

JTI
Uppdragsrapport

Kartläggning av jordbrukets energianvändning

Ett projekt utfört på uppdrag av Jordbruksverket

Författare
Andras Baky
Martin Sundberg
Nils Brown

© **JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2010**

Uppdragsgivaren har rätt att fritt förfoga över materialet.

Tryck: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala 2010

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Bakgrund.....	8
Syfte och mål.....	8
Avgränsning	9
Jordbrukets struktur	9
Användning av direkt energi inom jordbruket.....	10
Användning av indirekt energi	10
Använda enheter för att beskriva användningen av energi.....	12
Total förbrukning av diesel för odling och skörd och djurhållning	12
Odling och skörd.....	13
Jordbearbetning, gödsling och sådd	14
Tröskning och halmbärgning	14
Slåttervall	15
Betesvall.....	16
Grönfoder	16
Övriga grödor	17
Total förbrukning av diesel för odling och skörd.....	18
Inomgårds transporter	18
Stallgödsel	19
Inomgårds djurhållning.....	20
Inomgårds energianvändning	21
Nötkreatur	22
Mjolkproduktion.....	22
Nötboskap till kött	24
Svin	24
Fjäderfä	25
Äggproduktion.....	26
Slaktkyckling	26
Får, get och häst	26
Total årlig inomgårds energiförbrukning vid djurhållning	27
Mjölkkor	27
Övrig nöt till kött	27
Smågrisar	28

Slaktsvin	28
Äggproduktion.....	29
Slaktkyckling	29
Förslag till åtgärder som leder till minskad användning av energi i jordbruket	29
Minskad jordbearbetning	30
Täckta gödsellager	31
Lastbilstransport i stället för traktortransport.....	32
Pumpning av gödsel till åker.....	33
Eldrivna omrörare av gödsel.....	33
Ventilation.....	34
Belysning.....	34
Verktyg för energimätning mm.....	34
Referenser	35

Förord

Föreliggande studie sker på uppdrag av Jordbruksverket. Projektet är ett av tre delprojekt som omfattar kartläggning av jordbrukets energianvändning. De övriga delprojekten omfattar uppvärmning och torkning samt växthus och trädgårdsväxter. Projektledare vid JTI är Andras Baky (Forskare). Övrig personal vid JTI som hjälpt till att ta fram och sammanställa underlag är Martin Sundberg (Forskare) och Nils Brown (Forskare)

Uppsala i december 2009

Lennart Nelson

VD för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

På uppdrag av Jordbruksverket har JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik genomfört ett uppdrag där jordbrukets användning av energi har kartlagts. I uppdraget ingår förutom att ta fram hur mycket energi som används inom jordbruket även föreslå åtgärder för att minska användningen av energi samt en utblick mot framtiden om det svenska jordbrukets utveckling.

Studien är begränsad till att omfatta användningen av drivmedel och el vid fältarbeten och inomgårds arbeten samt energi till uppvärmning. Energi för uppvärmning av bostadshus och torkning ingår inte i uppdraget. Energi använd vid odling i växthus samt odling av frukt och bär ingår inte i uppdraget. Dessutom ingår inte åtgärden sparsam körning.

Det svenska jordbruket använder i storleksordningen 3.11 TWh energi i form av diesel, el Olja och bibränslen, exklusive torkning och växthus (Tabell 1). Till denna direkta energianvändning kommer ca 3,64 TWh indirekt energi, varav användning av handelsgödsel utgör ca 2,31 TWh.

Tabell 1. Jordbrukets direkta användning av energi exklusive energi till, torkning och växthus

	El	Diesel	Olja	Bibränsle	
Odling och skörd	0	1 449	0	0	GWh/år
Stallgödselhantering		121			GWh/år
Mjölkkor	341	118	0	0	GWh/år
Köttdjur	76	466	0	0	GWh/år
Smågrisar	134	5	79	32	GWh/år
Slaktsvin	66	0	0	0	GWh/år
Slaktskyckling ¹	20	0,6	46	116	GWh/år
Äggproduktion ²	19	0,2	19	0	GWh/år
Summa energi	656	2 160	144	148	GWh/år

En kartläggning av jordbrukets energianvändning blir aldrig heltäckande. Underlagen som finns tillgängliga uppvisar en stor variation och i vissa fall saknas bra underlag. Underlag för bedömning av energianvändning saknas för djur som får, getter och hästar. Hästar finns det 284 000 st. år 2004 varav 96 000 fanns på jordbruk. Troligen är det endast en mycket liten andel som används som arbetshästar, de allra flesta finner sin användning utanför jordbruket. Får och getter förekommer i begränsad omfattning i dag. De används i första hand för att producera mjölk och kött, men energiinsatsen är okänd.

Det svenska jordbruket är på väg mot färre men större företag. Enheterna blir större, exempelvis var medelgården för mjölk 46 mjölkkor år 2005 och var år 2009 59 mjölkkor. Antalet företag har minskat från 26 000 år 2005 till 21 700 år 2009. En ökad energiproduktion, både som leverantör av råvaror och mottagare av biprodukter medför att energianvändningen påverkas. Energianvändningen

påverkas troligen i framtiden även av en ökad gårdsbaserad produktion av energi, i första hand biogas till kraftvärme.

Variationerna är dock mycket stora och jordbrukets totala energianvändning kan variera mellan 1,64 TWh till 4,04 TWh beroende på hur dataunderlag utnyttjas.

Det finns olika åtgärder som kan vidtas. Då användningen av diesel dominerar över användningen av el är det intressant att fokusera på att minska dieselförbrukningen. Fältarbeten och skörd är där den största förbrukningen av diesel sker. Åtgärder som kan vidtas är i första hand att jordbrukarna kör på ett mer energieffektivt vis. Andra åtgärder är

- Reducerad jordbearbetning
- Ersätta transporter med traktor och vagn med lastbil
- Transport av gödsel med annan utrustning än den egna spridaren

Inomgårds användning av energi är i första hand el till belysning, ventilation, utgödsling, utfodring mm. Även utfodring och utgödsling som använder diesel förekommer. Framförallt mjölkgårdar använder både diesel och el vid utfodring.

De största variationerna i energianvändning förekommer inom gården i samband med djurhållning. Det är svårt att generellt uttala sig om åtgärder för att minska energianvändningen inomgårds. Borträknat uppvärmning är det ventilation och belysning som är de stora energiförbrukarna. Utgödsling oavsett om den sker med el eller med diesel utgör endast en mindre andel av energiförbrukningen.

Vård och underhåll av ventilation är en enkel och effektiv åtgärd som kan minska energianvändning med 10 %. Medvetna teknikval som är beroende av stalltyp och lokala förutsättningar kan reducera användningen med upp till 60 %. Väl genomtänkt och underhållen belysning kan spara ca 30 %. Där möjligt, byt från glödlampor till lågenergilampor eller lysrör.

Användningen av indirekt energi domineras av produktionen av handelsgödsel. Den utgör ca 2,7 TWh/ år. Genom att använda handelsgödsel som tillverkas med i dag bästa tillgängliga teknik kan den indirekta energiförbrukningen sänkas till ca 1,6 TWh/ år.

Bakgrund

Regeringen har gett Statens energimyndighet, Skogsstyrelsen, Statens Jordbruksverk, Fiskeriverket och Sametinget i uppdrag att kartlägga de areella näringarnas energianvändning och ge förslag på möjliga åtgärder för energieffektivisering.

Syfte och mål

Målet med uppdraget är att;

- Kartlägga jordbrukets energianvändning. Med kartläggning avses att ta fram ett kunskapsunderlag som beskriver den nuvarande energianvändningen, särskilt fossil energi.

- Redogöra för möjlig potential för energieffektivisering inom ovan nämnda område. Med potential avses en jämförelse mellan dagens situation och en övergång till bäst tillgängliga teknik.
- Ge förslag på möjliga åtgärder för energieffektivisering inom ovan nämnda område

Uppdragets genomförande bör ta hänsyn till redan genomfört arbete både nationellt och internationellt. Hänsyn bör även tas till förväntad utveckling av näringsarnas energianvändning.

Avgränsning

Denna studie är avgränsad till att kartlägga användning av drivmedel vid odling, skörd och transporter och inomgårds användning av energi. I studien ingår inte energi som används för uppvärmning och till torkning. Undantaget från studien är även energianvändning vid odling i växthus samt specialgrödor exv. sallad och frukt- och bärödling. Jordbrukets användning av drivmedel vid olika sidoverksamheter som snöröjning, transporter etc. ingår inte i studien.

Extern energianvändning som användning av handelsgödsel, plast, kalk, bekämpningsmedel mm ingår såtillvida att energiinsatsen av använd mängd belastar jordbruket. Åtgärder som syftar till att minska energianvändningen vid produktion och distribution av förnödenheter ingår inte utan endast energiandelen allokerad till användningen.

Energi för uppvärmning och torkning ingår inte i kartläggningen. Energi till uppvärmning redovisas, men inga åtgärder för att minska energi till uppvärmningen redovisas.

Jordbrukets struktur

En genomgående trend under den senaste 10-årsperioden är att antalet lantbruksföretag minskar och att de kvarvarande företagen blir större. Samtidigt har besättningsstorlekarna ökat. Denna trend pågår fortfarande. Arealen åkermark är stabil runt ca 2,7 miljoner hektar. En ny trend inom jordbruket är att förutom att vara en leverantör av livsmedel ska lantbruket även vara en leverantör av energi. Energi kommer dels från rena åkergrödor som spannmål och oljeväxter, men även från ett ökat utnyttjande av restprodukter som halm och gödsel. Energimarknaden visar ett intresse för Salix, men intresset från böndernas sida är lågt för närvarande. Orsaken tros bl. a. vara dålig lönsamhet för Salix.

Det finns ett ökat intresse från lantbruket att producera biogas från i första hand gödsel, men även från vallgrödor. En ökad energiproduktion från lantbruket medför att ett ökat behov av energi för att driva processer som exempelvis röt-kammare. Samtidigt som jordbruket levererar energi i form av biogas till kraftvärme och fordon. Denna trend med ökad energiproduktion från jordbruksrelaterade råvaror medför ändrad energianvändning både användning och produktion. Det kan även leda till att i första hand restprodukter som halm och gödsel transporteras mer än innan.

