
JBT

Rapport 145
Alnarp 2007

Energiförbrukning i jordbrukets driftsbyggnader
- en kartläggning av 16 gårdar med olika driftsinriktning

Torsten Hörndahl

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för jordbrukets
biosystem och teknologi (JBT)

Box 43
230 53 ALNARP

Tel: 040 - 41 50 00
Telefax: 040 - 46 04 21

Swedish University of
Agricultural Sciences
Department of Agricultural
Biosystems and Technology

P.O. Box 43
SE-230 53 ALNARP
SWEDEN

Phone: +46 - 40 41 50 00
Fax: +46 - 40 46 04 21

FÖRORD

Det svenska jordbruket uppskattas använda ungefär 3,7 TWh per år i form av el, eldnings- och dieselolja. 34% av detta antas förbrukas direkt i djurproduktion inkl spridning av stallgödsel. Utöver detta åtgår det energi till skörd av grovfoder, spannmål och halm vilket indirekt används i animalieproduktionen. Huvuddelen (ca 63%) av denna energi är i form av elektricitet. Övrig är i form av dieselolja som drivmedel och uppvärmning. Denna uppskattning bygger till stor del på data från en undersökning gjord 1982-1984 av Nilsson & Pålstorp. Mycket av den teknik som fanns då, används fortfarande på företag med motsvarande struktur även om ny tillkommit. Den stora förändringen är emellertid att besättningsstorleken har ökat.

Projektets målsättning har varit att komplettera resultatet från ovan nämnda undersökning med data för energianvändning till teknik som tillkommit. Under projekttiden har ämnet blivit ännu mera aktuellt och insamlad data kommer därför att ytterligare bearbetas och analyseras i kommande projekt.

Undersökningen har genomförts av agronom Torsten Hörndahl genom ekonomiskt stöd från stiftelsen lantbruksforskning (SLF), Energimyndigheten samt E.ON - elnät Sverige AB.

En till projektet knuten referensgrupp har varit mycket aktiv och bidragit med många goda råd och synpunkter under hela arbetet. Den har bestått av :

- Bo Hansson, Specialist anslutning marknät. E.ON- elnät
- Lave Lundström, Agronom, konsult slaktkyckling, tidigare Kronfågel
- Bert-Ove Nelson Agronom, Ekonomikonsult, LRF-konsult
- Martina Philip, Agronom byggnadsrådgivare, HS -Halland
- Maria Karlsson, Agronom, byggnadsrådgivare, HS-Kristianstad
- Rolf Maltesson, Byggnadskonsulent, Länsstyrelsen Skåne län
- Christer Nilsson, Professor inst f JBT
- Krister Sällvik , Professor inst f JBT
- Jörgen Svendsen Professor emeritus. inst f JBT
- Lennart Nilsson, forskningsledare inst f JBT

För inkoppling av elmätarna har de lokala elinstallatörerna varit till stor hjälp. De har genom råd och stor flexibilitet minimerat störningen som installationen trots allt orsakat gårdarna.

Ett varmt tack riktas till de lantbrukare med anställd personal som gjort denna undersökning möjlig genom att upplåta sina företag och sköta avläsning samt inrapportering av mätdata.

Alnarp 2007-01-28

Christer Nilsson

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	5
SUMMARY	7
1 INLEDNING	9
2 LITTERATURGENOMGÅNG	11
2.1 Mjölkproduktion	12
2.2 Slaktnötsproduktion	12
2.3 Grisproduktion	12
2.4 Äggproduktion	13
2.5 Slaktkyckling	13
2.6 Torkning av spannmål	13
2.7 Utgödsling	14
2.8 Ventilation	15
2.9 Belysning	16
2.10 Utfodring	16
2.10.1 Nötkreatur och mjölkproduktion	16
2.10.2 Grisproduktion	17
2.10.3 Foderberedning	18
2.11 Personalavdelning	18
2.12 Uppvärmning	19
2.13 Mjölkning	19
2.14 Äggpackning	20
2.15 Övrigt	20
3 MATERIAL OCH METOD	21
3.1 Mjölkföretagens teknik	22
3.2 Svinföretagens teknik	23
3.3 Äggproducenter	24
3.4 Slaktkyckling	24
3.5 Spannmålstorkar	25
3.6 Mätutrustning - energimätning	25
3.7 Mätutrustning för effektmätning	26
4 RESULTAT OCH DISKUSSION	27
4.1 Mjölkkor	27
4.2 Grisproduktion	32
4.3 Värphöns	34
4.4 Slaktkyckling	36
4.5 Torkanläggningar	38
5 REFERENSER	39
BILAGA 1 - 4	

SAMMANFATTNING

Det svenska jordbruket uppskattas använda ungefär 3,7 TWh per år i form av el, eldnings- och dieselolja. 34% av detta antas förbrukas direkt i djurproduktion inkl spridning av stallgödsel. Utöver detta åtgår det energi till skörd av grovfoder, spannmål och halm vilket indirekt används i animalieproduktionen. Huvuddelen (ca 63%) av denna energi är i form av elektricitet. Övrigt är i form av dieselolja som drivmedel och uppvärmning. Denna uppskattning bygger till stor del på data från en undersökning gjord 1982-1984 av Nilsson & Pålshörp (1985). Mycket av den teknik som fanns då, används fortfarande på företag med motsvarande struktur. Den stora förändringen är att besättningsstorleken har ökat.

Syftet med denna undersökning är att komplettera ovan nämnda undersöknings data med data för energianvändning till teknik som tillkommit sedan 1985. Under projekttiden har ämnet blivit ännu mera aktuellt och fokus har därför utvidgats till att även omfatta en analys för att hitta de funktioner där det är enklast att spara energi samt visa på hur olika metoder påverkar energianvändningen. I strikt fysikalisk mening kan inte energi förbrukas utan endast ändra form, trots detta används ”energiförbrukning” i dagligt tal (även bland fackfolk) för att beskriva vad som sker. I denna rapport kommer därför begreppen ”energiförbrukning” respektive energianvändning att användas synonymt.

Mätningar har gjorts på 16 gårdar som i huvudsak är byggda de senaste 10 åren och har den storlek och teknik som kan bedömas vara aktuell under de närmaste 10-15 åren. Gårdarna som accepterade att vara med låg i Skåne (14 st) samt södra Halland (1 st) och Östergötland (1 st). Fördelningen var följande:

- fyra kompletta mjölkproducenter samt tre företag där endast vissa funktioner studerades.
- tre grisproducenter, enhetsboxar, FTS-boxar samt ett slaktgrisstall
- två äggproducenter, frigående respektive inredd bur.
- två slaktkycklingproducenter. På den ena mättes total el-energiförbrukningen.
- fyra torkanläggningar där elenergin registrerades.

På gårdarna installerades elmätare av samma typ som används för energimätning av energileverantörerna. Dessa installerades så att de mätta funktionerna kunde delas upp i *Utgödsling*, *Utfodring*, *Ventilation*, *Belysning* samt i förekommande fall *tvättning*, *uppvärmning*, *mjölkning* eller *äggpäckning*. På alla företag förekommer förbrukning som inte kunde hänföras till någon av ovanstående rubriker vilken då kommer att hänföras till *Övrigt*.

För att studera hur effektbehovet varierar gjordes mätningar av detta på tre gårdar, två med mjölkproduktion och en smågrisproducent.

I mjölkproduktionen används mellan 930 och 1520 kWh/ koplats och år eller mellan 0,125-0,203 kWh/l mjölk. Som väntat var det mjölkningen och utfodringen som använde mest energi. Tillsammans uppgick dessa funktioner till 65-75%. De gårdar som i huvudsak använde traktor och lastmaskin för utfodringen använde mest energi. Se bilaga 2.

I enhetsboxsystemet användes 689 kWh/SIP och år (sugga i produktion) och 20 kWh/per slaktgrisplats och omgång. Om man antar att en sugga producerar 24 grisar per år skulle energianvändningen bli 1163 kWh/SIP och år. Detta kan jämföras med FTS-stallet som använde 2431 kWh/SIP, år. Skillnaden är inte enbart orsakad av uppfödningssystem utan beror sannolikt på typ av byggnad och därmed behov av belysning, ventilation samt uppfödningstrategi angående inneklimat. Gården med minst energiförbrukning använde även värmepump för uppvärmning vilket även detta har stor inverkan. Det är uppvärmning (inkl värmelampor) som kräver mest energi, men även belysning och ventilation är stora förbrukare när typen av byggnad kräver att man har mycket artificiellt ljus samt mekanisk ventilation. Se bilaga 2.

Vid produktion av ägg uppmättes 3,1 kWh/år och höna i inredd bur samt 5,0 kWh/år och höna i frigående system. De största förbrukarna är belysning och ventilation och det är i dessa funktioner där stor skillnad syns mellan systemen. För belysningen uppstår skillnaden genom att frigående höns sannolikt har högre ljusstyrka samt 16 timmar ljus när burhönsen har 14 timmar ljus per dygn. Avseende ventilationen är det sannolikt styrningen som förklarar varför det krävs extra mycket energi. Se bilaga 3.

I slaktkycklingproduktionen är det uppvärmningen som står för 84,2% av energiförbrukningen. Därefter kommer belysningen med 10,7 % och ventilationen med 3,6%. Mätningarna visar att det åtgår ca 0,91 kWh för att producera en kyckling. Detta värde varierar mycket mellan omgångarna men är ett medelvärde för fem omgångar hos en producent. Användningen av elenergi skiljde mellan 6 och 20 % mellan två likartade stallar. Se bilaga 3.

Torkanläggningarna med använde mellan 4,2 och 7,4 kWh/ton spannmål när det gällde sats-, cirkulerande sats-, respektive kontinuerlig tork under 2005. För en silotork och en kontinuerlig torkanläggning uppmättes 9,1-12 kWh/ton 2006. Det är stor skillnad i utrustning som ingår i mätvärdena och de är därför inte helt jämförbara. Se Bilaga 4.

*SIP = sugga i produktion

SUMMARY

In Sweden the agricultural sector is estimated to use approximately 3,7 TWh per year as electricity or as fuel. About 34% of this total is estimated to be used in the production of beef, pork, eggs and milk, including the spreading of manures. There is also some energy used for harvesting ley and cereals as feed, which is not included. Most of the energy is used as electricity (approx 63%). All these estimates are based on a survey done from 1981-1985 by Nilsson & Pålshörp (1985). Most of the technical equipment is still the same today on farms of equivalent size and production methods. However, herds of pigs and cattle are bigger now, and therefore new equipment is being used.

The purpose of this study was to collect data about energy use on modern farms of a size, and with technical equipment, that could be expected to be in use for the next 10-15 years. This data would then be added to data from Nilsson & Pålshörp.

The survey was conducted on 16 farms with buildings mainly built during the last 10 years, and which use modern equipment. These plants were all, except one, in the south of Sweden (Skåne, Halland) and the last one 180 km south east of Stockholm. The study was distributed as follows:

- Four complete dairy farms were studied, and another three were chosen that had interesting technical equipments that were not installed on the first four.
- Three farms with pigs were studied. One had FTS-system (Farrowing to slaughter in the same pen), one Farrowing-growing system (Farrowing to approx. 25 kg/11 weeks in the same pen), and one had Fattening pigs (approx. 25-110 kg).
- Two farms with laying hens were studied. One had furnished cages, and the other had laying hens on floors.
- Two broiler houses were studied.
- Four different types of grain dryers were studied: a batch drier, circulating batch drier, continuous drier, and batch-in-bin drier with multiple stirring augers.

For measuring the electricity, registration devices were installed, of the same type that the power companies use. These meters were installed in order to distinguish the *feeding, ventilation, light, mucking*, and, for some plants, *cleaning/disinfection, heating, milking* and *packing* of eggs. When all this was measured there was still some more electricity that was impossible to measure, or to distribute to the right category. This was categorised as *miscellaneous*. There were also installed meters for estimating the power (W) at one piglet farm, and at two dairy farms.

In milk production, between 930 and 1540 kWh/cow per year was used, (0,125 – 0,203 kWh/l milk). The functions that used most energy were *milking* and *feeding*. Together they used 65-75% of total energy. At the farm which used wheel loader and tractor for mixing, TMR energy consumption was higher than on those farms which used electrical engines for mixing.

To produce growing pigs (approx 25 kg), 689 kWh/sow per year was used which means about 28,7 kWh/25 kg pig. During the fattening period (25-110 kg), 20 kWh per pig was used. An estimate of the total energy requirements to produce finishing pigs from birth to 110 kg indicates 48,5 kWh/110 kg pig or 1163 kWh/sow per year, assuming a sow produces 24 piglets per year. This could be compared to the FTS-system, which used 2431 kWh/sow per year. This difference is not completely caused by different breeding system. The causes are more likely to be due to a different kind of building, and therefore to a greater need of energy for lighting, ventilation, and a higher temperature in the farrowing unit. The farm which used less energy also heated the breeding areas with a heat-pump, and another used diesel as fuel. Most energy was used for heating (including the use of heat lamps). If the building for dry sows needs mechanical ventilation and artificial light, then this leads to a greater use of energy.

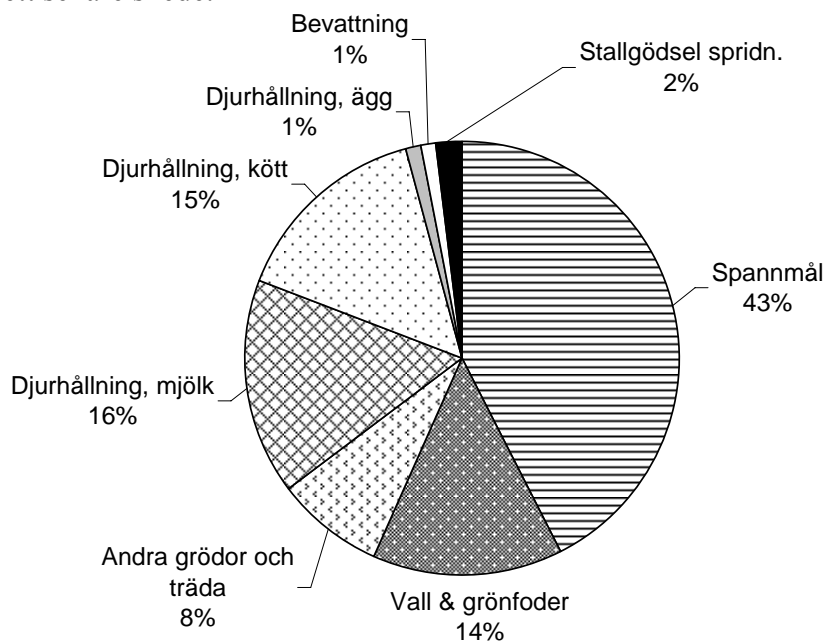
In production with laying hens in furnished cages, 3,1 kWh/year per hen was needed, and in a system with free hens 5,0 kWh/year per hen was needed. Light and ventilation fans used most energy, but were also the functions that showed the greatest differences between the systems. The difference in energy used for light is most probably due to higher light intensity, and to two extra hours of light each day in the system with free layers.

In broiler production, the largest use of energy is heating (84%), followed by light, 10,7 %, and ventilation, 3,6%. The energy needed to produce one broiler (1,5 kg) was measured to approx 0,91 kWh. This value is an average of five batches due to large variations between batches. The use of electricity differed from 6% to 20% between similar houses.

The grain driers, except the batch-in-bin drier, used between 4,2 and 6,1 kWh per 1000 kg of grain during 2005. The batch in bin dryer and the continuous drier used 9,1 - 12 kWh per 1000 kg of grain. Due to different technical standards, the values are not directly comparable, but the data is valid for the separate functions.

1 INLEDNING

Det svenska jordbruket använder ungefär 7,9 TWh per år för sin produktion enligt Edström m fl (2005). Lite mer än hälften av detta (4,2 TWh/år) är sk. indirekt förbrukning dvs transporter, tillverkning av insatsvaror och förbrukningsmaterial etc. Den största enskilda posten är framställning av handelsgödsel som uppgår till 2,7 TWh/år. Den direkta användningen i form av el, eldnings- och dieselolja uppgår till 3,7 TWh per år och fördelar sig som framgår av figur 1. 34% används i direkt djurproduktion men en stor del av spannmålen samt huvuddelen av vallfodret används till djuren i ett senare skede.



Figur 1. Fördelningen av energianvändning i svenskt jordbruk efter bearbetning av Edström m fl (2005).

