



Energi och ventilation i djurstallar

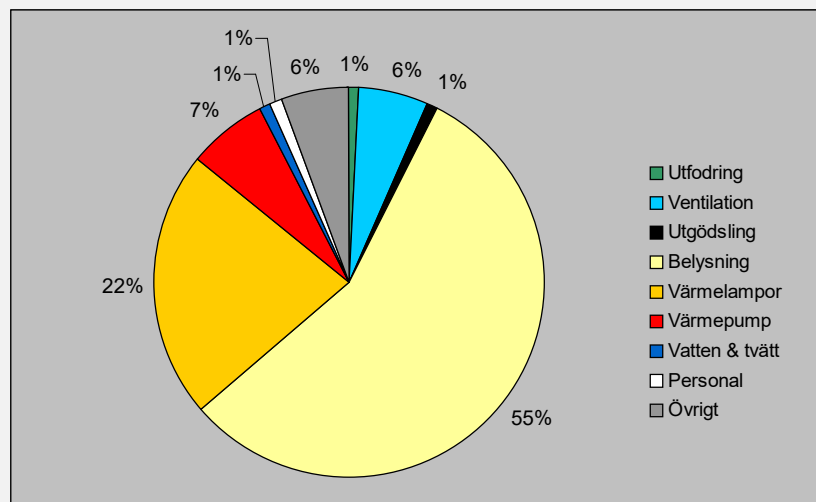
Agr.Dr. Anders Ehrlemark



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

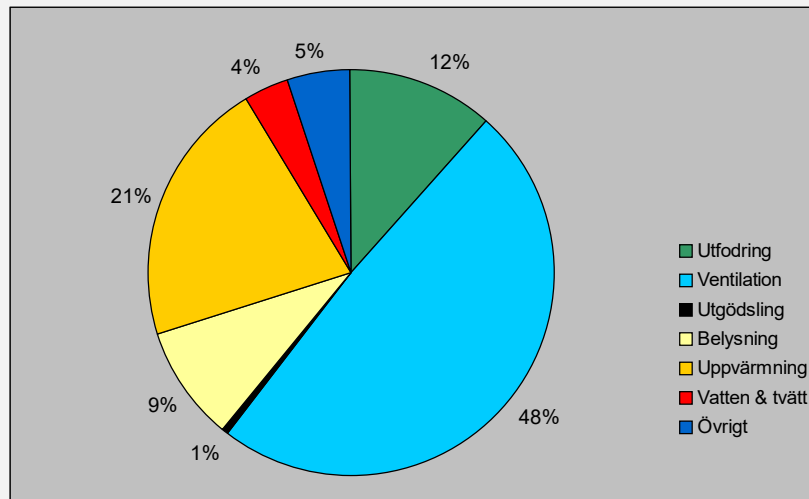
Energianvändning i ett enhetsboxstall med 96 suggor



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

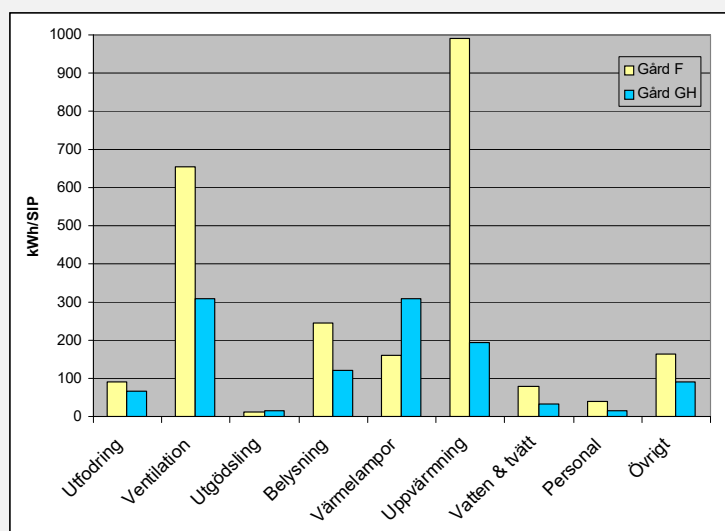
Energianvändning i ett slaktsvinsstall



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Stora skillnader mellan olika gårdar