Energi från jordbruksprodukter och restprodukter genererar olika biprodukter som kan utnyttjas av jordbruket. Exempelvis etanol från spannmål genererar drank som kan användas som foder, samma gäller för rapskaka vid pressning av raps. Båda dessa biprodukter kan användas som foder till djur och kan till en viss del ersätta importerade proteinfoder som sojamjöl.

Användning av direkt energi inom jordbruket

Med direkt energi avses den energi som faktiskt förbrukas på gården. Den direkta energin är drivmedel, el och värme. År 2007 använde det svenska jordbruket 13 020 m³ bensin, 278 762 m³ diesel, 3 893 m³ RME och 415 m³ etanol som drivmedel till fordon, dessutom användes 1,4 TWh elenergi. Till denna energianvändning tillkommer energi för uppvärmning och torkning samt energianvändning i växthus (SCB, 2008). Utöver denna användning användes även 55 840 m³ eldningsolja för uppvärmning. Inkluderas användningen av bioenergi använder jordbruket ytterligare 1,2 TWh energi för uppvärmning, till största del biobränslen som ved, pellets, halm mm. Även en del gasol och naturgas ingår i den siffran (SCB, 2008).

Edström m fl. (2005) beräknade den direkta energianvändningen inom det svenska jordbruket till 3,69 TWh per år. Där ingår användningen av diesel till odling och skörd och transporter (1,82 TWh), el (1,09 TWh) samt olja till torkning och uppvärmning (0,79 TWh).

Att korrekt beräkna jordbrukets användning av energi är svårt. Statistiken från SCB (2008) utgår från enkätundersökning av ett urval av jordbruksföretag. Underlaget kan vara behäftat med ett antal felkällor som anges i SCB (2008). Skillnaderna mellan SCB (2008), Edström m fl. (2005) och denna studie kan bero på olika orsaker. Olika dataunderlag och tolkningar hur underlaget ska användas kan påverka i det enskilda fallet (grödan etc.). Skillnaden mellan Edström m fl. (2005) och denna studie är liten ca 20 % medan skillnaden till SCB (2007) är ca 46 %. Statistiken ska spegla jordbrukets användning av olika energibärare, vilket bl.a. innebär att användningen vid inköpta tjänster inräknas (SCB, 2008). Detta är inte fallet för denna studie eller för Edström m fl. (2005), i dessa studier har användningen av energi vid olika verksamheter beräknats. En orsak till skillnader i energiförbrukningen är att jordbrukets kombinationsverksamheter inte ingår. Ungefär 23 % av jordbruksföretagen sysslar med någon form av sidoverksamhet som inte utgörs av ren jordbruksproduktion. Kombinationsverksamheter är entreprenadverksamhet, produktion av förnybar energi, vattenbruk, turism, hantverk mm (Jordbruksverket, 2008a)

Användning av indirekt energi

Indirekt energi är energi som förbrukas som effekt av gårdens produktion, men energiförbrukningen sker utanför gården. Exempel på indirekt energi som belastar jordbruket är tillverkning av lika förnödenheter som handelsgödsel, bekämpningsmedel, plast, kalk, importerat foder etc. Även den direkta energianvändningen har en indirekt energiförbrukning. Drivmedel, el och olja till värme ska produceras och distribueras.

Enligt Edström m fl. (2005) är den indirekta energianvändningen totalt 4,15 TWh per år. Där utgör produktion av handelsgödsel 68 % av den indirekta energianvändningen.

I Tabell 2 finns en sammanställning av den indirekta energiförbrukningen från Edström m fl. (2005) jämfört med nya beräkningar i denna studie. Antagandet är att energiförbrukningen per produkt är oförändrad jämfört Edström m fl. (2005) men att mängden förnödenheter uppdaterats

- Handelsgödsel år 2001 användes 174 300 ton N, 14 700 ton P och 30 100 ton K. Motsvarande siffror år 2007 var 156 900 ton N, 11 800 ton P och 25 000 ton K (SCB, 2008a)
- Mängden bekämpningsmedel år 2004 var 1 718 ton aktiv substans, år 2007 var mängden 1 643 ton aktiv substans (SCB, 2009a)
- Mängden kalk har minskat från 140 000 ton år 2004 till 119 000 ton år 2007 (SCB, 2008b).
- Mängden ensilageplast har ökat från 12 600 ton år 2003 till 15 900 ton år 2005 (SCB m fl., 2007)
- År 2003 köpte det svenska jordbruket 1 900 000 ton foder. Energi för att transportera, inhemskt foder, producera och transportera importerat foder samt blanda dessa till foderblandningar ingår o indirekt energianvändning för foder. År 2007 var mängden foder totalt 1 444 000 ton (SCB, 2009a).
- Transporter i av förnödenheter beräknat från Edström m fl. (2005) till 90 kWh diesel per ton förnödenhet transporterad.

Tabell 2. Beräknad energianvändning vid tillverkning och transport av förnödenheter som används inom det svenska jordbruket.

Förnödenhet	Energi	År	Energi	År	Enhet
Handelsgödsel	2 710	2001	2 310	2007	GWh
Bekämpningsmedel	109	2004	90	2007	GWh
Kalk	47	2001	40	2007	GWh
Ensilageplast	241	2004	303	2007	GWh
Utsäde	24	2004	17	2007	GWh
Inköpt foder	886	2003	678	2008	GWh
Transporter	225		204		GWh
Summa energi	4 242		3 642		GWh

Tabell 2 ger en ögonblicksbild av den indirekta energianvändningen. Den påverkas av bl. a. Priset på förnödenheter, behovet av kemisk bekämpning, arealer av olika grödor mm.

Det är i första hand tillverkningen av handelsgödsel som står inför en större förändring. Den beräknade energiinsatsen utgår från äldre teknik som är ett medeltal för världsproduktionen av handelsgödsel (Jenssen och Kongshaug, 1998). För närvarande pågår ett tekniskifte inom industrin som tillverkar handelsgödsel. Tillämpas bästa tillgängliga teknik för produktion av handelsgödsel sjunker energibehovet ned till ca 1,6 TWh per år.

Använda enheter för att beskriva användningen av energi

Vid kartläggning av energianvändningen inom det svenska jordbruket anges dels den totala årliga förbrukningen av drivmedel (diesel) och elektricitet. Grundenheten är kWh diesel respektive kWh el. Dessutom anges energiförbrukningen per producerad mängd vara eller produkt eller areal. Energi som används vid odling och skörd av grödor anges som kWh/ ha och GWh/ år.

Djurproduktion beror av vad som produceras. Energianvändningen för mjölkkor anges som kWh/ kg mjölk. Köttproduktion anges på basen kWh/ kg kött. Med kg kött avses kg fett och benfritt kött. Andelen fett och benfritt kött beräknas för olika djurslag enligt (Tabell 3).

Tabell 3. Utbytet av fett och benfritt kött från olika djurslag

	Slaktsvin ¹	Suggor ¹	Kor ²	Stutar ²	Kvigor ²	Slaktkyckling ³
Slaktvikt	113	150	670	620	565	1,7
Slaktutbyte	73 %	46 %	52 %	54 %	52 %	-
Slaktkropp	82	69	345	335	291	-
Klassificering	57 %	60 %	75 %	75 %	75 %	55 %
Fett- och benfritt kött	47	41	259	251	218	0,94

¹ Cederberg och Dareljus (2001)

² Cederberg och Nilsson (2004)

³ Widheden m fl. (2001)

Total förbrukning av diesel för odling och skörd och djurhållning

Jordbruket använder energi till en mängd olika ändamål som odling och skörd av odlade grödor, inomgårds hantering av husdjur och skördade grödor osv. Utöver de gårdar som har renodlad produktion av mjölk, kött eller ägg finns det gårdar som kombinerar olika produktionsformer. De finns medtagna i Tabell 4 men saknar information om användningen av energi

Tabell 4. Användningen av el, diesel olja (GWh/ år) inom det svenska jordbruket.

Grupp	El	Diesel	Olja	Biobränn sle	Antal företag ¹
Odling och skörd	0	1 449	0		72 609 ²
Djurhållning, nötkreatur, mjölk	341	118			6 300
Djurhållning, nötkreatur, kött	76	466			10 934 ³
Djurhållning, smågris	134	5	79	32	141
Djurhållning, slaktsvin	66	0	0		220
Djurhållning, slaktkyckling	20	0,6	46	116	30
Djurhållning, ägg	19	0,2	19		181
Stallgödselhantering		121			18 750
Summa	656	2 160	144	148	

¹ Jordbruksverket (2008)

² Samtliga jordbruksföretag

³ Summan av kategorierna nötkreatur köttdjur och nötkreatur blandat

Utöver antalet företag i Tabell 4 finns det

- 499 företag med Djurhållning blandat mjölk och kött
- 382 företag med djurhållning blandat smågrisar och slaktsvin
- 2 företag med djurhållning blandat slaktskyckling och ägg

Energiförbrukning för dessa företag finns inkluderat i den beräknade energiförbrukningen redovisad i Tabell 4.

Odling och skörd

Beräkningar av dieselåtgången för odling och skörd har gjorts för ett stort antal grödor enligt samma uppställning som SCB använder i sin årliga sammanställning av åkermarkens användning i Jordbruksstatistisk årsbok (SCB, 2009a). Dessa grödor och odlingarnas omfattning redovisas i Tabell 5. För varje gröda har dieselåtgången per hektar beräknats, viket tillsammans med odlad areal ger den totala förbrukningen för de enskilda grödorna.

Det ska påpekas att dieselförbrukningen för spridningen av stallgödsel ingår inte i dessa beräkningar, utan redovisas i ett separat avsnitt.

Tabell 5. Åkermarkens användning till olika grödor i Sverige, (SCB, 2009a).

