



INSTITUTET FÖR LIVSMEDEL OCH BIOTEKNIK

SIK-rapport  
Nr 797 2009

## **Livscykelanalys (LCA) av svenska ekologiska ägg**

Boel Carlsson  
Ulf Sonesson  
Christel Cederberg  
Veronica Sund



SIK-rapport  
Nr 797 2009

## **Livscykelanalys (LCA) av svenska ekologiska ägg**

*Boel Carlsson  
Ulf Sonesson  
Christel Cederberg  
Veronica Sund*

SR 797  
ISBN 978-91-7290-288-6



# Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INLEDNING .....</b>	<b>2</b>
<b>2 BAKGRUND.....</b>	<b>2</b>
2.1 STUDIENS MÅL OCH SYFTE.....	3
2.2 STUDIENS OMFATTNING.....	3
2.3 FUNKTIONELL ENHET.....	4
2.4 SYSTEMGRÄNSER.....	4
2.5 ALLOKERING .....	5
2.6 DATAKVALITET .....	6
<b>3 INVENTERING .....</b>	<b>6</b>
3.1 BESKRIVNING AV GÅRDEN.....	6
3.2 VÄXTNÄRINGSFLÖDEN OCH KVÄVEFÖRLUSTER I ÄGGPRODUKTIONEN .....	8
3.3 FÖRLUSTER AV METAN FRÅN STALLGÖDSELHANTERING OCH -LAGRING .....	10
3.4 FODERPRODUKTION.....	11
3.4.1 <i>Arealbehov för foderproduktion och gödselspridning</i> .....	11
3.5 UPPFÖDNING AV VÄRPHÖNS .....	12
3.5.1 <i>Foderförbrukningen</i> .....	12
3.5.2 <i>Energiförbrukning för kläckning och stallar</i> .....	12
3.6 HANTERING AV HÖNS VID UTSLAKTNING.....	13
3.6.1 <i>Livsmedel/Foder till sällskapsdjur ("Pet Food")</i> .....	13
3.7 PACKERI .....	13
3.7.1 <i>Transporter till packeriet</i> .....	13
3.7.2 <i>Energianvändning och spill på packeriet</i> .....	14
3.7.3 <i>Förpackningar</i> .....	14
3.8 TRANSPORT TILL GROSSIST.....	14
3.9 GROSSIST.....	15
3.10 TRANSPORT TILL BUTIK .....	15
3.11 BUTIK .....	15
<b>4 MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING.....</b>	<b>15</b>
4.1 KLASSIFICERING OCH KARAKTÄRISERING.....	15
4.2 BESKRIVNING AV VALDA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER.....	16
4.2.1 <i>Energianvändning</i> .....	16
4.2.2 <i>Resursanvändning (mark, P och K)</i> .....	16
4.2.3 <i>Klimatförändring</i> .....	16
4.2.4 <i>Utsläpp av försurande ämnen</i> .....	17
4.2.5 <i>Bidrag till övergödning</i> .....	17
<b>5 RESULTAT .....</b>	<b>18</b>
5.1 ENERGIANVÄNDNING.....	18
5.2 BIDRAG TILL KLIMATFÖRÄNDRING .....	20
5.3 BIDRAG TILL FÖRSURNING.....	20
5.4 BIDRAG TILL ÖVERGÖDNING.....	21
5.5 SAMTLIGA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER .....	22
<b>6 DISKUSSION OCH ANALYS.....</b>	<b>22</b>
6.1 RESULTATDISKUSSION.....	22
6.2 FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER.....	23
<b>7 REFERENSER .....</b>	<b>24</b>



## Sammanfattning

Under senare år har det gjorts flera svenska studier av animalieproduktion och dess miljöpåverkan med hjälp av livscykelanalys (LCA). Dock har ingen LCA-studie av svenska ekologiska ägg genomförts ännu. Denna studie, med syftet att studera miljöpåverkan från produktion av ekologiska ägg i Sverige, har finansierats av projektet "Klimatmärkning för mat". Projektet drivs av KRAV och IP Sigill kvalitetssystem i samverkan med Milko, Lantmännen, LRF, Scan och Skånemejerier.

I denna studie har en livscykelanalys på ägg från en ekologisk produktion genomförts, från produktion av insatsmedel (foder, energi, förpackningar) fram till butik. Fallstudiegården ligger i Västra Götaland och äggen antas säljas i butik i Stockholm.

Resultaten visar att ekologiska ägg är jämförbara med konventionella svenska ägg med avseende på utsläpp av växthusgaser. Ekologiska ägg kräver mindre energi än konventionella och använder mindre pesticider. Ekologiska ägg orsakar större utsläpp av försurande och övergödande ämnen och kräver större areal odlingsmark.

De viktigaste parametrarna i äggens livscykel är foderförbrukningen per kg ägg, samt kväveomsättningen i hela systemet. Stallgödselhantering bidrar också med betydande utsläpp, främst av försurande ämnen (ammoniak). Senare led i livscykeln, efter gården, påverkar främst med avseende på energiförbrukning och i viss mån växthusgasutsläpp.

## Summary

During the last 15 years a number of studies on the environmental impact of food products using Life Cycle Assessment (LCA) have been published. However, no study on organic Swedish eggs has been published. The study was commissioned by "Klimatmärkningsprojektet" (Climate Labelling Project). This project is a co-operation between KRAV (organic labelling organisation) and IP Sigill kvalitetssystem (Integrated production organisation) and the food producing companies Milko, Lantmännen, Scan and Skånemejerier. The Federation of Swedish Farmers (LRF) is also part of the project.

In this report, an LCA of eggs from one organic production is presented, including production of input materials (feed, energy, packaging) through to the retail outlet. The case study farm is situated in Västra Götaland region, South West Sweden, and the retail outlet is assumed to be in Stockholm.

The results show that organic eggs are similar in emissions of greenhouse gases compared to conventional Swedish eggs. Organic eggs use less energy and pesticides. Regarding acidification, eutrophication and land use organic eggs score slightly worse than conventional.

The most important parameters in explaining the environmental impact from eggs are feed use per kg of egg, and total nitrogen turnover. Manure management is important especially for acidification due to emissions of ammonia. Later steps in the chain, post-farm, mainly affects energy use and to some extent emissions of greenhouse gases.

# 1 Inledning

Denna studie, med syftet att studera miljöpåverkan från produktion av ekologiska ägg i Sverige, har finansierats av projektet ”Klimatmärkning för mat”. Projektet drivs av KRAV och IP Sigill kvalitetssystem i samverkan med Milko, Lantmännen, LRF, Scan och Skånemejerier. Även Jordbruksverket medverkar som adjungerad i projektet ([www.klimatmarkningen.se](http://www.klimatmarkningen.se)). Studien har delfinansierats genom Jordbruksverkets program ”Livsmedelsstrategi för Sverige”. Resultatet skall utgöra underlag för framtagande av förslag till kriterier för klimatmärkning av ekologiskt äggproduktion inom klimatmärkningsprojektet.

Studien har utförts av SIK (Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB) samt Hushållningssällskapet Väst, Vänersborg.

Data för beräkningarna har tillhandahållits från många källor, vi är särskilt tacksamma för de data och den information som fallstudiegården bistått med. Övriga källor som Svenska Foder, Svenska Lantägg, Gotlandsägg och värphönsproducenten har varit mycket värdefulla.

För att göra beräkningarna har LCA-programmet SimaPro7 (2007) använts. Programmet innehåller också en omfattande databas, EcoInvent (2007), som i viss utsträckning utnyttjats för att komplettera de svenska data som tagits fram eller sammanställts inom projektet. Användandet av SimaPro7 kräver ett licensavtal som innehas av SIK.

## 2 Bakgrund

Under senare år har det gjorts flera svenska studier av animalieproduktion och dess miljöpåverkan. Dock har ingen studie av miljöpåverkan av svenska ekologiska ägg ännu genomförts. Denna studie presenterar en livscykelanalys (LCA) på svenska ekologiska ägg.

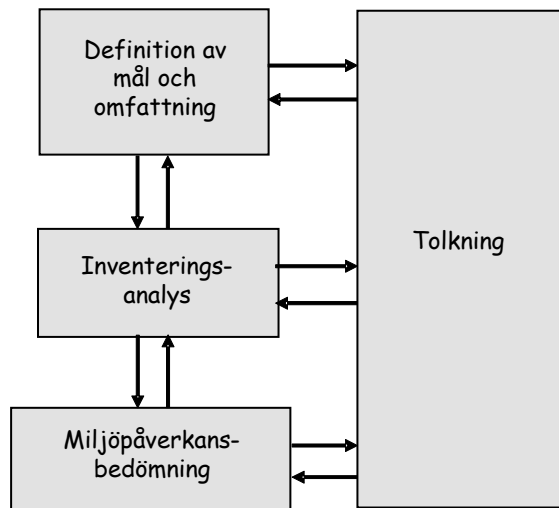
LCA är en metod där man kartlägger den potentiella miljöbelastningen som orsakas av en produkt<sup>1</sup> under dess livslängd. Genom att följa produkten från ”vaggan till graven”, från utvinning av råmaterial till avfallshantering av produkten, kartläggs resursförbrukning, energianvändning samt utsläpp till luft, vatten och mark för de olika delarna av livscykeln. Metodiken för utförande av LCA finns standardiserad enligt ISO 14040 och 14044 (ISO 2006a och 2006b).

I en LCA ingår fyra obligatoriska delsteg, definierade i ISO standarden; definition av mål och omfattning, inventeringsanalys, miljöpåverkansbedömning och slutligen tolkning av resultat, se Figur 1.

---

<sup>1</sup> Även material, processer eller tjänster kan undersökas med LCA.





Figur 1. LCA-studiens faser enligt ISO 14040 (2006a)

I *definition av mål och omfattning* ska syftet med studien anges, hur resultatet ska användas och skälen till varför studien utförs. En utförlig beskrivning av det undersökta systemet ska finnas med, i vilken systemets funktion, gränsdragningar och antaganden ska beskrivas och motiveras. En räknebas, så kallad funktionell enhet (FE), för studien ska definieras till vilken resursförbrukning, energianvändning och emissioner kan relateras. Exempel på FE är ”ett kg ägg i butik”. I *inventeringen* samlas all data in, detta steg är vanligtvis det mest tidskrävande i en LCA. I *miljöpåverkansbedömningen* åskådliggörs den miljöpåverkan som det undersökta systemet ger upphov till. I det fjärde och sista delsteget, *tolkning*, analyseras resultaten från inventeringsanalysen och miljöpåverkansbedömningen.

