

Krav på fläktar

För lägre kostnader,
ökad energieffektivitet och
förbättrad driftsäkerhet





Kraven har tagits fram av:

Per Asplund, SCA Graphic Sundsvall AB

Åke Ericsson, SKF Mekan AB

Jan Fors, EnerGia Konsulterande Ingenjörer AB

Rune Hardell, EnerGia Konsulterande Ingenjörer AB

Tomas Hirsch, SSAB Tunnpå AB

Östen Johansson/Pierre Ståhl, Fläkt Woods AB

Claes Jäderholm, Gebhardt Fläktteknik AB

Marie Rådmann, Energirådgivningen i Mariestad
och Töreboda

Lennart Skogfält/Lennart Mukka, LKAB Kiruna

Ragnar Uppström, Energirådgivningen i Mölndal

Bengt-Arne Walldén, Stora Enso AB, Skoghall mill

Per Wickman, Aton TeknikKonsult AB

Förord

När du handlar upp en ny fläkt har du en unik möjlighet att påverka energiförbrukningen under alla de år som utrustningen kommer att vara i drift. Du kan uppnå både god funktion och långsiktigt gynnsam ekonomi genom att välja en energieffektiv lösning.

Innehåll

Driften fem till tio gånger dyrare än investeringen	4
Ersätta eller nyprojektera?	5
Reglermetoder	6
Välj med hjälp av LCC-kalkyl	9
Hur beräknas LCC?	10
Kravspecifikation	15
Referenser	18
Bilaga 1: verkningsgrad för fläktsystem	19

Denna broschyr är en omarbetad version av de krav för industrifläktar som publicerades av Nutek i november 1996. Kraven kan användas vid upphandling av fläktar till hjälpsystem och processer. De hjälper dig att nå hög energieffektivitet i alla fläktinstallationer.

Inledningsvis behandlas de grundfrågor du bör ställa dig när du står i begrepp att handla upp en ny fläkt. Det är viktigt att välja en genomtänkt systemlösning och att fläktdriften kan anpassas efter ett behov som kan förändras med tiden. Energimässiga konsekvenser av olika regelsätt behandlas kortfattat i kapitlet "Reglermetoder".

Ett viktigt instrument i en upphandling är beräkning av livscykelkostnaderna (LCC). I en LCC-kalkyl summeras investeringskostnaderna för en utrustning med beräknat nuvärde av energi- och underhållskostnaderna under utrustningens hela livslängd. Med en LCC-kalkyl får du en säkrare uppfattning om den kompletta kostnadsbilden när du jämför offerter, än genom att bara se på angiven investeringskostnad.

Kraven i denna skrift är i första hand för upphandling av fläktar inom processindustrier, i förbränningsanläggningar, ventilation i industri-lokaler, driftrum, maskinsalar etc. De rör fläktsystemets effektivitet samt uppgifter som både beställaren och leverantören ska redovisa i offertförfrågan och offert. Kraven ställs på både utförande och montagesätt och bör leda till minskat underhåll, högre driftsäkerhet och ökad livslängd. Syftet är att de angivna kraven ska hjälpa till att uppnå bästa möjliga totalekonomi för varje genomförd fläktinstallation.

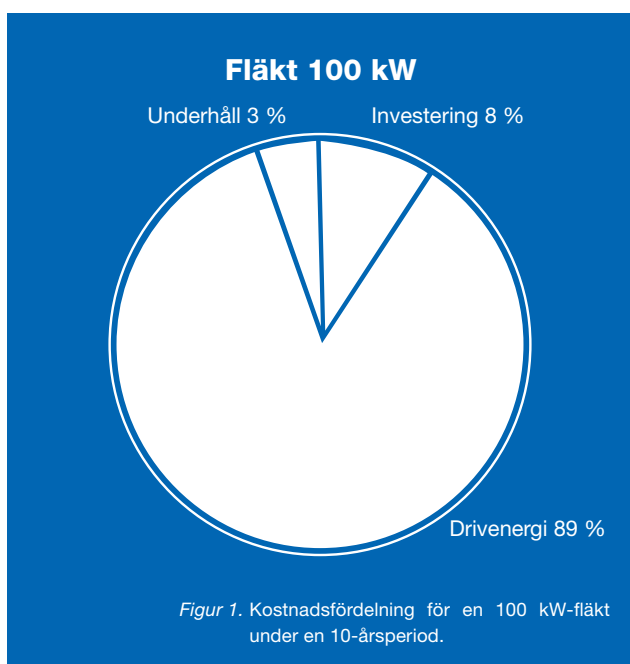
Driften fem till tio gånger dyrare än investeringen

Fläktar används för många olika ändamål: ventilation, kylning av processer eller lokaler, rökgastransport, transport av processgaser till eller från en process etc. Svensk industri använder uppskattningsvis 7 TWh el varje år för att driva fläktmotorer. En stor del av denna fläktenergi används inom energiintensiv industri för tillverkning av massa, papper, järn och stål, men även verkstadsindustrin använder så mycket som 1 TWh/år för fläktdrift.

Få ifrågasätter fläkttypen eller -storleken så länge fläkten är i drift och fungerar. Men när en befintlig fläkt ska ersättas eller en ny köpas in så har du ett utmärkt tillfälle att ta reda på dina förutsättningar och hur du kan påverka ditt framtida energibehov för fläktdriften.

Du har störst möjlighet att påverka den framtida elanvändningen vid köptillfället. Det är också ett unikt tillfälle att tänka igenom behovet. Ägna en stund åt kritiskt tänkande innan du handlar, om du vill vara energieffektiv och uppnå låga kostnader.

Figur 1 visar fördelningen av de totala kostnaderna under en 10-årsperiod för en fläkt i kontinuerlig drift med effekten 100 kW. Energikostnaderna svarar för den helt övervägande delen. Driftkostnaden för en sådan fläkt är omkring en kvarts miljon kronor per år eller 2,5 miljoner kronor på 10 år vid ett elpris på 0,3 kr/kWh.



Ersätta eller nyprojektera?

Ta reda på förutsättningarna

Gör några inledande mätningar, om det är möjligt, om en fläkt inte fungerar tillfredsställande och en åtgärd behöver vidtas:

- Mät flöde och tryck i den kanal där den gamla fläkten är monterad. Mät även drivmotorns eleffekt. Undersök hur flödet varierar under dygnet och under en längre tidsperiod.
- Undersök om den befintliga drivmotorn kan användas fortsättningsvis. Det gäller särskilt om drivmotorn är av eff1-klass (se referens 2).

Eleffekten kan lätt beräknas med formeln $P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos\phi$. Där U är spänningen mellan faserna, fasströmmen I mäts med tångamperemeter och effektfaktorn $\cos\phi$ kan avläsas på motorns märkskylt. Avvikelse strömmen betydligt från märkström bör du kontakta motorleverantören för uppgift om förändrat $\cos\phi$ -värde.

Ersätta befintlig fläkt

Måste du ersätta en fläkt som varit i drift under lång tid är det nära till hands att handla upp en ny med samma prestanda som den gamla. Men det är inte säkert att fläktbehovet är detsamma. Det är ofta värt att undersöka om det har förändrats. Några rekommendationer:

- Undersök vad som styr fläktbehovet. Det kanske finns andra sätt att tillgodose det? Tänk på att eleffektbehovet minskar till hälften om flödet kan reduceras med 20 procent.
- Ta reda på om det har skett några förändringar i det system som

fläkten arbetar i efter att den installerats.

- Vilken metod har använts för flödesreglering? Fråga driftpersonalen om erfarenheter av den befintliga fläkten.

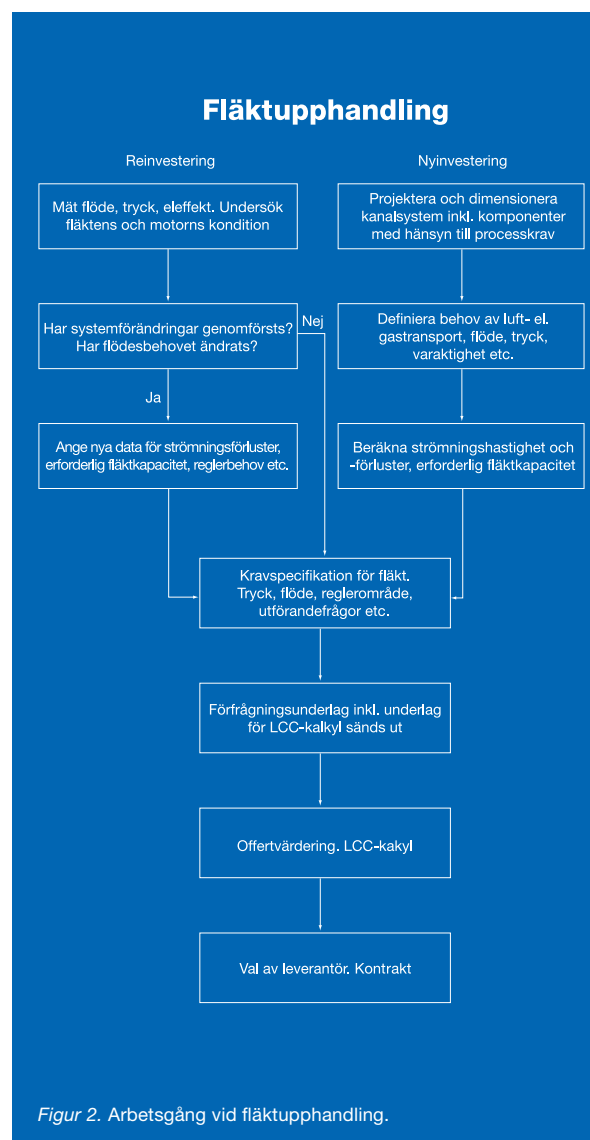
Fläkt i ny anläggning

En nyprojektering är ett utmärkt tillfälle att försöka minimera energiförluster i kanaler och komponenter. LCC-kalkyler bör göras för hela eller delar av anläggningen för att väga investeringskostnaderna mot systemets underhålls- och driftkostnader.

De processmässiga kraven, liksom även kapacitetsbehovet för fläkten och dess tidsmässiga variation, måste vara definierade inför upphandlingen av ett nytt fläktsystem. Några rekommendationer:

- Definiera vilken kapacitet fläkten ska ha och hur stora flödesvariationer som normalt förekommer. Förväntas väsentliga, kapacitetsmässiga förändringar i framtiden, ange när de beräknas inträffa och vilka åtgärder som krävs för att möta de ändrade villkoren.
- Överväg hur fläkten bör styras och vilka komponenter som ska ingå i systemet.
- Undersök alternativ till den föreslagna systemuppbyggnaden som kan ge mindre energiförluster. Gör LCC-mässiga jämförelser av olika alternativ.

Figur 2 illustrerar arbetsgången vid fläktupphandling. I kapitlet "Kravspecifikation" finns många av de uppgifter som beställaren ska lämna samt de krav du kan ställa på fläktleverantören.



Figur 2. Arbetsgång vid fläktupphandling.

Reglermetoder

Volymflödet genom en fläkt kan regleras på olika sätt.

Med stryp- eller spjällreglering kan du ändra motståndet i fläktkanalen och på så sätt variera flödet inom vissa gränser. Reglermetoden är enkel och billig, men energimässigt ogynnsam.

Med remdrift av radialfläktar kan du ändra utväxlingen mellan motor och fläkt i steg. Även denna reglermetod är enkel, men förlusterna i kraftöverföringen är inte försumbara.

Varvtalsreglering ofta bra alternativ

Det mest energieffektiva sättet att styra en fläktdrift är genom kontinuerlig anpassning av fläktvarvtalet efter behovet. Det kan till exempel ske med hjälp av en givare som känner av den aktuella reglerparametern och ger en styrsignal till en elektronisk frekvensomriktare. Tänk dock på att en frekvensomriktare kan orsaka nätstörningar.

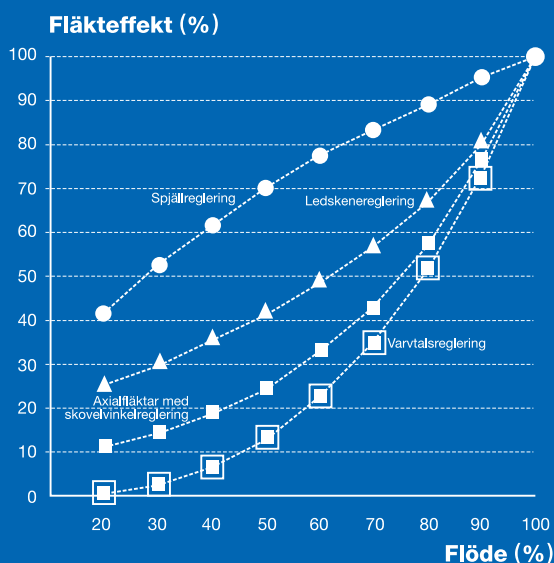
En annan metod att styra flödet är att installera en ställbar ledskenapparat i fläktinloppet. Den får gasflödet att rotera i samma riktning som fläkthjulet, vilket ger ett minskat volymflöde med mindre förluster än vid spjällreglering. Detta medför också en viss strypning av flödet.

För axialfläktar kan skovelvinkeln varieras för att åstadkomma önskad flödesvariation. Det kan ske enligt två principer:

- Skovlar som är omställbara då fläkten står still. Denna konstruktion kan kombineras med varvtalsstyrning.
- Skovlar som kan regleras under drift. Denna lösning bör ej kombineras med varvtalsstyrning.

Det är även möjligt att utnyttja motorer med tvåhastighetsdrift. I vissa fall kan det vara gynnsamt, till exempel vid forcering av luftflöde för kylning.

Figur 3 visar hur effektbehovet beror av volymflödet vid olika reglermetoder.



Figur 3. Relativt effektbehov för fläktdrift med olika reglermetoder.

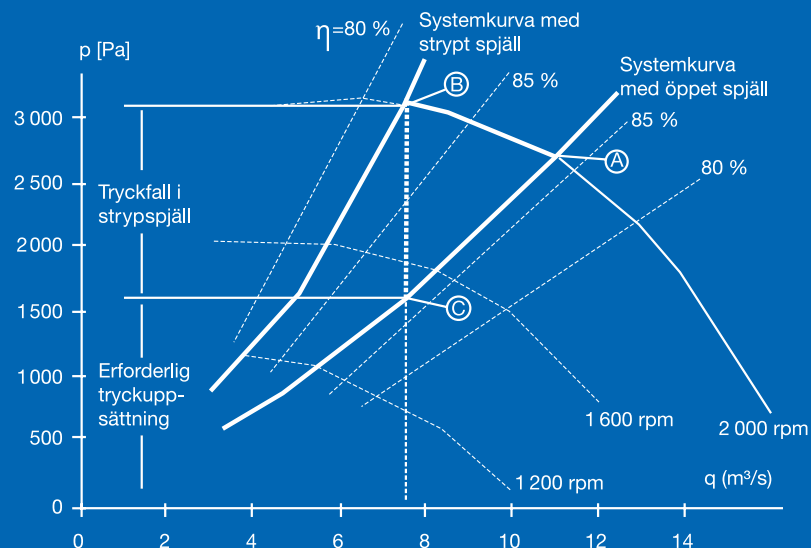
Konsekvensen av att reglera flödet genom strypning i en radialfläkt illustreras schematiskt i figur 4. Är fläktvarvtalet 2 000 rpm så definieras arbetspunkten A av skärningen mellan fläktkurvan och systemkurvan (anläggningslinjen). Genom att strypa flödet och på så sätt öka ledningsmotståndet flyttas arbetspunkten utefter fläktkurvan till punkten B. Flödet har då minskat från 11 m³/s till 7,5 m³/s. Tryckfallet över strypspjället representeras av sträckan B-C. Minskas varvtalet från 2 000 till cirka 1 350 rpm kan samma flödesminskning nås utan tryckfallsförluster.

Energiförlusterna som orsakas av tryckfallet över strypspjället är praktiskt taget lika stora som den fläktenergi som krävs vid varvtalets reglering i exemplet. Det kan därför finnas skäl att kritiskt granska energianvändningen i strypreglerade fläktsystem.

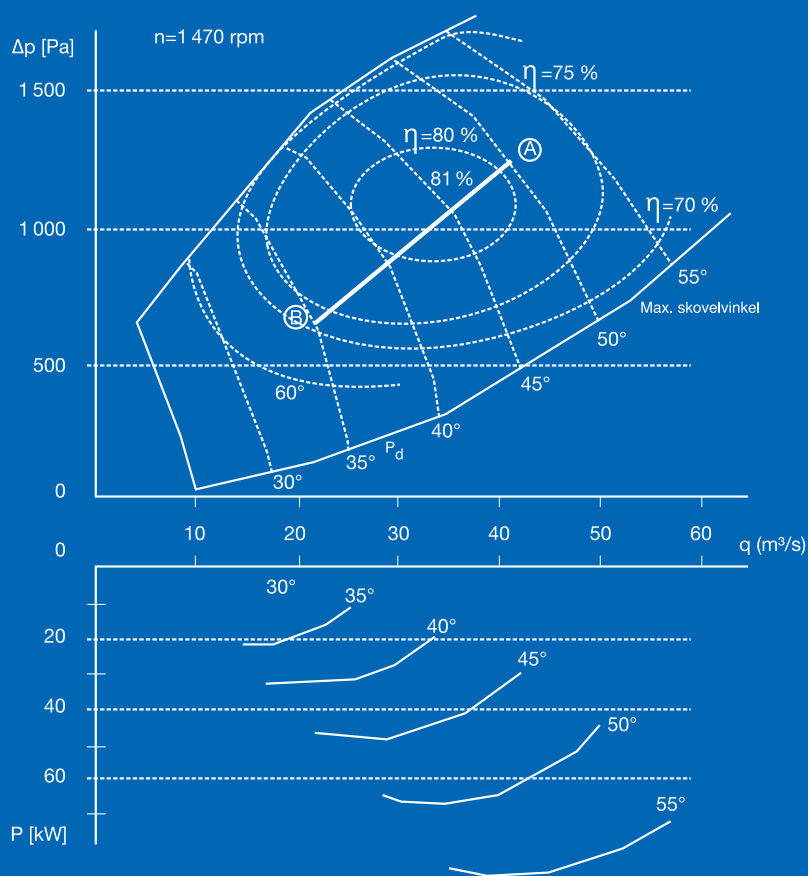
För axialfläktar anges fläkt-diagram vanligen på det sätt som illustreras i figur 5. Diagrammet är givet för ett visst varvtal. Flödet kan regleras genom ändring av skovelvinkeln. I figurens exempel halveras flödet genom att skovelvinkeln ändras från 50° till 35°, varvid arbetspunkten flyttas från A till B. Effektbehovet minskar från cirka 65 till 20 kW.

Spjällreglering av axialfläktar kan tillämpas i ett begränsat reglerområde, från cirka 80 till 100 procents flöde. I många fall ökar fläkthjulseffekten då flödet stryps. Metoden är därför ogynnsam ur energisynpunkt.

Vill du hålla energiförlusterna på en så låg nivå som möjligt är reglering av varvtalet att rekommendera. För att beräkna energibehovet vid olika varvtal behöver du kompletterande uppgifter från fläktleverantörerna om hur verkningsgraden beror av varvtalet i det aktuella arbetsområdet.



Figur 4. Tryckförluster vid reglering med strypspjäll.



Figur 5. Fläktdiagram för axialfläkt.



Välj med hjälp av LCC-kalkyl

När de flödes- och tryckmässiga kraven på fläkten är fastställda så återstår att handla upp utrustningen. En offertförfrågan tas fram och sänds till aktuella offertgivare. Offerterna som sedan kommer tillbaka ska vara baserade på uppgifter från både dig som beställare och leverantören. I kapitlet "Kravspecifikation" finns olika uppgifter som bör ingå i en offert.

Tänk igenom så långt som möjligt vilket behov det nya fläktsystemet ska tillgodose. Nödvändigt gas- eller luftflöde, tryckuppsättning, utnyttjandetid och en rad andra uppgifter bör definieras.

Inkomna offerter ska sedan värderas. Energikostnaderna under fläktens livslängd är i regel mycket större än investeringskostnaden som tidigare påpekats, se figur 1. Gör du den ekonomiska värderingen av offerterna med hjälp av beräknad livscykelkostnad (LCC), så ligger de totala kostnaderna under fläktdriftens livslängd till grund för valet av fläkt.

Hur beräknas LCC?

De viktigaste komponenterna är:

- Energikostnader under fläktens livslängd
- Investeringskostnader för fläktsystemet
- Underhållskostnader (inklusive stilleståndskostnader) under fläktens livslängd.

Energi- och underhållskostnader kommer att variera under årens lopp. Det är mycket svårt att förutsäga hur stora variationerna blir. För enkelhets skull antas att kostnaderna för elenergi och underhåll är lika stora varje år. Energi- och underhållskostnaderna under fläktens livslängd, kanske 15 år, räknas sedan om till dagens värde med hjälp av den så kallade nusummefaktorn. De kan då jämföras med investeringskostnaderna som uppstår första året.

Nusummefaktorn bestäms av fläktens ekonomiska livslängd n (år) och av kalkylräntan r_k (angiven i procent).

$$\text{Nusummefaktorn} = [1 - (1 + 0,01 \times r_k)^{-n}] / (0,01 \times r_k)$$

Nusummefaktorns värde vid olika kalkylräntor och ekonomiska livslängder framgår av figur 6 och tabell 1 på sid 12.

Formeln för att beräkna livscykelkostnaden (LCC) är:

$$LCC_{\text{tot}} = \text{investering} + LCC_{\text{energi}} + LCC_{\text{underhåll}}$$

$$LCC_{\text{energi}} = \text{årlig energikostnad} \times \text{nusummefaktorn}$$

$$LCC_{\text{underhåll}} = \text{årlig underhållskostnad} \times \text{nusummefaktorn}$$

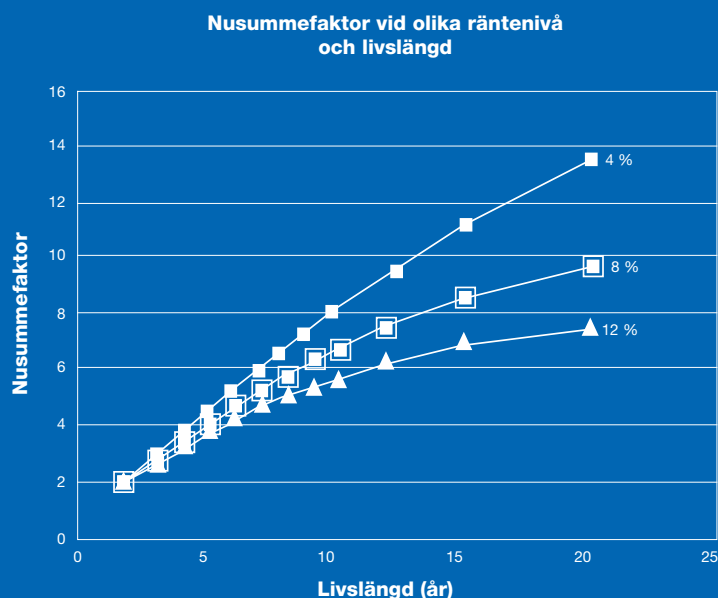
Utförligare beskrivning av hur du beräknar LCC finns i referens 1. Där framgår även hur du kan ta hänsyn till förväntad reell årlig energiprisökning. Förväntas till exempel energipriset öka med 2 procent per år, så minskar du den antagna kalkylräntan med 2 procent vid beräkning av nusummefaktorn. På motsvarande sätt kan hänsyn även tas till årliga procentuella ökning av underhållskostnaderna.

Exempel:

Olika alternativ för reglering av en avgasfläkt analyserades vid en energikartläggning vid Wargöns Bruk. I den befintliga installationen reglerades fläkten med en ledskenapparat vilket innebar relativt stora energiförluster. Det framgår av tabellen nedan som visar erforderligt flöde och tryck under ett driftår. Två olika alternativ analyseras. Den befintliga installationen jämfördes med elektronisk varv-
talsreglering av fläktdriften.

Tabellen nedan visar den motoreffekt och energianvändning som krävs då fläktvarvtalet hålls konstant och flödestyrningen sker med ledskenor. Tabellen visar också motoreffekt och energianvändning om flödestyrningen sker med hjälp av frekvensomriktare.

Figur 6 visar att en låg räntenivå leder till högre värden på nusummefaktorn. Det betyder att nuvärdet blir högre på framtida kostnader för energi och underhåll. I tabell 1 redovisas värdet på nusummefaktorn för ett antal olika livslängder och räntenivåer.



Figur 6. Nusummefaktorn som funktion av livslängden vid tre olika räntenivåer.



Flöde	Tryckuppsättning	Tid	Ledskenereglering		Varvtalsstyrning	
			Motoreffekt	Energianvändning	Motoreffekt	Energianvändning
[m ³ /s]	[Pa]	[h/år]	[kW]	[MWh]	[kW]	[MWh]
23	3 400	1 260	135	170	121	152
15,5	1 550	6 720	92	618	38	255
10	640	420	83	35	10	4
SUMMA				823 MWh		411 MWh

I exemplet antas att energipriset är 0,3 kr/kWh, den ekonomiska livslängden 10 år och räntenivån 5 procent. Se nästa sida för två kostnadsalternativ.

Alternativ 1.

Fortsatt drift med befintlig ledskenereglering.

Energikostnad per år	
$823\,000 \times 0,3 \text{ kr} = 247\,000 \text{ kr}$	
Underhållskostnad per år	8 000 kr
Summa driftkostnader	255 000 kr

Nuvärdet av de sammanlagda energi- och underhållskostnaderna under den ekonomiska livslängden 10 år och med räntenivån 5 procent beräknas med nusummefaktorn 7,72 (se tabell 1) till
 $LCC = 7,72 \times 255\,000 \text{ kr} = 1\,969\,000 \text{ kr}$

Med en tilläggsinvestering på 192 000 kr så minskar de årliga driftkostnaderna med 122 000 kr. Detta motsvarar en minskning av de totala livscykelkostnaderna under en 10-årsperiod med 750 000 kr.

Användning av LCC-kalkyler vid jämförelser mellan olika tekniska lösningar leder i allmänhet till att effektiviteten i utrustningen, och därmed energikostnaderna, värderas mer korrekt än när beställaren utan ytterligare analys väljer den leverantör som erbjuder lägst pris.

Alternativ 2. Varvtalsstyrning.

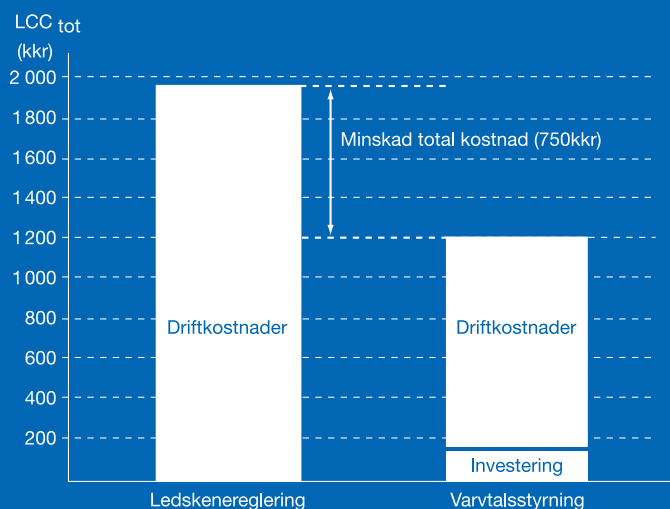
Frekvensomriktare inklusive montage

(investeringskostnad)	192 000 kr
Energikostnad/år	
$411\,000 \times 0,3 \text{ kr} = 123\,000 \text{ kr}$	
Underhållskostnad/år	10 000 kr
Summa driftkostnader	133 000 kr
$LCC = 192\,000 + 7,72 \times 133\,000 \text{ kr} = 1\,219\,000 \text{ kr}$	

Figur 7 visar schematiskt hur livscykelkostnaderna för ledskenereglering respektive varvtalsreglering fördelar sig på investering och driftkostnader. Av bilden framgår att du kan reducera driftkostnaderna avsevärt med en begränsad investering i en varvtalsstyrutrustning.

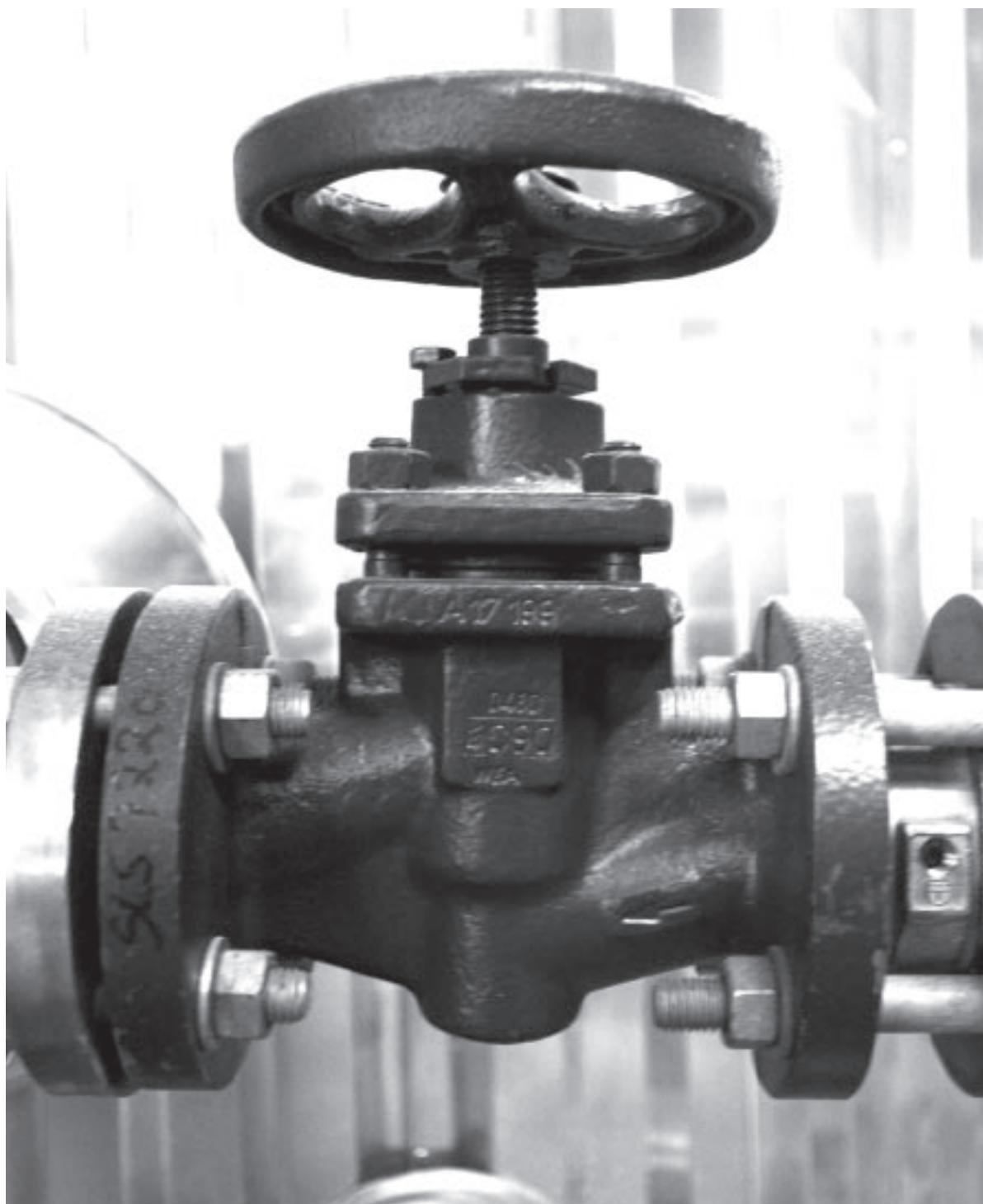
Nusummefaktor												
År	Kalkylränta i procent											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
2	2,00	1,97	1,94	1,91	1,89	1,86	1,83	1,81	1,78	1,76	1,74	1,63
3	3,00	2,94	2,88	2,83	2,78	2,72	2,67	2,62	2,58	2,53	2,49	2,28
4	4,00	3,90	3,81	3,72	3,63	3,55	3,47	3,39	3,31	3,24	3,17	2,85
5	5,00	4,85	4,71	4,58	4,45	4,33	4,21	4,10	3,99	3,89	3,79	3,35
6	6,00	5,80	5,60	5,42	5,24	5,08	4,92	4,77	4,62	4,49	4,36	3,78
7	7,00	6,73	6,47	6,23	6,00	5,79	5,58	5,39	5,21	5,03	4,87	4,16
8	8,00	7,65	7,33	7,02	6,73	6,46	6,21	5,97	5,75	5,53	5,33	4,49
9	9,00	8,57	8,16	7,79	7,44	7,11	6,80	6,52	6,25	6,00	5,76	4,77
10	10,00	9,47	8,98	8,53	8,11	7,72	7,36	7,02	6,71	6,42	6,14	5,02
15	15,00	13,87	12,85	11,94	11,12	10,38	9,71	9,11	8,56	8,06	7,61	5,85
20	20,00	18,05	16,35	14,88	13,59	12,46	11,47	10,59	9,82	9,13	8,51	6,26

