

Energie besparing ventilatiesysteem

Meer rendement bij lagere kosten

Team: 1

Naam: Paul Stefaan Mooij

Studienummer: 226248

Naam: Paul van den Berg

Studienummer: 226679

Samenvatting

Tegenwoordig wordt er veel gediscussieerd over Global Warming en hoe we met energiebesparing dat terug kunnen dringen. Er wordt steeds meer energie en moeite in duurzame oplossingen gestoken ook vanwege de steeds hogere kosten van energie.

Door bestaande systemen zoals ventilatiesysteem slimmer en met meer rendement te laten werken draagt dit niet alleen bij een lagere energie rekening maar ook bij een beter milieu.

Wij hebben de volgende punten onderzocht:

- Wat is nu rendement en kosten
- Bezettinggraad
- Cos Phi (ϕ) verbetering
- Systeem regelen doormiddel van sensoren en timers
- Rendement van de motoren verbeteren door vernieuwing

Oplossingen die wij vonden waren:

Luchtweerstand verbeteren

Cos Phi (ϕ) verbeteren van systeem doormiddel van condensatorbatterij

Inhoudopgave

Samenvatting.....	1
Inhoudopgave.....	2
Inleiding: het probleem.....	4
Energie verbruikt	4
Cos Phi(φ) meeting.....	6
Blindvermogen.....	6
Rekenvoorbeeld:.....	6
Centrale compensatie	9
Harmonische stromen.....	9
Dempers:.....	10
Ronde dempers.....	10
Rechthoekige dempers.....	10
Keuze van demper.....	10
Waar te plaatsen.....	11
Er kunnen ook maatregelen genomen worden om het geluidniveau lager te krijgen. Je moet dan aan de volgende eisen voldoen:.....	11
Filters:.....	12
Obstakels voor de inblaas.....	13
De ventilator.....	14
Schoepen.....	15
Achterovergebogen schoepen (B waaier):	15
Achterovergebogen rechte schoepen (P waaier):	15
Rechte radiaal schoepen (R waaier):.....	15
Voorovergebogen schoepen (F waaier):	15
Radiaalventilatoren.....	16
Axiaalventilatoren.....	16
Mixed Flow ventilatoren	16
Kruisstroomventilatoren.....	17
Ventilatorcurve.....	17
Systeemlijnen.....	18
Frequentie geregeld.....	19
Natuurlijke ventilatie.....	20
Conclusie / aanbevelingen.....	21
Cos Phi verbetering.....	21
De schoepen.....	21
De dempers.....	22
De luchtkanalen.....	22
De filters.....	22
De vrije inblaas.....	22
De frequentieregeling.....	22
Natuurlijke ventilatie.....	22
Ventilatie tijden	23
Motor reviseren.....	23
Tips:.....	23
Bronnen.....	24
Sites:.....	24
Documentatie:	24

<u>Bijlagen.....</u>	<u>25</u>
<u>Excel-sheet om kosten van blindvermogen te bepalen:.....</u>	<u>29</u>
<u>Excel-sheet om energiekosten van de luchtweerstand te bepalen:.....</u>	<u>30</u>

Inleiding: het probleem

Bevat de aanleiding en context van het probleem, de centrale vraag en een beschrijving van de randvoorwaarden voor mogelijke oplossingen.

Energie verbruikt

Uit het onderzoeksrapport van Imtech uit 2006 blijkt dat het energie verbruik van ziekenhuis elk jaar toeneemt. Dit kan te maken hebben met verschillende factoren zoals klimaat en ontwikkeling in het ziekenhuis zelf. Het elektriciteitsverbruik van waterlandziekenhuis is in de grafiek hieronder in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat 36,9% van elektriciteitsverbruik gebruikt wordt door ventilatie.