Gröda	Areal, ha	Gröda	Areal, ha
Höstvete	311 632	Ärter & åkerbönor	17 414
Vårvete	49 915	Konservärter	7 343
Råg	27 581	Bruna bönor	498
Höstkorn	10 396	Grönfoder	44 619
Vårkorn	395 367	Slåttervall	870 740
Havre	227 588	Betesvall	183 380
Rågvete	49 287	Frövall	14 260
Blandsäd	15 955		
Matpotatis	19 590	Energiskog	14 201
Potatis för stärkelse	7 293	Trädgårdsväxter	14 727
Socketbetor	36 778	Andra växtslag	5 595
Raps & rybs	89 506	Träda	146 527
Oljelin	3 534	Ospec. åkermark	7 583
Totalt			2 631 482

Nedan redovisas beräkningsgång och vilka indata som använts för att uppskatta dieselförbrukningen vid olika fältarbeten.

Jordbearbetning, gödsling och sådd

För spannmålsgrödor, oljeväxter och trindsäd görs det årligen två harvningar för såbäddsberedning. För vårsådda grödor används kombisådd (samtidig sådd och gödsling), medan höstgrödor sås med vanlig såmaskin på hösten och gödslingen görs separat på våren. Gödsling med mineralgödsel utförs vid ett tillfälle, förutom när det gäller höst- och vårvete som gödslas i snitt 1,5 gång för att få upp proteinhalten. Årligen görs en kemisk bekämpning mot ogräs. Vartannat år sprutas vete och korn mot svamp (1,5 bekämpningar/år). Vältning efter sådd samt stubbearbetning efter skörd utförs inte alltid och har därför satts till 0,5. Kemisk bekämpning av ogräs på stubben görs i genomsnitt vart fjärde år (0,25 bekämpningar/år) Plöjning utförs genomgående. De indata på dieselåtgång som används i beräkningarna redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Dieselförbrukning vid fältarbeten.

Arbetsoperation	Dieselåtgång, liter/ha	Källa
Harvning	5	Flysjö m.fl., 2008
Spridning av handelsgödsel	2	Dalgaard m fl., 2002
Sådd (konv.)	3,3	Danfors, 1988
Sådd (kombi)	10	Flysjö m.fl., 2008
Vältning	2	Dalgaard m fl., 2002
Kemisk bekämpning	1,5	Dalgaard m fl., 2002
Stubbearbetning	8	Flysjö m.fl., 2008
Plöjning	20,6	Danfors, 1988

Tröskning och halmbärgning

För de grödor som skördetröskas har dieselförbrukningen vid tröskning satts till 5 liter per hektar i ”tomgångsförbrukning” plus 2 liter per ton spannmål (Johansson, 1998). Vid skördetröskning kan halmen antingen hackas för att sedan brukas ned i jorden, eller också pressas i balar för att användas i djurhållningen. Om halmen hackas är det räknat med en ökad dieselförbrukning på 0,55 liter per ton halm (Lundin, 2001). I det fall halmen pressas åtgår 1,9 liter diesel per ha i ”tomgångsförbrukning” plus 1,2 liter per ton halm. Baserat på uppgifter från Johansson (1998) har dieselåtgången i liter per ha för transporten av kärna eller frö beräknats enligt: $0,615 \cdot \text{avkastningen/ha}$, samt för transporten av bärgad halm enligt: $1,17 \cdot \text{halmskörd/ha}$. De indata som använts för dessa beräkningar redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Avkastning, halmmängder samt andel bärgad halm för de grödor som skördetröskas.

Gröda	Avkastning, kg/ha ¹	Halmmängd, % av kärnskörd ⁶	Andel av halmen som bärgas, % ⁴
Höstvete	6 184	75	30
Vårvete	4 966	75	30
Råg	5 580	95	30
Höstkorn	5 280 ²	65 ⁴	30
Vårkorn	4 280	65	30
Havre	3 997	70	30
Rågvete	5 110 ²	90	30
Blandsäd	3 260 ²	70 ⁴	30
Ärter & åkerbönor	2 650 ³	100 ⁴	0
Bruna bönor	1 500 ⁴	70 ⁴	0
Raps & rybs	890 ⁵	130	0
Oljelin	1 650 ²	130 ⁴	100
Frövall	600 ⁴	340 ⁷	100

1) SCB, 2009a om inte annat anges.

2) SCB, 2009b. Genomsnitt 2003-2008.

3) SCB, 2009b. Vägt medel utifrån medelskördar och arealer för resp. gröda 2003-2008.

4) Egen bedömning

5) SCB, 2009a. Vägt medel utifrån medelskördar och arealer för höst- och vårsådd raps/rybs.

6) Hanson m.fl., 2006 om inte annat anges.

7) Nilsson, 2006.

Slåttervall

I beräkningarna har förutsatts att slåttervallarna ligger i tre år och att två skördar på sammanlagt 7 ton ts tas vart och ett av åren. Den i särklass vanligaste metoden att etablera slåttervall är som insådd i vårgöror, oftast spannmål (Westlin, pers. medd.). Detta innebär att den dieselförbrukning som är förknippat med etableringen, på något sätt borde fördelas mellan slåttervallen och spannmålsgrödan. Ett likartat allokeringssystem uppstår när det gäller hur man ska se på vallbrottet, eftersom en del av arealen med vårsådd spannmål inte stubbearbetas och plöjs på det sätt som förutsatts enligt ovan. Det sätt som här valts för att kringgå denna allokeringssystematik är att hänföra både valletablering och vallbrott till spannmålsgrödan. Detta innebär att de beräknade värdena på dieselåtgång för slåttervall blir något för låga, medan värdena för vårsådda grödor blir något för högt. Eftersom vi i detta arbete räknar på all åkermark blir dock den beräknade dieselförbrukningen på riksnivå korrekt.

Dieselförbrukningen för slåtter har satts till 6,5 liter per hektar och skörd (Lindgren m.fl., 2002). Ärligen ges två givror mineralgödsel, med en åtgång på vardera 2 liter diesel/ha (Tabell 8). Vallbrott föregås ofta av en kemisk bekämpning med glyfosat, vilket vi i dessa beräkningar antagit tillämpas i en omfattning motsvarande 50 %. Med dessa förutsättningar blir åtgången av diesel fram till och med slåtter totalt 17,8 liter per ha och år.

Hanteringen av grönmassan efter slåtter varierar beroende på vilket konserveringssystem som tillämpas. Här har preliminära uppgifter om dieselåtgång för

olika system använts (Edström, pers. medd.). Dessa värden innefattar all förbrukning av diesel efter slåtter och fram till dess att grönmassan ligger packad och försluten i respektive system, och inkluderar även transport på i genomsnitt 2,5 km, Tabell 8.

Tabell 8. Dieselförbrukning för bärgning (efter slåtter) och inläggning av två skördar grönmassa i olika konserveringssystem (Edström, pers. medd.).

	Tornsilo	Plansilo	Rundbal	Slang
Liter diesel per hektar och skörd	28,1	38,1	28,7	32,9

I en nyligen redovisad studie återfinns uppgifter på i vilken omfattning olika konserveringssystem används i Sverige (Pettersson m.fl., 2009). Uppgifterna baseras på en stor enkätundersökning till mjölkproducenter och visas i Tabell 9.

Tabell 9. Användning av olika ensileringssystem i Sverige, procent av allt ensilage (Pettersson m.fl., 2009).

	Tornsilo	Plansilo	Rundbal	Fyrkantbal	Slang	Markstack
Andel, %	14,5	34,8	45,7	0,8	1,9	2,2

På underlag av värdena i de båda tabellerna ovan har den totala dieselåtgången för bärgning och inläggning av vallfoder beräknats. Eftersom inga specifika uppgifter om dieselåtgång för de båda systemen med fyrkantbal och markstack funnits tillgängliga, har dessa vid beräkningarna likställts med systemen rundbal respektive plansilo.

En liten del av slåttervallen bärgas som hö, huvudsakligen i förstaskörden. Tidigare beräkningar har dock visat att dieselåtgången per hektar för hö är på samma nivå som för ensilage (Edström m.fl., 2005). Vi har därför i detta arbete inte bedömt som meningsfullt att dra ut och särberäkna den del av vallskörden som bärgas i form av hö.

Betesvall

De maskinella skötseloperationerna av betesvall har antagits bestå av två putsningar (å 6,5 liter diesel/ha) och två givor mineralgödsel (å 2 liter diesel/ha).

Grönfoder

Av den totala arealen grönfoder på nästan 45 000 ha används den största delen till helsäd, men drygt 12 000 ha är silomajs. Fälтарbeten avseende etablering, växtskydd och jordbearbetning för dessa båda grödor antas ske på samma sätt som för de flesta av spannmålsgrödorna, vilket ger en grundförbrukning av diesel på 47,1 liter per ha. Bärgnings- och konserveringsmetoderna skiljer emellertid mellan helsäd och silomajs. Helsäden har här antagits bärgas och konserveras som rundbalsensilage, medan silomajsen förutsätts skördas med självgående hack och konserveras i plansilo.

Bärgningen av helsäd i balar sker på samma sätt som för vallfoder, men med den skillnaden att helsäden bärgas vid enbart ett tillfälle. Eftersom arbetet bedöms kunna ske mer rationellt vid endast en skörd, har det värde på dieselåtgång efter slåtter som använts för vallfoder, tabell 00, reducerats med 20 % (egen bedömning). Den totala förbrukningen av diesel för helsäd har då beräknats till 76,6 liter per hektar.

För hackningen av silomajs åtgår 1,75 liter diesel/ton ts (baserat på DLG, 2004), för transport och avlastning 0,71 liter diesel/ton ts (Edström, pers. medd.) och för packningen i plansilo 1,2 liter diesel/ton ts (Edström, pers. medd.). Med en avkastning på 10 ton ts/ha (egen bedömning - inga officiella siffror finns tillgängliga) ger detta en sammanlagd dieselförbrukning på 83,7 liter per hektar. Den totalförbrukning av diesel som anges i slutsammanställningen är ett med hänsyn till odlingsareal vägt medelvärde för silomajs och helsäd.