Tabell 1. Nusummefaktorn vid olika kalkylräntor och ekonomiska livslängder.



Figur 7. Livscykelkostnaderna under en 10-årsperiod vid ledskene- respektive varvtalsreglering av fläkt.





Kravspecifikation

Här följer ett antal krav som med fördel kan användas som en del av offertförfrågan inför en fläktupphandling. Kraven är av teknisk, systemmässig och ekonomisk natur. De är skrivna så att en väl fungerande kommunikation mellan beställare och leverantör upprättas. Det krävs för att den färdiga fläktinstallationen ska bli effektiv och driftsäker.

Allmänna krav

Varje offert ska innehålla en LCC-kalkyl med:

- Investeringskostnader för fläktsystemet
- Nuvärde av beräknade energikostnader under fläktsystemets ekonomiska livslängd
- Nuvärde av beräknade underhållskostnader under fläktsystemets ekonomiska livslängd.

Principerna för en LCC-kalkyl framgår i förenklad form i kapitlet ”Välj med hjälp av LCC-kalkyl” och i mer detaljerad form i referens 1.

I tabell 2 på nästa sida framgår vilka uppgifter som krävs för att offertgivaren eller leverantören ska kunna göra en LCC-kalkyl. I tabellen anges även de uppgifter du som beställare måste lämna redan i offertförfrågan.

Fläktar för komfortändamål

Anvisningar finns i referens 1 för upphandling av fläktar för komfortventilation. Eleffektivitet anges i kvalitetsklass VAS (Ventilation Air Conditioning System). VAS 1500 innebär till exempel att den specifika fläkteffekten är högst 1,5 kW/m³/s.

Processfläktar

Verkningsgrader för fläktar i allmänhet diskuteras i bilaga 1. För radialfläktar gäller att totalverkningsgraden i hela driftområdet inte får understiga de värden som anges i VVS AMA 98 (se bilaga 1).

Sker reglering av fläktdriften genom strypning får elenergiförlusterna genom spjällregleringen ej överstiga 15 procent i genomsnitt.

Utgörs kopplingen mellan motor och fläkt av kilremstransmission ska verkningsgraden för denna transmission inte underskrida 95 procent om fläkteffekten är större än 10 kW.

I offerten ska leverantören:

- Redovisa hur det förebyggande underhållet ska genomföras
- Redovisa hur dokumentationen av underhållsåtgärder ska göras, för att underlätta uppföljning och kontroll
- Lämna garantier för LCC-kalkylens giltighet under den ekonomiska livslängden.

Upptäcker offertgivaren att köparen inte tänkt på att varvtalsstyrning kan vara en ekonomiskt fördelaktig möjlighet i offertförfrågan, så ska offertgivaren göra köparen uppmärksam på det. Offertgivaren ska även kunna lämna en offert på utrustning för varvtalsstyrning efter överenskommelse med köparen.

Uppgifter i offerten

Investeringar	Leverantör	Beställare
Anskaffningspris för utrustning	x	
Pris på montage och installation etc.	x	
Pris på förråd, reservdelar, förbrukningsmaterial	x	

Drift och underhåll, kostnader per år

Underhåll:		
förebyggande, mantimmar/år	x	
avhjälpande, mantimmar/år	x	
Arbetskostnader, kr/mantimme		x
Förbrukningsmaterial, kr/år	x	
Summerade underhållskostnader, kr/år	x	
Effektbehov vid respektive lastfall, kW	x	
Drifttid för respektive lastfall, tim/år		x
Totalt energibehov, kWh/år	x	
Energipris, kr/kWh		x
Totala energikostnader, kr/år	x	
Stilleståndskostnader, kr/timme		x
Stilleståndskostnader, kr/år	x	
Övriga kostnader för drift och underhåll, kr/år	x	x

Underlag nuvärdeskalkyl

Kalkylränta, procent		x
Antagen årlig energiprisökning, procent		x
Ekonomisk avskrivningstid, år		x

Tabell 2. Uppgifter som tas fram av beställare respektive leverantör som underlag för LCC-kalkyl.

Beställarens uppgifter i offertförfrågan:

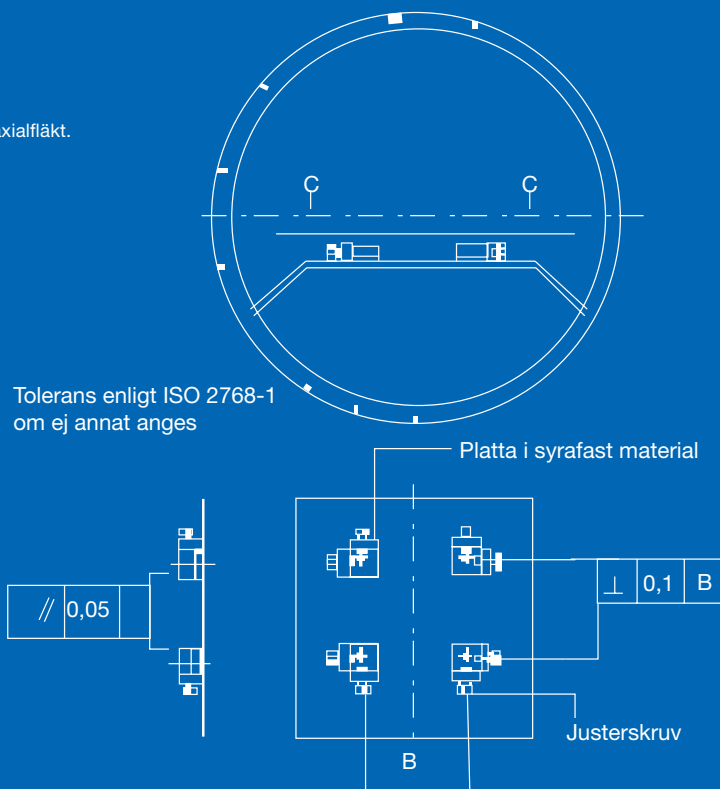
1. Gasens mediebeteckning och sammansättning.
Förekomst, typ och halt av föroreningar.
2. Gasens temperatur och densitet vid fläktinloppet.
3. Statiskt tryck vid fläktinloppet samt atmosfärstryck.
4. Volymflödet vid fläktinloppet.
5. Fläktens totala tryckuppsättning vid den densitet som gasen har vid fläktinloppet. Uppgift om anslutningar, stosas och motflänsar på in- respektive utloppssidan.
6. Uppgift om placering av fasta mätidon eller plats för momentan mätning av tryck, flöde och temperatur.
Leverantören anmodas i annat fall lämna förslag på det.

7. Krävs flera arbetspunkter ska data anges för samtliga enligt ovan.
8. Behov av gnistsäker konstruktion, eventuella täthetskrav på grund av gasens giftighet eller andra skäl.
9. Krav på material och utförande avseende fläkthjul, kåpa, stativ, skruvar, muttrar etc. Eventuella krav på beläggning med kompositmaterial för att minimera friktionsförluster och korrosionsrisker.
10. Krav på drivning av fläkten (direktdrift, remdrift, koppling).
11. Krav på drivmotor: Helkapslade, kortsluna 3-fas asynkronmotorer enligt SS-EN 50347. Motorverkningsgrad motsvarande klass eff1, se referens 2. Krav på variabelt eller fixerat varvtal. Krävs högre kapslingsklass än motsvarande minimikravet IP 54 ska detta anges särskilt.
12. Krav på ledskenor för reglering av fläkten. Krav på reglerbarhet av skovlar under drift eller vid driftstopp.
13. Är ljudtrycksnivån som beställaren kräver lägre än den som specificeras av Arbetsmiljöverket ska detta anges.
14. Anvisning om inspektionsluckans placering och hanterbarhet.
15. Specificering av krav på målning och typ av ytbehandling.

Leverantörens uppgifter i offerten

16. Redovisning av fläktdiagram för föreslagen fläkt med aktuellt medium och vid aktuell temperatur. Uppgift om hur fläktens prestanda verifieras (referens ISO 5801, AMCA 210-85 eller BS 848).
17. Redovisning av total ljudeffektnivå samt ljudeffekt uppdelat på oktavband. Jämförelse med köparens krav.
18. Lyftöglornas placering med hänsyn till att fläkten ska ha jämvikt vid lyft.
19. Uppgifter om fläktverkningsgrader i angivna arbetspunkter. Redovisning i diagramform.
20. Uppgifter om transmissionsverkningsgrader samt verkningsgrader för motor och eventuell varvtalsreglerutrustning vid 1/4, 2/4, 3/4 och 1/1 last.

Figur 8. Platta för montage av axialfläkt.



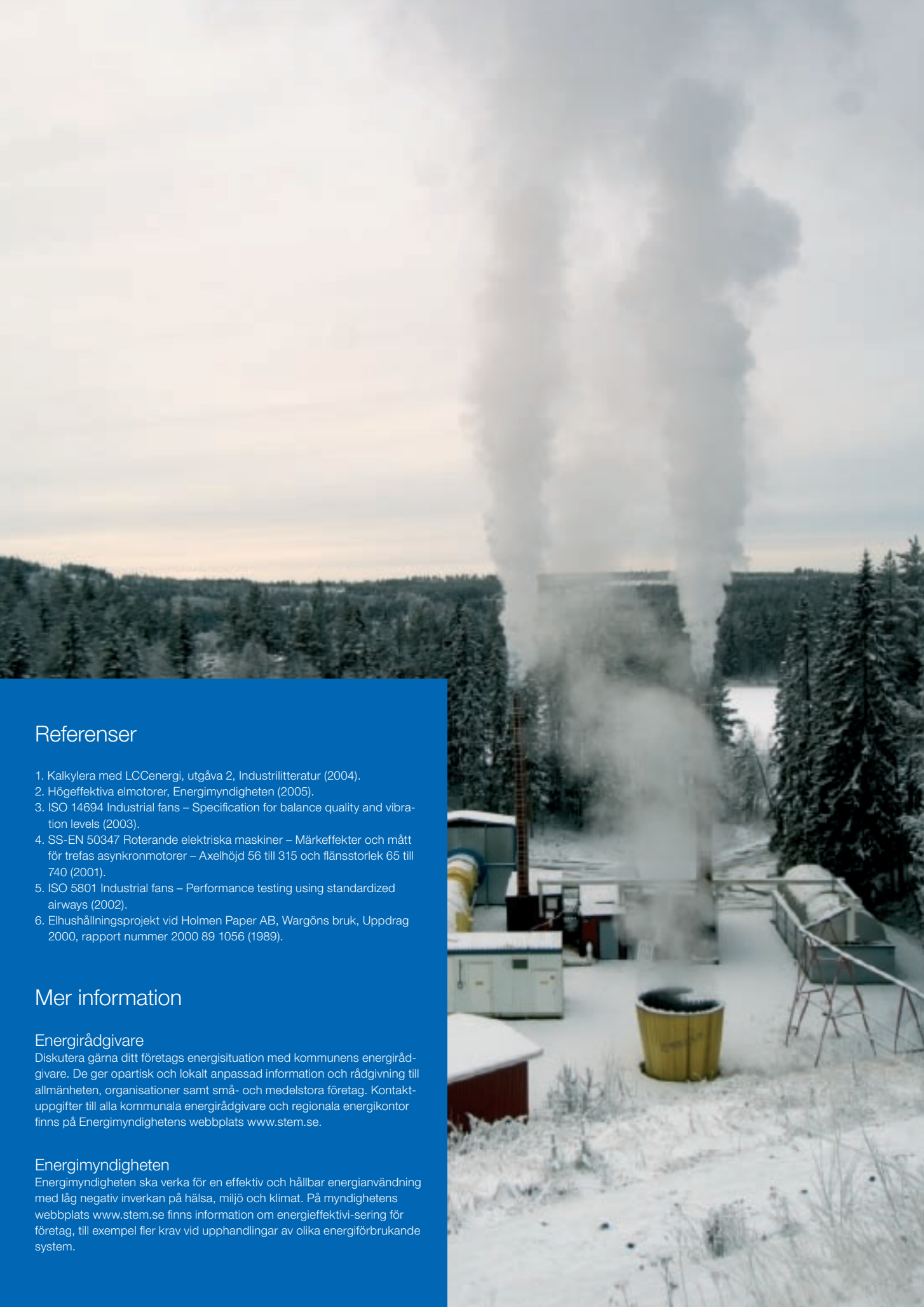
21. Utförande och montage:

1) Radialfläktar

- Fläkt hjulen ska vara självrensande eller kunna rengöras på plats utan demontage (stoftinnehållande gas).
- Inspektionslucka ska finnas för besiktning och rengöring av fläkten. Placeras efter köparens anvisningar.
- Väl fungerande dränering av fläkthuset ska finnas.
- Fläkt hjulet ska kunna demonteras utan demontering av kåpan.
- Installation för vibrationsövervakning ska vara förberedd för såväl motor som fläkt.
- Som underlag för vibrationsbedömningar ska ISO 14694 användas, med angivande av vibrationsdata och erforderliga garantier.
- Kåpa i stabilt utförande.
- Motorfästet ska ha ett stabilt utförande, till exempel U-balkskonstruktion.

2) Axialfläktar

- Utanpåliggande CEE-motorintag med skyddsbjgel ska finnas för elanslutningen.
- Motorfästet ska ha ett stabilt utförande, exempelvis enligt figur 8. Justerklackar kan främst vara av intresse för mycket stora fläktar.
- Installation för vibrationsövervakning för såväl motor som fläkt ska vara förberedd.
- ISO 14694 ska användas som underlag för vibrationsbedömningar med angivande av vibrationsdata och med erforderliga garantier.



Referenser

1. Kalkylera med LCCenergi, utgåva 2, Industrilitteratur (2004).
2. Högeffektiva elmotorer, Energimyndigheten (2005).
3. ISO 14694 Industrial fans – Specification for balance quality and vibration levels (2003).
4. SS-EN 50347 Roterande elektriska maskiner – Märkeffekter och mått för trefas asynkronmotorer – Axelhöjd 56 till 315 och flänsstorlek 65 till 740 (2001).
5. ISO 5801 Industrial fans – Performance testing using standardized airways (2002).
6. Elhushållningsprojekt vid Holmen Paper AB, Wargöns bruk, Uppdrag 2000, rapport nummer 2000 89 1056 (1989).

Mer information

Energirådgivare

Diskutera gärna ditt företags energisituation med kommunens energirådgivare. De ger opartisk och lokalt anpassad information och rådgivning till allmänheten, organisationer samt små- och medelstora företag. Kontaktuppgifter till alla kommunala energirådgivare och regionala energikontor finns på Energimyndighetens webbplats www.stem.se.

Energimyndigheten

Energimyndigheten ska verka för en effektiv och hållbar energianvändning med låg negativ inverkan på hälsa, miljö och klimat. På myndighetens webbplats www.stem.se finns information om energieffektivisering för företag, till exempel fler krav vid upphandlingar av olika energiförbrukande system.

Bilaga 1: Verkningsgrad för fläktssystem

Verkningsgraden för ett fläktssystem bestående av fläkt, transmission och elmotor beräknas enligt.

$$\eta_{\text{total}} = \eta_{\text{fläkt}} \times \eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{transmission}} \times \eta_{\text{flödesreglering}}$$

I Sverige finns inga bestämmelser om minimivärden på verkningsgrader för fläktar. I den frivilligt tillämpade VVS AMA 98 anges dock minimivärden på totalverkningsgrader där den aktiva eleffekten är > 3 kW (klass B) enligt tabell 1 nedan. Enligt VVS AMA 98 ska fläktens totalverkningsgrad inte underskrida de angivna värdena i tabellen inom det av tillverkaren rekommenderade driftområdet.

Totalverkningsgrad

Fläkttyp	Minimivärde
Radialfläkt med bakåtriktade, bakåtböjda skovlar	70 %
Radialfläkt med framåtriktade, framåtböjda skovlar (trumhjul)	50 %
Radialfläkt med raka, radiella skovlar	50 %
Tvärströmsfläkt	55 %
Radialfläkthjul (utan spiralkåpa)	60 %
Axialfläkt i kanal	60 %
Axialfläkt, icke kanalansluten	55 %

Tabell 1. Minimivärden på totalverkningsgrader enligt VVS AMA 98.

Fläktverkningsgraden för radialfläktar beräknas med hjälp av leverantörens fläktdiagram som förhållandet mellan teoretiskt effektbefov och det i diagrammet avlästa effektbefovet för aktuell driftpunkt. För axialfläktar kan verkningsgraden i regel avläsas direkt ur fläktdiagrammet.

Verkningsgraden för kilremstransmissioner ($\eta_{\text{transmission}}$) för fläktar över 10 kW ska utgöra minst 95 procent.

Transmissionsförluster kan praktiskt taget elimineras genom direkt drift av fläktar och bör tillämpas där så är möjligt.

Uppgifter om motorverkningsgraden (η_{motor}) erhålls av respektive leverantör. Användning av högeffektiva elmotorer, klass eff1, rekommenderas. Se Energimyndighetens lista över sådana motorer i referens 2.

Krav på fläktar

Driftkostnaden för en fläktanläggning är upp till tio gånger högre än investeringskostnaden, sett till anläggningens hela livslängd.

När du handlar upp ett nytt system har du en unik möjlighet att påverka energiförbrukningen och därmed driftkostnaden under alla år som det är i bruk.

Denna broschyr innehåller krav du kan ställa vid en upphandling samt information om hur du uppnår en energieffektiv och genomtänkt systemlösning.

Broschyrserien omfattar hittills:

- Krav på fläktar
- Krav på kylaggregat
- Krav på pumpar
- Krav på tryckluftssystem

Alla trycksaker kan beställas via Energimyndighetens publikationsservice:

Energimyndigheten
Förlaget
Box 310
631 04 Eskilstuna
Telefon: 016-544 20 00
Telefax: 016-544 22 59
E-post: forlaget@stem.se

De finns även för nedladdning i PDF-format på Energimyndighetens webbplats www.stem.se.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Tel. 016-544 20 00, Fax. 016-544 20 99, www.stem.se