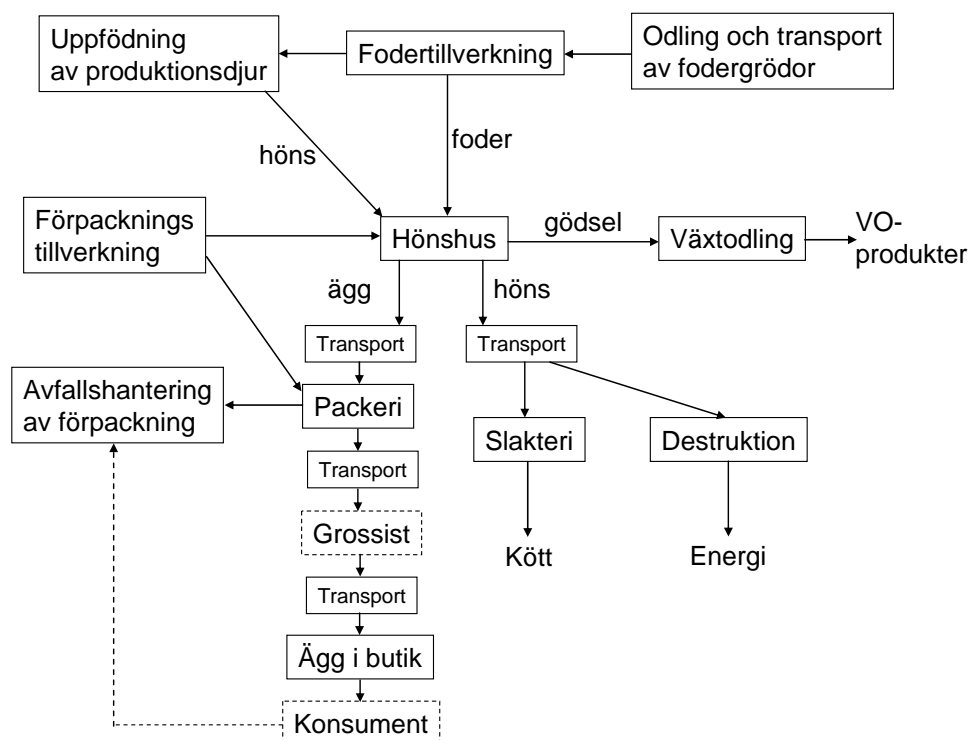
## 2.1 Studiens mål och syfte

Målsättning med projektet är att genomföra en livscykelanalys (LCA) av ekologisk äggproduktion i Sverige, för att beräkna miljöpåverkan från denna. Syftet är att öka kunskapen om miljöpåverkan i samband med äggproduktion, för att kunna beskriva vilka delar i livscykeln som ger upphov till mest miljöpåverkan (s k ”environmental hot-spots”). Resultaten från studien ska användas som underlag till kriterier för klimatmärkning av ägg.

Studien beskriver skillnaden i miljöpåverkan för de olika stegen i kedjan i ett antal miljöpåverkanskategorier: energi, resursanvändning (mark, fosfor och kalium), klimatförändring, försurning, övergödning samt pesticidanvändning. De metoder som har använts för att beräkna miljöpåverkan för de olika miljöpåverkanskategorierna samt de karaktäriseringsindex som använts finns beskrivna under avsnitt 4 ”Miljöpåverkansbedömning” samt i Tabell 10, Tabell 11 och Tabell 12.

## 2.2 Studiens omfattning

Studiens omfattning sträcker sig från utvinning och produktion av råmaterial och energi för de olika stegen i kedjan samt emissioner från dessa. De olika delstegen som inkluderas är fodertillverkning, uppfödning av värphöns från kläckning, produktion av ägg i höns hus inklusive stallgödselhantering, transport av ägg till packeri, packeri, transport till grossist, grossist, transport till butik samt butik. Detaljerad beskrivning av de olika delstegen finns beskrivet i avsnitt 3 ”Inventering”.



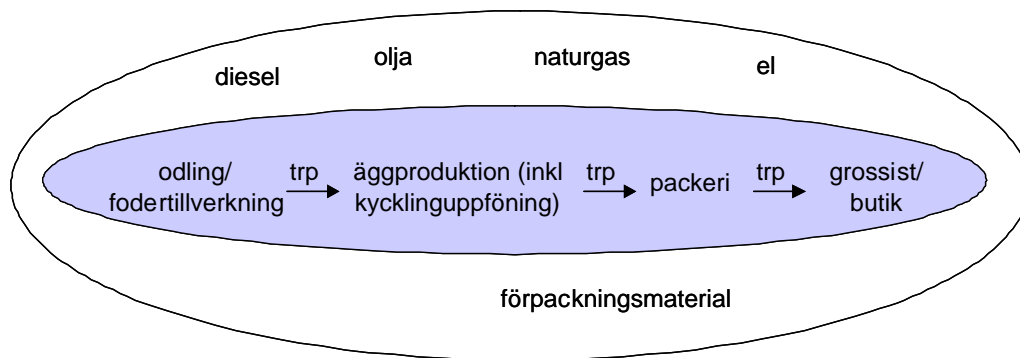
Figur 2. De olika stegen som ingår i studien (streckade boxar har ej inkluderats i studien).

### 2.3 Funktionell enhet

Den funktionella enheten utgör studiens räknebas och skall avspegla produktens nytta samt vara praktisk mätbar. Den funktionella enheten i den här studien har satts till **1 kg ekologiska ägg i butik förpackat i äggkartong med sex ägg i varje**. Detta innebär att vi räknat på ett kg ägg, och att vi använt data på det antal 6-äggsäggkartonger som krävs för ett kg ägg.

### 2.4 Systemgränser

Systemgränserna i den här studien utgörs av utvinning och produktion av insatsvaror och energi, som används i de olika delstegen och visas i Figur 3. Systemet har delats upp i kärnsystem (skuggade området) respektive bakgrundssystem (icke-skuggade området). Kärnsystemet representerar fodertillverkning, uppfödning av kycklingar, produktion av ägg i hönshus, transport av ägg till packeri, packeri, transport till grossist, grossist, transport till butik samt butik där data har inventerats specifikt för den här studien. Data för bakgrundssystemet hämtas från olika databaser eller litteratur.



Figur 3. Systemgränser i studien

Läkemedel är exkluderade ur studien. Det är mest sannolikt att dessa står för en mycket liten del av det totala resursbehovet och de totala emissioner i förhållande till övriga systemet, då läkemedelsanvändningen är mycket låg inom svensk äggproduktion. Antibiotika i fodret är förbjudet och läkemedelbehandlingar är mycket sällsynta. När det gäller emissioner av läkemedelsrester till ekosystemen, som t ex via antibiotikarester i stallgödseln, finns det otillräckliga kunskaper för att göra en miljöpåverkansbedömning.

Alla emissioner från det studerade systemet, såsom ammoniak och metan från gödsel, nitrat från foderodling och dieselanvändning ingår i analysen. Åkermarken betraktas som en del av odlingssystemet, d v s ämnen som lämnar rotzonen och inte längre är tillgängliga för växterna blir emissioner till grund- och ytvatten.

I analysen ingår inte vattenanvändning då det inte ses som en begränsad resurs i Sverige.

Produktion och underhåll av byggnader och lantbruksmaskiner är ej inkluderade i studien. Enligt Frischknecht m fl (2007) har detta främst betydelse för energianvändningen, som därmed är något underskattad i denna studie. För de övriga miljöpåverkanskategorierna är exkluderingen av mindre betydelse, eftersom andra emissioner är av större betydelse för jordbrukssystemet.

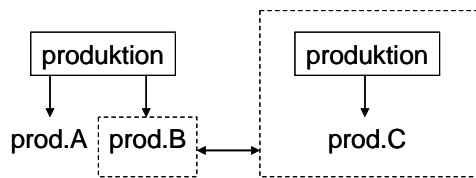
För bakgrundssystemet, som till största del utgörs av energi och transporter och som främst hämtats från Ecoinvent (2007), ingår kapitalgodsvärden (infrastruktur, produktion och avfallshantering av fordon osv.).

## 2.5 Allokering

Allokering innebär i LCA-sammanhang hur miljöpåverkan och resursbehov fördelas mellan produkter i ett produktionssystem som genererar mer än en produkt. Allokeringssituationer uppkommer till exempel när det, som i många produktionsanläggningar, produceras mer än en produkt i en tillverkningsprocess, eller när vi får ut flera produkter från en råvara. Många viktiga fodermedel är biprodukter från livsmedelsindustrin, t ex sojamjöl och rapsmjöl. I denna studie har fodermedel där ekonomisk allokering använts för att fördela miljöpåverkan mellan produkter som alstras i så kallade ”multifunktionella processer” (t ex odling av rapsfrö ger både rapsolja och rapsmjöl) använts.

I några enstaka fall har systemexpansion använts, till exempel vid förbränning av förpackningar. I Figur 4 visas en schematisk bild över systemexpansion. I en produktionsanläggning produceras både produkt A och B. I en annan produktionsanläggning produceras produkt C, som är likvärdig produkt B (produkt C kan alltså ersätta produkt B).

Då enbart miljöpåverkan av produkt A är av intresse att undersöka kan systemexpansion tillämpas, där miljöpåverkan för produktion av C subtraheras från produktionen av A och B. Även återanvändning av ensilageplast har hanterats genom systemexpansion.



Figur 4. Systemexpansion: vid produktion av två produkter (A och B)

## 2.6 Datakvalitet

Data i en LCA ska vara tidsmässigt representativa och beskriva systemet i dagsläget. Data skall även vara geografiskt och teknologiskt representativa, det vill säga ta hänsyn till de specifika systemens geografiska placering och tekniknivå. Specifik data har samlats in för en äggproduktionsanläggning samt uppfödning av värphöns, fodersammansättning, packeri och dessa olika delsteg är beskrivna mer i detalj i nästa avsnitt (Inventering). Uppgifterna kommer från vetenskaplig litteratur, offentlig statistik, forskningsrapporter eller personlig kontakt med andra forskare. Data för fodertillverkning har hämtats från Flysjö m fl (2008), men bearbetats för att representera ekologiska fodermedel. Data för andra insatsmedel, t ex el, diesel, transporter, förpackningsmaterial har hämtats ur databasen Ecoinvent (2007).