Övriga grödor

När det gäller **potatis och sockerbeter** har dock schablonvärden på totala dieselförbrukningen per hektar använts. För matpotatis användes värdet 135,5 l/ha (Ahlgren, 2003), för potatis till stärkelse 150 l/ha (Edström m.fl., 2005) och för sockerbeter 130 l/ha (Agriwise, 2004). Dieselåtgång för alla fältarbeten samt skörd av **konservärter** har satts till 53 respektive 71 liter per hektar (Sonesson m.fl., 2007). Vid lastbilstransporten av ärterna till fabrik beräknas åtgå 0,29 liter diesel per kilometer (NTM, 2007). Detta tillsammans med en antagen lassvikt på 35 ton, en levererad mängd på 4,9 ton per hektar (Sonesson m.fl., 2007) och ett vägt medelavstånd till fabrik på 57 km (Sonesson m.fl., 2007), ger en dieselåtgång för transport 4,6 liter per hektar. Den totala dieselförbrukningen för odling av konservärter blir då 128,6 liter/ha. För odling av **trädgårdsväxter** har samma dieselförbrukning som vid odling av matpotatis antagits – 135,5 liter/ha. För kategorierna **andra växtslag** och **ospecificerad åkermark** har grova antagande gjorts om att förbrukningen av diesel uppgår till 40 respektive 20 liter/ha. För arealen i **träda** har det räknats med en årlig putsning som förbrukar 6,5 liter diesel per hektar.

Total förbrukning av diesel för odling och skörd

En sammanställning av dieselförbrukning vid odling och skörd fördelat på de olika grödorna, samt totalt för all åkermark återfinns i Tabell 10.

Tabell 10. Dieselåtgång per hektar och totalt för olika grödor.

Gröda	liter/ha	ha	m ³ totalt	GWh
Höstvete	71,3	311 632	22 234	232
Vårvete	71,9	49 915	3 587	35
Råg	68,7	27 581	1 896	20
Höstkorn	66,7	10 396	693	7
Vårkorn	70,0	395 367	27 690	271
Havre	68,6	227 588	15 604	153
Rågvete	66,7	49 287	3 290	35
Blandsäd	66,1	15 955	1 054	10
Ärter & åkerbönor	63,2	17 414	1 101	11
Konservärter	128,6	7 343	945	11
Bruna bönor	61,1	498	30	0,3
Grönfoder	78,5	44 619	3 504	36
Slåttervall	49,0	870 740	42 650	420
Betesvall	17,0	183 380	3 117	29
Frövall	20,5	14 260	293	3
Matpotatis	135,5	19 590	2 654	26
Potatis för stärkelse	150,0	7 293	1 094	11
Socketbetor	130,0	36 778	4 781	47
Raps & rybs	60,0	89 506	5 368	57
Oljelin	65,4	3 534	231	2
Energiskog		14 201		
Trädgårdsväxter	135,5	14 727	1 996	
Andra växtslag	40,0	5 595	224	2
Träda	6,5	146 527	952	9
Ospec. Åkermark	20,0	7 583	152	1
Totalt all åkermark		2 571 309	147 900	1 449

Till detta tillkommer enligt Edström m fl. (2005) 2 710 GWh indirekt energi för handelsgödselproduktion. Nyare data från Jenssen och Kongshaug (2003) gör gällande att energibehovet vid tillverkning av handelsgödsel sjunker då bästa tillgängliga teknik för tillverkning används. Denna bästa tillgängliga teknik har börjat införas inom EU. Enligt den blir energibehovet för handelsgödsel ca 1 640 GWh/ år, dvs. i samma storleksordning som dieselanvändningen vid odling och skörd. Indirekt energi för övriga förnödenheter som bekämpningsmedel, ensilageplast, kalk, utsäde etc. har samma indirekta energibehov som i Edström m fl. (2005). Produktionen har inte förändrats.

Inomgårds transporter

Inomgårds transporter är transport av skördad vara från fält till gård, uttransport av stallgödsel från gödsellager till fält samt transporter av foder inom gården.

Stallgödsel

Hanteringen av stallgödsel från lager till och med spridning innefattar arbetsmomenten omrörning och pumpning flytgödsel, lastning av fastgödsel, transport och spridning. I dess beräkningar har vi utgått från den totala mängden stallgödsel i Sverige, samt hanteringsformer och spridningsmetoder för denna.

Vilka hanteringsformer som används för stallgödsel, och hur dessa fördelas på olika djurslag har kartlagts av SCB (2008a) och finns återgiven i Tabell 11.

Tabell 11. Hanteringsformer för stallgödsel i Sverige fördelat på olika djurslag, 1000-tal ton (SCB, 2008a).

Djurslag	Fastgödsel	Kletgödsel	Djupströ	Urin	Flytgödsel	Totalt
Nötkreatur	3 230	450	680	1 490	12 730	18 560
Svin	230			120	2 750	3 150
Övriga						470
Summa	3 460	450	680	1 610	15 480	22 180

I Tabell 12 visas de värden på dieselförbrukning som används för omrörning, lastning och spridning av gödseln. Siffrorna redovisas av Johansson (1999) och härrör huvudsakligen från Safely (1982). I förbrukningen för spridning ingår transport till och från fält, ca 0,5 km enkel väg.

Tabell 12. Förbrukning av diesel vid hantering av spridning av stallgödsel (Johansson, 1999).

Arbetsmoment	Liter diesel/ m ³ gödsel	Volymvikt ¹ , ton/m ³	Liter diesel/ ton gödsel
Lastning av fastgödsel	0,02	0,75	0,03
Omrörning och pumpning	0,13	1	0,13
Spridning av fastgödsel	0,25	0,75	0,33
Spridning av flytgödsel	0,5	1	0,50
D: o med myllningsaggregat	0,55	1	0,55
Spridning av urin	0,3	1	0,3

1) Steineck m.fl., 2000.

I vilken omfattning olika spridningsmetoder används för spridning av flytgödsel och urin finns redovisat av SCB (2008) och återfinns Tabell 13.

Tabell 13. Fördelning av spridningsmetoder för flytgödsel, % (SCB, 2008a).

Spridningsmetod	Procent
Bredspridning	54
Släpslang	41
Myllningsaggregat	4
Annan metod	1

Utifrån data i Tabell 12 har den sammanlagda diesellåtgången för olika gödselslag och spridningsmetoder beräknats, Tabell 14. Eftersom uppgifter om spridning med *släpslang* och *annan metod* saknas, har dessa båda metoder antagits ha

samma dieselförbrukning som bredspridning. Vidare antas att *kletgödsel* lastas som fastgödsel och har samma dieselåtgång vid spridning som flytgödsel.

Tabell 14. Förbrukning av diesel vid hantering av spridning av stallgödsel (Johansson, 1999).

Gödselslag	Liter diesel/ ton gödsel
Fastgödsel	0,36
Kletgödsel	0,69
Flytgödsel <i>bredspr.</i>	0,63
<i>myllning</i>	0,68
Urin	0,43

Detta ger tillsammans med de årligen producerade gödselmängderna en sammanlagd dieselåtgång enligt Tabell 15.

Tabell 15. Dieselförbrukning (m^3) vid hantering av stallgödsel

Djurslag	Fastgödsel	Kletgödsel	Djupströ	Urin	Flytgödsel	Totalt m^3	Totalt GWh
Nötkreatur	1 163	237	245	641	8 045	10 331	101
Svin	83	0	0	52	1 738	1 872	18
Övriga	169	0	0	0	0	169	1,7
Summa	1 415	237	245	692	9 783	12 372	121

Den totala dieselåtgången för att hantera stallgödsel från lager till och med spridning har således på riksnivå beräknats till knappt 12 500 m^3 .

Inomgårds djurhållning

Beräkningar av energiåtgången vid djurproduktion har beräknats. I resultaten ingår direkt energi använd vid olika delposter i djurhållningen. Djur hålls för att producera mjölk, kött och ägg (Tabell 16). Resultaten beroende på djurslag anges dels som el och dieselförbrukningen per kg kött, mjölk eller ägg. Undantaget smågrisar som anges per producerad smågris.

Tabell 16 Data om antal djur och produkter från olika djurslag.

Djurslag	Antal djur ^{1,2,3}	Antal slaktade djur	Ton produkt ⁴	Produkt
Nötkreatur				
Mjölkkor	365 581	102 171	2 981 000	mjölk
Övriga kor	181 036	37 190	41 730	kött
Kvigor, 1-2 år & < 2 år	300 943	43 260	11 860	kött
Tjurar och stutar, 1-2 år & < 2 år		164 655	70 930	kött
Kvig-, tjur- & stutkalvar > 1 år	493 197		8 500	kött
Svin				
Suggor	167 394	57 060	9 210	kött
Smågrisar	436 345	54 280	4 000	kött
Slaktsvin	974 112	2 959 370	139 090 ⁵	kött
Fjäderfä				
Slaktkyckling	6 189 185	76 108 920	107 310	kött
Höns 20 veckor el äldre	5 546 125	3 211 660	3 760	ägg
Höns för äggproduktion	1 648 634		78 300	kött
Kalkoner		471 260	2 730	kött
Får och getter				
Tackor och baggar	251 484	31 930	900	kött
Lamm	273 296	202 850	3 730	kött
Avelshonor	3 400			st.
Övriga, inkl killingar	2 100			st.
Hästar				
Totalt antal hästar	283 100	3 440	970	st.
Hästar på jordbruk	95 660			st.

¹ Jordbruksverket, 2009

² Jordbruksverket, 2009a

³ SCB, 2005

⁴ Jordbruksverket, 2009b

⁵ Ton produkt för slaktsvin är beräknad från antal slaktade djur och mängden fett och benfritt kött (47 kg/ slaktsvin, se Tabell 3)

Inomgårds energianvändning

Inomgårds energianvändning omfattar den energi som används i samband med produktion. Uppvärmning av bostadshus samt energi till torkning ingår inte. I samband med djurhållning finns det ett antal olika energiförbrukare (Tabell 17).

Tabell 17. Sammanställning av energiförbrukare och energislag vid inomgårds hantering av djur.

Energiförbrukare	Energislag	Energiförbrukare	Energislag
Belysning	El	Uppvärmning	El, olja, biobränsle
Ventilation	El	Mjölknings	El
Foder	El, diesel	Övrigt	El, diesel
Utgödsling	El, diesel		

Nötkreatur

Nötkreatur finns i många olika kategorier, i Tabell 16 finns det en sammanställning av ett antal olika kategorier. De främsta produkterna från nötkreatur är mjölk och kött. Mjölkkor genererar både mjölk och kött medan övriga kategorier antas generera enbart kött som produkt.