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Fläktars energiförbrukning

© 2017 Anders Ehrlemark

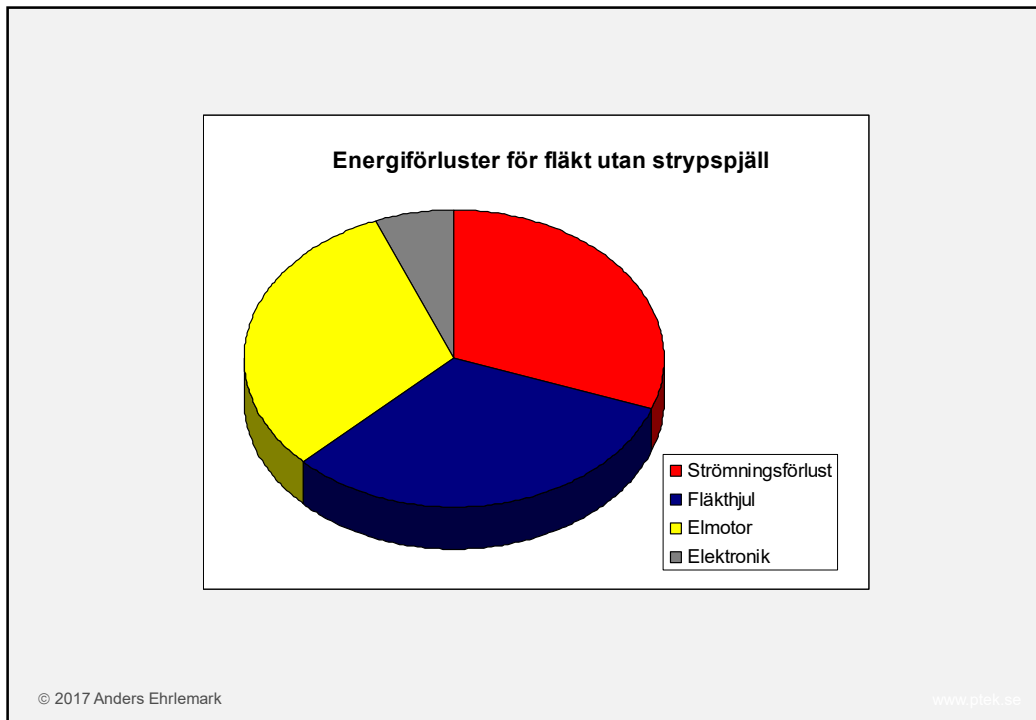
www.ptek.se

Energiförluster - ett räkneexempel

Nyttig effekt (lufttransport)		100
Strömningsförluster i anläggning	33%	50
		150
Förlust fläkthjul	35%	53
	Axeffekt	203
Förlust i elmotor	25%	51
	Upptagen effekt	253
Förlust i styrelektronik	4%	10
	Förbrukad elektrisk effekt	263

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se



Strömningsförluster i anläggningen

Förluster vid fläkthjulet

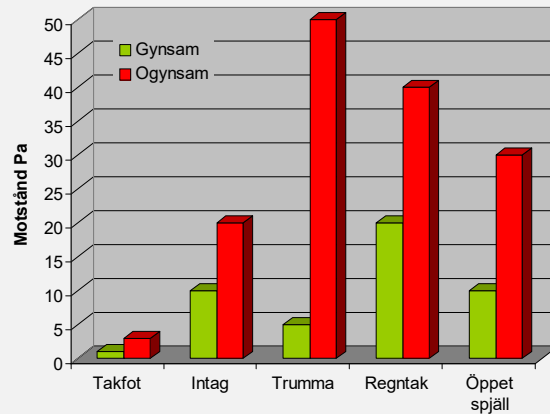
Förluster i elmotorn

Förluster i styrelektronik

Stallklimat och väder

Tilläggsvärme

Strömningförluster på olika ställen i en ventilationsanläggning



Strömningförluster (tryckfall) är lika med energiförlust. De gröna staplarna visar tryckfallet på olika ställen i en bra utformad anläggning. De röda staplarna visar hur det kan bli med dålig utrustning och dåligt underhåll/rengöring.

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Dåliga lösningar ur energisynpunkt



Trasigt och fastrostat jalusispjäll



Självstängande spjäll som inte öppnar ordentligt



Inlopp med kant som inte är tillräckligt strömlinjeformad



Igensatt skyddsgaller. Fläkt i trång platsbyggd kanal



Platsbyggd takhuv som ej är strömlinjeformad och med för liten öppning i förhållande till luftflödet



Trång vindskyddshuv. Igensatta skyddsgaller

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Strömningsförluster i anläggningen



Förluster vid fläkthjulet

Förluster i elmotorn

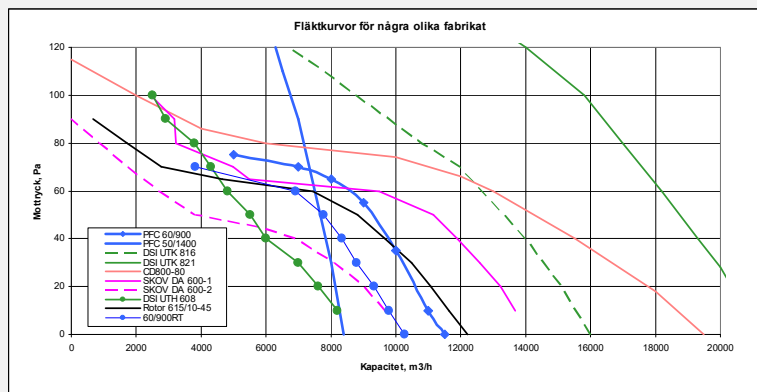
Förluster i styrelektronik

Stallklimat och väder

Tilläggsvärme

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se



De viktigaste egenskaperna hos en fläkt

- Kapacitet
- Tryckstabilitet
- Reglerbarhet
- Buller
- Energiförbrukning

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Faktorer som påverkar fläktens effektivitet

Litet spel mellan fläktvingar och trumvägg ger högre kapacitet och bättre tryckstabilitet.

Ett effektivt fläkthjul skall ha vridna blad som har mindre stigning längst ut (där rotationshastigheten är hög) och större stigning närmast navet (där hastigheten är lägre).



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Fläktens kapacitet

Fläkthjulets nyttiga effekt (N_{luft} Watt) beror på luftmängden (q m³/s) och den totala tryckstegringen (dp Pa):

$$N_{\text{luft}} = q \times dp$$

Den effekt som behövs för att driva runt fläkthjulet (N_{axel}) beror också på fläkthjulets verkningsgrad η :

$$N_{\text{axel}} = N_{\text{luft}} / \eta$$

Det är alltså i första hand motorn som bestämmer hur stor kapacitet en fläkt har.

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Totaltryck, dynamisk tryck och statiskt tryck

Den totala tryckstegring (p_{tot}) som en fläkt åstakommer består dels av det dynamiska trycket (p_{dyn}), dels det statiska trycket (p_{stat}):

$$p_{tot} = p_{dyn} + p_{stat}$$

Det dynamiska trycket är relaterat till luftens rörelseenergi och beror därför av lufthastigheten (v m/s):

$$p_{dyn} = 1,2 \times v^2 / 2$$

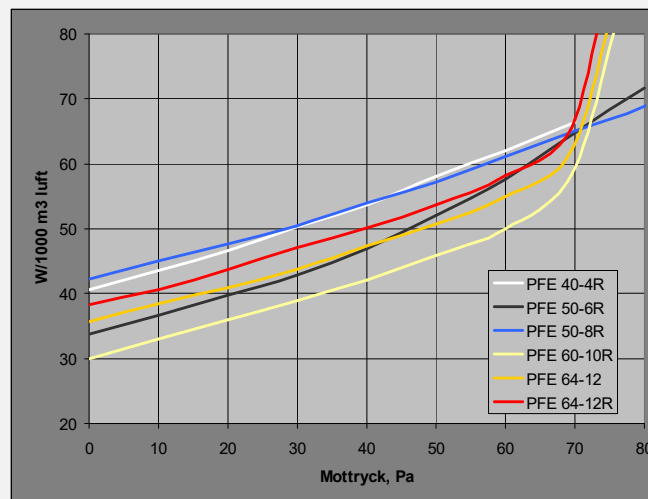
Det statiska trycket är helt enkelt skillnaden i lufttryck mellan fläktens inlopp och utlopp.

Trycken mäts i Pa

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

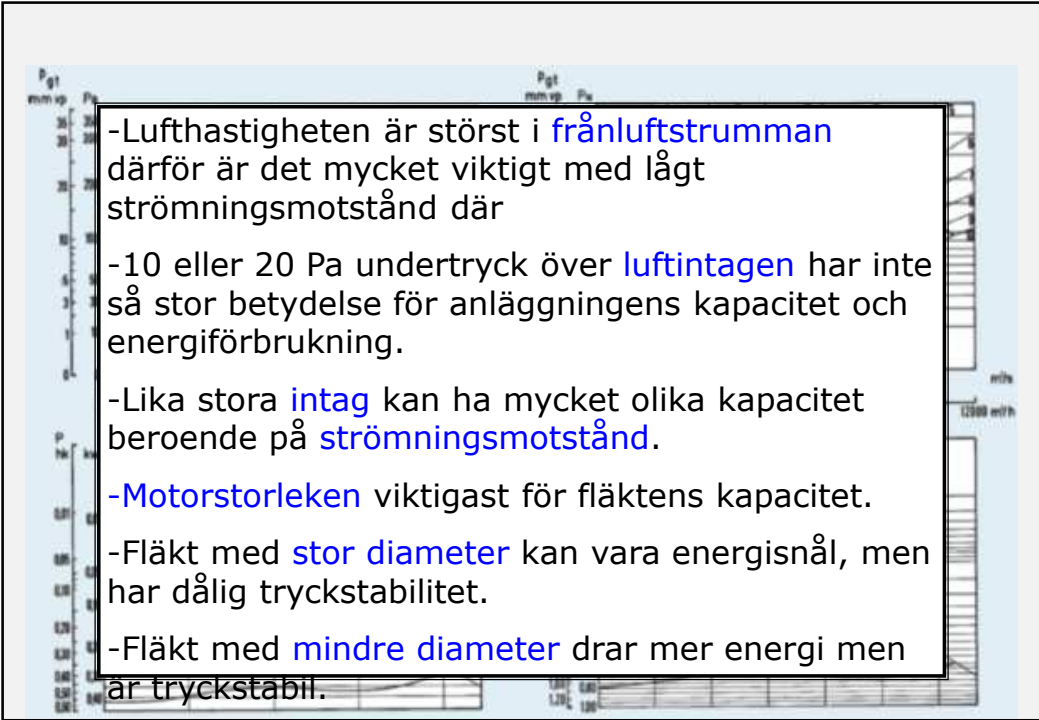
Energieffektivitet vid olika mottryck



Om man skall jämföra energieffektivitet för olika fläktar så måste man använda värden som är uppmätta vid samma mottryck !

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se



-Lufthastigheten är störst i **frånluftstrumman** därför är det mycket viktigt med lågt strömningsmotstånd där

-10 eller 20 Pa undertryck över **luftintagen** har inte så stor betydelse för anläggningens kapacitet och energiförbrukning.

-Lika stora **intag** kan ha mycket olika kapacitet beroende på **strömningsmotstånd**.

-**Motorstorleken** viktigast för fläktens kapacitet.

-Fläkt med **stor diameter** kan vara energisnål, men har dålig tryckstabilitet.

-Fläkt med **mindre diameter** drar mer energi men är tryckstabil.

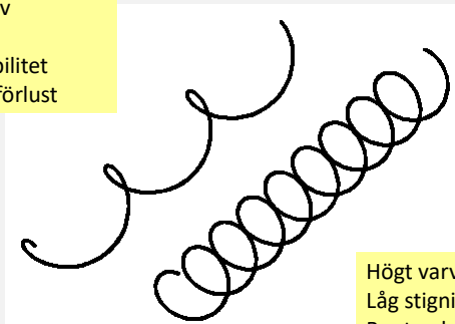
Fläktvarvtalets betydelse

Högt varvtal och stor diameter ger hög rotationshastighet.

Hög rotationshastighet ger en tryckstabil fläkt genom att strömningen (och därmed verkningsgraden) kring fläktbladet inte förändras så mycket när mottrycket ändras.

Hög rotationshastighet ger dock större friktionsförluster mellan fläkthjul och luft.

Lågt motorvarv
Stor stigning
Dålig tryckstabilitet
Liten friktionsförlust



Högt varvtal
Låg stigning
Bra tryckstabilitet
Större friktionsförlust

Strömningsförluster i anläggningen

Förluster vid fläkthjulet



Förluster i elmotorn

Förluster i styrelektronik

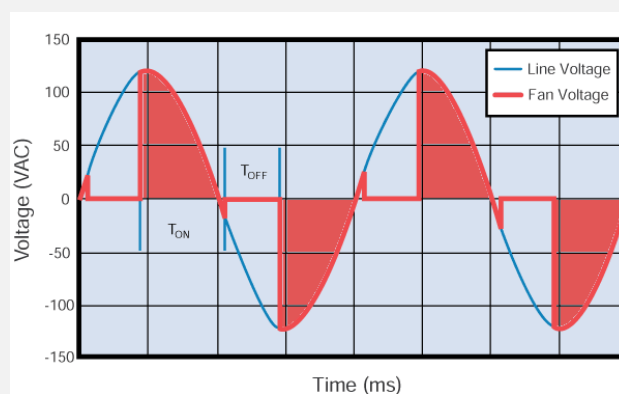
Stallklimat och väder

Tilläggsvärme

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Spänningsreglering med triac

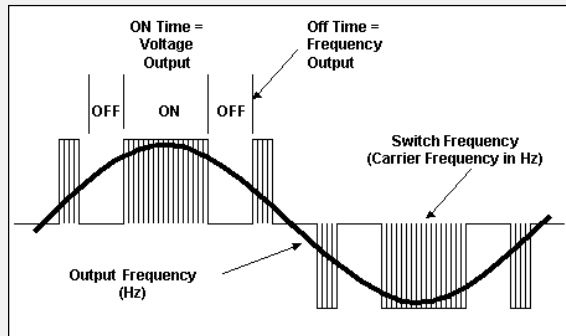


Varje gång strömmen slås på – 100 ggr/sekund – får man en störning som t.ex. kan störa foderdator eller jordfelsbrytare. Detta kan motverkas med elektriska filter.

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Frekvensreglering



Först omvandlas nätspänningen till likspänning. Sedan skapas en konstgjord växelström genom att släppa fram snabba spänningspulser (mer än 2000 ggr/sekund). Genom att styra hur pulserna fördelas över tiden kan man styra frekvensen hos motorströmmen och därmed motorns varvtal

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Frekvensreglering forts

Fördel

Genom att motorn hela tiden går på "fullvarv" (normal eftersläpning i förhållande till nätfrekvens) så kan varvtalet styras från noll upp över maxvarv samtidigt som motorn arbetar med små förluster.

Problem

De snabba spänningspulserna (mer än 2000 ggr/sekund) ger kraftiga elektriska störningar som

- Stör datorer och annan elektronik.
- Skapar störningar som gör att jordfelsbrytare och motorskydd löser ut.
- Kan skada en motors isolering och kullager (moderna motorer ofta förstärkta för att klara detta bättre)

Motåtgärder

Speciella störningsfilter kan minska elektriska störningar

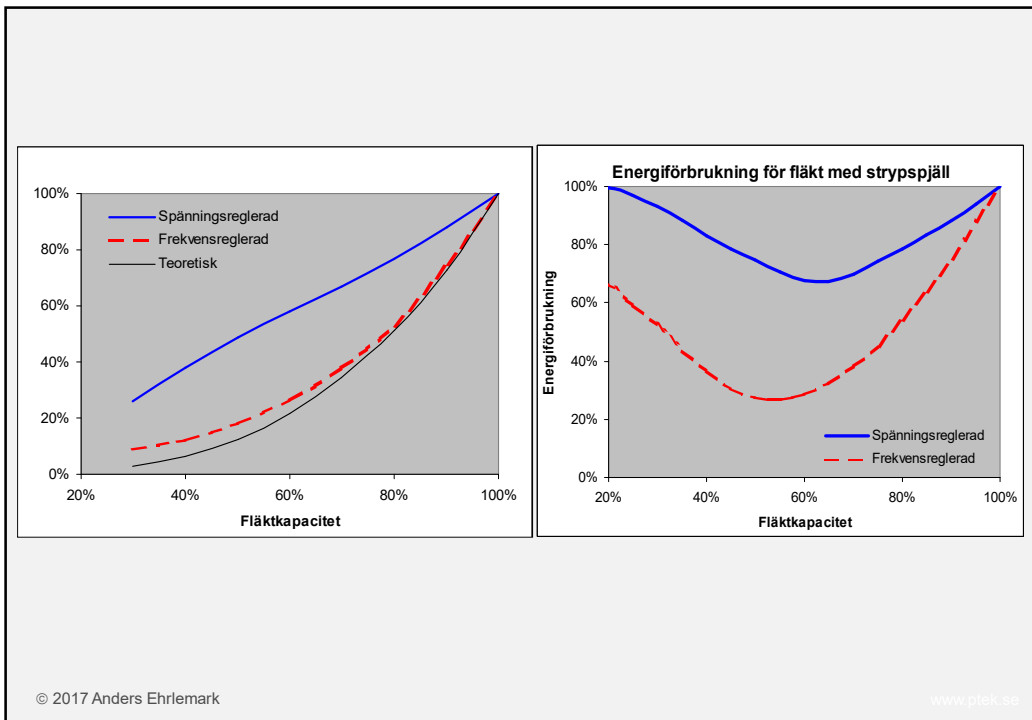
Skärmade kablar begränsar hur störningarna sprids. Skärmad kabel är inte lika med metallmantlad !

Det är viktigt att följa tillverkarens anvisningar om hur installationen skal utföras !



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se



Olika sätt att styra kapaciteten när man har 3 fläktar

Alt 1: 1 varvtalsfläkt m spjäll+ 2 stegkopplade fläktar

- + Låg energiförbrukning genom att de fläktar som inte behövs är avstängda (ingen förbrukning alls)
- När fläktstegen kopplas in ökar ventilationsflödet i ett språng vilket kan ge dålig termisk komfort för djuren

Alt 2: 3 varvtalsfläktar m strypspjäll som går hela tiden

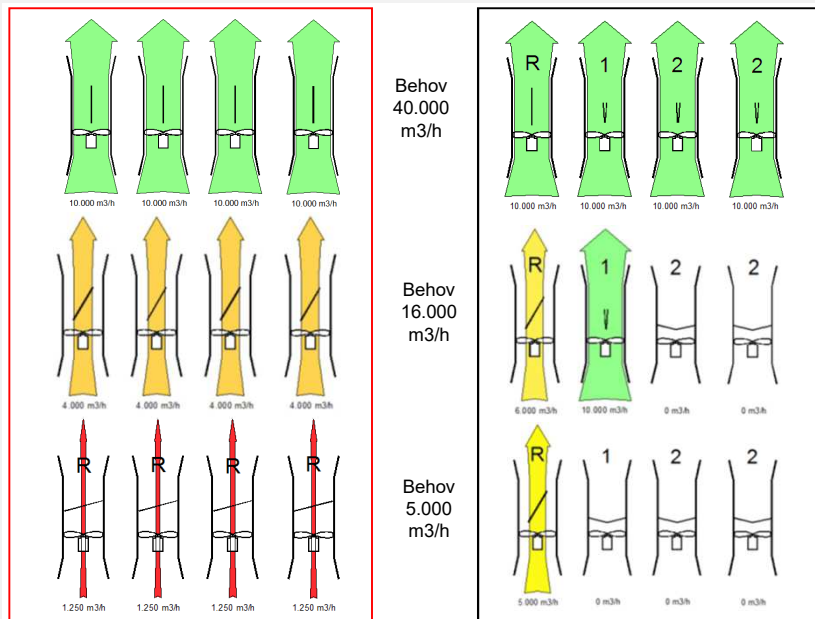
- + Jämn reglering av flödet är en fördel ur komfortsynpunkt.
- Hög energiförbrukning genom att alla fläktar alltid är igång och dessutom måste ha strypspjäll.

Alt 3: Smartstyrning med 1 varvtalsfläkt + 2 stegfläktar

- Datorn väljer vilken kombination av fläktar som behövs för att få den önskade kapaciteten.
- + Låg energiförbrukning genom att bara de fläktar som behövs är på och att strypspjäll inte behövs för stegfläktar.
- + Jämn reglering av flödet är en fördel ur komfortsynpunkt.

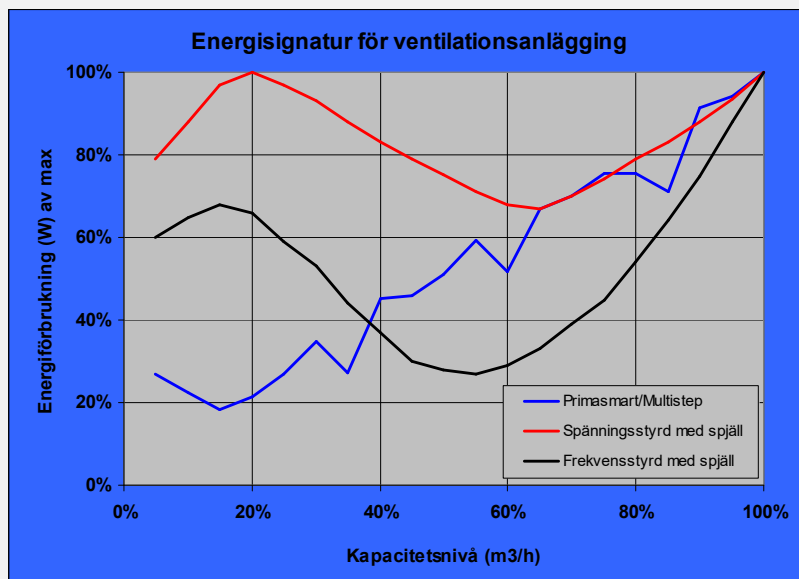
© 2017 Anders Ehrlemark www.ptek.se

Olika sätt att styra kapaciteten – exempel med 4 fläktar



© 2017 Anders Ehrlemark

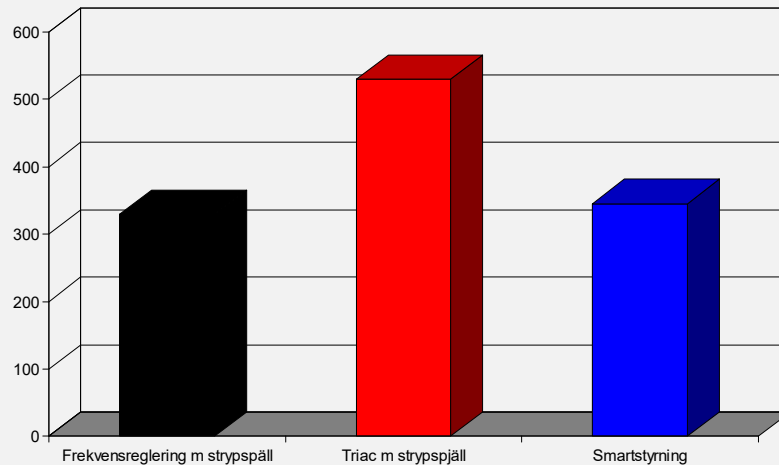
www.ptek.se



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Relativ energiförbrukning för olika typer av fläktstyrning



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Sammanfattande jämförelse mellan olika styrmetoder för fläktar

1. Energibehov om man inte behövde reglera kapacitet	100
2. Frekvensreglering, alla fläktar går samtidigt	110
3. Frekvensreglering som ovan men med strypspjäll	330
4. Triacstyrning (spänningsreglering), alla fläktar samtidigt	170
5. Triac, som ovan men med strypspjäll	520
6. Smartstyrning/multistep, en varvtalsregl m spjäll, 2 stegfläktar	335

Strypspjäll måste användas om alla fläktar går samtidigt (alt 3 och 5)

Smartstyrning (6) likvärdigt med frekvensreglering (3)

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Strömningsförluster i anläggningen

Förluster vid fläkthjulet

Förluster i elmotorn



Förluster i styrelektronik

Stallklimat och väder

Tilläggsvärme

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Förluster i elektroniken

Förlusterna i styrelektroniken är i allmänhet små (2-5%)

Spänningsreglering med triac är nästan förlustfri vid fullvarv men ökar allt eftersom spänningen regleras ned

Förlusten i en frekvensomriktare är i princip lika stor oberoende av vilket varvtal fläkten går med. Typisk förlustnivå är 3-5% av omriktarens märkeffekt.

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Strömningsförluster i anläggningen

Förluster vid fläkthjulet

Förluster i elmotorn

Förluster i styrelektronik



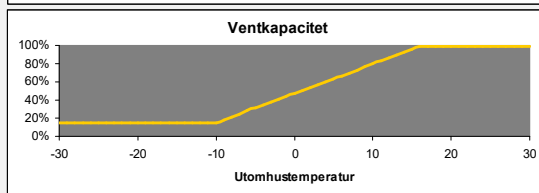
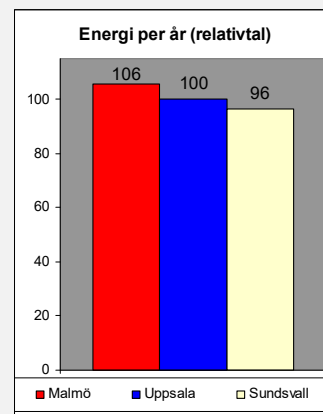
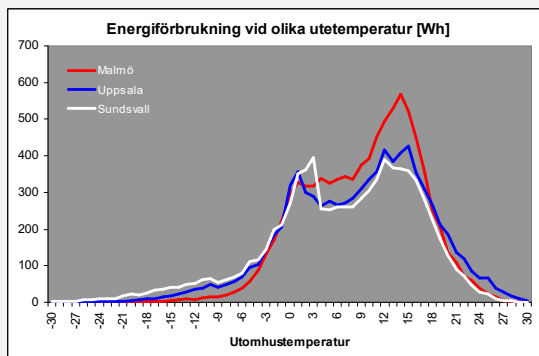
Stallklimat och väder

Tilläggsvärme

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Energiförbrukning för vent med olika uteklimat

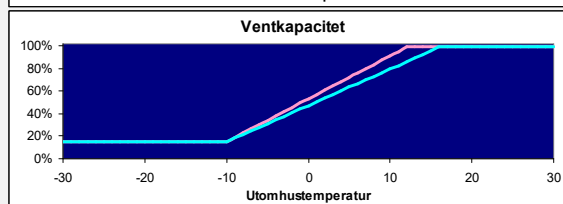
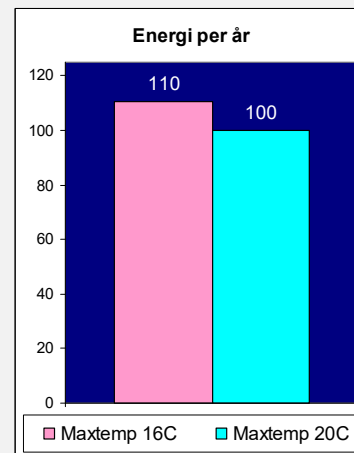
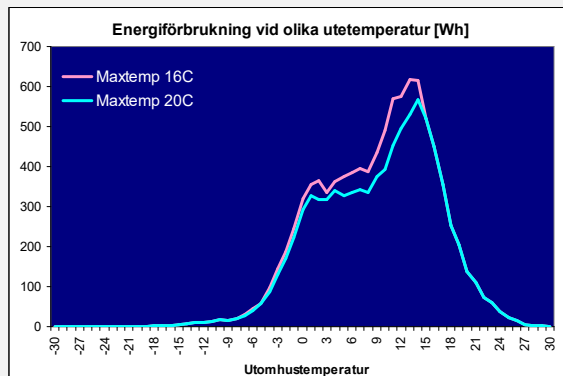


Temp vid minvent	16 C
Temp vid maxvent	20 C
Lägsta utomhustemp	-10 C
Max tempdiff vid maxvent	4 C

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Energiförbrukning med olika reglerstrategier



© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Strömningsförluster i anläggningen

Förluster vid fläkthjulet

Förluster i elmotorn

Förluster i styrelektronik

Stallklimat och väder

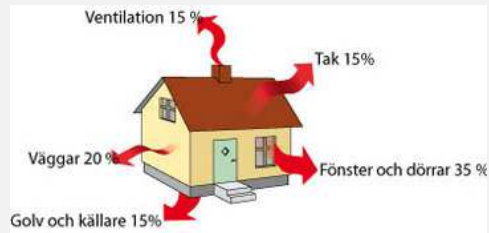


Tilläggsvärme

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Typiska värmeförluster från en villa enligt Energimyndigheten

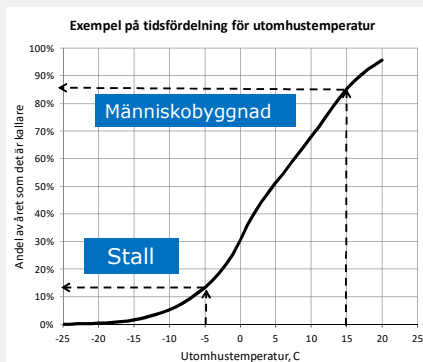


Värmeförlusternas fördelning från djurstallar varierar beroende på djurslag och lokalklimat. Några exempel:

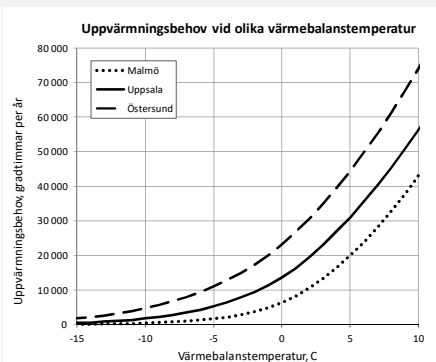
Typ av stall	Ventilationsförlust
Nötkreatur	70-80%
Grisstall	60-75%
Häststall	50-60%

Ju större andel fuktavgivning, desto större andel ventilationsförlust

Värmebalanstemperatur och behov tillskottsvarme



Andel av året med viss utetemperatur



Gradtimmar

Jfr uppvärmningsbehov i bostäder och stallar

Lokal	Effektbehov	Gradtimmar
Bostad	5-10 kW	ca 100.000
Grisstall	5-10 kW	5.000-10.000
Kostall	30-50 kW	1.000 – 3.000

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se

Sammanfattning

Typ av fläktmotor påverkar bara en mindre del av anläggningens totala energiförbrukning. Bra säljargument, men flera andra faktorer är lika viktiga.

Se till helheten – det bästa alternativet är alltid en kompromiss.

Undvik onödiga strömningsförluster (30%)

Håll fläktvingar, spjäll och trummor rena !

Fläkthjul med hög verkningsgrad (30%)

Välj en testad kvalitetsfläkt.

Typ av hastighetsreglering lika viktigt som styrmetod (30%)

Minimera antal fläktar med strypspjäll

Undvik att överventilera på vintern (1000 m³/h extra kräver 10 kW extra värme när temperaturskillnaden är 30C)

Samreglera tillskottsvärme med fläktstyrning

© 2017 Anders Ehrlemark

www.ptek.se