

Ekologiskt jordbruk

- ett sätt att minska övergödningen och bevara den biologiska mångfalden?



Towe Andersson & Emmelie Johansson

2010

Institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper

Enheten för Naturgeografi och Ekosystemanalys

Lunds Universitet

Sölvegatan 12

223 62 Lund



Ekologiskt jordbruk
– ett sätt att minska övergödningen och bevara den biologiska mångfalden?

Towe Andersson & Emmelie Johansson
Kandidatuppsats 15 hp
Institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper
Enheten för Naturgeografi och Ekosystemanalys
Lunds Universitet
Våren 2010
Handledare Karin Hall

"The earth's vegetation is part of a web of life in which there are intimate and essential relations between plants and the earth, between plants and other plants, between plants and animals. Sometimes we have no choice but to disturb these relationships, but we should do so thoughtfully, with full awareness that what we do may have consequences remote in time and place."

Rachel Carson, *Silent Spring*, 1962

Förord

Detta är en examensuppsats på kandidatnivå (15hp), skriven vid Institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper, Enheten för Naturgeografi och Ekosystemanalys, vid Lunds Universitet våren 2010. Arbetet är en litteraturstudie som behandlar jordbrukets miljöpåverkan och effekterna av ekologiskt jordbruk på två av de svenska miljökvalitetsmålen, *Ingen övergödning* och *Ett rikt växt- och djurliv*.

Vi som skrivit uppsatsen är huvudansvariga för olika delar i de kapitel som förekommer i resultatavsnittet. Emmelie Johansson ansvarar för Näringsläckage – risk för övergödning: *Svensk gårdsstudie*; Ett rikt växt- och djurliv: *Meta-analys av publicerade studier, Ekologisk och konventionell odling i olika landskap och habitat; Konsekvenser av en global omställning till ekologiskt jordbruk*. Towe Andersson ansvarar för Näringsläckage – risk för övergödning: *Odlingsystemstudie i Halland, Odlingsystemstudie i Västra Götaland*; Ett rikt växt- och djurliv: *Kvalitativ genomgång av 76 studier, Ekologisk och konventionell odling i förhållande till gårdsstorlek*.

Vi vill rikta ett tack till vår handledare Karin Hall för goda råd och synpunkter under skrivandet av uppsatsen.

Sammanfattning

I takt med att befolkningen i Sverige har ökat har även behovet av mat blivit större. För att producera mer mat har jordbruket intensifierats och användandet av gödsel och bekämpningsmedel har ökat. Förutom de positiva effekterna med högre skördar har detta även skapat miljöproblem. Ett av dessa är övergödning, som på sommaren orsakar den algblomning man kan se i sjöar och hav. Ett annat problem är förlust av biologisk mångfald, som innebär att antalet växt- och djurarter runt omkring oss minskar. Den svenska riksdagen har beslutat att stoppa dessa miljöproblem, och för att underlätta arbetet med detta har man infört miljö kvalitetsmål som kallas *Ingen övergödning* och *Ett rikt växt- och djurliv*. Som en del i att försöka nå dessa mål har regeringen beslutat att år 2010 ska 20 % av den svenska jordbruksmarken odlas ekologiskt. Ekologiskt jordbruk är en alternativ odlingsmetod där mer naturliga metoder används för att bruka marken, och sägs ofta vara bättre för miljön och ett mer hållbart alternativ.

Precis som vi människor behöver växternas näringsämnen, och det är därför man gödslar marken. Gödslar man för mycket kan inte växterna ta upp all näring och överflödet kan sköljas bort av rinnande vatten, på och under markytan. Övergödning innebär att för mycket av denna näring hamnar i sjöar och hav, där den kan göra så att algerna tar över och algblomning uppstår. I ekologiskt jordbruk försöker man hushålla med näringen i marken, och man gödslar på andra sätt än i vanligt jordbruk. Man väljer också att odla växter som kan ta upp så mycket näring som möjligt, så att denna inte kan sköljas iväg från marken. Studier har visat att det ofta är lägre risk för näringsläckage på de svenska ekologiska gårdarna än på de som använder sig av vanliga jordbruksmetoder.

Det finns flera anledningar till att den biologiska mångfalden har minskat. De bekämpningsmedel som används i jordbruket är effektiva för att ta bort ogräs och skadedjur, men kan även ta död på växter, insekter och smådjur som inte gör någon skada. Detta leder till en kedjeeffekt som även påverkar större djur, när tillgången på mat minskar. I dag odlar man på stora fält och har ofta tagit bort diken och buskage som tidigare utgjort en livsmiljö för många växter och djur. I ekologiskt jordbruk använder man inte bekämpningsmedel utan försöker odla på ett sådant sätt att ogräset inte trivs. Odlingsfälten är ofta mindre, och det finns fler diken, häckar och buskage. Detta gör att den biologiska mångfalden oftast är större på de ekologiska gårdarna.

Skördarna på de svenska gårdarna blir ofta något lägre med ekologiska odlingsmetoder. Detta kan skapa problem om all jordbruksmark skulle börja odlas ekologiskt, eftersom man då skulle behöva odla på mer mark för att producera lika mycket mat. Skulle mycket mer mark behövas för jordbruket skulle miljöproblemen kunna öka, även om man odlar ekologiskt.

Vi anser att ekologiskt jordbruk kan vara ett sätt att minska miljöproblemen och nå miljö kvalitetsmålen. Samtidigt kan en kombination av ekologiskt och vanligt jordbruk vara ett bra alternativ, och det bästa från de båda odlingssätten kan tillsammans ge ett hållbart jordbruk.

Nyckelord: Geografi, Naturgeografi, Jordbruk, Ekologiskt jordbruk, Övergödning, Näringsläckage, Biologisk mångfald, Bekämpningsmedel, Gödsel, Miljö kvalitetsmål

Abstract

The Swedish agriculture has become more intense and large-scale by the use of artificial fertilizers and chemical pesticides. While the intensification has contributed to an increased harvest, it has also brought with it several environmental problems. This thesis brings up two of the main problems: eutrophication and the loss of biodiversity. These problem areas are also addressed by the Swedish Environmental Quality Objectives: *Zero Eutrophication* and *A Rich Diversity of Plant and Animal Life*.

Organic farming practices do not include artificial fertilizers and chemical pesticides. Alternative methods are used instead and, compared to conventional farming, organic farming is often said to be a more sustainable option. The Swedish government has decided that 20% of the agricultural land should be farmed with organic methods by 2010, as a part of fulfilling the Environmental Quality Objectives.

This is a literature study that aims to investigate if organic farming can contribute to fulfil the two Environmental Quality Objectives: *Zero Eutrophication* and *A Rich Diversity of Plant and Animal Life*.

Eutrophication appears when the levels of the nutrients nitrogen and phosphorous are too high in the ground, and leach into lakes and oceans. A high surplus of nutrients means that the risk for nutrient leaching is high. An easy way to see if there is a surplus or a shortage of nutrients in the ground is to calculate a nutrient balance. A nutrient balance is the difference between input and output of nutrients on a farm. Input includes fertilizers and fodder, while output consists of harvested products. In a comparison of nutrient balances for Swedish farms, the results showed that organic farms had a lower nitrogen surplus than the conventional farms. The organic animal farms had a lower surplus of phosphorus than the conventional animal farms. On the farms with crop production, the conventional farms had a shortage of phosphorus, while the organic farms had a surplus. Farming system studies from different places in Sweden showed varying results, which implies that local factors, such as soil type and climate, also affect the nutrient flows.

Most biodiversity studies showed that organic farming had a positive effect on the number of species and organisms. An important reason is the absence of chemical pesticides, but the studies also showed that many other common factors in organic farming have positive effects. Some of these are the presence of small biotopes, such as field margins, hedgerows, ditches, and a varying crop rotation. This creates habitats for many different species. The most positive effects of organic farming on biodiversity were found in large-scale, homogenous landscapes, where it created a more varying landscape mosaic.

A prerequisite for environmental benefits from organic farming is that a large-scale transition of farming land to organic methods does not demand larger acreage to produce enough food. This is unclear today, and more research is needed.

Our analysis suggests that organic farming has potential to contribute to the fulfilment of the Environmental Quality Objectives: *Zero Eutrophication* and *A Rich Diversity of Plant and Animal Life*. The application of some specific organic farming methods on conventional farming could also be an option. We therefore conclude that the most important thing is not to try to determine if organic or conventional farming is better, but to find a farming method that makes agriculture sustainable, both for man and for nature.

Keywords: Geography, Physical Geography, Agriculture, Organic agriculture, Eutrophication, Nutrient leaching, Biodiversity, Pesticides, Fertilizers, Swedish Environmental Quality Objectives

Innehållsförteckning

Förord.....	V
Sammanfattning.....	VII
Abstract.....	IX
Inledning.....	1
Syfte.....	1
Metod.....	1
Bakgrund.....	3
Miljöproblem i jordbruket.....	3
Miljökvalitetsmål.....	5
Näringsämnen i jordbruket.....	7
Bekämpningsmedel i jordbruket.....	10
Ekologiskt jordbruk.....	12
Ekologiska odlingsmetoder, gödselstrategier och ogräsbekämpning	15
Resultat.....	19
Näringsläckage – risk för övergödning.....	19
Svensk gårdsstudie.....	19
Odlingssystemstudie i Halland.....	22
Odlingssystemstudie i Västra Götaland.....	24
Ett rikt växt- och djurliv.....	27
Meta-analys av publicerade studier.....	27
Kvalitativ genomgång av 76 studier.....	29
Ekologisk och konventionell odling i olika landskap och habitat.....	30
Ekologisk och konventionell odling i förhållande till gårdsstorlek.....	31
Konsekvenser av en global omställning till ekologiskt jordbruk.....	35
Diskussion.....	37
Näringsläckage – risk för övergödning.....	37
Svensk gårdsstudie.....	37
Odlingssystemstudie i Halland.....	39
Odlingssystemstudie i Västra Götaland.....	40
Jämförelse.....	41
Ett rikt växt- och djurliv.....	43
Meta-analys och kvalitativ genomgång.....	43
Landskapsvariabler och gårdsstorlek.....	44
Jämförelse.....	45
Övergripande diskussion.....	46
Slutsats.....	49
Referenser.....	51

Inledning

Under 1900-talet genomgick det svenska jordbruket stora förändringar. Användandet av konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel möjliggjorde en intensivare produktion, och det småskaliga jordbrukslandskapet ersattes av ett storskaligt. Detta har medfört en högre belastning på den omgivande miljön i form av bland annat övergödande näringsläckage och förlust av biologisk mångfald. Efter beslut i riksdagen bedrivs arbetet med att lösa dessa två miljöproblem utifrån de båda nationella miljö kvalitetsmålen, *Ingen övergödning* och *Ett rikt växt- och djurliv* (Regeringen, 2010).

Övergödning är idag ett stort miljöproblem som orsakar algblomning i våra sjöar och hav. Algblomningen försämrar inte enbart situationen för havslevande djur, utan innebär också en hälsorisk och en försämrad livskvalitet för oss människor (SNF, 2003).

En biologisk mångfald är nödvändig för en god natur- och kulturmiljö, som bedöms som viktig för människans hälsa och livskvalitet. En stor förlust av biologisk mångfald innebär en risk för att ekosystemen inte lika effektivt kan utföra viktiga funktioner, såsom rening av vatten och luft (Nilsson & Hellberg, 2009).

Ekologiskt jordbruk har lyfts fram som en produktionsform som minskar belastningen på miljön och skulle i så fall vara en väg att nå miljö kvalitetsmålen. Regeringen har satt som mål att senast år 2010 ska 20 procent av den svenska åkerarealen brukas ekologiskt (Regeringens skrivelse 2005/06:88). Kritiker hävdar att detta sänder fel signaler, då det inte är säkert att ekologiskt jordbruk har positiva effekter för miljön (Bergström et al., 2008) och att ytterligare omställning till ekologisk produktion skulle kunna försvåra arbetet med att nå miljö kvalitetsmålen.

Syfte

Syftet med uppsatsen är att jämföra ekologiskt och traditionellt jordbruk och se hur de påverkar två av de svenska miljö kvalitetsmålen: *“Ingen övergödning”* och *“Ett rikt växt- och djurliv”*. Arbetet ska leda fram till en slutsats gällande det ekologiska jordbrukets inverkan på arbetet med att nå dessa två miljö kvalitetsmål.

Metod

Uppsatsen bygger på en litteraturstudie. I bakgrunden används fakta från en stor mängd publicerad litteratur i form av böcker, rapporter och artiklar. Även Internetkällor har använts. För resultatdelen har olika forskningsrapporter studerats. Resultaten har sedan tolkats och analyserats i diskussionen för att nå en slutsats med återkoppling till uppsatsens syfte.

Miljöproblem i jordbruket

Då mark som tidigare inte brukats läggs om till jordbruksmark störs de naturliga kretsloppen och olika miljöproblem kan uppstå. Rapporten fokuserar på två stora miljöproblem som finns i Sverige idag, näringsläckage som kan leda till övergödning, och förlust av den biologiska mångfalden.

Näringsläckage ger övergödning

Övergödning är ett av dagens stora miljöproblem. Kväve och fosfor läcker från marken ut i våra sjöar och vattendrag, och en del når slutligen havet (SNF, 2003). Höga halter av näringsämnen ökar tillväxten av växtplankton och alger, vilket innebär en ökad mängd organiskt material. När mängden organiskt material är större än konsumtionen bryts allt material inte ned, utan faller ner på bottenarna som då drabbas av syrebrist. Detta gör att det bottenlevande djurlivet minskar drastiskt (Havet.nu, 2010). Algblomningen som uppkommer ger syrefria bottenar och bidrar till en ändrad artsammansättning. Detta är till viss del en naturlig process, men har förvärrats av intensiteten i det moderna jordbruket och den ökande användningen av konstgödsel. Östersjön är hårt drabbad då många av de kringliggande länderna har stora jordbruksarealer. Algblomningen försämrar livsmiljön även för oss människor, då vissa algarter utsöndrar gifter som är skadliga för dricksvatten och gör det farligt att bada (SNF, 2003).

Kombinationen kväve-fosfor ger ökad algblomning

Forskarna är oense om ifall kväve eller fosfor är det största problemet i Östersjön, men mycket tyder på att det finns ett samband, och att båda näringsämnena har en viktig roll i övergödningen. Alger som blommar på våren kan inte fixera kvävgas utan måste ta upp kväve som finns biologiskt tillgängligt i vattnet. Vårfloden ger en ökad risk av kväveläckage från jordbruksmark och detta kan ge höga kvävehalter på våren, vilket i sin tur leder till en ökad tillväxt av alger. En kraftig algblomning på våren minskar

syretillgången på bottenarna vilket kan leda till en frisättning av fosfor (Blomqvist & Gunnars, 2006). Detta genom att fosfor som bundits upp i järnfällningar frisätts vid låg syretillgång (Blomqvist & Gunnars, 2007). Den ökade halten av fosfor ger en kraftig blomning av cyanobakterier under sommaren. Cyanobakterierna har förmågan att fixera löst kvävgas från vattnet, vilket biologiskt tillgängliggör stora mängder kväve i vattnet. Detta är fördelaktigt för de alger som blommar på våren, och en ond cirkel av algblomning uppkommer, där kväve och fosfor båda är viktiga komponenter som bidrar till övergödning (Blomqvist & Gunnars, 2006).

Kemiska bekämpningsmedel påverkar den biologiska mångfalden

I konventionellt jordbruk används kemiska växtskydds- och bekämpningsmedel för att skydda mot angrepp från skadedjur, svamp och för att bekämpa ogräs. Detta har gett en högre avkastning med bättre skördar och en ökad odlings säkerhet. Bekämpningsmedel kan även ha en negativ inverkan, då gifter sprider sig i naturen vilket minskar den biologiska mångfalden hos både växter och djur (Westin, 2007). Man kan se både en direkt och en indirekt påverkan på mångfalden. Den direkta påverkan är att känsliga arter slås ut, indirekt minskar tillgången på föda, såsom insekter, smådjur och ogräsfrön, vilket har långtgående effekter i näringskedjorna (Schönning, 1996).

Många arter i jordbrukslandskapet

Under de senare decennierna har det svenska jordbruket genomgått stora förändringar och det småskaliga lantbruket

har ersatts av större, intensivproducerande, specialiserade gårdar (Wikström, 2007²). Dessa förändringar har lett till en minskning av småbiotoper, såsom öppna diken, åkerholmar och mägergravar, vilket har gjort landskapsbilden mer enhetlig och även tagit bort livsmiljön för många viktiga arter (Schönning, 1996). Av alla arter i Sverige hittas runt hälften i odlingslandskapet. Även hälften av de hotade arterna förekommer i denna miljö. Jordbrukslandskapet är den naturtyp med näst högst andel försvunna arter sedan

1800, efter sötvatten. Mellan 7,4-8,6 % har försvunnit, främst på grund av den stora strukturomvandlingen som skett inom jordbruket de senaste hundra åren (Wikström, 2007²). I traditionellt jordbruk är växtföljden oftast förenklad och samma gröda odlas ofta år efter år. Detta har minskat variationen av arter på åkrarna, både gällande växter och den fauna som trivs i dessa miljöer (Stolze et al., 2000).



Bild 1. Intensifieringen i jordbruket har gjort att antalet fåglar har minskat.

Miljökvalitetsmål

De nationella miljökvalitetsmålen fungerar som riktmärken för det svenska miljöarbetet och syftar till att underlätta samarbetet mellan olika parter. Den miljökvalitet som ska uppnås med målen är tänkt att vara långsiktigt hållbar. 1999 fastslogs 15 miljökvalitetsmål, varav ett var *Ingen Övergödning*. År 2005 lade man till målet *Ett rikt växt- och djurliv*. Tanken är att målen ska nås senast år 2020 (Miljomal.nu, 2009).

Miljökvalitetsmål *Ingen övergödning*

För höga halter av kväve och fosfor i mark och vatten leder till övergödning. Miljökvalitetsmålet *Ingen övergödning* syftar till att halterna av dessa gödande ämnen inte ska ha någon negativ inverkan på människors hälsa, skada den biologiska mångfalden, eller hindra en allsidig användning av mark och vatten. Under det övergripande miljökvalitetsmålet *Ingen övergödning* finns fyra delmål: *Utsläpp av fosforföreningar*, *Utsläpp av kväveföreningar*, *Utsläpp av ammoniak*, och *Utsläpp av kväveoxider* (Nilsson & Hellberg, 2009).

Utsläpp av fosforföreningar

Enligt delmålet *Utsläpp av fosforföreningar* ska de vattenburna utsläppen av fosfor från mänsklig verksamhet till sjöar, vattendrag och hav ha minskat med minst 20 % år 2010 jämfört med 1995 års nivå. Det framgår att de största minskningarna måste ske i de områden som är mest känsliga. Enligt rapporten *Miljömålen – i halvtid, Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål*, verkar detta delmål svårt att nå, eftersom minskningen av fosforutsläpp har planat ut de senaste åren. Detta beror dels på en reducerad minskning av utsläpp från avlopp och reningsverk, dels på ökat läckage från jordbruksmark, till följd av ökad spannmålsodling de senaste åren, en mindre areal mark i träda och bristande skyddsåtgärder mot fosforläckage (Nilsson & Hellberg, 2009).