## 3 Inventering

I följande avsnitt beskrivs inventeringen av den ekologiska äggproduktionen, uppdelat på de olika stegen i kedjan: från och med de olika inflödena till höns huset till och med butik.

### 3.1 Beskrivning av gården

På den inventerade gården bedrivs växtodling och äggproduktion. Växtodlingen består av 84 ha åkermark. Äggproduktionen bedrivs både konventionellt och ekologiskt. Äggen levereras till Svenska Lantägg i Skara.

Totalt finns tre byggnader för äggproduktionen. I två av dessa drivs produktionen konventionellt med burar och i den tredje sker produktionen ekologiskt med lösgående höns. Denna studie omfattar enbart den ekologiska produktionen. Det ekologiska höns huset uppfördes 1997 och sommaren 2008 gjordes en ombyggnation från envåningssystem till flervåningssystem. Det nuvarande systemet består av tre våningar plus sittpinnar längst upp. Hönsen erbjuds utevistelse under betesperioden.

Varje omgång värphöns omfattar 8 300 höns. Hönsen sätts in vid 15 veckors ålder och producerar ägg under i genomsnitt 60 veckor tills utslaktning sker vid 75 veckors ålder. Dödligheten under produktionstiden är ca 10 % per omgång baserat på antal insatta höns.

Totalt produceras ca 165,9 ton ägg per omgång, vilket ger 20 kg ägg per höna och omgång i genomsnitt. Utslagshönsen slaktas i Håkantorps slakteri i Vara. Mellan omgångarna står stallet tomt i ca 5 veckor.

Fodret köps in från Svenska Foder och inget foder produceras på gården. Stallgödseln från samtliga höns hus lagras i ett gemensamt gödselhus. Stallgödselanalys redovisas i tabell 1. Ingen medicinering förekommer. Mellan omgångarna tvättas stallarna med högtryckstvätt och desinfektionsmedel (Vircon). Inget rengöringsmedel används.

Elförbrukningen har inte varit möjlig att dela upp för de tre höns husen. Den totala elförbrukningen för samtliga tre höns hus är 115 000 kWh/år. I samband med ombyggnaden av det ekologiska höns huset tillkom en fläkt som förbrukar ca 1800 kWh/år.

Tabell 1. Stallgödselanalys

Analysnamn	Resultat		Enhet
	2005	2008	
TS	23,7	27,4	%
Total N (Kjeldahl)	15,0	16,5	kg/ton
NH4-N (Kjeldahl)	10,0	9,3	kg/ton
P	3,5	9,6	kg/ton
K	5,8	8,1	kg/ton

Fodret köps in som färdigfoder, i Tabell 2 redovisas foderförbrukningen per omgång för den ekologiska produktionen. Tabell 3 visar näringsinnehållet i fodret och i Tabell 4 redovisas recepten för de foder som användes.

Tabell 2. Foderförbrukning uppdelat på fodertyp

Ålder	Fodertyp (Svenska Foder)	Foderförbrukning (kg)	Andel av total foderanvändning (%)
15-45	Värp Grön Stark	182 322	46
46-75	Värp Grön Trygg	212 518	54
Summa		394 840	100

Tabell 3 Näringsspecifikationer per fodertyp.

Fodertyp	Värp Grön Stark <sup>1)</sup>	Värp Grön Trygg <sup>1)</sup>
Energi, enl. WPSA MJ/kg	11,1	11,1
Råprotein, %	18	16,7
Lysin, %	8,7	8,0
Metionin, %	3,1	3,0
Metionin+ Cystin, %	6,7	6,4
Råfett, %	3,9	4,1
Växtråd, %	3,2	3,3
Vatten, %	12,5	12,5
Aska, %	13,4	14,2
Kalcium, %	3,8	4,1
Fosfor, %	0,62	0,55

<sup>1)</sup> Tillsatt Vitamin A, D3, E, Selen, Koppar.

Tabell 4. Fodersammansättning per fodertyp

Råvarusammansättning, %	Värp Grön Stark	Värp Grön Trygg
Vete, ekologisk	49,9	49,0
Havre, ekologisk	11,4	14,1
Korn, ekologisk	4,4	9,9
Ärter, ekologisk	7,2	0
Potatisprotein	5,0	6,0
Rapsfrö, ekologisk	3,0	3,5
Rostade sojaböner, ekologiska	2,0	2,0
Majsgluten	1,3	0
Rågvete	0	0,8
Gräsmjöl	0	0,5
Kalciumkarbonat	9,7	10,7
Monokalسيومfosfat	1,44	1,27
Jäst	2,0	1,0
Värmebehandlad rapsexpeller, ekologisk	1,3	0
Förblandning tillsatser	0,8	0,7
Koksalt	0,3	0,3
Natriumbikarbonat	0,2	0,2
Paprikapulver	0,02	0,02
Betain	Ingår	Ingår

Vitaminer och spårämnen ingick ej i analysen.

### 3.2 Växtnäringsflöden och kväveförluster i äggproduktionen

Flödena av växtnäring (N, P och K) i äggproduktionen per omgång framgår ur Tabell 5. I varje omgång produceras cirka 7,2 ton kväve i gödseln från hönsen och det är denna mängd kväve som används som utgångsvärde för att beräkna förluster av ammoniak och lustgas i samband med hantering av stallgödsel i stall och lager. Från massflödesberäkningarna i Tabell 5 framgår att en mycket stor andel av växtnäringen i fodret slutligen hamnar i stallgödseln. 29 % av kvävet i fodret avsätts i äggen, medan 12% av P och K avsätts i de utgående produkterna ägg och utslagshöns.

Tabell 5. Massflödesbalans av växtnäring (N, P och K) kg per omgång i äggproduktionen.

	Kväve, N	Fosfor, P	Kalium, K
Tillförsel			
Unghöns	269	60	29
Foder	10 400	2 658	2 166
Spån	8	1	1
S:a tillförsel	10 677	2 719	2 196
Bortförsel			
Ägg (165,9 ton)	3 136	332	265
Utslagshöns	357	79	39
S:a bortförsel	3 493	411	304
Kvar i stallgödsel	7 184	2 308	1 892
Utnyttjandegrad (%)*	29	12	12

\* procent av växtnäring i konsumerat foder som ansätts i äggen

Under utevistelsen, som varar från maj-september (5 mån), hamnar ca 90 % av gödseln inomhus till följd av innevistelse nattetid samt utfodring inomhus. Detta innebär att på årsbasis hamnar ca 96 % av gödseln inomhus och ca 4 % utomhus. Förlusten av ammoniakkväve i stallet beräknas till 10 % av N i stallgödsel (enligt Jordbruksverkets gödselprogram "Stank in Mind") vilket motsvarar 598 kg NH<sub>3</sub>-N per år. Stallgödseln gödglas ut två gånger per vecka och lagras i fast form (torrsubstanshalt ca 25 %) i ett gödselhus. Under lagring beräknas 12 % av kvarvarande N att gå förlorat som ammoniak enligt Stank in Mind. Denna emissionsfaktor gäller dock hönsgödsel lagrad på platta utomhus och vid lagring i gödselhus beräknas förlusterna vara väsentligt mindre, varför vi antar 6 %.

Enligt IPCC (2006) beräknas 0,005 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N<sub>exkrementer</sub> förloras när stallgödsel lagras i fast form, beräknad förlust 29 kg N<sub>2</sub>O-N per år. Ammoniakavgång från betesgödsel beräknas enligt IPCC (2006) till 8 % av N i stallgödsel. Lustgasavgången från betesgödsel beräknas till 2 %. Beräknade förluster av ammoniak och lustgas i stall och lagring samt på bete sammanfattas i Tabell 6 – 7.

Tabell 6. Översikt av kväveförluster i stall och under lagring samt kväve i stallgödsel från stall kvar till spridning.

	Kg N/år	Kg NH <sub>3</sub> -N/år	Direkta emissioner kg N <sub>2</sub> O-N/år	Indirekta emissioner kg N <sub>2</sub> O-N/år
N <sub>stg</sub> bakom djur	6 226*			
<b>96 % i stall</b>	5 977			
Ammoniakförlust, stall	598	598		6,0
N efter stall	5 379			
Ammoniakförlust, lager	323	323		3,2
N efter lager	5 057			
Lustgas, förlust lager	29		29	
N efter lager, till spridning	5 028			

\*) Omräknat från per omgång till per år: 7184 kg N/omgång = 6226 kg N/år (60 veckors omgång).

Tabell 7. Översikt av kväveförluster från bete samt kväve i stallgödsel från bete kvar efter förluster.

	Kg N/år	Kg NH <sub>3</sub> -N/år	Direkta emissioner kg N <sub>2</sub> O-N/år	Indirekta emissioner kg N <sub>2</sub> O-N/år
N <sub>stg</sub> bakom djur	6 226 *			
<b>4 % på bete</b>	249			
Ammoniäkförlust på bete	20	20		0,2
N efter ammoniakförlust	229			
Lustgas, förlust på bete	5		5	
N efter NH <sub>3</sub> - och N <sub>2</sub> O-förluster	225			

\*) Omräknat från per omgång till per år: 7184 kg N/omgång = 6226 kg N/år (60 veckors omgång).

Inga förluster av P och K antas ske under lagring och kvar till spridning blir således drygt 5 ton N, 2 ton P och 1,6 ton K per år.

### 3.3 Förluster av metan från stallgödselhantering och -lagring

Förlusterna av metan från stallgödselhantering och – lagring framgår av Tabell 8.

Tabell 8. Förluster av metan från stallgödselhantering och -lagring

	Kg VS/djur*år	Antal/år	B <sub>o</sub>	Omr	MCF	Kg CH <sub>4</sub>
Höns (ute ca 4 %)	7,3	288	0,39	0,67	0,01	5
Höns (inne ca 96 %)	7,3	6905	0,39	0,67	0,015	198
Summa						203

I IPCCs riktlinjer (Tier 2) beräknas metanutsläpp från lagring och hantering av stallgödsel enligt principen (IPCC, 2006e):

$$\text{Metanutsläpp (kg CH}_4\text{)} = \text{VS} \cdot \text{Bo} \cdot 0,67 \cdot \text{MCF}$$

Där:

VS = Organiskt material ("Volatile Solids") i träcken som lämnar djuren (kg), både lätt- och svårnedbrytbart organiskt material.