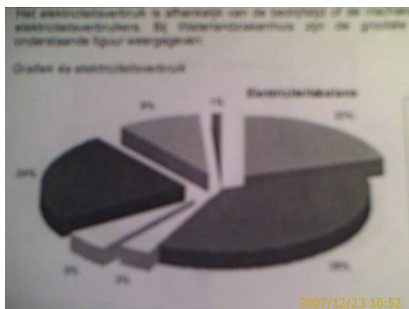


Foto grafiek blz. 12 Imtech

Verbruikt	2005	2004	
	4115579	3466538	kWh

Tabel.1 energie verbruik

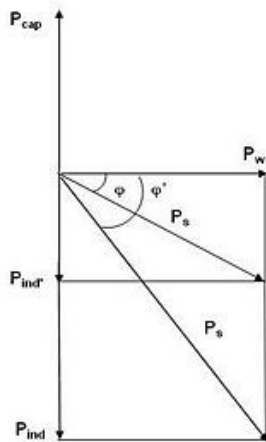
We weten dat 36,9% van de energie wordt gebruikt voor de ventilatie. Als we kijken naar het verbruik van 2005 is deze $4115579/100 \times 36,9 = 1518648,651$ kWh per jaar. De totale kosten voor de energie zijn 341300. De ventilatie is 36,9%, dus de kosten voor de ventilatie zijn: $341300/100 \times 36,9 = 125939,7$ Euro. De gemiddelde prijs per kWh was dus $125939,7/1518648,651 = 8,2929$ Cent per kWh.

Cos Phi(φ) meeting

Elektriciteitsverbruik komt doordat de luchtbehandelingkasten op elektromotoren werken deze veroorzaken een inductieve belasting waardoor de $\cos \Phi$ (φ) verandert dit wordt ook wel het blindvermogen genoemd. Ons advies is om de $\cos \Phi$ (φ) doormiddel van Condensators of condensatorbatterijen kleiner te maken.

Blindvermogen

Het werkelijke vermogen maal blindvermogen geeft totaal verbruikte vermogen ook wel in Watt of VA. Uitgedrukt. Elke elektromotor of transformator die op net wordt aangesloten heeft een werkelijk vermogen of wel wat er op de as staat.



Als de motor op net wordt aangesloten geeft dit een inductieve belasting dit komt door magnetische velden in de spoelen dit noemen we ook wel blind vermogen. De verhoudingsfactor wordt aan gegeven in $\cos \Phi$ (φ) wat de volgende formule geeft:

$$P \text{ werkelijk vermogen} = S \text{ blindvermogen} \times \cos \Phi (\varphi)$$

Compensatie van inductief blindvermogen P_{ind}
door een capacatief blindvermogen P_{cap}

Rekenvoorbeeld:

Bij dit rekenvoorbeeld zijn wij ervan uit gegaan van een asynchrone machine met $\cos = 0,70$ dit is een gemiddelde waarde voor zo machine zonder compensatie en Kosten van blindvermogen van 0,6 cent per kvarh

Woods

Type KG 250 luchtbehandelingkast

Met aangesloten vermogen van 5000 VA

De arbeidsfactor $\cos = 0,70$

Geeft met de formule:

$$\text{Beschikbaar vermogen} = \text{schijnbaar vermogen} \times \cos = 5000 \text{ VA} \times 0,70 = 3500 \text{ VA}$$

Nu verhoog je de \cos naar 0,90

$$\text{Beschikbaar vermogen} = \text{schijnbaar vermogen} \times \cos = 5000 \text{ VA} \times 0,90 = 4500 \text{ VA}$$

Wat 22,22% besparing oplevert

Het condensatorvermogen voor de verbetering moet zijn:

$$Q_c = P \cdot g \cdot 0,5$$

Met: Q_c : Compensatievermogen

P : Werkelijk afgenomen

g : Gelijktijdigheidfactor

$$Q_c = 5 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 82,5 \text{ kVAr}$$

Wat bij een bedrijf van 1000 uur al € 6,66 besparing oplevert voor een motor.

Via een cosinus Phi verbetering is mogelijk de cos Phi van een net te verhogen wat een hoop besparing kan opleveren.

Werking

Voor het verbeteren van de arbeidsfactor kan je zowel condensatoren als synchrone-motoren of asynchrone-commutator motoren gebruiken. Dit wordt echter alleen gedaan bij groot- en constant gebruik. Deze nemen namelijk alleen een voorijlende stroom op uit het net.

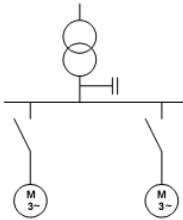
De condensator heeft echter ook voordelen: Geen onderhoud, een eenvoudige opstelling en er is geen speciale fundatie nodig. De condensatoren sluit men parallel met de belasting op het net aan.

Het mooiste is om de arbeidsfactor op 1 te krijgen maar meestal zal deze rond de 0,9 zijn. Hierbij is het schijnbare vermogen gelijk aan het werkelijke vermogen. Indien de arbeidsfactor inderdaad 1 is, dan spreekt men van volledige compensatie. Wanneer echter de condensatorstroom groter is dan de blindstroom die men probeert te reduceren, dan spreekt je van overcompensatie. Dit is ook een ongunstige situatie omdat dan de arbeidsfactor nog steeds te groot kan worden, alleen dan naar de andere kant toe. Overcompensatie is gevaarlijk voor allerlei inductieve apparatuur omdat er in inductieve apparatuur door de capacatieve stroom een negatief spanningsverlies kan ontstaan waardoor er dus een overspanning kan ontstaan. In plaats van dus spanning kwijt te raken komt er spanning bij. Hierdoor kan de apparatuur overbelast raken en verbranden met alle gevolgen van dien. Om echter overcompensatie te krijgen moet men een grotere capacatieve blindstroom hebben. Men heeft dan dus ook meer condensatoren nodig.

Compensatie methoden

Individuele compensatie

Bij individuele compensatie wordt de condensator rechtstreeks op de belasting aangesloten. Men heeft dus bij enkele of bij alle belastingen een condensator geplaatst. Het capaciteive vermogen wordt dus alleen geproduceerd als de belasting in werking is. De waarde van de condensator zal echter groter zijn, omdat er geen gebruik wordt gemaakt van de andere belastingen. Als men ook andere belastingen eraan hangt die geen blindstroom hebben, zal namelijk de arbeidsfactor groter worden omdat dan de schijnbare stroom groter wordt maar de blindstroom gelijk blijft. Om bovenstaande redenen komt individuele compensatie praktisch alleen voor in relatief grote en continu in bedrijf zijnde toestellen. Enkele voorbeelden zijn motoren boven de 15-20 kilowatt en inductieovens.



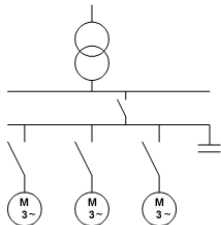
Individuele compensatie

Bij motoren waarbij de motor en de condensator gelijktijdig worden uitgeschakeld kunnen problemen ontstaan. Na het uitschakelen zal de motor nog even uitlopen. Hierbij kan hij door zelfbekrachtiging als generator gaan werken waardoor er overspanningen ontstaan. Om dit te voorkomen hoeft men maar te compenseren tot een arbeidsfactor van 0,95 na-ijlend. Hierbij is dan namelijk de condensatorstroom kleiner dan de magnetiseringsstroom van de motor.

Het blindvermogen van asynchrone draaistroommotoren neemt tussen nullast en vollast echter met circa 100% toe. Hieruit zien we dus dat bij een volledige compensatie bij vollast, er bij nullast een overcompensatie optreedt waardoor eerdergenoemde zelfbekrachtiging ontstaat. Dit kan men vermijden door motor en condensator apart te schakelen.

Groepscompensatie

Hierbij wordt een groep belastingen gecompenseerd. Dus een condensator voor meerdere belastingen. Dit heeft het grote voordeel dat de voedingskabels naar de onderverdeelinrichtingen van blindstroom worden ontlast.

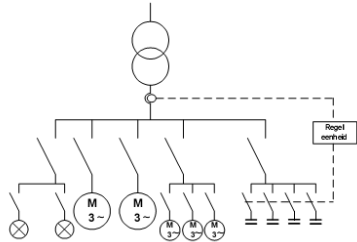


Groepscompensatie

Verder komt het voordeel van het niet gelijktijdig ingeschakeld zijn van de belastingen. Men kan dus meerdere inductieve toestellen op een condensator zetten. De condensatorbatterij kan uit relatief grote eenheden worden samengesteld, waardoor de aanschaffingskosten worden verkleind.

Centrale compensatie

Bij deze wijze van compensatie worden de condensatoren aangesloten op de hoofdverdeelinrichting. De compensatie kan zowel op de hoogspanningszijde als aan de laagspanningszijde van de transformator worden toegepast. Men kan het beste de laagspanningszijde kiezen omdat dan ook de transformator van blindstroom wordt ontlast. Het nadeel van deze wijze van compensatie is dat de installatie zelf niet wordt ontlast van blindstroom, alleen de toevoer van het energieleverende bedrijf wordt ontlast. Een voordeel is dat de bediening op één punt staat en dus overzichtelijk is. Ook wordt hier weer voordeel getrokken van het niet gelijktijdig ingeschakeld zijn van de belastingen.



Centrale compensatie

Harmonische stromen

Harmonische stromen worden opgewekt door niet lineaire verbruikers. Dit zorgt er voor dat over de Net impedantie (kabels, trafo, HS-net) harmonische spanningen ontstaan. Deze impedantie wordt hoger naarmate het kortsluitvermogen van het net lager wordt. In deze situatie zullen, bij dezelfde harmonische stromen, de opgewekte harmonische spanningen groter zijn. Erger wordt het wanneer in een elektrisch netwerk condensatoren aanwezig zijn. Wat het geval is bij een condensatorbatterij. Om te voorkomen dat spanning opslingeren en defecten aan apparatuur zich voordoen door het plaatsen van condensatorbatterij, is het verstandig om een zogenaamd passieve filters te plaatsen. Deze zorgen ervoor dat de vervuilinggraad van het net omlaag gaat.

Dempers:

Er zitten verschillende soorten geluiddempers in het systeem. Geluiddemping kan op twee manieren worden bereikt, door absorptie of reflectie van het geluid. Bij reflectie spreken we van eindreflectie (als het geluid van de rooster in het kanaal terugstraalt) of bij een splitsingen of bocht. Bij geluiddemping door absorptie heb je luchtkanalen met binnendemping, een geluiddemper of geluidsabsorptie van de ruimte. In het ziekenhuis hebben ze luchtbehandelingkasten met dempers erin, en dempers om de kanalen die lopen naar de luchtafvoer. De geluiddempers in de kasten zijn up to date en hebben zeer goede eigenschappen qua geluiddemping en druk verliezen(pa). Het is geen optie om deze te vervangen maar het is wel een aanrader om deze regelmatig te controleren in verband met dempingverlies en oplopende weerstand.



Ronde dempers

De dempers bestaan uit een buitenschil van spiraalbuis en een binnenste schil van geperforeerd plaatstaal. De ruimte hiertussen is opgevuld met minerale wol met verschillende dichtheden en kwaliteiten, afhankelijk van de toepassing. Tussen de minerale wol en het geperforeerde plaatstaal bevindt zich een doek om de verspreiding van vezels te verhinderen. Sommige types zijn eveneens voorzien van een dempend middenstuk (baffle) om de demping nog te verbeteren.

Rechthoekige dempers

De dempers bestaan uit een buitenste, versterkte stalen schil met een goede stabiliteit die resonanties tegengaat, waarbinnen een variabel aantal dempende middenstukken (baffles) geplaatst is.

Keuze van demper

Berekeningen kunnen uitwijzen dat de 'natuurlijke' demping binnen het ventilatiesysteem onvoldoende is. Meer in het bijzonder kunnen deze berekeningen uitwijzen hoeveel geluiddemping (in dB) het ventilatiesysteem per octaafband tekortschiet. De regelmatige golven van een geluidsbron noemt men frequentie. De frequentie wordt gemeten als het aantal oscillaties per seconde, waar één oscillatie per seconde gelijk is aan 1 Hertz (Hz). Meer oscillaties per seconde, m.a.w. hoe hoger de frequentie, geeft een hogere toon. Frequentie worden vaak verdeeld in 8 groepen, de zogenaamde octaafbanden: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz en 8000 Hz. Men kan vervolgens aan de hand van de door de fabrikanten verstrekte productgegevens een demper selecteren die voor elke octaafband het berekende tekort aan geluiddemping opvangt. Het geluiddempende vermogen van een geluiddemper is variabel per octaafband. Men kiest dus een demper die het berekende tekort aan demping voor elke octaafband kan opvangen.