Edström m fl (2005) uppskattar att huvuddelen av animalieproduktionen (mjölk, ägg samt kött från kyckling, gris och nöt) använder 1,29 TWh/år. 30% av denna är i form av dieselolja som i huvudsak används för inomgårdstransporter inklusive hantering och spridning av stallgödsel. 7% används som eldningsolja till att värma upp stallar till gris- och fågelköttproduktionen. Resterande del är elektricitet (63%) som används i det allt mer mekaniserade och automatiserade jordbruket. En mindre del används till uppvärmning.

Ovanstående uppskattning bygger på en undersökning av Nilsson & Pålhorstorp (1985) där den faktiska energiförbrukningen mättes på 19 gårdar under 12 månader. Mycket av den teknik som fanns då, används fortfarande på företag med motsvarande struktur. Undantaget är burar för värphöns som numera är förbjudna. Under denna tid har den genomsnittliga mjölkbesättningen ökat från 18 kor 1985 till 44 kor 2004. Den stora ökningen sker dessutom bland de större besättningarna. SCB (2006) anger att antalet besättningar med fler än 74 mjölkkor ökat från 385 st 1990 till 1123 st 2003. Samma trend finns för gris. I och med denna strukturomvandling har även ny teknik tillkommit såsom fullfoderblandare till kor, mjölkningsrobot och anläggningar för att

utfodra blötfoder till grisproduktionen. Så kallad naturlig ventilation har även börjat användas i större utsträckning. Framsteg i avelsarbete och skötsel har även gjort att produktionen per djur har ökat vilket gör att bl a mer foder och gödsel måste transporteras.

Syftet med denna undersökning är att komplettera undersökningen av Nilsson & Pählstorp (1985) med data för energianvändning med hänsyn till teknik som tillkommit sedan 1985.

Mätningar har gjorts på anläggningar som är byggda de senaste 15 åren och har den storlek och teknik som kan bedömas vara aktuell under de närmaste 10-15 åren. För att inte splittra mätningarna för mycket gjordes mätningar endast på anläggningar som kräver en större mängd energi. Mot bakgrund av detta gjordes ingen mätning i stallar för nötköttsproduktion.

För att få en uppfattning om hur mycket energi, utöver torkvärme, som används i spannmålshanteringen studerades även torkanläggningar för spannmål. De vanligaste torktyperna finns representerade dvs en kontinuerlig tork, en satstork, en cirkulerande satstork samt en anläggning med torksilor.

Ett viktigt påpekande är att i strikt fysikalisk mening kan inte energi förbrukas utan endast ändra form. Därför är det med detta synsätt fel att använda ord som "förbrukning" om energi. Ett bättre ordval skulle nog vara "användning" eller "omvandling". I dagligt tal (även bland fackfolk) används "energiförbrukning" för att beskriva att elenergi används alternativt dieselolja förbränns. I denna rapport kommer därför begreppen "energiförbrukning" respektive "energianvändning" att användas synonymt.

2 LITTERATURGENOMGÅNG

Teknisk utrustning använder drivenergi i proportion till märkeffekt och verkningsgrad på drivkällan samt driftstiden för apparaten. Ett enkelt sätt att uppskatta energiförbrukningen är att avläsa dessa värden (kW och timmar) och multiplicera dessa med varandra. Då och erhålls energin i kWh som då kan jämföras med faktisk förbrukning (Jonsson, 2006). Denna metod ger en mycket grov uppskattning men kommer samtidig att visa att även funktioner med låg effekt som används under lång tid använder mycket energi.

När det gäller energieffektivitet är verkningsgraden av central betydelse dvs utfört arbete (energi) i förhållande till tillförd energi. Elmotorn är den motor som har högst verkningsgrad (60-95%). Motorn har bäst verkningsgrad vid hög belastning (nära max effekt) och stor märkeffekt. Det motsatta gäller för motorer som avger liten effekt eller går lågt belastade. För de motorstorlekar som är vanliga i lantbruket (0,5 - 7,5 kW) är verkningsgraden 70-88% (BEVI, 2006).

En dieselmotor har olika verkningsgrad beroende på hur hårt den belastas men vanligtvis anges 32-40% (Myhrman m fl, 1993). Lägst verkningsgrad har den vid låg belastning. Det effektivaste sättet att använda drivenergin är genom el eller med dieselmotorer som går nära max effekten. För en värmepanna som drivs med olja blir årsmedelverkningsgraden ca 85% och om den drivs med el 90-95% (Konsumentverket, 2007b).

När det gäller uppvärmning av byggnader är det inte lika enkelt att utifrån givna data uppskatta energianvändningen då denna beror på en mängd faktorer (Warfvinge, 1996, Svedinger, 1995). De viktigaste är:

- skillnaden mellan ute- och innetemperatur
- hur väl isolerat huset är
- yta mot uteklimat (vägg, golv, tak)
- ventilation för att inte överstiga gränsvärde för CO₂ och RF.

Teoretisk är det inte särskilt komplicerat att uppskatta energi/effektbehovet vid givna förhållanden. Det krävs dock relativt avancerade matematiska modeller för att med god noggrannhet uppskatta energianvändningen till uppvärmning. En sådan modell måste bl. a. ta hänsyn till byggnadens läge (geografiskt) och byggnadens orientering (hur mycket vägg/fönster i olika vädersträck). Andra viktiga faktorer är det lokala klimatet som uppstår pga omkringliggande bebyggelse och vegetation eller hur exponerat huset är för vind. Det finns enkla modeller för att uppskatta energibehovet för bostäder. Konsumentverket (2007a) har en sådan på sin hemsida där olika sparåtgärder kan jämföras. Med denna modell kan man visa att energibehovet för uppvärmning till en 1-plansvilla på 150 m² varierar mellan 9000 och 15800 kWh/år beroende på om den ligger i Malmö eller Luleå. För lantbruksbyggnader saknas den typen av beräkningsprogram.

Då tiden är en viktig faktor vid uppskattning av energianvändningen så kommer den sk årsmånen att ha stor betydelse för energiförbrukningen. Denna belyses i viss mån med statistiska klimatdata för olika orter. Vid dimensionering av effektbehov och energianvändning används SS-EN ISO 15927-5:2005.

Fläktar, belysning och motorer för att driva olika funktioner fungerar likartat oavsett djurslag och därför kommer varje funktion att i detta kapitel presenteras var för sig istället för att göra en sammanställning utifrån djurslaget. Eftersom planlösningen påverkar anläggningens utformning kommer enheten att vara kWh/djurplats, kWh/box eller dylikt. Denna rapport ska ses som en komplettering till den kartläggning som Nilsson & Pålstorp (1985) gjorde och få undersökningar har kommit till senare. Nedan följer därför till stor del en sammanställning av ovanstående rapport och i förekommande fall kompletterad med ny information.

2.1 Mjölproduktion

Den årliga energianvändningen vid produktion av mjölk mättes av Nilsson & Pålstorp (1985) till mellan 409 – 988 kWh/mjölko och år vilket kan omräknas till 0,06-0,14 kWh/kg mjölk. Detta innefattar både mjölkkor och rekryteringsdjur. På några av gårdarna används viss energi till uppvärmning. I bidragskalkyler används 860 kWh för mjölkko med rekrytering utan någon justering för mjölkproduktion. Omräknat till kWh/kg mjölk skulle detta bli 0,08-0,12 kWh/kg mjölk (Hushållningssällskapet, 2003).

2.2 Slaktnötsproduktion

Den årliga energianvändningen vid produktion av gödtjurar med slaktvikt 220 kg mättes av Nilsson & Pålstorp (1985) till 63 kWh/djurplats. Vid en produktion av grovfodertjurar uppmättes 92 kWh/djurplats och år. I bidragskalkyler redovisas värdena i tabell 1 (Hushållningssällskapet, 2003).

Tabell 1. Beräknad energianvändning enligt Hushållningssällskapet (2003).

Produktion	Energiförbrukning kWh/djur, år
Gödtjur, 280 kg slaktvikt, ålder 14,5 månader	138
Ungtjur, 285 kg slaktvikt, ålder 16 månader	199
Stut, 280 kg slaktvikt, ålder 25 månader	136

2.3 Grisproduktion

Årsenergiförbrukningen vid produktion av smågrisar mättes av Nilsson & Pålstorp (1985) till 589 - 699 kWh/djurplats inkl uppvärmning. Vid produktion av slaktgrisar uppmättes energianvändningen till 23-28 kWh/ djurplats. I bidragskalkyler används 595 kWh per suggplats och år (exkl rekrytering) (Hushållningssällskapet, 2003) och 19 kWh/producerad slaktgris (SLU, 1996). Botermans och Jeppsson (2007) refererar till

normvärden i Holland för energianvändningen som ligger på 366-483 kWh/ SIP*, år. Samma författare anger att ett stall i Finland använde 800-962 kWh/SIP*, år.

2.4 Äggproduktion

Energianvändning vid produktion av ägg mättes av Nilsson & Pålstorp (1985) till 3 kWh/värphöna i bursystem. SFS-svenska ägg anger i sina produktionskalkyler för 2006 0,4 kr/kg ägg vilket ska innefatta ”el, vatten, försäkring mm”. Man gör ingen skillnad mellan olika inhysningsformer. Med en produktion på 20 kg och ett elpris på ca 0,7-1,0 kr/kWh kan det vara kalkylerat med 8-11 kWh/hönsplats eller 400-570 kWh/ton ägg.

2.5 Slaktkyckling

Energianvändning vid produktion anges till 0,229 kWh el samt 1,122 kWh olja per djurplats och omgång (Hushållningssällskapet, 2003). I en sammanställning av SLU (2004) kostade ”olja för uppvärmning” 7,5/m² och ”el” 5,5 kr/m². Om man antar ett oljepris på 5,65 kr/l och en beläggning på 22,28 kycklingar/m² åtgår det 580 Wh olja/kyckling. Med ett elpris på 0,4 kr/kWh och samma beläggning som ovan erhålls 620 Wh/kyckling. Totalt blir det då 1,2 kWh/kyckling.

2.6 Torkning av spannmål

Den energi som åtgår för att torka spannmål är relativt väl dokumenterad när det gäller energiåtgång för att värma upp torkluften. Ett ofta använt mått på energiåtgång för varmluftstorkar är kJ/kg avdunstat vatten.. Vid ren varmluftstorkning används värden netto 1,17-1,28 kWh/kg H₂O (4200-4600 kJ/kg H₂O) (Toftedahl-Olesen, 1987). I provningar har bruttoenergiförbrukningen varierat mellan 1,0 och 1,7 kWh/kg H₂O (SMP, 1986; 1987). Detta värde påverkas av in- och utgående spannmålsvattenhalt, temperatur och luftfuktighet för ingående luft, torktemperatur mm. Utöver detta varierar verkningsgraden från 80% för en ny värmepanna till 60% om den är mycket sotig (Bohm m fl, 1989). Total energianvändning har inte tagits fram därför att den är alltför beroende av yttre faktorer för att kunna beskrivas med nyckeltal. I bidragskalkyler används därför oftast spannmålshandelns torkningsavgifter. Torkningsintervallet anpassas till aktuella förhållanden.

Elenergi till fläkt har uppmätts till 0,06-0,10 kWh/kg H₂O i en sk. dubbeltork (SMP, 1986) alternativt 4,2-8,4 kWh/ton. Detta gällde för startvattenhalt på 17-24%. För en cirkulationstork uppmättes 0,07-0,09 kWh/ kg H₂O (6,5-10,4 kWh/ton torr spm) men i denna siffra ingår även elevatorer (SMP,1987) och mätningarna är dessutom gjorda med startvattenhalter på 21-24%. Nilsson & Pålstorp (1985) redovisar att det användes 9,63 kWh/ton (0,13 kWh/kg H₂O) på en gård där 545 ton spannmål hanterades. På en annan gård användes 23 kWh/ton (0,33 kWh/kg H₂O) men här hanterades endast 184 ton.

*SIP = sugga i produktion

Genom att bearbeta beräkningar av Ekström (1972) förefaller han ha uppskattat elenergiförbrukningen till 16-23 kWh/ton spannmål vid varmluftstorkning och 41-49 kWh/ton spannmål vid kallluftstorkning om den torkas från 22% vh.

För kallluftstorkning åtgår endast energi för att driva fläkten. Fläkten använder 0,27-0,5 kWh/1000 m³ luft enligt SMP (1985). Om man antar att luften tar med sig 0,5-1 g vatten/m³ luft skulle det innebära att det krävs 0,27-1,0 kWh/kg H₂O. Ett annat antagande kan vara att man torkar bort 50 kg H₂O/ton (20%→15,8%) vilket innebär att det skulle behövas 13,5-50 kWh/ton. Den stora skillnaden kan bero på vilka start- respektive slutvattenhalter man utgått ifrån.

Det finns ytterligare en typ av tork (silotork) där spannmålen lagras i silo men torkas med luft som förvärms till 35-40°C innan den blåses in. För att få en jämn torkning blandas spannmålen med vertikala skruvar. Westin (2004) kom fram till att det användes 1,61 kWh/kg H₂O för uppvärmning av luften i denna typ av tork. Han uppskattade även förbrukningen av elenergi för fläkten till 0,077 kWh/kg H₂O och till omrörarna till 0,04 kWh/kg H₂O.

2.7 Utgödsling

Den vanligaste utgödslingen är eldriven där en skrapa eller släde dras i gödselrännan och samlar gödsel till en kulvert som sedan för ut den till gödsellagret. Här skiljer man på sk klaffskrapor som ofta i äldre undersökningar har en kort slaglängd och slädskrapor som går från den ena änden till den andra av gödselrännan. Utvecklingen har gått mot att många utgödslingar har lång slaglängd men att skrapan varierar i utseende. SMP, (1978) provade några typer men man har endast mätt effektbehov och utgödslingstid. I tabell 2 finns en sammanställning av effektbehovet hos provade utgödslingsanläggningar där även provning av hydraulisk utgödsling finns redovisad (SMP, 1982). Den indikerar att slädskrapan kräver mindre effekt än en klaffskrapan vilket stöds av Nilsson & Pählstorp (1985), se bilaga 1-3. Rundgående kedja kräver störst effekt men den är samtidigt längre än övriga provade anläggningar.

Tabell 2. Några data från provning enligt SMP, 1978 och 1982.

Produktion	Användningstid min/dag	Effektbehov kW
Slädskrapa kedja grisar, 52 m gödselränna	3,5-4	1,4-1,7
Klaffskapa, kedja grisar, 52 m gödselränna	7-8	1,3
Rundgående kedja med skrapor, nötkreatur, 120-124 m kedja och 10-11 m höjdbana,.	20	3,6-5,0
Hydrauliskt driven utgödsling, klaffskrapor i rännorna (32 båsplatser) inkl tvärkulvert.	44	3,0 ¹⁾

¹⁾ (motoreffekt)

När det gäller gödselpumpar finns det provningar (SMP, 1979) som visar att energibehovet under normala förhållanden skulle vara 0,07-0,84 kWh/m³. Det högre värdet avser pumpar med stort flöde. Då rördimensionen är densamma för pumparna är det högre värdet ett exempel på hur mycket större strömningsförlusterna blir när hastigheten ökar.

Hos värphöns används ofta band som samlar upp gödseln och transporterar den till samlingskulvert/transportband eller liknande. Några resultat från mätningar från en sådan anläggning har inte hittats.

2.8 Ventilation

Det finns två huvudprinciper för att ventilerar byggnader. I det ena fallet använder man fläktar (mekanisk ventilation) och i det andra utnyttjar man naturliga drivkrafter för att byta luften i stallet. Den senare används i stor utsträckning i stallar för nötkreatur, süssuggor och andra djur med måttliga krav på jämn temperatur och små luftrörelser vintertid. Detta gör att det endast används energi för att reglera spjäll. Övriga djurslag ventileras som regel med fläktar vilket kräver mera energi.

Danska undersökningar (Pedersen & Jensen, 1998) har visat att utformningen av, och placeringen av fläkten har stor betydelse för energiförbrukningen i förhållande till hur mycket luft som den blåser ut. Ett normalt värde för detta är 0,043-0,046 Wh/m³. Man har även sett stora skillnader mellan olika fläktars verkningsgrad. Pedersen & Hinge (2002) har definierat kriterier för vad som krävs för att en fläkt ska vara energieffektiv. De anger att fläkten, i sin arbetspunkt, ska ha en verkningsgrad på minst 78% för motorstorlekar mellan 0,5-1,0 kW vilket är en motorstorlek som är vanlig för fläktar i lantbrukets byggnader. Detta bör vara användbart när det gäller att jämföra olika fläktar med varandra men kan inte användas att uppskatta förbrukningen i ett stall.