B<sub>o</sub> = Maximal metanproduktionspotential (m<sup>3</sup>/kg VS i gödseln). Potentialen varierar mellan olika djurslag och foderstater.

0,67 = Omräkningsfaktor för att räkna om m<sup>3</sup> metan till kg metan.

MCF = Står för "Methane Conversion Factor". Denna faktor anger hur stor andel av metanproduktionspotentialen som uppnås. Hänsyn tas till lagringssystem och temperatur vid lagringen.



### 3.4 Foderproduktion

Gården köper färdigt hönsfoder från Svenska Foder som i sin tur köper in regionalt producerad ekologisk spannmål vilken är den stora basen i hönsfodret (se vidare Tabell 4 om ingående råvaror i hönsfoder). Medelskördar för ekologisk spannmål i Västra Götaland har skattats utifrån normskördar och skördestatistik (SCB 2009). Enligt SJV tillförs 38 % av ekologiska arealen årligen en stallgödselgiva motsvarande i medeltal 80 kg total-N/ha (SJV 2005), vi har antagit en stallgödsetillförsel om motsvarande 70 kg total-N på all foderspannmålsareal vilket innebär en viss överskattning av N<sub>2</sub>O-utsläppen i foderodlingen. Tillfört kväve med skörderester är beräknade utifrån IPCC:s riktlinjer (IPCC 2006) där en justering har gjorts för att 50 % av halmen bortförs. För N-läckage har data hämtats från LCA-foderdatabas (Flysjö m fl, 2008), samma N-läckage per ha åker har använts som för konventionell spannmål i Västra Götaland. Användning av diesel baseras data om dieselanvändning i olika fältarbeten enligt LCA-foderdatabas (Flysjö m fl, 2008).

Medelskördar har skattats vilka baseras på normskörd och verkliga skördar för de senaste skördeåren. Data som använts för ekologisk foderspannmål odlad i Västra Götaland sammanfattas i Tabell 9.

Tabell 9. Indata för odling av ekologisk foderspannmål i Västra Götaland

	H-vete	Korn	Havre
Medelskörd, kg/ha	3 750	2 750	2 750
Giva, stallgödsel, kg N/ha	70	70	70
Skörderester, kg N	47	37	37
Kväveläckage, kg N/ha	37	36	36
Diesel, l/ha	83	82	82

Data på ärtor, rapsfrö och sojabönor har genererats genom att justera data från SIK's foderdatabas (Flysjö m.fl., 2008) för att representera ekologisk produktion. Data på Kalciumkarbonat, Monokalciumfosfat och majs gluten är direkt från foderdatabasen (Flysjö m.fl., 2008). Data på jäst och potatisprotein härrör från databasen EcoInvent (2007).

#### 3.4.1 Arealbehov för foderproduktion och gödselspridning

Under ett år förbrukar gården ca 342 ton ekologiskt foder inköpt från Svenska Foder, varav ca 70 % är spannmål som odlas i Västra Götaland. Spannmålen i sin tur utgörs av cirka 50 % höst/rågvete, 8 % korn och 13 % havre. Med nuvarande medelskördar av ekologisk foderspannmål i Västra Götalandsregionen (se Tabell 9) innebär detta ett årligt arealbehov om ca 70 ha spannmål. Dessutom ingår drygt 10 ton ekologisk rapsfrö som antas komma från närområdet, med en skörd om ca 2 t/ha innebär detta ca 5 ha foderodling i närområdet.

Under ett år producerar gården ca 275 ton stallgödsel (cirka 25 % ts) med ett växtnäringssinnehåll om cirka 15,8 kg N/ton och 6,6 kg P/ton enligt gödselanalys. Beräknat på kvävebalansen i Tabell 6 skall cirka 5,0 ton N vara kvar i gödsel efter förluster i stall och

lagring. På en omgång produceras 317 ton gödsel vilket innebär ett innehåll av total-N om cirka 15,8 kg N/ton (5,0/317).

Om den årliga gödselproduktionen om 275 ton fördelas på arealen som krävs för spannmåls- och rapsodling (75 ha) innebär detta en giva om 3,7 ton gödsel/ha och år. En giva om 3,7 ton/ha av denna stallgödsel är dock för hög enligt svensk lagstiftning för hur mycket stallgödsel som får spridas/hektar och år eftersom takvärdet sätts efter en maximalt tillåten fosfortillförsel om 22 kg P/ha och år. Detta innebär att på arealen spannmål som produceras till hönsen på gården kan det årligen läggas i medeltal ca 3,3 ton/ha gödsel innan takvärdet är överskridet vilket innebär en genomsnittlig kvävegiva för foderspannmålen om 52 kg N/ha. Även denna beräkning visar att skattning av tillfört N med stallgödsel i medeltal för ekospannmål som är gjord här är något för hög (jämfört med gödslingsnivåer i ekologisk odling enligt SCB (SJV 2005)). Till odlingen av foderspannmålen i äggproduktionen läggs därför 3,3 ton/ha \* 75 ha ~250 ton höns gödsel vilket innebär att 25 ton måste läggas på andra arealer för att klara gödselregler. Vi antar att dessa 25 ton försvinner från systemet och utsläpp får tas av de grödor som denna gödsel används på.

### **3.5 Uppfödning av värphöns**

Under ett år producerar ett avelsdjur ca 200 kycklingar (100 tuppkycklingar och 100 hönskycklingar). Uppfödningen av avelsdjuret är inte inkluderat i studien.

#### **3.5.1 Foderförbrukningen**

Enligt en producent av värphöns konsumerar en unghöna från kläckning till leverans ca fem kg foder. De första fyra veckorna konsumerar den 550 gram foder av typen ”förstart”, följande fyra veckor 1 650 gram av fodertypen ”start” och de sista åtta veckorna 2 800 gram av fodret ”tillväxt”. Ingen specifik data för dessa foderblandningar har samlats in, istället har foderblandningen ”värp grön start” antagits i denna studie, vilken används de första veckorna på den studerade gården. Detta anses vara den mest representativa foderblandningen av de här studerade, eftersom den har högst proteinhalt vilket är viktigt tidigt i kycklingens liv. Foderförbrukningen 5 kg per höna har antagits.

#### **3.5.2 Energiförbrukning för kläckning och stallar**

Miljöpåverkan av uppfödning av produktionsdjur har inkluderats i en LCA av slaktkyckling (Thynelius, 2008) och enligt den studien kommer det största bidraget från fodertillverkning. Den resterande delen är från energiförbrukning för stallar och kläckning.

Enligt uppgifter från en internationell tillverkare av kläckningsanläggningar ([www.chickmaster.com](http://www.chickmaster.com)) är energiförbrukningen för kläckning cirka 0,05 kWh (0,18 MJ) per kläckt kyckling i klimat liknande det svenska. Denna siffra gäller för kläckerier som är betydligt större än de som finns i Sverige. Vi antar dubbla värdet: 0,36 MJ/djur.

Uppfödning av kycklingar från kläckning till färdig värphöna kräver uppvärmning av stallar, främst under de fem första levnadsveckorna. Inga data på specifik energiförbrukning för detta har varit möjlig att få fram. Enligt Anon (2002), åtgår cirka 9 MJ/kg kycklingkött för uppvärmning. Detta torde motsvara  $9 \cdot 0,52$  per levande djur (52,5% slaktutbyte, Tynelius 2008). Om man antar detta värde blir energiförbrukningen per leveransfärdig höna 4,7 MJ. I den svenska produktionen av värphöns används framför allt biobränslen för uppvärmning,

med tillägg av olja för toppbelastning och reservvärme. Vi antar att fördelningen mellan bränsletyperna är: 90 % biobränslen, 10 % olja för spetslast.

### **3.6 Hantering av höns vid utslaktning**

När hönan är ca 75-80 veckor gammal tas hon ur produktion. Merparten av dessa höns går till ett fjäderfäslakteri i Vara, det enda större i Sverige. Huvudparten av köttet exporteras till Tyskland som "soppkött" (buljong). En mindre del säljs inom landet speciellt genom butiker som har kunder med tradition av att använda hönskött i kosthållningen. En mindre del av hönorna i svensk äggproduktion avlivs på gården. Det kan vara de gårdar som har för långt till slakteriet, exempelvis Norrland och Gotland. Det finns regler för hur länge de får transporteras, och dessa går inte alltid att uppfylla. Dessa höns avlivs antingen i mobila slaktcontainrar eller med koldioxid varefter de går vidare till destruktion.

När det gäller fördelningen av vad uttjänta höns används till så finns ingen detaljerad statistik, men nedan visas uppskattade siffror (Svenska ägg, pers. medd. 2008).

Cirka 5 miljoner värphöns kläcks per år i Sverige, vilket innebär lika många honor som slås ut årligen. Cirka 10 % av de kläckta kycklingarna självdör under produktionstiden, dessa går till destruktion, vilket ger 4,5 miljoner höns kvar som ska omhändertas. Av dessa går cirka 2 900 000 djur/år till livsmedel, cirka 200 000 djur/år går till sällskapsdjursfoder, de resterande 1 400 000 djuren/år går till förbränning/destruktion.

De djur som ska destrueras körs till Konvex i Karlskoga, där de processas till biobränsle i en process som kallas "BioMal" ([www.biomal.com](http://www.biomal.com), [www.konvex.com](http://www.konvex.com)). Det innebär i korthet att djuren mals ner och sedan transporteras till ett närliggande värmeverk som är anpassat till att hantera animaliska biprodukter enligt gällande förordningar. Då inte hönsen på gården i denna studie förbränns så beskrivs inte data på denna process.

#### **3.6.1 Livsmedel/Foder till sällskapsdjur ("Pet Food")**

De slaktade djuren från den gård som inventerats i denna studie går till livsmedel/djurmat, och ingår i vår studie enbart med transporten till slakteriet. Övrig miljöpåverkan bärs av den nya livscykeln. Avståndet för transporten till slakteri är 29 km enkel väg och sker med lastbil (antaget 40 ton, 50 % lastgrad).