Mjölproduktion

Det finns ett stort antal olika tekniska lösningar för hur mjölkor är inhysta, utfodrade och mjölkade. Det är svårt att ge en generell bild av energianvändningen i samband med mjölproduktion. Kartläggningar av energi vid mjölkgårdar har utförts av Hörndahl (2007) och Neuman (2009). Dessa kartläggningar utgör underlaget för energianvändningen vid mjölkgårdar.

Tre olika system för mjölproduktion är identifierade

1. Uppbundna
2. Lösdrift, robotmjölkning
3. Övrig lösdrift

Hur många kor som finns inom respektive system och mjölproduktionen finns samlade i Tabell 18.

Tabell 18. Antal kor och mjölproduktion inom de olika systemen för inhysning av mjölkkor.

	Antal kor	kg Mjolk/ko	ton mjolk/år
Robotmjölkning	74 451	8 033	598 081
Övrig lös	99 161	8 372	830 176
Uppbundna	191 969	8 089	1 552 743
Totalt ¹	365 581		2 810 000

¹ SCB, 2008

Mellan de olika systemlösningarna är det små skillnader för de enskilda posterna. Skillnaden mellan de olika systemlösningarna är små, både avseende elförbrukning och dieselförbrukningen. Systemet med lösdrift och robotmjölkning har en högre energiförbrukning jämfört de två andra. Det är i första hand el i samband med mjölkning som är högre för robotmjölkning (Tabell 19). Förbrukning i tabell 19 har delats upp med antagandet att 10 % av energibehovet för icke-mjölknings ändamål belastar köttproduktion just från mjölkkor.

Tabell 19. Medelenergianvändning för systemen.

Energiförbrukare	EI		Diesel	
	Mjolk, kWh/kg mjölk	Kött, kWh/kg fett och benfritt kött	Mjolk, kWh/kg mjölk	Kött, kWh/kg fett och benfritt kött
Uppbundna system				
Belysning	0,022	0,075	0,000	0,000
Ventilation	0,026	0,091	0,000	0,000
Foder	0,014	0,047	0,032	0,112
Utgödsling	0,005	0,019	0,012	0,041
Mjolkning	0,043	0,000	0,000	0,000
Övrigt	0,004	0,012	0,000	0,001
Lösdrift, övriga				
Belysning	0,020	0,071	0,000	0,000
Ventilation	0,023	0,084	0,000	0,000
Foder	0,014	0,048	0,024	0,087
Utgödsling	0,007	0,026	0,007	0,026
Mjolkning	0,040	0,000	0,000	0,000
Övrigt	0,007	0,026	0,000	0,001
Lösdrift, mjölkrobot				
Belysning	0,030	0,102	0,000	0,000
Ventilation	0,023	0,081	0,000	0,000
Foder	0,018	0,062	0,024	0,084
Utgödsling	0,005	0,019	0,012	0,040
Mjolkning	0,059	0,000	0,000	0,000
Övrigt	0,007	0,025	0,000	0,000

Under posten ”mjolkning” i tabell 19 samlas all energianvändning i samband med mjolkning upp, mjölkkyllning, diskning (upp till 80 – 90 % varmvattenberedning) och mjolkning. Uppdelningen av mjölkningens energi i dessa underkategorier visas i tabell 20. Uppdelningen baseras på mätningar på endast ett fåtal gårdar för robot respektive konventionell mjolkning (Hörndahl, 2007 och Rasmussen och Pedersen, 2004).

Tabell 20: Medelenergianvändning för mjolkning från mätningar på 3 gårdar med konventionell mjolkning och tre gårdar med robotmjolkning

	Robotmjolkning, kWh/ kg mjölk	Konventionellmjolkning, kWh/ kg mjölk
Kyllning	0,019	0,018
Diskning (till 80 - 90 % uppvärmning)	0,011	0,007
System för mjölkskörd, totalt	0,029	0,016
varav vakuumpump	0,015	0,016
varav VMS funktion	0,012	Ej aktuell
varav mjölkpump	0,001	0,000
SUMMA	0,059	0,042

Nötboskap till kött

Energiförbrukningen avseende uppfödning av köttdjur är bristfällig. Enligt Cederberg och Nilsson (2004) är förbrukningen 2,2 kWh/ kg kött, varav 80 % av energin utgörs av fossil energi vid ranchdrift. I en studie av Cederberg och Darelius (2000) jämfördes konventionell och ekologisk uppfödning av köttdjur. Ett sammanvägt medeltal från de två studierna ger att energianvändningen vid uppfödning av köttdjur blev enligt Tabell 21

Tabell 21. Förbrukning av el och diesel vid produktion av nötkött (kWh/ kg kött)

	Medel	Max	Min
Fossil	6,7	9,7	1,8
El	1,01	2,03	0,22
Förnybart	0,04	0,04	0,04

Energiförbrukningen redovisad i Tabell 21 appliceras på samtliga olika typer av nötkreatur som skickas till slakt, exklusive mjölkkor. För mjölkkor är energiförbrukningen allokerat till kött från utslagskor och kvigor 10 % av den totala energi som åtgår vid mjölkproduktion enligt Tabell 19.

Svin

Svinproduktionen delas in i uppfödning av smågrisar och slaktsvin. Underlaget grundar sig på data från Hörndahl (2007) och Neuman (2009).

I smågrisar ingår kategorin suggor i produktion (SIP). En SIP producerar på årsbasis 24 smågrisar (Hörndahl, 2007). I Tabell 22 redovisas medelvärdet från olika förbrukare samt det högsta och lägsta värdet.

Vid uppfödning av smågrisar krävs extra värme när smågrisarna är nyfödda. Detta utförs vanligtvis med värmelampor, men ibland används golvvärme. Värmeanvändning för dessa poster ingår under kategori uppvärmning.

Utöver uppvärmning, som är en stor post vid uppfödning av smågrisar är belysning och ventilation de energiförbrukare som utgör den största andelen av energianvändningen.

Tabell 22. Förbrukning av el och diesel (kWh/smågris) vid uppfödning av smågrisar.

	Energislag	Medel	Max	Min
Utfodring	El	4,22	13,73	0,31
Utfodring	Diesel	0,00	0,00	0,00
Ventilation	El	9,18	17,54	3,66
Utgödsling	El	1,12	3,05	0,15
Utgödsling	Diesel	0,82	2,14	0,00
Belysning	El	12,43	101,71	0,76
Uppvärmning	El	16,32	31,88	0,15
Uppvärmning	Olja	27,23	80,83	0,00
Uppvärmning	Biobränsle	10,96	37,83	0,00
Övrig	El	2,82	11,71	0,31
Övrig	Diesel	0,84	1,37	0,31
Summa	El	29,76	147,74	5,19
Summa	Diesel	1,66	3,51	0,31
Summa uppv.	El	16,32	31,88	0,15
Summa uppv.	Olja	27,23	80,83	0,00
Summa uppv	Biobränsle	10,96	37,83	0,00

Vid uppfödning av slaktsvin har endast el identifierats som energi använd (Tabell 23). Ventilation och utfodring är de dominerande posterna, medans utgödsling endast utgör en mindre andel av den totala energianvändningen.

Tabell 23. Energiförbrukning (kWh/ kg kött) vid uppfödning av slaktsvin

	Energislag	Medel	Max	Min
Belysning	El	3,6E-02	1,5E-01	3,6E-03
Ventilation	El	2,4E-01	4,8E-01	3,6E-03
Foder	El	1,6E-01	4,5E-01	1,1E-02
Utgödsling	El	9,0E-03	6,5E-02	1,4E-04
Uppvärmning	El	1,2E-01	3,2E-01	8,7E-03
Övrigt	El	2,8E-02	7,8E-02	7,8E-02

Fjäderfä

Fjäderfäproduktion består av höns för äggproduktion och slaktkycklingar. Underlag för energianvändning är i första hand hämtad från Hörndahl (2007) och Neuman (2009). För både äggproduktion (Sonesson m fl., 2008) och slaktkycklingar (Widheden m fl., 2001) finns det LCA genomförda av produktionen.

Gödsel från fjäderfä hanteras som fastgödsel. Om gödseln torkas ökar energibehovet. Vid torkning ökas ts-halten i gödseln från 30 % till 85 % (Littorell, 2007), Det energibehovet motsvarar 0,005 kWh/kg ägg.

Äggproduktion

El dominerar energianvändningen vid äggproduktion. Energi för uppvärmning är också stor, då hönsen kräver en god miljö. Energi till ventilationen och värme dominerar användningen av energi (Tabell 24).

Tabell 24. Energiförbrukning vid äggproduktion (kWh/ kg ägg).

	Energislag	Medel	Min	Max
Utfodring	El	0,013	0,005	0,024
Ventilation	El	0,104	0,057	0,202
Utgödsling	El	0,003	0,001	0,012
Utgödsling	Diesel	0,002	0,002	0,002
Belysning	El	0,088	0,0001	0,257
Övrig	El	0,018	0,001	0,038
Summa el		0,227	0,064	0,533
Summa diesel		0,002	0,002	0,002
Uppvärmning	El	0,017	0,014	0,019
Uppvärmning	Olja	Värde saknas	0,248	Värde saknas

Slaktkyckling

Underlag för slaktkycklingar är hämtad från Hörndahl (2007). Det är ont om data avseende energiförbrukning vid uppfödning av slaktkycklingar. Vid sidan om energi till uppvärmning är belysning en stor energiförbrukare (Tabell 25).

Tabell 25. Energiförbrukning (kWh/ kg kött) vid uppfödning av slaktkycklingar.