Mekanisk ventilation kan ske endera med endast utsugsfläktar (undertrycksventilation) eller med fläktar som blåser in och suger ut luft ur stallet (balanserad ventilation). Balanserad ventilation använder dubbelt så mycket energi som undertryckssystem eftersom det är dubbelt så många fläktar. Även systemet för regleringen av fläktarna har stor betydelse. Det som är bäst är frekvensreglering av motorerna och det som är sämst är reglering med strypspjäll då motorn går på fullt varv hela tiden. Där emellan finns spänningsreglering med tyristor eller transformator (Pedersen & Hinge, 2002). I ett datorbaserat rådgivningsprogram ger frekvensreglerad ventilation en besparing på 48% (Landcentret, 2007).

Ventilationens uppgift är att ta ut fukt och gaser från djurstallet för att säkerställa en god djurmiljö. Den luft som suges ut måste således ersättas med ny luft utifrån som i sin tur måste värmas upp. Att byta luft oftare än vad som är absolut nödvändigt medför att energiförbrukningen ökar markant. Som exempel kan nämnas att om RF sänks från 75% till 65% i ett suggstall med 60 SIP* kommer energianvändningen att öka från 75 kWh/SIP*, år till 286 kWh/SIP*, år. Denna energi kommer dock från uppvärmningssystemet men ökningen orsakas av att ventilationssystemet tar ut för mycket luft ur stallet. (Nilsson & Sällvik, 1977). Se vidare avsnittet *Uppvärmning*.

*SIP= Sugga i produktion

2.9 Belysning

För att ge en bra allmänbelysning krävs en ljusstyrka på ca 75 lux. För att få god överblick t ex i en grisningsavdelning krävs 150 lux. På en arbetsbänk krävs 300 lux. Den helt dominerade typen av armaturer är lysrör som ger stort ljusutbyte i förhållande till insatt energi (Sundahl, 1977). I stallar för fjäderfä är det nödvändigt att använda glödlampor då djuren irriteras av de högfrekventa blinkningar som kommer från lysrör.

Tabell 3. Installerad effekt av olika ljuskällor för att ge 100 lux på arbetsplatsen (Pedersen & Hinge, 2002)

Typ av lampa	Installerad effekt W/m ²
Glödlampa	16,4
Lysrör	2,7-3,2
HF lysrör	2,1-3,0

Energiförbrukningen kommer som nämnts inledningsvis att påverkas av installerad effekt samt hur lång tid den är tänd. Nilsson & Pålstorp (1985) noterade stor skillnad i installerad effekt; 25 - 69 W/koplats respektive 13 - 54 W/SIP* vilket leder till att även energianvändningen har stor spridning 57-183 kWh/koplats, år och 38-135 kWh/SIP*, år. Se bilaga 1-3. Det finns dock en klar koppling mellan låg installerad effekt och låg energianvändning per år.

2.10 Utfodring

Tekniken som krävs för att utfodra djuren skiljer mycket beroende på utfodringsstrategi och djurslag. När det gäller fjäderfä är tekniken relativt likartad även om foderplatsen kan variera från foderränna (värphöns) eller runda tråg (slaktkyckling). Nilsson & Pålstorp (1985) anger att en anläggning med 10 500 värphöns i bur hade en energiförbrukning på 92 Wh/djurplats, år. Det saknas beskrivning av fodersystem.

2.10.1 Nötkreatur och mjölkproduktion

Nötkreatur utfodras med både grovfoder (hö eller ensilage) och kraftfoder (spannmål m m). Ensilage kan variera mycket i ts-halt och detta avgör den vikt som ska hanteras Eftersom det åtgår olika mängd energi för att flytta samma mängd näring kommer detta att medföra stor spridning i energibehov för hanteringen. I hö är ts-halten mer konstant och foder hanterades oftast manuellt vilket gör att data saknas på detta område.

*SIP= Sugga i produktion

När Nilsson & Pålshorp (1985) gjorde sin undersökning var hö fortfarande vanligt och fullfoder/blandfoder förekom i mycket liten omfattning. I undersökningen fanns endast en gård med automatiserad grovfoderhantering och där uppmättes 51,8 kWh/koplats, år. Således saknas data på modern grovfoderhantering.

Idag utfodras som regel en blandning av grovfoder och spannmål samt eventuellt något mer fodermedel. Blandningen sker i samband med utfodring och vanligast är ett mobilt system där blandaren sitter på en vagn (sk mixervagn) och drivs av en traktor. Vagnen lastas av lastmaskin eller traktor med lastare. Det finns även system med en stationär blandare där fodret transporteras till djuren med eldriven fodervagn (rälshängd) eller bandfoderfördelare. Sedan finns det även en variant där en rälshängd vagn blandar fodret innan den utfodrar. Denna typ kallas rälsgående mixervagn.

De vanligaste typerna av blandare är haspelblandare och vertikalblandare (skruv) vilket beskriver blandningsorganet. Det finns även andra typer t ex paddelblandare och diagonalblandare. I tabell 4 finns en sammanställning av rekommenderad effekt till några olika typer av mixervagnar. Eftersom blandningstiden har stor inverkan är det emellertid svårt att rangordna dem efter energianvändning. Notera även att diagonalblandaren använder elektriska motorer och kräver därför mindre effekt än övriga som är traktordrivna.

Tabell 4. Sammanställning av effektbehov (traktor) hos några fullfoderblandare (Brøgger Rasmussen, 2001).

Fabrikat	Typ	Effektbehov per volym i blandaren kW/ m ³	Effektbehov per mängd blandat foder kW / ton
Keenan (traktor)	Haspelblandare	4,44	16
JF VM-feeder (traktor)	Vertikalblandare	3,34	11
JF PA-feeder (traktor)	Paddelblandare	4,23	16,6
Lydersen Hydromix S (Elmotor)	Diagonalblandare	1,23	4,4

2.10.2 Grisproduktion

Vid utfodring av grisar var det förr vanligt att använda torrt foder som transporterades med skruv eller medbringare som satt på en kedja eller wire. Wire behöver mindre energi än kedja. Idag byggs det i mycket stor utsträckning för blötufodring där en central blandare gör en soppa som sedan pumpas ut till grisarna. En anläggning med skrupump och 2 blandartankar för 886 slaktgrisar använde 2,5 kWh/slaktgrisplats och år. (Nilsson & Pålshorp 1985)

2.10.3 Foderberedning

När foder blandas på gården påverkas energiförbrukningen av hur mycket man sönderdelar fodret och vid vilken vattenhalt. En kross använder 5-8 kWh/ton spannmål medan en hammarkvarn använder 12-18 kWh/ton spannmål vid vattenhalter på 13-17%. Till detta ska läggas energin som åtgår för att transportera den sönderdelade varan till mellanlager. Hammarkvarnen kräver mer energi vid våt spannmål. Krossen påverkas inte av vattenhalten (Larsson, 1988). I bilaga 1-2 redovisas de mätningar som Nilsson & Pählstorp (1985) gjort avseende energianvändning vid foderberedning.

2.11 Personalavdelning

För en gård med animalieproduktion som har anställda krävs ett utrymme där man kan byta om till arbetskläder, tvätta sig och äta sin mat. Beroende på hur många anställda man har, är kraven olika (AFS, 2000:42). Energiförbrukningen påverkas i hög grad av hur många som använder personalutrymmet och till vad. När det gäller vissa grisbesättningar och fjäderfä krävs i många fall att personal och besökare duschar och byter kläder både på väg in och när man går ut, för att minska risken för smitta (Olsson, m fl, 1993). För en sådan anläggning krävs mycket större hygienutrymme än normalt. Någon sådan anläggning finns inte redovisad i tidigare mätningar. I tabell 7 redovisas några exempel på värden.

Tabell 5. Energiförbrukning i personalutrymmen på företag med olika inriktning (Nilsson & Pählstorp, 1985)

Produktion	Energiförbrukning kWh/år
Smågrisproduktion, 11,5 m ² , För 3 personer. 1 person duschar efter varje arbetspass	3 700
Smågrisproduktion, 11,5 m ² , Utnyttjas av en avbytare samt för enklare hygien och som kontor.	1 181
Slaktgrisproduktion, 16 m ² , Utnyttjas av en anställd samt för enklare hygien och som kontor.	6 556
Mjolkproduktion, 29 m ² , Utnyttjas av 1-4 personer i varierande omfattning, exkl varmvatten.	8 016
Mjolkproduktion, 14 m ² , Utnyttjas av familjen och en avbytare i varierande omfattning, samt som kontor.	1 815
Mjolkproduktion, 10 m ² med bastu, Utnyttjas av familjen och en avbytare i varierande omfattning	5 392
Slaktnötproduktion, 6 m ² , Enklare personlig hygien.	1 206
Äggproduktion, 19,5 m ² , Utnyttjas för enklare personlig hygien samt som kontor, exkl belysning (200 W).	1 364

2.12 Uppvärmning

Det är i huvudsak vid produktion av fågelkött och smågrisar som det är nödvändigt att värma djurutrymmet. I slaktgrisproduktionen är det även nödvändigt att torka ut stallet efter rengöring samt hålla 16-18°C när grisarna kommer till stallavdelningen. När det gäller värmelampor finns dessa både som 150 och 250 W. De är i första hand avsedda för att genom extra värme locka bort smågrisarna från suggan så att de inte skadas. Detta gör att de även används under sommaren. Ventilationen måste då, förutom värmen från djuren även ta bort den värmen från värmelamporna. Det finns flera varianter på hur värmelampornas effekt kan sänkas så den onödiga värmen minskar.. Danska riktvärden för energiförbrukning anger 410 kWh/SIP*, år vilket inte avviker alltför mycket från Nilsson & Pålhorstorp (1985) som registrerade 410-505 kWh/SIP*, år (inkl värmelampor). I tabell 6 ges några exempel på energiåtgång till uppvärmning.

Tabell 6. Energiförbrukning för uppvärmning och värmelampor på företag med olika inriktning. (¹Nilsson & Pålhorstorp, 1985; ²Nilsson & Sällvik, 1977). dp = djurplats

Uppvärmnings, typ	Energiförbrukning
Uppvärmning, 80 SIP, 20,5 kW, södra Skåne	197 kWh/SIP*, år ¹
Värmelampor, 80 SIP, 17x150W	213 kWh/ SIP*, år ¹
Uppvärmning, 55 SIP, 11 kW, NÖ Västmanland	230 kWh/ SIP*, år ¹
Värmelampor, 15x250 W, 55 SIP	275 kWh/ SIP*, år ¹
Uppvärmning, 60-70 SIP T+ S -län	80-407 kWh/SIP*, år ²
Uppvärmning 18 kW, 620 Slaktgrisplatser, NV Skåne	3.2 kWh/ dp, år ¹
Uppvärmning, 520-730 slaktgrisplatser, E+R-län ¹	11-44 kWh/dp, år ²
Uppvärmning, kalvstall för 15-20 djur, SV Uppland	1100-1466 kWh/dp, år ¹
Uppvärmning, kalvstall 6-9 djur, SÖ Skåne	125-187 kWh/dp år ¹

2.13 Mjölkning

Innan den sk. robotmjölknings fanns så skiljde man i Sverige endast på mjölkning i uppbundet respektive lösdrift. Nilsson & Pålhorstorp (1985) kom fram till att totalförbrukningen uppgick till 314-424 kWh/mjölko, år. Omräknat till Wh/liter mjölk blev skillnaden ännu mindre. Se tabell 7. Om mjölkningsarbetet delas upp i mjölkning, diskning och kylning visar detta på stora skillnader vilket kan tyda på att arbetsrutiner kan ha stor inverkan. Det saknas uppgifter på hur mycket varmvatten som används till diskning respektive annan användning t ex utfodring av kalvar och hygien.

* SIP= sugga i produktion

Tabell 7. Energiförbrukning för mjölkning (Nilsson & Pålshorp, 1985).

Produktion	Varmvatten kW/ko, år	Kylning kWh/ ko, år	Mjölkning kWh/ ko, år	Totalt
Uppbundet, 90 mjölkkor 6800 kg mjölk	145 ¹⁾	87	82	314 kWh/ko, år 46 kWh/ton mjölk
Uppbundet, 20 mjölkkor, 6800 kg mjölk, 8 mån	114 ¹⁾	78	32	224 kWh/ko, år 33 kWh/ton mjölk
Uppbundet, 30 mjölkkor, 7500 kg mjölk	254 ¹⁾	105	65	424 kWh/ko, år 46 kWh/ton mjölk
Lösdrift, 35 mjölkkor, 6200 kg mjölk	150 ¹⁾		188	338 kWh/ko, år 54 kWh/ton mjölk

¹⁾ Värde omfattar även varmvatten som använts till att utfodra kalvarna och annan disk.

En Dansk undersökning (Brøgger-Rasmussen, 2004) visar att mjölkningsrobotar (21st) använder 15-83,5 kWh/ton mjölk och mjölkningstallar (3st) använder 19-38 kWh/ton mjölk. Undersökningen visade att det är mycket stor skillnad mellan anläggningarna. Man påpekar att mjölmängden per robot, mängden varmvatten och teknisk lösning verkar ha stor betydelse.

2.14 Äggpackning

När det gäller hantering av ägg bygger alla packutrustningar på att äggen kommer på en bandtransportör från djuren. Därefter kan äggen sorteras och läggas på äggbrätten för att sedan manuellt eller med olika nivå på mekanisering flyttas från bandet till äggfacken. Nilsson & Pålshorp (1985) kom fram till att ett stall med 10 500 värphöns i burar använde 38 Wh/höna för maskinell transport och manuell plockning av äggen. För kylning användes 269 kWh/1000 djur. En mindre mängd ägg tvättas innan de packas. Efter detta klassas de som lägre kvalité och hanteras för sig. Uppgift om denna hantering har inte hittats.

2.15 Övrigt

I jordbrukets driftsbyggnader förekommer verksamhet som inte kan hänföras till någon av ovanstående rubriker. Som exempel på detta är reparationer, vattenförsörjning, rengöring av stallet, ytterbelysning etc. Till stor del saknas data på detta. Om data från Nilsson & Pålshorp (1985) bearbetas varierar det mellan 1-10% av totalförbrukningen på företaget. I bilaga 1-3 finns några exempel på funktioner och vilken energiförbrukning som mätts upp.

3 MATERIAL OCH METOD

I samråd med referensgruppen bestämdes att studien skulle omfatta minst fyra mjölkproducenter, tre svinproducenter (varav en med FTS-stall), två äggproducenter och två slaktkycklingproducenter där energianvändningen i hela animalieproduktionen skulle studeras. Studien skulle även omfatta energiförbrukningen i spannmålstorkar. Gårdarna som valdes ut låg i Skåne samt en i södra Halland respektive Östergötland. Fokus på studien skulle ligga på att studera hur den nya tekniken har påverkat energiförbrukningen i dessa produktionsformer. När ny teknik inte finns representerad på ovan nämnda gårdarna studerades denna teknik på ytterligare. I tabell 8-10 finns en sammanställning av mjölk- gris- och fjäderfäföretagen avseende storlek och mätningarnas omfattning.

Tabell 8. Sammanställning av storlek och mätningarnas omfattning på gårdarna med mjölkproduktion samt anläggningar där endast vissa funktioner studerats.

Gård A	Gård B	Gård C	Gård D		Gård E1	E2 o E3
150 kor 150 rekr mjölkstall Plansilo	220 kor 220 rekr mjölkstall Plansilo	120 kor 120 rekr 35 tjurar Mj-robot Tornsilo	40 kor 140 rekr Mjölkstall Plansilo	106 kor Mj-robot Plansilo	100 kor Mj-robot	Mjölkor resp Lamm
Alla djur	Alla djur	Alla djur		Alla djur	60 kor	Utfodring
Mätningar uppdelade i funktioner	Mätningar uppdelade i funktioner	Mätningar uppdelade i funktioner	Total- förbrukn.	Mätningar uppdelade i funktioner	Mjölkning Utgödsling	
	Effekt- mätning	Effekt- mätning				

Tabell 9. Sammanställning av storlek och mätningarnas omfattning på gårdarna med grisproduktion. SIP= Sugga i produktion.

Gård F	Gård G	Gård H
Slaktgrisuppfödning FTS-system 96 SIP	Smågrisuppfödning Enhetsbox 480 SIP	Slaktgris 25-100 kg 1160 platser
Alla djur	Alla djur	Alla djur
Mätningar uppdelade i funktioner	Mätningar uppdelade i funktioner	Mätningar uppdelade i funktioner
Effektmätning		

Tabell 10. Sammanställning av storlek och mätningarnas omfattning på gårdarna med ägg- och slaktkycklingproduktion.

Gård J	Gård K	Gård L	Gård M
40 000 värphöns inredda burar	12 500 värphöns frigående system	100 000 slaktkycklingar i två avdelningar	100 000 slaktkycklingar i två avdelningar
Alla djur	Alla djur	Alla djur	Endast total förbrukningen
Mätningar uppdelade i funktioner	Mätningar uppdelade i funktioner	Mätningar uppdelade i funktioner	

På gårdarna delades funktionerna upp i *Utgödsling*, *Utfodring*, *Ventilation*, *Belysning* samt i förekommande fall *Tvättning*, *Mjolkning* eller *Äggpackning*. På alla företag förekom förbrukning som inte kan hänföras till någon av ovanstående rubriker vilken då hänförs till *Övrigt*. Denna kan innehålla belysning och tvättning som inte är i djurutrymmen, reparationer etc. På gårdarna skedde huvuddelen av produktionen i byggnader som tagits i bruk efter 1993 och flertalet är mindre än 5 år gamla och använde modern teknik.

3.1 Mjölföretagens teknik

Teknik som undersöktes på mjölkgårdarna framgår av tabell 11. Djuren hölls i lösdrift. Två av gårdarna hade spaltgolv i gödselrännorna, övriga hade öppna gödselrännor. Foderlagringen skedde i plansilo utom på en gård som hade tornsilo. Upprullning av rundbalar studerades på en gård med lammproduktion. Alla gårdarna hade belysning med lysrör. Installerad effekt i ko och ungdjurstall var 15-26 W/djur. Inget av företagen hade separat personalutrymme varför detta inte kunde dokumenteras. För ett företag med mjölkningsrobot användes denna för att beräkna mängden producerad mjölk. På övriga företag har levererad mjölmängd till mejeriföreningen använts.

Tabell 11. Teknik som studerades på mjölkföretagen.

Funktion	Teknik
Mjölkning	<ul style="list-style-type: none">- Mjölkningsrobot Lely och DeLaval- Fiskbenstall, SAC och DeLaval
Utgödsling	<ul style="list-style-type: none">- Linutgödsling under spalt och öppna rännor- Hydraulisk skraputgödsling – öppna rännor- Tryckare för transport från stallet till pumpbrunn- Gödselpump till pumpbrunn
Utfodring	<ul style="list-style-type: none">- Traktordriven mixervagn- Eldriven mixervagn, rälsgående, Mullerup Mixfeeder- Stationär mixer och eldriven utfodringsvagn- Bandfoderfördelare- Upprullare av rundbalar
Ventilation	<ul style="list-style-type: none">- Naturlig vent, fast luftinsläpp- Naturlig vent. automatiskt regleradnock o luftintag- Naturlig vent. uppblåsbara väggar (DeBoer) med automatisk styrning avnock- Mekanisk ventilation, typ balanserad- Mekanisk ventilation, typ undertryck
Övrigt	<ul style="list-style-type: none">- Takvärme i mjölkstall- Frostskydd i oisolerat stall- Vatten

3.2 Svinföretagens teknik

Teknik som undersöktes på svinföretagen framgår av tabell 12. Ett företag hade smågrisproduktion med 480 suggor med enhetsboxar. Ett företag hade helintegrerad produktion med FTS boxar med 96 suggor. I det ena fallet fanns kall och i det andra varm lösdrift för sinsuggorna. Det sista företaget hade specialiserad slaktsvinsproduktion med 3 avdelningar med 400 slaktsvin i varje avdelning. Insättningsvikt var ca 25 kg. Alla gårdarna hade belysning med lysrör. Effekten i grisions respektive FTS-avdelning var 36 W/box. I slaktsvinsstallet var det 1,8 W/djurplats (ca 18 W/box). Uppgiften om antalet djurplatser har erhållits av företagets personal

Tabell 12. Teknik som studerades på svinföretagen.

Funktion	Teknik
Utgödsling	- Linutgödsling under spalt - Linutgödsling i öppna rännor
Utfodring	- Blötutfodring, Weda och Datamix
Ventilation	- Mekanisk ventilation, typ undertryck - Naturlig vent. automatiskt reglerad nock o luftintag
Personalutrymme	
Tvätt	- Tvättrobot + eftertvättning

3.3 Äggproducenter

Teknik som undersöktes hos de studerade äggproducenterna framgår av tabell 13. Det ena företaget hade inredda burar och det andra hade lösgående höns i flervåningssystem. De hade 40 000 respektive 12 500 höns. Båda företagen hade belysning med glödlampor i djurutrymmet. Effekten var 0,46-0,48 W/djurplats. Äggproduktionen registrerades inte.

Tabell 13. Teknik som studerade på de äggproducerande företagen.

Funktion	Teknik
Utgödsling	- Gödselband och tryckare - Gödselband - Gödseltork
Utfodring	- Torrutfodring i tråg
Ventilation	Mekanisk ventilation, typ undertryck. - 5 st fläktar som regleras parallellt - 13 fläktar varav 2st varvtalsreglerade, övriga i steg
Packning av äggen	- Packmaskin utan staplare - Packmaskin med staplare

3.4 Slaktkyckling

De studerade stallarna var identiska, med plats för 100 000 kycklingar per omgång. I det ena mättes energiförbrukningen uppdelat i *Belysning*, *Ventilation*, *Värme* och *Övrigt*. I det andra registreras endast totalförbrukningen. Tack vare nätägarens registrering kunde båda stallens totalförbrukning följas med avläsning varje timme.

3.5 Spannmålstorkar

Fyra anläggningar med olika typ av spannmålstork studerades. Anläggningarna hade olika uppbyggnad. Ingen registrering gjordes av oljeförbrukning eftersom denna är beroende av vattenhalt in och ut samt torkluftens egenskaper. Endast total spannmålmängd och totalförbrukning har registrerats. På gård N och P ingår även luftning och belysning i förbrukad energimängd. Sammanställning framgår av tabell 14.

Tabell 14. Beskrivning av spannmålstorkarna som ingick i undersökningen.

Gård	Typ av tork	Beskrivning
N	Kontinuerlig tork, TORNUM Energi till dammreduceringsanläggning, luftning, in- och utlastning ingår	Komplett tork med två luftningsbara utomhus silor (400 ton), 400 ton i självtömmande fickor samt övrigt i planlager. Tre elevatorer samt transportör till och från silos samt till planlager. Ca 1400 ton hanteras
O	Cirkulerande satstork, MEPU	Utomhus tork med in- och utlastningsficka. Ca 600 ton hanteras
P	Dubbel satstork, AKRON Energi till belysning, luftning in- och utlastning ingår	Torkhus m luftningsfickor, 190 ton kan luftas. Ca 500 ton hanteras
Q	Silo med omrörning, MertzCorn	Två torksilo med fläkt och omrörning. Ca 1400 ton hanteras

3.6 Mätutrustning - energimätning

Mätningarna genomfördes med kalibrerade elmätare av samma typ som användes för registrering av elenergi till abonnenter och tillhandahölls av E.ON- elnät AB, se figur 2. Elmätarna installerades av de undersökta företagens normala elinstallatör. Avsikten med installationen var att kunna särskilja funktionerna *Utfodring, Utgödning, Ventilation, Belysning, Hygien, Hantering av producerad produkt* samt *Övrigt*. För mjölk och grisanläggningarna gjordes en grov uppdelning i olika djurgrupper. I många fall kunde varje funktion särskiljas men i några fall användes indirekt mätning dvs att all annan förbrukning registrerades och det som ”blev över” kunde hänföras till de önskade kategorierna. Avseende någon mindre förbrukning tex ryktborstar och foderautomater gjordes punktmätning av energiförbrukningen med Amperemeter med två decimalers noggrannhet. Ett närmevärde för energiförbrukningen per dygn kunde sedan beräknas.



Figur 2. Elmätare som användes för registrering av elförbrukningen.

Svin- och äggproducenterna avläste en gång per vecka och rapporterade in data i de flesta fall en gång per månad. På spannmålstorkarna mättes endast totalförbrukning under året. Slaktkycklingproducenten registrerade veckovis när det fanns djur i stallet. Data från elleverantören (timavläsning) överfördes elektroniskt efter skriftligt medgivande från de undersökta företagen. På de mjölkproducerande företagen gjordes en avläsning per månad, men i något fall blev intervallet längre.

3.7 Mätutrustning för effektmätning

För bestämma utnyttjad el-effekt användes en utrustning från E.ON-el nät AB som registrerade energiförbrukningen i intervall om 5 minuter (figur 3). Med kännedom om huvudspänningen (400V) kunde medelströmmen beräknas vilken sedan användes som mått på hur stort effektuttaget var. Denna mätningen gjordes endast på ett svinföretag (G) och ett mjölkföretag (C) under en längre period. På ett mjölkföretag (B) gjordes en mätning under en vecka för att se om det skiljde mycket mellan gårdar med olika teknik.



$$I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$P = \text{Effekt} \left[\frac{J}{s} \right]$$

$$U = \text{Huvudspänning} = 400V$$

$$I = \text{Ström} [A]$$

$$\cos \varphi = \text{Fasförskjutning} = 0,8$$

Figur 3. Mätutrustning för registrering av mätdata (tv) samt formeln (th) som användes till beräkna medelvärde av strömförbrukningen under 5 minuter. PC:n användes endast för att hämta in mätdata från anläggningen

4 RESULTAT OCH DISKUSSION

Undersökningen resulterade i en mängd mätdata som var för sig har ett visst värde. För att inte rapporten inte ska bli alltför omfattande kommer därför endast en mindre mängd mätresultat att presenteras i själva rapporten. Övriga data har bearbetats och återfinns i bilaga 1-4 sorterade efter produktionsinriktning. Alla mätningar har räknats om till att relateras till antal djurplatser eller i några fall antal mjölkkor alternativt suggor i produktion (SIP). Även energiförbrukning per l mjölk har använts. Vilket som anges beror på vad som bestämmer hur mycket energi som krävs. Som exempel kan nämnas att för belysning har antalet djurplatser använts eftersom byggnadens storlek avgör antalet belysningsarmaturer som installerats. Däremot foder och gödsel är relaterat till antalet djur i avdelningen/byggnaden. När det gäller mjölkning och gödsel har omräkning även skett till kWh/l mjölk respektive kWh/m³ gödsel. Data för personalrum finns i bilaga 5.

Trots det relativt stora antalet installerade mätare är det mycket få funktioner som haft så många mätvärden att man kan göra någon mera djupgående statistisk behandling. Mätvärdena identifierar dock vilka funktioner som använder mycket respektive lite energi och med hjälp av ytterligare analys kan sparåtgärder identifieras. Mätningarna bör även kunna ge en fingervisning om vilken teknik som är energieffektiv. Man kan även få en fingervisning om storleksordningen av energianvändningen inom respektive produktionsgren.

4.1 Mjölkkor

Företag med mjölkproduktion byggs ofta upp successivt och det är först på senare år som det finns stallar för endast mjölkkor. På en av de undersökta gårdarna (D) hade man korna både med mjölkrobot samt i mjölkstall. Vart korna flyttades under sinperioden samt hur kalvar föddes upp varierade också mellan gårdarna. Detta gör det svårt att uppskatta energiförbrukningen samt relatera detta till en bestämd djurgrupp. Däremot blir totalbilden av energianvändningen i mjölkproduktionen tydlig. En mycket enkel beskrivning av gårdarna finns i tabell 15.

Tabell 15. Kort beskrivning av mjölkföretagen där hela produktionen studerats.

	Gård A	Gård B	Gård C	Gård D	
	150 kor, mjölkstall Plansilo	220 kor, mjölkstall Plansilo	120 kor Robot Tornsilo	40 kor/rekr Mjölkstall Plansilo	106 kor Robot Plansilo
Mjölk- produktion	10,5 ton/ko, år	8,8 ton/ko, år	5 ton/ko, år	12 ton/ko, år	
Kostall (byggn.år)	Isolerat Naturlig vent. Spaltgolv Linutgödsling (1993)	Isolerat Naturlig vent Helt golv Linutgödsling +tryckare + pump (2003)	Alla djur i samma byggnad	Ca 40 kor + 100 rekr. djur 6-23 mån. i byggnaden	Isolerat Naturlig vent Helt golv Linutgödsling +tryckare + pump (2001)
Ungnöt stall (byggn.år)	Oisolerat Naturlig vent Spaltgolv Linutgödsling (2000)	Isolerat Balanserad Mek ventilation, Spaltgolv Linutgödsling + pump (okänt)	Isolerat Naturlig vent. Spaltgolv Linutgödsling + pump (2000)	Isolerat Mek. vent Spalt golv Linutgödsling pump (1966)	Isolerat Mek. vent 3-6 månader spaltgolv (okänt)

I tabell 16 sammanfattas resultaten av mätningarna för hela gården utslaget per mjölkko respektive l mjölk. Gård C hade mycket lägre mjölkproduktion än övriga vilket inte upptäcktes förrän efter halva mätperioden. De funktioner som har samband med producerad mängd mjölk är utfodring, utgödsling samt mjölkning (inkl kylning). Mängden grovfoder som hanterades på denna gård motsvarade den mängd som kunde förväntas bli hanterad på en gård med högre produktion (Liedström, pers. medd. 2006) så denna felkälla bör vara liten. Mätningarna indikerar att gård C använder 30-60% mindre energin än övriga gårdar till kraftfoderautomater. Energiförbrukningen för hanteringen av kraftfoder är 1-2% av energi för utfodringen på de undersökta gårdarna så felet när det gäller totalförbrukningen bör därför vara acceptabelt. Gödselmängden vid denna produktionsnivå är enligt SJV 1995 ca 10% lägre än övriga gårdar men med hänsyn till att några mätningar eller uppskattningar av spillvatten inte gjorts på gården bör även detta fel kunna accepteras.

Mätvärdena för gård D har inte samma noggrannhet som övriga då mätningar gjordes på hela gården samt funktionerna i kostallet med mjölkningsrobotar samt i stallet för de minsta rekryteringsdjuren. Då det saknas mätningar för mjölkning och belysning har dessa funktioner skattats tillsammans med lantbrukaren utifrån de mätvärden som erhållits.

Tabell 16. Resultat från energimätningar på fyra gårdar med mjölkproduktion.

	Gård A	Gård B	Gård C	Gård D
Beskrivng	150 kor, mjölkstall Plansilo, kWh/ko, år	220 kor, mjölkstall Plansilo kWh/ko, år	120 kor Robot Tornsilo kWh/ko, år	146 kor Robot/mjölkstall Plansilo kWh/ko, år
Utfodring	¹⁾ 652	¹⁾ 370	133	¹⁾ 480
Ventilation	3	74	1	80
Utgödslng	40	31	27	22
Belysning	216	224	109	227
Mjölknng	386	406	572	487
Övrigt	²⁾ 216	145	87	224
Summa/dp	1513	1250	929	1512
Därav el	868	994	929	1060
Tot./l mjölk	0,148 kWh/l mjölk	0,141 kWh/l mjölk	0,203 kWh/l mjölk	0,125 kWh/l mjölk
% till rekr	23 %	26 %	Ej uppskattat	Ej uppskattat

¹⁾ Energiinnehållet i diesel är satt till 9,8 kWh/l

²⁾ I detta värde ingår frostskydd i ungnötstall med 91 kWh/koplats och år.

Som väntat var det stor skillnad mellan stallar med mekanisk och sk naturlig ventilation. På gård B och D användes det gamla kostallet till ungnöt och i vissa fall till kor och ventilationsanläggningen var sannolikt överdimensionerad till djuren. Att gård B hade balanserad ventilation framstår inte lika tydligt.

Utgödslngen var snarlik på alla gårdarna vilket avspeglas i resultatet. Att belysningen skiljer så mycket beror sannolikt endast på att man hade olika rutiner för när ljuset skulle vara på. På gård B och D används ljusrelä som tänder/släcker vid viss ljusintensitet.

Som nämnts inledningsvis var det inte möjligt att avskilja alla delar så att de kunde hänföras till respektive huvudgrupp. I *Övrigt* ingår därför diverse elektronisk utrustning tex PC, styrdator till foderstationer (utom på gård A), kalvamma, ryktborstar etc. De gårdar som studerades saknade personalrum utan hade endast kontor. Uppvärmning i detta utrymme ingår i *Övrigt*.

Som framgår av tabell 16 är en stor del av skillnaden i total energianvändningen mellan gårdarna orsakad av på vilket sätt djuren utfodrats. Utfodringen är även den del där variationen är störst mellan de undersökta gårdarna. Här framgår det att system där all teknik sköts med elektricitet endast använder 20-35% av energin, jämfört med system där traktor används i större eller mindre omfattning. Detta beror sannolikt på dieselmotorns sämre verkningsgrad. Alla mixervagnar var av samma fabrikat (Keenan) så skillnaderna speglar endast den stora spridningen som finns inom respektive system. Enligt leverantören blir energibehovet högre vid mer foder i blandaren. Även högre ts-

halt i fodret kräver mer energi eftersom fodret tar större plats i blandaren. Mätningarna indikerar att val av traktor samt antal foderblandningar per dag har stor inverkan.