### **3.7 Packeri**

Inventering av data för packeri har gjorts med hjälp av Svenska Lantägg i Skara och Gotlandsägg i Stenkyrka. Detta har gjorts för att inte resultaten för packeriet ska vara beroende av en enda anläggning.

#### **3.7.1 Transporter till packeriet**

Total körsträcka för att samla in ägg på gårdar för det ena packeriet är 445 000 km per år. I genomsnitt förbrukar bilarna 0,37 liter bränsle per km. Det bränsle som används är diesel med 5 % inblandning av rapsmetylester (RME). Totalt används alltså 164 650 liter bränsle. Bränsleförbrukningen har matchats med motsvarande tonkilometer (tkm) för en lastbil (20-28 tons lastbil, "fleet average" för dieseln och 28 tons lastbil för RME). Data för transport har tagits från databasen Ecoinvent i LCA beräkningsverktyget SimaPro7. Detta motsvarar 3 111 070 tkm för diesellastbilen och 174 335 tkm för RME-lastbilen. Anledningen att räkna om på detta sätt är att även inkludera miljöpåverkan från produktion av bränsle, fordon,

infrastruktur osv. som ingår i Ecoinvent databasen (istället för att endast räkna med förbränningen av bränslet).

### 3.7.2 Energianvändning och spill på packeriet

Totalt får packerierna in ca 26 000 ton ägg per år. Större delen av dessa levereras som konsumtionsägg till butik via grossister. Inom packeriet uppstår ett visst spill, som har uppskattats till 0,3 % (Bohlin J-O och Bohlin M, pers medd, 2008). Miljöbelastningen från packeriet har sedan fördelats mellan resterande mängd (25 922 ton) ägg, oavsett vilken form av produkt det blir. Energianvändningen på packerierna motsvarar 1,5 GWh totalt.

### 3.7.3 Förpackningar

På gården packas äggen i ”äggbrickor” med 30 ägg á 65 g i varje. Dessa äggbrickor är av engångstyp, men används i vissa fall flera gånger. Totalt används 10 360 000 äggbrickor till alla ägg som levereras till packeriet (26 000 ton per år) och då varje bricka väger 67 gram ger detta 27 gram förpackningsmaterial per kg ägg.

De tomma kartongerna levereras av samma bil som hämtar äggen, varför transporten av kartongerna inte utgör någon extra transport.

De konsumentförpackningar som analyserats i studien är en kartong för sex ägg. Varje kartong väger 26 gram och innehåller 6 ägg á 63 g. Detta ger att för varje kg ägg används 69 gram förpackningsmaterial. Denna typ av förpackning är den som kräver mest förpackningsmaterial av de olika förpackningarna som finns. Det är alltså ett konservativt antagande, men samtidigt bidrar inte förpackningen signifikant till de totala resultaten.

Ytterligare åtgår 15 gram sekundär förpackning per kg ägg.

Data för produktion av förpackningar har hämtats från Ecoinvent (2007) och för både äggbrickorna och äggkartongen har ”Whiteline chipboard” använts medan ”Corrugated board, recycling fibre, double wall” användes för sekundärförpackningen.

Även data för avfallshantering har hämtats från Ecoinvent (2007). Totalt åtgår 111 gram förpackning per kg ägg (inklusive äggkartongen som egentligen inte går till avfall förrän i hushållet, men inkluderats för fullständighetens skull). Dessa antas gå till förbränning och ersätta produktion av en viss mängd el och fjärrvärme. Detta hanteras här genom systemexpansion (se Figur 4, under stycket 2.5 Allokering). Data för förbränning hämtas från Ecoinvent (2007), ”Disposal, packaging cardboard, 19,6% water, to municipal incineration”. Vid förbränning av 1 kg förpackning antas 1,55 MJ el och 3,23 MJ värme produceras och ersätta motsvarande mängd el på det svenska elnätet samt fjärrvärme.

## 3.8 Transport till grossist

Ägg som produceras i Sverige transporteras på olika sätt för att nå butiken. En viss del går till de stora livsmedelskedjornas centrallager och distribueras därefter med andra varor. En relativt stor del går direkt från större packerier och direkt till butik mer eller mindre rikstäckande, detta gäller framför allt leveranser till stora butiker, där detta system är kostnadseffektivt.

Den sista delen, som är den minsta, levereras direkt från mindre packerier till en mer lokal marknad. I denna studie har vi valt att räkna på det första systemet, att äggen levereras till de stora butiks kedjornas centrallager för vidare distribution i samma bilar som andra varor. Grossistdistribution svarar för uppskattningsvis minst 60 % av de svenskproducerade äggen.

Den fallstudiegård som ingår i studien levererar till Svenska lantäggs packeri i Skara. Vi har valt att räkna på en transport från Skara till ett centrallager i Västerås, vilket motsvarar en sträcka på ca 250 km. Transporten antas ske med lastbil (40 ton, 70 % lastgrad).

### **3.9 Grossist**

Inga data för miljöpåverkan från grossist har inventerats. Denna antas vara ytterst liten och försumbar jämfört med de andra stegen i kedjan.

### **3.10 Transport till butik**

Som slutdestination för äggen har Stockholm valts. Avståndet mellan grossist i Västerås och butik i Stockholm beräknas till 110 km. För transporten antas en stor lastbil (40 ton med 70 % lastgrad).

### **3.11 Butik**

Energiförbrukningen i butik består främst i elanvändning för kyldiskar samt uppvärmning av butiken. I en studie på livsmedelsbutikens roll vid LCA-studier av livsmedel presenterade Carlsson & Sonesson (2001) data på energiförbrukning för ett antal typvaror. Vi har valt att använda data på "kylvaror, lång omsättningstid" i denna studie. Den energiförbrukning som använts är 0,085 kWh per kg ägg och 0,007 gram kylmedium av typen R404A.

## **4 Miljöpåverkansbedömning**

Efter inventeringsanalysen är resultaten omfattande och i miljöpåverkansbedömningen klassificeras och karakteriseras därför informationen från inventeringen, för att se hur stort bidrag varje produkt har till de olika miljöpåverkanskategorierna. De miljöpåverkanskategorier som har valts att redovisas i den här studien är:

- energi (sekundär och primär),
- resursanvändning (mark, P och K),
- pesticidanvändning,
- klimatförändringar,
- utsläpp av försurande ämnen samt
- bidrag till övergödning.

### **4.1 Klassificering och karaktärisering**

Klassificering innebär att resultatet från inventeringen sorteras in under de olika miljöpåverkanskategorierna. En utsläppsparameter kan ge upphov till flera olika miljöeffekter, till exempel kan kväveoxider (NO<sub>x</sub>) bidra till både försurning och övergödning.

Karaktärisering är ett sätt att beskriva det potentiella bidraget till en miljöeffekt från specifika parametrar. Detta sker genom att multiplicera karaktäriseringsindex för de ämnen som ger upphov till en miljöeffekt med utsläppsmängderna från inventeringsresultaten för motsvarande ämnen. De olika ämnenas bidrag presenteras i en gemensam räknebas som är specifik för varje miljöeffekt.

## 4.2 Beskrivning av valda miljöpåverkanskategorier

Miljöpåverkanskategorin energi, mark, fosfor och kalium är relaterad till systemets inflöden, medan miljöpåverkanskategorierna klimatförändringar, utsläpp av försurande gaser samt eutrofiering är relaterade till systemets utflöden. Nedan beskrivs de miljöpåverkanskategorier som har studerats, samt de karakteriseringsindex som använts.

### 4.2.1 Energianvändning

I den här studien redovisas energianvändningen som sekundär (hjälpenergi eller direktenergianvändning) och primärenergi (total resursanvändning av energikällor). För att till exempel producera 1 MJ el (sekundärenergi) i Sverige går det åt ca 2,4 MJ primärenergi. Den sekundära energianvändningen är redovisad i: el, fossil, förnybar samt övrigt. I ”fossil” och ”förnybar” inkluderas alltså ingen energi som använts vid elproduktion, utan bara annan energi, som till exempel diesel vid transporter eller bioenergi i någon processanläggning. Den primära energianvändningen är uppdelad på förnybara: vatten, biomassa samt vind, sol och geotermisk, och icke-förnybara: kärnkraft och fossila energikällor.

När processer på olika geografiska platser studeras är det viktigt att ta hänsyn till vilken elproduktionsmix som används. Det är till exempel stor skillnad mellan Sveriges elmix, som till hälften produceras av vattenkraft och hälften kärnkraft, och Europas elmix, där över hälften produceras av kol, gas och olja, ca en tredjedel kärnkraft och kvarstående dryga tiondel är en blandning av förnybara resurser och avfall.

För beräkning av primär energi har metoden *Cumulative Energy Demand* i LCA-beräkningsprogrammet SimaPro (2007) använts. För beräkning av sekundär energi har SIK själv lagt in faktorer för detta i processerna i SimaPro.

### 4.2.2 Resursanvändning (mark, P och K)

Odlingsbar mark är en begränsad naturresurs och grundläggande för livsmedelsproduktion. Samtidigt som vi behöver mark för att försörja en stadigt växande befolkning med livsmedel, pågår det också en ökad efterfrågan på bioenergi. Detta sätter en stor press på att utnyttja marken på ett hållbart och effektivt sätt. Det pågår internationella arbeten för att finna relevanta indikatorer för att inkludera denna viktiga påverkan av livsmedelsproduktion, men det finns ännu ingen metodik som har full konsensus. Därför redovisas kvalitativ markanvändning (t ex markanvändningens påverkan på markens bördighet och biologisk mångfald) sällan på grund av bristande metodik. Ofta analyserar man jordbruksproduktion under ett år när man gör LCA för livsmedel och den yta som åtgår för att producera en funktionell enhet (FE) anges då som *m<sup>2</sup> per år per funktionell enhet* vilket görs i denna rapport.

Fosfor är en icke-förnyelsbar resurs och av dagens totala fosforutvinning används ca 90 % i jordbruket, till största delen som gödselmedel men även i mineralfoder. Den årliga globala fosfatproduktionen ligger runt 40 miljoner ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Steen, 1998) och 2005/06 användes 36,8 miljoner ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> för produktion av fosforhandelsgödsel<sup>2</sup>. Eftersom produktionen av mat och foder så totalt dominerar uttaget av den ändliga fosforresursen är det av vikt att redovisa på förbrukningen av denna ändliga resurs i produktionen av olika fodermedel.

