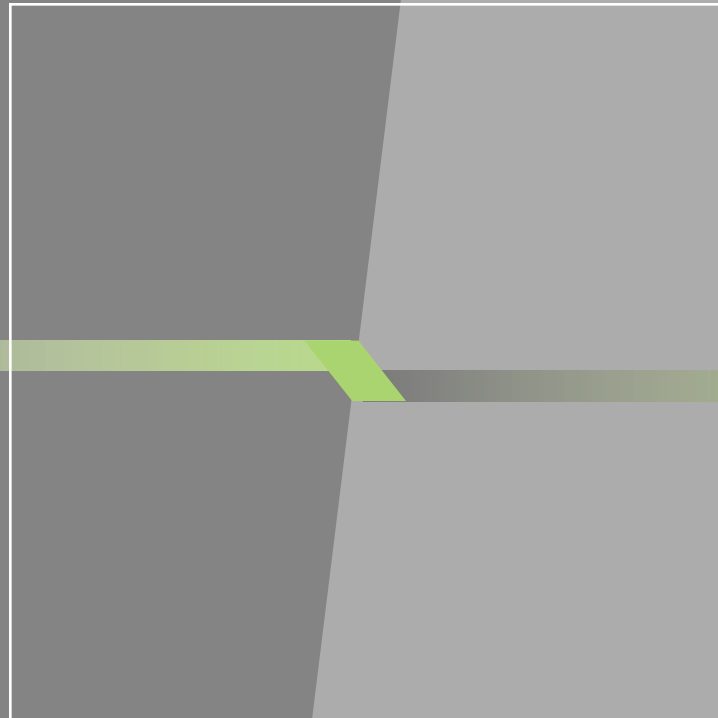


# Energibevidst indkøb:

## Ventilationsanlæg

Her er gode råd,  
der sparer energi og penge



**PROJEKT  
VÆRKTØJSKASSEN**

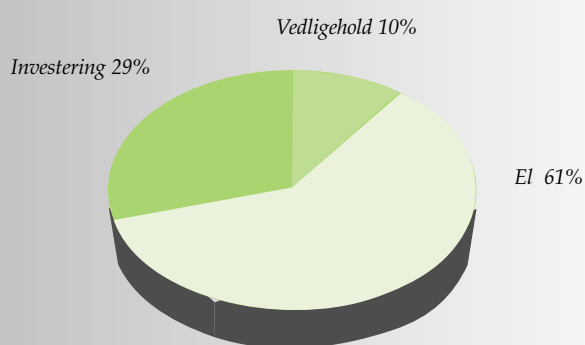
Ventilationsanlæg sikrer et godt indeklima. Det fjerner forurening og overskudsvarme og blæser erstatningsluft ind. Ventilationsanlægget bruger el til drift af ventilatorer og eventuelt varme eller kulde til at sikre en ønsket rumtemperatur. Du sparer udgifter til både el, varme og kulde ved at tænke energibevidst

- ◆ Når et ventilationsanlæg skal renoveres
- ◆ Når et helt nyt anlæg skal installeres.

Her får du nogle enkle råd om hvordan.

### Energi - den største udgiftspost

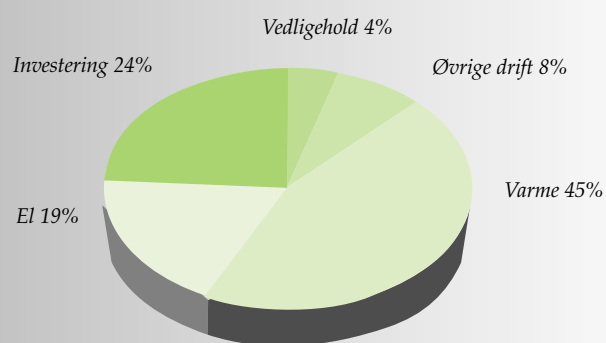
Energiforbruget udgør tit en langt større del af de samlede omkostninger end både investering og vedligeholdelse, når man vurderer over ventilationsanlæggets levetid. I figur 1 og 2 ser du en typisk fordeling af investering, drift og vedligehold over 10 år for to forskellige typer anlæg.