	Energislag	kWh/kg kött
Utfodring	El	3,96E-03
Ventilation	El	4,56E-02
Belysning	El	1,34E-01
Utgödsling	El	1,47E-02
	Diesel	5,81E-03
Uppvärmning	Olja	4,15E-01
	Biobränsle	1,08E+00

Får, get och häst

För får getter och hästar saknas underlag för energianvändning för uppfödning och skötsel. Från får och getter produceras i första hand mjölk och kött samt ull från får. Hästar används till stor del utanför jordbruket. Endast ett litet antal hästar används som arbetsdjur inom jordbruket. Får och getter som föds upp till slakt föds till stor del upp extensivt och energiinsatsen är troligen låg. En stor andel av arbetet i häststallar sker manuellt.

Total årlig inomgårds energiförbrukning vid djurhållning

I Tabell 26 finns en sammanställning av den årliga medelförbrukningen från djurhållning. I tabellerna 26 till 31 finns den årliga variationen i energiförbrukning angiven för olika djurslag.

Tabell 26. Sammanställning av årlig energiförbrukning vid inomgårds djurhållning

	El	Diesel	Olja	Biobränsle	
Mjölkkor	341	118			GWh/år
Köttdjur (inkl. köttproduktion från mjölkkor)	76	466			GWh/år
Smågrisar	134	5	79	32	GWh/år
Slaktsvin	66				GWh/år
Slaktkyckling ¹	20	0,6	46	116	GWh/år
Äggproduktion ²	19	0,2	19	-	GWh/år
Summa energi	656	589	144	148	GWh/år

Mjölkkor

Den totala energiförbrukningen beräknas till i medeltal 341 GWh el och 116 GWh diesel. Variationen mellan högsta och lägsta förbrukning är stor (Tabell 27). Då system med uppbundna kor fortfarande utgör den största andelen står den för den största totala användningen av energi.

Tabell 27. Den totala energiförbrukningen för mjölk (GWh/år).

	El			Diesel		
	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
Uppbundet	182	545	75	74	383	8,7
Lösdrift mjölkrobot	90	175	43	23	45	8,7
Lösdrift, övrig	69	132	30	20	81	1,9
Total	341	851	148	118	509	19,3

Övrig nöt till kött

Energi använd vid uppfödning av nötkreatur till köttproduktion varierar mellan 140 till 845 GWh/år, med medeltalet 542 GWh/år (Tabell 28), el och diesel sammanslaget. I denna energiförbrukning ingår troligen även energi för indirekt foderproduktion. Hur köttjuren utfodras och hur de är inhysta påverkar energianvändningen.

Tabell 28. Energiförbrukning vid uppfödning av nötkreatur till köttproduktion (GWh/ år).

	El			Diesel		
	Medel	Ma x	Min	Medel	Ma x	Min
Kor	8	23	4	5	20	1
kvigor, < 2 år	9	18	2	60	86	16
Tjurar och stutar, 1-2 år	42	85	9	282	406	74
Tjurar och stutar, < 2 år	11	23	2	76	109	20
Tjur- och stutkalvar > 1 år	6	13	1	43	62	11
Summa	76	162	18	466	683	122

Smågrisar

I Tabell 29 anges elanvändningen exklusive uppvärmning samt el som används till uppvärmning. Den totala elanvändningen är summan av dessa poster.

Tabell 29. Energiförbrukning (GWh/ år)

	Medel	Max	Min	Kommentar
El	86,3	428,4	15,0	Exklusive uppvärmning
Diesel	4,8	10,2	0,9	Exklusive uppvärmning
El	47,3	92,5	0,4	Uppvärmning
Olja	79,0	234,4	0,0	Uppvärmning
Biobränsle	31,8	109,7	0,0	Uppvärmning

Slaktsvin

Endast el har identifierats som energi använd vid uppfödning av slaktsvin (Tabell 30). Troligen används en del energi med annat ursprung både fossil och förnybart. Troligen utgör icke el en mindre andel av energin använd vid uppfödning av slaktsvin.

Tabell 30. Energiförbrukning (GWh/ år) vid uppfödning av slaktsvin

	Energislag	Medel	Ma x	Min
Exklusive uppvärmning	El	66	170	60
Inklusive uppvärmning ¹	El	82	215	69

¹ Uppvärmning kan vara annan källa än el

Äggproduktion

Uppvärmning av framförallt stallbyggnader utgör en stor del av energibehovet vid äggproduktion. Värmebehovet utgör ca 50 % av det totala energibehovet (Tabell 31).

Tabell 31. Energiförbrukning vid äggproduktion (GWh/år)

	Energislag	Medel	Min	Max
Utfodring	El	1,02	0,36	1,86
Ventilation	El	8,16	4,47	15,81
Utgödsling	El	0,27	0,04	0,97
Utgödsling	Diesel	0,15	0,15	0,15
Belysning	El	6,87	0,00	20,13
Uppvärmning	El	1,31	1,12	1,49
Uppvärmning	Olja	19,39	19,39	19,39
Uppvärmning	Biobränsle	0,00	0,00	0,00
Övrig	El	1,44	0,11	2,98
Summa el (inkl. uppvärmning)		19,06	6,11	43,25
Summa diesel (inkl. uppvärmning)		0,15	0,15	0,15
summa olja (inkl uppvärmning)		19,39	19,39	19,39
SUMMA		38,60	25,64	62,79

Slaktskyckling

Vid uppfödning av slaktskycklingar är behovet av energi till uppvärmning helt dominerande. Det är framförallt olja och biobränsle som används till uppvärmning av stallar (Tabell 32)

Tabell 32. Energiförbrukning (GWh/år) vid uppfödning av slaktskyckling

	Energislag	
Utfodring	El	0,43
Ventilation	El	4,90
Belysning	El	14,35
Utgödsling	El	0,96
Uppvärmning	Diesel	0,62
	Olja	44,5
	Biobränsle	115,9
Summa el		20,6
Summa diesel		0,6

Summa olja	44,5
Summa biobränsle	115,9

Förslag till åtgärder som leder till minskad användning av energi i jordbruket

I Tabell 33 finns en sammanställning av olika åtgärders potential att minska energianvändningen. Potentialen anges för respektive åtgärd i förhållande till ett antagande om normal praxis. Exempelvis besparingsåtgärden att ersätta transport av gödsel i till fält med pumpning i ledning är i relation till att använda traktor och vagn.

Tabell 33. Sammanställning av åtgärder och möjlig potential (%) till minskad användning av energi.

Grupp	Åtgärd	Potentiell energiminskning	
		El	Diesel
Odling och skörd	Grundare plöjning	0	8-11%
Odling och skörd	Plogsådd		20 %
Odling och skörd	Plogfri odling		1-25 %
Odling och skörd	Direktsådd		Ca 45 %
Stallgödselhantering i fält	Transport med lastbil		40-50 %
Stallgödselhantering i fält	Pumpning		70-80 %
Inomgårds hantering	Skötsel av ventilation	10 %	
Inomgårds hantering	Inomgårds hantering	26-60 %	
Inomgårds hantering	Belysning	15-35 %	

Minskad jordbearbetning

Minskad eller minimerad jordbearbetning är att en eller flera arbetsoperationer vid jordbearbetning tas bort helt eller ersätts av andra former av jordbearbetning. Plöjningsfri odling är ett exempel på att ersätta en energikrävande arbetsoperation med en eller fler mindre arbetskrävande operationer. Reducerad jordbearbetning har många andra för- och nackdelar både ekonomiska och biologiska. Det är svårt att göra en uppskattning av hur stor andel av jordbruket som kan utnyttja olika former av reducerad jordbearbetning. Lokala förhållanden styr till stor del lämpligheten och effekten av reducerad jordbearbetning (Tabell 34).

Tabell 34. Sammanställning av drivmedelsförbrukning (l/ha) för olika bearbetningssystem och jordarter, dieselförbrukning per hektar för samtliga maskinarbeten inkl. skörd och inomgårdstransporter. (Efter Lst V-götaland, 2006)

Jordbearbetningssystem	Höstsäd			Vårsäd		
	Dieselförbrukning			Dieselförbrukning		
	10 % lerhalt	25 % lerhalt	40 % lerhalt	10 % lerhalt	25 % lerhalt	40 % lerhalt
Normal plöjning (ca 22 cm), sådd med konventionell såmaskin	73	85	97	73	80	88
Normal plöjning (ca 22 cm), sådd med bearb. såmaskin (kombi)	69	76	89	66	73	81
Grund plöjning (ca 13 cm), sådd med konventionell såmaskin	65	72	80	65	70	75
Grund plöjning (ca 13 cm), sådd med bearb. såmaskin (kombi)	61	68	76	60	63	68
Plogsådd	58	67	-	58	67	-
Plogfri odling, sådd med bearb. såmaskin (kombi)	72	66	72	73	63	68
Direktsådd (kombi)	49	49	49	46	46	46

Täckta gödsellager

Tak över flytgödselbehållare hindrar regnvatten från att komma in. Detta medför i sin tur att mängden gödsel som ska hanteras minskar. Drivmedelsförbrukningen minskar då för pumpning, transport till och från fält, samt för spridning. Enligt Edström m.fl. (2005) är drivmedelsåtgången ca 0,3 liter per m³ för att röra om i en flytgödselbrunn. Siffrorna baseras dock på en relativt lång omrörningstid och borde kunna halveras (0,15 liter/m³).

Räkneexempel:

- Behållarvolym: 2000 m³
- Behållarens höjd: 4 m
- Behållarens diameter: 25 m
- Nederbörd: 600 mm per år, 50 % antas avdunsta över året

Till en flytbehållare med volymen 2 000 m³ och radien 25 m tillförs årligen 147 m³ vatten utöver volymen tillförd flytgödsel. Volymen som ska pumpas ökar med 7 %. Dieselbehovet för omrörning och pumpning av 147 m³ extra vatten är 216 till 431 kWh. För pumpning och omrörning av 2 000 m³ flytgödsel krävs det 2 940 till 5 880 kWh diesel. Besparingen är då 7 % för en flytgödselbehållare med volymen 2 000 m³.

Lastbilstransport i stället för traktortransport

Drivmedelsförbrukningen vid transporter påverkas av en mängd olika faktorer som med vilken hastighet fordonet framförs, hur föraren kör, antalet start och stopp, acceleration, motorns storlek (effekt), fordonets storlek, väglag, förarens körsätt mm.