### 4.2.3 Klimatförändring

Jorden värms upp av direkt solinstrålning (huvudsakligen i våglängdsområdet 0,2-0,4 µm). Den uppvärmda jordkorpan avger sedan värmestrålning i det infraröda våglängdsområdet (4-

---

<sup>2</sup> [www.fertilizer.org](http://www.fertilizer.org)

100  $\mu\text{m}$ ). Denna strålning absorberas delvis av gaser i jordens atmosfär och en viss del emitteras tillbaka till jordytan och bidrar till en uppvärmning där. Denna effekt är känd som ”växthuseffekten”. Växthuseffekt är en naturlig effekt som ger konsekvensen att jordens temperatur är 33°C högre än vad den annars skulle vara. Vad som däremot diskuteras är den av människan förstärkta tillförseln av växthusgaser, vilka påverkar jordens strålningsbalans. Ämnen i atmosfären från mänskliga aktiviteter som bidrar till denna effekt är framför allt koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och CFC (till exempel freoner). De klimatförändringar som emissionerna kan medföra är: 1) en höjning av jordens medeltemperatur som innebär att vissa områden kan drabbas av torka, genom mindre nederbörd, 2) Havsytan kan komma att stiga med följd att kustområden översvämmas och 3) Vissa havsströmmar kan ändra riktning vilket radikalt kan förändra det lokala klimatet. Den av människan förstärkta växthuseffekten, vilken kan leda till klimatförändringar, är en global miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av klimatförändringar av de gaser med störst betydelse visas i Tabell 10.

Tabell 10. Karakteriseringsindex för klimatförändringar (GWP 100 år).

Emission	karakteriseringsindex (gram CO <sub>2</sub> per gram)	
koldioxid (CO <sub>2</sub> )	1	luft
Metan (CH <sub>4</sub> )	25	luft
lustgas (N <sub>2</sub> O)	298	luft

Källa: IPCC, 2007

#### 4.2.4 Utsläpp av försurande ämnen

Förbränning av fossila bränslen ger förutom koldioxid även upphov till svaveldioxid och kväveoxider. Dessa gaser omvandlas, förenar sig med vatten och bildar syror. Syrorna sänker pH-värdet i regnvattnet och orsakar försurning av mark och vattendrag. Verkan av försurande ämnen har ett stort geografiskt beroende (huvuddelen av Sverige, med undantag för Öland, Gotland och Skåne, är till exempel extremt känsliga för försurning beroende på den kalkfattiga berggrunden). Försurningen påverkar bland annat träden negativt och leder till att vatten med lågt pH löser ut toxiska kvantiteter aluminium och når sjöar och vattendrag, där växt och djurliv kan drabbas. Försurning är en regional miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av utsläpp av försurande gaser med störst bidrag visas i Tabell 11.

Tabell 11. Karakteriseringsindex för utsläpp av försurande gaser

Emission	karakteriseringsindex (gram SO <sub>2</sub> per gram)	
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	1,88	luft
kväveoxider (NO <sub>x</sub> )	0,70	luft
svaveldioxid (SO <sub>2</sub> )	1	luft

Viktningmetod EDIP/UMIP 97, (Hauschild and Wenzel, 1998)

#### 4.2.5 Bidrag till övergödning

Här beaktas endast övergödning i vattensystem vilket också benämns eutrofiering. Ökad tillförsel av näringsämnen till vattensystem leder till ökad tillväxt för olika arter i systemet.

Nedbrytningen av dem samt av annat organiskt material i vattenemissioner kräver syre. Utsläpp av kväveföreningar till luft kan också bidra till ökad tillgång på kväve i vattendrag eftersom kväveföreningar återförs till marken med nederbörd och sedan till viss del hamnar i vattendrag. Den ökade syreförbrukningen kan leda till syrebrist, vilket kan skada både djur och växter. Tillväxten av biomassa i vattendrag begränsas i europeiska system vanligen av tillgången på näring i form av kväve eller fosfor. Fosfor är normalt det begränsande näringsämnet i sjöar och övre delen av Östersjön medan kvävet är det näringsämne som begränsar tillväxten i havet. Övergödning är en regional miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av eutrofiering av ämnen med störst bidrag visas i Tabell 10, Tabell 11 och Tabell 12.

*Tabell 12. Karakteriseringsindex för eutrofiering.*

emission	karakteriseringsindex (gram NO <sub>3</sub> per gram)	
ammoniak (NH <sub>3</sub> )	3,64	luft
kväveoxider (NO <sub>x</sub> )	1,35	luft
nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1	vatten
kväve (N)	4,43	vatten
fosfat (PO <sub>4</sub> )	10,45	vatten
fosfor (P)	32,03	vatten

Viktningametod EDIP/UMIP 97, (Hauschild and Wenzel, 1998)

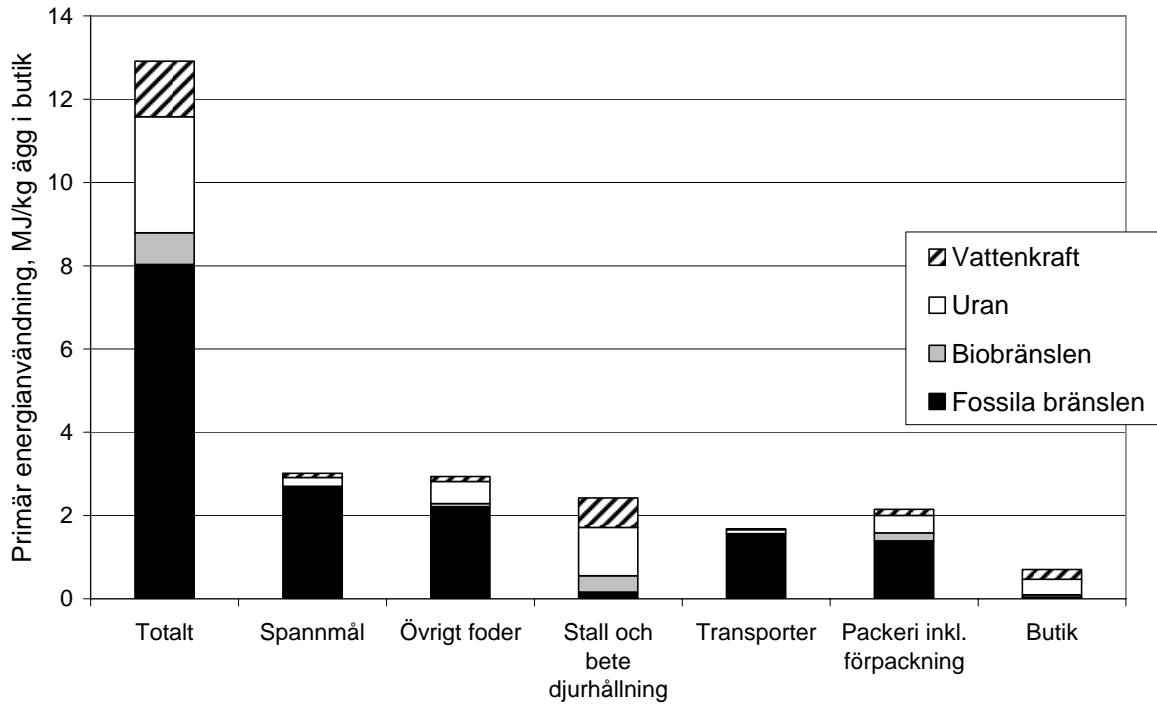
## 5 Resultat

I Figur 5 till och med 9 redovisas energianvändning, bidrag till klimatpåverkan, försurning samt övergödning uppdelat på de olika bidragande energislagen respektive emissioner för de olika delstegen i kedjan. I tabell 13 redovisas resultaten i mer detaljerad form, bland annat uppdelat på ytterligare några delsteg för samtliga miljöpåverkanskategorier.

### 5.1 Energianvändning

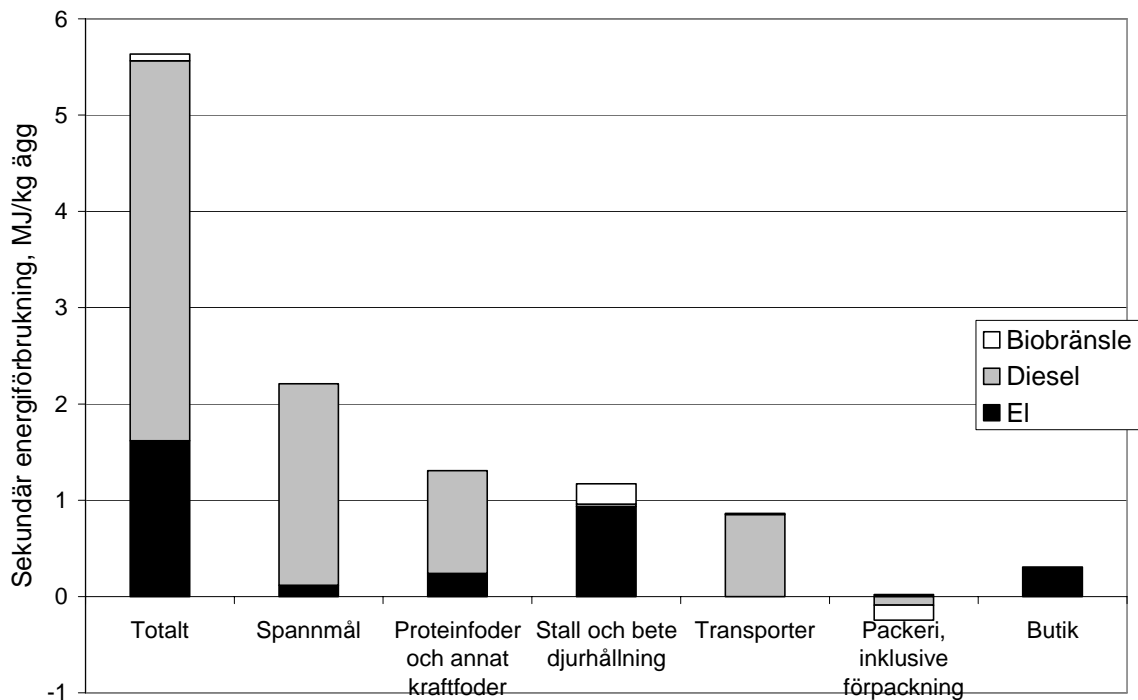
Användningen av primär energi för ett kg ägg i butik redovisas i Figur 5 och uppgår till nästan 13 MJ/kg ägg i butik. Här framgår att användningen av fossila bränslen svarar för cirka 60% av den totala användningen, och det är dieselanvändning i foderproduktionen som svarar för merparten, transporter och förpackningar bidrar också märkbart. Det som redovisas som "uran" orsakas av elanvändningen i alla led, liksom "vatten". Anledningen att mer "uran" än "vatten" förbrukas trots att i stort sett lika stor del av elen kommer från kärn- respektive vattenkraft förklaras med att verkningsgraden i ett kärnkraftverk är mycket lägre än i ett vattenkraftverk.





