

CAMFIL FILTER SCHOOL

Fläktar, luftflöden och energiberäkningar

Denna artikel är skriven för att belysa hur fläktens totala systemverkningsgrad i ett ventilationssystem är beroende av olika faktorer, hur dessa faktorer påverkar energianvändningen och hur mätningen utförs, samt hur ett bra luftfilter kan bidra till att eliminera en del av denna ineffektivitet.

I ventilationssammanhang finns olika typer av fläktar, radiella och axiella. Skillnaderna ligger i utformningen av fläkthjulet, och om fläkten har kåpa eller inte.

Bild 1. Radialfläkt med B-hjul med bakåtriktade och bakåtböjda skovlar har högsta verkningsgrad och låg ljudnivå.

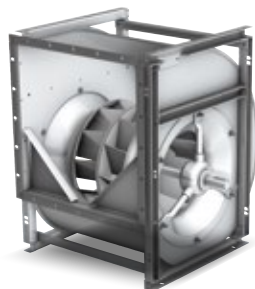
Bild 2. Radialfläkt med F-hjul med framåtriktade och framåtböjda skovlar kallas även för "trumhjul" och har inte samma höga verkningsgrad som det ovanstående men i gengäld kan hjulet arbeta med stora luftflöden vid måttliga varvtal.

Bild 3. Axialfläkten består av ett hjul som roterar i en cylindrisk kapsel och luftflödet strömmar igenom fläkten axiellt. Den utvecklar mindre effekt än radialfläktar, men är bra för att transportera stora luftvolymmer mot lågt motstånd. För att undvika alltför höga ljudnivåer kan axialfläkten endast arbeta under ett ganska begränsat tryckområde.

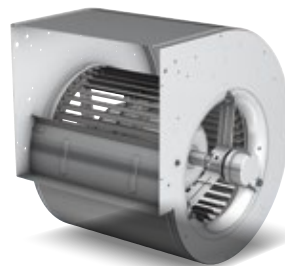
För att spara energi vid flödesminskning måste varvtalet sänkas, oberoende av typ eller om den är direkt- eller remdriven. Om till exempel ett luftfilter med ett lägre tryckfall installeras för en och samma luftmängd, kommer fläktens energianvändning att minska under förutsättning att fläktens varvtal sänks, annars kommer luftflödet istället att öka och denna ökning kan bli dyrare att värma eller kyla. Detta leder i sin tur till en högre total energianvändning.

Fläktens totala systemverkningsgrad när den är monterad i ett ventilationssystem, är direkt beroende av effektiviteten hos de olika komponenterna:

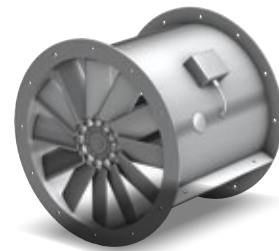
- Elmotor
- Frekvensomriktare
- Remdrift (om fläkten inte är direktdriven)
- Aerodynamisk design
- Fläkthjulets verkningsgrad



1. B-hjulfläkt med kåpa.



2. F-hjulfläkt med kåpa.



3. Axialfläkt.

Photo: Nicotra - Gebhardt

Elmotorer

De mest använda elmotorerna är asynkronmotorer och EC-motorn (Electronically Commutated Motors) eller PM-motorn (Permanent Magnetmotor). Verkningsgraden för dessa motorer är normalt mellan 70 % och 90 %. Vid små motorstorlekar < 1 kW kan det skilja mellan 10-20 % i verkningsgrad till EC- eller PM-motorns fördel gentemot asynkronmotorn.

En internationell diskussion har pågått om energieffektivitet och om ett världsomspännande energiklassificeringssystem för lågspännings trefas asynkronmotorer.

Effektivitetsfaktorn definierar effektiviteten i en elmotor när den omvandlar elektrisk energi till mekanisk energi. Under många år har dessa motorer sålts i Europa i de tre effektivitetsklasserna EFF3, EFF2 och EFF1.

Internationella elektrotekniska kommissionen (IEC), har utvecklat och publicerat en energieffektivitetsstandard som ersätter alla tidigare nationella utgåvor. Parallellt har IEC utvecklat och utgivit en ny standard för elmotorers verkningsgrad.

Den internationella standarden IEC 60034-30:2008 delar in lågspända trefas asynkronmotorer i intervallet från 0,75 kW till 375 kW i klasserna IE1, IE2 och IE3.

IE1 = Standard-effektivitet (jämförbar med EFF2)

IE2 = Hög effektivitet (jämförbar med EFF1)

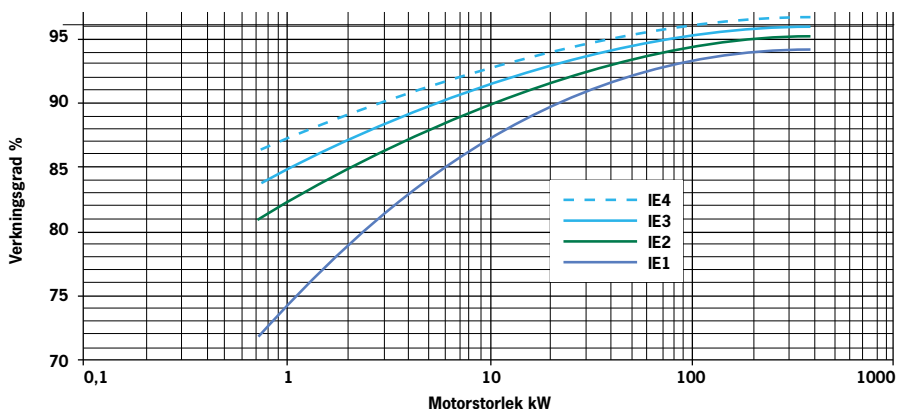
IE3 = Premium-effektivitet

IE4 = Nivå definieras enligt IEC 60034-31:2010.

I ett ventilationssystem kommer värmen, som alstras från motorn att vara en faktor som påverkar den totala energianvändningen. Vissheten om detta har banat väg för utveckling av elektroniskt komuterbara permanentmagnetmotorer (ECM eller PM), som har fördelar jämfört med växelströmsmotorer (AC) och andra typer av likströmsmotorer (DC). Varvtalet i en sådan motor regleras genom att antalet poler väljs elektroniskt. Till exempel kan polantalet vara 1,4 för att man skall uppnå önskat varvtal. Dessa elmotorer använder väsentligt mindre energi än konventionella AC-motorer.

Det är mycket viktigt att dimensionera elmotorn korrekt vid fläktdrift, så att den får arbeta i sitt gynnsammaste verkningsgradsområde.

IEC-standard för motoreffektivitet



FÖLJANDE DELAR INGÅR I CAMFILS FILTERSKOLA:

- Modul 1: Luftburna föroreningar – varför vi behöver ren luft
- Modul 2: Så här fungerar luftfilter
- Modul 3: Testmetoder och standarder
- Modul 4: Fläktar, luftflöden och energiberäkningar**
- Modul 5: Certifieringssystem
- Modul 6: Miljö- och energiaspekter
- Modul 7: Välja rätt filter och filterklass
- Modul 8: Filterbyte och service



Remdrivna fläktar

Om fläkten är remdriven, ger detta också en effektförlust. Remväxels verkningsgrad påverkas av hur den är dimensionerad, vilken typ av remmar man använder, storleken på remskivorna samt att injusteringen är gjord på ett riktigt sätt. Normal verkningsgrad för en remdrift ligger på cirka 90 % vid medelstor effekt, (ca 3-15 kW), men är justeringen felaktig kan verkningsgraden sjunka till 60- 70 %.



Aerodynamisk design

Det blir alltid en dynamisk tryckförlust i en fläkt. Det är aerodynamiken i fläktkåpan, eller i kammaren om fläkten inte har kåpa utan är en så kallad kammarfläkt, som bestämmer storleken på förlusten. En fläkt med en riktigt utformad fläktkåpa har alltid mindre dynamisk förlust än en kammarfläkt.



Fläkthjulet

Den sista delen är fläkthjulet i sig själv. Beroende på typ och utformning av skovlarna blir verkningsgraden olika. Den högsta verkningsgraden, upp till ca 85 %, erhålls med en fläkt med bakåtböjda skovlar, så kallat B-hjul.

En underdimensionerad motor kan inte användas och en överdimensionerad motor ger sämre effekt, ibland avsevärt sämre.

Frekvensomformare

Frekvensomformaren justerar hastigheten på elmotorn i relation till belastningen och ett lägre varvtal resulterar i energibesparing. Dock har frekvensomformaren i sig själv en verkningsgrad, som måste beaktas, och den varierar med storleken på omformaren och den frekvens som används. Ju lägre frekvens, desto lägre verkningsgrad, särskilt vid motoreffekter under 5 kW.

Vid tryckstyrda fläktar med konstant luftmängd, styr frekvensomformaren automatiskt fläktens varvtal till den önskade luftmängden. Finns inte denna typ av styrning, utan fläkten går med konstant varvtal, måste fläktens varvtal regleras genom att byta remskivor och på det sättet hitta det mest effektiva varvtalet.