En sammanställning av drivmedelsförbrukning för olika slags fordon återfinns i Berglund och Börjesson (2003). Där anges en spridning på 0,04-0,16 l/ tonkm för medeltung lastbil i regional trafik och för tung lastbil med släp i fjärtrafik 0,018-0,027 l/ tonkm. Dessa siffror är hämtade från Nätverket för transporter och miljön (NTM, 2005). Nätverket för transporter och miljö (NTM) anger drivmedelsförbrukningen år 2005 till 0,031-0,04 l/ tonkm för medeltung lastbil och 0,012-0,018 l/ tonkm för tung lastbil med släp.

Vägtrafikinstitutet (VTI) gjorde år 2000 en undersökning om bränsleförbrukningen för tunga lastbilar (Hammarström & Reza-yahja, 2000). De fick resultatet att medelförbrukningen var 0,032 l/ tonkm. Variationerna var dock stora där den mest effektiva transporten var tankbil med mjölk 0,016 l/ tonkm och mest ineffektiv var avfallstransporter med 0,099 l/ tonkm. Medelvärde är i samma storleksordning som data från Berglund och Börjesson (2003) och högre än data från NTM.

Från Berglund och Börjesson (2003) är en sammanställning om drivmedelsförbrukning hämtad för transporter med traktor. Drivmedelsförbrukningen varierar mellan 0,035-0,08 l/ tonkm och lastvikterna mellan 8-20 ton. Om jordbruket minskar användningen av traktorer för transport till förmån för lastbilar sker en besparing för varje ton och km som transporteras med lastbil.

Vinsten är i medeltal för:

- medelstor lastbil jämfört med traktor: 38 % per tonkm
- tung lastbil med släp jämfört med traktor: 74 % per tonkm

Resultaten gäller för transport på landsväg med 100 % fyllnadsgrad samt att fordonen är lastade med maxvikter. Produkter från jordbruket kan i många fall vara volymmässigt skrymmande vilket drar ned förmågan till att bära last och därmed ökad drivmedelsförbrukningen per tonkm.

Enligt Edström (pers med) är det fördelaktigare att transportera spannmål med lastbil med släp jämfört med att använda traktor och vagn. Lastbilen har en högre lastkapacitet ca 40 ton per lass jämfört traktorns 20 ton och högre hastighet på väg, vilket ger en kortare transporttid. Sammantaget medför det en minskning med energibehovet 55 % till nästan 90 % jämfört traktor och vagn, Energivinsten ökar med transportavståndet (Tabell 35).

Tabell 35. Beräknat dieselbehov som funktion av transportavstånd vid transport av spannmål via traktor och vagn som lastar 20 ton jämfört transport av spannmål med lastbil med släp med som lastar 40 ton.

Avstånd	4	10	20	60	km (enkel)
Traktor och vagn					
Bränslebehov exkl. lastning & lossning	0,27	0,67	1,36	4,18	liter/ton spannmål
Bränslebehov exkl. lastning & lossning	0,66	0,67	0,68	0,70	liter/km (ToR)

Lastbil med släp						
Bränslebehov exkl. lastning & lossning	0,12	0,28	0,49	1,32	liter/ton spannmål	
Bränslebehov exkl. lastning & lossning	0,62	0,57	0,49	0,44	liter/km (ToR)	

Transport av flytgödsel kan ske på mer energieffektivt vis än att utnyttja den egna spridarens tunna för transporten (Tabell 36). Under transporten kan ca 50 % av energin sparas om effektivare teknik för transport utnyttjas. Energi vid spridning på fält påverkas inte.

Tabell 36. Beräknat dieselbehov som funktion av transportavstånd vid transport av flytgödsel via traktor med gödseltunna på 15 m³ tankvolym jämfört transport av flytgödsel med trailerdragare med 38 m³ tankvolym.

Avstånd	2	4	km (enkel)
traktor med gödseltunna			
Bränslebehov inkl. lastning & lossning	0,28	0,44	liter/ton gödsel
trailerdragare			
Bränslebehov inkl. lastning & lossning	0,15	0,22	liter/ton gödsel
Besparing	0,13	0,22	liter/ton gödsel

Pumpning av gödsel till åker

Enlig Berg (2000) är energibehovet vid pumpning ungefär 5 % av den energimängd som krävs för transport med fordon. Observera att transporten använder diesel och rörtransporten el. Tillkommer gör kostnader och energi för att lägga rörsystemet då nedgrävning av rör medför användning av drivmedel. Drivmedelsåtgången för att transportera gödsel inom gården från lager till fält beror av en mängd lokala faktorer. Om traktor och spridare används för att transportera flytgödsel från lager till fält är drivmedelsförbrukningen 0,06 l/ tonkm. Det är under förutsättning att lastkapaciteten är 12 ton, avståndet mellan fält och lager är 1,5 km enkel väg. Tom retur från fält till lager är antagen.

Eldrivna omrörare av gödsel

Antaget som i tidigare räkneexempel att det förbrukas 1,5 till 3 kWh diesel per m³ omrörd flytgödsel, blir besparingen i den storleksordningen om de traktordrivna omrörarna ersätts med eldrivna pumpar och omrörare. Den årliga mängden flytgödsel är ca 12 miljoner ton, dvs. ca 12 miljoner m³. Dieselbehovet för att röra om detta är då mellan 1 800 – 3 600 m³. Ett stort mått av osäkerhet finns dock i dessa siffror. En beräkning (Edström pers med, 2009) visar på besparingar på ca 70 % när eldrivna pumpar används vid pumpning av flytgödsel (Tabell 37).

Tabell 37. Beräkning av energiåtgång vid pumpning av svinflyt, 4 % ts (Edström pers medd.)

Rörlängd, m	500	1000	1500	2000	3000	4000
Svinflyt (ts 4 %)						
Energibehov vid eldrift	0,090	0,17	0,24	0,32	0,47	0,62

kWh/ton						
Vid traktordrift diesel kWh/ton	0,32	0,59	0,85	1,12	1,65	2,19
Nötflyt (ts 8 %)						
Energibehov vid eldrift kWh/ton	0,12	0,22	0,32	0,42	0,62	0,82
Vid traktordrift diesel kWh/ton	0,41	0,76	1,12	1,48	2,19	2,90

Ventilation

Energianvändning vid ventilation beror av olika faktorer. Den stora faktorn är vilket system som finns, naturlig eller mekanisk ventilation. Mekanisk ventilation använder större mängder el för att styra ventilationen. Mekanisk ventilation förekommer i mjölkstallar med i första hand lösdrift. I svin- och fjäderfästallar är det högre krav på ventilationen och den är normalt mekanisk.

Energianvändningen till ventilationen kan minskas genom tydliga rutiner för skötsel och underhåll. I system med mekanisk ventilation kan regelbunden rengöring spara upp till 10 % energi.

Enligt Hadders (2004) är det möjligt att spara mellan 26 till 60 % av energin om bästa teknik för ventilation utnyttjas. Vad som är bästa teknik är däremot svårt att avgöra, då tekniken påverkas av yttre faktorer som exv. klimat.

Belysning

Enligt Hadders (2004) är det möjligt att spara mellan 15-35 % på belysningen. Variationer och möjligheter är stora mellan enskilda gårdar eftersom lösningarna varierar. Exempel på åtgärder är att om möjligt byta från glödlampor till lågenergilampor. Ett exempel från Eliasson m fl. (2009) ger att byte av 10 st. 60 W glödlampor som lyser 10 timmar per dag till motsvarande lågenergilampor sänker elförbrukningen med 85 %. Andra åtgärder är att utnyttja naturligt ljus i så stor utsträckning som möjligt, rengöring av armaturer etc.

Verktyg för energimätning mm

För att jordbruket ska kunna minska sin energianvändning måste det finnas tillgång till verktyg för att hjälpa den enskilde bonden. LRF-konsult har tagit fram ett verktyg, energikollen, som en hjälp är rådgivare och enskilda bönder att få en överblick över gårdens energianvändning och utifrån det prioritera åtgärder för att effektivare utnyttja energin.

Neuman sammanfattar energieffektivisering på gården i 3 steg

1. Användning, rutiner beteende: handlar om att ändra det egna beteendet och bli mer medveten om var och hur det är möjligt att spara energi i den dagliga verksamheten
2. Byte av utrustning och enskilda komponenter: Medför små investeringar och kostnader och kan ske i samband med det löpande underhållet av företaget

3. Byte av system: större investeringar i samband med ombyggnad och nybyggnad

Mjölkkylning

Det finns en elbesparingspotential vid mjölkkylning genom förkylning med kallt vatten (från gårdens vattenkälla) i en motströms plattvärmväxlare. Ett sådant system skulle kyla mjölken ned till ca 18 °C (det specifika temperaturen beror på vattnets inkommande temperatur, vilket varierar med årstiden). Vattnet som används vid förkylning senare används som dricksvatten för korna.

Beräkningar visar att ett sådant system kan minska energiförbrukningen för kylning från 0,017 kWh/kg mjölk till 0,009 kWh/kg mjölk, alltså är den totala besparingsmöjligheten drygt 50 %.

Sådana lösningar är kommersiella och används mycket exempelvis i USA. Troligt finns följande hinder mot deras utveckling i Sverige:

- Okunskap kring säker lagring av vattnet efter kylning och innan det används för dricksvatten. Lagringssystemet ska förebygga tillväxt av legionella bakterier (som gynnas vid vatten temperaturer mellan 25 och 45 °C).
- Det råder också okunskap kring hur värmväxlaren påverkar rengöring av mjölkningssystemet, bildning av biofilm samt mjölkkvalitén.

Vad gäller en effektiv nedkylning i övrigt är det alltid viktigt att göra ren värmeöverföringsytor på kylsystemets kondensator med jämnt mellanrum.

Varmvattenberedning för diskning

Det allra största elbehovet vid diskning förekommer vid uppvärmning av vatten för diskningsändamål. Vanliga diskningsprogram kräver vatten vid ca. 80 °C, 45 °C och vanlig kallt vatten.

Ett smidigt och kommersiell sätt att bespara el vid varmvatten beredning är att använda värmen på den varma sidan av gårdens mjölkkylningssystem. Den kommersiella lösningen för detta klara av att varma vatten upp till 45 °C. Vidare uppvärmning till 80 °C utförs uteslutande med elpatron.