Utsläpp av kväve

Delmålet för *Utsläpp av kväve* innebär att vattenburna kväveutsläpp från mänsklig aktivitet som når haven söder om Ålands hav ska minska med minst 30 % till år 2010 från 1995 års nivå. Prognosen för detta mål är att det inte är omöjligt att nå, men att ytterligare åtgärder behövs. Den största minskningen av kväveutsläpp har skett inom jordbruket, och där uppges Jordbruksverkets rådgivningsprojekt Greppa Näringen ha haft en viktig roll (Nilsson & Hellberg, 2009).

Utsläpp av ammoniak

Utsläpp av ammoniak ska till 2010 minska med minst 15 % jämfört med 1995 års nivå. Målet nåddes redan år 1995 och utsläppen har även sedan dess fortsatt att minska. Detta på grund av en förbättrad hantering av gödsel och att djurbesättningarna med svin och nötkreatur har minskat (Nilsson & Hellberg, 2009).

Utsläpp av kväveoxider

Även målet *Utsläpp av kväveoxider* bedöms som möjligt att nå om ytterligare åtgärder genomförs. Senast till år 2010 ska kväveoxidutsläppen till luften ha minskat till 148 000 ton (Nilsson & Hellberg, 2009).

Helhetsbedömning

I sin helhet bedöms miljökvalitetsmålet *Ingen Övergödning* som mycket svårt eller omöjligt att nå till år 2020 (Miljomal.nu, 2009).

Miljökvalitetsmål *Ett rikt växt- och djurliv*

Biologisk mångfald är ett begrepp som uppkom på 1980-talet och som omfattar biologisk rikedom och variation på olika skalor – gen- art- och landskapsskala. Begreppet innefattar även ekosystemtjänster såsom insektspollinering och rening av luft och vatten, se även faktaruta 1 (Miljomal.nu, 2009). Enligt miljökvalitetsmålet *Ett rikt växt- och djurliv* är det viktigt att bevara och nyttja den biologiska mångfalden på ett hållbart sätt så att den gynnar även framtida generationer. Individuella arter och ekosystem är alla viktiga att värna om och människors hälsa, livskvalitet och välfärd kopplas samman med tillgången av en god natur- och kulturmiljö där den biologiska mångfalden ligger till grund. Under miljökvalitetsmålet *Ett rikt växt- och djurliv* finns delmålen: *Hejdad förlust av biologisk mångfald*, *Minskad andel hotade arter* och *Hållbart nyttjande* (Nilsson & Hellberg, 2009).

Hejdad förlust av biologisk mångfald

Enligt rapporten *Miljömålen – i halvtid, Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål*, bedöms delmålet *Hejdad förlust av biologisk mångfald*, till år 2010, som svårt att nå, trots att man har ökat insatserna på senare tid. Den främsta anledningen till att delmålet är svårt att uppnå är att det tar lång tid för arterna att svara på de åtgärder som sätts in för att förbättra deras livsmiljö och stoppa för-

lusten av biologisk mångfald. Storskaligt jordbruk förändrar landskapet och fördelningen av olika naturtyper. För vissa arter har denna förändring varit positiv men i det stora hela har det inneburit en omfattande förlust av biologisk mångfald (Nilsson & Hellberg, 2009).

Minskad andel hotade arter

Målet *Minskad andel hotade arter* där man till år 2015 skall ha minskat andelen hotade arter med 30 % jämfört med år 2000 och utan att fler arter försvinner bedöms som möjligt att nå. Dock krävs även här ytterligare åtgärder (Nilsson & Hellberg, 2009).

Hållbart utnyttjande

Målet *Hållbart utnyttjande* innebär att man till år 2007 skulle ha tagit fram metoder för att undersöka att resurser på land och i vatten utnyttjas på ett hållbart sätt. Senast år 2010 ska resurserna nyttjas på ett hållbart sätt så att den biologiska mångfalden kan upprätthållas. Målet bedöms mycket svårt att nå då studier tyder på att nyttjandet av biologiska resurser inte är hållbart samt att många arter fortfarande minskar i antal (Nilsson & Hellberg, 2009).

Helhetsbedömning

I sin helhet bedöms miljökvalitetsmålet *Ett rikt växt- och djurliv* som mycket svårt, eller omöjligt att nå till år 2020 (Miljomal.nu, 2009).

Faktaruta 1: Ekosystemtjänster

Den nytta vi människor har av ekosystemen kallas för ekosystemtjänster. Det finns många olika sorters tjänster som ekosystemen förser oss med, några exempel är:

- Tillgång på mat, vatten och byggnadsmaterial
- Rening av vatten och luft
- Pollinering av grödor
- Kulturella aspekter, såsom en avkopplande miljö

(Reid et al., 2005)

Näringsämnen i jordbruket

Inom jordbruket finns en stor cirkulation av näringsämnen, men systemet är inte slutet och förlusterna av näring via läckage kan vara stora. Detta gör att man måste tillsätta mer näring till jordbruksmarken, och kan samtidigt leda till stora miljöproblem (Wivstad et al., 2009). Av det kväve och fosfor som, på grund av mänskliga aktiviteter, läcker ut i sjöar och hav kommer 40% från jordbruket (Jordbruksstatistisk årsbok 2009).

Varför gödslar man?

Växter behöver näring för att kunna växa. De två främsta näringsämnena som växterna är i behov av är kväve och fosfor (Rydberg, 2007). Kväve och fosfor behövs i växten både för bildandet av proteiner och i dess energisystem (Johnson, 1997; Källander 2005). Dessa näringsämnen finns i marken men är främst bundna i former som är otillgängliga för växter. Det förråd som finns bundet i marken görs tillgängligt för växterna med hjälp av mikroorganismer, men denna process är långsam. Odling innebär att näring förs bort från marken och om denna inte ersätts tar förråden slut och marken kan inte producera mer. Därför behövs ytterligare näring tillsättas. Den näring som tillförs i form av konstgödsel är direkt tillgänglig för växterna (Rydberg, 2007).

Kväve

Kvävecykeln

Kvävet cirkulerar i ett kretslopp mellan mark, vatten och luft. Av kvävet som finns i marken är 95 % bundet till de organiska beståndsdelarna, som kallas mull. Av kvävet i mullen kan endast en liten del tas upp direkt av växternas rötter. För att kvävet ska bli tillgängligt för växterna måste det organiska materialet brytas ned av svampar och bakterier till ammoniumkväve. Detta kallas mineralisering. Markbakterier omvandlar sedan ammoniumkvävet till nitratkväve (nitrifikation), en annan form av växtnäring. Tillsammans kallas ammoniumkväve och nitratkväve för mineralkväve. Baljväxter får sin kväveförsörjning ge-

nom symbios med kvävefixerande bakterier och kan då ta upp kväve direkt från luften (Hoffmann et al., 1998).

Kväve i gödsel

Näringsämnen i konstgödsel är lättillgängliga för grödorna då den består av lösliga ammonium- och nitratföreningar. Stallgödsel innehåller ammoniumkväve, men även organiskt bundet kväve, som behöver brytas ned av svampar och bakterier för att kunna användas av växter. För att tillverka konstgödsel fixerar man kväve industriellt, vilket kräver mycket energi. Detta måste man ha i åtanke i debatten om miljöproblem orsakade av jordbruket (Hoffmann et al., 1998). För att fixera kväve från luften använder man sig av Haber-Bosch processen, och det går åt en liter olja för att fixera ett kilo kväve. Samtidigt återfås fem till tio gånger så mycket energi i form av biomassa (Bergström et al., 2008).

Kväveläckage och retention

En del av kvävet tas upp av växterna, en del binds i marken och en del avgår till luften i form av kvävgas. Resten hamnar under rotzonen där det inte längre kan nås av växterna. Det är detta kväve som kan läcka från åkermarken. Vatten som rinner genom landskapet för med sig kväve mot havet (Wivstad et al., 2009). På vägen sker en retention, då en del kväve tas upp av växter, en del sedimenteras och en del omvandlas till luftkväve genom denitrifikation (Jordbruksstatistisk årsbok 2009). Totalt sett når ungefär två tredjedelar av kvävet som läcker från marken havet (Wivstad et al., 2009).

Förluster av kväve

Nitratkväve lakas lätt ut av vatten som rinner genom marken, medan ammoniumkväve är hårdare bundet till markens partiklar, och då inte lakas ut lika lätt. Genom denitrifikation kan nitratkväve även förloras genom gasavgång till atmosfären under syrefattiga förhållanden, då bakterier omvandlar nitratkväve till kväveoxider eller kvävgas. Vid tillförsel av färskt organiskt material gynnas denitrifikationsbakterierna, och tillförsel av stallgödsel kan därför ge en ökad denitrifikation (Hoffmann et al., 1998).

Kväveläckage är en naturlig process

Läckage av kväve är i grunden en naturlig process som förekommer på all mark som inte används till någon form av produktion. Denna kallas bakgrundsutlakning och består av några få kilo kväve per hektar land. Orsaken till detta är att en del av kvävet i marken är vattenlösligt, och förs bort av naturliga vattenflöden. På mark som används till jordbruk ökar kväveläckaget 4-7 gånger, på grund av att den bearbetas och gödslas. Läckagens storlek påverkas av olika faktorer. Först och främst påverkar jordarten, då det utlakas mer kväve från sand än från lera. Klimatet är också viktigt då nederbörden och vintertemperaturen påverkar mängden kväve som kan läcka från marken. Val av gröda, jordbearbetning och gödsling är andra faktorer som påverkar kväveläckaget (SNF, 2009).

Kväveläckaget varierar på olika platser i Sverige

Kväveläckaget varierar i Sveriges olika delar. Störst är det i södra och sydvästra Götaland. Där finns den största andelen djurhållning, och också läckagebenägna, lätta jordar. Specialiseringen inom jordbruket har skiljt på växtodling och djurhållning. När produktionen på djurgårdarna ökar tvingas de köpa in mer foder och mer gödsel innehållande kväve och fosfor produceras. Detta bryter balansen i näringscirkulationen och gör läckaget av

kväve större i de delar av Sverige där djurhållning är vanligt förekommande. Andra faktorer som ökar läckaget i sydvästra Götaland är en hög nederbördsmängd och milda vintrar (Wivstad et al., 2009).

Kväveförlust i form av ammoniak från stallgödsel

En del av jordbrukets kväveförluster består av ammoniak som försvinner från stallgödseln. Ungefär 30 % av det kväve som finns i stallgödsel förloras i form av ammoniak (Wivstad et al., 2009). Utsläppen förekommer när man hanterar, lagrar och sprider gödseln då det ammoniumkväve som finns bundet till jordpartiklarna kommer i kontakt med luft (Hoffmann et al., 1998). I dagens intensiva djurproduktion är ammoniakavgången mycket stor eftersom en stor mängd kväve förekommer i gödseln (Wivstad et al., 2009).

Kväveläckaget har minskat

Mellan 1985 och 2005 har kväveläckaget minskat med ungefär 25 %. Minskningen beror på en mindre utsträckning av spannmålsodling och en ökad andel vall, samt ett bättre kväveutnyttjande då en större andel av det tillförda kvävet har tagits upp av grödan som odlas. Ett minskat djurantal och bättre lagrings- och spridningstekniker av stallgödsel har minskat ammoniakförlusterna med drygt 19% mellan 1995 och 2007 (Jordbruksstatistisk årsbok 2009).

Fosfor

Fosfors kretslopp

I naturen finns både organiskt och oorganiskt fosfor. För att bli tillgängligt för växterna måste fosfor lösas i markvätskan genom kemiska eller biologiska processer. Fosfors växttillgänglighet påverkas av markens pH-värde och geologiska ursprung, grödornas rotdjup och markens biologiska aktivitet (Dirke, 1998). För att tillverka fosforgödselme-

del bryts mineraler för utvinning av råfosfor. Detta är en ändlig resurs och användandet av den bör därför minska (Wivstad et al., 2009).

Fosforförluster

Fosforförlusterna från åkermarken beror precis som kväveförlusterna på naturliga förutsättningar, såsom jordart, och på hur marken brukas. Fosfor är hårt bundet till markpartiklar och lakas därför inte ut på samma sätt som kväve. Istället är erosion från känsliga lerjordar och lutande åkrar en huvudorsak. En annan orsak till fosforförluster är att växtceller fryser och sprängs vid kyla, och att fosfor då frigörs i löst form (SNF, 2009). Fosforläckaget beror mycket på hur vattnet rör sig i marken. Fosfor som är bundet till organiskt material transporteras lättare än fosfor som är bundet till mineralpartiklar (Ahlgren, 2007²).

Precis som för kväve är halterna i marken högre i djurtäta områden. Under höst och vinter då marken är obevuxen ökar risken för bortförelse av partikelbunden fosfor med ytvattnet. Att bearbeta marken på våren istället för på hösten ger lägre risk för fosforförluster via erosion. Att så direkt, utan att bearbeta marken, minskar risken ytterligare. För att minska fosforläckage till närliggande vattendrag

är bevuxna kantzoner på 6 – 20 meter närmast vattnet viktiga. De största fosforförlusterna sker vid enstaka tillfällen då det förekommer höga vattenflöden. När fosfor transporteras genom landskapet binds delar av den i växter och sediment medan resterade del når havet. Avståndet till havet avgör hur stor del av fosfor som transporteras ända fram. Även det fosfor som har bundits till sediment kan frigöras och fortsätta sin väg mot havet (Wivstad et al., 2009). Fosfor anses till större utsträckning än kväve bidra till övergödning av sjöar och vattendrag i inlandet (Jordbruksstatistisk årsbok 2009).

Förrådsgödsling

Sedan 1950-talet har man tillfört mer fosfor än nödvändigt, en så kallad förrådsgödsling, vilket har gjort halterna av fosfor i jordbruksmarken höga. Sedan 1970-talet har tillförelsen dock minskat eftersom priset på fosforgödsel har stigit. Idag är inte övergödningen av fosfor så stor, utan man tillför ungefär så mycket som grödorna tar upp. Problemet är de stora mängder fosfor som finns kvar i marken efter förrådsgödslingen, och som kan frigöras och läcka från jordbruksmarken (Ahlgren, 2007¹).



Bild 2. Halterna av kväve och fosfor är högre i djurtäta områden.

Bekämpningsmedel i jordbruket

Kemisk bekämpning fick sitt genombrott i det svenska jordbruket på 1950-talet. I dagens svenska jordbruk har bekämpningsmedlen en viktig roll och har bidragit till ökad lönsamhet och större skördar (Wivstad, 2008).

Stor spridning

Rester av de bekämpningsmedel som sprids i jordbruket återfinns i vår natur, sjöar, grundvatten och livsmedel. Spridningen av bekämpningsmedel i naturen sker främst genom ytavrinning, utlakning till vattendrag och grundvatten samt nedfall från atmosfären i regnvattnet. Vissa bekämpningsmedel avdunstar till högre luftlager och kan då transporteras långa sträckor innan de faller ned med regnvattnet. Användandet av bekämpningsmedel har gjort vissa ogräsarter resistenta. Detta betyder att man måste öka doserna eller använda andra bekämpningsmedel (Wivstad, 2008).

Minskad biologisk mångfald

Användningen av kemiska bekämpningsmedel uppges vara en av de största anledningarna till att den biologiska mångfalden minskar i jordbrukslandskapet. Fågelbestånden i jordbruksmark har minskat stort sedan 1970-talet. Detta anses till stor del bero på att bekämpningsmedel reducerar den tillgängliga födan, såsom insekter och ogräsfrön. Kemiska bekämpningsmedel har möjliggjort en ensidig odling där man inte använder växtföljder. Till följd av detta har floran påverkats, både på fälten och i det kringliggande landskapet. Även småbiotoper som dikesrenar och åkerholmar påverkas av bekämpningsmedel vilket har gjort dem mer artfattiga. Samtidigt som bekämpningsmedel är skadliga för skadegörare påverkar de även nyttoinsekterna, som är ett naturligt skydd mot skadegörare, och ett exempel på en av de tjänster som ekosystemen kan utföra för oss människor. Om bekämpningsmedlet utrotar en rovinsekt utan att påverka dess bytesdjur kan det ge större skador på grödorna, om bytesdjuret är en växtska-

degörare. Ogräsmedel som hamnar i vattendrag och sjöar kan göra att näring läcker ut från vattenväxterna. Detta gynnar alg tillväxten och ökar risken för algblomning (Wivstad, 2008).

Försök att förbättra hanteringen

Orsaker till den ökade användningen av kemiska bekämpningsmedel sedan deras introduktion på den svenska marknaden är en specialisering och en ökad intensitet inom jordbruket. Kostnaden för att använda kemiska bekämpningsmedel är lägre än att använda mekanisk ogräsbekämpning. Specialiseringen ger en ensidig växtföljd med en liten variation av grödor vilket ökar problemen med ogräs och skadegörare och kräver en större mängd bekämpningsmedel. Doserna av bekämpningsmedel har de senaste åren minskat men istället blivit mer effektiva. Man kan då använda mindre mängder men fortfarande nå samma effekt. Man har försökt förbättra hanteringen av bekämpningsmedel genom information och utbildning av lantbrukarna. År 2002 lade Jordbruksverket tillsammans med Kemikalieinspektionen fram ett förslag till ett nytt handlingsprogram rörande bekämpningsmedel. Målet är att nå en långsiktigt hållbar användning av kemiska bekämpningsmedel på en acceptabel risknivå. Man anser det orealistiskt att helt sluta med kemisk bekämpning utan stora socioekonomiska konsekvenser (Wivstad, 2008).

Variation efter plats och gröda

Användandet av bekämpningsmedel varierar beroende på vilken del av Sverige och vilken gröda som odlas (Wivstad, 2008). I Skåne finns 17 % av landets totala åkerareal (år 2007) och 49 % av landets bekämpningsmedel används där (år

2006) (Jordbruksstatistisk årsbok 2009). Sverige är ett land som använder relativt lite bekämpningsmedel jämfört med många andra länder. Medeldosen i Sverige år 2003 var 0,4 kg/ha, medan den i Sydeuropa var 30-80 kg/ha. Ämnen som är förbjudna i Sverige används i många andra länder. I Sverige arbetar man efter *försiktighetsprincipen* som innebär att en kemikalie kan förbjudas då det finns misstanke om att den kan orsaka skador. Detta eftersom man vet att effekter av ett bekämpningsmedel kan upptäckas först efter många års användning och att det då kan vara för sent att förebygga skador.

Några av anledningarna till att behovet av bekämpningsmedel varierar på olika platser är valet av växtföljd och grödor, klimatet och intensiteten i produktionen. I växtföljder där stor andel vall odlas är behovet av bekämpningsmedel lägre än i t ex en potatis- och spannmålsodling. Varmt klimat gynnar skadegörare, medan kalla vintrar kan göra att mindre mängd bekämpningsmedel behövs. Fuktigt klimat ökar risken för svampsjukdomar. Hög produktionsintensitet med stor mängd tillfört kväve ökar också behovet av bekämpningsmedel mot svamp (Wivstad, 2008).



Bild 3: Kemiska bekämpningsmedel påverkar inte enbart skadedjur, utan kan även ha negativa effekter för nyttoorganismer.