Figur 5. Primär energianvändning

Den sekundära energianvändningen, enkelt uttryckt "det man betalar för" presenteras i Figur 6 och uppgår till 5,6 MJ/kg. Det som skiljer detta från den primära energianvändningen är alltså att omvandlingen från energibärare ("bränsle") till el inte ingår, inte heller den energiförbrukning som krävs för att leverera andra bränsle som diesel fram till exempelvis fordonet.

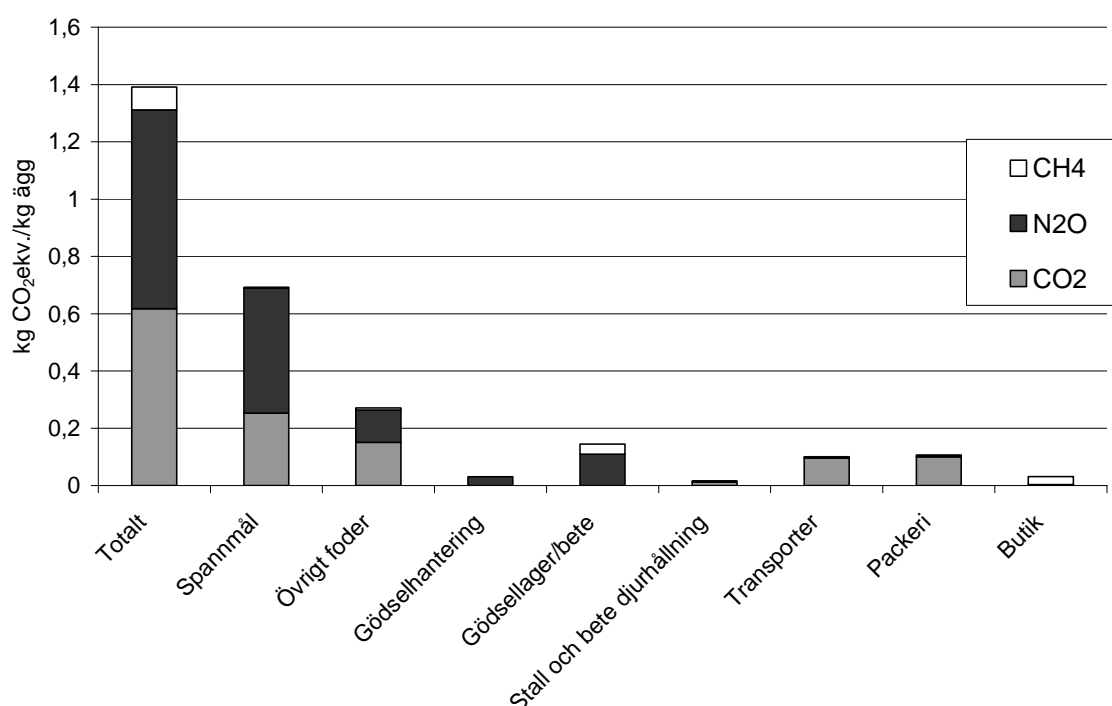


Figur 6. Sekundär energianvändning

Som framgår av Figur 6 svarar fodret för den största delen av sekundär energianvändning. Gårdens förbrukning används främst till el för ventilation, utgödsling samt ägg- och foderhantering. Den negativa stapeln för ”Packeri inklusive förpackning” orsakas av att förpackningen antas förbrännas med värmeutvinning i ett värmeverk, och den mängd värme som genereras är större än den energi som används vid förpackningstillverkningen.

## 5.2 Bidrag till klimatförändring

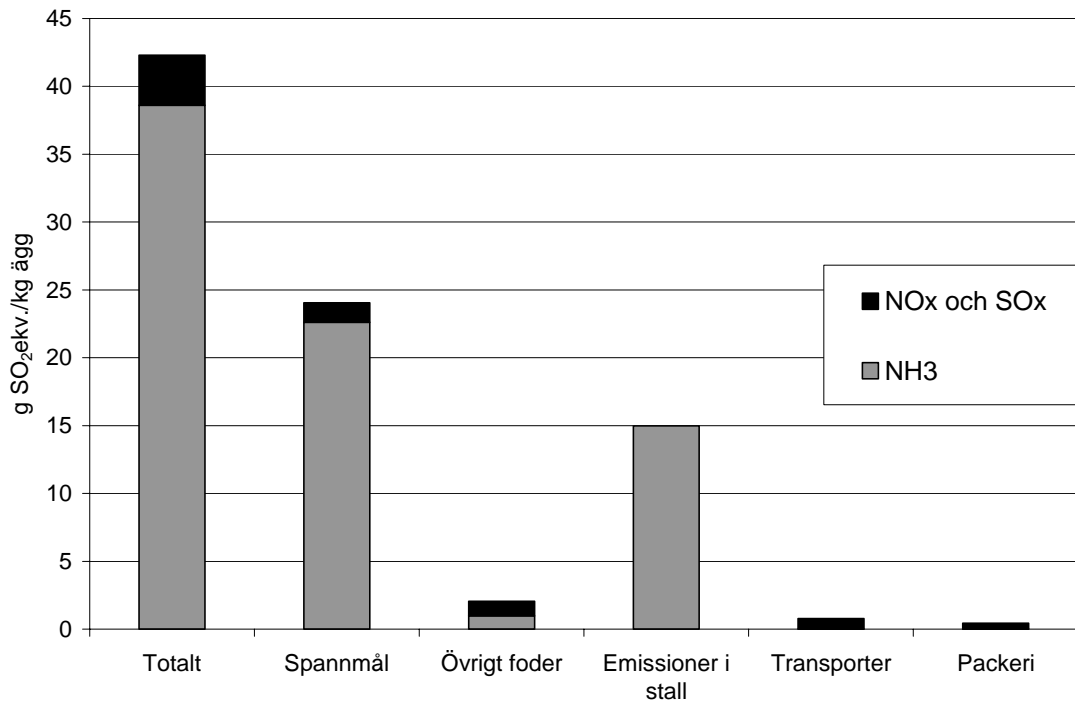
Bidraget till klimatförändringen visas i Figur 7 och uppgår till strax under 1,4 kg CO<sub>2</sub>e per kg ägg. I denna effektkategori är det än tydligare att foderproduktionen dominerar, vilket visar på vikten av ett högt foderutnyttjande. Inom foderproduktionen är det förutom koldioxid även lustgas (N<sub>2</sub>O) som bidrar, och den kommer framför allt från kväveomsättningen i mark, men även stallgödselhanteringen bidrar.



Figur 7. Bidrag till klimatförändring

## 5.3 Bidrag till försurning

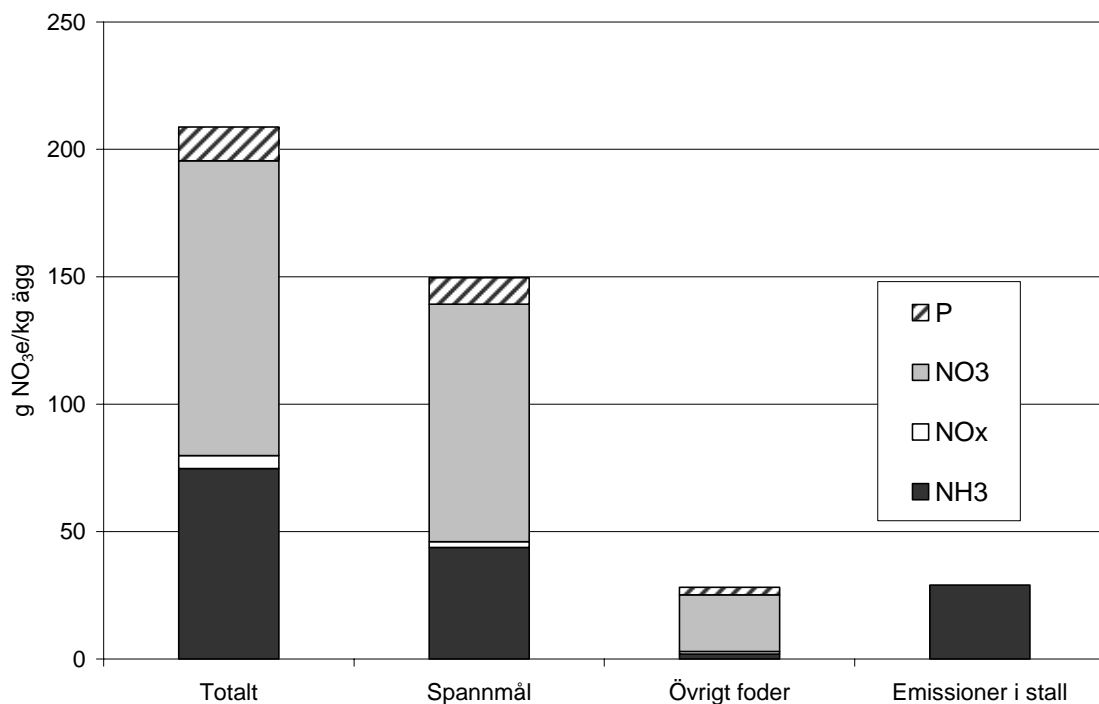
Det potentiella bidraget till försurning visas i Figur 8 och uppgår till 42 gram SO<sub>2</sub>-ekv per kg ägg. Till skillnad från energiförbrukning och klimatförändringar är det de direkta emissionerna från djurhållningen som bidrar mest. Orsaken är främst de utsläpp av ammoniak som genereras av stallgödselhanteringen, från foderproduktionen är det även en mindre del svaveldioxid (SO<sub>2</sub>) och kväveoxider (NO<sub>x</sub>) från förbränningsmotorer som bidrar.