Uppvärmning till 45 °C utgör drygt två tredjedels av det totala uppvärmningsbehov. Samtidigt kan den vanligaste typen av värmeåtervinningsteknik utnyttja 30 % av den värmen som ska föras bort från kylmaskinen. Värmeåtervinning ska kunna täcka drygt 60 % av det totala värmebehovet för diskning.

Det finns redan ett flertal gårdar med värmeåtervinningssystem med teknik enligt beskrivna, samtidigt som diskningssystem varierar vad gäller vatten och värmebehov.

Vakuumpump

Frekvensstyrda vakuumpumpar för både konventionell och robotmjölkning med frekvensstyrda vakuumpumpar. Frekvensstyrning minskar elbehovet med kring 40 % jämfört med vad en vakuumpump utan frekvensstyrning skulle behöva.

Denna lösning har applicerats redan på ett flertal gårdar, särskilt gårdarna med robotmjölkning.

Uppvärmning

Värmeåtervinning är inte i dagsläget aktuellt för djurstallar just på grund av att värmeväxlare blir för lätt igensatt av den dåliga frånluften. Därför förekommer en stor del av uppvärmningsbehovet för uppvärmning av tilluften. Därför kan man också vinna mycket uppvärmningsmässigt med ett ventilationssystem där luftflödet är välanpassad mot behovet.

Direktverkande elradiatorer och pannor samt oljepannor kan bytas ut mot antingen en värmepump (där energiförbrukningen reduceras med drygt 50 % jämfört med direktverkande el eller oljepanna) eller en biobränsle panna. Med en biobränsle panna blir energianvändningen i stort sätt oförändrad jämfört el och olja alternativt, men förbrukningen av ej förnybara resurser sänkas.

Vid uppfödning av smågris används värmelampor. Ett sätt att minska elanvändningen är med smågrishyddor, där värmelamporna kan släckas 10 dagar efter förlösningen. Detta kan spara 50 – 60 % av elanvändningen för uppvärmning för smågrisar.

Referenser

Agriwise. 2004. Databok och områdeskalkyler. SLU, Uppsala.

Ahlgren, S. 2003. Environmental impact of chemical and mechanical weed control in agriculture. Institutionsmeddelande 2003:05. Institutionen för biometri och teknik (BT), SLU, Uppsala.

Berg, J. 2000, Lagring och hantering av rötresten från storskaliga biogasanläggningar, JTI – rapport Kretslopp och avfall 22, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

Berglund, M., Börjesson, P., 2003, Energianalys av biogassystem, Rapport nr 44, Institutionen för teknik och samhälle, Avdelningen för miljö- och energisystem, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet, Lund

Cederberg C., Darelius, K., Livscykelanalys (LCA) av griskött, Naturresursforum, Landstinget Halland

Cederberg, C., Darelius, K., 2000, Livscykelanalys (LCA) av nötkött – en studie av olika produktionsformer, Naturresursforum, Landstinget Halland, www.regionhalland.se/dynamaster/file_archive/041011/9f5e2897f70072356034f6d617a39ef4/Rapport%20notkott.pdf

- Cederberg, C., Nilsson, B., 2004, Livscykelanalys (LCA) av ekologisk nötköttproduktion i ranchdrift, SIK-rapport NR 718 2004, SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik AB, Göteborg, [www.sik.se/archive/pdf-filer-katalog/SR718\(1\).pdf](http://www.sik.se/archive/pdf-filer-katalog/SR718(1).pdf)
- Dalgaard, T., Dalgaard, R. & Højlund Nielsen, A. 2002. Energiforbrug på økologiske og konventionelle landbrug. Grøn Viden Markbrug nr. 260. Danmarks JordbrugsForskning.
- Danfors, B. 1988. Bränsleförbrukning och avverkning vid olika system för jordbearbetning. JTI-meddelande nr. 420. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- DLG-Prüfbericht 5432F. 2004. Durchsatzleistung und Kraftstoffverbrauch im mais. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
- Edström, M., Pettersson, O., Nilsson, L. & Hörndahl, T. 2005. Jordbrukets energianvändning. JTI-rapport Lantbruk och Industri nr 342. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Eliasson, K., Gustafsson, I., Karlsson, B., Alsén, I., 2009, Hushålla med krafterna – Fakta, Hushållningssällskapet
- Flysjö, A., Cederberg, C., Strid, I., LCA-databas för konventionella fodermedel – miljöpåverkan i samband med produktion, SIK-rapport NR 772 2008, SIK, Göteborg
- Hadders, G., 2004, Minska elanvändningen, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala
- Hammarström, U., Reza-Yahja, M., 2000, Uppskattning av representativa bränslefaktorer för tunga lastbilar – Intervjuundersökning, VTI Rapport 445, Väg och transportforskningsinstitutet (VTI)
- Hansson, A, Christensson, K & Algerbo, P-A. 2006. Kartläggning av tillgängliga mängder halm i området kring planerat kraftvärmeverk i Örtofta, mellan Lund och Eslöv. Bilaga 2 till Rapport 2006:8 Affärsutveckling – Närodlade stråbränslen till kraftvärmeverk. SLU, Alnarp.
- Hörndahl, T., 2007, Energiförbrukning i jordbrukets driftsbyggnader – en kartläggning av 16 gårdar med olika driftsinriktning, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi (JBT), SLU, Alnarp
- Jensen, T., K., Kongshaug, G., 2003, Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertiliser production, Proceedings NO: 509, The International Fertiliser Society, IFS, York UK
- Johansson, S. 1998. Förstudie av energiflöden och energiutnyttjande på spannmålgårdar i Mellansverige. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Johansson, S. 1999. Energianvändning i mjölkproduktion. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Jordbruksverket, 2008, Jordbruksföretagens driftsinriktning 2007 Svensk typologi, JO 35 SM 0801

- Jordbruksverket 2008a, Jordbruksföretagens kombinationsverksamheter 2007, Sveriges officiella statistiska meddelanden, JO 47 SM 0801, Jordbruksverket, Jönköping
- Jordbruksverket, 2009, Antal nötkreatur i december 2008, JO 23 SM 0901, Jordbruksverket, Jönköping
- Jordbruksverket, 2009a, Husdjur i juni 2008, slutlig statistik, JO 20 SM 0801, Jordbruksverket, Jönköping
- Jordbruksverket, 2009b, Animalieproduktion Års- och månadsstatistik - 2009:8, JO 48 SM 0910, Jordbruksverket, Jönköping
- Lindgren, M., Pettersson, O., Hansson, P-A. & Norén, O. 2002. Jordbruks- och anläggningsmaskinernas motorbelastning och avgasemissioner – samt metoder att minska bränsleförbrukning och avgasemissioner. JTI-rapport Lantbruk och Industri nr 308. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Litorell, O., 2005, Fjäderfärgödsel – en värdefull resurs, Jordbruksinformation 13 – 2005, Jordbruksverket, Jönköping,
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo05_13.pdf
- Lundin, G. 2001. Halmens hackselängd vid skördetröskning – Tekniska möjligheter och biologiska effekter. JTI-rapport Lantbruk och Industri nr 282. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Länsstyrelsen Västra Götaland. 2006. Maskinkostnadsberäkningar för olika jordbearbetningssystem och jordarter. Skara, Uddevalla samt Borås.
- Neuman, L., 2009, Kartläggning av energianvändning på lantbruk 2008, LRF Konsult AB, www.bioenergiportalen.se/attachments/42/451.pdf
- Nilsson, J. 2006. Ekonomi i vallfrödominerad växtföljd. Examensarbete inom lantmästarprogrammet, SLU, Alnarp.
- Nätverket för transporter och miljön, 2005, NTM – International data for international cargo transports, Calculation methods – mode specific issues, Road transport, version 2005-11-10 (051110 NTM INT ROAD.PDF)
- Pettersson, O., Sundberg, M & Westlin, H. 2009. Maskiner och metoder i vallodling. Resultat av en enkät till mjölkproducenter. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 377.
- Safely, L.M. & Nye, J.C. 1982. Energy data for manure handling equipment. Transaction of the ASAE 25 (4): 850-858
- SCB, 2005, Hästar och anläggningar med häst 2004, JO SM 0501, Statistiska centralbyrån, Örebro
- SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF, Hållbarhet i svenskt jordbruk 2007
- SCB, 2008, Energianvändning inom jordbruket 2007, Statistiska centralbyrån, Örebro,
http://www.scb.se/statistik/_publikationer/EN0119_2007A01_BR_ENFT0802.pdf

SCB. 2008a. Gödselmedel i jordbruket 2006/07. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0803. Statistiska centralbyrån.

SCB, 2008b, Försäljning av kalk för jord- och trädgårdsbruk, sjöar, vattendrag och skog 2007, Sveriges Officiella statistik, MI 30 SM 0801, Statistiska centralbyrån, Örebro

SCB. 2009a. Jordbruksstatistisk årsbok. Statistiska centralbyrån.

SCB, 2009b. Skörd av spannmål, trindsäd, oljeväxter, potatis och slättervall 2008. Statistiska meddelanden JO 16 SM 0901. Statistiska centralbyrån.

Sonesson, U., Cederberg, C., Wivstad, M. & Florén, B. 2007. Minskade risker med bekämpningsmedel och minskad miljöpåverkan samtidigt? En fallstudie på Findus konservärtsodling 1980-2005. SIK-rapport nr 767, 26 s.

Steineck, S., Gustafson, A., Richert Stintzing, A., Salomon, E., Myrbeck, Å., Albihn, A. & Sundberg, M. 2000. Växtnäring i kretslopp. SLU kontakt 11, SLU, Uppsala.

Widheden, A., Strömberg, K., Andersson, K., Ahlmén, K., 2001, LCA Kyckling, CIT Ekologik AB & Miljöledarna Ciconia AB

Personliga meddelanden

Edström, Mats. Forskare, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Preliminära resultat från det pågående SLF-projektet ”Energieffektivisera gården”, som beräknas slutrapporteras under våren 2010.

Westlin, Hugo. Forskare, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik