

Hushålla med krafterna - Fakta



Karin Eliasson, Ingrid Gustafsson,
Baltzar Karlsson, Ingela Alsén
Hushållningssällskapet

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	4
2	LANTBRUKETS ENERGIFÖRBRUKNING	5
3	EL INOM LANTBRUKET	6
3.1	El säkerhet.....	6
3.2	Effekt och styrning.....	6
3.2.1	Exempel.....	7
3.3	Varvtalsreglering motorer.....	7
3.3.1	Exempel.....	7
4	MJÖLKNING	8
4.1	Råd för att spara energi.....	8
4.2	System för mjölkning.....	8
4.3	Energiförbrukning - Energieffektivisering	8
4.3.1	Mjölkkylning.....	9
4.3.2	Isvattenanläggning.....	9
4.3.3	Kondensorn	10
4.3.4	Värmeåtervinning från mjölkkylningen	10
4.4	Arbetstid	11
4.5	Exempel	11
4.5.1	Frekvensstyrd vakuumpump	11
4.5.2	Nybyggnation Mjölkröbot.....	11
4.5.3	Värmeåtervinning	11
5	SPANNMÅLSTORKNING (HÖTORKNING) OCH TRANSPORT AV FODER	12
5.1	Råd för att spara energi.....	12
5.2	System	12
5.3	Arbetstid	14
5.4	Energiförbrukning -energieffektivisering.....	14
5.4.1	Rätt temperatur.....	15
5.4.2	Värmeåtervinning	16
5.4.3	Gastät lagring	16
5.4.4	Underhåll	16
5.5	Exempel	16
5.5.1	Energiförbrukning.....	16
5.5.2	Ny panna.....	16
6	UTFODRING.....	17
6.1	Råd för att spara energi.....	17
6.2	System för utfodring	17

6.2.1	Fullfoderblandare.....	17
6.2.2	Kvarnar	20
6.3	Energiförbrukning och Energieffektivisering	20
6.3.1	Arbetstiden	21
6.4	Exempel	21
6.4.1	Olika kvarnar.....	21
7	VENTILATION.....	22
7.1	Råd för att spara energi	22
7.2	Naturlig ventilation och energi	22
7.2.1	Att tänka på vid naturlig ventilation i isolerade kostallar:	23
7.2.2	Att tänka på vid naturlig ventilation i oisolerade stallar för kor	23
7.3	Mekanisk ventilation och energi.....	24
7.3.1	Att tänka på vid fläktventilation i isolerade stallar	25
7.3.2	Exempel på fläktinglering	25
8	UPPVÄRMNING OCH KLIMATSKAL.....	28
8.1	Råd för att spara energi	28
8.2	Energieffektivisering och exempel.....	28
8.2.1	Åtgärda otätheter.....	28
8.2.2	Tilläggsisolering av fasad och bjälklag	29
8.2.3	Byte av fönster	29
8.2.4	Port och dörrstängare.....	30
8.2.5	Smågrishörn	30
9	BELYSNING	31
9.1	Råd för att spara energi	31
9.2	System för belysning.....	31
9.3	Energiförbrukning i Energieffektivisering	32
9.3.1	HF don	34
9.3.2	T5.....	35
9.4	Exempel	35
9.4.1	Lågenergilampor	35
9.4.2	Exempel är det rätt belysning.....	35
9.4.3	Exempel byte till HF don	36
9.4.4	Ljusdetektor.....	36
10	UTGÖDSLING	37
10.1	Råd för att spara energi	37
10.2	Energiförbrukning - Energieffektivisering	37
10.2.1	Inne i stallet.....	37
10.2.2	Utanför stallet	38
10.2.3	Transport av flytgödsel.....	38
11	LITTERATUR	FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.

1 BAKGRUND

Denna rapport har upprättats som en kompletterande faktadel till ”Effektivisering med ekonomi på gården – metodbeskrivning och resultat från projektet Hushålla med Krafterna”. Denna rapport är upplagd för att ge en kunskapsöversikt om energiförbrukning på lantbruk. Den är speciellt avsedd för att förklara processer inom gården som kräver el. Det görs ingen analys av fossila bränslen och traktorarbeten inom lantbruket. Inte heller användning av fastbränslen och biobränslen tas upp. Innehållet i dokumentet har skrivits av Karin Eliasson, Hushållningssällskapet i Sjuhärad (Redaktör, allmänna delar, uppvärmning, mjölkning, belysning, utfodring) Baltzar Karlsson, Hushållningssällskapet Skaraborg (torkning), Ingela Ahlsén (ventilation) och Ingrid Gustafsson HS Konsult (mjölkning, utfodring, utgödsling).

2 LANTBRUKETS ENERGIFÖRBRUKNING

Energiförbrukningen på gårdsnivå innehåller komplexa samband. Förbrukningen av energi och därmed potentialen för energieffektivisering är starkt beroende på byggnader och de system som företaget har valt. Därför är tolkningen både av energiförbrukning och av energieffektivisering på gården mycket varierande från gård till gård.

Inom lantbruken kan energikostnaderna bli stora. Förluster i systemet och onödig förbrukning uppstår bland annat på grund av felaktig inställning, dåligt underhåll eller omodern utrustning. Man kan också ha en dyr elleverantör eller olämplig taxa. Om inomgårdsnätet är långt och nyttjas hårt så kan det vara underdimensionerat och leda till spillvärme¹.

System baserade på traktorer och lastmaskiner kan förbruka upp till 30% så mycket energi som ett system där tekniken är eldriven.²

2008 kom Torsten Hörndahls rapport om energiåtgång inom lantbruket; den visade på stor variation mellan olika gårdar beroende på vilka system som används. Inom mjölkproduktionen uppgick elförbrukningen till 930-1250 kWh/kopplats och år eller 0,125–0,203 kWh/liter mjölk. Dessa fördelade sig enligt tabell 1.

Moment	Antal kWh
Mjölkning	386-678
Utfodring	127-652
Ventilation	3-80
Utgödsling	22-92
Belysning	131-224
Övrigt	105-213

Tabell 1. Energiförbrukning på mjölkgården³.

Inom grisproduktion så uppmättes 689 kWh/sugga i produktion och år och 20 kWh/slaktvinsplats och omgång. Studien gjordes på fyra mjölkgårdar och 3 grisproducenter.

¹ Hadders, G. 2004

² Lantmannen. 2007

³ Hörndahl, T. 2008

3 EL INOM LANTBRUKET

I takt med att lantbruket mekaniseras ökar antalet elinstallationer. Flertalet av dessa maskiner är möjliga att effektivisera med olika åtgärder. För att spara el är det viktigt att identifiera utrustning som är inkopplad under lång tid och/eller utrustning som har stort effektbehov. Relevanta frågor är

- Blir det varmt någonstans i onödan?
- Är utrustning inkopplad när det inte behövs?
- Är någon utrustning överdimensionerad
- Regleras någon utrustning med hjälp av så kallad varvtalsreglering (strykning av flöden)⁴

Underhåll av maskiner och utrustning är en viktig del i energieffektiviseringen. Elutrustning i lantbruket finns i påfrestande miljöer t.ex. fuktiga, frätande eller dammiga. Dessa miljöer påverkar både driften och elsäkerheten hos en maskin. Genom regelbundet underhåll av leverantör eller av lantbrukaren själv (beroende på utrustning) så minskar energiförluster.

3.1 El säkerhet

Lantbrukets Brandskyddskommitté (LBK) har tagit fram detaljerade instruktioner för elinstallationer på lantbruk. Varje lantbruk drabbas statistiskt sett vart 20:e år av brand och minst 20 % av bränderna uppkommer på grund av brister i elutrustningen. Här följer några viktiga punkter:

- God elsäkerhetspraxis ska användas vilket innebär att installationer ska utföras på sådant sätt och med sådant material att anläggningen ger betryggande säkerhet och funktioner, och är tillförlitliga för person, husdjur och egendom. Elinstallationer på lantbruket ska göras av behörig elektriker.
- Olika lokaler kan klassas på olika sätt (t.ex. våta, dammiga, frätande) vilket påverkar brandsäkerhet och elinstallationer.
- Allt material som används ska vara CE-märkt.
- Det ska finnas tillräckliga anvisningar för installation och användning av materialen.
- Kablar ska skyddas så att de klarar påverkan från maskiner och djur (råttor)
- Elcentraler ska i första hand vara i lättmetall eller rostfritt och placeras på sådant sätt som är föreskrivet.
- Gamla platta 3-faskontakter ska bytas ut. De kan vara livsfarliga!
- Temperaturskydd och Motorskydd (överlastskydd) ska alltid finnas på maskinerna.
- Jordfelsbrytare ska finnas med märkutlösningsström på max 300 mA. Samtliga uttag oavsett märkström ska föregås av jordfelsbrytare max 30 mA. Jordfelsbrytaren får aldrig förbikopplas.⁵

3.2 Effekt och styrning

En effektvakt, figur 1, håller reda på hur mycket effekt som är inkopplad och slår stegvis ifrån delar av elsystemet när övrig elförbrukning är hög. Den ser till att huvudsäkringarna klarar av den mängd av el som förbrukas vid en specifik tidpunkt. I lantbruket gör detta att stora maskiner som kräver mycket el kan gå under perioder då övrig utrustning t.ex. mjölkutrustning inte är igång. På så sätt kan man sänka sin huvudsäkring vilket ger en lägre fast avgift på elräkningen.

⁴ Hadders, G. 2004

⁵ Lantbrukets Brandskyddskommitté. 2004

Konsumentverket har gjort en marknadsöversikt på effektvakter som finns på deras hemsida www.konsumentverket.se.⁶



Figur 1. Effektvakt, håller reda på effektuttaget och kan göra att huvudsäkringen kan minskas.

3.2.1 Exempel.

Det är oftast under korta perioder som effektuttaget är högt. Genom att sänka huvudsäkringen ett steg kan den årliga abonnemangsavgiften minskas. I en villa eller ett radhus kan du spara upp till 800 kr per år genom att sänka din huvudsäkring från 20 till 16 A. I ett lantbruk med en sänkning från 63 till 50 A kan du inom en del nätområden spara upp till 3500 kr per år.⁷

3.3 Varvtalsreglering motorer

Elmotorer är stora energiförbrukare. De största förbrukarna är de motorer som driver pumpar, fläktar och kompressorer. Reglering av motorerna kan ske med olika metoder, till exempel strypreglering, reglering med tyristor (spänningsreglering) och frekvensreglering.

Att införa varvtalsreglering kan i vissa fall minska energiåtgången med 50 %. För pumpar är återbetalningstiden för en frekvensomriktare ett till två år.⁸

- Gör en lista på de motorer som finns och som kan vara aktuella för varvtalsreglering
- Försök utreda motorns driftcykel
- Börja med dem som drar mest energi först

3.3.1 Exempel

En frekvenskontroll på vakuumpumpen minskar energibehovet betydligt och minskar även ljudnivån. DeLaval VMS visar en skillnad på 20 kWh per dygn för en frekvenskontrollerad vakuumpump.⁹

⁶ www.konsumentverket.se

⁷ www.Bonab.se

⁸ www.emotron.se/sv/energibesparing/2009-01-05

⁹ Rasmussen och Pedersen. 2004

4 MJÖLKNING

Mjölkarbetet/ mjölksystemet från mjölkning till leverans av den färdiga produkten kräver mycket energi. Endast mjölkkyllningen förbrukar i genomsnitt 15 % av gårdens elenergi¹⁰. Vilket produktionssystem som gården använder sig utav är av stor betydelse för energiåtgången på en mjölgården. Robotmjölkning kräver mycket energi och kända energiförbrukare i dessa system är vakuumpumpen, kompressorn, vattenvärmaren och systemet för automatisk diskning.¹¹ Möjlig energibesparing för mjölkkyllningen är mellan 15-20%¹²

4.1 Råd för att spara energi

- Mjölkanläggningen ska vara rätt dimensionerad
- Mjölkanläggningens tillsyn ska vara återkommande och ske av ett auktoriserat företag.
- Vakuumsystemet ska vara dimensionerat med hänsyn till energiförbrukning, råmjölksens kvalitet och behandling. Det är viktigt att alla rör och slangar är rätt dimensionerade.
- Värmen från vakuumpumpen kan tillvaratas för att värma upp stallbyggnaderna. Varm luft från pumpen kan t.ex. blåsas direkt in i stallen.
- Pumpar för spillvatten bör vara utrustade med knivar så att stopp undviks.¹³
- Kontrollera om kondensorn kan monteras utanför mjölkrummet på en svalare plats¹⁴.
- Vid nyinstallation av AMS bör vatten och elmätare installeras

4.2 System för mjölkning

De vanligaste systemen i Sverige i dag är uppbundna djur med s. k. rörmjölkning eller lösdrifts ladugårdar med mjölkgrup, karusell eller mjölkrobot (s. k. AMS Automatic Milking System), se tabell 2.

Tabell 2. Uppdelning av olika fabrikat och typ av mjölkningssystem

DeLaval	Westfalia	SAC	Ydre-Grinden	Lely
uppbundet	uppbundet	uppbundet	uppbundet	
VMS (robot)	Flerbox AMS	Flerbox AMS	BouMatic robot	AMS
gruppar	gruppar	gruppar	Gruppar	
karuseller	karuseller	karuseller		

För att beräkna kapaciteten på en enbå-robot behövs följande data:

- Tillgänglig tid för mjölkning under ett dygn
- Medelvärde för mjölkflödet för besättningsens kor, kg/min
- Medelavkastning per ko kg/dag¹⁵

4.3 Energiförbrukning - Energieffektivisering

Energiförbrukningen inom mjölkning är störst vid själva mjölkningen, vid kylningen av mjölken samt vid det varmvatten som behövs för att rengöra mjölkningssystemet. I fallande förbrukar följande utrustning mest energi.

1. Vakuumpump
2. Kompressor

¹⁰ Energisparekatalog i Lantbruget

¹¹ Rasmussen och Pedersen. 2004

¹² Hadders, G. 2004.

¹³ Energisparekatalog i Lantbruget

¹⁴ Hadders, G. 2004

¹⁵ Automatisk Mjölkning –till vilken kostnad?

3. Varmvattenberedare
4. Automatiska tvättsystem ¹⁶

Det finns stora variationer i energiförbrukningen beroende på system och fabrikat, tabell 3, men också på variationer inom samma fabrikat. Därför får man noga analysera gårdens system för mjölkning för att hitta effektiviseringsfördelar.

Tabell 3. Energi och vatten konsumtion vid användningen av AMS¹⁷

Fabrikat	Lely	De Laval VMS	AMS Liberty	AMS Liberty
Antal Mjolkstationer	1	1	1	
Antal kor	60	55	80	100
El kWh/dygn	65	149	128	105
Vatten l/dygn	670	1000	610	690

4.3.1 Mjölkkylning

I genomsnitt förbrukar mjölkkylningen 15 % av energin på en mjölkgård. Besparingarna i kylningen kan därför vara betydande. Mjölkkylningen ska på det mest energieffektiva sättet säkra att rätt temperatur hålls för mjölken till dess leverans sker till mejeri. Viktigt är därför att:

- Tillsyn över mjölkanläggningen ska ske årligen (lagkrav)
- Förkyl mjölken med förkylare (plattvärmeväxlare) Det uppvärmda vattnet blir ca 17-18°C och har då bra temperatur till dricksvatten till djuren.
- Årlig nollställning av mjölkanläggningen bör ske av en auktoriserad firma. Då kontrolleras bland annat inställningar och kondensatorer. En besparing på 20-40% av energin är uppmätt.¹⁸

4.3.2 Isvattenanläggning

Isvattenanläggning förbrukar lite mer energi än tank med direkt kylning, tabell 4 och 5. Däremot krävs det mindre tid till nedkylning, vilket gör att isvattenanläggningen blir mer energisnål över tid. Isvattenanläggningen bygger upp ett islager kring kondensorslingan mellan mjölkningstillfällena. När isen smälter rinner det kalla vattnet ner i mjölk tankens botten.

Tabell 4. Elförbrukning i kWh per 100 liter mjölk, nedkylt från 35-4°C¹⁹

	1 dags tank	2 dags tank
	Genomsnitt	Genomsnitt
Tank med direkt avdunstning	2,27	2,19
Tank med isvattenanläggning	2,60	2,77

¹⁶ Rasmusen och Pedersen. 2004

¹⁷ Rasmusen och Pedersen. 2004

¹⁸ Energisparekatalog i Lantbruget

¹⁹ Energisparekatalog i Lantbruget

Tabell 5. Tid i minuter för nedkylning till 4°C efter sista påfyllning²⁰

	1 dag tank	2 dags tank
	Genomsnitt	Genomsnitt
Tank med direkt avdunstning	168	179
Tank med isvattenanläggning	124	78

Undersökningen är gjord i 32°C så varmt är det sällan i mjölkrummet, därför kyler mjölk tankarna i normalfallet något snabbare och med lägre energiförbrukning. För varje grad rumstemperaturen faller reduceras tiden för kylning med 1 %. Samtidigt reduceras energiförbrukningen med 20-30% totalt för mjölkkyllningen. Tanken bör därför placeras i ett rum där dagsljuset inte är för stort, eller annan temperatur höjande klimateffekt gör att rummets dagstemperatur höjs. Det är viktigt att kondensatorer inte placeras i samma rum eftersom den ger upphov till värme²¹.

Isvattenanläggning är ett bra och energisparande system på gårdar med stora tankar och s.k. silotankar. Det är framförallt aktuellt om tankvolymen är över 10 000 l.²²

4.3.3 Kondensorn

Kondensorn bör placeras så att luften som sugs igenom den är så kall som möjligt. Utomhus i skugga på nordsidan är en bra placering. Intaget av luft sker med fördel genom en ventil i golvet och den uppvärmda luften sugas genom en ventil i taket. Kondensatorns värmeavgivande sida bör vara så ren som möjligt och vara fri från damm och skräp. Den kan borstas, blåsas eller dammsugas ren.²³ Här nedan kommer en sammanställning hur rengöringen kan gå till. Rengöring bör göras minst 3-4 gånger per år

1. Mjölkkyltanken kopplas bort från elnätet. Tanken bör vara tom alternativt att mjölken är kyld.
2. Avlägsna damm och skräp med en mjuk borste. Var försiktig så att inte dammet kommer längre in i flänsarna.
3. Genom att täcka kondensorn med en fuktig du så binds dammet effektivt.
4. Blås kondensorn ren motströms mot fläktens blåsriktning
5. Dammet från kondensorn fastnar i den fuktiga duken.
6. Tanken kopplas in på nätet igen²⁴

4.3.4 Värmeåtervinning från mjölkkyllningen

Värmeåtervinning från mjölkkyllning ger stora besparingar på el och värmekostnaderna. Mjölken innehåller mycket värme som kan användas till många olika ändamål. En liter varm mjölk kan användas för att värma upp motsvarande mängd vatten till ca 40°C.

Rengöring av mjölkkningsanläggningen kräver varmvatten med en temperatur på 70-75°C. En värmeåtervinningsanläggning kan förvärma vattnet till ca 50-55°C. Då behövs endast el användas för att värma vattnet de återstående graderna²⁵. Det finns också värmeväxlare som värmer till ca 45°C.²⁶

²⁰ Energisparekatalog i lantbruget

²¹ Energisparekatalog i lantbruget

²² Muntl. Per-Olov Dahlin, Wedholms

²³ Energisparekatalog i lantbruget

²⁴ www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/rengoringavkondensorn.pdf

²⁵ www.delaval.se/Products/Milk-Cooling/Värme-återvinning/

²⁶ Wedholms

En plattvärmeväxlare kan användas till att förvärma kornas dricksvatten till temperatur 17-18°C. Viktigt är att temperaturen på dricksvattnet inte varierar för mycket mellan olika dagar²⁷. Under energigenomgången har det visat sig att eluppvärmda vattenkoppar drar mycket elström. Ett alternativ kan vara att använda det varma vattnet för detta ändamål.

4.4 Arbetstid

AMS-arbetet kräver 0,8 till 1,8 minuter per mjölkande ko och dag för enstationsgårdarna medan tvåstationsgårdarna förbrukar mellan 0,5 och 2,9 minuter per mjölkande ko och dag. Tandemstall med mjölkgrupps tar varje mjölkning 4,0–4,6 minuter per mjölkande ko och dag²⁸.

Arbetstidsstudier från Sverige, Danmark och Holland visar att arbetstiden sjunker med AMS även om variationen är stor mellan olika gårdar. Från Holland visar studier att arbetstiden sjunker med 29 % vid användning av AMS jämfört med traditionella mjölkningsstallar. Den genomsnittliga besättningsstorleken var dock inte speciellt stor 60-80 mjölkkor. JTI har också konstaterat att arbetstiden sjunker vid användning av AMS jämfört med fiskbensstall, besättningsstorleken varierade mellan 55–135 kor²⁹. En dansk jämförelse mellan mjölkningsstall, karusellmjölkning och AMS visar att AMS är konkurrenskraftig för besättningsstorlekar upp till 300 mjölkkor, därefter blir framförallt investeringskostnaden för AMS för stor³⁰.

4.5 Exempel

4.5.1 Frekvensstyrd vakuumpump

En frekvensstyrd vakuumpump kostar 15 000 kr. Vid ett elpris på 0,8 kr/kWh så är Pay Off tiden utan ränta 2,6 år. Energibesparingen på en motor på 10 kW blir ca 35 %.

4.5.2 Nybyggnation Mjölkröbot

Vid nybyggnation med en mjölkröbot ger valet av fabrikat en energiförbrukning som varierar mellan 8 900 och 14 300 kWh/år. Detta leder till en skillnad på 4 300 kr/år. Den högsta förbrukningen har flerbosystemet då roboten bara används till ett bås.

4.5.3 Värmeåtervinning

En gård med 200 kor använder 150 liter varmt vatten och 500 liter ljummet vatten dagligen. Årlig värmeförbrukning för att värma upp det vattnet är 13 200 kWh/år, med en värmeåtervinning kan energiförbrukningen minskas ned till 2 000 kWh/år.³¹

²⁷ Energisparekatalog i Lantbruget

²⁸ Arbetstidsstudier i konventionella och frivilliga mjölkningssystem

²⁹ Gustafsson. 2005.

³⁰ Vision Mellangård –en förstudie om tätortsnära djurhållning

³¹ www.delaval.se/Products/Milk-Cooling/Värme-återvinning/

5 SPANNMÅLSTORKNING (HÖTORKNING) OCH TRANSPORT AV FODER

I Sverige skördas nästan all spannmål med för hög vattenhalt för att kunna lagras utan konservering. Den största delen av Sveriges spannmål (80-90 %) varmluftstorkas. Metoden har en hög energiförbrukning (75 till 120 kWh/ton) och höga torkningskostnader (0,25–0,45 kr/kg).³² Potentialen för energibesparing inom spannmålstorkning beräknas till mellan 15-40%³³.

5.1 Råd för att spara energi

- Torkluftstemperaturen ska anpassas efter spannmålets användningsområde.³⁴
- Anläggningen ska vara vattenhaltsstyrd.
- I en kalluftstork bör torkningen ske på dagen
- Gastät lagring sparar mycket energi och kan vara ett alternativ om spannmålen ska användas till djurfoder.³⁵
- Förrensning sänker oftast behovet av värme och luft.
- Axialfläktar är mer ekonomiska i drift än centrifugalfäktar.
- Kontroll av torkens givare och automatik bör ske årligen
- Kalibrering av vattenhaltsmätare bör ske årligen. Både mot höga och låga referensprover.
- Undvik lufttransport och minska antalet böjar då sådan transport utförs
- Undvik kraftiga böjar på böjbara skruvar³⁶

5.2 System

Torkning av spannmål har som uppgift att bevara spannmålets kvalitet från det att den skördas till den förbrukas. Spannmålen har olika användningsområden men används främst i Sverige till djurfoder. Kravet på spannmålets kvalitet är beroende på användningsområde och därmed har det betydelse för vilket torksystem som bör användas.

Spannmål är ett s.k. hygroskopiskt material vilket betyder att den hela tiden strävar efter jämvikt med omgivande lufts fuktighet och temperatur. Hur snabbt slutvattenhalten i spannmålen uppnås beror framförallt på luftmängd per tidsenhet, luftens fuktighet och hur snabbt vatten transporteras ut ur kärnan. Metoderna för torkning av spannmål delas in i varm och kalluftstorkning.

I varmluftstorkning används vanligen lufttemperaturer på mellan 40 och 70°C, men för foderspannmål kan högre temperatur, max 85 grader för oljeeldad varmluftspanna användas. I kalluftstorkning används ouppvärmad eller svagt uppvärmd luft (uppvärms med 5-7°C)³⁷. Närmare 90 % av den svenska spannmålen torkas idag i varmluftstorkar.

Vid kalluftstorkning sker torkningen i en silo eller en lagringsficka. Spannmålen läggs i förhållandevis tjocka skikt och torkningen tar flera dygn. Vid högre vattenhalter krävs snabbare torkning av spannmålen och därmed större specifika luftmängder som går igenom torken, det uppnås genom lägre lagringshöjd. Torkningen pågår tills spannmålets vattenhalt är i jämvikt med tilluftens relativa fuktighet. Genomströmningen av luft måste vara tillräckligt stor så att den

³² Jonsson, N. 2006

³³ Hadders, G. 2004

³⁴ Jonsson, N. 2006

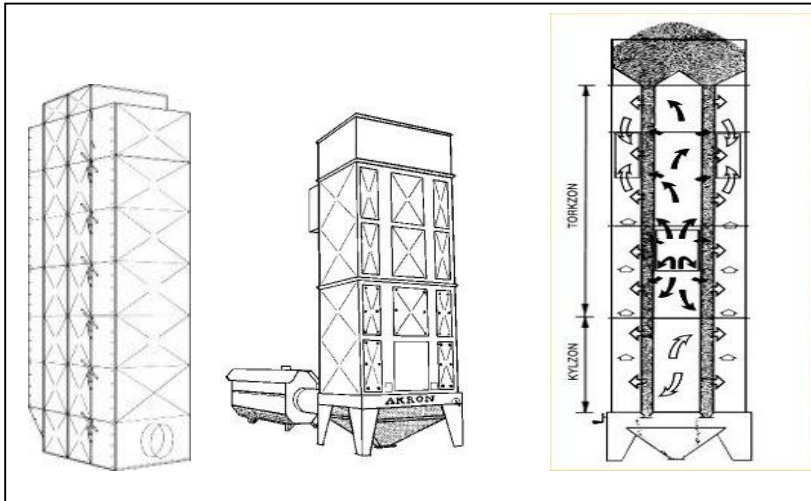
³⁵ Pedersen, Hinge. 2002

³⁶ Hadders, G. 2004

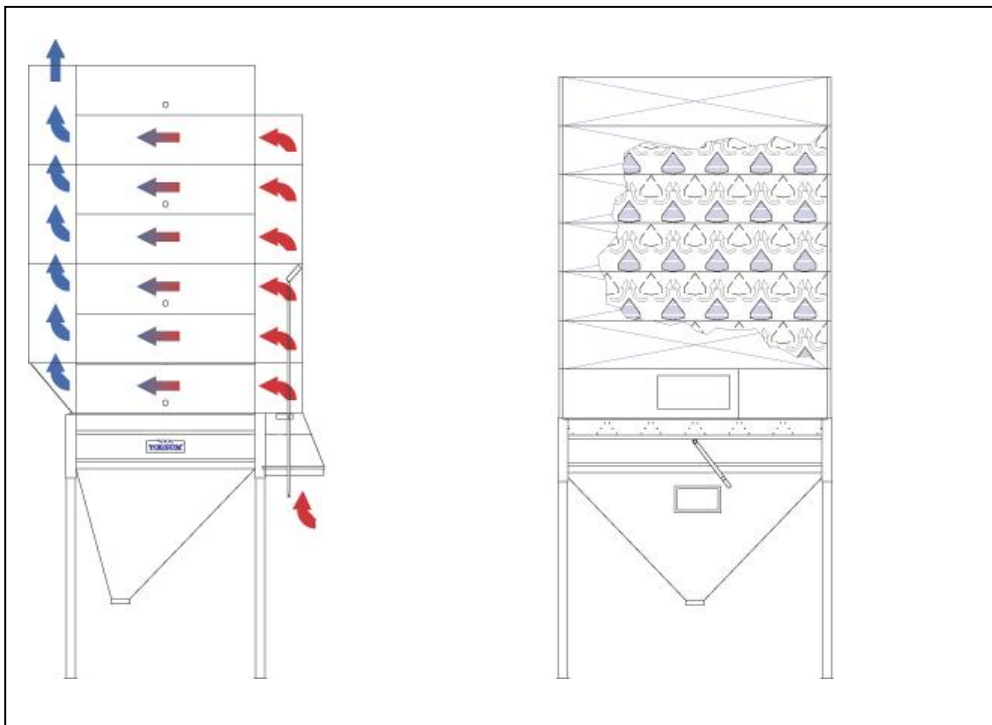
³⁷ Jonsson, N. 2006

s. kl. torkfronten hinner passera genom hela torkskiktet innan mögelsvampar börjar tillväxa. Oftast behövs tillsatsvärme för att torkningen ska ske tillräckligt snabbt och för att lagringsstabil vattenhalt ska kunna uppnås. Tillsatsvärmens behövs främst nattetid och vid sena skördetidpunkter.

Vid varmluftstorkning tillförs värme i tilluften. Värmen kommer från el, gas, olja eller biobränsle. En högre lufttemperatur ger en lägre relativ luftfuktighet och därmed också högre vattenupptagande förmåga hos torkluften samt en lägre energiåtgång per kilo borttorkat vatten. Vid varmluftstorkning är spannmålen färdigtorkad på några timmar. Spannmålsskiktets tjocklek är ca 0,20–0,35 meter.



Figur 2. Bild på satstork respektive kontinuerlig schakttork och hur luftflödet sker i torken. (Källa Akron)



Figur 3. Luftens cirkulation i en baltork³⁸.

³⁸ Bild från Tornum

Varmluftstorkar kan vara fast installerade eller mobila och kan delas in i

- Satstork med stillaliggande spannmål
- Cirkulationstork som är en satstork men där spannmålssatsen cirkulerar under torkningen.
- Kontinuerliga torkar som fylls och töms under hela torkprocessen.

Luftfördelningssystemen i torkarna ovan kan utgöras av schakt (tvärströms) eller v-formade balkar (blandflöde), vilket baserar sig på luftflödets riktning i förhållande till spannmålsflödet.

Silotorkar är utrustade med omrörare och torkningen sker i samma silo som spannmålen lagras. Den är utrustad med centrifugalfläkt, en tryckkammare och en perforerad botten. Luftflödet är uppåtgående. Skiktet kan vara upp till 7 meter. Spannmålen måste blandas om hela tiden för att torkningen ska fungera. Liksom i kallluftstorkning tar torkningen ganska lång tid och tar oftast mer än en vecka innan torkningen är klar.

Olika system finns vidare för förvaring och transport från torken, det går vi inte närmare in på i denna skrift.

Spannmålstorken kan dra mycket energi och är främst beroende vilket system för torkning som valts. I en varmluftstork åtgår 1,17–1,28 kWh/kg H₂O. Till detta kommer varierande verkningsgrad på pannan från 85 % (ny) till 60 % (dåligt underhållen gammal). Energi till fläkten är uppmätt till 0,06-0,10 kWh/kg H₂O vid en startvattenhalt på 17-24%. För en cirkulationstork är siffrorna 0,07-0,09 kWh/kg H₂O

Ekonomi i spannmålstorkning kan diskuteras. Studier har visat på att det vid nyinvesteringar är mer ekonomiskt lönsamt för den enskilda lantbrukaren att satsa på ett hanteringssystem för otorkad spannmål än att torka spannmålen själv (om det ska gå till försäljning).³⁹

5.3 Arbetstid

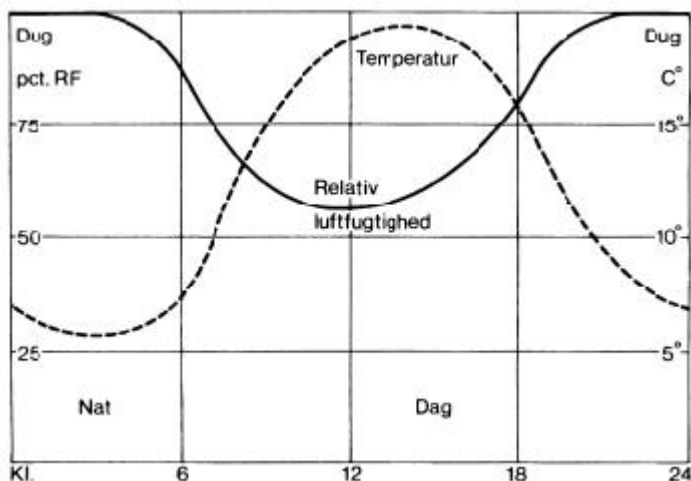
Arbetstiden varierar kraftigt mellan olika system. En siffra som angetts i förhållande till att leverera spannmålen otorkad är 7 minuter/ton spannmål som ska torkas.

5.4 Energiförbrukning -energieffektivisering

Spannmålstorkning bör ske med luft som sugas in från utsidan helst från byggnadens sydsida där luften är varmast och minst fuktig. Fuktigheten i luften har stor betydelse för energiåtgången, framförallt vid kallluftstorkning. Vid varmluftstorkning är luftfuktigheten av mindre betydelse, men den högre lufttemperaturen medför att pannan inte behöver värma luften lika mycket vilket leder till minskad energiförbrukning. Därför bör torkning främst ske på dagen då luftfuktigheten är som lägst och temperaturen som högst. Luften binder mer fukt nattetid då den kyls av.⁴⁰

³⁹ Gårdsbaserade system för spannmålshantering i den framtida Lantmännen organisationen. 2006

⁴⁰ Pedersen, Hinge. 2002

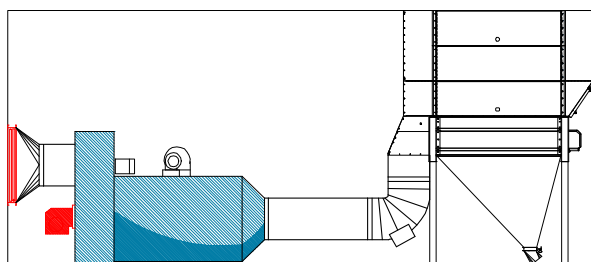


Figur 4. Relativ luftfuktighet över ett dygn sommartid (Källa: SBI anvisning-178)

Det är viktigt att torkprocessen vid varmluftstorkning är vattenhaltsstyrd. Det är dyrt att torka spannmålen för mycket för då förloras vikt och pengar.

Dimensioneringen av anläggningen påverkar energiförbrukningen. Är fläkten för liten så att den får gå för hårt eller om den inte arbetar på rätt sätt så ökar energibehovet. Viktigt att tänka på vad gäller fläktar är att även om axialfläktar är mer energieffektiva så klarar de i allmänhet inte lika högt mottryck som radialfläktarna. Konsekvensen av en underdimensionerad axialfläkt är att den inte ger något luftflöde alls, utan all energi omvandlas till värme.

Uppvärmningen av torkluften påverkar i högsta grad kostnaderna för torkningen. Intressant är också om och hur torkens uppvärmning hänger ihop med övrig uppvärmning på gården. Biobränsle är alltid intressant i dessa sammanhang, det finns anläggningar som endast drivs av flis eller halmpannor. Avgörande för att denna kalkyl ska gå ihop är vilket värmebehov som finns under resterande del av året. Men även om man har en relativt liten biobränsleanläggning (30-100 kW) så kan man med fördel förvärma luften in till pannan och minska oljeförbrukningen. Detta sker relativt enkelt med att placera ett varmvattenbatteri på pannans luftintag.



Figur 5. Bild på panna med förvärmare av luften.

5.4.1 Rätt temperatur

Kapaciteten i varmluftstorken kan höjas om torktemperaturen ökar och torkningen slutförs med långsam kylning i en luftningsficka. En höjning av torktemperaturen från 65 till 80°C vilket är lagom för foderspannmål ger en kapacitetshöjning på torken med 60 %, energiförbrukningen sänks med ca 10-15%. För att uppnå detta behöver den befintliga värmekällan ökas med ca 50 %. Nackdelen med detta är att det är svårare att anpassa brännaren de gånger då man vill sänka

torkluftstemperaturen, antingen det gäller utsäde eller trindsäd såsom raps, ryps, ärtor och åkerbönor.

Om man därefter kyler spannmålen i en separat luftningsficka kan mer vatten torkas bort under kylningen samtidigt som kylzonen i torken kan byggas om till torkzon. Det höjer torkens kapacitet med ca 30-50% (gäller för kontinuerliga torkar) och energiåtgången minskas med 10-15% vid normala skördevattenhalter⁴¹.

Viktigt att tänka på vid detta förfarande är att kylningen ska gå långsamt samt att risken för kondensbildning i luftningsfickan är stor. Detta gör att metoden inte rekommenderas för torkning av utsäde. Fläktvalet är också viktigt att anpassa till det höga mottryck som en hög ficka med spannmål ger.

5.4.2 Värmeåtervinning

Utrustningen kostar ca 10 % av investeringskostnaden för spannmålstorken. Tekniken är till för större anläggningar med en effekt över 3 MW. Den teoretiska besparingen är mellan 7-10% av energibehovet. Vid användning av gas istället för olja är besparingen 25-30%⁴². Detta pga. att värmen i rökgaserna även används för uppvärmningen av torkluften.

5.4.3 Gastät lagring

Gastät lagring förvaras spannmålen i silo och går direkt till djuren som foder. Gastät lagring inte användas för utsäde, brödsäd eller maltkorn. Energibesparingen är 6 kWh/hkg för den spannmål som skulle torkas istället.

5.4.4 Underhåll

För att få bäst resultat är underhållet viktigt. Med förändrad verkningsgrad ökar oljeanvändningen stort. Underhållet förlänger driftsäkerheten på komponenterna i anläggningen. Exempel på viktiga underhållsåtgärder är

- Justering eller ev. byte av brännare eller munstycke inför säsongen för att få ut bästa möjliga bränsleekonomi.
- Rengöring och sotning av pannan när säsongen är slut
- Kontroll och spänning av remmar och kedjor samt fastskruvning av skopor respektive klaffar hos elevatorer.
- Ha lämpliga reservdelar hemma.

5.5 Exempel

5.5.1 Energiförbrukning

Om 100 kg vatten torkas bort per ton spannmål är oljeförbrukningen 0,13 kg olja/ kg borttorkat vatten. Generellt åtgår 1,85 liter olja per ton spannmål och nedtorkad procent vattenhalt⁴³. Det motsvarar 18,13 kWh/borttorkad % vattenhalt.

5.5.2 Ny panna

Om en gammal panna har en verkningsgrad som är 60 % så sparar man ca 30 000 kWh/år att byta till en ny panna om man torkar 500 ton spannmål per år.

⁴¹ Jonsson, N. 2006

⁴² Energibesparing i lantbruket 2020

⁴³ Energisparekatalog i Lantbruget

6 UTFODRING

Utfodringen står för en stor del av djurgårdens energi förbrukning. Olika typer av utfodringssystem ger olika stor energiförbrukning men har också olika stor arbetsinsats. Inom lantbruket förekommer olika system och sammansättningar mellan systemen⁴⁴. Stationära system kräver **mindre** energi än mobila. Det gör att en eldriven utfodring med tornsilo och rälsvagnar är energisnålare än plansilobaserade fullfodervagnar som kräver traktorer och lastmaskiner.⁴⁵

6.1 Råd för att spara energi

- Undvik utrustning som kräver tryckluft, det är dåligt utnyttjande av energin via kompressorn.
- Välj skivkvarn istället för hammarkvarn. Hammarkvarnar suger in malgodset och är mycket mer energikrävande⁴⁶.
- Se till att anläggningen är rätt dimensionerad.
- Kilremmen i de fall den finns bör kontrolleras med jämna mellanrum. Är den sliten får kvarnen dålig vekningsgrad. Använd tandade kilrep.
- Den tid som blandaren arbetar ses över så att den bara går den nödvändiga tiden.
- Spannmål behövs inte hackas/ finfördelas mer än nödvändigt.
- Är det möjligt att låta foderblandaren gå på natten för att kunna utjämna effektbehovet.
- Underhållet är viktigt. Att smörja och hålla blandaren ren ökar verkningsgraden.
- Rensa! Foderrester som sitter fast kan minska verkningsgraden och kan dessutom utgöra en brandfara.
- Se över logistiken avseende driftstider, motorstyrkor och system.

6.2 System för utfodring

Det finns många olika system och sammansättningar av system för utfodring. Här nedan presenteras de vanligaste.

6.2.1 Fullfoderblandare

På marknaden finns olika fullfoderblandare för olika blandningssystem och volymer. De flesta fabrikat klarar av att hantera 10-30 m³ foder/sats. Paddel- och haspelblandarna kräver ett mindre specifikt energibehov 3,1–7,4 kW/m³ än skruvblandarna 6,6–9,2 kW/ m³⁴⁷.

Haspelblandare

Haspelblandaren, figur 6, har en långsamt roterande axel i mitten av behållaren. Haspelblandaren förflyttar inte fodret i sidled därför måste fodret fördelas jämnt i blandarens längdled för att blandningen skall bli homogen. Därför är också haspelblandaren sämre på att hantera långsträigt material. Dock finns möjlighet att montera knivar på haspeln för att förbättra resultatet. Blandaren klarar inte av att sönderdela hela ensilageblock och får inte fyllas till mer än 80 % om blandningsresultatet skall bli tillfredsställande⁴⁸, vilket ger haspelblandaren lägst fyllnadsgrad utav fullfodervagnarna.

Paddelblandaren har liksom haspelblandaren sin axel i centrum av behållaren. Paddlarna fördelas över hela behållarens längd. Genom att paddlarna är snedställda kan fodret förflyttas i sidled

⁴⁴ Tidstudie Grovfoderhantering

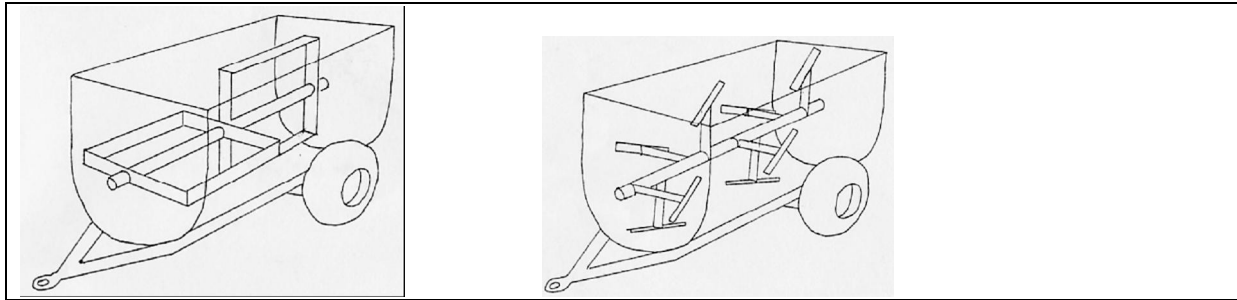
⁴⁵ Lantmannen. 2007. Nr 5.

⁴⁶ Hadders, G. 2004

⁴⁷ Löfquist, I.

⁴⁸ Elvertsson, L. 2004

samtidigt som det blandas⁴⁹. Paddelblandaren delar haspelblandarens problem gällande sönderdelning av grövre material och fyllnadsgrad. Exempel på fabrikat på paddelblandare är Nolan och Mullerup MF.

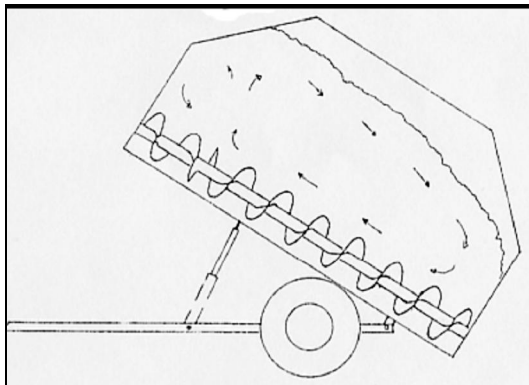


Figur 6. Haspelblandare exempel på fabrikat Keenan och Redrock och paddelblandare, exempel på fabrikat Nolan och Mullerup MF.⁵⁰

Fördelarna med paddel och haspelblandare är att de är relativt skonsamma mot fodret. Däremot kan de vara sämre på att hantera långsträigt material och rund och fyrkantsbalar. Blandarna kan också vara svåra att hålla rena.

Diagonalblandare

Kallas även lutande blandare, figur 7, och har ett blandningsläge på 27-30°. Ju mer långsträigt material desto högre lutning krävs. Skruven driver fodret uppåt i blandare som sedan rasar ner i blandarens botten igen. Bogserade blandare har en hydraulkolv som reglerar behållarens lutning.⁵¹ Blandaren fylls lätt på och blandar fodret bra. Den är även energisnål men kan ha problem med grovt foder.



Figur 7. Diagonalblandare⁵²

Horisontalblandare

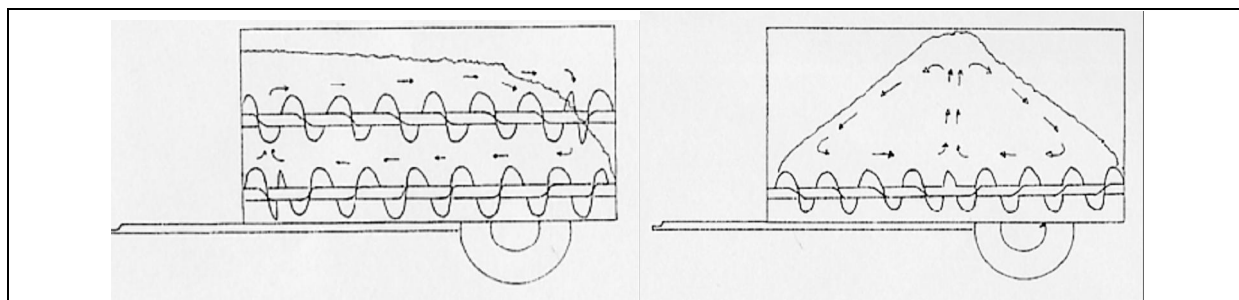
Horisontalblandarna förekommer i två typer, figur 8. Blandare med blandarskruv och returskruvar samt blandare med motgångade skruvar. Båda systemen klarar av grövre material och hela rundbalar. Dom blandar även fodret väl i sidled. Blandaren med motgångade skruvar kräver mindre kraft för att drivas än modellen med blandar- och returskruvar. Däremot kan den förstnämnda modellen endast fyllas till 70 % då annars foder kan rasa över då det drivs in mot blandarens mitt.

⁴⁹ Löfquist, I.

⁵⁰ Elvertsson. L. 2004

⁵¹ Löfquist. I.

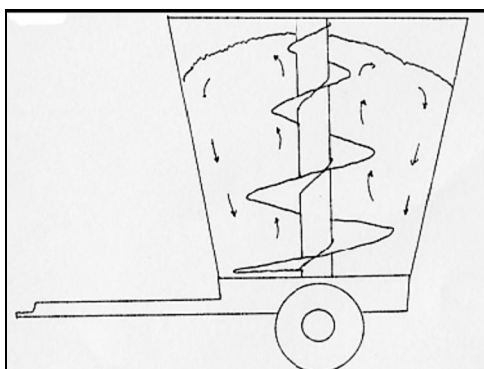
⁵² Elvertsson. L.2004



Figur 8. Horisontalblandare med blandare och returskruvar, exempel på fabrikat SEKO

Vertikalblandare

Blandaren, figur 9, består utav en stående skruv i en konisk behållare. Materialet tvingas uppåt för att därefter falla ner längst behållarens sidor. Skruven är försedd med knivar för att kunna sönderdela balar och långsträigt material. Systemet klarar alla sorters foder och ger en homogen blandning. Visst spill kan förekomma när man blandar stora volymer.⁵³



Figur 9. Vertikalblandare, exempel på fabrikat: NDE, Triolet, Straumann.⁵⁴

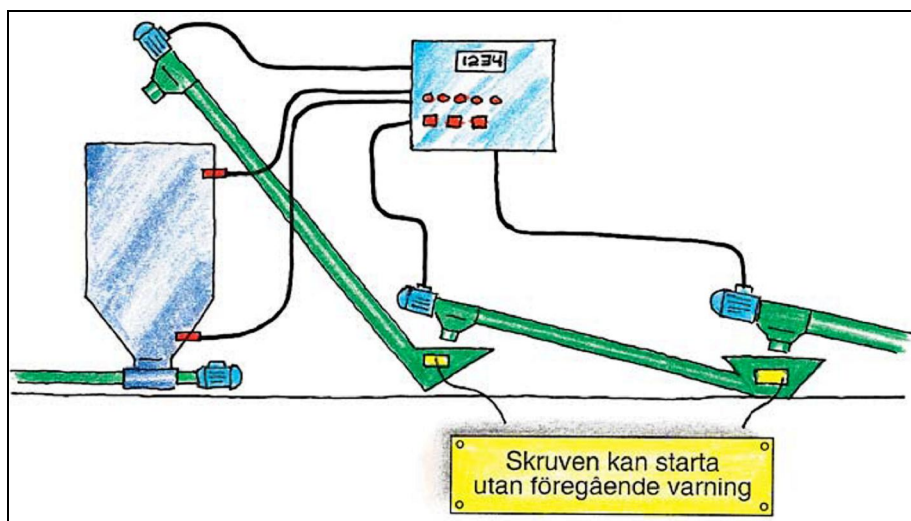
Utfodringen av blandningen kan ske på flera sätt. Här presenteras några:

- Manuellt med skottkärra ”Ekebymodellen
- Mobil hjulburen blandare som används på körbart foderbord
- Rälsburen fodervagn utan blandare
- Rälsburen fodervagn med blandare
- Fodertruck
- Självutfodrande foderbord
- Bandfoderfördelare

Dessa utfodringssystem har i sin tur olika stor energiförbrukning som måste utredas från fall till fall.

⁵³ Löfquist. I.

⁵⁴ Evertsson. L. 2004



Figur 10. Utfodringsutrustning och annan utrustning som fjärrstyrs eller startar med automatik ska förses med varningsskyltar.⁵⁵

6.2.2 Kvarnar

Det finns många olika typer av kvarnar, vanliga inom lantbruket är hammarkvarn och skivkvarn, figur 11. Äldre hammarkvarnar suger ofta in spannmålen till kvarnen och blåser ut det malda resultatet. Numera finns det hammarkvarnar som skruvar både in och ut spannmålen och därmed drar de mindre energi än föregångarna. En nyare typ av kvarn är skivkvarnen. Den är lättare att justera grovleken på det färdiga materialet vilket kan vara önskvärt men är dyrare i inköpspris. Skivkvarnen har också högre kapacitet än hammarkvarnarna vilket leder till lägre energiförbrukning. När man väljer kvarn är det viktigt att fundera på vilken typ av foder som ska malas i kvarnen eftersom vissa kvarnar t.ex. inte är lämpliga för majs.



Figur 11. Hammarkvarn och skivkvarn⁵⁶,

6.3 Energiförbrukning och Energieffektivisering

Eldriven utfodring i stationära system med tornsilo och rälsvagnar är energisnålare än plansilobaserade fullfodervagnar som behöver traktorer och lastmaskiner⁵⁷. Generellt kan man säga att ett färdigfoder har större energiförbrukning än ett hemmablandat foder⁵⁸. Foderutrustning är oftast uppbyggt som portionsanläggningar. Både horisontal och diagonalblandare har i stort sett samma förbrukning av energi per portion.

⁵⁵ Lantbrukets Brandskyddskommitté. 2004

⁵⁶ www.akron.se, www.mafa.se

⁵⁷ Lantmannen. 2007.5

⁵⁸ Energisparekatalog i Lantbruget

Paddel och Haspelblandarna kräver ett mindre specifikt energibehov 3,1–7,4 kW/m³ än skruvblandarna 6,6–9,2 kW/ m³ ⁵⁹.

6.3.1 Arbetstiden

Arbetstiden är lägre i ett stationärt system än i ett mobilt system, se tabell 6.

Tabell 6. Arbetstider i stationära respektive mobila system. ⁶⁰

Arbetstid per ko och dag Stationärt system	0,13–0,18 minuter
Arbetstid per ko och dag Mobilt system	0,33–0,35 minuter

6.4 Exempel

6.4.1 Olika kvarnar

En grisgård har en gammal hammarkvarn som har gått sönder. De måste köpa en ny och tittar på olika typer av kvarnar. På gården finns 480 modersuggor i produktion och varje sugga ger i genomsnitt 23 smågrisar per år. Varje sugga äter 1 114 kg egenproducerad spannmål per år och smågrisarna äter ca 35 kg/gris och år. Tillsammans ger det ca 2 500 kg spannmål per dag som ska malas. (siffror tagna från Hushållningssällskapets bidragskalkyler 2008, husdjur, Östra Svealand. HS Konsult AB.)

Om lantbrukaren köper en likadan hammarkvarn som den gamla var som suger in spannmålen och som blåser ut det färdiga materialet skulle den årliga energikostnaden för kvarnen bli 10 800 kr/år.

Det finns en annan typ av hammarkvarn som skruvar in spannmålen i kvarnen och även skruvar ut det malda fodret och energikostnaden för den kvarnen skulle bli 6 400 kr/år.

Den kvarn som har lägst energiförbrukning är skivkvarnen. Kostnaden per år i energi skulle bli 4 400 kr. Denna kvarn har svårare att mala sönder havrens yttre skal så om lantbrukaren vill mala havre sjunker kvarnens kapacitet med ca 3-400 kg/h.

Eftersom hammarkvarnarna kostar ungefär lika mycket i inköp med all kringutrustning så som cyklon och sugspetsar respektive skruvar så lönar det sig att köpa kvarnen med den lägre energiförbrukningen. Den dyrare skivkvarnen har en Pay Off tid på ca 18 år, men den kan ställas in att mala i olika grovlekar och ger materialet en bra yta så även den kan vara aktuell.

⁵⁹ Löfquist, I.

⁶⁰ Elvertsson, L. 2004

7 VENTILATION

Ventilationen är i vissa system en stor källa till gårdens elförbrukning. Besparingspotentialen i ventilationen är störst bland de olika utrustningssystemen inom lantbruket. Ett byte till neutraltryck kan spara 100 % i energi medan den teoretiskt bästa kända utrustningen på befintliga mekaniska system kan ge en energibesparing på mellan 26-60%⁶¹. Ventilationens utformning och styrning är avgörande för hur mycket energi den behöver. Underhåll och rengöring är en mycket viktig sparatgärd när det gäller ventilation. I mekanisk ventilation så kan en årlig rengöring spara upp till 10 % av energin.⁶²

Uppvärmningsbehovet i stallar styrs till stor del av hur ventilationen är uppbyggd och den mängd luft som ska bytas ut. Den största delen av ventilationsluftens energiförbrukning härrör från energiinnehållet i frånluften. Det är därför viktigt att bestämma den mängd luft som behövs bytas ut och ställa in eventuell varvtalsreglering efter det. En felaktig inställning på varvtalsregleringen kan orsaka energiförluster⁶³.

I stallar med tillsatsvärme finns störst risk för ventilationsfläktar med onödigt hög energiförbrukning. I sådana fall måste ventilation och värmetillförsel vara samstyrd och mätningen av den relativa luftfuktigheten fungera⁶⁴. Ventilationsluften till värmaren ska tas utifrån eller från damfria utrymmen, det är viktigt ur brandskyddssynpunkt.⁶⁵

7.1 Råd för att spara energi

- Kontrollera med jämna mellanrum mekaniska delar och automatik för reglering av luftflöde och temperatur.
- Kontrollera takhuvens montering över frånluftstrummor (vid diametern 60 cm hos frånluftstrummor ska spalten mellan stöpsens överkant och takets underkant vara minst 30 cm, mindre spalt ger onödigt luftmotstånd).
- Inför stegvis inkoppling av fläktarna.
- Ersätt strypreglering av luftflödet till varvtalsreglering.
- Om neutraltryckssystem finns kan det då ersättas med undertryckssystem (50 %) besparing.
- Kontrollera om det är möjligt att gå över till naturlig ventilation, utan fläktar, 100 % besparing.
- Vid nybyggnation sätt inte in neutraltryck eller övertryckssystem, inte heller golvventilation.
- Dimensionera kanaler till luftens hastighet. Trånga och krokiga kanaler ger onödiga driftskostnader⁶⁶.

7.2 Naturlig ventilation och energi

Naturlig ventilation, figur 12, bygger på att man utnyttjar två drivkrafter. Den ena är att varm luft är lättare än kall vilket resulterar att den varma luften då stiger uppåt. Detta brukar man kalla för skorstenseffekten. Den andra är att vinden skapar en tryckskillnad på stalllets olika sidor. På

⁶¹ Hadders, G. 2004

⁶² Energisparekatalog Lantbruget.

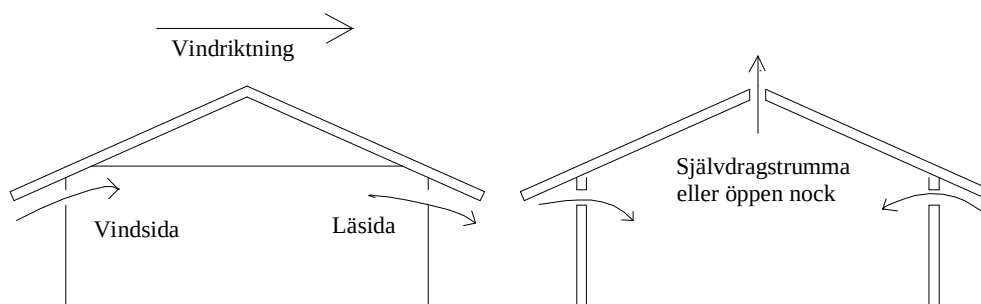
⁶³ Produktion av Bioenergi på gården. 2006.

⁶⁴ Hadders, G. 2004

⁶⁵ Lantbrukets Brandskyddskommitté. 2004.

⁶⁶ Hadders, G. 2004

vindsidan skapas ett övertryck som trycker in luft i stallet medan det på läsidan skapas ett undertryck som gör att luft sugas ut, se figur



Figur 12. Naturlig ventilation med vinden som drivkraft (vänster bild). Naturlig ventilation med skorstenseffekt (höger bild).

Vid nybyggnad av större kostall väljs idag nästan uteslutande naturlig ventilation. Ventilationen anpassas efter om stallet är isolerat eller oisolerat.

7.2.1 Att tänka på vid naturlig ventilation i isolerade kostallar:

- Stallklimatet (temperatur och luftfuktighet) skall under den kalla årstiden kontrolleras och regleras.
- Behov av luftbyte ökar med ökad utetemperatur och drivkraften är yttre vind och skorstenseffekten.
- Skorstenseffekten ökar med temperaturskillnaden mellan stall och ute samt mellan höjdskillnaden mellan till- och frånluftsdon.
- Tilluftsdonen fördelar uteluften in i stallet och ska ha reglerbara öppningar.
- Den skall finnas tilluftsöppning på motsvarande minst 600 cm² per mjölkko.
- Tilluftsdonen skall placeras i förhållande till djurbeläggningen och inte på gavlarna.
- Vid stark vind kan tilluftsdonen fungera som frånluftsdon och öppningen skall därför vara automatiskt reglerad.
- Frånluftsdon kan utgöras av öppennock eller självdrastrumma.
- Frånluftsöppningen skall vara reglerbar.
- Det skall finnas frånluftsöppningar motsvarande minst halva arean på tilluftsöppningar.
- Reglering av ventilationen genom ändring av från- och tilluftsöppningarna skall ske automatiskt beroende på stalltemperatur och yttre vind.

7.2.2

Att tänka på vid naturlig ventilation i oisolerade stallar för kor

- Stallklimatet är helt beroende av uteklimatet. Byggnadsskalet skall endast ge skydd för snö, regn, blåst, natthimmel och sol.
- Behovet av luftbyte är mycket stort oavsett utetemperatur.
- Drivkraft för luftbytet är yttre vind och skorstenseffekten.

- Drivkrafterna är mycket små och samtliga öppningar kan fungera som både till- och frånluftsdon.
- Överslagsmässigt kan tilluftsarean (m^2) beräknas som $0,2 \times$ antalet mjölkkor (600 kg) och frånluftsarean (m^2) som $0,5 \times$ tilluftsarean.
- Ventilationsöppningar bör fördelas runt om byggnaden och inock som luftspalt, glespanel med springor eller plastnät.
- För att hindra golvdrag bör väggar vara täta upp till 1,2 m.
- Springa/öppning större än 3 cm bör förses med nät så att fåglar inte kan komma in.
- Lösningar med glespanel och plastnät ger samtidigt bra ljusinsläpp.

Den naturliga ventilationen kan regleras på olika sätt, detta sammanställs i tabell 7.

Tabell 7. Typer av reglering av naturlig ventilation.⁶⁷

Typ av reglering	Kommentar
Fast öppning inocken samt vindnät eller glespanel	Ingen energiförbrukning Endast lämplig i kalla stallar
Manuell reglering av inock och gardin	Ingen energiförbrukning Lämpar sig både i kalla och varma stallar, obs vindpåverkan
Fast inock, automatisk reglering av intag (Gardin, PolyVent, luckor etc.)	Energiåtgången kan variera mycket beroende på hur stora motorerna är och vilket arbetssätt som brukas.
Manuell reglering av inock, automatisk reglering av intag	Energiåtgången kan variera mycket beroende på hur stora motorerna är och vilket arbetssätt som brukas.
Automatisk reglering av inock och intag	Kan medföra flera elmotorer och ger därför högst energiförbrukning Vissa typer av konstruktioner kräver väderstationer vilket medför längre gångtid för att kompensera för förändringar i vindriktning etc.

7.3 Mekanisk ventilation och energi

Mekanisk ventilation skapar genom fläktar drivkrafter för luftens rörelser. Det finns tre olika principer för mekanisk ventilation; under-, neutral- och övertrycksventilation.

Undertrycksventilation liknar skorstensprincipen bortsett från att det är s.k. frånluftsfläktar som blåser ut stalluften (F-vent), så att ett undertryck bildas och frisk luft sugas in. Vid neutraltrycksventilation, även kallad balanserad ventilation, har man fläktar som både blåser ut luften (frånluftsfläktar) och blåser in den (tilluftsfläktar) (F'I-vent). Den tredje principen, övertrycksventilation bör inte användas till djurstall. Vid beräkning av en fläkt-/fläktanläggnings kapacitet måste hänsyn tas till den statiska tryckskillnaden. Denna uppkommer genom tryckfall i framförallt till- och frånluftsöppningar, men också vid andra passager och krökar. Som riktvärde kan ca 60 Pa statisk tryckskillnad vid undertrycksventilation och ca 40 Pa vid neutraltrycksventilation användas.

För att kunna reglera ner en fläkts kapacitet under 30 % av dess fulla kapacitet behövs det i praktiken alltid kompletteras med strypspjäll.

⁶⁷ Efter Ingela Ahlsén

7.3.1 Att tänka på vid fläktventilation i isolerade stallar

- Stallklimatet (temperatur och luftfuktighet) skall under den kalla årstiden kontrolleras och regleras.
- Behovet av luftbyte ökar med ökad utomhustemperatur.
- Fläktarnas placering påverkar inte luftfördelningen i stallen.
- Fläktarna placeras med hänsyn till lukt, buller och service.
- Tilluftsdonen, som fördelar uteluften in i stallen, skall ha reglerbar öppning.
- Tilluftsdonen skall placeras i förhållande till djurbeläggningen och inte på gavlarna.
- Vid stark vind kan tilluftsdon i ytterväggar fungera som frånluftsdon och öppningen skall därför vara automatiskt reglerad.
- Reglering av ventilationen genom ändring av fläktarnas kapacitet skall ske automatiskt beroende på stalltemperatur.

I tabell 8 följer en översikt på energiåtgång för fläktar

Tabell 8. Energiåtgång fläktar⁶⁸

Fläkttyp	Motorns märkdata				Kapacitet m ³ /h		Energiförbrukning W/1000 m ³ luft	
	Effekt	Spänning	Ström	Varvtal	20 Pa	60 Pa	20 Pa	60 Pa
PFE 40-4R	0,15	230 V 1 ~	1,3 A	1330	4300	3400	49	100
PFE 50-6R	0,15	230 V 1 ~	1,3 A	1330	5500	4500	40	57
PFE 50-8R	0,30	230 V 1 ~	2,2 A	1330	8700	7600	47	61
PFE 60-10 R	0,22	230 V 1 ~	2,0 A	900	10200	8200	35	61
PFE 64-12	0,37	400 V 3 ~	1,4 A	925	12500	10200	41	55

Tittar man generellt på tabellen ser man att en fläkt med en trefasmotor i de flesta fall har något lägre energiförbrukning än en fläkt med enfasmotor. Men de är även andra faktorer som man måste ta hänsyn till. Går fläkten på full fart eller är den nedvarvad? Används strypsjäll? Vilket undertryck körs anläggningen på? Det är också bra att känna till att det förekommer skillnader mellan olika fläktfabrikats effektivitet.

Om man vet alla dessa faktorer kan man göra en s.k. energisignatur för fläkten, d.v.s. en kurva vilken visar energiförbrukning för olika kapaciteter från minkapacitet upp till full kapacitet.

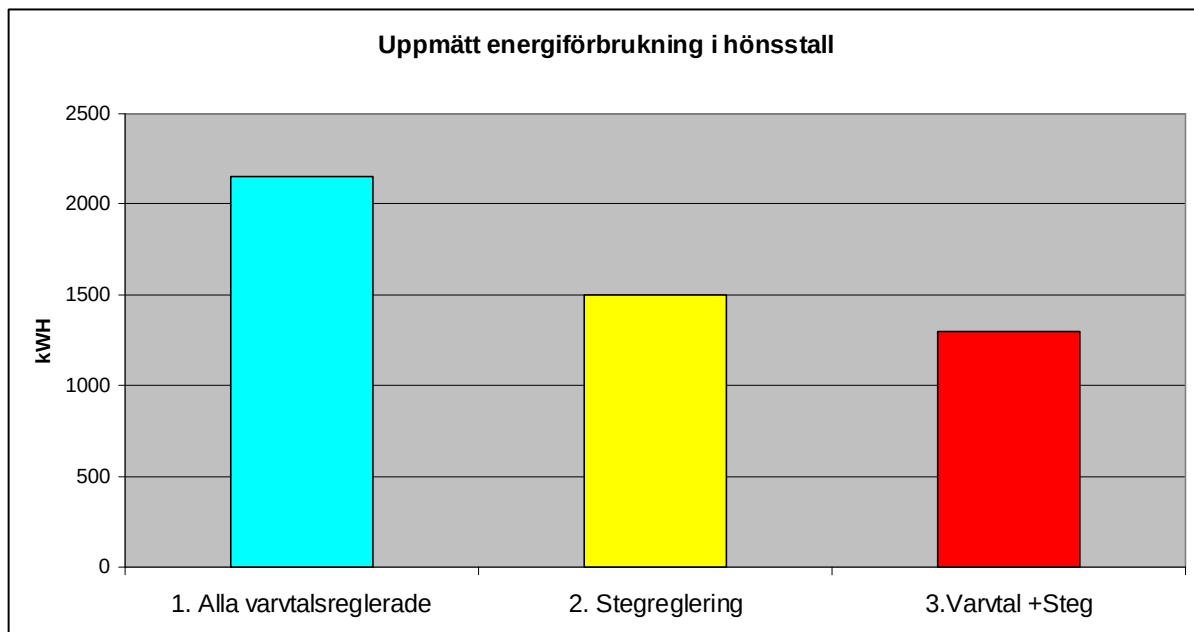
Ofta så har man inte bara en fläkt utan det finns flera fläktar i anläggningen, då måste man även ta hänsyn till hur dessa sinsemellan regleras.

7.3.2 Exempel på fläktriglering

1. Alla fläktar går parallellt hela tiden och är varvtalsreglerade till exempel med Triac och försedda med strypsjäll.
2. Varvtalsreglerad fläkt i botten, därefter stegvis inkoppling av fullfartsfläktar med hänsyn till aktuellt behov.
3. Smartstyrning (t.ex. Svea Primasmart eller Skov Multistep) vilket betyder att man har någon eller några steglösa fläktar och några fullfartsfläktar. Under drift så väljer styrdatoren ut vilka fullfartsfläktar som skall användas och vilken kapacitet de steglösa fläktarna skall köras med hänsyn till aktuellt ventilationsbehov.

⁶⁸ www.sveaverken.se 2008-11-20

Om man generellt tittar på energiförbrukningen mellan dessa olika regleringsmetoder så skiljer det sig en del. Informationen är baserad på ett försök av JBT där man mät energiförbrukningen i hönsstall, tabell 9.



Figur 13. Uppmätt energiförbrukning för ventilation med olika system för reglering⁶⁹

Den mekaniska ventilationen kan styras/regleras på många olika sätt, nedan följer en sammanställning tabell 9.

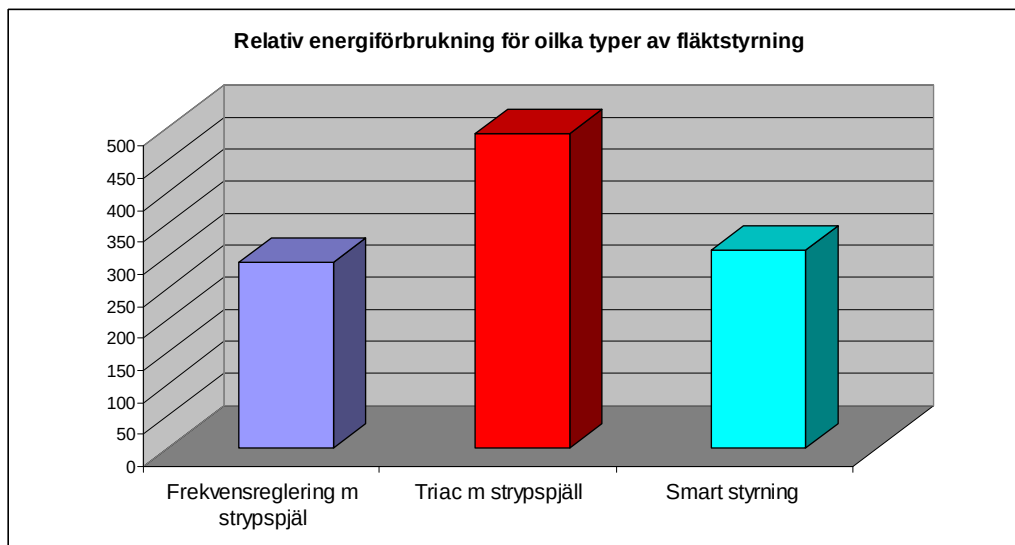
Tabell 9. Styrning av mekanisk ventilation⁷⁰

Typ av reglering	Kommentar
Varvtalsreglering med tyristor	Från slutet av 80-talet till nyligen den absolut vanligaste regleringstekniken av stallventilation. Tekniken är billig i inköp men energimässigt mycket ineffektiv.
Varvtalsreglering med stegtransformator.	Något energieffektivare än tyristor-tekniken, men dyrare i inköp. Utvecklas inte i någon större omfattning.
Steginkoppling av fläktar i kombination med en tyristorreglerad varvtalsfläkt.	Relativt bra system energimässigt då en stillastående fläkt inte förbrukar energi. Stillastående fläktar har dock ofta en kortare livslängd än de som ständigt är igång beroende på kondensutfällning inne i motorn. Systemet kräver självstängande spjäll. Med kravet på nödöppningsfunktion blir systemet inte billigare än vid ständig drift.
Varvtalsreglering med frekvensreglering	Sedan energikostnadernas ökning ett stabilt vanligare system. Mycket låg energiåtgång och skonsam mot elmotorerna.

⁶⁹ Omarbetad efter Källa: Sveaverken.se 2008-11-20

⁷⁰ Efter Ingela Ahlsén

	Standardmotorer används vilket är medför lågt framtida underhåll och lågt inköpspris. Med frekvensomriktare inbyggd i motorn blir eldragningen inte dyrare. Med central frekvensomriktare krävs skärmd kabel; dyrt. Dock finns ett fabrikat som eliminerar behovet av skärmd kabel. Den är dock lite dyrare.
Varvtalsreglering med likström.	Lägst energiförbrukning Relativt billig kabeldragning. Specialmotorer = dyrt inköp och dyrt framtida underhåll



Figur 14. Relativ energiförbrukning för olika typer av fläktventilation⁷¹

⁷¹ Omarbetad efter Källa: Sveaverken.se 2008-11-20

8 UPPVÄRMNING OCH KLIMATSKAL

Potentialen för energibesparing inom uppvärmning är mellan 13-33%⁷². Svinproduktion kräver en högre temperatur 6-15 grader högre än en vanlig ladugård. Även fjäderfäproduktion kräver uppvärmning och mycket energi går också åt till dess ventilation.⁷³ Inom uppvärmning och klimatskal så förekommer också åtgärder på bostadshus.

8.1 Råd för att spara energi

- Sänk lufttemperaturen i lokalen.
- Isolera t.ex. väggar och dörrar som leder värme.
- Skapa ett bättre mikroklimat genom t.ex. att plantera träd.
- Byt gamla termostater.
- I system med värmepump, undvik högre framloppstemperaturer än rekommenderat. Temperaturen ska ligga på strax över 40°C för att värmepumpens effekt ska vara som bäst, högre temperatur försämrar livslängden hos kompressorn.
- Se till att hålla utrustning t.ex. värmeslingor fria från damm och smuts.
- Kontrollera rörliga delar i ventilation m.m.
- Se till att värmesystem och ventilation styrs av samma automatik, så att de inte driver varandra
- I smågrisstall använd smågrishyddor och värmetak.
- Elradiatorer har 4 gånger högre förbrukning än golvvärme i suggstall.
- Undvik nyinstallation av el och oljevärme⁷⁴.
- Värmelampor och värmetak ska monteras så att stickproppen åker ut och spänningen bryts om lampan skulle ramla ned.
- Värmemattor och liknande bör anslutas till skyddstransformatorer, kabeln närmast bädden ska skyddas⁷⁵.
- Vid nybyggnation se över hela gårdens energisystem för att finna möjligheter till uppvärmning t.ex. spillvärme från gödsel, ventilation eller kylning.

8.2 Energieffektivisering och exempel

Byggnadens konstruktion och beskaffenhet har stor betydelse för energiförbrukningen i stallen, maskinhallen, personalrummet osv. man brukar tala om olika åtgärder för byggnadens klimatskal.

8.2.1 Åtgärda otätheter

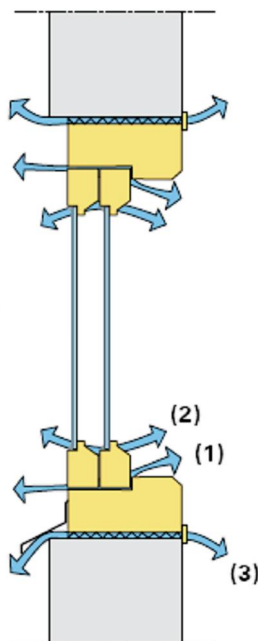
Tätning av fönster och dörrar är en åtgärd som har betydelse för energiförbrukning. Fönster och dörrar har en del svaga punkter där det är viktigt att hindra luftströmmar (figur 15).

⁷² Hadders, G. 2004

⁷³ Produktion av Bioenergi på gården. 2006.

⁷⁴ Hadders, G. 2004

⁷⁵ Lantbrukets brandskyddskommitté. 2004



Figur 15. Områden med speciellt stor risk för luftströmmar i dörrar och fönster. 1 båge/dörrblad och karm. 2 båge/dörrblad och glas. 3. Karm och vägg⁷⁶

Vid tätning och tilläggsisolering bör man vara säker på att byggnadens ventilation fungerar i övrigt. Om ventilationen inte är tillräcklig blir det vanligtvis kondens på fönstren efter tätning, då kan tilluftsventiler behövas⁷⁷. Lister av gummi eller silikon är att föredra för tätning mellan karm och båge/dörrblad, drevning kan ske med mineralull. Kostnaden är 10-30 kr/löpmeter och Pay Off tiden är kort⁷⁸.

8.2.2 Tilläggsisolering av fasad och bjälklag

Genom att tilläggsisolera fasaden minskas värmetransmissionen från de delar som tilläggsisoleras. Kostnaden för tilläggsisolering av fasad är svårbedömd och beror bland annat på byggnadens ursprungliga fasad och isolering. Det är endast lönsamt i samband med större renoveringar eller om värmeförlusterna i dagsläget är mycket höga. Pay Off tiden är medellång. För att tilläggsisolera vind är kostnaden 100-200 kr/m² bjälklagsarea. Tilläggsisolering minskar behovet av tillförd värme därför är det viktigt att värmetillförseln ställs in efter åtgärderna.

8.2.3 Byte av fönster

Befintliga fönster ersätts med energieffektiva fönster eller att man kompletterar de befintliga fönstren med ytterligare glas. Pay Off tiden på fönsterbyte är ganska lång 15-25 år, komplettering av befintliga fönster har kortare Pay Off tid. Konstaden för nya fönster är 3500-5000 kr/m² och för komplettering 500-1000 kr/m²⁷⁹. För att beräkna fönstrens olika livslängd så hänvisas till <http://www.belok.se/lcc/fonster.php> För att kunna jämföra olika fönster krävs att man känner till fönstrets U-värde.

⁷⁶ Boverket. 2007. Energieffektiva åtgärder

⁷⁷ Boverket. 2007. Energieffektiva åtgärder

⁷⁸ Linköpings kommun Energivinsten

⁷⁹ Linköpings kommun Energivinsten.

U-värde = värmemotstånd hos en byggnadsdel anges i $W/(m^2K)$ (W per kvadratmeter och grad Kelvin, en grad Kelvin är lika med en grad Celsius). U-värdet anger hur mycket värme som går ut genom byggnadsdelen, ju lägre U-värdet är desto mindre värme försvinner ut⁸⁰.

8.2.4 Port och dörrstängare

Genom automatisk stängning av dörrar mellan utrymmen med olika temperaturer så kan värmeförluster hindras likaså så minskar kylenergin under kyla-säsongen. Kostnaden är ca 1000 kr/dörr för enkla dörrstängare och åtgärden har en kort Pay Off tid, det lyckade resultatet beror till stor del på beteendet hos de som jobbar⁸¹.

8.2.5 Smågrishörn

Genom att ersätta värmelampan i smågrisproduktion med så kallade smågrishörn så kan man spara energi. Smågrishörnen fungerar som en punktuppvärmning. Genom att sätta in smågrishörn kan värmelampan släckas efter 10 dagar. I en produktion med 72 boxar och 4 omgångar kan 25 000 kWh sparas per år⁸².

⁸⁰ Statens provningsanstalt http://www-v2.sp.se/energy/ffi/fakta_fonster.asp

⁸¹ Linköpings kommun Energivinsten

⁸² Infomatic AB

9 BELYSNING

Möjligheten att spara energi på belysning är stor och ligger på mellan 15-35%.⁸³ Ljusbehovet varierar i olika lokaler på en lantgård. Vid en mjölkkningsavdelning i ett lösdriftstall är behovet som störst med 400-500 lux i belysningsstyrka⁸⁴.

9.1 Råd för att spara energi

- Det billigaste ljuset är solen.
- Försök ha ljusa färger i stallet, håll fönster och andra ljusinsläpp rena och fria från smuts och damm.
- Släck alltid belysningen om du går ut ur byggnaden mer än 10 minuter.
- Ljuset på om natten? Behövs det? Kan du dra ner på de armaturer som är tända om natten?
- Skymningsrelä, tidsdetektorer, rörelsevakter. Se över områden där det kan vara befogat⁸⁵
- Lågenergilampor där vanliga glödlampor används. Effekten är 1/5 av en vanlig glödlampas
- Plastkapslade lysrörarmaturer ska väljas och vara försedda med säkerhetsglimtändare.⁸⁶
- Rengör armaturer 1 ggr/år. Upprätta en rutin när rengöring ska göras.
- Välj rengöringsvänliga material vid nybyggnation. Industriarmaturer
- Byt ut ljuskällorna gruppvis och rengör samtidigt så håller man reda på rengöring och lampbyten.
- Använd inte kvicksilverlampor. De är billiga i inköp men förbrukar ca 50 % mer energi än ett lysrör.
- Vid nybyggnation tänk på att analysera ljusbehovet och vilka armaturer som ska användas
- Tala med din elektriker för att se vilka åtgärder som är möjliga att göra.

9.2 System för belysning

I djurstallar bör armaturerna vara tillverkade av akryl eller glasfiberarmerad polyester, främst ur brandskyddssynpunkt. Det är bra att fördela belysningen på flera ljuspunkter och grupper för då är den lättare att anpassa efter olika behov.⁸⁷ Ljusbehov för olika delar av en ladugård återfinns i tabell 10.

⁸³ Hadders, G. 2004

⁸⁴ Lantbrukets brandskyddskommitté. 2004

⁸⁵ Hadders, G. 2004

⁸⁶ Lantbrukets brandskyddskommitté. 2004

⁸⁷ Lantbrukets brandskyddskommitté. 2004

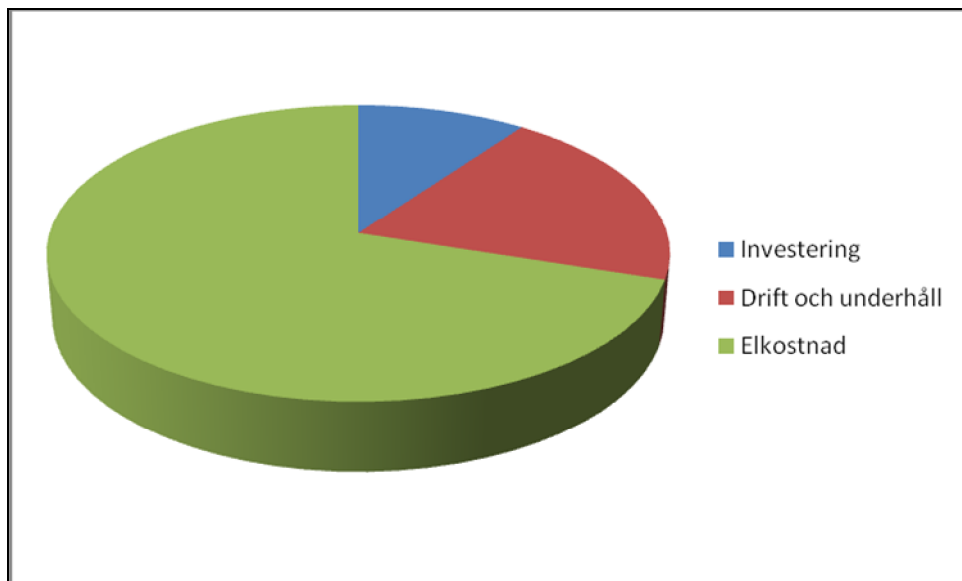
Tabell 10. Ljusstyrkor i olika avdelningar i ett djurstall

Utrymme	Ljusstyrka (lux)
Mjölkrum	200
Mjölkningsavdelning lösdriфт	50
Djuravdelning foderbord	150
Båsplats (uppbundet)	250
Kalvavdelning	150
Grisstall	
Box	75
Lösdriftsavdelning	50
Grisnings/Smågrisavdelning	150
Fjäderfästall	
Stall, värphöns	5
Stall, slaktkyckling	50
Häststall	
Spilta eller box	100
Spannmålshantering	
Spannmålslager	50
Inlastningsavdelning	100
Foderberedningsutrymme	300
Övrigt	
Nattbelysning	4
Maskinhall	75
Loge/skulle	75
Verkstad	100
Arbetsbänk	450

9.3 Energiförbrukning – Energieffektivisering

Belysningens största kostnad över en armaturs livslängd är elkostnaden, det vill säga driftskostnaden. Därför är det ekonomiskt lönsamt att köpa dyrare HF eller T5 don, än vanliga lysrör till en stallbyggnad. En belysnings LCA eller livscykelanalyskostnad över livslängden 20 år består till 90 % av drifts kostnader och endast 10 % utgör kostnad för inköp av belysningen⁸⁸.

⁸⁸ Energimyndigheten



Figur 16. Belysningens kostnad över ett livscykelperspektiv.⁸⁹

Där vanliga glödlampor används är det bra att byta ut till lågenergilampor. Livslängden är längre för lågenergilampor än vanliga glödlampor, se tabell 11.

Tabell 11. Effektbehov (W) vanlig glödlampa kontra lågenergilampa

Glödlampa	Lågenergilampa
25 W	5-7 W
40 W	9 W
60 W	11-13 W
75 W	15-18 W
100 W	20 W
120 W	23-25 W
150 W	32 W

I äldre lysrörsarmaturer så kan tändtiderna förkortas genom att man monterar säkerhetsglimtändare. Dom är säkrare än standardtändarna genom att spänningen till lysröret bryts om inte det tänds, vilket förhindrar överhettning. Dessutom så slipper man blinkande lysrör. Glasglober bör också alltid användas och den rekommenderade glödlampseffekten är max 60 W⁹⁰.

⁸⁹ Energimyndigheten

⁹⁰ Lantbrukets brandskyddskommitté. 2004

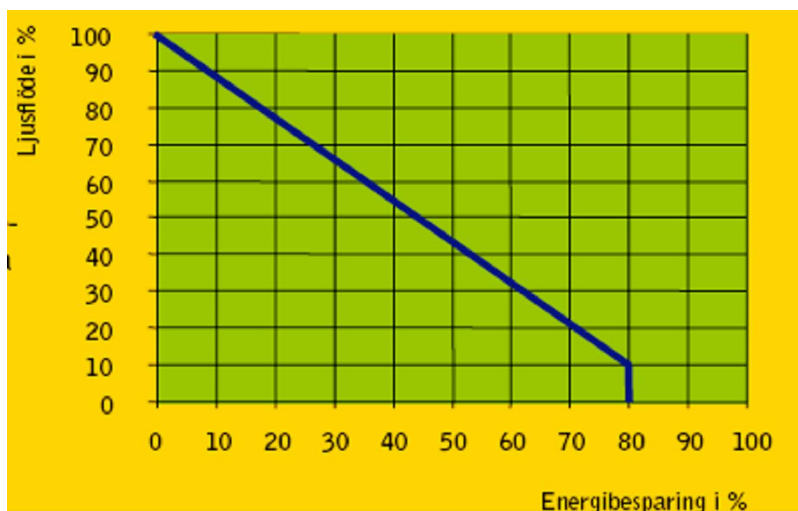


Figur 17. Säkerhetsglimtändaren sparar både energi och minskar risken för brand genom överhettning

9.3.1 HF don

HF-don står för högfrekvensdon, moderna armaturer som säljs i Sverige i dag är i de flesta fall utrustade med dessa. HF don har en mängd fördelar till exempel.

- Snabb och blinkfri tändning.
- Ger ett flimmerfritt ljus.
- Ger rätt ljusflöde oberoende av variationer i matarspänningen.
- Liten övertonsbildning (THD).
- Möjliggör ljusreglering av lysrören.
- Liten uppkomst av förlustvärme.
- Trasiga och defekta lysrör släcks, står ej och blinkar.
- Sparar minst 20 % energi. Upp till 60 % besparing är möjlig genom ljusreglering, konstantljusstyrning och eller närvarodetektorer.
- Ingen stroboskopeffekt⁹¹.
- Armaturer måste CE-märkas om armaturer om endast HF don sätts in. Därför väljer man ofta att byta hela armaturen



Figur 18. Energibesparing med dimbara HF don.⁹²

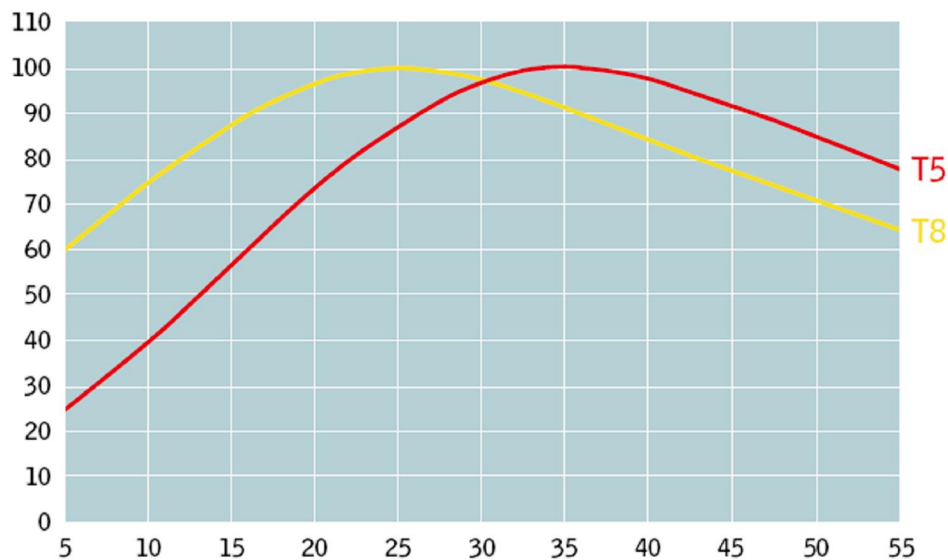
⁹¹ Energivinsten, Linköpings kommun

⁹² Ljuskultur. 2007

9.3.2 T5

T5 lysrör är smalare än vanliga T8 lysrör och introducerades på den svenska marknaden 1995⁹³. De har en mängd fördelar

- Ger förutsättningar för energieffektivare armaturer.
- Ger ett flimmerfritt ljus.
- Ger ca 4 % bättre ljusutbyter från lysröret
- Ökat ljusflöde vid högre omgivnings temperatur.
- Modulanpassat för 600, 900, 1200 och 1500 mm innertak.
- Samma luminans (ljushet) i effekterna 14, 21, 28 och 35 W. 17 kcd/m².
- Ljusnedsättning endast 8 % efter 10 000 drifttimmar.
- Lång servicelängd 17 000 timmar.
- T5 smalare vilket ger optiska fördelar.
- T5 lysrör innehåller mindre kvicksilver och behöver inte bytas så ofta. Ca 3 mg Hg/lysrör⁹⁴



Figur 19. Ljusflödet (y-axeln i %) för lysrör påverkas av omgivningens temperatur (x-axeln i °C). T5 lysrör har optimerats för att ge högsta ljusflöde i ett varmare intervall än T8.

9.4 Exempel

9.4.1 Lågenergilampor

10 glödlampor med effekten 60 W lyser 10 timmar per dag. Den årliga energiförbrukningen blir då 2190 kWh. Om dessa ersätts med lågenergilampor blir energiförbrukningen istället 328 kWh. Livslängden på Lågenergilampor är dessutom 10 gånger så stor. LCC kostnaden för lågenergilampan är 981 kronor och för de vanliga glödlamporna 1829 kr. Under lampans livstid så sparar man ca 850 kronor på den gruppen av belysning.

9.4.2 Exempel är det rätt belysning

I en mjölkkladugård är huvuddelen av belysningen fördelad på 2 områden, lösdriftsavdelning och ungdjursstall. I lösdriftsavdelningen är det naturliga belysningen mycket bra. Driftstiden

⁹³ Ljuskultur 2/01

⁹⁴ Energivinsten, Linköpings kommun

varje dag för samtliga armaturer är 6 timmar (nattbelysningen inte inräknad). Genom att nyttja det naturliga ljuset kan belysningen minska sin driftstid med 1 h/dag.

9.4.3 Exempel byte till HF don

I en mjölkladugård med lösdrift finns 72 lysrör. De har en årlig energiförbrukning på 12 400 kWh. En installation av HF don skulle medföra en årlig energibesparing på ca 2 500 kWh.

9.4.4 Ljusdetektor

En ljusdetektor reagerar på dagsljusnivån. Den kan styra tidpunkterna för släckning och tändning i lokaler som nås av dagsljus och givetvis även utomhusbelysning. En ljusdetektor kostar några hundralappar.

10 UTGÖDSLING

System för utgödsling finns i alla stallar. Sett över hela energiförbrukningskedjan är traktorburna system mer energikrävande (precis som i utfodringssituationer). I flytgödselbaserade system så sker transport till brunn vanligen med självtryck. Behövs det så kan man pumpa med ett effektbehov av 2 kW och uppåt. Urin räcker med en pump för 0,75 kW. Skrapgångarna sköts ofta hydrauliskt effekten varierar mellan 2-4 kW.

10.1 Råd för att spara energi

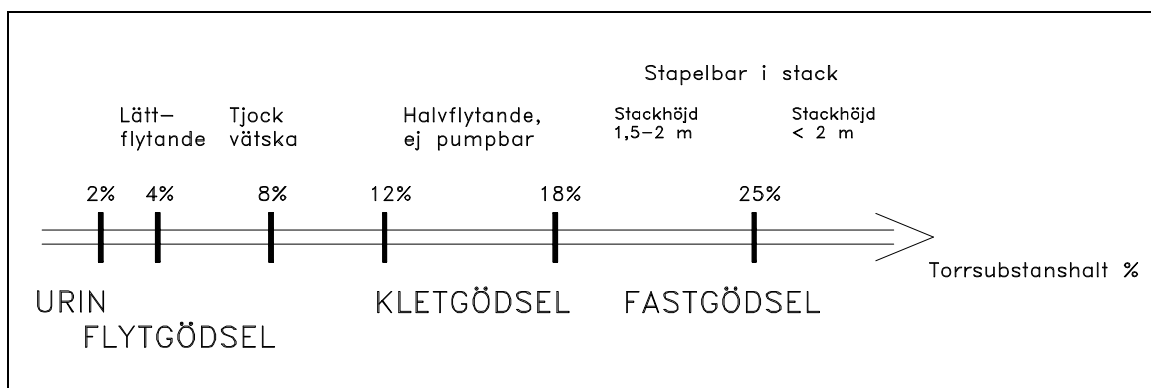
- Undvik traktorn för att skrapa rent gångar i stall.
- Lindrift har som regel lägre energiförbrukning än hydrauldrivna skrapor.
- Låt skraporna gå tillräckligt för att hålla en bra djurmiljö men inte mer.
- Vid planering av nya byggnader för djur gör så få och raka skrapgångar som möjligt för att minska ner på antalet motorer för utgödslingen.
- Planera för självflyt i kulvertar om förutsättningar finns.
- Planera för självflyt till gödselbehållaren om förutsättningar finns.
- Rördimensionen ska passa till pumpen.
- Undvik tomgångskörning.

10.2 Energiförbrukning - Energieffektivisering

Oavsett djurslag är naturligtvis det mest energieffektiva sättet att flytta gödsel på att gödseln flyter dit den ska lagras med tyngdlagen som enda kraft. Detta fungerar bara då gödseln har låg ts-halt som t.ex. hos slaktsvin och mjölkkor. Hur låg ts-halt gödseln har beror på utfodring, djurens hälsa och om vatten tillsätts till gödseln i stallet från t.ex. vattennipplar eller mjölkkningsanläggningen. Gödsel kan fördelas efter torrsubstanshalt, figur 24.

10.2.1 Inne i stallet

I de system där djur står uppbundna och i många grisningsstallar bildas fastgödsel och urin. Det skrapas vanligtvis till en kulvert och trycks ut genom stallet med en tryckare som drivs av ett hydrauliskt aggregat. Storleken på detta beror på hur långt och hur mycket gödsel som ska förflyttas.



Figur 20. Bild från Utgödslingssystem⁹⁵

Hos både gris och nöt finns system där djuren går helt eller delvis på spaltgolv. Systemen bygger på att djuren själva trampar ned gödseln till en kulvert där gödseln antingen flyter eller skrapas till en kulvert och sedan ut genom stallet som flytgödsel. För att detta ska fungera får inte

⁹⁵ Gustafsson, K. Bengtsson, L. 2003

spaltöppningarna sättas igen av strö och foderrester. Ibland skrapas även spalten ovanifrån hos framförallt mjölkkor, då av hygieniska skäl. Skraporna drivs oftast av linspel.

Ett annat system är då djuren går på djupströbädd, ofta med en skrapad gång vid foderbordet om det är nötkreatur. Halm och i vissa fall en del torv tillförs kontinuerligt ytan där djuren ligger och det bildas under tiden en djupströbädd. Bädden får ligga kvar antingen tills djuren flyttas eller bädden växt sig för hög. Då gödslas den ut som fastgödsel, vanligtvis med lastare eller Bobcat. Gången mellan foderbord och djupströbädd skrapas med traktor, linspel eller hydraulik. Gödseln och urinen som hamnar i den skrapade gången blir som regel kletgödsel.

Mer än hälften av alla Sveriges mjölkkor går i lösdrift och de flesta av dessa har liggbås med skrapade gångar. Dessa gångar skrapas oftast med linspel eller hydraulik, i vissa fall med traktor, till en kulvert och därifrån genom självflyt eller skrapor ut genom stallet.

10.2.2 Utanför stallet

När gödseln kommit ut ur stallet tas den om hand på olika sätt beroende på vilken sorts gödsel det är. Fastgödsel lagras antingen på stuka på ett fält eller på en platta och sprids sedan på åkermark med traktor och fastgödselspridare. Då fastgödsel lagras på platta behöver urin ledas av till en urinbrunn för att inte orsaka växtnäringsläckage. För urin räcker en pump på 0,75 kW.

Transport av flytgödsel till brunn för mellanlagring innan spridning på åkermark sker antingen med pump via en pumpbrunn eller genom självflyt. Inom grisproduktion är det vanligare med olika system av självflyt eftersom den gödseln ofta har en lägre ts-halt än nötgödsel. För flytgödsel behövs en pump med ett effektbehov av 2 kW och uppåt. I svinbesättningar används vakuumpumpar.

Kletgödsel kan varken staplas eller pumpas så vanligtvis skrapas den direkt ned i gödselbehållaren.

10.2.3 Transport av flytgödsel

Genom att pumpa sin gödsel till åkern (satellitbrunn) istället för att köra med vagn och traktor kan man i flera fall spara både energi och arbetstid. Genom att pumpa gödseln från gården så blir dessutom hygien bättra. Pumptransport av gödsel är framförallt aktuellt vid nybyggnation och driftsförändringar på gården. Beroende på djurbesättning, avstånd och markförhållanden kan olika system byggas upp. Mest kostsamt i investeringen är dragning av rör. Ett bra Polyetenrör som är helsvetsat kostar ca 200 kr/m. Billigare är det att använda sig utav en slang som läggs ovanpå marken, det är mest aktuellt på mindre gårdar.⁹⁶ Eftersom varje system blir specialanpassat är det svårt att göra generella beräkningar på besparingsmöjligheter.

⁹⁶ Astimac, pumpteknik för lantbruk. 2008

11 REFERENSER

Areskoug, M. 2006. Miljöfysik Energi för en hållbar utveckling. Andra upplagan. Studentlitteratur ISBN 978-91-44-03587-1

Alonso, Claeson, Dahlstrand, Hansson. EES - Ett energieffektiviseringssystem för lantbruk. 2007. Projektarbete i företagsledning. SLU Department of Economics. Uppsala

Astimac. Pumptechnik för lantbruk. 2008

Boverket. 2007. Energieffektiva åtgärder. 1:2 Lufttätning av fönster och dörrar.

Dahlberg, C. Johannsson, K. Palmqvist, M. 2007. Energiförbrukning vid mjölkproduktion. Agrosystem. Uppsats Sveriges Lantbruksuniversitet

Edström, M. Pettersson, O. Nilsson, L. Hörndahl, T. 2005. Jordbrukssektorns Energianvändning. JTI Rapport, Lantbruk & Industri 342. JTI – Institutet för jordbruks och miljöteknik. ISSN: 1401-4963

Elvertsson, L. 2004. Tidsstudie Grovfoderhantering. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi. Alnarp. 02/4:06

Energisparekatalog i Lantbruget. 2002 Andra utgåvan Lantbrugets Rådgivningscenter. Århus Danmark.

Gustafsson, K. Bengtsson, L. 2003 Utgödslingssystem. Undervisningskompendium. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi (JBT).

Hadders, G. Minska Elanvändningen. Institutet för jordbruks- och miljöteknik på uppdrag av Skogs och Lantarbetsgivareförbundet (SLA). Uppsala

Hörndahl, T. 2007. Energiförbrukning i jordbrukets driftsbyggnader – en kartläggning av 16 gårdar med olika driftsinriktning. Rapport 145. Sveriges Lantbruks Universitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi (JBT).

Jonsson, N. 2006. Uppdatering av gårdens spannmålstork. JTI – Institutet för jordbruks och miljöteknik. Uppdragsrapport SLA.

Lantbrukets Brandskyddskommitté. 2004. Handbok för elinstallationer i lantbruk. Utgåva 2005:1. SBF-LBK, Flik 5.

Ljuskultur. 2007. Värt att veta om armaturer med HF don. Utgåva 2. 2007. www.ljuskultur.se

Löfquist. Ingela. Fullfoder till får. Hushållningssällskapet Kristianstad.

SBI anvisning 178. Statens Byggeforskningsinstitut. Danmark. www.sbi.dk

Rasmussen, J. Pedersen, J. 2004. Electricity and Water Consumption at Milking. Danish Agricultural Advisory Service, National Center, Building and Technique. Aarhus.

Muntliga

Per-Olov Dahlin, Wedholms 200902, 200901

Anders Erhlemark, Sveaverken och mtrl från Sveaverkens hemsida.

Gert Persson, MHS, Agroteknik, Stallsystem

Internet

Energivinsten, projekt inom Lidköpings kommun www.lidkoping.se

Effektvakter och annan elutrustning www.bonab.se

Effektvakter marknadsöversikt

http://www.energi.konsumentverket.se/Documents/energi/el/effektvakter_marknadsoversikt_2005.pdf

JBT <http://www.jbt.slu.se/KOSTALLPLAN/index.htm> 2008-11-20

Angående statistik och temperaturer www.scb.se

Normalårskorrigerig www.smhi.se

Mjölkkylning www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/rengoringavkondensorn.pdf

Emotron www.emotron.se/sv/energibesparing/2009-01-05

Statens provningsanstalt http://www-v2.sp.se/energy/ffi/fakta_fonster.asp