Figur 8. Bidrag till försurning

#### 5.4 Bidrag till övergödning

De studerade systemens potentiella bidrag till övergödning uppgår till 209 gram NO<sub>3</sub>-ekv per kg ägg och redovisas i Figur 9. Det största bidraget härrör från nitratläckage vid foderproduktionen, med ammoniakutsläpp (NH<sub>3</sub>) från stallar och gödsellager som det näst största bidraget. För övergödande utsläpp är bidragen från leden efter gården försumbara.



Figur 9. Bidrag till övergödning

## 5.5 Samtliga miljöpåverkanskategorier

I Tabell 13 framgår att det är foderproduktionen som bidrar mest till samtliga inkluderade effektkategorier. Därpå följer gården, vilket inkluderar gödsellagring, samt uppfödningen av värphöns.

Som framgår av tabell 13 uppgår den årliga markanvändningen till 7 m<sup>2</sup> för att producera ett kg ägg och denna areal utgörs till ca 80 % av spannmålsodling och 20 % för odling av proteinfoder.

Tabell 13. Sammanfattande resultat, alla siffror redovisas per kg ägg i butik.

	energi		resurser			klimat- förändring g CO2-ekv	försurning g SO2-ekv	över- gödning g NO3-ekv
	sek. MJ	prim. MJ	mark m2	P <sup>a</sup> g	K <sup>a</sup> g			
Foder	3,5	6,0	7	13,9	11,4	1	26	178
Gård	1,2	2,4	-	-	-	0,2	15	29
Packeri, förpackningstillverkning och avfallshantering av förpackning	- 0,2	2,1	-	-	-	0,1	0	1
Transporter	0,9	1,7	-	-	-	0,1	1	1
Butik	0,3	0,7	-	-	-	0	0	0
TOTALT	5,5	12,9	7	13,9	11,4	1,4	42	209

<sup>a</sup> Beräknat som mängden P och K kvar i stallgödseln utslaget per kg ägg som producerats

## 6 Diskussion och analys

### 6.1 Resultatdiskussion

Resultaten baseras på en specifik gård och en specifik kedja för efterkommande led. Detta innebär att resultaten i princip inte kan sägas representera all svensk ekologisk äggproduktion. Men sammansättning och förbrukning av foder kan sägas vara typiska för svenska förhållande av idag och denna del av livscykel har mycket stor betydelse för de slutliga resultaten. För foderproduktionen har vi försökt att anpassa odlingen så att även stallgödseln inkluderas, trots att den inte används i foderproduktionen direkt vilket ofta är fallet och som är en skillnad från mjölk- och grisproduktion. För resten av kedjan processas, packas och transporteras majoriteten av ägg i system som liknar det som vi har analyserat i denna studie. Slutsatsen är att de resultat som presenteras med största sannolikhet kan användas som en god uppskattning för miljöpåverkan av svenska, ekologiskt producerade ägg generellt. Undantag från ovanstående är om gårdsproduktionen avviker väsentligt från den studerade gården med avseende på fodersammansättning, fodereffektivitet och gödselhantering. Detsamma gäller kedjan efter gården, om logistiken skiljer väsentligt kan man inte utgå från att våra resultat är överförbara.

Fodereffektiviteten framstår som den viktigaste parametern för alla resultat kategorier, vilket är i linje med LCA-studier av andra animalieproduktionssystem som griskött och kyckling.

En annan kritisk punkt som identifierats är stallgödselhanteringen, där förbättringspotentialen också är stor.

I studien har antagits att den el som används orsakar utsläpp som motsvarar en ”svensk medel-el”. Denna medel-el är till drygt 90 % baserad på vatten- och kärnkraft, vilket innebär mycket små utsläpp av både klimatpåverkande gaser samt övergödande och försurande ämnen. Det är inte självklart att data på svensk medel-elproduktion ska användas, även om det är det som rekommenderas i denna typ av studie. Om istället marginal-elproduktion, eller europeisk elproduktion, som släpper ut betydligt mer växthusgaser per kWh, valts skulle alla aktiviteter som använder mycket el bidra mer. Detta skulle främst förändra utsläppen från packeriet, grossist och butik. Generellt skulle även de totala utsläppen bli något högre.

I jämförelse med en engelsk LCA-studie av ekologiska ägg (Williams m.fl., 2006) faller de svenska äggen väl ut, men värdet av jämförelsen ska inte överdrivas då det inte är möjligt att i detalj analysera vad som orsakar den stora skillnaden. Ekologiska äggs miljöpåverkan är i samma storleksordning som konventionella svenska ägg, de skillnader som visas i studierna är för små för att man ska kunna säga att det är en säkerställd skillnad.

## **6.2 Förbättringsåtgärder**

De förbättringsförslag som identifierats utifrån resultaten är:

1. Förbättrat foderutnyttjande: Av resultaten framgår tydligt att foderutnyttjandet är en central faktor. Med foderutnyttjande avses ”bruttoutnyttjandet”, d.v.s. hur mycket foder som sätts in för varje kg ägg som produceras, så minskad dödlighet är en del i ett högre foderutnyttjande, men andra aspekter som djurens produktion, foderomvandling och foderspill är också viktiga.
2. Effektiv stallgödsel användning: För både bidrag till klimatpåverkan och övergödning är kväveomsättningen viktig. Genom att utnyttja kvävet i stallgödseln på bästa sätt minskas utsläppen av både övergödande- och klimatpåverkande gaser
3. Byta förpackningar: Även om förpackningarna inte bidrar dramatiskt mycket till miljöpåverkan så finns sannolikt förbättringspotential, främst för de förpackningar som används på gårdarna. Att använda engångsförpackningar innebär en större resursanvändning än att använda återanvändbara.

## 7 Referenser

- Carlson K & Sonesson U. 2001. Data och metoder för att beräkna butikens roll vid LCA av livsmedel. Rapport 676. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.
- Cederberg & Flysjö. 2004. Life Cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South-Western Sweden. Rapport 728. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.
- Cederberg & Nilsson. 2004. Livscykelanalys (LCA) av ekologisk nötköttsproduktion i ranchdrift. Rapport 718. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.
- Cederberg, C., Wivstad, M., Bergqvist, P., Mattsson, B. & Ivarsson, K., 2005, Environmental assessment of plant protection strategies using scenarios for pig production, *Ambio*, vol.34 (4-5) pp 408-413.
- Cederberg, C., Flysjö, A. & Ericson, L., 2007, Livscykelanalys (LCA) av norrländsk mjölkproduktion, Rapport 761. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.
- Ecoinvent. 2007. Ecoinvent data v2.0, Final reports ecoinvent 2007 No.1-25, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CD-ROM.
- EG. 2008. Förslag till Europaparlamentets och rådets direktiv om främjande av användningen av förnybar energi. KOM (2008) 19 slutligt. 2008/0016 COD.
- Flysjö A Cederberg C & Strid I. 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel – miljöpåverkan i samband med produktion. Version 1.1. Rapport 772. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.
- Frischknecht R, Althaus H-J, Bauer C, Doka G, Heck T, Jungbluth N, Kellenberger D & Nemecek T. 2007. The Environmental Relevance of Capital Goods in Life Cycle Assessments of Products and Services. *Int J LCA*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/lca2007.02.308>.
- Hauschild, M & Wenzel, H. 1998. *Environmental Assessment of Products*, Volume 2: Scientific Background, London, Chapman & Hall ISBN 0-412-80810-2.
- ISO 2006a. *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. ISO 14040:2006(E). International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.
- ISO 2006b. *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. ISO 14044:2006(E). International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.
- IPCC, 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>).
- IPCC 2007, Climate Change 2007. IPCC Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis. (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>).
- Livsmedelsverket. 2002. Livsmedelstabell, Energi och näringsämnen, 2002, Livsmedelsverket, Uppsala.
- LRF. 2002. Maten och Miljön, Livscykelanalys av sju livsmedel, Lantbrukarnas Riksförbund, Stockholm.
- SCB. 2006, Gödselmedel i jordbruket 2004/05. Mineral- och stallgödsel till olika grödor samt hantering och lagring av stallgödsel, Statistiska meddelanden MI30 SM 0603, Statistiska centralbyrån, Stockholm.

SCB 2009. Skörd för ekologisk och konventionell odling 2008. JO 16 SM 0902, Statistiska Centralbyrån, Örebro.

SJV 2005. Växtnäringsförsörjning inom ekologiska produktionsformer. Rapport 2005:13. Jordbruksverket, Jönköping.

SJV. 2006. Jordbruksverkets foderkontroll 2005. Rapport 2006:15. Jordbruksverket, Jönköping.

SimaPro7. 2007. PRé Consultants B.V. Amersfoort. Nederländerna. [www.pre.nl](http://www.pre.nl).

Steen, I., 1998, Phosphorus availability in the 21:th century, Management of a non-renewable resource, *Phosphorous and Potassium No. 124:24-31*.

Strid Eriksson I, Elmquist H, Stern S & Nybrant T. 2005. Environmental System Analysis of Pig Production, The Impact of Feed Choice. *International Journal of LCA* 10 (2) 143-154.

Tynelius G. 2008. Klimatpåverkan och förbättringsåtgärder för Lantmännens livsmedel – fallstudie Kronfågeln slaktkyckling. Examensarbete. Institutionen för Teknik och samhälle, Miljö- och Energisystem, Lunds Tekniska Högskola.

Williams A G, Audsley E and Sanders D L. 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Bedford: Cranfield University and Defra. Available on [www.silsoe.cranfield.ac.uk](http://www.silsoe.cranfield.ac.uk), and [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk).

### ***Personliga meddelanden***

Jan-Olof Bohlin, 2008, Svenska Lantägg, Skara

Magnus Bohlin, 2008, Gotlandsägg, Stenkyrka

Svenska Ägg, 2008, Svenska Ägg, Stockholm

Lars Pettersson, 2008, Svenska Foder, Lidköping

Bengt Larsson, 2009, Svenska Foder, Lidköping