Figur 1

Simpelt udsugningsanlæg, som fjerner overskudsvarme.

Udsugning på 7.200 m<sup>3</sup>/h i 4.000 timer/år. Erstatningsluften opvarmes ikke.



Figur 2

Ventilationsanlæg med vidtforgrenet kanalsystem i drift 8.760 timer/år. Ind- og udsugning på 14.400 m<sup>3</sup>/h, opvarmning af erstatningsluft, varmegenvinding med virkningsgrad på 60%.

Varmeforbrugets andel er større, hvis der ikke er varmegenvinding mellem ud- og indblæsning som i figur 2. Hvis ventilationsluften bliver kølet eller befugtet før indblæsning, er energiforbruget en endnu større del af de samlede omkostninger.

Inden du køber, bør du undersøge, om der er andre løsninger, som lever op til dine krav om driftssikkerhed og kvalitet - og som totalt set er mere økonomiske. Er der f.eks. for høj fugtighed i et lokale, bør du undersøge, om du kan affugte luften i stedet for at bortventilere fugten.

Hvis du ud fra en totaløkonomisk vurdering når frem til, at ventilation er den billigste løsning, bør du undersøge, om du kan reducere behovet. Mindre behov betyder normalt mindre investering.

### Reducer behovet for ventilation, f.eks. ved at

- ◆ Kapsle forureningskilder ind.
- ◆ Bruge sugemundstykker med flanger.
- ◆ Skærme af for solen.
- ◆ Bruge renere teknologi. Undgå f.eks. brug af flygtige opløsningsmidler.

Er det nødvendigt at varme ventilationsluften op, bør det i størst mulig omfang ske ved at genvinde varme fra udsugningsluft, køleanlæg, trykluftanlæg eller procesudstyr.

### Når du køber

Når du køber, har du gode muligheder for at reducere energiforbruget og optimere anlæggets totaløkonomi.

#### 1. Vælg anlæg med lavt tryktab

Anlægget bør have et lavt tryktab. Begræns trykfaldet i kanalsystemet til 1 Pa pr. meter kanal. Stil krav til din leverandør om, at kanalbøjninger, ind- og udblæsningsarmaturer, filtre m.m. har lave tryktab.

I ventilationsaggregatet - og i tilslutningen af det - er der ofte store tryktab. Jo større aggregat, jo mindre internt tryktab og - normalt - jo bedre ventilatorvirkningsgrad. Derfor kan det tit betale sig at købe et aggregat, der er et eller to numre større end det mindst mulige.

I komfortventilationsanlæg bør du begrænse hastigheden gennem aggregatet til 1,5-2,5 m/s. I industrielle udsugningsanlæg, der fjerner tungere partikler som savsmuld, kornstøv, støv fra sandblæsning osv, bestemmer disse partikler hastigheden.

Kræv, at din leverandør optimerer varme/køleflader og varmevekslere, så tryktabet minimeres i forhold til de opnåede temperaturer. Det ideelle er, at tryktabet ikke overstiger

- |               |        |                        |        |
|---------------|--------|------------------------|--------|
| ◆ Varmeflader | 40 Pa  | ◆ Varmevekslere        | 125 Pa |
| ◆ Køleflader  | 100 Pa | ◆ Filtre (grundfiltre) | 50 Pa  |

#### 2. Vælg ventilator med høj virkningsgrad

Ventilatorens virkningsgrad afhænger af størrelse, type og fabrikat. Men virkningsgraden afhænger også af, hvor tæt det aktuelle arbejds punkt ligger på ventilatorens optimale arbejds punkt. Få tilbud fra flere forskellige leverandører og gå efter ventilatorvirkningsgrader som anbefalet i tabel 1 på bagsiden.

Centrifugalventilatorer med B-hjul (bagudbøjede skovle) har højere virkningsgrad end F-hjul (fremadbøjede skovle). Brug kun fremadbøjede skovle, hvis f.eks. spjældregulering eller andre forhold kræver det. I industrielle udsugningsanlæg bestemmer typen af forurening, hvilke hjul du bør vælge.

### 3. Vælg remtræk med høj virkningsgrad

Ventilatorer er tit forsynet med remtræk for at få det rette forhold mellem ventilatorens og motorens omdrejningstal. Kileremtræk med små remskivediametre har relativt store tab. Vælg tandremme, fladremme eller formfortandede kileremme med store skivediametre, f.eks. større end 200 mm, hvor det er muligt.

### 4. Vælg motor med høj virkningsgrad

Vælg en energieffektiv motor til at drive ventilatoren. Køber ventilationsanlægget mere end 4.000 timer om året, har du tjent merprisen hjem inden for de første par år. Læs eventuelt mere i "Elmotorer" fra Projekt Værktøjskassen.

Det er vigtigt, at ventilatorens omdrejningstal ikke øges med en ny motor, da det betyder større elforbrug. Det kræver måske en udskiftning af remtrækket.

### 5. Vælg varmeveksler med høj virkningsgrad

Du kan spare op til 80% af forbruget til opvarmning af ventilationsluften ved at varmeveksle indblæsningsluft med udsugningsluft. Der er flere typer vekslere med forskellige virkningsgrader og priser. Tabel 2 på bagsiden viser anbefalede temperaturvirkningsgrader for forskellige typer vekslere.

### 6. Vælg energieffektiv regulering

Effektiv styring og regulering giver ofte de største energibesparelser. Vælg en effektiv regulering, der netop dækker behovet for luftmængde, temperatur og fugtighed.

Behovet er tit forskelligt sommer og vinter, i og uden for arbejdstiden, men kan også variere i løbet af arbejdstiden.

#### Start og stop

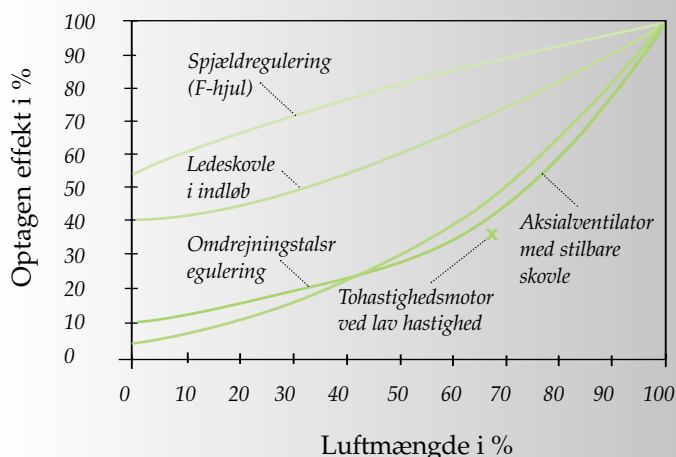
Udsugningsanlæg bør have automatisk start og stop, som er koblet på det udstyr, det skal fjerne forurening eller over-skudsvarme fra. Komfortventilationsanlæg bør have f.eks. urstyring, hvor du kan kode driftstiderne ind for de enkelte ugedage, eventuelt fordelt på sommer og vinter.

#### Eksempel:

##### Indkøb af en ny ventilator

Ventilatoren skal levere 3,5 m<sup>3</sup>/s ved et statisk trykfald på 1.000 Pa. Anlægget skal være i drift 5.500 timer om året. Den gennemsnitlige elpris er 0,45 kr./kWh. Der er ikke forskel i vedligeholdelsesudgifter eller omkostninger til egen tid ved de to løsninger. Den ene løsning har F-hjul, den anden B-hjul. Selv om udgiften her og nu er 3.100 kr. mindre til F-hjul, vil virksomheden over ti år have sparet 30.800 kr. ved at vælge løsningen med B-hjul. Tilbagebetalingstiden er ca. 1 år.

	F-hjul	B-hjul
Investering	kr. 19.500	22.600
Energjudgifter over 10 år	kr. 165.300	131.400
<b>Totalomkostning over 10 år</b>	<b>kr. 184.800</b>	<b>154.000</b>



Figur 3

Relativ effekt ved forskellige reguleringsformer. Baseret på "Håndbog i energirådgivning. Bind 4 Ventilation". Danske Elværkers Forening 1992. Bemærk, at 100% effektbelastning kan svare til forskellige kW'er for forskellige systemer.

### Regulering af luftmængden

I industrielle udsugningsanlæg kan du regulere luftmængden efter behov, f.eks. ved hjælp af temperaturfølere, hygrometre, koncentrationsmålere eller indirekte faktorer som emnestørrelser. I komfortventilationsanlæg bør du også regulere luftmængden, hvis behovet varierer. Normalt er det nok med to luftmængder, f.eks. "dag" og "nat". Reguleringen kan ske med en tohastighedsmotor, som styres af et ur.

Figur 3 viser effektbelastningen ved forskellige former for regulering, afhængig af luftmængden. Den mest økonomiske reguleringsform afhænger af anlæggets størrelse, årlig driftstid og af, hvordan behovet varierer i løbet af driftstiden. Er behovet i perioder under 85% af fuld luftmængde, bør du overveje omdrejningstalsregulering eller for aksialventilatorer med store luftmængder skovleregulering.

### Regulering af indblæsningstemperatur

I anlæg, hvor indblæsningsluften varmes op, bør temperaturen i rummet automatisk sænkes uden for produktionstiden.

#### Eksempel:

##### Energieffektiv ventilator til udsugning fra stinkskabe

Novo Nordisk i Måløv har sammen med sit rådgivende ingeniørfirma undersøgt mulighederne for at reducere energiforbruget i forbindelse med udvidelse af ventilationen fra stinkskabene.

Undersøgelsen viste, at det kunne betale sig at købe aggregatet uden ventilatoren og selv indbygge en lavenergiventilator. Ventilatorvirkningsgraden blev hævet fra 75% til 84%, og den nødvendige installerede motoreffekt blev reduceret fra 18,5 kW til 15 kW. Merprisen for lavenergiventilatoren blev 12.000 kr. Elbesparelsen er gjort op til 20.000 kWh/år - svarende til 8.000 kr./år.

Tilbagebetalingstiden blev 1,5 år.

Samtidig er udgifterne til vedligehold reduceret, fordi lavenergiventilatoren er direkte drevet, mens en standardventilator ville have haft remtræk. Løsningen har også et væsentligt lavere lydniveau.

## Tænk energibevidst, når du køber ventilationsanlæg

### Undersøg før du køber:

- ◆ Er ventilation den bedste løsning på behovet?
- ◆ Kan du reducere behovet for ventilation?
- ◆ Hvordan varierer behovet (luftmængde, temperatur og fugtighed) over døgnet og året?
- ◆ Er det muligt at genvinde varme fra f.eks. udsugningsluft, køleanlæg eller trykluftkompressor, hvis indblæsningsluften skal varmes op.

**Tabel 1: Anbefalede ventilatorvirkningsgrader**

Effekt kW	Virkningsgrad %		
	Aksial	B-hjul	F-hjul
1	65	74	57
3	75	78	62
10	85	80	65
100	90	85	70

**Tabel 2: Anbefalede virkningsgrader for varmevekslere, opgjort ved samme til- og afgangsluftstrøm, en udetemperatur på 0°C og tør varmeveksling**

Type	Anbefalede virkningsgrad %
Roterende varmeveksler	80
Dobbelt pladevarmeveksler	70
Enkelt pladevarmeveksler	60
Væskekoblet varmeveksler	55

### Sparemotorer på Internettet

Liste over Sparemotorer findes på følgende adresse: [www.sparemotor.com](http://www.sparemotor.com) eller på papir hos dit lokale elselskab

### Projekt Værktøjskassen

- ◆ Udvikler og formidler faglige værktøjer, der gør det let og effektivt at spare på energien for erhvervsvirksomheder.
- ◆ Er et forum, hvor energi eksperter og energiansvarlige i virksomheder kan udveksle viden og information om effektiv udnyttelse af energi.
- ◆ Arbejder under Industri-Energiudvalget og deltagerne er blandt andre Energistyrelsen og Dansk Industri.
- ◆ Er finansieret af Energistyrelsen via puljen om statstilskud til energibesparelser m.v. i erhvervsvirksomheder.