I undersökningen studerades även energianvändningen för ett system med stationär blandning av blandfoder. När denna studie kombineras med data (kWh/ton foder) från gård C kan denna mätning jämföras med övriga. I tabell 17 presenteras en jämförelse mellan systemen.

Tabell 17. Jämförelse av energianvändningen vid utfodring av mjölkkor inkl rekrytering. Se även bilaga 1.

Gård	Utfodringsteknik	Energiförbrukning kWh/ko år
A	Plansilo, Traktor +mixervagn, Kraftfoderstationer	652
B	Plansilo, Traktor +mixervagn, rälsgående fodervagn i kostall + dieseldriven fodertruck till ungnöt	370
C	Tornsilo, Rälsgående fodervagn, Kraftfoderstationer	160
D	Plansilo, Traktor +mixervagn + bandfoderfördelare till korna + eldriven grovfodervagn till övriga djur.	480
E2	Tornsilo, Rälsgående mixervagn, Mullerup mixfeeder, Kraftfoderstationer, Kombinerad med gård C	274

Inom mjölkproduktion var det mjölkningen som krävde mycket energi. Dels användes energi till kylning av mjölken dels krävdes mycket energi för att driva vakuumpumparna. För att uppskatta fördelningen av energianvändningen för mjölkningen specialstuderades denna funktion på två gårdar. Den ena hade mjölkningsrobot och den andra hade mjölkningstall. Registreringen delades upp på *Mjölkning*, *Varmvatten* och *Kylning*. Resultaten framgår av tabell 18.

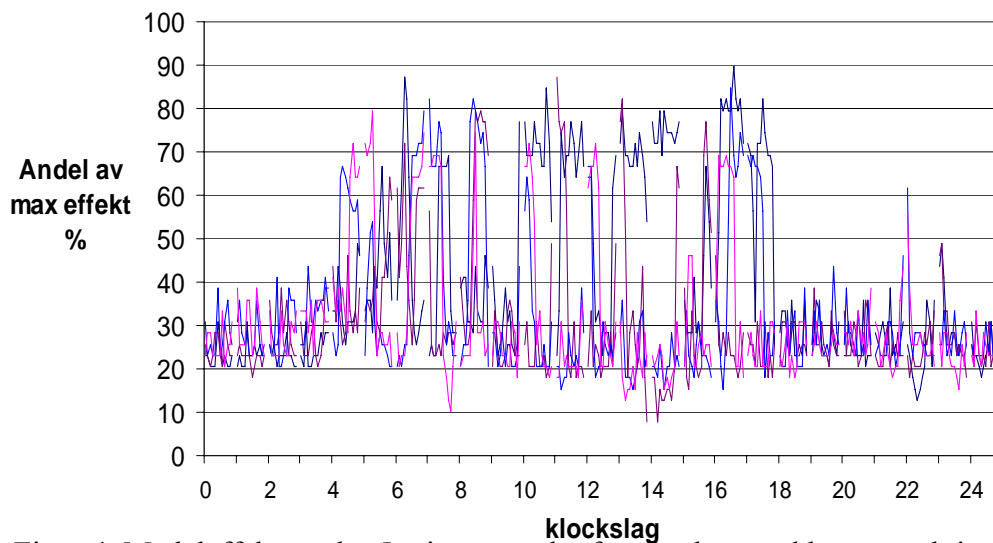
Tabell 18. Resultat av mätning av fördelningen av energianvändning för olika funktioner vid mjölkningen på två gårdar.

Funktion	Robot,		Mjölkstall	
	Wh/l	Andel	Wh/l	Andel
Varmvatten	5,2	13 %	0,9	2 %
Kylning	13,6	34 %	17,3	38 %
Mjölkning m m	21,1	53 %	27,7	60 %
Summa	39,9		45,9	

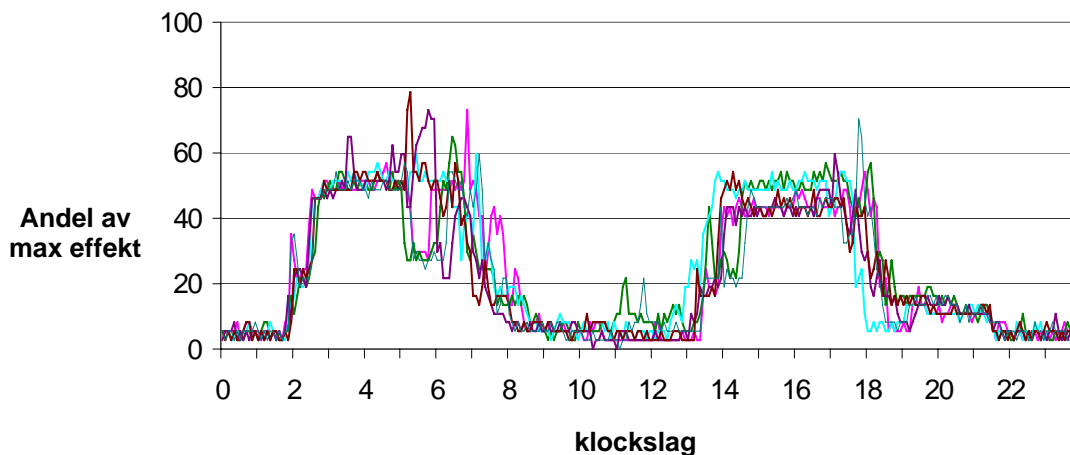
Av dessa resultat går det inte att se någon stor skillnad mellan mjölkning i robot respektive i mjölkstall. Det finns en skillnad till robotens fördel men här jämförs en robot med varvtalsreglerad kompressor med ett mjölkstall där man inte gjort något för att minska energiförbrukningen. Det förefaller även som om det är positivt med mer

mjölk per ko då gård C samt Nilsson & Pålstorp (1985) visar på minst 10% högre energianvändning både per ko och per l mjölk.

Effektbehovet mättes på gård B och C i 8 dagar respektive tre månader. Dessa mätningar visar att med mjölkningsrobot och tornsilo fick man ett mönster med hög belastning mellan 05-18 och låg belastning övrig tid, se figur 4. När det gäller effektutnyttjande användes mer än 50 % av tillgänglig effekt endast 10-25 % av veckan. Under den korta tid som mätningar gjordes på gård B visade dessa på en tydlig förbrukningstopp vid varje mjölkning. 50 % eller mer av effekten utnyttjades endast under 12 % av tiden.



Figur 4. Medeleffekt, under 5 minuter under fyra veckor med hög respektive låg energiförbrukning på gård C.



Figur 5. Medeleffekt för 5 minuter under sex dagar i april 2005 på gård B.

4.2 Grisproduktion

Gårdarna där mätningarna gjordes var mycket olika och detta avspeglas i mätresultaten. För att på något sätt kunna jämföra dem har gård G lagts samman med gård H så att det framgår hur mycket energi som åtgår för att producera en slaktgris. 24 grisar per sugga har endast antagits för att indikera produktionsnivån för besättningarna. Några produktionsresultat har inte registrerats. I tabell 19 redovisas totalförbrukning samt hur denna fördelas mellan de olika funktionerna:

Tabell 19. Resultat från energimätningar på tre gårdar med grisproduktion samt uppskattning av energiförbrukning för slaktgrisen producerad i enhetsboxsystem.

Gård	Gård F	Gård G	G+24xH	Gård H
Beskrivning	FTS-system 96 SIP* kWh/SIP*, år	Enhetsbox 480 SIP* kWh/SIP*, år	Enhetsbox + slaktgrispl. kWh/SIP*	Slaktgris 1160 platser kWh/djurpl, omg
Utfodring	90	13	68	2,3
Ventilation	654	80	310	9,6
Utgödsling	11	12	14	0,1
Belysning	244 ¹⁾	78 ²⁾	121	1,8 ³⁾
Värmelampor	161	310	310	
Uppvärmning värmkälla	992 olja	93 värmepump	194	4,2 olja (före insättning)
Vatten	Ingår i Övrigt	4	4-8	Ingår ej
Tvätt	79	7	24	0,7
Rekrytering, totalt	-	11	11	-
Personal	38	15	15	Ingår i Övrigt
Övrigt	164	66	90	1,0
Summa per djurplats	2431	689	1163	19,7
Därav el	1441	689		15,5
Övrig utrustning	23 Drankpump	38 Kvarn		-
Betäcknings avd	Isolerad	Isolerad		-
Sin avd	Isolerad	Oisolerad		-
Slaktgris	Isolerad			Isolerad
Byggår	1998	1999		1998

¹⁾ FTS avd 36W/box, Sin o betäckning 25W/djurplats

²⁾ Griso. avd. 36 W/box, Betäckn. avd 17 W/djurplats, Sinavdelning 10 W/djurplats.

³⁾ 18 W/box

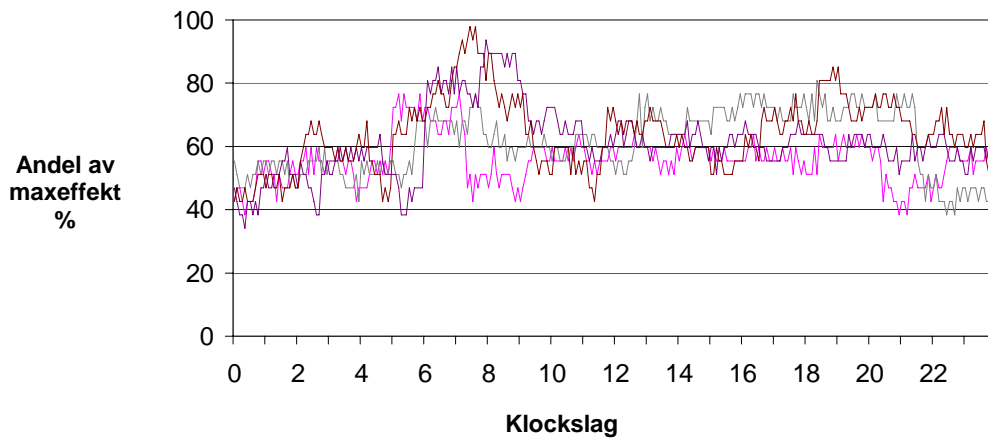
* SIP= sugga i produktion

I alla system använde uppvärmningen och värmelamporna en stor andel av energin. Vid slaktgrisproduktion användes tillskottsvärme endast till att torka stallet och hålla det varmt innan djuren kom. Vid smågrisproduktion (alla typer av boxar utan djupströ) behövs denna extra värme under några veckor i samband med grisning och framförallt vid avvänjning när suggan flyttas för att smågrisarna ska få en så bra miljö som möjligt. Värmelampans funktion är ge extra värme i en del av boxen så att smågrisarna lockas bort från suggan som annars mycket lätt trampar eller ligger på dem så att de skadas så allvarligt att de inte överlever. Samtidigt bidrar värmelampan till att hålla en högre temperatur i avdelningen. Värmelampornas effekt var 150 W på de undersökta gårdarna. Ingen av de studerade stallarna använde något system som ändrar effekten på lamporna.

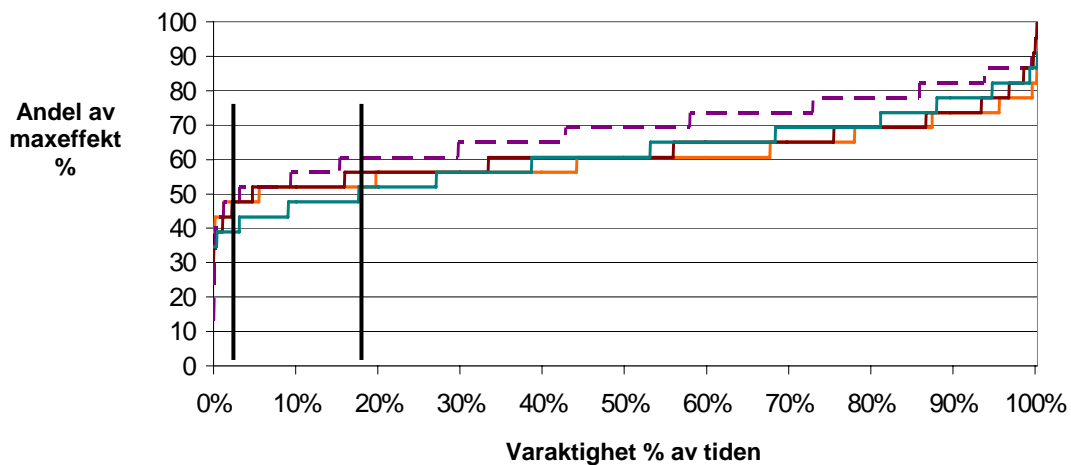
Den stora skillnaden i uppvärmningsenergi kan till viss del förklaras av att den ena gården (G) hade värmepump och den andra (F) använde oljeeldning. En annan faktor som bidrar till skillnaden är att en byggnad för 480 suggor har mindre yta mot uteklimat än stallet för 96 suggor hade (m^2/djur). Men denna skillnad har i andra undersökningar (Nilsson & Sällvik, 1977) visat sig ha mindre betydelse för totalförbrukningen. Den stora energislukaren är när ventilationsfläktarna överventilerar stallet. En annan faktor som kan ha betydelse är att stall F har 2-4°C högre temperatur jämfört med stall G. Även om fläktarna endast blåser ut 10 % för mycket luft kan detta tillsammans med en högre innetemperatur få stora konsekvenser för energiförbrukningen under den kalla årstiden.

Fläktmotorerna står för en stor del av energianvändningen i slaktgrisproduktionen (46%). I smågrisproduktionen står de för ca 12 %. *Utgödsling* och *tvätt* är funktioner som i stort sett är försumbara i förhållande till totalförbrukningen. *Övrigt* är 5-10 % av totalförbrukningen. Huvuddelen orsakas sannolikt av ytterbelysning samt belysning i korridorer och andra biutrymmen. Den slutsatsen kan man dra eftersom belysningen i slaktgrisstallet använder 1,8 kWh/djurplats, år och då är belysningen endast tänd 2-3 timmar per dygn.

Effektförbrukningen mättes på gården med 480 suggor i produktion (figur 6). Det går inte att se något cykliskt samband över dygnet, veckan etc med undantag för en liten minskning några timmar mitt i natten. I figur 7 har mätvärdena för de veckor som haft störst respektive minst energiförbrukning sorterats så att det går att se hur stor del av tiden som ett visst effektuttag skett. Av detta framgår att 5-15 % av tiden var effektuttaget mindre än 50 % av max belastningen vilket kan tolkas som att det inte finns något att vinna på att styra om toppbelastningen (kvarn och gödselpump) till andra tider.



Figur 6. Medeleffekten under 5 minuter på måndagar i vecka 13-17.



Figur 7. Procentuellt utnyttjande av huvudsäkringen sorterade i storleksordning. Exempel framgår av texten ovan.

4.3 Värphöns

Resultaten från mätningarna av energiförbrukningen på gårdarna med äggproduktion framgår av tabell 20. Då värphöns är en omgångsvis produktion med en omlopps tid på mer än ett år presenteras mätvärdena som 365 dagar med höns där det både finns en varm och en kall period. Hur mycket som uppmätts i samband med tvättning mellan omgångarna redovisas separat.

Tabell 20. Resultat från energimätningar på två gårdar med äggproduktion. Energianvändningen är omräknad till att motsvara 365 dagar med värpande hönor. Tvätt mellan omgångarna redovisas separat.

Gård	J	K
Funktion	40 000 värphöns inredda burar Wh/djurplats, år	12 500 värphöns frigående system Wh/ djurplats, år
Utfodring	130 3 ggr/dag	106 8 ggr/dag
Ventilation	1250	2156
Utgödsling	11	42
Belysning; Effekt, ljusprogram	1454 0,48 W/dp, 14 tim/dag	2431 0,46 W/dp, 16 tim/dag
Ägg packning	29	26
Äggtvätt	16	36
Kylning	ingår i Övrigt	150
Städning	Ingår i Övrigt	18
Övrigt	228	65
Summa/dp	3118	5030
kWh/ ton ägg 20 kg/höna	156 kWh/ton ägg	251 kWh/ton ägg
Städning mm mellan omg exkl värme	18,8	10
Byggår	2004	2003

Det skiljer mycket i energianvändningen avseende *Belysning* (30%) vilket delvis kan förklaras av att gård K har tänt 16 timmar/dygn och gård J har tänt 14 timmar/dygn. I stallar för frigående höns är det vanligtvis högre ljusintensitet vilket bidrar till högre energiförbrukning. En annan detalj som framkommit vid mätningarna på belysningen är att reglersystemet inte stänger av lamporna när det ska vara mörkt utan det registreras energiförbrukning även nattetid. Genom att mäta i samband med att stallet var tomt har denna förbrukning uppskattats till 91 Wh/djurplats, år.

