



Fläktar som energibovar

Bert Thuresson, ingenjör
 Silenco Ingenjörfirma
 bertthuresson@hotmail.se

Fläktar för ventilation och industriprocesser är en av samhällets största elenergislukare. Inom EU (de 15) förbrukar industrifläktar elenergi för 125 miljarder kronor per år. Driften är ineffektiv och ett stort slöseri förekommer. En EU-studie pekar på att minst 25 miljarder kronor per år kan sparas, och måste sparas, inom de närmaste 15 åren. Förutom att det kostar pengar att driva fläktar, för de ett väldigt oväsen.

Studien pekar på att de största besparingarna kan göras genom att förbättra systemen, behövsstyra ventilationen eller använda energieffektiva motorer, något som i sig kan ge motsatt resultat. När det gäller själva fläkthjulet verkar forskningen idag inta ståndpunkten att vid uppnådda 85 % är man vid vägs ände. Så mycket bättre kan det inte bli.

Jag påstår att detta är fel! Det går att bygga fläktar med högre verkningsgrad än 90 %. Och tillverkningen av dessa går utmärkt att automatisera. De väsnas dessutom mindre än motsvarande fläktar av konventionell konstruktion.

Bengt-Olof Drugge i Gällivare har genom sitt arbete visat att med en ny designmetod går det att bygga fläktar som både sparar energi och som är tystare.

Radialfläkt med spiralform

Spiralfläkten är av radialtyp med bakåtböjda vingar. Vingarna är böjda på sådant sätt att gasen, fluidet, har fri väg ut genom fläkten. Trycket byggs upp av hjulets rotation men till skillnad från vanliga fläktar så byggs det statiska trycket upp i hjulet. Vanligtvis krävs ett spiralformat fläkthus för att återvinna trycket. I Drugges Spiralfläkt, i dess optimala arbetspunkt, skapas det statiska

trycket uteslutande av centrifugalkraften. De övriga två vektorerna, som bidrar till att skapa tryck är då motriktade och tar ut varandra.

Hur är nu detta möjligt? Tänk dig en skiva som roterar med konstant hastighet, dra med konstant hastighet en linje från centrum och rakt ut mot periferin! Vad får du? En spiral som beskriver formen på den vinge som fläkten bygger på. Hela spiralen används naturligtvis inte, utan endast den del som finns mellan inlopp och utlopp. Luft kommer att följa samma väg som penan, nämligen rakt ut.

Tryck- och flödesberäkning

Trycket beräknas som skillnaden mellan kvadraterna på periferihastigheterna vid utlopp och inlopp multiplicerad med luftens densitet, i normalfallet 1,2 kg/m³.

Exempel: Utloppsdiameter 900 mm

Inloppsdiameter 450 mm

Varvtal 1500 rpm.

$U_{in} : 0,45 * \dot{A} * 25 = 35,34 \text{ m/s}$

$U_{ut} : 0,90 * \dot{A} * 25 = 70,68 \text{ m/s}$

Maximalt teoretiskt tryck blir:

$(70,68^2 - 35,34^2) * 1,2 = 4496,09 \text{ Pa}$

Vingarnas angreppsvinkel bestämmer lufthastigheten genom fläktkanalerna. Lufthastigheten multiplicerad med inloppsarean ger flödet. Eftersom arean i huvudsak är konstant genom hela systemet är också flödet det. Då hastigheten på massan aldrig ändras åtgår ingen energi att kompensera för den energiförlust som annars skulle uppstå.

Radialfläktar har en nedsättning i trycket, slip, som är beroende på rotationshastighet, antal vingar och deras utgångsvinkel.

I slipberäkningen ingår en faktor K, som varierar mellan 0-1 och värdet baseras på erfarenhet. Slip är beräknad enligt Stodolas formel, som lyder:

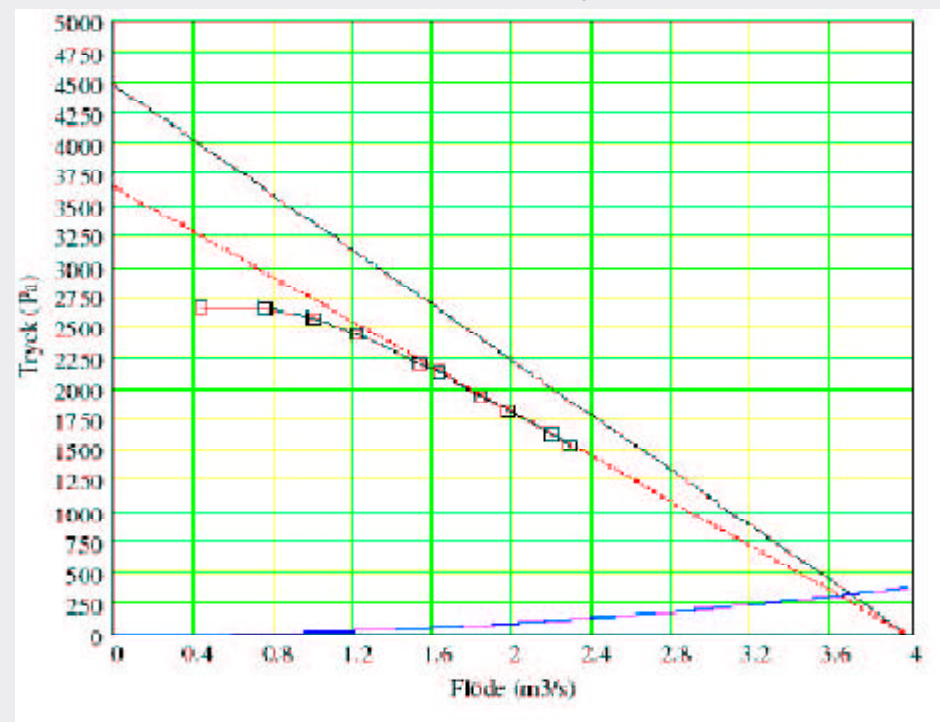
$$p_{\text{slip}} = K * \dot{A} * U^2 * \dot{A} * \sin^2(\dot{A}/180) / z$$

$$P_{\text{slip}} = 983,98$$

Hur stämmer då beräkningar med verkligheten?

Teori och verklighet

Nedanstående diagram visar resultat av en mätning utförd på Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP.



Svart heldragen linje representerar det teoretiskt beräknade trycket, 4,5 kPa. Den röda streckade linjen visar tryck med hänsyn tagen till slip, d.v.s. det verkliga tryck som kan förväntas. OBS! Slip skall ej betraktas som förlust!

Boxarna är de värden SP mätt, efter konvertering till normala betingelser. (1500 rpm, densitet 1,2 kg/m³, 101325 Pa i omgivningstryck samt normaltemperatur 20°C).

Boxarna ligger på en tämligen rät linje mellan 1,5 m³/s och 2,3 m³/s och ligger i omedelbar närhet till den nivå då driften kan anses vara förlustfri. SP mätte ej vid högre flöde, men tidigare egna mätningar har resulterat i 3,53 m³/s vid friblåsande. Som väntat ökar förlusterna och avvikelserna från idealvärdena när man avlägsnar sig från fläktens arbetspunkt.

När är driften förlustfri? Jo, då flödet enbart åstadkommes av centrifugalkraften!

Tryckökning, åstadkommen av centrifugalkraften, är ej förenad med strömning, och det är en gammal kunskap att ju större del av den totala tryckökningen som denna förlustfria statiska tryckökning utgör desto högre verkningsgrad kan förväntas.

Effektberäkningar

Som väntat sammanfaller maximalt utvecklad effekt med halva maximala flödet som är 2 m³/s. Som andra radialfläktar med bakåtböjda vingar lämpar sig denna fläkt både för paralleldrif och för drift i serie. Effektbehovet kommer att ställa in sig på den faktiska förbrukningen som fläkten kräver och inte som ett F-hjul, (radialfläkt med framåtriktade vingar) som ofta överhettas om driften närmar sig friblåsande.

Drugges fläkt lämpar sig utmärkt

för dubbelsugande applikation. Då fläkten är relativt platt bygger en dubbelsugande obetydligt mer än standard enkelsugande, men ger nära den dubbla kapaciteten.

Dimensionering med dator

Hur dimensioneras fläkten? Tumregeln är att fläktens bredd är ¼ av inloppsdiamentern.

Detta krav kan ej åsidosättas!

Bengt-Olof Drugge har utvecklat databeräkningsprogram som kan implementeras i AutoCad, Pro-Engineering eller Solid Works. Programmet beräknar hur vingarna skall böjas och övriga delar tillskäras i utbrett tillstånd. Licenser till denna programvara kan köpas och gör det möjligt att enkelt och rationellt tillverka en skräddarsydd fläkt.

Fläktar kan skräddarsys med varierande flöde vid samma tryck med bibehållen maximal verkningsgrad. Den testade fläkten kan, vid trycket 2 kPa, arbeta med ett flöde mellan 0,25 m³/s och 2,8 m³/s. Fläktar blir tystare vid lägre flöde. 0,25 m³/s vid 2 kPa kan lämpa sig för en matningsautomatik med "vakuum". Ett kontrollerat "läckflöde" ger både bättre sugtryck, bättre verkningsgrad och lägre ljud.

Ljudegenskaper

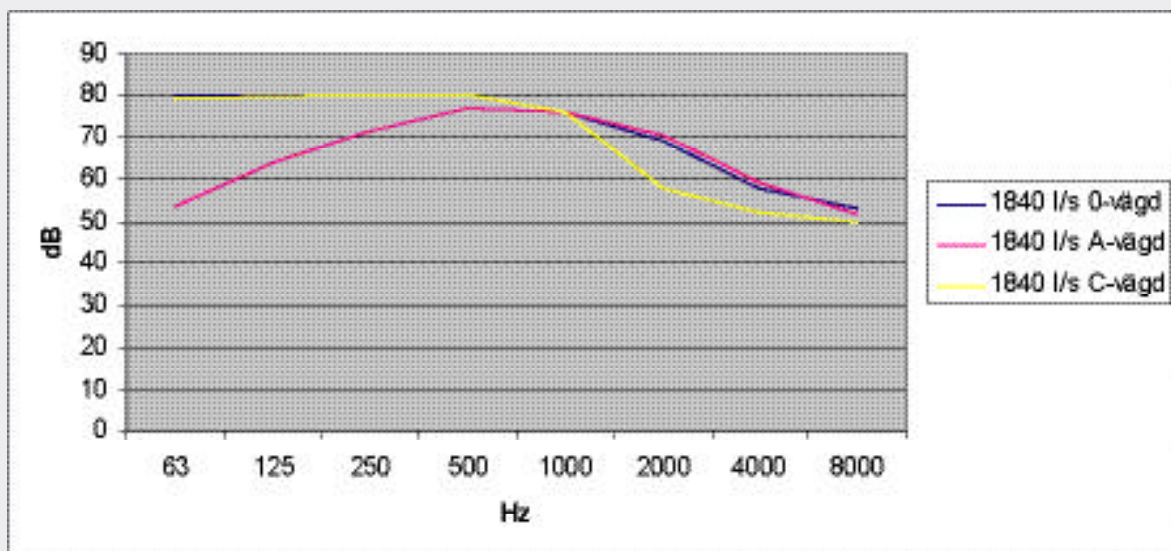
Ljudet är en intressant egenskap hos fläkten. SP mätte enligt Intensitetsmetoden, el-

ler ISO-EN-SS 9614-2. På avståndet 1 meter uppgår ljudstyrkan till 72,5 dB(A). Det är mycket lågt för en fläkt med denna kapacitet.

Mer intressant är ljudets sammansättning. dB(A)-värden säger endast huruvida risk för hörselskador föreligger. Ljud med olika frekvenser uppfattas väldigt olika av det mänskliga örat. Dessa värderingar ligger till grund för olika vägningar. C-vägning framhäver bullernivåerna i högre utsträckning än i A-vägning, som endast tar hänsyn till de högre frekvenserna. Nedanstående diagram jämför hur värdena blir efter vägning.

Det mest intressanta är emellertid att ljudnivåerna ligger på exakt samma nivå, 80 dB, vid de fyra lägsta oktaverna. Ingen annan fläkt torde kunna uppvisa något liknande. Detta innebär att ingen ton sticker ut, att ljudet är mycket välbalanserat och mjukt. Ljudet halveras för varje frekvens, en egenskap som kännetecknar "rosa ljud". Detta ljud upplevs som behagligt och icke störande.

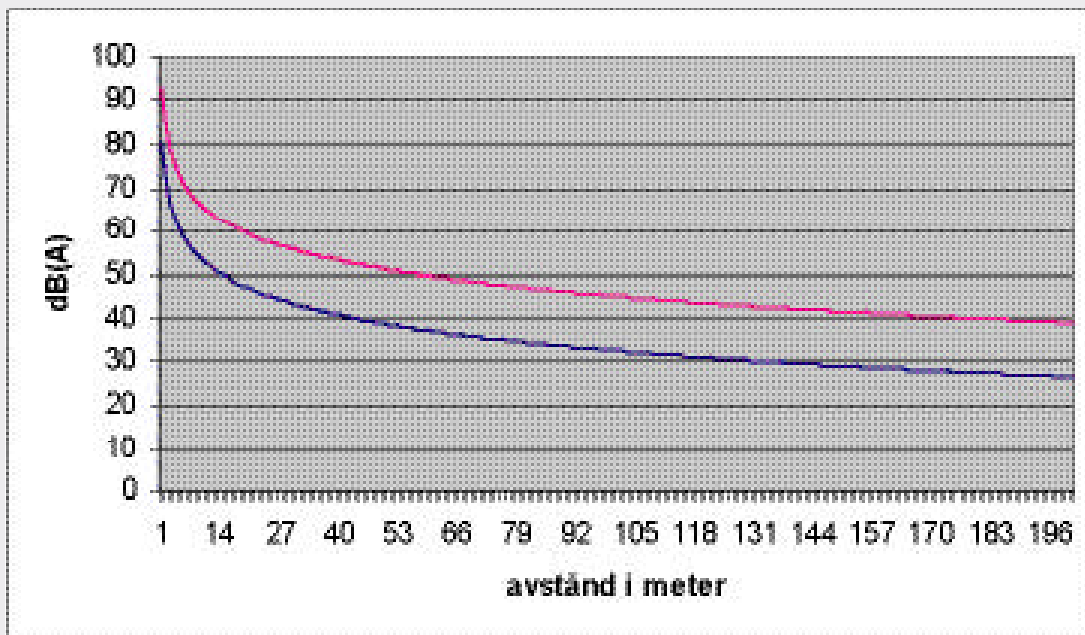
Ljudet är fritt från modulation som upplevs som att det i bakgrunden finns en svävande lågfrekvent ton överlagrad till fläktens ljud. Eftersom transportationen av fluidet sker utan stötar uppstår inga störande inslag i ljudet.



Störningar till omgivningen

En vanlig gräns till omgivningen är 40 dB(A): För att klara detta är ofta ljudabsorberande anordningar nödvändiga. Dessa anordningar kostar pengar och kräver utrymmen.

Drugges Spiralfläkt lämpar sig mycket bra som takfläkt. Dess låga bygghöjd gör att den kan monteras med motorn vertikalt och integreras i byggnaden. Den exponerade ytan mot omgivningen blir liten. Oavsett detta, kommer ljudet att avklinga till 40 dB(A) på 42 meter, medan en "standardfläkt" behöver 178 meter. Se diagram till höger.



Varvtalsstyrning

Hög verkningsgrad ger lägre energiförbrukning och därmed lägre kostnader. Den största sparpotentialen finns bland de små fläktarna. Dels är de många, dels är väldigt lite gjort för att öka verkningsgraden. Ofta används dåliga motorer, typ skärmpolmotor, som i bästa fall når 15 % verkningsgrad. Badrumsfläktar uppnår endast några enstaka procent.

F-hjul, fläktar med framåtriktade vingar, är svåra att varvtalsstyra. Det är inte ovanligt att motorer brinner i dessa typer av fläktar. Detta inträffar paradoxalt nog då mottrycket minskar.

Radialfläktar med bakåtböjda vingar är däremot självreglerande. Max effekt utvecklas vid mitten på arbetslinjen och vilket driftfall som än uppstår kan aldrig fläkten förbruka mer energi än den maximala som den dimensionerats för.

DC-motorer är lätta att varvtalsstyra, men för att få hög verkningsgrad är det svårt att dimensionera rätt. Som tumregel kan nämnas att deras bästa arbetspunkt ligger vid $\frac{1}{4}$ av nominellt varvtal och $\frac{1}{7}$ av nominellt moment. Motorerna måste m.a.o. överdimensioneras kraftigt för att bra verkningsgrad skall erhållas.

Split-fasemotorer med startkondensator är vanlig för exempelvis köksfläktar. De styrs antingen med triacs eller med transformatorstyrning. Triacs är ett effektivt sätt att misshandla nät och motorer. De skapar störningar och ökar ofta effektförbrukningen.

Transformatorstyrning innebär helt enkelt att spänningen dras ned så att motorn ej orkar driva fläkten med samma varvtal, som ju egentligen bestäms av spänningens frekvens. Motorn arbetar på "pull-out" punkten och det fungerar visserligen, men det är en avart av styrning.

Moderna fläktmotorer med inbyggd elektronisk kommutering, EC-motorer, är de som uppvisar bäst verkningsgrad av motorer på marknaden.

De har inbyggd elektronik i motorn, och detta fungerar bra. Dock finns vissa nackdelar:

- De är dyra.
- Om elektroniken krånglar måste både fläkt och motor bytas.
- Den hackade spänningen som driver motorn kan orsaka lagerströmmar som ger små skador på kullagren som kan leda till lagerhaveri. Detta är ett stort problem i syn-

nerhet med motorer med utanpåliggande rotor.

- Miljön måste vara sådan att hänsyn tas till att elektronik ingår i utrustningen. Motorer tål ofta svårare miljö än elektronik.

Hur bör man göra? Även mindre fläktar bör drivas av 3-fas asynkronmotorer. Detta gäller fläktar ner till några 10-tals Watt. Denna motortyp passar bra till fläktdrift. De har hög verkningsgrad och är lämpliga att varvtalsstyra. Genom att alstra styrspänningar med sinusform uppnås många fördelar:

- Inga EMC-problem. Inga skärmade kablar krävs
- Obegränsat avstånd mellan styrdon och fläkt eftersom inga ytterligare förluster uppstår jämfört med att ansluta till nätet
- Fläkt och motor kan placeras i svår miljö då hänsyn ej behöver tas till elektroniken
- Exakt och ljudlös styrning

Det finns teknik för detta. Det gäller bara att använda den och inte bara köra på i gamla spår. •