Ekologiskt jordbruk

Ekologisk odling är enligt förespråkarna ett sätt att nå en långsiktig hållbarhet i jordbruket, utan användning av konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel. Inte heller modifierade organismer används i det ekologiska jordbruket (Wikström, 2007¹).

Grunderna i ekologiskt jordbruk

Inom det ekologiska jordbruket strävar man efter att ta vara på naturens egna processer och samspelet mellan organismerna, såsom kväveupptag från luften av baljväxter och naturliga system för skadedjursbekämpning (Höök & Andersson, 2003). Kretsloppstänkandet är viktigt, och man vill använda mindre mängd icke förnybara resurser och istället återanvända näringsämnen i en cirkulation inom jordbruket (Källander, 2005). Mänskans ses som en del av naturen och måste respektera denna för att nå hållbarhet. Man värnar om biologisk mångfald, inte enbart för att detta är nödvändigt för utvinnandet av resurser, utan även för att naturen har ett värde i sig. Ett etiskt tänkande är också viktigt, särskilt

inom djurhållningen där man anser att djuren har rätt till ett värdigt liv. Även globala aspekter inkluderas då man eftersträvar en rättvis fördelning av såväl produktionsresurser som färdiga produkter från jordbruket (Höök & Andersson, 2003). Enligt en långsiktig målsättning som utgår ifrån International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM, se faktaruta 2) definition av ekologiskt jordbruk ska verksamheten i alla led i jordbruket; produktion, förädling, distribution etc., utformas så att:

- man bibehåller och förbättrar produktionsförmågan i marken och övriga jordbruksekosystem.
- den biologiska mångfalden i kultur-

Faktaruta 2: Organisationer

IFOAM

IFOAM står för International Federation of Organic Agriculture Movements, och är den ekologiska rörelsens internationella samarbetsorganisation, som grundades 1972 (Kirchmann et al., 2008). IFOAM arbetar med att utveckla regler för ekologisk produktion. De utvärderar och godkänner de olika kontrollorgan som finns, t ex svenska KRAV. Detta görs för att underlätta handeln med ekologiska produkter över landsgränserna (Källander, 2005).

”IFOAM:s mission är att leda, förena och underlätta för de olika ekologiska rörelserna. Vårt mål är en världsomspännande omställning till ekologiskt, socialt och ekonomiskt sunda system som är baserade på principerna om ekologiskt jordbruk” (Fritt översatt från ifoam.org, 2010).

KRAV

KRAV är en privat kontrollorganisation för det svenska ekologiska jordbruket, statligt auktoriserad att genomföra kontroll enligt EG-förordningen. De tolkar och tillämpar de regler som sätts av EU-förordningen och IFOAM, och utformar dessa för att passa svenska krav. KRAV grundades 1985 och ägs av 29 olika aktörer. Bland ägarna finns representanter från alla led i livsmedelskedjan, och även miljö-, djurskydds- och konsumentintressen. Som ett godkänt kontrollorgan i Sverige kontrolleras KRAV av Jordbruksverket och Livsmedelsverket, och är även ackrediterat av IFOAM (Källander, 2005).

KRAV har fyra huvudvärden som de kallar sina ”fyra ben”. De ska sammanfatta vad KRAV-märket står för, och är: En god miljö, God djursorg, God hälsa, och Socialt ansvar (KRAV, 2010).

- landskapet bevaras och stärks.
- man minskar användandet av icke-förnyelsebara naturresurser, såsom fossila bränslen, och att utsläppen av föroreningar minimeras.
- man undviker användandet av ämnen som naturen inte kan ta hand om eller bryta ned.
- djuren ges ett värdigt liv, där de kan få utlopp för sina naturliga beteenden.
- lantbrukaren har en god arbetsmiljö och livssituation.
- ekologiska livsmedel ska bli lättillgängliga och ha rimliga priser.

För gårdens självförsörjning finns fyra viktiga enheter: växtföljden ska innehålla en hög diversitet och vallodlingen på gården ska innehålla tillräckligt mycket kvävefixerande baljväxter som kan ersätta användningen konstgödsel. Det ska finnas en jämvikt mellan storleken på djurbesättningen och produktionen av foder på gården. Växtnäringen ska återanvändas genom tillförsel av stallgödsel och kompostering. Markbördigheten ska bevaras genom tillförsel av organiskt material från gårdens produktionsrester (Granstedt, 1998).

Historia – från spirituella idéer till en lösning på miljöproblem

Under 1900 – talet har synsättet på ekologiskt jordbruk förändrats genom olika personers tankar och ideologier. Anledningarna till att man odlar ekologiskt har varierat; ekonomisk lönsamhet, miljöpåverkan, en mer naturlig livsstil och etiskt tänkande. Idag integreras alla dessa aspekter i många människors synsätt på ekologiskt jordbruk (Mårald, 2003).

Personer och tankar som präglat det ekologiska jordbruket genom 1900-talet

1920 – talet. Den spirituella filosofen Rudolf Steiner håller lantbruksföredrag om spirituella aspekter inom jordbruket och hur man kan kontrollera osynliga krafter i t ex marken. Han ansåg att oorganiska gödningsmedel försämrar

grödornas kvalitet. Enligt honom skulle man eftersträva att varje gård var självförsörjande och ett slutet kretslopp (Kirchmann et al., 2008²).

1940 – talet. Från Steiners idéer växte det biodynamiska jordbruket fram, där kretsloppstänkande och ett naturligt sätt att bruka jorden är viktigt. Agronomen Albert Howard såg jorden som den viktigaste resursen och satte ett samband mellan den försämrade jordkvaliteten i det moderna jordbruket, och en försämring av människors hälsa. Hans tankar utgjorde grunden för The Soil Association som bildades 1946 (Kirchmann et al., 2008²).

1960 – talet. Det ekologiska tänkandet fick sitt genombrott genom boken *Tyst vår* (1962) av Rachel Carson, författare och marinbiolog. Boken tar upp hur bekämpningsmedel från jordbruket anrikas i näringskedjorna och når oss människor. Den fick stor uppmärksamhet i media, och miljötänkandet blev en politisk fråga (Mårald, 2003). För första gången började ekologiskt jordbruk ses som en lösning på miljöproblem (Bergström et al., 2008).

1970 – talet. Den ”gröna vågen” förändrade folks synsätt på livet, och många flyttade ut på landet för att leva nära naturen (Mårald, 2003). Mikrobiologen Hans-Peter Rusch menade att varje enskild organism har lika värde och är lika nödvändiga för att ekosystemen ska fungera. Utvecklingen inom naturvetenskapen har gjort att man glömt helhetstänkandet när det gäller naturen. IFOAM, International Federation Of Agricultural Movements bildades 1972 och bygger på gemensamma aspekter från de olika idéerna (Kirchmann et al., 2008²).

1980 – talet. Det ekologiska jordbruket blev mer organiserat, och det svenska kontrollorganet KRAV bildades 1985 (Mårald, 2003).

1990 & 2000 – talet. Ekologiskt har blivit trendigt och efterfrågan på ekologiska varor har ökat. Samtidigt hävdar kritiska röster att det ekologiska jordbruket bygger på religiöst tänkande istället för vetenskap, och dess förmåga att minska miljöproblemen ifrågasätts (Mårald, 2003). År 2007 utgjordes knappt 7% av den totala svenska åkerarealen av ekologiskt jordbruk (Jordbruksstatistisk årsbok 2009).

Regler för ekologiskt jordbruk

IFOAM

IFOAM är den ekologiska rörelsens internationella samarbetsorganisation. Sedan 1970-talet har de arbetat med att ta fram regler för den ekologiska produktionen (Källander, 2005).

EU-förordningen

EU-förordningen rörande ekologiskt jordbruk innehåller regler som gäller för ekologisk odling i alla medlemsländer. Dessa uppdateras fortlöpande, de senaste ändringarna trädde i kraft 1 januari 2009, och fler ändringar börjar gälla 1 juli 2010 (EU, 2010).

KRAV

I Sverige är det KRAV som utarbetar regler för framställningen av ekologiska produkter, och fungerar även som ett kontrollorgan som ser till att reglerna följs och certifierar de ekologiska bönderna. KRAV:s regler uppfyller alla EU:s förordningar, och är i vissa fall mer djupgående och striktare (Källander, 2005). För exempel på regler, se faktaruta 3.

Faktaruta 3: Urval från KRAV:s regelverk

Gödsling och näringstillförsel i jorden

För att bli KRAV-certifierad ska man vidta åtgärder för att minska erosion och näringsläckage. Detta definieras i bland andra följande regler:

- Reducera växtnäringsförlusterna genom att använda naturliga kvävefixerare eller grön gödsling.
- Förbud mot syntetisk konstgödsel och kalialter. Istället får man använda stallgödsel, växtrester, hushållsavfall, naturliga former av mineraler och vissa slaktbiprodukter.
- Gällande djurhållning gör kravet på 50 % självförsörjning vad gäller foder att antalet djur per areal enhet blir mindre. Detta bidrar till ett minskat växtnäringsläckage då mindre stallgödsel sprids ut på marken.
- Från och med år 2010 måste man varje år beräkna en växtnäringsbalans för kväve och fosfor, för att ha koll på tillförsel och utförsel av växtnäringsämnen i gårdssystemet.

Bekämpnings- och växtskyddsmedel

- Det är förbjudet att använda kemiska bekämpnings- och växtskyddsmedel. Istället kan man använda medel som producerats av växter, djur, mikroorganismer och insekter. Dessa organismer får dock inte vara genetiskt modifierade.
- I förebyggande syfte bör man använda odlings tekniska åtgärder som ska stoppa ogräs och skadegörare.

(KRAV, 2010)

Odlingsmetoder, gödselstrategier och ogräsbekämpning i ekologiskt jordbruk

Odlingsmetoderna som används i ekologiskt jordbruk skiljer sig från de traditionella. Grundtanken är att en jord med tillräckliga mängder organiskt material, en god struktur och en stor biologisk mångfald ska utgöra basen för en bra skörd. Skötseln av jorden är därför väldigt viktig. Näringstillförseln ska komma från återvunnet material som mineraliseras av organismer i jorden (Bavec & Bavec, 2007).

I ekologiskt jordbruk är baljväxterna centrala grödor då dessa är effektiva för att bygga upp jordens struktur och näringsförråd. En odling av baljväxter kallas vall och är en stor fodertillgång för idisslare i ekologisk djurhållning. Den motverkar också förekomst av skadedjur och ogräs (Källander, 2005). Metoderna som presenteras nedan förknippas främst med ekologisk odling, men kan även förekomma i konventionellt jordbruk.

Blandjordbruk

Många ekologiska jordbruk har såväl grödodling som djurhållning och detta ger fler typer av habitat på gården. Både odlingsmark och mer skogsbevuxen mark förekommer. Man odlar också många olika typer av grödor vilket ger en större mångfald. Detta ger större födovariation för faunan, och födotillgången blir även mer jämnt fördelad över året (Azeez, 2000).

Bevarande av träd, häckar och fältkanter

I ekologiskt jordbruk är det viktigt att bevara träd, häckar och fältkanter. Dessa utgör livsmiljöer för organismer som är viktiga för skadedjursbekämpning såsom spindlar och fåglar. Även små sjöar och andra habitat bevaras vilket är viktigt för mångfalden (Azeez, 2000).

Växtföljd

Det ekologiska jordbruket kräver en god växtföljd. Rotation av olika grödor används istället för att använda kemiska bekämpnings- och ogräsmedel (Azeez, 2000). Med en god växtföljd vill man

återskapa ett jordbruk som efterliknar naturens egna ekosystem. I en växtföljd är mångfald och variation viktig. Man vill odla grödor med olika egenskaper och i en sådan ordning att de påverkar varandra positivt. Valet av grödor är viktigt eftersom de påverkar jordstrukturen och bördigheten samt vilka ogräs och skadegörare som kan förekomma. Olika grödor har olika näringsbehov och olika rot djup vilket gör att de kan nå marknäring i olika lager. Genom en varierad växtföljd kan man alltså utnyttja markens näringsförråd så effektivt som möjligt. Mikroorganismerna lockas av rötternas utsöndringar och en varierad växtföljd lockar en större mångfald. Det krävs en balans mellan närande och tärande grödor. Närande grödor är kvävefixerande och har djupa rotsystem. Dessa tillför näring till systemet, t ex baljväxter. Tärande grödor förbrukar markens näring, t ex stråsäd och radodlade grödor. I växtföljden är det viktigt att beräkna hur stor andel som ska vara vall för att kunna hushålla med kvävet. Man vill att grödorna ska kunna tillgodogöra sig så mycket kväve som möjligt för att minska förlusterna genom utlakning och avdunstning. På växtodlingsgårdar måste minst en tredjedel av arealen vara vallodling för att tillgodose växtföljden med kväve (Källander, 2005).

Växtskydd

Att endast odla en gröda år efter år gynnar skadegörare och ökar risken för jordbundna sjukdomar. En varierad växtföljd minskar risken för angrepp och sjukdomar. Vissa grödor har förmåga att ut-

söndra dofter som avskräcker skadeinsekter t ex vitlök, tomat och koriander. Andra grödor drar istället till sig nyttoinsekter. Exempel på dessa är blommande växter såsom honungsört och eterneller (Källander, 2005).

Fånggrödor

Fånggrödor odlas för att fånga in näringsämnen som frigörs efter skörd av huvudgrödan. Grödan ska sås så tidigt som möjligt efter skörd och vara snabbväxt och frosttålig. Den brukas sedan ned i marken när man återigen vill frigöra näringsämnena. Fånggrödans rötter bibehåller även en god struktur i marken (Källander, 2005). För att minska risken för utlakning utanför växtsäsongen kan man fånga upp kväve genom att blanda ner t ex stråsädeshalm i marken. Stråsädeshalm är ett energirikt och kvävefattigt material som innehåller mycket kol. När mikroorganismerna bryter ned detta behöver de ta upp oorganiskt kväve, eftersom de måste ha en inre balans mellan kväve och kol. Ett långsiktigt problem med denna åtgärd kan vara en för stor ackumulation av mull i marken, som ökar risken för kväveläckage (Bergström & Geber, 2003).

Bottengrödor

Odling av bottengrödor innebär att man sår ett lager av gräs eller klöver under den egentliga grödan. Bottengrödan är lågväxt när den egentliga grödan finns kvar men efter skörden växer den sig större. Odling av bottengröda ökar biodiversiteten på fälten och om bottengrödan finns kvar efter skörden fångar den upp näringsämnen som frigörs när huvudgrödan skördas (Azeez, 2000; Källander, 2005).

Samodling

Samodling innebär att man odlar två eller flera olika sorters grödor i samma rad eller i olika rader samtidigt på ett fält. Detta är skydd mot sjukdomar och skadedjur, (Azeez, 2000) då naturliga predato-

rer som livnär sig på skadedjur gynnas av de varierande grödorna. Även mikroorganismerna i marken trivs bättre vilket optimerar näringsåtervinningen och jordens struktur och innehåll. I samodling minskar ljusinsläppet till marken vilket gör att ogräset inte trivs. Allt detta ger bättre skördar och gör gården mindre beroende av tillförsel av näringsämnen och bekämpningsmedel utifrån (Bavec & Bavec, 2007). Bönor och majs är ett bra exempel på två grödor som är fördelaktiga att odla tillsammans då rötterna hos dessa kan stå i direkt förbindelse med varandra så de kan utbyta energi och viktiga näringsämnen (Källander, 2005).

Vårsådd

Vårsådd är vanligt på ekologiska jordbruk men på traditionella jordbruk är höstsådd vanligare eftersom detta ger större skördar. Grödor som sås på våren utgör viktiga livsmiljöer för häckande fåglar. Den stubb som finns kvar över vintern är en viktig födokälla för fröletande fåglar (Azeez, 2000).

Gröngödsling

Gröngödsling innebär att man plöjer ned oskördade grödor i marken för att ge en god näringstillförsel. Det är också viktigt för alla invertebrater, då marken luckras upp och strukturen förbättras. Detta är vanligt i ekologiskt jordbruk men ovanligare i traditionellt jordbruk (Azeez, 2000). Det viktiga är att det färska organiska materialet brukas ned ytligt i marken eftersom en nedbrytning utan en god syretillgång ökar risken för kväveförlust genom denitrifikation. För att minska risken för näringsförluster bör man välja gröda och nedbrukningstidpunkt efter klimat, jordtyp och efterföljande gröda (Källander, 2005).

Stallgödsel

I ekologiskt jordbruk används stallgödsel istället för konstgödsel när extra näring behöver tillföras. Med stallgödsel kan man förflytta näringen till behövande

områden på enklare och snabbare sätt än med t ex grön gödsling. Användning av stallgödsel ökar risken för kväveförlust i form av ammoniak och det är därför viktigt att lagra och sprida gödseln på rätt sätt. Används flytgödsel ska denna spridas på våren då marktemperaturen är låg och det finns växande grödor som kan ta upp kvävet vilket minskar risken för förluster. Det är även viktigt att bruka ned gödseln direkt efter spridning, detta gäller även fastgödsel. För att minska risken av näringsförlust vid spridning av stallgödsel är det viktigt att marken är bevuxen större delen av året (Källander, 2005).

Växtnäringsbalanser och gödslingsberäkningar

För att kontrollera gårdens omsättning av näringsämnen utförs beräkningar för införsel och utförsel, så kallade växtnäringsbalanser. Som införsel räknas gödsel, utsäde och foder. Även kvävenedfall från luften och kvävefixering av baljväxter räknas som införsel av näring. Utförsel består av produkter, såsom spannmål, grönsaker, kött och mjölk. Av beräkningarna kan man se om markens förråd av näring ökar eller minskar. Man beräknar också utnyttjandegraden av tillförd näring och bedömer risken av förlust genom läckage (Källander, 2005).

Ekologisk ogräsbekämpning

Ogräs, sjukdomar och skadedjur är ett problem i ekologiskt jordbruk, och är en av orsakerna som bidrar till sämre skördar. Ett alternativ till kemisk ogräsbekämpning är mekanisk bekämpning, som används i ekologisk odling. Det fuktiga klimatet i Sverige försvårar den mekaniska bekämpningen i växande gröda, då det finns många regndagar och få tillfällen som är lämpliga för bearbetning. Före 1950-talet, då kemiska bekämpningsmedel började användas, var även det konventionella jordbruket beroende av mekaniska metoder och förebyggande arbete för att hindra uppkomst av ogräs

och skadedjur. En av orsakerna till den senaste tidens ökade behov av kemiska bekämpningsmedel är en försämring av växtskyddet genom val av andra grödor i växtföljden.

Vid odling av vissa grödor ökar risken för uppkomst av ogräs. Exempel på dessa är ärtor och åkerbönor, eftersom dessa släpper igenom mycket ljus till marken, vilket är fördelaktigt för ogräsen. En varierad växtföljd gör det svårare för ogräsarter att föröka sig, då förutsättningarna förändras kontinuerligt. Täta bestånd minskar ljusnedsläppet, vilket är positivt ur bekämpningssynpunkt.