Det finns även stora skillnader mellan systemen avseende *Ventilation* och *Övrigt*. När det gäller ventilationen kan skillnaden förklaras av att stall K har ett styrsystem som inte stänger av några fläktar utan de är parallellt varvtalsreglerade, även vid minimiventilation. Stall J har en kombination av varvtal (2 st) och stegreglerade fläktar (13 st). Skillnaden i *Övrigt* beror på mättekniken då städning, frysbox/skåp och kylmaskin och ett litet kontor ingår i denna post för gård J. Om dessa funktioner summeras för gård K blir skillnaden mycket liten mellan gårdarna.

En funktion som använder mycket energi är tvättning av ägg i samband med sortering (36 respektive 16 Wh/djurplats, år) trots att det är få ägg som tvättas. Skillnaden är sannolikt orsakad av att det blir fler smutsiga ägg i ett system med

frigående hönor. Det används mer energi till att rengöra stallet med inredda burar vilket eventuellt kan förklaras med att inredningen tar längre tid att tvätta. För att komma igång med värpningen under den kalla årstiden använde gård J ca 10 Wh/höna under 15 dagar samt ca 16 Wh/höna för uppvärmning.

4.4 Slaktkyckling

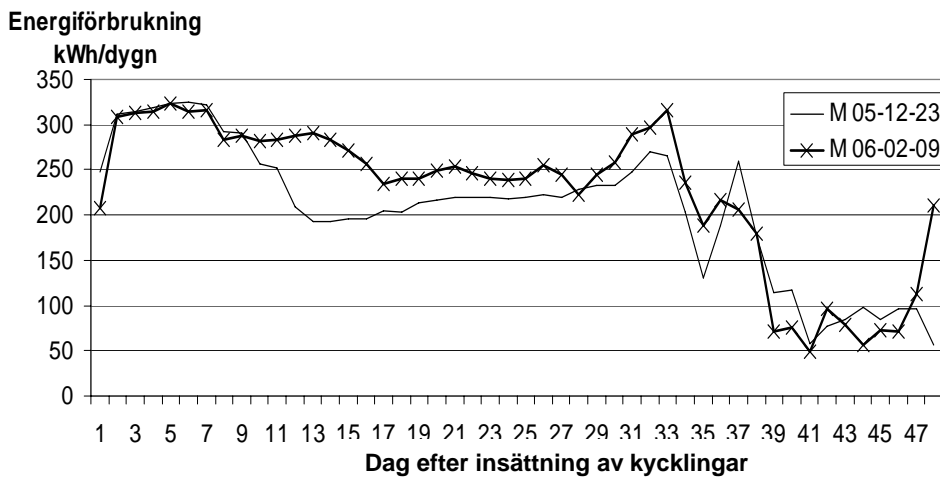
När det gäller slaktkyckling studerades endast ett företag noga. Resultatet från fem uppfödningssomgångar framgår av tabell 20. Här framgår att det som kräver mest energi är uppvärmningen i form av eldningsolja. När det gäller elenergiförbrukningen är det belysning och i viss mån ventilationen som är storförbrukare. Diesel vid utgödslingen är uppskattad från den arbetstid och lastmaskin som producenten uppgett och är därför mindre säker. Resultatet visar att energibehovet är 25-35 % lägre än tidigare uppgifter.

Tabell 20. Resultat från energimätningar på en gård med slaktkyckling uppfödning.

	L		M
	Energiförbrukning per omg kWh/100 000 djur	Andel	Energiförbrukning per omg kWh/100 000 djur
Utfodring	290	0,3 %	
Ventilation	3 340	3,6 %	
Belysning	9 790	10,7 %	
Värme	77 000	84,2 %	
Utgödsling, diesel ¹⁾	1 078	1,2 %	
Summa	91 324		
Diesel/ eldningsolja	78 078	0,78 kWh/djur	
El energi	13 246	0,13 kWh/djur	10 456

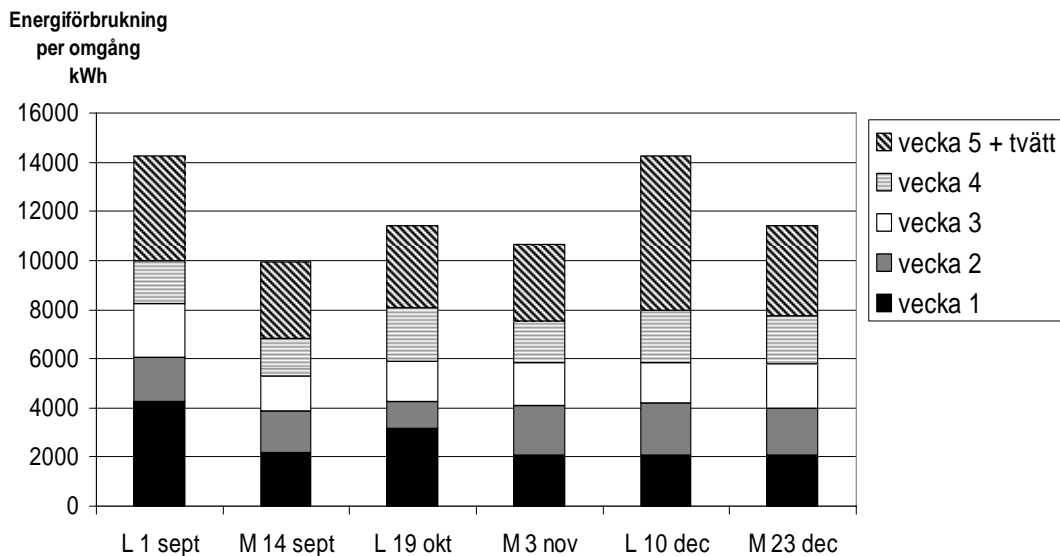
¹⁾ Energivärdet i diesel har satts till 9,8 kWh/l.

För att studera hur elenergianvändningen fördelas under uppfödningsperioden erhöles även totalförbrukningen per timme från EON-elnet efter medgivande från ägarna. I figur 8 visas ett exempel på fördelningen under två uppfödningssomgångar på gård M. Här framgår att energianvändningen är högre under första veckan för att sedan vara lägre under resten av perioden. Klimatförhållandena var likartade under perioden 05-12-23 till 06-03-15.



Figur 8. Variation i elenergianvändningen per dygn under 2 omgångar på gård M under december till och med mars 2006. Rutan anger insättningsdatum.

I figur 9 har tidigare data bearbetats så att man kan jämföra gård L och M under 3 uppfödningsogångar. Här syns att gård L har 6-20 % högre förbrukning än gård M. Insättningen skiljer ca tre veckor men skillnad i uteklimat borde ta ut varandra under en längre tidsperiod. Skillnaden kan eventuellt förklaras av olika skötsel eller ljusprogram.



Figur 9. Variation i elenergianvändningen under 3 omgångar på gård L och M i december till mars 2006. Datumet anger insättningsdag.

4.5 Torkanläggningar

Mätningarna utfördes under 2005 på gård N, O och P samt under 2006 på gård N, P och Q. På gård N och P var det därför möjligt att studera effekten av högre ingångsvattenhalt. På gårdarna ökade energianvändningen med 37-49% under det svåra skördeåret 2006. För att torka på gård O krävs fler motorer som går under längre tid vilket gör att denna tork borde använda mer energi. Att denna trots allt har lägst registrerad användning kommer sannolikt av att ingen kringutrustning ingår i mätningen. Det är därför intressant att notera att skillnaden mellan Gård O och P inte är större än 6% eftersom det används en del energi till att transportera och i viss mån lufta lagringsfickorna. Uppmätta värden är mycket lägre än tidigare provningar av liknande torkar. Detta kan förklaras av att ingående vattenhalt som regel var låg under skördeåret 2005. Gård N är en mycket större anläggning inklusive att det finns en dammreduceringsanläggning också, vilket förklarar den stora skillnaden mot O och P. En spannmålsanläggning med silotork verkar kräva mera elenergi än övriga torkar och de uppskattningar som gjorts tidigare verkar undervärdera mängden elenergi som behövs.

Det är även intressant att notera hur den specifika energiförbrukningen varierar mellan åren. Med reservation för osäkerheten avseende vattenhalten i spannmålen samt slutvattenhalt efter torkning kan man se att vid ökad vattenhalt minskar kWh/kg H₂O samtidigt som kWh/ton spannmål ökar. En slutsats av detta är att det är svårt att hitta bra mått på energiförbrukningen i spannmålshanteringen. Däremot borde de presenterade värdena ha tillräckligt precision för uppskattning av energiförbrukningen.

Tabell 21. Resultat från energimätningar på fyra gårdar med spannmålstork. Vattenhalten är uppskattad av lantbrukarna.

		Ton spm	Vh-område	Elanvändning	Anmärkning
N	Kontinuerlig tork, Tornum, 2005 + 2006	1 300 ton	-05 ca 17 %	6,1 kWh/ ton, år 0,13 kWh/kg H ₂ O	Komplett tork med två luftningsbara utomhus silor (400 ton) 400 ton i självtömmande fickor samt övrigt i planlager. Tre elevatorer samt transportör till och från silos samt till planlager. Ca 1400 ton hanteras
		1 200 ton	-06 ca 21 %	9,1 kWh/ ton, år 0,09 kWh/kg H ₂ O	
O	Cirkulerande tork, MEPU 2005	600 ton	ca 18%	4,2 kWh/ ton, år 0,07 kWh/kg H ₂ O	Utomhus tork med in- och utlastningsficka. Ca 600 ton hanteras
P	Dubbeltork, Akron 2005 + 2006	470 ton	-05 ca 18%	4,46 Wh/ ton, år 0,07 kWh/kg H ₂ O	Torkhus m luftnings och lagerfickor på totalt 250 ton., 190 ton kan luftas. Ca 500 ton hanteras
		550 ton	-06 ca 21%	6,11 Wh/ ton, år 0,06 kWh/kg H ₂ O	
Q	Silotork, med förvärmning 2006	1 400 ton	ca 18%	12 kWh/ton, år	Inlastning ingår ej

5 REFERENSER

- AFS 2000. Arbetsplatsens utformning. Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 2000:42. Arbetarskyddstyrelsen.
- BEVI, 2006. Teknisk information Bevi elmotorer typ Sg/Sh. Bevi AB Blomstermåla. www.bevi.se. Uppdaterad 2006-05-07, uppslagen 2006-07-05
- Bohm, M., Browén, A., Ekström, N., Rohde, L. 1989, Värmeåtervinning i varmluftstorkar. Jordbrukstekniska institutet, Meddelanden nr 424. Uppsala.
- Botermans, J. & Jeppsson, K-H. 2007. Effektiv energianvändning i grisstallar. Dokumentation från Alnarps Grisdag 2007. Alnarp.
- Brøgger-Rasmussen, J. 2001. Fuldfoderblandere, Farm Test 6. Dansk Landbrugsrådgivning, Landcentret, Århus.
- Brøgger Rasmussen, J. & Pedersen, J. 2004. El och vandförbrug ved mælkning. FarmTest Kvæg nr 17. Dansk Landbrugsrådgivning. Landscentret. Århus.
- Edström, M., Petterson, O. Nilsson, L. Hörndahl, T. 2006. Jordbrukssektorns energianvändning. JTI-rapport Lantbruk och Industri 342. JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Ekström, N. 1972. Val av spannmålstork - med hänsyn tagen till ekonomi och arbetsbehov. Meddelande 343. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Hushållningssällskapet, 2003. Produktionsgrenskalkyler för husdjur i Skåne, Halland, Blekinge.
- Jonsson, L. 2006. Dags att kartlägga elförbrukningen. Tidn. Lantmannen nr 9. 2006.
- Konsumentverket. 2007a. Energikalkylen. www.energikalkylen.konsumentverket.se/, uppdaterad okänd, uppslagen 06-07-05.
- Konsumentverket. 2007b. Marknadsöversikt Olje- och elpannor, kombinerade. www.energi.konsumentverket.se/, uppdaterad okänd, besökt 07-01-16.
- Landcentret, 2007. StaldVent-Light - Grovanalyse energiförbrukning. Energisparekataloget. Landbrugets Rådgivningscenter. www.lr.dk. 2007-01-15.
- Larsson, K., 1988. Beredning och hantering av kraftfoder - med tonvikt på foder med hög vattenhalt. Jordbrukstekniska institutet meddelande nr 418. Uppsala.
- Liedström, E-M. 2006. Pers. medd. Utfodringsrådgivare Skånesemin. Hörby. Telefonsamtal november 2006 angående grovfoderbehov.
- Nilsson, S., & Pålstorp, S. 1985. Energiförbrukning i Jordbrukets driftsbyggnader. Inst f LBT Specialmeddelande 141. SLU. LUND.
- Nilsson, C. & Sällvik, K. 1977. Beräkning av energiförbrukning för uppvärmning och ekonomiskt val av värmeisolering i svinstallar. Ins f Lantbrukets Byggnadsteknik. Specialmeddelande 66. Sveriges Lantbruksuniversitet. Lund.
- Myhrman, D., Berg, S., Granlund, P. & Karlsson, L. 1993. Terrängmaskinen del 1. Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut. SkogForsk. Uppsala.

- Olsson. O. Johansson. P. & Ascard. K. 1993. Systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader. Stallar för svinproduktion. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst f Lantbrukets byggnadsteknik, LBT. LUND.
- Pedersen, J. & Hinge, J. (Red) 2002. Energisparekatalog i Landbruget. Landbrugets rådgivningscenter. Århus.
- Pedersen, S. & Jenssen, T. 1998. Afprøvninger af ventilationsanlæg til stalde 1977-1997. Grøn Viden No:8, Danmarks Jordbrugsforskning.
- SCB. 2006. Jordbruksstatistisk Årsbok 2006. Statistiska Centralbyrån. Örebro.
- SJV. 1993. Gödselproduktion lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem för svin. Rapport 1993:20. Jönköping.
- SJV. 1995., Gödselproduktion lagringsbehov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Rapport 1993:10. Jönköping.
- SLU. 1996. Databok för driftsplanering. Sveriges Lantbruksuniversitet. Speciella skrifter, 62. Uppsala.
- SLU. 2004. Databok för driftsplanering. Agriwise. www.agriwise.com. Institutionen för Ekonomi. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- SMP. 1978. Sammanställningar av resultat från provning av utgödslingsanordningar. Statens maskinprovningar. Meddelande 2460. Uppsala.
- SMP. 1979. Gödselpumpar Flygt, typ 3082 och typ 3101, Gödselpumpar Flygt typ 3126 och typ 3152 . Statens maskinprovningar meddelande 2537 respektive 2538. Uppsala.
- SMP. 1982. Hydrauliska tryckutgödslingar, sammanställningar av resultat från en rikstäckande provning. Statens maskinprovningar. Meddelande 2754. Uppsala.
- SMP. 1985. Propellerfläkt NIMA AK 900/7,5 och AKRON PFS 100/7,5 kW. Statens maskinprovningar meddelande 3007 respektive 3009. Uppsala.
- SMP. 1986. Spannmålstork Akron dubbeltork typ 2A-166 med torkskiftesautomatik, typ TA 100. Statens maskinprovningar meddelande 3080. Uppsala.
- SMP. 1987. Spannmålstork MEPU. Statens maskinprovningar medd. 3099. Uppsala.
- SS-EN ISO 15927-5:2005. Svensk Standard Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 5: Data för att bestämma byggnaders effektbehov för uppvärmning (ISO 15927-5:2004). SIS, Swedish standard Institute. Stockholm.
- Sundahl A-M. 1977. Belysning i lantbruksbyggnader. Lantbrukshögskolan. Aktuellt 243. Uppsala.
- Svedinger, S. (Red). 1998. Byggnader för jordbruket - Planering och utrustning / LTs förlag.
- Toftedal- Olesen, H. 1987. Grain Drying. Innovation Development Engineering ApS. Thisted. Denmark.
- Westin, H., 2004. Utvärdering av ett silotorksystem för spannmål utrustat med omrörare. Examensarbete 2004:5. SLU inst f biometri och teknik. Uppsala.
- Warfvinge, C. 1996. Installationsteknik AK för V. Inst f byggnadskonstruktionslära. Lunds tekniska högskola. Lunds Universitet.

BILAGA 1 NÖTKREATUR

Belysning

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985)

dp=djurplats, kp = koplats,

(bokstav A-E) = uppgiften kommer från gård med motsvarade bokstav

120 gödtjurar, spaltboxar 12 mån stallperiod	5 W/dp	2,3 kWh/dp, år ¹⁾
125, grovfodertjurar/stutar, spaltboxar, betesdrift	11,5 W/dp	10,3 kWh/dp, år ¹⁾
100 ungnöt, 12-22 månader, lösdrift (B)	27 W/dp	169 kWh/dp, år
65 ungnöt 12-22 mån. + 35 sinkor, lösdrift (A)	17,3 W/dp	58,5 kWh/dp, år
20 mjölkkor med rekr, uppbundet mjölkkrum, ej nattbel.	32 W/kp	57 kWh/kp, år ¹⁾
30 mjölkkor med rekr., uppbundet nattbel. Ej betesdrift,	69 W/kp	183 kWh/kp, år ¹⁾
90 mjölkkor med rekr, uppbundet	25 W/kp	162 kWh/kp, år ¹⁾
35 mjölkkor med rekr, lösdrift, nattbelysning och mjölkkrum	43 W/kp	73 kWh/kp, år ¹⁾
120 koplatsar med rekrytering, lösdrift (C)	23 W/kp	109 kWh/kp, år
115 koplatsar utan rekrytering, lösdrift (A)	34,0 W/kp	231 kWh/kp, år
230 koplatsar utan rekrytering, lösdrift (B)	16 W/kp,	148 kWh/kp, år
120 koplatsar utan rekrytering, lösdrift (D)	24 W/kp	62,0 kWh/kp, år

Ventilation

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålshörp, (1985),

(dp=djurplats, kp = koplats)

(bokstav A-E) = uppgiften kommer från gård med motsvarande bokstav

120 gödtjurar, 12 mån stallperiod, spaltbox	Varvtal + stegreglering 3 fläktar, 10 W/dp	60 kWh/dp år ¹⁾
125 grovfodertjurar, spaltbox, betesdrift	Stegreglering 4 fläktar, 8,9 W/koplats	45 kWh/dp år ¹⁾
100 ungnöt, 12-22 månader, lösdrift (B)	Balanserad ventilation inkl gödselgasfläkt	142 kWh/dp, år
65 ungnöt 12-22 mån. + 35 sinkor, lösdrift (A)	Naturlig ventilation med automatiskt reglering, inkl gödselgasfläkt	4,2 kWh/dp, år
20 mjölkkor med rekr + 10 ungtjurar, inkl mjölktrum, .	Varvtal + stegreglering 4 fläktar, (regler framgår ej) 29 W/koplats	120 kWh/kp, år ¹⁾
30 mjölkkor med rekr.,nattbel. uppbundet ,ej betesdrift,	Varvtal+ stegreglering 2 fläktar, 13 W/koplats	161 kWh/kp, år ¹⁾
90 mjölkkor med rekr, uppbundet	Varvtal + stegreglering,5 fläktar, 24 W/koplats	113 kWh/kp, år ¹⁾
35 mjölkkor med rekr, Lösdrift nattbelysning o mjölktrum	Naturlig vent + varvtals regl hos kalvar, 7 W/koplats	22,7 kWh/kp, år ¹⁾
120 kor med rekrytering, lösdrift (C)	Naturlig ventilation med automatiskt reglering	1,0 kWh/kp, år
115 mjölkkor utan rekrytering, lösdrift (A)	Naturlig ventilation med automatiskt reglering	48,3 kWh/kp, år
220 mjölkkor utan rekrytering, lösdrift (B)	Uppblåsbar vägg (DeBoer) + öppen nock	9,1 kWh/dp, år

Utfodring

Fyllning av tornsilo.

Total hanterad mängden uppskattad med hjälp av foderstaten.

Besättningsstorlek är 120 kor med rekrytering och 35 tjurar 2-12 månader.

El till fylltömmare och avlastarbord	1,64 kWh/ton ensilage
Fyllningsfläkt, diesel, 9,8 kWh/l diesel	14,65 kWh/ton ensilage
Summa	16,29 kWh/ton ensilage

Fyllning av tornsilo. (Nilsson och Pålhstorp, 1985)

235 ton ts ca 670 ton ensilage, Besättningsstorlek är 90 kor med rekrytering.

Avlastarbord o transportör, exkl fylltömmare	1,81 kWh/ton ensilage
--	-----------------------

Tornsilo + rälsgående grovfodervagn

Tornsilo med fylltömmare, fläkt blåser till mellan ficka och batteridrivna rivarvagn (Mullerup) distribuerar fodret. Under perioden 05-10-01 till 06-05-01, 212 dagar utfodrades 996 ton till 120 kor inkl rekr samt 35 tjurar 2-12 månader.

Uppskattad mängd är 23-28 kg foder/ko och dag.

Uttagning av ensilage från tornsilo	10,8 kWh/ton ensilage
Utfodring grovfoder m rälshängd vagn	1,2 kWh/ton ensilage
Utfodring grovfoder totalt	12,1 kWh/ton ensilage

Tornsilo + bandfoderfördelare (Nilsson och Pålhstorp, 1985)

Tornsilo med fylltömmare, blåser foder till avlastarbord, (fyllning av tornsilon ingår)

Tornsilo, fylltömmare (el till både fyllning och tömning)	39,1 kWh/djurplats och år	5,3 kWh/ton foder
Bandfördelare (ens) + hö (25%), 737 ton foder; 90 mjölkkor inkl rekr	12,7 kWh/djurplats och år	0,16 W/ton foder

Rälsgående mixfodervagn/blandare

Mullerup –mixfeeder, inkl ficka för ensilage, halm, HP-massa samt tre fodermedel med skruv från foderfickor. Under perioden 05-04-06 till 06-05-01, (390 dagar) utfodrades 836 ton ensilage och 1907 ton foder. 30-40% ts

Utfodring grovfoder m rälshängd vagn	2,1 kWh/ton foder
--------------------------------------	-------------------

Bilaga 1 : 4

Stationär fullfoderblandare och rälshängd fodervagn

Cormall, 35 m³, Huma batteridrivna rivarvagn. Lastmaskin fyller blandare, En blandning per dag. Fodermängden mättes inte. Besättning 220 kor utfodrades, ca 9000 kg mjölk/koplats och år. Ingen rekrytering.

Diesel till lastare, 9,8 kWh/l diesel	167,5 kWh/koplats, år
El driven utfodrings vagn	5,7 kWh/koplats, år
El till blandning	86 kWh/koplatse, år

Mobil fodervagn och fodertruck till ungnöt

Keenan EF 200 traktordrivna blandare, 100 ungnöt

Diesel till lastare + blandar traktor, 9,8 kWh/l diesel	150,2 kWh/djurplats, år
Diesel till fodertruck, 9,8 kWh/l diesel	35,8 kWh/djurplats, år

Mobil fodervagn och rälshängd vagn

Keenan EF 200 traktordrivna blandare, utfodring med rälshängd rivarvagn Huma. 220 mjölkkor, En blandning per dag. Fodermängden mättes inte. 9000 l per koplats o år

Diesel till lastare, 9,8 kWh/l diesel	167,5 kWh/koplats, år
Diesel till blandar traktorn, 9,8 kWh/l diesel	162,6 kWh/koplats, år
El till rälshängd fodervagn	5,7 kWh/koplats, år

Mobil fodervagn körbart foderbord

Uppmätt under januari+februari 2006 (55 dagar) omräknat till årsförbrukning. Totalt utfodrades 507 546 kg foder. 82% till mjölkkor och 18% sinkor+ ungnöt över 3 månader. Keenan EF 200 traktordrivna mixervagn, lastmaskin för lastning från plansilo och minilastare till sopning, 150 mjölkkor och 100 ungnöt. En blandning utfodrades till ungnöt respektive mjölkkor per dag. Totalt användes 29 kWh/ton foder. Fördelningen av energianvändningen; blandartraktor 23%, Lastartraktor 71 %, Minilastare 6%. Omräkningsfaktor 9,8 kWh/l diesel

Diesel till lastare+ blandartraktor, 65 ungnöt 12-22 mån. + 35 sinkor	118 kWh/djurplats, år
Diesel till lastare+ blandartraktor, 115 mjölkkor	527,5 kWh/koplats, år
Diesel till lastare+ blandartraktor, 150 mjölkkor inkl rekr	645 kWh/årsko, år
Utfodring av alla kor med rekryteringsdjur	
Totalt användes 29 kWh/ton foder Blandartraktor (75 kW) 23%, Lastartraktor 71% och minilastare 6%.	

Bilaga 1 : 5

Plansilo + Keenan blandare + bandfoderfordelare

Keenan EF 200 traktordriven blandare, utfodring med bandfoderfordelare från mellanlager. 106 mjölkande kor, En blandning per dag. Fodermängden 1190 ton foder under 333 dagar,. 12 000 l mjölk per koplats o år

Utfodring, bandfoderfordelare, med mellanlager, El	102,2 kWh/ koplats, år	12,3 kWh/ton foder
Diesel till traktor m lastare + blandartraktor (72 kW), 106 mjölkkor, 9,8 kWh/l diesel	381,4 kWh/koplats, år	33,9 kWh/ton foder
Summa till mjölkkor	484 kWh/koplats, år	46,2 kWh/ton foder

Kraftfoder o foderberdning

Kross + portionerare o transport, 120 gödtjurar, 12 mån stallperiod	8,6 kWh/djurplats, år ¹⁾
Kross + portionerare, 125 grovfodertjurar, betesdrift	5,4 kWh/ djurplats, år ¹⁾
Hammarkvarn (5,5 kW) inkl transport, 20 mjölkkor inkl rekr	22,6 kWh/ djurplats, år ¹⁾
Kross inkl skruvar för konc, 30 mjölkkor inkl rekr	25,4 kWh/ djurplats, år ¹⁾
Kross + skruvar för koncentrat, 90 mjölkkor inkl rekr	22,5 kWh/ djurplats, år ¹⁾
Rälshängd kraftfodervagn, 90 mjölkkor inkl rekr	1,1 kWh/ djurplats, år ¹⁾
Kraftfoderautomater (lösdrift) inkl skruvar, 35 kor i lösdrift inkl rekr	0,29 kWh/ djurplats, år ¹⁾
Kraftfoderautomater (lösdrift) inkl skruvar, 102 kor i lösdrift inkl rekr, 5500 kg/år (C)	2,5 kWh/koplats, år
Skruvar till kraftfoderautomater 106 kor i lösdrift inkl rekr, 12000 kg/år (D)	3,7 kWh/koplats, år
Kraftfoderautomater (lösdrift) inkl skruvar, 150 kor i lösdrift inkl rekr, 10500 kg/år (A)	6,4 kWh/koplats, år
Krossning och transport till mobil foderblandare 220 mjölkkor m rekrytering (B)	18,5 kWh/koplats, år

Utgödsling

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985)

²⁾ Bearbetning med data från SJV 1995

kp= koplats, dp = djurplats

Gödtjurar 120 st, Spaltboxar. 5 m ³ flytgödsel /dp	Linspel under spalt	0,22 kWh/dp, år ¹⁾	0,045 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
		1,96 kWh/dp, år ¹⁾	0,39 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
Rekrytering 40 st , 3-12 månader, Spaltboxar 3 m ³ flytgödsel/dp, (D)	Linutgödsling under spalt	1,6 kWh/djurplats, år	0,53 kWh/m ³ ²⁾
	Gödselpump	0,4 kWh/djurplats, år	0,13 kWh/m ³ ²⁾
Rekrytering 100, 12-22 månader, Spaltboxar 6 m ³ flytgödsel/ dp, (B)	Linutgödsling under spalt	0,7 kWh/djurplats, år	0,17 kWh/m ³ ²⁾
	Gödselpump	31 kWh/djurplats, år	5,2 kWh/m ³ ²⁾
65 ungnöt 12-22 mån. + 35 sinkor, liggbås, spalt, 5,6 m ³ /dp + 12,2 m ³ /kp = 790 m ³ /år (A)	Linutgödsling under spalt	0,7 kWh/djurplats, år	0,09 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
	Gödselpump	33,4 kWh/djurplats, år	4,2 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
20 kor inkl rekr o 10 ungtjurar, uppbundet 6800 kg mjölk, 16 m ³ fastgödsel/kp ¹⁾	Klaffskrapa kedja kor + lina ungnöt + urinpump	6,8 kWh/koplats, år ¹⁾	0,29 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
	Hydr. tryckutgödsling inkl urinpump	49,3 kWh/Koplats, år ¹⁾	3,5 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
90 kor, inkl rekr, 6800 kg mjölk uppbundet, 17 m ³ flytgödsel /kp ¹⁾	Klaffskrapor, kedja	4,6 kWh/Koplats, år ¹⁾	0,19 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
	Linspel med slädskrapor under spalt	1,28 kWh/koplats, år ¹⁾	0,07 kWh/m ³ ¹⁾²⁾
Nötkreatur, 70-124 m kedja och 1 0-11 m höjdbana SMP 2391, 2457,2458, 1977	Rundgående kedja med skrapor,	5,3-5,9 kWh/dp, år ¹⁾	

Bilaga 1 : 7

120 mjölkkor inkl rekr, o 35 tjurar 2-12 mån. 5000 kg/år, 25 m ³ /dp (C)	Linutgödsling under spalt inkl gödselpump	26,8 kWh/koplats, år	1,1 kWh/m ³ (1,2)
220 mjölkkor 9500 kg mjölk, liggbås helt golv, 20 m ³ /kp (B)	Linutgödsling öppna rännor	9,7 kWh/koplats, år	0,48 kWh/m ³ (1,2)
	Gödselpump	6,5 kWh/koplats, år	0,32 kWh/m ³ (1,2)
106 mjölkkor 12 000 kg mjölk, 22 m ³ /kp (D)	Linutgödsling öppna rännor,	13,9 kWh/koplats, år	0,63 kWh/m ³ (1,2)
	Tryckare till pumpbrunn	3,5 kWh/koplats, år	0,16 kWh/m ³ (1,2)
	Gödselpump	6,3 kWh/koplats, år	0,29 kWh/m ³ (1,2)
115 mjölkkor 10 500 kg mjölk, 20 m ³ /kp (A)	Linutgödsling under spalt	1,3 kWh/koplats, år	0,065 kWh/m ³ (1,2)
	Gödselpump	43,6 kWh/koplats, år	2,2 kWh/m ³ (1,2)
100 mjölkkor exkl rekrytering, 10 500 kg mjölk, 20 m ³ /kp (E)	Hydrauliskt driven skrapa i öppna rännor	100 kWh/koplats, år	5,0 kWh/m ³ (1,2)

Mjölkning

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Påhlstorp, (1985) ²⁾ Resultat från Brøgger Rasmussen och Pedersen, 2006.

³⁾ De Laval. Internt informationsmaterial, VMS version 2007.

	Mjölkning totalt/ år	Mjölkning totalt/ år	Mjölkning Wh/ kg mjölk	Varmvatten	Mjölkning/ år	Kylning/år
	kWh/ koplats	Wh/ kg mjölk	kWh/ koplats	kWh/ koplats	kWh/ koplats	kWh/ koplats
Uppbundet, 90 kor 6 800 kg mjölk ¹⁾	314	46	144	83	87	
Uppbundet, 20 kor, 6 800 kg mjölk, exkl sommaren*	224	33	114	32	78	
Mjölkstall, 35 kor, 6200 kg mjölk ¹⁾	338	54	188		150	
Uppbundet, 30 kor, 7 500 kg mjölk ¹⁾	424	56	254	65	105	
Mjölkstall 220 kor, 8 800 kg/år	406	46	8	245	153	
Mjölkstall 150 kor, 10 200 kg/år	386	38	294		92	
Mjölkrobot, 60 kor, 13 700 kg/år	535	39	68	284	183	
Mjölkrobot 106 kor, 12 000 kg/år	590	49	256		334	
Mjölkrobot 120 kor, 5 000 kg/år	682	126	-	-	-	
Mjölkknings Robot Lely, ²⁾					171-223	
Mjölkknings Robot DeLaval ²⁾					365-438	
Mjölkknings Robot DeLaval ³⁾			36 (VMS)	239		

Övrigt

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Påhlstorp, (1985)

Ospecificerad förbrukning,

30 mjölkkor, inkl rekrytering, uppbundet.	35 kWh/koplats, år ¹⁾
90 mjölkkor, inkl rekrytering, uppbundet.	76 kWh/koplats, år ¹⁾
35 mjölkkor, inkl rekrytering, lösdrift.	98 kWh/koplats, år ¹⁾
106 mjölkkor exkl rekrytering, lösdrift. bla gödselgasfläkt, (D)	132,8 kWh/koplats, år
120 mjölkkor inkl rekrytering, lösdrift. 35 tjurar 2-12 mån. (C)	102,9 kWh/koplats, år
150 mjölkkor inkl rekrytering, lösdrift. (A)	76,5 kWh/koplats, år
220 mjölkkor inkl rekrytering, lösdrift. (B)	145 kWh/koplats, år
Takvärme mjölkstall 2x8 fiskben, 3 månader med temp -5-0 °C, (A)	1191 kWh/år
Frostskydd vatten 65 ungnöt 12-22 mån. + 35 sinkor (A)	106,9 kWh/djursplats, år
Dricksvatten ¹⁾ , 120 gödtjurar, 12 mån stallperiod,	6,8 kWh/djurplats, år ¹⁾
Hydrofor 220 mjölkor exkl rekrytering och kalvar (B)	26,0 kWh/koplats, år
Dricksvatten, 35 kor m rekrytering, 6200 kg/ ko	13,8 kWh/koplats, år ¹⁾
Högtryckstvätt, dricksvatten 125 grovfodertjurar, betesdrift,	10,3 kWh/djurplats, år ¹⁾
Högtryckstvätt, 30 mjölkkor inkl rekr ,	1,2 kWh/djurplats, år ¹⁾

BILAGA 2 GRISPRODUKTION

Belysning

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985),
 dp = djurplats, sp = djurplats SIP = sugga i produktion

480 SIP	40 enhetsboxar/avd	36 W/box	115 kWh/box, år
	Betäckningsavd. 186 pl	17 W/dp	5,8 kWh/SIP, år
	Sin avd. 206 sp+96 gyltor	10 W/dp	15 kWh/ SIP, år
96 SIP	FTS-boxar	36 W/box	83 kWh/ box, år
	Sin o betäckningsavd	25 W/sp	161 kWh/ sp, år
800 Slaktgrisar	Två avdelningar	1,8 W/dp	6,3 kWh/ dp, år
80 SIP	3 grisningsavd +en avd för sin-+ betäckning	54 W/SIP	134 kWh/dp, år ¹⁾
55 SIP	Alla djur i en avdelning	13 W/SIP inkl pers.rum	38 kWh/dp, år ¹⁾
620 Slaktgrisplatser	Alla djur i en avdelning	1,74 W/dp	2,2 kWh/ dp, år ¹⁾
300 slaktgris platser	Alla djur i en avdelning	1,6 W/dp	0,34 kWh/ dp, år ¹⁾

Ventilation

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985) ,
dp = djurplats, SIP = sugga i produktion

Smågrisprod. 80 SIP, 3 avd+ sin/ bet- avd.	Varvtalsreglering 3 avd+ en avd med strypreglering	134 kWh/SIP, år ¹⁾
Smågrisprod. 55 SIP En avdelning	Manuell stegreglering av fläkarna	41 kWh/SIP, år ¹⁾
Slaktgrisar 620 platser, 2 avd. , 2,6 omg/år	Stegreglering, 4 fläktar/avd	18,8 kWh/dp, år ¹⁾
Slaktgrisar 300 platser, 2 omg/år	Stegreglering, 3 fläktar	21 kWh/dp, år ¹⁾
Slaktgrisar 2x400 platser, 2,6 omg/år	Varvtals + stegreglering, 3 fläktar+ gödselgas vent	31,9 kWh/dp, år
Smågrisproduktion	40 enhetsboxar/avd Varvtalsreglering + steg, 2 fläktar	4,2 kWh/box, år
	Naturlig ventilation. Bet. Avd.	0,66 kWh/SIP, år
	Naturlig ventilation. Sin. Avd.	0,19 kWh/SIP. år
Smågrisproduktion FTS	FTS-avdelning, 3 fläktar oer avdelning. En går alltid, övriga varvtalsregl parallellt	853 kWh/FTS-box, år
	Sin-Bet. 1 fläktar Varvtal + stegreglering	85 kWh/SIP, år

Foderhantering

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985),
dp = djurplats, SIP = sugga i produktion

480 SIP, smågrisprod lev 25 kg	Kvarn	38 kWh/SIP, år
	Blötutfodring	13,4 kWh/SIP, år
96 SIP -FTS 2200 l Drank/dygn	Blötutfodring	89,3 kWh/SIP, år
	Omrörning (90%)+ pump (10%) för drank	23,7 kWh/SIP, år 2,8 Wh/m ³
2x400, Slaktgrisplatser.	Blötutfodring	7,7 kWh/dp, år ¹⁾
80 SIP, smågrisprod	Foderlådor+ wire i rör	5,2 kWh/SIP, år ¹⁾
620 Slaktgrisplatser, 2,6 omg/år	Foderlådor+ wire i rör	1,3 kWh/ dp, år ¹⁾
886 Slaktgrisplatser, 2,6 omg/år	Blötutfodring 2 blandare och skrupump.	2,49 kWh/ dp, år ¹⁾
300 slaktgrisplatser	Foderlådor+ kedja i rör	1,8 kWh/ dp, år ¹⁾

Uppvärmning

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985),
²⁾ Bearbetning av Nilsson och Sällvik, (1977),
dp = djurplats, SIP = sugga i produktion

480 SIP,	Värmepump	18,5 kWh/SIP, år
	Värmelampor	155 kWh/SIP, år
96 SIP -FTS	Eldningsolja	992 kWh/SIP, år
	Värmelampor	161 kWh/SIP, år
2x400, Slaktgrisplatser.	Eldningsolja	16,7 kWh/dp, år
80 SIP	20,5 kW, södra skåne	197 kWh/SIP, år ¹⁾
	Värmelampor, 150 W	213 kWh/dp, år ¹⁾
55 SIP,	11 kW, NÖ Västmanland	230 kWh/ dp, år ¹⁾
	Värmelampor, 250 W	230 kWh/ dp, år ¹⁾
60-70 SIP	Uppvärmning, T+ S -län	80-407 kWh/dp, år ²⁾
620 Slaktgrisplatser	18 kW, NV Skåne	3.2 kWh/ dp, år ²⁾
520-730 slaktgrisplatser	E+R-län ¹⁾	11-44 kWh/dp, år ²⁾

Utgödsling

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålstorp, (1985)

²⁾ Bearbetning med data från SJV 1995

dp = djurplats, SIP = sugga i produktion

720 slaktgrisar, 1,76 m ³ /dp, år	Slädskrapa (kedja) under spalt, SMP 2389	0,08-0,11 kWh/dp, år 45-62 Wh/m ³ ²⁾
1000 slaktgrisar 1,76 m ³ /dp, år	Slädskrapa (lina) under spalt, , SMP 2392	0,20-0,21 kWh/dp, år 11-0,12 Wh/dp, år
620 Slaktgrisplatser, 2,6 omg, 1,76 m ³ /dp, år	Klaffskrapor under spalt, kedja	0,05 kW/ dp, år ¹⁾ 28 Wh/m ³ ²⁾
	Gödselpump	1,5 kW/ dp, år ¹⁾ 850 Wh/m ³ ²⁾
300 slaktgris, 2 omg/år 1,41 m ³ /dp, år,	Gödselpump	0,11 kWh/dp, år ¹⁾ 80 Wh/m ³ ²⁾
55 SIP, 18,5 avv grisar/ år 6,2 m ³ /dp, år	Klaffskrapor med linutgödsling, inkl gödselpump, flytgödsel	3,2 kWh/SIP, år ¹⁾ 516 Wh/m ³ flytgödsel ²⁾
80 SIP 18 avv grisar/ år 3,4 m ³ /dp, år	Klaffskrapor för linutgödsling, fastgödsel	7,7 kWh/SIP, år ¹⁾ 2260 Wh/m ³ fastgödsel ²⁾
480 Suggor i produktion	Linutgödsling under spalt 6x40 enhetsboxar, 7,0 m ³ /box, år	0,12 kWh/enhetsbox, år 17 Wh/m ³ ²⁾
	Gödselpump 6x40 enhetsboxar, 7,0 m ³ /box, år	0,45 kWh/enhetsbox, år 64 Wh/m ³ ²⁾
	Linutgödsling öppen ränna Sinavd (302 dp)	3,3 kWh/SIP, år
	Utgödsling + halmhantering med lastmaskin, Betäckningsavdeln.	7,1 kWh/SIP, år
FTS-stall 96 SIP	FTS-stall , Slädskrapa under spalt 16 m ³ /box, år.	1,44 kWh/box, år 90 Wh/m ³ ²⁾
	Sin/Bet. avd, 64 dp m flytgödsel Slädskrapa under spalt + tryckutgödsling i tvärkulver tar även FTS-gödsel.	2 kWh/dp, år
	Gödselpump, 200 m ³ / år	8,4 kWh/SIP, år 1120 Wh/m ³ ²⁾
Slaktgris, 2x400 platser 3 omg/år	Slädskrapa under spalt 1,76 m ³ /dp, år	0,02 kWh/dp, år 10 Wh/m ³ ²⁾
	Gödselpump 1,76 m ³ /dp, år	0,39 kWh/dp, år 222 Wh/m ³ ²⁾

Övrigt

Personalutrymmen finns i bilaga 4

¹⁾ Bearbetning av Nilsson och Pålshorp, (1985)

²⁾ Ingår vatten till bostaden

dp = djurplats, SIP = sugga i produktion

480 SIP	Ospecificerad förbrukning	66 kWh/SIP, år
	Hydrofor	3,7 kWh/SIP, år
	Tvätt	6,6 kWh/SIP, år
96 SIP	Ospecificerad förbrukning	164 kWh/SIP, år
	Tvätt	79 kWh/SIP, år
Slaktgrisar 2x400	Ospecificerad förbrukning	4,2 kWh/dp, år
	Tvätt	2,2 kWh/dp, år
Smågrisproduktion, 80 SIP	Dammsugare, grindar sinsuggor	7,7 kWh/dp, år ¹⁾
Smågrisproduktion, 55 SIP	Spånhantering, Högtryckstvätt, dricksvatten ²⁾ ,	6,2 kWh/ dp, år ¹⁾
Slaktgrisar, 1000	Högtryckstvätt, Dricksvatten ²⁾	1,9 kWh/ dp, år ¹⁾

BILAGA 3 VÄRPHÖNS OCH SLAKTKYCKLING

Belysning

*Bearbetning av Nilsson och Pålstorp (1985) dp = djurplats

12500 värphöns Frigående	0,461 W/dp	2431 Wh/dp, år
40 000 värphöns inreddbur	0,485 W/dp	1454 Wh/ dp, år
10500 värphöns, inkl packrum o personal	0,040 W/dp,	1,05 Wh/ dp, år*
Slaktkycklingar 100 000 st	0,0605 W/dp	97,9 Wh/ dp, omg

Utgödsling

*Bearbetning av Nilsson och Pålstorp (1985) dp = djurplats,

12500 värphöns Frigående	Gödselmatta (6 st) + Hydraulisk utgödsling i kulvert. 1 gg/7 dagar	42 Wh/dp, år
40 000 värphöns inreddbur	Gödselmatta (5st) samt en tvärgående matta till lager .1 gg/4 dagar	11 Wh/dp, år
	Gödseltork	1155 kWh/dp, år
11500 värphöns, i bur	Slädskrapa, utg 1/14 dagar	33,4 Wh/ dp, år*
100000 slaktkycklingar värphöns Frigående	Diesel till lastare, uppskattad från arbetstid.	10,8 Wh/dp omg

Ventilation

*Bearbetning av Nilsson och Pålstorp (1985) dp = djurplats

12 500 värphöns Frigående	Varvtalsreglering av 3 fläktar parallellt	2155 kWh/dp, år
40 000 värphöns inreddbur	13 st fläktar + 2 st varvtalsreglerade övriga slår på i steg. När ny stegfläkt slår på sänks varvtalet på de varvtalsreglerade fläkarna	1250 kWh/dp, år
10500 värphöns, i bur	Stegreglering, 4 fläktar/avd	1478 Wh/dp, år*
100000 slaktkycklingar Frigående	30 st fläktar (Ø60cm) + 2 (Ø60cm) varvtalsreglerade + 6 ”sommars”fläktar	33 Wh/dp, omg

Foderhantering

*Bearbetning av Nilsson och Pålhorp (1985) dp = djurplats

12 500 värphöns Frigående	Fodertråg 8 ggr/dag. 5 slingor	106 kWh/dp, år
40 000 värphöns inreddbur	Foder i tråg 3 ggr/dag 30 motorer	130 Wh/dp, år
10500 värphöns, i bur		92 Wh/dp, år*
100000 slaktkycklingar Frigående	Skruvtransportör utan centrum	2,9 kWh/dp, år

Övrigt

*Bearbetning av Nilsson och Pålhorp (1985) dp = djurplats

12 500 värphöns Frigående	Ospecificerad förbrukning	45,2 Wh/dp, år
	Kylning	105 Wh/dp. År
	Dammsugning	12,3 Wh/dp, år
	Äggpackning, halvautomatisk anläggning	18,4 Wh/ år
40 000 värphöns inreddbur	Ospecificerad förbrukning, inkl personal, inkl städning och kylrum	228 Wh/dp, år
	Packning, Halvautomatisk anläggning m staplare	29 Wh/dp, år
	Äggtvätt	16 Wh/dp, år
10500 värphöns, i bur	Kylrum	26,9 Wh/dp, år*

BILAGA 4 TORKNING

Gård	År	Ton spm	Vh-område	El-användning	Anmärkning
N	2005	1 300 ton	ca 17 %	6,1 kWh/ton 0,13 kWh/kg H ₂ O	Komplett tork med två luftningsbara utomhus silor (400 ton) 400 ton i självtömmande fickor samt övrigt i planlager. Tre elevators samt transportör till och från silos samt till planlager. Ca 1400 ton hanteras
	2006	1 200 ton	ca 21 %	9,1 kWh/ton 0,09 kWh/kg H ₂ O	
O	2005	600 ton	ca 18%	4,2 kWh/ton 0,07 kWh/kg H ₂ O	Utomhus tork med in- och utlastningsficka. Ca 600 ton hanteras
	2005	470 ton	ca 18%	4,46 kWh/år 0,07 kWh/kg H ₂ O	
P	2005	470 ton	ca 18%	4,46 kWh/år 0,07 kWh/kg H ₂ O	Torkhus m luftnings och lagerfickor på totalt 250 ton., 190 ton kan luftas. Ca 500 ton hanteras
	2006	550 ton	ca 21%	6,11 kWh/år 0,06 kWh/kg H ₂ O	
Q	2006	1 400 ton	ca 18%	12 kWh/år	In- och utlastning ingår ej
			16-24% medel 18%	4,5-7,3 kWh/ton 0,06-0,09 kWh/kg H ₂ O	Endast torkfläkt
			21-24% medel 22%	8 - 11 kWh/ton 0,25-0,32 kWh/kg H ₂ O	Tork inkl elevatorer för in- och utlastning, Liknande torken gård N
		545 ton	ca 19%	9,63 kWh/ton 0,13 kWh/kg H ₂ O	Komplett torkanläggning, in och utlastning m lagringsfickor.
		184 ton	ca 19,5%	21,5 kWh/ton 0,32 kWh/kg H ₂ O	Komplett torkanläggning, in och utlastning

BILAGA 5 PERSONALRUM

¹⁾ Nilsson och Pålstorp, 1985

Smågrisproduktion, 11,5 m ² , För 3 personer. 1 person duschar efter varje arbetspass	3700 kWh/år ¹⁾
Smågrisproduktion, 11,5 m ² , Utnyttjas av avbytare samt för enklare hygien och som kontor.	1181 kWh/ år ¹⁾
Slaktsvinsproduktion, 16 m ² , Utnyttjas av en anställd samt för enklare hygien och som kontor.	6556 kWh/ år ¹⁾
Mjölproduktion, 29 m ² , Utnyttjas av 1-4 personer i varierande omfattning, exkl varmvatten.	8016 kWh/år ¹⁾
Mjölproduktion, 14 m ² , Utnyttjas av familjen och en avbytare i varierande omfattning, samt som kontor.	1815 kWh/år ¹⁾
Mjölproduktion, 10 m ² med bastu. Utnyttjas av familjen i varierande omfattning,	5392 kWh/år ¹⁾
Slaktnötproduktion, 6 m ² , Utnyttjas för enklare personlig hygien.	1206 kWh/år ¹⁾
Äggproduktion, 19,5 m ² , Utnyttjas för enklare personlig hygien samt som kontor, exkl belysning (200 W).	1 364 kWh/år ¹⁾
Personalutrymme, smågrisproduktion 480 SIP, 2-3 personer,	7326 kWh/ år
Personalutrymme, Smågrisproduktion, 96 SIP 1-2 pers	3660 kWh/ år

