker	2 669	

Jordbruksverket • 551 82 Jönköping • Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se