För att lyckas med ekologisk ogräsbekämpning ska man tänka på:

- Fälten ska ha en god kalktillgång och dränering.
- Växtföljden ska vara genomtänkt, och åtgärder ska sättas in vid rätt tidpunkt.
- Plöj på rätt sätt för att komma åt rotogräsen.
- Använd åtgärder som putsning och skörd av vallar, stubbearbetning, blindharvning, flamning och radhackning.

Ekologiska direkta åtgärder mot ogräs är antingen mekaniska eller fysikaliska. Till mekaniska metoder hör plöjning, stubbearbetning, harvning, radrensning och fördröjd skörd, medan fysikaliska metoder utgörs av ångning, flamning och handrensning (Heimer, 2009). För några utförligare exempel på ekologisk ogräsbekämpning, se faktaruta 4.

Faktaruta 4: Några metoder för ekologisk ogräsbekämpning

Plöjning skär av rötter, luckrar upp jorden och vänder ned växtrester, och är effektiv mot rotogräs.

Stubbearbetning hindrar tillväxt och frösättning hos ogräs, och sönderdelar rotsystem. Den är effektiv mot fleråriga ogräs med ytliga rotsystem.

Fördröjd sådd innebär att sådden skjuts upp några veckor, så att ogräsfrön hinner gro. Dessa förstörs sedan då marken bearbetas i samband med sådd. Fördröjd sådd är inte lämplig där det förekommer försommartorka.

Ogräsharvning förflyttar jorden och gör att ogräsplantor rycks upp och täcks med jord. Svenska försök har visat att ogräsharvning kan minska ogräsplantorna med 50-90%, samtidigt som skörden reduceras med 5-15%.

Radrensning påminner om ogräsharvning, men är skonsammare mot grödan.

Flaming används främst som ogräsbekämpning innan huvudgrödan kommit upp. Med hjälp av bränslet gasol upphettas växtdelar ovan jord till 100°C, vilket gör att ogräsen torkar ut och vissnar.
(Heimer, 2009)

Näringsläckage – risk för övergödning

Det pågår mycket forskning om näringsläckage inom jordbruk och skillnader mellan ekologisk och konventionell produktion. Resultaten som har nåtts är väldigt varierande. Enligt vissa minskar ekologiskt jordbruk risken för näringsläckage (Eltun et al., 2002), medan det enligt andra finns en ökad risk för läckage då stall- och gröngödsel används (Bergström & Kirchmann, 1999). Här presenteras resultatet från tre svenska studier, en omfattande gårdsstudie med data från verkliga gårdar i Sverige, och två som bygger på odlingssystemstudier. Den ena odlingssystemstudien utfördes på en lätt sandjord i Halland, medan den andra var belägen i Västra Götaland på en lerjord.

Svensk gårdsstudie

Centrum för uthålligt lantbruk vid SLU har gjort en undersökning utifrån data från Jordbruksverkets rådgivningsprojekt Greppa Näringen. Man har jämfört ekologiska och konventionella gårdar utifrån näringssituation, grödo fördelning och markbearbetning. Gårdarna i undersökningen klassades som växtodlingsgårdar, köttproduktionsgårdar eller mjölkproduktionsgårdar. Här fokuseras främst på växtodlingsgårdarna. Insamlade data kommer från åren 2001 till 2006 och främst från gårdar i södra Sverige, vilket gör att resultatet inte är representativt för hela landet. Fokus har lagts på södra Sverige eftersom övergödningssituationen är som störst där.

Växtnäringsbalanser (tabell 1) beräknades för att se om det fanns ett över- eller underskott av kväve och fosfor per hektar. Ett överskott innebär en ökad risk för läckage som kan leda till övergödning. De huvudsakliga förlusterna från växtodlingsgårdar består av nitratutlakning och denitrifikation från åkrarna (Wivstad et al., 2009).

Tabell 1. Växtnäringsbalans för åren 2001 till 2006 för ekologiska och konventionella växtodlingsgårdar inom Greppa Näringen.

Växtodlingsgårdar	Antal gårdar	Överskott i näringsbalanser, kg/ha	
		Kväve	Fosfor
Ekologisk produktion	76	39	6,1
Konventionell produktion	1535	47	-0,8
<i>p-värde¹</i>		<i>0,0156</i>	<i><0,0001</i>

¹ *p*-värdet visar signifikansnivån på skillnaden mellan ekologisk och konventionell produktion. *p*-värde >0,05 bedöms som ej signifikant. 0,05 innebär en skillnad på signifikansnivån 5%.

Modifierad från Wivstad et al., 2009. Värden från Greppa Näringen.

Kväve

Den biologiska fixeringen av kväve är mer än åtta gånger så stor i den ekologiska produktionen än i den konventionella (tabell 2). Inköpen av kvävegödsel till de ekologiska jordbruken är betydligt lägre, precis som den totala kväveinförseln. Även kväveutförseln i produkter från det ekologiska jordbruket är signifikant lägre. Totalt sett gör detta att överskottet i näringsbalansen av kväve är lägre i den ekologiska produktionen.

Utnyttjandegraden av kväve är högre för de konventionella gårdarna, dvs de grödor som odlas där tillgodogör sig en större andel av det tillförda kvävet (tabell 3) (Wivstad et al., 2009).

Tabell 3. Utnyttjandegrad av kväve.

Växtodlingsgårdar	Utnyttjandegrad av kväve (%) ¹
Ekologisk produktion	55
Konventionell produktion	67

¹Total kväveutförsel dividerat med total kväveinförsel

Värden från Wivstad et al., 2009.

Fosfor

Den ekologiska produktionen visade på ett överskott av fosfor, medan det förekom ett underskott i den konventionella produktionen (tabell 1). I den ekologiska odlingen tillfördes i genomsnitt 37 kg fosfor per hektar, medan motsvarande siffra för den konventionella odlingen var 21 kg fosfor per hektar. Ungefär hälften av den tillförda fosfor kom från stallgödsel (Wivstad et al., 2009).

Grödoördelning och markbearbetning

Fördelningen av grödor skiljer sig markant mellan de ekologiska och konventionella jordbruken (tabell 4). Den största skillnaden är att de ekologiska gårdarna har en fem gånger så hög andel vallodling. Ekologiska odlingar har en mindre andel höstsäd och har istället en större andel vårsäd. Detta gör det möjligt att ha en högre andel vårbearbetning av marken, vilket också syns i tabell 5 (Wivstad et al., 2009).

Tabell 2. In- och utförsel av kväve på ekologiska och konventionella växtodlingsgårdar inom Greppa Näringen, samt beräknad kvävebalans. (N = kväve)

Växtodlingsgårdar	Antal gårdar	Inköp av kvävegödsel, kg N/ha	Kvävefixering, kg N/ha	Total kväveinförsel, kg N/ha	Kväveutförsel i produkter, kg N/ha	Kvävebalans, kg N/ha
Ekologisk produktion	76	40	33	86	47	39
Konventionell produktion	1535	125	4	133	86	47
p-värde¹		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0156

¹p-värdet visar signifikansnivån på skillnaden mellan ekologisk och konventionell produktion. p-värde >0,05 bedöms som ej signifikant. 0,05 innebär en skillnad på signifikansnivån 5%.

Modifierad från Wivstad et al., 2009. Värden från Greppa Näringen.

Tabell 4. Fördelning av grödor på ekologiska och konventionella växtodlingsgårdar som ingår i Greppa Näringen. Anges i procent av gårdarnas totala åkermark.

Växtodlingsgårdar	Ekologisk (%)	Konventionell (%)	p-värde ¹
Vall	30	6	<0,0001
Foder	18	3	<0,0001
Bete	2	1	0,0124
Frö ²	2,6	1,3	<0,0001
Gröngödsling	8	1	<0,0001
Trindsäd	11	3	0,0005
Höstsäd	15	32	<0,0001
Vårsäd	25	29	0,0093
Korn	6	8	es
Malkorn	1	12	<0,0001
Havre	8	6	es
Vårvete	10	3	<0,0001
Oljeväxter	4	7	<0,0001
Sockerbetor	3	10	<0,0001
Potatis	2	4	0,0516
Grönsaker	2,8	0,6	<0,0001

¹ p-värdet visar signifikansnivån på skillnaden mellan ekologisk och konventionell produktion. p-värde >0,05 bedöms som ej signifikant och anges med es. 0,05 innebär en skillnad på signifikansnivån 5%.

² domineras av klöverfrö i ekologisk odling och av gräsfrö i konventionell odling.

Modifierad från Wivstad et al., 2009. Värden från Greppa Näringen.

Mjolk- och köttproduktionsgårdar

I jordbruken som ingår i projektet Greppa Näringen har man även studerat skillnader mellan ekologiska och konventionella mjolk- och köttproduktionsgårdar. För växt-, mjolk- och köttgårdar har de ekologiska gårdarna ett lägre kväveöverskott än de konventionella. För växtodlingsgårdarna var kväveöverskottet 17 % lägre på de ekologiska gårdarna, mjolk- och köttgårdarna hade en ännu större skillnad. Där var överskotten mellan 35 och 38 % lägre i den ekologiska produktionen jämfört med den konventionella. De ekologiska mjolk- och köttgårdarna i Greppa hade betydligt lägre överskott av fosfor, 42 respektive 32% lägre jämfört med de konventionella (Wivstad et al., 2009).

Tabell 5. Procentuell andel av den totala arealen som bearbetas vid en viss tidpunkt.

	Tidig höst	Sen höst	Vår
Ekologisk produktion	33	28	39
Konventionell produktion	40	40	21

Modifierad från Wivstad et al., 2009.

Värden från Greppa Näringen.

Odlingssystemstudie i Halland

I en odlingssystemstudie utförd i Halland mellan åren 1997 och 2003 har man mätt läckage och grödupptag av kväve och fosfor. I odlingssystemstudien undersöktes fyra olika typer av jordbruk: konventionell odling, konventionell odling med fånggröda, ekologisk odling med stallgödsel och ekologisk odling med grüngödsling. I den ekologiska odlingen med grüngödsling odlades grüngödslingsgrödor två av de sex åren. Studieområdet är beläget på ett fält som odlats i över 150 år, där marktypen är en lätt sandjord. De olika typerna av jordbruk bedrevs på områden som var antingen 30x30 eller 40x40 meter. Undersökningsområdena, härafter kallade ”plotterna”, för ekologisk odling lades om 1997, samma år som studien startade. Plottarna dränerades separat till en mätstation, för att mäta mängden bortdränerat vatten, och för att samla upp vattenprover.

Där konventionell odling med fånggröda användes sådde man in fånggrödan på våren, samtidigt som huvudgrödan, och brukade ned den i marken följande vår. Undantaget var där potatis odlades då man sådde fånggrödan direkt efter skörden på hösten. Den konventionella odlingen hade aldrig marktäckning under vintern. I den ekologiska odlingen där grüngödsling användes fungerade grüngödslinggrödorna (bl a rödklöver) som fånggrödor som tog upp oorganiskt kväve under hösten och vintern. Det samma gällde för fodergrödorna som odlades i den ekologiska odlingen med stallgödsel.

Vid skörden samlade man in prover av grödorna för att analysera innehållet av kväve och fosfor. Man tog vattenprover för att mäta mängden näringsläckage, och jordprover för att se förändringar av näringsinnehåll.

I denna studie av näringsbalanserna har vissa flöden uteslutits, t ex kvävenedfall, denitrifikation och kväveförlust i gasform från grüngödsel. Detta är en förenkling, men målet med studien är att jämföra systemens huvudflöden av näringsämnen, och författarna bakom studien menar därför att förenklingarna är berättigade (Torstensson et al., 2006).

Kväve

Kvävebalanserna var negativa för alla system utom för den ekologiska odlingen med grüngödsling (tabell 6). Variationen av mängden kväve i marken vid olika tidpunkter var stor, särskilt i de ekologiska odlingarna. I den ekologiska odlingen med grüngödsling kunde man tydligt se en ackumulation av kväve på våren åren efter nedbrukningen av grüngödslingsgrödan. Kväveläckaget var minst i den konventionella odlingen med fånggröda. För den ekologiska odlingen med grüngödsel motsvarar kväveläckaget 59 % av den totala bortförseln (läckage och kvävebortförsel i skördade grödor). Ekologisk odling med stallgödsel har ett kväveläckage som motsvarar 48 % av den totala bortförseln. För den konventionella odlingen var denna siffra 33 %. Användandet av fånggrödor minskade kväveläckaget, så det motsvarar 22% av den totala kvävebortförseln (Torstensson et al., 2006).

Fosfor

Fosforbalanserna var negativa i de båda ekologiska odlingssystemen, och positiva i de konventionella (tabell 6). Fosforförlusterna var större i ekologisk odling med stallgödsel än i ekologisk odling med grüngödsling. Konventionell odling med fånggröda hade signifikant större fosforläckage än konventionell odling (Torstensson et al., 2006).

Skörd

De ekologiska odlingarna gav mellan 20 och 80 % lägre skördar jämfört med de konventionella. Den högsta skörden fanns i den konventionella odlingen med fånggröda. Det var små skillnader i koncentrationerna av kväve och fosfor i de skördade grödorna från de olika odlingstyperna. Undantaget var fodergrödorna i den ekologiska odlingen med stallgödsel som hade betydligt högre kväveinnehåll (Torstensson et al., 2006).

Tabell 6. Kväve- och fosforbalanser för de fyra olika odlingssystemen. Årsmedelvärden för en sexårsperiod, 1997-2003, anges i kg/hektar/år.

Tillförsel/bortförsel och balans	Konventionell		Konventionell med fånggröda		Ekologisk med stallgödsel		Ekologisk med gröngödsel	
	Kväve	Fosfor	Kväve	Fosfor	Kväve	Fosfor	Kväve	Fosfor
Mineralgödsel	97	24	97	24	-	-	-	-
Stallgödsel	-	-	-	-	42	6,5	-	-
Uppskattad kvävefixering	-	-	-	-	79 ¹	-	71 ¹	-
<i>Total tillförsel</i>	<i>97</i>	<i>24</i>	<i>97</i>	<i>24</i>	<i>121</i>	<i>6</i>	<i>71</i>	<i>0</i>
Skörd	77	17	86	21	111	17	24	5,5
Läckage	38	0,1	25	0,2	39	0,2	34	0,1
Ammoniakavgång	-	-	-	-	6 ²	-	-	-
<i>Total bortförsel</i>	<i>115</i>	<i>17</i>	<i>111</i>	<i>21</i>	<i>156</i>	<i>17</i>	<i>58</i>	<i>6</i>
<i>Balans</i>	<i>-18</i>	<i>7</i>	<i>-14</i>	<i>3</i>	<i>-35</i>	<i>-11</i>	<i>13</i>	<i>-6</i>

¹ Beräknat med modellen STANK.

² Uppmätt med passiv diffusion.

Modifierad från Torstensson et al., 2006.

Odlingssystemstudie i Västra Götaland

Ytterligare en odlingssystemstudie utförd på lerjord i Västra Götaland jämför tre olika odlingssystem; konventionell odling med mineralgödsel (dvs konstgödsel), ekologisk odling med grüngödsel och ekologisk odling med stallgödsel. I den ekologiska odlingen med grüngödsel odlades grüngödslingsgrödor två av de sex åren. Odlingstyperna förekom på undersökningsområden (plottar) som var antingen 40x100 eller 40x42 meter. Plottarna uppfördes på ett fält där man tidigare odlat spannmål. Plottarna med konventionell odling har varit i bruk sedan 1935, medan plottarna med ekologisk odling uppfördes 1998. Studien påbörjades 1998 och pågick till och med 2003 (Aronsson et al., 2007). Metoden som använts i studien är densamma som för odlingssystemstudien i Halland (Torstensson et al., 2006). När näringsbalanserna för kväve och fosfor beräknades uteslöts atmosfärisk deponering, denitrifikation och ammoniakavgång från stall- och grüngödsel. Detta är en förenkling som bidrar till osäkerhet i resultaten (Aronsson et al., 2007).

Kväve

Kvävebalanserna var positiva i alla odlingssystemen och skillnaden var relativt liten mellan de olika systemen (tabell 7). Årsmedelläckaget av kväve var något lägre för den ekologiska odlingen men

skillnaden var inte signifikant mellan de olika odlingssystemen. Ekologisk odling med stallgödsel hade ett något lägre kväveläckage än de andra odlingssystemen, även om detta inte var statistiskt signifikant. Fodergrödor eller grüngödslingsgrödor som växte på hösten och vintern minskade kväveläckaget i de ekologiska odlingarna, då det fanns ett kväveupptag och en marktäckning året om vissa av åren i studien (Aronsson et al., 2007).

Fosfor

Fosforbalanserna var negativa för de olika systemen (tabell 7). I den konventionella odlingen var fosforbalansen nära noll, eftersom man där använde fosforgödselmedel för att kompensera för bortförelsen genom skördeprodukter. Årsmedelläckaget av fosfor varierade mellan de olika odlingssystemen, och var signifikant större i den ekologiska odlingen med grüngödsling (Aronsson et al., 2007).

Skörd

Skörden var 15-50% mindre i de ekologiska odlingarna, vilket gör kväveutnyttjandet sämre än i den konventionella odlingen. Kväveutnyttjandet är sämst för den ekologiska odlingen med grüngödsling (Aronsson et al., 2007).

Tabell 7. Kväve- och fosforbalanser för de tre olika odlingssystemen. Årsmedelvärden för en sexårsperiod, 1998-2003, anges i kg/hektar/år.

Tillförsel/bortförsel och balans	Konventionell		Ekologisk med stallgödsel		Ekologisk med gröngödsel	
	Kväve	Fosfor	Kväve	Fosfor	Kväve	Fosfor
Mineralgödsel	134	20	-	-	-	-
Stallgödsel	-	-	49	7,3	-	-
Uppskattad kvävefixering ¹	-	-	105	-	84	-
<i>Total tillförsel</i>	<i>134</i>	<i>20</i>	<i>154</i>	<i>7,3</i>	<i>84</i>	<i>-</i>
Skörd	91	20	108	15	45	6,2
Läckage	13	0,4	7,4	0,4	11	0,8
<i>Total bortförsel</i>	<i>104</i>	<i>20</i>	<i>115</i>	<i>15</i>	<i>56</i>	<i>7,0</i>
<i>Balans</i>	<i>30</i>	<i>-0,4</i>	<i>39</i>	<i>-8,1</i>	<i>28</i>	<i>-7,0</i>

¹Beräknad enligt modell.

Modifierad från Aronsson et al., 2007.

Kort sammanfattning av de tre studierna

Näringsbalanserna från gårdsstudien visade på ett lägre överskott av kväve i den ekologiska produktionen. Samtidigt var utnyttjandegraden av kväve högre i den konventionella produktionen. Fosforbalansen var positiv på de ekologiska gårdarna och negativ för de konventionella (Wivstad et al., 2009).

Odlingssystemstudien från Halland visade på ett underskott av kväve för alla system utom för den ekologiska odlingen där gröngödsel användes. Fosforbalanserna var negativa på de ekologiska odlingarna och positiva på de konventionella odlingarna. Konventionell odling gav en högre skörd och kväveläckaget var minst vid konventionell odling med fånggröda (Torstensson et al., 2006).

Odlingssystemstudien från Västra Götaland visade ett överskott av kväve och ett underskott av fosfor i alla system. Kväveutnyttjandet var bättre i den konventionella odlingen, samtidigt som det uppmätta kväveläckaget var något lägre i den ekologiska odlingen. Läckaget av fosfor var störst i den ekologiska odlingen med gröngödsling (Aronsson et al., 2007).

Ett rikt växt- och djurliv

Det pågår mycket forskning om hur den biologiska mångfalden påverkas av ekologiskt respektive konventionellt jordbruk. En klar majoritet visar att den biologiska mångfalden är högre på gårdar med ekologisk odling (van Elsen, 2000; Norton et al., 2006). En del studier har funnit att vissa hotade arter enbart förekommer på de ekologiska fälten (Mäder et al., 2002). Användandet av kemiska bekämpningsmedel identifieras som den främsta anledningen till en minskad biologisk mångfald i det konventionella jordbruket (Geiger et al., 2010). I detta avsnitt presenteras fyra olika studier, varav en meta-analys, en kvalitativ litteraturgenomgång, en fältstudie där ekologisk och konventionell odling sätts i samband med olika landskapsutformningar och habitat, samt en fältstudie som undersöker ekologisk och konventionell odling i förhållande till gårdsstorlek.

Meta-analys av publicerade studier

I en meta-analys har litteratur som publicerats före december 2002 sammanställts för att nå ett mer enhetligt resultat om den ekologiska odlingens inverkan på den biologiska mångfalden. En meta-analys är en metod där man kan analysera och sammanställa resultaten från flera oberoende studier som berör samma frågeställning. Man tittade både på artrikedomen, dvs antalet arter, och det totala antalet organismer. För artrikedomen användes 63 studier och för det totala antalet organismer användes 117 studier (Bengtsson et al., 2005).

Artrikedom

I medel visade studierna att ekologiskt jordbruk ökar artrikedomen med 30%, men detta varierade mellan studierna och 16% av studierna som ingick i meta-analysen visade att ekologiskt jordbruk har en negativ effekt på artrikedomen (tabell 8). Fåglar, insekter och växter hade en större artrikedom i ekologiska odlingar. Ekologisk odling hade störst påverkan i studier som gjordes på små undersökningsområden, så kallade plottar. I studier som utfördes på gårdsnivå, då man parade ihop ekologiska och konventionella gårdar utifrån det omgivande landskapet fanns en signifikant skillnad, men den var mycket varierande (Bengtsson et al., 2005).

Antal organismer

På ekologiska odlingar förekom i snitt 50% fler organismer, men resultatet varierar mellan de olika studierna och mellan de olika organismgrupperna (tabell 9). Fåglar, markorganismer, växter och rovinsekter förekom i större mängd på ekologiska odlingar, vilket inte var fallet för skadedjur och andra insekter. För organismer som klassas som skadedjur fanns ingen signifikant skillnad mellan de två odlingssystemen. Ekologiskt jordbruk hade positiva effekter på det totala antalet organismer på plott- och fältnivå, men inte på gårdspar som matchats utifrån landskapsvariabler (Bengtsson et al., 2005).

Positiva effekter i storskaliga landskap

Studien visade på stora positiva effekter av ekologisk odling på biologisk mångfald i storskaliga intensiva jordbrukslandskap. Mindre skillnader märktes i småskaliga landskap som inte enbart består av jordbruksmark utan också många andra biotoper (Bengtsson et al., 2005).

Tabell 8. Antalet studier i meta-analysen där ekologisk odling har större artrikedom.

	Antal studier	Antal studier där ekologisk odling har större artrikedom
Totalt	63	53
Fåglar	3	3
Leddjur	28	21
Rovinsekter	21	15
Jordlöpare	13	10
Icke rovinsekter	7	6
Markorganismer	10	7
Växter	22	22

Modifierad från Bengtsson et al., 2005

Tabell 9. Antalet studier i meta-analysen där ekologisk odling har totalt fler organismer.

	Antal studier	Antal studier där ekologisk odling har totalt fler organismer
Totalt	117	96
Fåglar	12	12
Leddjur	42	29
Rovinsekter	21	16
Jordlöpare	12	9
Icke rovinsekter	21	13
Markorganismer	49	44
Växter	7	7

Modifierad från Bengtsson et al., 2005

Kvalitativ genomgång av 76 studier

I en kvalitativ genomgång av 76 studier nådde man liknande resultat som i meta-analysen. Majoriteten av studierna visade att ekologiskt jordbruk har positiva effekter på den biologiska mångfalden, både gällande artrikedomen och antalet organismer (tabell 10). Flera av de arter som kraftigt minskat i antal på grund av intensivt konventionellt jordbruk gynnas av det ekologiska jordbruket (Hole et al., 2005).

Identifierade fördelar med ekologiskt jordbruk

Man identifierar tre huvudanledningar till varför den biologiska mångfalden gynnas av ekologiskt jordbruk. Dessa är vanliga i ekologiskt jordbruk men förekommer mer sällan i konventionellt jordbruk: (1) *Ingen användning av kemiska bekämpningsmedel*, vilka har både direkta och indirekta negativa effekter på många organismer, (2) *God skötsel av småbiotoper*, skapar livsmiljöer för många organismer vilket kan öka den biologiska mångfalden, (3) *Blandat jordbruk*, med flera sorters grödor och djurhållning innebär en större variation av olika habitat i landskapet (Hole et al., 2005).

Även andra faktorer påverkar

Ungefär en fjärdedel av studierna visade inte på någon skillnad mellan det ekologiska och det konventionella jordbrukets påverkan på den biologiska mångfalden, medan ett fåtal studier tydde på att det konventionella jordbruket var bättre. De olika resultaten som nåtts tyder på att även andra faktorer påverkar den biologiska mångfalden. Som exempel på faktorer som påverkar vilken effekt ekologiskt jordbruk har på den biologiska mångfalden tar man upp läge, omgivande landskap, klimat, odlingsgröda och vilken organismtyp som studeras.

Studiens slutsats är att ekologiskt jordbruk har positiva effekter på den biologiska mångfalden, men man lyfter samtidigt fram behovet av ytterligare forskning för att undersöka om en helomställning till ekologiskt jordbruk har större positiva effekter än utvalda punktåtgärder inom det konventionella jordbruket (Hole et al., 2005).

Tabell 10. Effekt som ekologiskt jordbruk har på den biologiska mångfalden jämfört med konventionellt jordbruk, antalet studier med positiv effekt, negativ effekt, eller ingen skillnad mellan de båda odlingssystemen.

	Positiv	Negativ	Ingen skillnad	Totalt antal jämförelser
Fåglar	7		2	9
Däggdjur	2			2
Fjärilar	1		1	2
Spindlar	7		3	10
Maskar	7	2	4	13
Skalbaggar	13	5	3	21
Andra leddjur	7	1	2	10
Växter	13		2	15
Markdjur	9		8	17
Totalt	66	8	25	99

(Det totala antalet i tabellen är större än antalet studier i genomgången, eftersom några studier jämförde flera organismgrupper.)

Modifierad från Hole et al. 2005.

Ekologisk och konventionell odling i olika landskap och habitat

I en studie med 16 gårdar från Uppland och Södermanland jämfördes ekologisk och konventionell odling utifrån biologisk mångfald. Åtta ekologiska gårdar parades ihop med åtta konventionella gårdar med liknande markanvändning. Olika landskapstyper finns representerade bland de åtta gårdsparen. På gårdarna valdes tre biotoper ut, stråsädesfält, vall och ogödslade betesmarker. På dessa inventerade man kärlväxter, dagfjärilar, jordlöpare, kortvingar och spindlar (Weibull & Östman, 2002).

Landskapets utformning påverkar

När man slog ihop arterna från de tre biotoperna till ett totalt antal arter på gårdsnivå såg man att landskapets utformning hade större betydelse än odlingsystemet för den biologiska mångfalden. Detta gällde för tre av de fem organismgrupperna: kärlväxter, dagfjärilar och kortvingar. För jordlöparna var odlingsystemet viktigare, det fanns fler arter på de konventionella gårdarna, medan det inte fanns något samband mellan varken odlingsystem eller landskapsutformning för antalet spindelarter. Överlag ökade den biologiska mångfalden med ökad variation i landskapet på gårdsnivå, men detta stämde inte in på alla artgrupper (Weibull & Östman, 2002).

Variation på habitatnivå

Habitattypen påverkade antalet arter som hittades, flest arter fann man på ogödslad betesmark och vall (Weibull et al., 2003). Antalet fjärilar var positivt korrelerat med andelen vall. Även för artsammansättningen var typen av habitat den viktigaste faktorn (Weibull & Östman, 2003).

Lantbrukaren har en viktig roll

Den största artrikedomen fanns på gårdar med ett heteroget landskap (Weibull et al., 2003). Eftersom många av de faktorer som visade sig vara viktiga för den biologiska mångfalden hittas på gårdsnivå, såsom antalet småbiotoper, är mycket upp till den enskilde lantbrukaren, och beror inte enbart på vilken typ av odlingsystem som gården har (Weibull & Östman, 2002).



Bild 4: Betesmark är en viktig habitattyp.

Ekologisk och konventionell odling i förhållande till gårdsstorlek

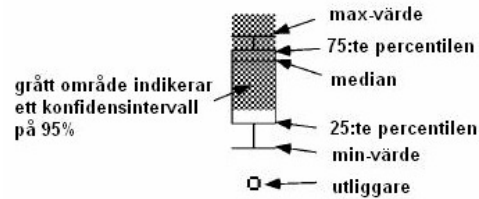
I en studie utförd i Roslagen i sydöstra Sverige jämförde man antalet fågelarter och det totala antalet fåglar, samt det totala antalet av humlor, fjärilar och örtväxter, på sex små och sex stora gårdar. Fyra av de små gårdarna, och två av de stora var ekologiska. Alla gårdar låg på liknande jordart och den storskaliga landskapsbilden var densamma. De små gårdarna var mindre än 52 hektar medan de stora var mist 135 hektar. Resultatet presenteras i box-plots och hur dessa avläses presenteras i figur 1 (Belfrage et al., 2005).

Stora skillnader

Den biologiska mångfalden, både i form av artrikedom och antal organismer, var större på ekologiska jordbruk jämfört med de konventionella. I en jämförelse mellan små och stora gårdar hittade man mer än två gånger så många örtväxter (figur 2), fågelarter och fågelterritorier (figur 3), och fjärilar (figur 4). Antalet humlor var fem gånger så stort på de små gårdarna (figur 4). De största skillnaderna fann man när man jämförde små ekologiska och stora konventionella gårdar (Belfrage et al., 2005).

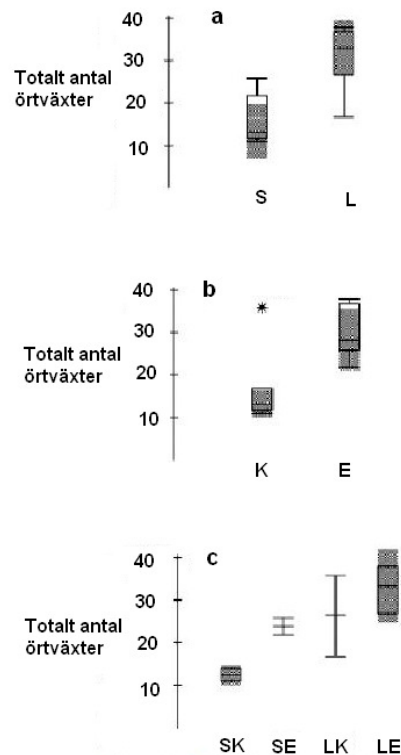
Storleken spelar roll

När man jämförde små och stora ekologiska gårdar hittade man 56% fler fågelarter på de små ekologiska gårdarna. Eftersom man inte använde bekämpningsmedel i något av dessa två fall, och grödrotationen var densamma, drog man slutsatsen att det är gårdarnas storlek som ligger bakom skillnaden (Belfrage et al., 2005).



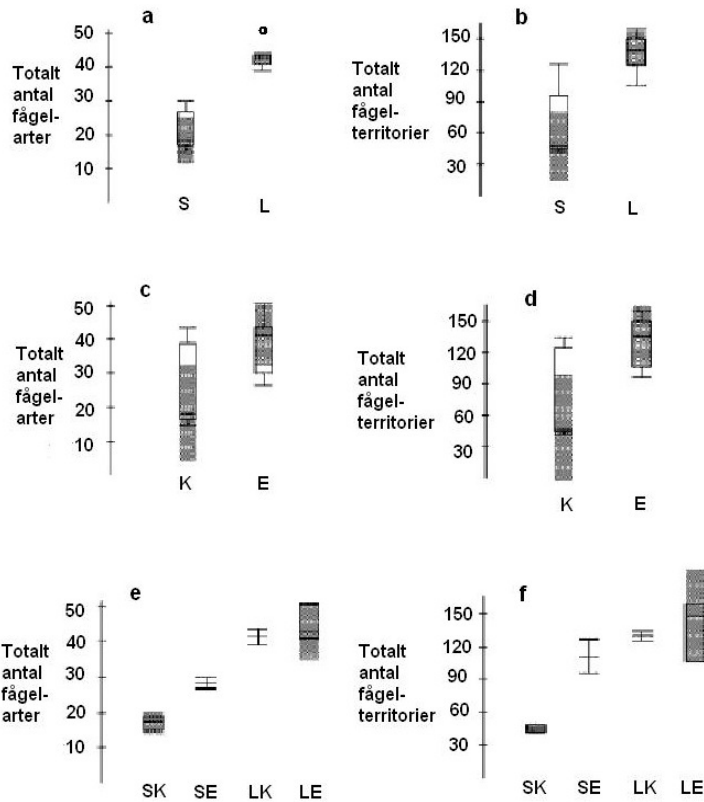
Figur 1. Beskrivning hur box-plottediagrammen nedan avläses. Modifierad från Belfrage et al., 2005

Örtväxter



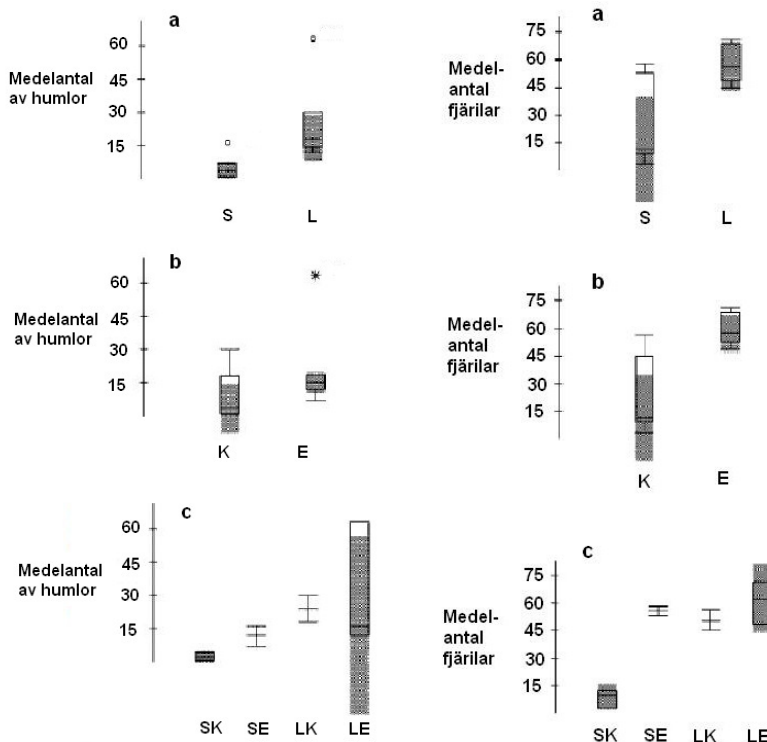
Figur 2. Boxplots som visar medianen av det totala antalet örtväxter för de 12 olika gårdarna som ingick i studien. (a) visar en jämförelse av antalet örtväxter på stora, S, och små, L, gårdar. (b) visar en jämförelse av antalet örtväxter på konventionella, K, och ekologiska, E, gårdar. (c) är en jämförelse av antalet örtväxter mellan fyra olika grupper: stora konventionella, SK; stora ekologiska, SE; små konventionella, LK; och små ekologiska, LE. Modifierad från Belfrage et al., 2005

Fågelarter och fågelterritorier



Figur 3. Box-plots som visar medianen av det totala antalet fågelarter och fågelterritorier för de 12 olika gårdarna som ingick i studien. (a) visar en jämförelse av antalet fågelarter på stora, S, och små, L, gårdar. (b) är en jämförelse av antalet fågelterritorier på stora och små gårdar. (c) visar en jämförelse av antalet fågelarter på konventionella, K, och ekologiska, E, gårdar. (d) är en jämförelse av antalet fågelterritorier på konventionella och ekologiska gårdar. (e) är en jämförelse av antalet fågelarter mellan fyra olika grupper: stora konventionella, SK; stora ekologiska, SE; små konventionella, LK; och små ekologiska, LE. (f) är en jämförelse av antalet fågelterritorier mellan fyra olika grupper: stora konventionella, SK; stora ekologiska, SE; små konventionella, LK; och små ekologiska, LE. Modifierad från Belfrage et al., 2005

Humlor och fjärilar



Figur 4. Boxplots som visar medianen för medelvärdet av antalet humlor och fjärilar för de 12 olika gårdarna som ingick i studien. (a) visar en jämförelse av antalet på stora, S, och små, L, gårdar. (b) visar en jämförelse av antalet på konventionella, K, och ekologiska, E, gårdar. (c) är en jämförelse av antalet mellan fyra olika grupper: stora konventionella, SK; stora ekologiska, SE; små konventionella, LK; och små ekologiska, LE. Modifierad från Belfrage et al., 2005

Kort sammanfattning av de fyra studierna

Meta-analysen visade att ekologiskt jordbruk ofta är positivt för den biologiska mångfalden, men effekterna varierar mellan olika landskapstyper och organismgrupper. Den största positiva effekten fann man i storskaliga intensiva jordbrukslandskap (Bengtsson et al., 2005). Liknande resultat nåddes i den kvalitativa genomgången (Hole et al., 2005).

I studien där man även tog hänsyn till landskapstyp och habitat fann man att landskapets utformning var viktigare än odlingssystem för flera av organismgrupperna. Den största artrikedomen fann man på gårdar med ett heterogent landskap (Weibull et al., 2003; Weibull & Östman, 2002; Weibull & Östman, 2003).

När man jämförde ekologiska och konventionella gårdar i förhållande till gårdsstorlek fann man att den biologiska mångfalden var större på ekologiska än på konventionella gårdar, och större på små än på stora gårdar. Den minsta biologiska mångfalden fanns på stora konventionella gårdar, medan den största biologiska mångfalden fanns på små ekologiska gårdar (Belfrage et al., 2005).

Konsekvenser av en global omställning till ekologiskt jordbruk

Forskarna är idag oense om vilka konsekvenser en global omställning till ekologiskt jordbruk skulle få. Vissa menar att ekologisk odling är oförmögen att producera tillräckligt med mat för att mätta världens befolkning (Bergström et al., 2008), medan andra hävdar att förutsättningar finns för att producera tillräckligt med mat, även när man räknar in framtidens förmodade befolkningsökning (Halweil, 2006). Nedan presenteras röster från de båda sidorna, och några av deras främsta argument förs fram.

Motståndarna: Lägre skördar kräver större arealer

Ekologiskt jordbruk tenderar att ha något lägre skördar och vid en storskalig övergång till ekologisk odling skulle man därför behöva större ytor odlad mark för att producera samma mängd. Detta innebär ett problem då mark som är passande för jordbruk till största del redan är uppodlad. Ytterligare odling skulle då ske på jordar med låg fertilitet, där det är stor risk för erosion och markdegradering (Bergström et al., 2008). Då naturliga ekosystem görs om till jordbruksmark försvinner många viktiga habitat (Kirchmann et al., 2008¹). Den förutspådda befolkningsökningen innebär dessutom att större mängder mat kommer behövas i framtiden. För att klara av detta behov måste man maximera produktionen på den nuvarande jordbruksmarken, och detta görs bäst genom näringstillförsel i form av konstgödsel, och växtskydd i form av kemiska bekämpningsmedel. Ekologisk odling är inte en lösning på svälten i afrikanska utvecklingsländer. Det som begränsar skörden i många afrikanska länder är brist på näringstillförsel i form av konstgödsel, brist på vatten och avsaknaden av skyddsstrategier. Även FN:s Generalsekreterare uttalade sig i frågan på Food and Agriculture Organizations (FAO) möte i Rom 2008 och hävdade då att ett ökat användande av konstgödsel är av stor betydelse för att minska svälten i utvecklingsländer (Bergström et al., 2008).

Förespråkarna: Potential för högre skördar

Ett forskarteam i Michigan, som har sammanställt 293 studier från hela världen och sedan använt sig av modellberäkningar, har nått slutsatsen att om allt jordbruk skulle läggas om till ekologiskt skulle produktionen minska något i de utvecklade länderna, samtidigt som den kommer öka med upp till 80% i utvecklingsländerna. Totalt sett skulle det finnas tillräckligt med mat till hela världens befolkning, utan att man behöver lägga om ytterligare mark till odlingsmark. Man såg även att ekologisk produktion har potential att producera tillräckligt mycket för att klara av en väntad befolkningsökning (Badgley et al., 2007). En liknande studie från Danish Institute of Agricultural Sciences, utförd av ekonomer, agronomer och internationella utvecklingsexperter med hjälp av en modell från Världsbankens International Food Policy Research Institute, nådde liknande resultat (Halweil, 2006). Enligt deras modell är ekologiskt jordbruk en bra metod för att öka matsäkerheten i Afrika söder om Sahara (Halberg et al., 2006).

Näringsläckage – Risk för övergödning

Svensk gårdsstudie

Kväve

Näringsbalans

Det fanns ett lägre överskott av kväve på de ekologiska gårdarna. Detta innebär en mindre risk för läckage, och tyder på att ekologiskt jordbruk kan minska risken för övergödning (Wivstad et al., 2009).

Växtnäringsutnyttjande

De konventionella gårdarna hade det bästa växtnäringsutnyttjandet. Ett lägre växtnäringsutnyttjande på de ekologiska gårdarna behöver inte betyda en större risk för övergödning, så länge kväveöverskotten per hektar inte är större. Där-
emot kan en låg skörd innebära problem om frigjort kväve från gödsling eller nedbrukning inte utnyttjas, då högre koncentration av detta i marken ökar risken för utlakning (Wivstad et al., 2009).

Djurgårdar

Att de ekologiska djurgårdarna hade ett så mycket lägre kväveöverskott än de konventionella beror på de mindre mängderna infört kväve via foder och gödsel, samtidigt som utnyttjandegraden per kilo kväve bibehölls. Det kväve som tillfördes utnyttjades alltså effektivt i produktionen (Wivstad et al., 2009).

Fosfor

Näringsbalans

I studien förekom det ett fosforöverskott på de ekologiska växtodlingsgårdarna. Ett långvarigt överskott innebär en risk för fosforläckage. Överskottet kan bero på att det tidigare funnits ett underskott av fosfor på de ekologiska växtodlingsgårdarna, och att man därför använt fosforrika gödselmedel för att återställa balanserna. Detta kan ha lett till att ett för-
råd av fosfor har byggts upp i marken om man gödslat för mycket. En annan orsak kan vara att många organiska gödselme-

del, däribland stallgödsel, har en hög fosforhalt i förhållande till kväveinnehållet. De ekologiska gårdarna fick i genomsnitt 37 kg fosfor per hektar, medan de konventionella fick 21 kg per hektar. Man har tidigare gödslat utifrån mängden kväve och då tillfört för mycket fosfor till marken. Fosforöverskottet som nu syns skulle i så fall kunna vara tillfälligt. År 2010 träder nya KRAV-regler i kraft, med krav på fosforbalanser och anpassning efter både fosfor- och kväveinnehåll i den tillförda gödseln. Ett tillfälligt överskott av fosfor i marken behöver inte betyda ökad risk för läckage. Fosforförluster förekommer vid specifika händelser, t ex ytavrinning och erosion. De går inte att förutsäga genom beräkning av fosforbalanser, men balanserna kan där-
emot vara användbara över en längre tidsperiod då man kan se en trend om fosfor upplagras eller minskar i marken. Om markens förråd av fosfor ökar under en lång tid kan förmågan att binda fosfor överskridas. Risken för fosforförluster till vatten ökar då (Wivstad et al., 2009).

Vallodling och fosforförluster

Den höga andelen vall på Greppas ekologiska gårdar gör att marken är bevuxen större delen av året, vilket minskar risken för förluster av partikelbunden fosfor. Däremot ökar risken för förluster av lösligt fosfor när man odlar grödor över vintern, och det är svårt att avgöra om vallen egentligen är positiv eller negativ för att minska fosforförlusterna. Vinterbevuxen mark gör det svårt att utföra mekanisk ogräsbekämpning, vilket gör det extra viktigt med andra förebyggande ogräsåtgärder i den växande grödan (Wivstad et al., 2009).

Djurgårdar

De ekologiska mjölk- och köttgårdarna från Greppa hade betydligt lägre överskott av fosfor än de konventionella. Detta beror antagligen på att de ekologiska gårdarna har en lägre intensitet i produktionen, och därmed mindre fosfor i gödseln (Wivstad et al., 2009).

Grödo fördelning och markbearbetning

Vallodling

De ekologiska gårdarna i Greppa hade en hög andel vall, i genomsnitt 30% på växtodlingsgårdarna, vilket minskar risken för utlakning av kväve. Risk för förlust förekommer dock vid vallbrottet. Ettåriga gröngödslingsvallar innebär större förlustrisker än fleråriga fodervallar, där vallbrott inte förekommer lika ofta. Gröngödslingsvallar anses idag inte vara en stor bidragsfaktor till övergödning, då andelen gröngödsling i södra Sverige är liten och ersätts på många ställen av fodervall. Vallen är även viktig då den bidrar till en god markstruktur och mullhalt, samt en långsiktig god skördepotential (Wivstad et al., 2009). Att ekologiskt jordbruk har en hög andel vall tyder på att det är en odlingsform som långsiktigt vårdar marken.

Fånggrödor i vallodling

Odlar man fånggrödor i växtföljder med gröngödslingsvall kan man minska förlusterna av växtnäring (Askegaard et al., 2005). En ökad odling av fånggrödor skulle kunna förbättra växtnäringsushållningen i den ekologiska växtodlingen (Wivstad et al., 2009).

Vårbearbetning av marken

Vårbearbetning förekom oftare på de ekologiska gårdarna. Som nämnts tidigare innebär vårbearbetning en minskad risk för fosforförluster via erosion. På de konventionella gårdarna var det vanligare att bearbeta jorden sent på hösten, vilket ökar risken för förluster. Denna fördelning av höst- respektive vårbearbetning tyder på att risken för fosforförluster är mindre på de ekologiska gårdarna (Wivstad et al., 2009).



Bild 5: Valet av odlingsgröda är viktigt.

Odlingssystemstudie i Halland

Kväve

Näringsbalans

Kvävebalanserna var negativa i alla odlingssystemen förutom i den ekologiska odlingen där grüngödsling användes. Att kvävebalansen här var positiv beror sannolikt på att bara små mängder kväve skördades samtidigt som stora mängder brukades ned med grüngödslingsgrödan. De negativa kvävebalanserna beror till en stor del på ett kraftigt läckage. Då det förekommer lätta sandjordar, som i Halland, är det extra viktigt hur man gödslar, både vad det gäller mängd och tidpunkt för spridning och nedbrukning. Användandet av fånggrödor minskar kvävehalterna i jorden under hösten och vintern, vilket i sin tur minskar risken för läckage (Wivstad et al., 2009).

Varierande kvävemängd i marken

Stora variationer av kvävemängd i jorden med högt kväveinnehåll på våren i den ekologiska odlingen tyder på att oorganiskt kväve frisätts från stallgödsel och grüngödsel under perioder då grödorna inte tar upp kväve. Detta ökar risken för kväveläckage (Torstensson et al., 2006).

Fosfor

Näringsbalans

Fosforbalansen var negativ i den ekologiska odlingen. Detta var väntat eftersom att ingen extra tillförsel av fosfor förekom i ekologisk odling, och väldigt lite tillfördes i stallgödseln (Torstensson et al., 2006).

Fosforförluster i ekologisk odling med stallgödsel

Det förekom större fosforförluster i ekologisk odling med stallgödsel än i ekologisk odling med grüngödsling. Detta beror antagligen på att gödsel som innehåller fosfor tillfördes, vilket inte skedde med grüngödslingen. 1998 utsattes fodergrödorna i den ekologiska odlingen med stallgödsel för frostsador, vilket skadar membranerna och ger ökat fosforläckage (Torstensson et al., 2006).

Fosforförluster i konventionell odling med fånggröda

Konventionell odling med fånggröda hade signifikant större fosforläckage än konventionell odling, vilket också tros bero på frostsador hos fånggrödan (Torstensson et al., 2006).

Skörd

Lägre skörd i ekologiska odlingar

Ekologiska odlingar gav lägre skörd. Detta kan tyda på att ekologisk odling använder åkermarken mindre effektivt. Användandet av grüngödsel och stallgödsel istället för konstgödsel ger lägre skördar i det ekologiska jordbruket. Det är svårt att synkronisera frigörelse av oorganiskt kväve från gödseln och grödornas upptag (Torstensson et al., 2006).

Konventionell odling med fånggrödor effektiv

Minst kväveläckage och störst skörd uppnåddes med konventionell odling med fånggrödor. Detta tyder på att om man använder oorganiska gödselmedel på ett bra sätt kan det vara effektivare än att ställa om till ekologisk odling.

Odlingssystemstudie i Västra Götaland

Kväve

Näringsbalans

Kvävebalansen var positiv för alla odlingssystem och skillnaden mellan dem var liten. Läckaget av kväve var litet för alla studier. Det minsta läckaget fanns i de ekologiska odlingarna, och även om denna skillnad inte var statistiskt signifikant, indikerar detta att man kan minska kväveläckaget genom att bruka marken ekologiskt. Lägst var läckaget i den ekologiska odlingen som gödslades med stallgödsel, vilket tyder på att storleken på näringstillförseln då är lättare att dosera, jämfört med när grüngödsling används.

Nedbrukning av växtmaterial ökade inte kväveläckaget

Ofta leder nedbrukningen av grüngödslings- och fodergrödor under tidig höst till ökad kvävemineralisering, och därmed ökad risk för läckage. Trots att man under vissa år brukade ned stora mängder kväverikt växtmaterial ökade inte läckaget, jämfört med den konventionella odlingen. Detta kan bero på att mineraliseringen av kväve även påverkas av skillnader i temperatur och markfukt. Även kväveförluster i form av gasavgångar från marken kan påverka, men detta går inte att verifiera då varken mineralisering eller gasavgångar uppmättes (Aronsson et al., 2007).

Odling av grüngödslingsgröda försämrar kväveutnyttjandet

Kväveutnyttjandet var sämre för den ekologiska odlingen med grüngödsling. Detta beror på att de år grüngödslingsgrödan odlas förekom ett kväveläckage, men inget kväve fördes bort i form av skördeprodukter (Aronsson et al., 2007).

Fosfor

Näringsbalans

Fosforbalansen var negativ för alla odlingssystemen. Detta kan tyda på att gödslingsstrategin i studien var felaktigt utformad då för lite gödsel tillfördes. Om fosforbalansen är negativ under en långvarig period kan marken utarmas på fosfor.

Störst fosforläckage med grüngödsling

Läckaget av fosfor var störst i den ekologiska odlingen med grüngödsling. För fosfor ökar mineraliseringen vid nedbrukning av grüngödslingsgrödor, vilket kan förklara det högre läckaget av fosfor i den ekologiska odlingen där grüngödsling användes (Aronsson et al., 2007).

Skörd

Skörden var lägre i de ekologiska odlingarna. En orsak till den lägre skörden i de ekologiska odlingarna är brist på kväve, beroende på sämre anpassning mellan tillförsel och kvävebehov hos grödorna, framförallt i ekologisk odling med grüngödsel (Aronsson et al., 2007).

Jämförelse

Kväve

Skillnad i näringsbalanserna

Näringsbalanserna för Greppas växtodlingsgårdar visade ett lägre kväveöverskott för de ekologiska odlingarna än för de konventionella. I odlingssystemstudier var resultatet i vissa fall det motsatta, med högre kväveöverskott i de ekologiska odlingarna. En anledning till detta kan vara den mindre andelen grön gödsling som användes på gårdarna i Greppa. Grön gödsling frisätter mycket kväve i marken och det är därför viktigt att den efterföljande grödan kan tillgodogöra sig detta, annars bildas ett kväveöverskott med risk för utlakning (Wivstad et al., 2009).

I Hallandsförsöket odlades potatis efter nedbrukningen av en kväverik grön gödslingvall. Potatisen kunde då inte utnyttja allt det frigjorda kvävet, vilket ledde till en ökad utlakning. Detta visar hur viktigt det är att anpassa valet av grödorna i växtföljden (Torstensson et al., 2006).

Ekonomi är en faktor som gör att växtföljderna inom Greppa skiljer sig från de som förekommer i odlingssystemstudierna. Detta är troligen en av orsakerna till att andelen grön gödslingsgrödor är lägre på de verkliga ekologiska gårdarna. Greppas ekologiska växtodlingsgårdar hade 8% grön gödsling, medan odlingssystemförsöken hade 33% (Wivstad et al., 2009).

Dessutom hade gårdarna i Greppa både stallgödsel och grön gödsling för att tillmötesgå sitt näringsbehov, medan odlingssystemstudierna hade antingen eller. Att använda både stallgödsel och grön gödsling gör det enklare att anpassa mängd och tidpunkt efter grödans behov och man minskar risken för stora överskott (Wivstad et al., 2009).

Storleken på kväveläckaget per hektar skiljer sig stort mellan odlingssystemstu-

dierna i Halland och Västra Götaland. Studien i Halland har ett större kväveläckage per hektar trots en mindre total tillförsel av kväve. Detta bekräftar de skillnader i läckagebenägenhet som finns mellan sandiga jordar och lerjordar (SNF, 2009) och visar på behovet av lokalt utformade åtgärder för att förhindra läckage.

Fosfor

Skillnad i näringsbalanserna

Näringsbalanserna för fosfor i de ekologiska odlingarna var negativa i odlingssystemstudierna i både Halland och Västra Götaland. Greppas ekologiska gårdar hade en positiv fosforbalans. Skillnaden beror antagligen på att de ekologiska gårdarna i odlingssystemen gödslades väldigt lite, medan gårdarna som ingår i Greppa använde antingen stallgödsel eller specialgödselmedel (Wivstad et al., 2009).

De negativa fosforbalanserna i odlingssystemförsöken tyder på att ekologisk odling kan utarma marken på fosfor. Denna situation finns inte på de verkliga växtodlingsgårdarna (Wivstad et al., 2009). Där finns det ofta en tillförsel genom gödsel, och en recirkulation inom gården.

Övrigt

Svårt att utforma odlingssystemstudier

Odlingssystemstudier är svåra att utforma för att överensstämja med verklig ekologisk produktion. Resultaten från Greppa säger mer om hur situationen i det svenska jordbruket ser ut idag. De beräknade växtnäringsbalanserna bygger på data från Jordbruksverkets rådgivningsprojekt Greppa Naringen. Dessa data kommer från uppgifter lämnade av jordbrukarna själva, och kan därför innehålla felaktigheter. Trots detta bedöms värdena som trovärdiga då deltagandet i projektet är frivilligt, och lantbrukarna tjänar på att uppgifterna är så riktiga uppgifter

som möjligt eftersom de då kan få hjälp att effektivisera sin gödselstrategi. Detta innebär en vinst både för miljön och för lantbrukarens ekonomi. Resultaten från odlingssystemstudierna är däremot viktiga för att bättre kunna tolka och tyda data från verkliga gårdar samt ge information om den egentliga utlakningen. Uppmätning av utlakningen är ett viktigt komplement till balansberäkningen för att förstå hur olika grödotyper, gödsel- och odlingsstrategier samt markförhållanden kan påverka utlakningen (Wivstad et al., 2009).

Ett problem med odlingssystemstudierna kan vara att mark som tidigare odlats konventionellt lagts om till ekologisk samma år som datavärdena började samlas in. Efter en omställning till ekologisk odling tar det förmodligen längre tid än så innan man ser skillnader i näringsflöden. Har marken tidigare gödslats med konstgödsel kan rester av detta finnas kvar och synas i näringsbalansberäkningarna. Ska man jämföra ekologisk och konventionell produktion bör man använda mark som odlats ekologiskt i flera år innan studien påbörjas för att marken ska hinna anpassa sig efter de förändrade förutsättningarna.



Bild 6: Gårdsstudier visar den verkliga situationen på de svenska gårdarna.

Ett rikt växt- och djurliv

Meta-analys och kvalitativ genomgång

Ekologiskt jordbruk gör ett homogent landskap heterogent

Meta-analysen som utförts på studier som publicerats innan december 2002 gav resultatet att ekologisk odling över lag är positivt både för artrikedomen och för antalet organismer. En slutsats som nåddes var att den biologiska mångfalden påverkas av fler faktorer än typen av odlingssystem. En av dessa faktorer är landskapets struktur. Man visade att det främst är i stora homogena landskap som ekologiska jordbruk har en positiv effekt på den biologiska mångfalden (Bengtsson et al., 2005). Ekologisk odling innehåller ofta fler småbiotoper såsom åkerholmar, häckar, dammar, be vuxna kantzoner och våtmarker. Dessa gör landskapet på gårdsnivå mer heterogent och erbjuder en livsmiljö för många olika arter och ökar därför den biologiska mångfalden. I ett småskaligt landskap där marken används till annat än bara jordbruk finns redan många olika biotoper. Om den kemiska besprutningen på konventionella gårdar dessutom är liten behöver en övergång till en ekologisk odling där inte medföra en ökning av den biologiska mångfalden.

Ekologiskt skydd mot skadedjur

Analysen visade också att olika organismer påverkas olika beroende på odlingssystem. Ett viktigt resultat i studien var att antalet rovinsekter ökade i den ekologiska odlingen, samtidigt som antalet skadedjur inte ökade trots frånvaro av kemiska bekämpningsmedel. Detta tyder på att ekologiskt jordbruk har ett starkare naturligt skydd mot skadegörare (Bengtsson et al., 2005).