Totalverkningsgrad

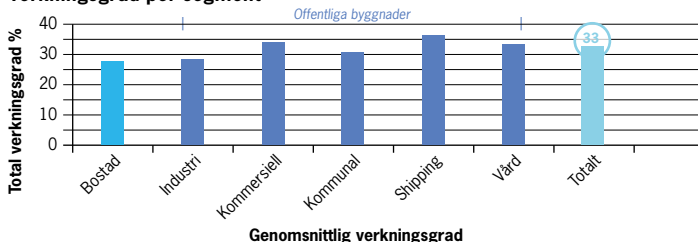
För att ta reda på den totala verkningsgraden i en fläktdrift, multiplicerar man alla de ingående delarnas verkningsgrader med varandra:

$$\eta_{\text{totalt}} = \eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{frekvensomformare}} \times \eta_{\text{remdrift}} \times \eta_{\text{dynamisk förlust}} \times \eta_{\text{fläkthjul}}$$

När en fläkt monteras i ett ventilationsaggregat i ett ventilationssystem, kan man mäta fläktens totala systemverkningsgrad. Man jämför den uppmätta energianvändningen med vad fläkten presterar i arbete att flytta luften. I ett modernt ventilationssystem har fläkten en total systemverkningsgrad på ca 50 %. I äldre ventilationssystem kan effektivitet vara betydligt lägre än så.

Den genomsnittliga fläktverkningsgraden i Sverige är 33 %, detta framkom av ca 5 års mätningar i befintliga ventilationssystem som gjorts av ECiS AB (Energy Concept in Sweden AB) och som sammanställts av Camfil. Detta innebär att endast en tredjedel av den energi som används faktiskt omvandlas till verkligt arbete av fläkten, medan de återstående två tredjedelarna är förluster, mestadels värme.

Verkningsgrad per segment



ECiS (Energy Concept in Sweden AB) Genomsnittlig total fläktverkningsgrad.

Hur skall man mäta – i verkligheten?

- P_{el} är effekt mätt i W (eller Nm/s)
- P_{Total} är uppmätt totaltryck i Pa (eller N/m²)
- V är luftvolymen mätt i m³/s
- η Total är fläktens totala systemverkningsgrad

$$P_{el} (W) = \frac{P_{Total} (Pa) \times V (m^3/s)}{\eta_{Total}}$$

Effekt mäts i W (Nm/s) på den inkommande strömkabeln till fläktdmotorn. Det är viktigt att använda ett mätinstrument som klarar av att göra en riktig mätning före en frekvensomformare. Man skall aldrig mäta på frekvensomformarens utgångssida, utan alltid på ingångssidan.

Mätning av fläktarbetet i Pa görs genom att addera det statiska negativa trycket på sugsidan med det positiva statiska trycket på trycksidan. Genom att addera dessa båda tryck erhålls systemets totala statiska tryck.

Luftflödesmätningar har uteslutande genomförts med hjälp av spårgasteknik, mätmetoder A4 i T9:2007 och ISO 4053/1-1977 (E). Spårgasen har i samtliga fall utgjorts av CO₂ (koldioxid), vilket ställt högre krav på kontroll av bakgrundsnivån före och efter mätningar över respektive fläkt.

Luftfiltrets energipåverkan.

För att avgöra hur mycket ett luftfilter påverkar energianvändningen i ett ventilationssystem, kan man klassificera dessa i detta avseende enligt Eurovent Certita certifieringsprogram för luftfilter.

Vad är då energiklassificering? Jo, det är den mängd energi fläkten använder i kWh för att dra luften genom ett luftfilter, som avgör filtrets energiklass. Filtret måste vara testat och godkänt enligt teststandardEN 779:2012.

Beräkningsförsättningar enligt Eurovent 4/11:

| | |
|---|--|
| Drifttid | 6000 timmar |
| Luftflöde. | 3400 m ³ /h (0,944 m ³ /s) |
| Fläktens verkningsgrad η | 0,5 |
| Medeltryck Δp | . Beräknas* |

* Värdena hämtas ur tryckfallsdiagram vid stofmatning i testprotokoll enligt EN779:2012

- Grovfilter G4 350 gram
- Mediumfilter M5-M6 250 gram
- Finfilter F7-F9 100 gram

Formel för beräkning av energianvändning:

$$\text{Energianvändning (kWh)} = \frac{\text{Medeltryckfall (Pa)} \times \text{Flöde (m}^3/\text{s)} \times \text{Drifttid (h)}}{\text{Fläktens verkningsgrad } (\eta) \times 1000}$$

Slutligen klassificeras filtret efter den beräknade energianvändningen.

Vad kan vi göra?

Hur kan vi minska energianvändningen i befintliga ventilationssystem? Luftfilter står för ca 15 % av det totala tryckfallet i äldre system och cirka 25 % i nyare. Genom att använda högpresterande luftfilter kan vi förbättra både nya och gamla befintliga ventilationssystem och minska energianvändningen. Camfils luftfilter är dokumenterat de mest energieffektiva luftfiltern på marknaden. Det tryckfall som orsakas av det faktiska filtret utgör en betydande del av tryckfallet i hela ventilationssystemet. Eftersom kanalsystemet är betydligt krångligare att byta ut är filterbyte ett enkelt sätt att minska de totala energikostnaderna.