### “Energibevidst indkøb: “Ventilationsanlæg”

indgår i Projekt Værktøjskassens faglige værktøjer om energibevidst indkøb og er udarbejdet af Dansk Energi Analyse A/S, Jernbane Allé 45, 2720 Vanløse, telefon 38 79 70 70, fax 38 79 70 35.

Ekspedition: Miljøbutikken, Læderstræde 3, 1201 København K, telefon 33 95 40 00, fax 33 92 76 90.

## Stil krav til dine leverandører

- ◆ Få mindst to forslag til løsning, det ene mere energieffektivt end det andet. Få leverandøren til at beregne de samlede omkostninger til investering, drift og vedligehold, så du kan se tilbagebetalingstiden for den mere energieffektive løsning.
- ◆ Hvis komfortventilationsanlægget er omfattet af Bygningsreglementet, skal de foreskrevne specifikke elforbrug overholdes, dvs.:  
2,5 kJ/m<sup>3</sup> for CAV-anlæg (konstant luftmængde)  
3,2 kJ/m<sup>3</sup> for VAV-anlæg (variabel luftmængde)
- ◆ Få garanti for ydelse eller effektivitet eller få verificeret ydelse og energiforbrug før endelig aflevering.
- ◆ Tilstræb ventilatorvirkningsgraderne fra tabel 1.
- ◆ Elmotorer skal have en høj virkningsgrad. Se listen over Sparemotorer på Internettet eller i “Elmotorer” fra Projekt Værktøjskassen.
- ◆ Remtrækket bør være med tandremme, fladremme eller formfortandede kilereemme med remskivediametre større end 200 mm.
- ◆ Tryktabet i kanaler må ikke overstige 1 Pa/m kanal. Der skal monteres filtervagter.
- ◆ Hastigheden gennem ventilationsaggregatet må ikke overstige 2,5 m/s for anlæg til komfortventilation og udsugning af overskudsvarme.
- ◆ Varmevekslere skal have temperaturvirkningsgrader i henhold til tabel 2. Tryktabet over varmeveksleren må ikke overstige 125 Pa. Der skal monteres termometre før og efter varmeveksler på begge kanaler, så varmevekslerens effektivitet løbende kan overvåges.
- ◆ Trykfaldet over varmeplader må ikke overstige 40 Pa.
- ◆ Trykfaldet over køleplader må ikke overstige 100 Pa.
- ◆ Trykfaldet over grundfiltre må ikke overstige 50 Pa.
- ◆ Indregulering af hovedluftmængden skal ske ved udskiftning af remtrækskiverne til passende diametre - ikke ved at anvende spjæld.
- ◆ Der skal være automatik til start og stop, f.eks. urstyring eller opkobling til maskine eller anlæg.
- ◆ Omdrejningstalsregulering til centrifugalventilatorer skal overvejes, når behovet for luftmængde varierer og i perioder er under 85%.
- ◆ Til aksialventilatorer skal skovlregulering eller omdrejningstalsregulering overvejes, når behovet for luftmængde varierer og i perioder er under 85%.
- ◆ Der skal være automatik til at sænke eller øge indblæsningstemperaturen i perioder.



Projektsekretariatet, Lindelunden 65, 6705 Esbjerg Ø,  
telefon 75 47 04 88, fax 75 14 06 41,  
e-mail: [post@toolbox.dk](mailto:post@toolbox.dk)

Grafisk Design, Lyngby. 2. oplag, september 1999.

Tryk: DataGraf Auning AS på Svanemærket Multiart