Varierande resultat i kvalitativ genomgång

Effekten av ekologisk odling varierade i de olika studierna och de faktorer som togs upp som förklaring till detta var läge, omgivande landskap, klimat, grödotyp och vilken organismtyp som studerades (Hole et al., 2005). Var gårdarna är belägna spelar stor roll eftersom användandet av kemiska bekämpningsmedel varierar. I många europeiska länder använder man mer bekämpningsmedel än i Sverige, studierna från dessa länder kan därför visa större effekter av ekologiskt jordbruk, eftersom det där är större skillnad mellan ekologisk och konventionell odling. Som har nämnts tidigare syns större effekter av ett ekologiskt jordbruk i homogena landskap än i ett heterogent landskap med många markanvändningstyper. Klimatet, i form av vindar, nederbörds mängd och temperatur, påverkar över hur stora områden som rester av kemiska bekämpningsmedel kan hittas. O gynnsamma förhållanden medför en ökad risk för att bekämpningsmedel transporteras från närliggande konventionella odlingar till ekologiska. Vissa grödor är svåra att odla ekologiskt och ger dåliga skördar vilket innebär en försämrad livsmiljö för många organismer, och en minskad biologisk mångfald. En del studier tyder även på att vissa organismgrupper trivs bättre i konventionell odling. En rad olika faktorer spelar in och det som är fördelaktigt för en art behöver nödvändigtvis inte vara det för en annan.

Landskapsvariabler och gårdsstorlek

Jordlöpare trivs på konventionella odlingar

Studien som utfördes i Uppland och Södermanland visade också att den biologiska mångfalden var större i mer heterogena landskap. För tre av de fem undersökta organismgrupperna var landskapsutformningen viktigare än odlings-systemet, medan odlingsystemet var viktigare för jordlöpare. En anledning till att det fanns fler jordlöpare på de konventionella gårdarna kan vara att det där ofta finns en högre växtproduktion, vilket har visat sig öka antalet arter av jordlöpare. Även en stor andel markbearbetning kan ha negativ effekt på det totala antalet jordlöpare och detta är vanligare på ekologiska gårdar (Weibull & Östman, 2002).

Grödo fördelning på ekologiska jordbruk fördelaktig för biologisk mångfald

Habitattypen visade sig vara en viktig faktor för antalet arter, flest arter fann man på ogödslad betesmark och vall som är mer vanligt förekommande på ekologiska jordbruk. Detta tyder på att ekologiskt jordbruk har bättre förutsättningar för en god biologisk mångfald (Weibull et al., 2003).

Små skillnader mellan konventionell och ekologisk odling i studien

En faktor som kan förklara att den ekologiska odlingen inte hade någon större effekt på den biologiska mångfalden kan vara att studien är belägen i Mälardalen. I detta område används endast en liten mängd kemiska bekämpningsmedel vilket gör att skillnaden mellan ekologiska och konventionella gårdar inte är så stor. Hade skillnaden mellan de olika odlingsystemen varit större är det möjligt att den ekologiska odlingen hade haft större effekt på den biologiska mångfalden (Weibull & Östman, 2002).

När man jämförde ekologisk odling med konventionell använde man sig av samma habitattyper, man jämförde alltså en viss areal ekologisk vall med en lika stor areal konventionell vall. Detta kan vara en anledning till varför man inte fann en stor skillnad mellan de olika odlingsystemen. Som nämnts ovan är vall annars mer vanligt förekommande på ekologiska gårdar och resultatet av en jämförelse påverkas mycket av vilka grödor som odlas, och på vilken areal dessa odlas (Weibull & Östman, 2002).

Odlingsystem eller gårdsstorlek

I studien där man även tittade på gårdsstorlek fann man skillnader i biologisk mångfald på ekologiska och konventionella odlingar, men även skillnader mellan stora och små odlingar. Den biologiska mångfalden var större på små ekologiska gårdar än stora ekologiska gårdar, vilket tyder på att storleken är en avgörande faktor (Belfrage et al., 2005).

Skillnad mellan små och stora gårdar

Stora och små gårdar skiljer sig ofta på flera olika sätt. För att hålla verksamheten lönsam väljer jordbrukare med små gårdar att odla flera olika sorters grödor och ofta kombinera grödodling med djurhållning. När många olika grödor odlas behövs fler små fält, vilket ökar antalet fältkanter och diken. Detta bidrar till en ökning av småhabitat som är viktiga för den biologiska mångfalden. På små gårdar är det också vanligare att man har en stor andel bete och vall vilket har visat sig ha positiva effekter på den biologiska mångfalden. På stora gårdar är det istället vanligt att man försöker maximera produktionen av en grödotyp, vilket gör landskapet mer homogent, och innebär en sämre grundförutsättning för biologisk mångfald (Belfrage et al., 2005).

Jämförelse

Utforma åtgärder efter lokala förhållanden

Eftersom ekologiskt jordbruks effekt på den biologiska mångfalden varierar mellan olika landskapstyper och organismgrupper rekommenderas därför att åtgärder för att bevara och öka den biologiska mångfalden ska utformas mer efter gårdens och det omgivande landskapets egenskaper. Att alla artgrupper inte följer samma mönster skapar svårigheter för att bevara den biologiska mångfalden. Åtgärder som är positiva för en organismgrupp kan vara negativa för en annan. Det är därför viktigt att olika jordbruk använder sig av olika odlingsystem, så att inte enbart vissa arter gynnas. Den totala biologiska mångfalden kan vara större i ett landskap där det förekommer både ekologiskt och konventionellt jordbruk (Weibull & Östman, 2002).

Bondens roll

En viktig faktor för den biologiska mångfalden är förekomsten av småbiotoper, som åkerholmar och bevuxna kantzoner. Konventionella jordbrukare kan också ha

en mer varierande grödorotation och bevara småbiotoper som åkerholmar och diken. Detta är vanligare förekommande i ekologiska odlingar, men kan likaväl förekomma i konventionell odling. Även i konventionellt jordbruk kan man välja att minimera användandet av kemiska bekämpningsmedel och enbart använda dessa när det verkligen finns ett behov. Mycket hänger på den enskilda bonden att utforma en miljö som gynnar den biologiska mångfalden på gårdsnivå.

Åtgärder för att bevara den biologiska mångfalden kan skapa ekonomiska problem

Studierna har visat att det är viktigt att bevara småbiotoper och ha en hög andel vall för att öka den biologiska mångfalden. Samtidigt leder detta till problem, då dessa utgör odlingshinder och kan medföra en minskad produktion (Weibull & Östman, 2002). På något sätt måste man finna en kompromiss som både ger ett lönsamt jordbruk och bevarar den biologiska mångfalden.



Bild 7. Humlor är en art som har visat sig trivas bättre på den varierande habitatsmiljö ekologiskt jordbruk erbjuder.

Övergripande diskussion

Ekologiskt jordbruks påverkan på övergödning och biologisk mångfald

Data från verkliga svenska gårdar visar att ekologiska gårdar har ett lägre kväveöverskott per hektar än konventionella gårdar. Detta innebär en lägre risk för övergödande utsläpp. Kväveutnyttjandet var sämre på de ekologiska gårdarna, men det totala kväveöverskottet per hektar är en bättre indikator på risken för övergödande läckage (Wivstad et al., 2009). De ekologiska djurgårdarna hade ett lägre fosforöverskott än de konventionella djurgårdarna. För växtodlingsgårdarna fanns ett överskott av fosfor, vilket inte var fallet för de konventionella. För fosfor finns inte samma koppling mellan överskott i en näringsbalans och risk för läckage som finns för kväve. Risken för läckage blir påtaglig först vid en längre tids upplagring av fosfor i marken, och detta kan förhoppningsvis undvikas nu när nya regler träder i kraft med krav på gödseldosering utifrån fosformängd och beräkning av näringsbalanser på ekologiska gårdar. När man använder sig av näringsbalanser från ett stort antal verkliga gårdar får man med de variationer som finns, vilket vi tycker ger en bättre helhetsbild av det svenska jordbruket. Denna variation saknas i odlingssystemstudierna, som däremot är användbara för att identifiera var riskerna för läckage finns, och vilka specifika åtgärder som är effektiva för att hindra läckage.

En övervägande majoritet av studierna visar att den biologiska mångfalden ökar på gårdsnivå i ekologiskt jordbruk. I jordbrukslandskapet finns många av våra arter och det är därför viktigt att den biologiska mångfalden bevaras där. Även flera av våra utrotningshotade arter har visat sig vara vanligare förekommande på ekologiska gårdar än på de konventionella. Rester av kemiskt bekämpningsmedel från konventionellt jordbruk kan

spridas långa sträckor och skada växt- och djurliv, vilket innebär att ekologiskt jordbruk är positivt för den biologiska mångfalden även utanför jordbruksmarken då man använder alternativa bekämpningsmetoder. Studierna visade också att många andra faktorer påverkar, såsom den omgivande landskapsstrukturen och storleken på gårdarna. Vi anser därför att det är viktigt att anpassa åtgärder efter lokala förhållanden, och den enskilde jordbrukaren har då en viktig roll i bevarandet av den biologiska mångfalden.

Konsekvenser av global omställning

Det råder delade meningar om en global omställning till ekologiskt jordbruk kommer kräva en större areal jordbruksmark för att producera tillräckligt med mat. Skulle större arealer behövas skulle detta ha en negativ inverkan på miljön, både genom risken för övergödning och för förlusten av biologisk mångfald. Från jordbruksmark förekommer ett större näringsläckage än från mark som inte odlas, och en större areal odlad mark skulle därför innebära ett större totalt näringsläckage, vilket ökar risken för övergödning. Omvandlandet av naturliga habitat till jordbruksmark innebär en förlust av levnadsmiljöer och gör att den biologiska mångfalden minskar. Även om ekologisk odling ökar den biologiska mångfalden på fälten så kan den globala mångfalden minska om stora arealer naturliga ekosystem görs om till jordbruksmark. Enligt vissa är nästan all passande jordbruksmark redan uppodlad och ytterligare odling skulle då behöva ske på jordar med risk för erosion. Detta innebär flera miljöproblem, bland annat riskerar fosforförlusterna från marken att bli större och risken för övergödning ökar. Erosion kan bidra till att skördarna blir mindre och om allt växttillgängligt kväve då inte utnyttjas ökar risken för läckage.

Skulle å andra sidan studierna som tyder på att ekologiskt jordbruk mycket väl kan producera tillräckligt med mat utan att ta större arealer i anspråk ha rätt, är ekologiskt jordbruk ett bra alternativ för miljön. Detta är ett område där vi anser att mer forskning krävs för att kunna avgöra om man med ekologiska metoder kan producera tillräckligt mycket mat för att mätta världens befolkning.

Svårigheter med att jämföra ekologisk och konventionell odling

Det finns många studier som jämför ekologiskt och konventionellt jordbruk, men detta är egentligen väldigt svårt att göra. En ekologisk gård kan vara väldigt olik en annan ekologisk gård, utifrån vilka grödor som odlas, hur gården får sin näring och vilka metoder som används på gården. På samma sätt kan en konventionell gård skilja sig väldigt mycket från en annan konventionell gård, då det finns konventionella gårdar som är ganska lika ekologiska, men som har valt att ha kvar möjligheten att använda konstgödsel och kemisk bekämpning vid behov. Frågan uppkommer då vilka gårdar som ska jämföras. Om man jämför en ekologisk gård med en konventionell gård som använder sig av många av de metoder som är typiska för ekologiska gårdar kommer man förmodligen inte se någon större skillnad. Jämför man däremot en ekologisk gård med någon av de mest intensiva konventionella gårdarna, som använder stora mängder konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel, är skillnaden förmodligen påtaglig. Inget av dessa resultat är egentligen representativt för den totala bilden, då ingen gård är den andra lik. Det viktigaste är inte att avgöra vilket av det ekologiska eller konventionella jordbruket som är bäst, utan istället fokusera på att hitta de specifika åtgärder som kan ge ett miljövänligt, hållbart och lönsamt jordbruk.

Kombination kan vara bästa alternativet

En fullständig övergång till ekologiskt jordbruk behöver enligt oss inte alltid vara det bästa alternativet. Variationer i resultaten från studierna har visat att effekterna av ekologiskt jordbruk påverkas av många olika faktorer. Lokala förhållanden kan många gånger avgöra vilka delar av de ekologiska odlingsprinciperna som är fördelaktiga och vilka som inte är det. Ibland kan man identifiera de fördelaktiga principerna eller åtgärderna och använda dessa i konventionell odling med bättre resultat. Ett exempel på detta är användandet av fånggrödor i den konventionella odlingen i Hallandsstudien, som både gav den högsta skörden och det minsta kväveläckaget.

Att upprätthålla en stabil produktion och en god skörd är väldigt viktigt i jordbruket, och för att lyckas med detta kan det vara strategiskt viktigt att inte helt bortse från användbara hjälpmedel som näringstillförsel i form av konstgödsel. Även om gårdens näringstillförsel till största del baseras på organiska gödselmedel och cirkulation inom gården kan det vara användbart att kunna tillföra en exakt dos växttillgängligt kväve, genom konstgödsel, på en specifik plats vid behov. Det viktiga är att man beräknar en växtnäringsbalans för sin gård, så man kan hålla koll på alla flöden och se en eventuell risk för läckage. Växtnäringsbalansen ger även möjlighet att se eventuella över- och underskott av näring i marken, vilket underlättar doseringen av näringstillförsel.

Studierna har visat att ekologiskt jordbruk utan kemiska bekämpningsmedel har ett gott skadedjursskydd i sig, vilket tyder på att man skulle kunna minska besprutningen även i konventionell odling om man istället använder sig av några av de förebyggande odlingsåtgärder som förekommer i den ekologiska odlingen. Samtidigt kan det vara bra att behålla

möjligheten att använda bekämpningsmedel vid enstaka tillfällen då det finns en risk för att skörden ska skadas allvarligt. Det är då viktigt att använda rätt bekämpningsmedel som är utvecklat för att angripa just det skadedjur/ogräs/sjukdom man vill bli av med, i rätt dos, och att använda besprutningsmetoder som minimerar risken för att rester av bekämpningsmedlen ska hamna i omgivande landskap.

Det kretsloppstänkande som förekommer i ekologisk odling, där växtodling och djurhållning förekommer på samma gård, eller samarbete mellan djur- och växtgårdar är vanligare, borde tas tillvara mer även i konventionell odling.

Detta möjliggör en förbättrad växtnäringshushållning vilket minskar risken för näringsläckage och övergödning. Foder förs från växtodlingsgårdar till djurgårdar, samtidigt som stallgödsel förs från djurgårdarna till växtodlingsgårdarna. När växtodlingsgårdarna får tillgång till stallgödsel kan de styra näringstillförseln till grödorna bättre än om de enbart hade tillgång till grüngödsling.

Vi anser att mer forskning behövs om vilka specifika åtgärder som är effektivast för att nå ett hållbart jordbruk, vare sig detta är ekologiskt eller konventionellt.



Bild 8: Nära samarbete mellan djurhållning och gröddodling är viktigt för näringscirkulationen.

Slutsats

Är ekologiskt jordbruk ett sätt att nå miljö kvalitetsmålen?

Om ekologiskt jordbruk är fördelaktigt för arbetet med att nå miljö kvalitetsmålen *Ingen övergödning* och *Ett rikt växt- och djurliv* hänger mycket på om en storskalig övergång till ekologisk odling kräver en större areal för att säkra matproduktionen. En ökad areal jordbruksmark skulle med största sannolikhet leda till ett ökat näringsläckage och en minskad biologisk mångfald. Skulle det däremot vara tillräckligt med den jordbruksareal som finns idag har ekologisk odling potential att minska näringsläckaget och öka den biologiska mångfalden. Ekologiskt jordbruk är då en viktig del i arbetet för att nå de två miljö kvalitetsmål som uppsatsen behandlar.

Eftersom svenska gårdsstudier visar att ekologiska gårdar har ett lägre kväveöverskott än konventionella gårdar, skulle risken för övergödande läckage vara mindre med ekologisk odling. Detta är i linje med det svenska miljö kvalitetsmålet *Ingen övergödning*. Svenska studier visar också på en högre biologisk mångfald på ekologiska gårdar, vilket tyder på att ekologisk odling är gynnsamt för arbetet med målet *Ett rikt växt- och djurliv*. Ett av delmålen, *Minskad andel hotade arter*, innebär bland annat att inga fler arter ska försvinna, och detta gynnas också av ekologiskt jordbruk då flera hotade arter är vanligare på dessa gårdar.

Arbetet med att nå miljö kvalitetsmålen kan även gynnas av att man inom konventionell odling tar till sig några av de effektivaste metoder som används inom ekologisk odling, t ex beräkning av näringsbalanser och användandet av fånggrödor. Vår huvudsakliga slutsats är att det är viktigare att fokusera på ett hållbart jordbruk än att avgöra ifall det ekologiska eller konventionella odlingsystemet är bäst. En kombination av de två odlingsystemen skulle kunna optimera produktionen utan att belasta miljön lika hårt och vara det bästa alternativet för både människan och miljön. Eftersom förutsättningarna för jordbruk varierar på olika platser i landet måste även odlingsmetoderna variera för att bäst anpassas efter de lokala förhållandena.

Vi anser att mer forskning behövs, dels för att se om ekologisk odling kan ge tillräckligt stora skördar för att försörja världen med mat utan att större arealer behöver tas i anspråk, och dels för att identifiera specifika odlingsmetoder som kan minska risken för miljöproblem.

Referenser

- Ahlgren U., 2007¹, *Svårt nå fosformålet trots minskade utsläpp*, Miljötrender 4 2007, SLU Miljödata, Intellecta Tryckindustri AB, Uppsala
- Ahlgren U., 2007², *Kunskap om fosfor behöver bli bättre*, Miljötrender 4 2007, SLU Miljödata, Intellecta Tryckindustri AB, Uppsala
- Aronsson H., Torstensson G. & Bergström L., 2007, *Leaching and crop uptake of N, P and K from organic and conventional cropping systems in a clay soil*, Soil Use & Management 23, 71-81
- Askegaard M., Olesen J.E., & Kristensen K., 2005, *Nitrate leaching from organic arable crop rotations: effects of location, manure and catch crop*, Soil Use & Management 21, 181-188
- Azeez G., 2000, *The Biodiversity Benefits of Organic Farming*, The Soil Association, Bristol
- Badgley C., Moghtader J., Quintero E., Zakem E., Chappell M.J., Avile´s-Va´zquez K., Samulon A., Perfecto I., 2007, *Organic agriculture and the global food supply*, Renewable Agriculture and Food Systems 22(2); 86-108, Cambridge University Press
- Bavec F. & Bavec M., 2007, *Organic Production and Use of Alternative Crops*, CRC Press, Boca Raton
- Belfrage K., Björklund J., Salomonsson L., 2005, *The Effects of Farm Size and Organic Farming on Diversity of Birds, Pollinators, and Plants in a Swedish Landscape*, Ambio vol 34 nr 8
- Bengtsson J., Ahnström J., Weibull A.-C., 2005, *The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis*, Journal of Applied Ecology 42, 261-269
- Bergström L. & Geber U., 2003, *Växtnäring – en fråga om hushållning, Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige*, Johansson B. (ed.), Formas, Stockholm
- Bergström L., & Kirchmann H., 1999, *Leaching of Total Nitrogen from Nitrogen-15-Labeled Poultry Manure and Inorganic Nitrogen Fertilizer*, Journal of Environmental Quality 28, 1283-1290, ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA
- Bergström L., Kirchmann H., Thorvaldsson G., 2008, *Widespread Opinions about Organic Agriculture – Are They Supported by Scientific Evidence?*, Organic Crop Production – Ambitions and Limitations, Kirchmann H. & Bergström L. (eds.), 1-13, Springer, Dordrecht, The Netherlands
- Blomqvist S. & Gunnars A., 2006, *Fosforproblemet – en kvävefråga*, HavsUtsikt 1 2006, Grafiska Punkten, Växjö

- Blomqvist S. & Gunnars A., 2007, *Mycket fosfor i Östersjön ger blomning av cyanobakterier*, Umeå marina forskningscentrum, Print&Media, Umeå
- Carson R., 1962, *Silent Spring*, Mariner Books first edition 2002, New York, sid 64
- Dirke M., 1998, *Fosfor och kalium i ekologiskt lantbruk*, Ekologiska Lantbrukarna Informerar 1 1998, Ekologiska Lantbrukarna i Sverige, Uppsala
- Eltun R., Korsæth A., Nordheim O., 2002, *A comparison of environmental, soil fertility, yield, and economical effects in six cropping systems based on an 8-year experiment in Norway*, Agriculture, Ecosystems and Environment 90 2002, 155-168, Elsevier Science B.V.
- EU, 2010, *Lagstiftning – Ekologiskt Jordbruk - EUROPA*, www.ec.europa.eu, senaste åtkomst 2010-04-14 13:23
- Geiger F., Bengtsson J., Berendse F., Weisser W.W., Emmerson M., Morales M.B., Ceryngier P., Liira J., Tschardt T., Winqvist C., Eggers S., Bommarco R., Pärt T., Bretagnolle V., Plantegenest M., Clement L.W., Dennis C., Palmer C., Oñate J.J., Guerrero I., Hawro V., Aavik T., Theis C., Flohre A., Hänke S., Fischer C., Goedhart P.W., Inchausti P., 2010, *Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland*, Basic and Applied Ecology (2010), doi:10.1016/j.baae.2009.12.001
- Granstedt A., 1998, *Ekologiskt jordbruk i framtidens kretsloppssamhälle*, Naturskyddsföreningens förlag, Helsingborg
- Halberg N., Sulser T.B., Høgh-Jensen H., Rosegrant, M.W., Knudsen M., Trydeman (2006) The impact of organic farming on food security in a regional and global perspective. In: Halberg N., Alrøe H., Fjelsted, Knudsen M., Trydeman, Kristensen E.S. (Eds.) *Global Development of Organic Agriculture: Challenges and Prospects*, CABI Publishing, chapter 10, 277-322.
- Halweil B., 2006, Can organic farming feed us all?, World Watch Magazine May/June 2006, Volume 19 No 3
- Havet.nu, 2010, Övergödning, www.havet.nu, senaste åtkomst 2010-04-14 13:26
- Heimer A., 2009, *Ogräsbekämpning i ekologiskt lantbruk – möjligheter och begränsningar*, Centrum för uthålligt lantbruk, SLU, Tryckeri AB Knappen, Karlstad
- Hoffmann M., Aronsson H., Aronsson P., 1998, *Växtnäring på gården – Vägar att minska förlusterna av kväve och fosfor*, Resurshållande konventionellt jordbruk, Jordbruksverket
- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D., 2005, *Does organic farming benefit biodiversity*, Biological conservation 122, 113-130 Elsevier Ltd.

- Höök K. & Andersson R., 2003, *Ekologiskt lantbruk – vision och verklighet*, Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige, Johansson B. (ed.), Formas, Stockholm
- IFOAM, 2010, Principles of Organic Agriculture, International Federation of Organic Agriculture Movements, www.ifoam.org, senaste åtkomst 2010-04-14 13:44
- Johnson B., 1997, *Fosfor I växten och I marken*, Växt pressen 4 1997, Helsingborgs Litografiska AB, Helsingborg
- Jordbruksstatistisk årsbok 2009, Kapitel 12 Jordbrukets miljöpåverkan, tillgänglig på www.sjv.se
- Kirchmann H., Bergström L., Kätterer T., Andrén O., Andersson R., 2008¹, *Can Organic Crop Production Feed the World?*, Organic Crop Production – Ambitions and Limitations, Kirchmann H. & Bergström L. (eds.), 39-72, Springer, Dordrecht, The Netherlands
- Kirchmann H., Thorvaldsson G., Bergström L., Gerzabek M., Andrén O., Eriksson L.-O., Winninge M., 2008², *Fundamentals of Organic Agriculture – Past and Present*, Organic Crop Production – Ambitions and Limitations, Kirchmann H. & Bergström L. (eds.), 13-38, Springer, Dordrecht, The Netherlands
- KRAV, 2010, *Regler för KRAV-certifierad produktion Januari 2010*, KRAV ekonomisk förening, Grafiska Punkten, Växjö
- Källander I., 2005, *Ekologiskt lantbruk – odling och djurhållning*, Natur och Kultur, Nacka
- Miljomal.nu, 2009, www.miljomal.nu, senaste åtkomst 2010-05-24 15:31
- Mårald E., 2003, *Ekologiskt lantbruk i backspegeln*, Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige, Johansson Birgitta (ed.), Formas, Stockholm
- Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U., 2002, *Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming*, Science 296, 1694 (2002), AAAS, Washington
- Nilsson A. & Hellberg H. (eds.), 2009, *Miljömålen – i halvtid, Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål de Facto 2009*, Naturvårdsverket, Davidsons Tryckeri AB, Taberg
- Norton L.R., Fuller R.J., Feber R.E., Johnson P.J., Chamberlain D.E., Joys A.C., Mathews F., Stuart R.C., Townsend M.C., Manley W.J., Wolfe M.S., Macdonald D.W., Firbank L.G., 2006, *The benefits of organic farming for biodiversity*, Aspects of Applied Biology 79
- Regeringen, 2010, <http://www.regeringen.se/sb/d/2055>, senaste åtkomst 2010-05-19 14:35

Regeringens skrivelse 2005/06:88, *Ekologisk produktion och konsumtion – Mål och inriktning till 2010*, <http://www.riksdagen.se/webbnav/?nid=37&dokid=GT0388>, senaste åtkomst 2010-05-19 14:55

Reid W.V., Mooney H.A., Cropper A., Capistrano D., Carpenter S.R., Chopra K., Dasgupta P., Dietz T., Duraiappah K.A., Hassan R., Kasperson R., Leemans R., May R.M., McMichael T., Pingali P., Samper C., Scholes R., Watson R.T., Zakri A.H., Shidong Z., Ash N.J., Bennett E., Kumar P., Lee M.J., Raudsepp-Hearne C., Simons H., Thonell J., Zurek M.B., 2005, *Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-beeing: Synthesis*, Island Press, Washington DC

Rydberg I., 2007, *Jordbrukets användning av växtnäring*, Naturvårdsverket, www.naturvardsverket.se, senaste åtkomst 2010-04-19 14:15

Schönning M., 1996, *Ekologiskt lantbruk gynnar biologisk mångfald*, Ekologiska lantbrukarna informerar, Ekologiska Lantbrukarna i Sverige 1 1996

SNF, 2003, HAV - Svenska Naturskyddsföreningens Policy, Svenska Naturskyddsföreningen, Norra Skåne Offset

SNF, 2009, <http://www.naturskyddsforeningen.se/natur-och-miljo/jordbruk-och-mat/jordbrukets-miljopaverkan/overgodning/>, senaste åtkomst 2010-04-18 21:03

Stolze M., Piorr A., Häring A., Dabbert S., 2000, *The Environmental Impacts of Organic Farming In Europe*, Hago Druck & Medien, Karlsbad-Ittersbach

Torstensson G., Aronsson H., & Bergström L., 2006, *Nutrient use efficiencies of organic and conventional cropping systems in Sweden*, *Agronomy Journal* 98, 603-615

van Elsen T., 2000, *Species diversity as a task for organic agriculture in Europe*, *Agriculture Ecosystems and Environment* 77 2000, 101-109, Elsevier Sciences B.V.

Weibull A. & Östman Ö., 2002, *Biologisk mångfald i jordbrukslandskapet – gårdens läge betyder mer än odlingssystemet*, Fakta Jordbruk, 1 2002

Weibull A. & Östman Ö., 2003, *Species composition in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management*, *Basic and Applied Ecology* 4 2003, Urban & Fischer Verlag

Weibull A.-C., Östman Ö., Granqvist Å., 2003, *Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management*, *Biodiversity and Conservation* 122003, Kluwer Academic Publishers, Netherlands

Westin J., 2007, *Växtskyddsmedel*, Hållbarhet i svenskt jordbruk 2007, SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF, Örebro

Wikström H., 2007¹, *Ekologisk produktion*, Hållbarhet i svenskt jordbruk 2007, SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF, Örebro

Wikström H., 2007², *Kulturlandskap och biologisk mångfald*, Hållbarhet i svenskt jordbruk 2007, SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF, Örebro

Wivstad M., 2008, *Kemiska bekämpningsmedel i svenskt jordbruk – användning och risker för miljö och hälsa*, Centrum för uthålligt lantbruk, SLU, Centraltryckeriet, Uppsala

Wivstad M., Salomon E., Spångberg J., Jönsson H., 2009, *Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning*, Centrum för uthålligt lantbruk, SLU, Fyrstryck, Uppsala

Bilder

©Emmelie Johansson

Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser. Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND. Serien startade 1985. Uppsatserna är även tillgängliga på <http://www.geobib.lu.se/>

The reports are available at the Geo-Library, Department of Physical Geography, University of Lund, Sölvegatan 12, S-223 62 Lund, Sweden.
Report series started 1985. Also available at <http://www.geobib.lu.se/>

111. Tränk, L., (2005): Kadmium i skånska vattendrag – en metodstudie i föroreningsmodellering.
112. Nilsson, E., Svensson, A.-K., (2005): Agro-Ecological Assessment of Phonxay District, Luang Phrabang Province, Lao PDR. A Minor Field Study.
113. Svensson, S., (2005): Snowcover dynamics and plant phenology extraction using digital camera images and its relation to CO₂ fluxes at Stordalen mire, Northern Sweden.
114. Barth, P. von., (2005): Småvatten då och nu. En förändringsstudie av småvatten och deras kväveretentionsförmåga.
115. Areskoug, M., (2005): Planering av dagsutflykter på Island med nätverkanalys
116. Lund, M., (2005): Winter dynamics of the greenhouse gas exchange in a natural bog.
117. Persson, E., (2005): Effect of leaf optical properties on remote sensing of leaf area index in deciduous forest.
118. Mjöfors, K., (2005): How does elevated atmospheric CO₂ concentration affect vegetation productivity?
119. Tolleback, E., (2005): Modellering av kväveavskiljningen under fyra år i en anlagd våtmark på Lilla Böslid, Halland
120. Isacson, C., (2005): Empiriska samband mellan fältdata och satellitdata – för olika bokskogområden i södra Sverige.
121. Bergström, D., Malmros, C., (2005): Finding potential sites for small-scale Hydro Power in Uganda: a step to assist the rural electrification by the use of GIS
122. Magnusson, A., (2005): Kartering av skogsskador hos bok och ek i södra Sverige med hjälp av satellitdata.
123. Levallius, J., (2005): Green roofs on municipal buildings in Lund – Modeling potential environmental benefits.
124. Florén, K., Olsson, M., (2006): Glacifluviala avlagrings- och erosionsformer i sydöstra Skåne – en sedimentologisk och geomorfologisk undersökning.
125. Liljewalch-Fogelmark, K., (2006): Tågbuller i Skåne – befolkningens exponering.
126. Irminger Street, T., (2006): The effects of landscape configuration on species richness and diversity in semi-natural grasslands on Öland – a preliminary study.
127. Karlberg, H., (2006): Vegetationsinventering med rumsligt högupplösande satellitdata – en studie av QuickBird-data för kartläggning av gräsmark och konnektivitet i landskapet.
128. Malmgren, A., (2006): Stormskador. En fjärranalytisk studie av stormen Gudruns skogsskador och dess orsaker.
129. Olofsson, J., (2006): Effects of human land-use on the global carbon cycle during the last 6000 years.

- 130 Johansson , T., (2006): Uppskattning av nettoprimärproduktionen (NPP) i stormfällan efter stormen Gudrun med hjälp av satellitdata.
- 131 Eckeskog, M., (2006): Spatial distribution of hydraulic conductivity in the Rio Sucio drainage basin, Nicaragua.
- 132 Lagerstedt, J., (2006): The effects of managed ruminants grazing on the global carbon cycle and greenhouse gas forcing.
- 133 Persson, P., (2007): Investigating the Impact of Ground Reflectance on Satellite Estimates of Forest Leaf Area Index
- 134 Valoczi, P. (2007): Koldioxidbalans och koldioxidinnehållsimulering av barrskog i Kristianstads län, samt klimatförändringens inverkan på skogen.
- 135 Johansson, H. (2007): Dalby Söderskog - en studie av trädarternas sammansättning 1921 jämfört med 2005
- 137 Kalén, V. (2007): Analysing temporal and spatial variations in DOC concentrations in Scanian lakes and streams, using GIS and Remote Sensing
- 138 Maichel, V. (2007): Kvalitetsbedömning av kväveretentionen i nyanlagda våtmarker i Skåne
- 139 Agardh, M. (2007): Koldioxidbudget för Högestad – utsläpp/upptag och åtgärdsförslag
- 140 Peterz, S. (2007): Do landscape properties influence the migration of Ospreys?
- 141 Hendrikson, K. (2007): Småvatten och groddjur i Täby kommun
- 142 Carlsson, A. (2008): Antropogen påverkan i Sahel – påverkar människans aktivitet NDVI uppmätt med satellit.
- 143 Paulsson, R. (2008): Analysing climate effect of agriculture and forestry in southern Sweden at Högestad & Christinehof Estate
- 144 Ahlstrom, A. (2008): Accessibility, Poverty and Land Cover in Hambantota District, Sri Lanka. Incorporating local knowledge into a GIS based accessibility model.
- 145 Svensson T. (2008): Increasing ground temperatures at Abisko in Subarctic Sweden 1956-2006
- 146 af Wåhlberg, O. (2008): Tillämpning av GIS inom planering och naturvård - En metodstudie i Malmö kommun.
- 147 Eriksson, E. och Mattisson, K. (2008): Metod för vindkraftslokalisering med hjälp av GIS och oskarp logik.
- 148 Thorstensson, Helen (2008): Effekterna av ett varmare klimat på fenologin hos växter och djur i Europa sedan 1950.
- 149 Raguz, Veronika (2008): Karst and Waters in it – A Literature Study on Karst in General and on Problems and Possibilities of Water Management in Karst in Particular.
- 150 Karlsson, Peggy (2008): Klimatförändringarnas inverkan på de svenska vägarna.
- 151 Lyshede, Bjarne Munk (2008): Rapeseed Biodiesel and Climate Change Mitigation in the EU.
- 152 Sandell, Johan (2008): Detecting land cover change in Hambantota district, Sri Lanka, using remote sensing & GIS.
- 153 Elgh Dalgren, Sanna (2008): vattennivåförändringar i Vänern och dess inverkan på samhällsbyggnaden I utsatta städer
- 154 Karlgård, Julia (2008): Degrading palsa mires i northern Europe: changing vegetation in an altering climate and its potential impact on greenhouse gas fluxes.
- 155 Dubber, Wilhelm and Hedbom, Mari (2008) Soil erosion in northern Loa PDR

- An evaluation of the RUSLE erosion model
- 156 Cederlund, Emma (2009): Metodgranskning av Klimatkommunernas lathund för inventering av växthusgasutsläpp från en kommun
- 157 Öberg, Hanna (2009): GIS-användning i katastrofdrabbade utvecklingsländer
- 158 Marion Früchtl & Miriam Hurlkuck (2009): Reproduction of methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions
- 159 Florian Sallaba (2009): Potential of a Post-Classification Change Detection Analysis to Identify Land Use and Land Cover Changes. A Case Study in Northern Greece
- 160 Sara Odellius (2009): Analys av stadsluftens kvalitet med hjälp av geografiska informationssystem.
- 161 Carl Bergman (2009): En undersökning av samband mellan förändringar i fenologi och temperatur 1982-2005 med hjälp av GIMMS datasetet och klimatdata från SMHI.
- 162 Per Ola Olsson (2009): Digitala höjddata och höjdsystem. Insamling av höjddata med fokus på flygburen laserskanning.
- 163 Johanna Engström (2009): Landskapets påverkan på vinden - sett ur ett vindkraftperspektiv.
- 164 Andrea Johansson (2009): Olika våtmarkstypers påverkan på CH₄, N₂O och CO₂ utsläpp, och upptag av N₂.
- 165 Linn Elmlund (2009): The Threat of Climate Change to Coral Reefs
- 166 Hanna Forssman (2009): Avsmältningen av isen på Arktis - mätmetoder, orsaker och effekter.
- 167 Julia Olsson (2009): Alpina trädgränsens förändring i Jämtlands- och Dalarnas län över 100 år.
- 168 Helen Thorstensson (2009): Relating soil properties to biomass consumption and land management in semiarid Sudan – A Minor Field Study in North Kordofan
- 169 Nina Cerić och Sanna Elgh Dalgren (2009): Kustöversvämningar och GIS - en studie om Skånska kustnära kommuners arbete samt interpolationsmetodens betydelse av höjddata vid översvämningssimulering.
- 170 Mats Carlsson (2009): Aerosolers påverkan på klimatet.
- 171 Elise Palm (2009): Övervakning av gåsbete av vass – en metodutveckling
- 172 Sophie Rychlik (2009): Relating interannual variability of atmospheric CH₄ growth rate to large-scale CH₄ emissions from northern wetlands
- 173 Per-Olof Seiron and Hanna Friman (2009): The Effects of Climate Induced Sea Level Rise on the Coastal Areas in the Hambantota District, Sri Lanka - A geographical study of Hambantota and an identification of vulnerable ecosystems and land use along the coast.
- 174 Norbert Pirk (2009): Methane Emission Peaks from Permafrost Environments: Using Ultra-Wideband Spectroscopy, Sub-Surface Pressure Sensing and Finite Element Solving as Means of their Exploration
- 175 Hongxiao Jin (2010): Drivers of Global Wildfires — Statistical analyses
- 176 Emma Cederlund (2010): Dalby Söderskog – Den historiska utvecklingen
- 177 Lina Glad (2010): En förändringsstudie av Ivösjöns strandlinje
- 178 Erika Filppa (2010): Utsläpp till luft från ballastproduktionen år 2008
- 179 Karolina Jacobsson (2010): Havsisens avsmältning i Arktis och dess effekter
- 180 Mattias Spångmyr (2010): Global effects of albedo change due to urbanization
- 181 Emmelie Johansson & Towe Andersson (2010): Ekologiskt jordbruk – ett sätt att minska övergödningen och bevara den biologiska mångfalden?