De beoordeling van het totale niveau wordt in het algemeen het geluidsignaal gewogen met een frequentieafhankelijke weegfactor die gebaseerd is op de gevoeligheid van het gemiddeld menselijk gehoororgaan op A-drempel niveau: *de A-weging*

frequenties [Hz]								
oktaafband	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
weging [dB]	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	+1

frequenties [Hz]								
oktaafband	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
weging [dB]	3	8	15	29	40	39	25	16

De huidige demping van de kasten

Waar te plaatsen

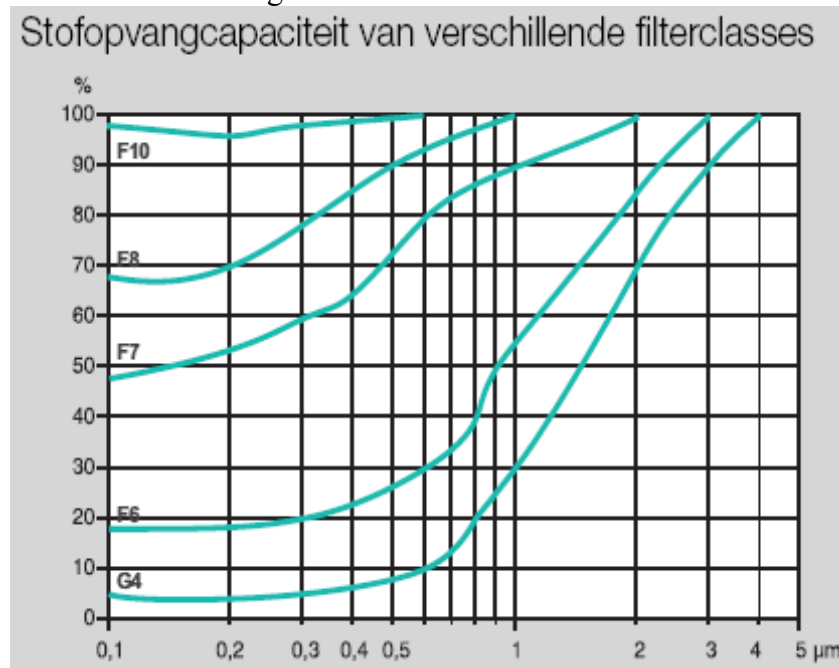
Om voor een maximale ventilatorefficiëntie te zorgen moet er minstens één recht stuk leiding van 2 tot 3 leidingdiameters tussen de geluiddemper en de ventilator zitten. Deze geluiddempers worden ofwel in het hoofdkanaal vlakbij de ventilator aangebracht om al het geluid veroorzaakt door de ventilator in alle aftakkingen te dempen, ofwel in sommige aftakkingkanalen om bijzonder gevoelige ruimten te dempen. In het ziekenhuis hebben ze vierkanten dempers voor de ventilator van de afvoer zitten. Het is een optie om deze te vervangen door ronden geluiddempers omdat die circa 10% minder luchtweerstand bieden dan vierkanten dempers.

Er kunnen ook maatregelen genomen worden om het geluidniveau lager te krijgen. Je moet dan aan de volgende eisen voldoen:

De maximaal toelaatbare lichtsnelheid in aftakkingen naar de roosters bedraagt 2 m/s, de maximaal toelaatbare lichtsnelheid in de hoofdkanalen bedraagt 4 m/s, het verdient de voorkeur om ronde kanalen toe te passen, scherpe bochten en vormstukken dienen te worden vermeden, het systeem moet zodanig zijn ontworpen dat er zo min mogelijk, of bij voorkeur geen regelkleppen nodig zijn. Indien regelkleppen worden toegepast dan dienen deze geruisarm te zijn, geperforeerde vlinderkleppen hebben daarom de voorkeur boven dichte vlinderkleppen. Regelkleppen dienen bij voorkeur vóór de geluiddempers geplaatst te worden, de lichtsnelheid in de geluiddempers moet dusdanig zijn dat het hierdoor veroorzaakte stromingslawaai 10 dB lager is dan het ventilatielawaai direct na de geluiddemper. In het algemeen bedraagt de maximaal toelaatbare lichtsnelheid in de demper 4 à 5 m/s. Ook kan je ventilatoren trillinggeïsoleerd op te stellen. Dit kan met behulp van de 4 hoekpunten van de unit op rubber blokjes met een bepaalde hardheid(Shore 45), met aan ge vulkaniseerde plaat, voorzien van een tapeind of een andere bevestigingsmogelijkheid. De dikte van de rubberlaag moet tenminste 30 mm bedragen. Het totale oppervlak van de vier rubberen blokken moet zodanig zijn dat de belasting van het rubber 4 à 5 kg/cm² bedraagt.

Filters:

Voor het goed functioneren van de warmte terug win unit (WTW) is het echter van groot belang dat de filters regelmatig worden vervangen. Dit om onder andere te voorkomen dat de luchtverversing te veel bacteriën met zich meedraagt. Wanneer de WTW-filters niet tijdig worden vervangen, moeten de ventilatoren harder werken om de benodigde lucht te verplaatsen, wat resulteert in een hoog stroomverbruik en hogere geluidsproductie. Wanneer stof vanuit de filters in de warmtewisselaar wordt gezogen dan ontstaat een rendementsverlies én komt u voor hogere onderhoudskosten te staan. De drukval die wordt veroorzaakt door een schoon filter wordt de aanvang drukval genoemd en ligt ergens tussen de 80 en 120 Pa voor fijn filters. Nadat er vervuiling is afgevangen in de filter, zal de drukval toenemen en de capaciteit worden verlaagd. Uiteindelijk zal er een drukval ontstaan die de filter onbruikbaar maakt. Voor fijn filters ligt dit tussen de 200 en 250 Pa. Het is gebruikelijk dat filters in een unit worden uitgerust met een filterbewaking die constant de druk over het filter meet. Deze kan een signaal geven op een vooraf ingestelde waarde als de drukval wordt bereikt en het tijd wordt de filter te vervangen. In elke situatie is het raadzaam de filters 2x per jaar te vervangen, onafhankelijk of al dan niet het eind drukval is bereikt. Dit om te voorkomen dat het filter een voedingsbodem wordt voor bacteriën.



De filter die toegepast is in het ziekenhuis is de F6 en F9. Je kunt zien dat deze voor de grotere deeltjes is.

Omdat 99,99% van alle deeltjes in de lucht kleiner zijn dan 1 µm, is het nodig filters te gebruiken in een ventilatiesysteem die voldoende fijnmazig zijn. Het vermogen de filters om deeltjes te vangen noemt men de stofvang capaciteit en filters worden vaak in drie classes verdeelt afhankelijk van deze capaciteit: groffilter, fijnfilter en absoluut filter.

Filterclasses:

Groffilter EU1 tot EU4 (Deeltjes groter dan 5 µm)

Fijnfilter EU5 tot EU9 (Deeltjes groter dan 1 µm)

Absoluut filter EU10 tot EU14 (Deeltjes kleiner dan 1 µm)

Berekening van de energie kosten bij luchtweerstand

Luchtweerstand in Pascal x luchtverplaatsing per seconden = Benodigde vermogen in Watt

Het Benodigde vermogen in Watt / Rendement Ventilator / Rendement Snaar / Rendement van de motor = Het totale vermogen dat wordt gebruikt om deze weerstand te overbruggen.

Voorbeeld:

150 Pa x 0,89 m³/s = 133,5 W = Benodigde vermogen

70% = Rendement Ventilator

87% = Rendement Snaar

90% = Rendement van de motor

243,57 W Totaal vermogen nodig voor een druk verlies van 150 Pa

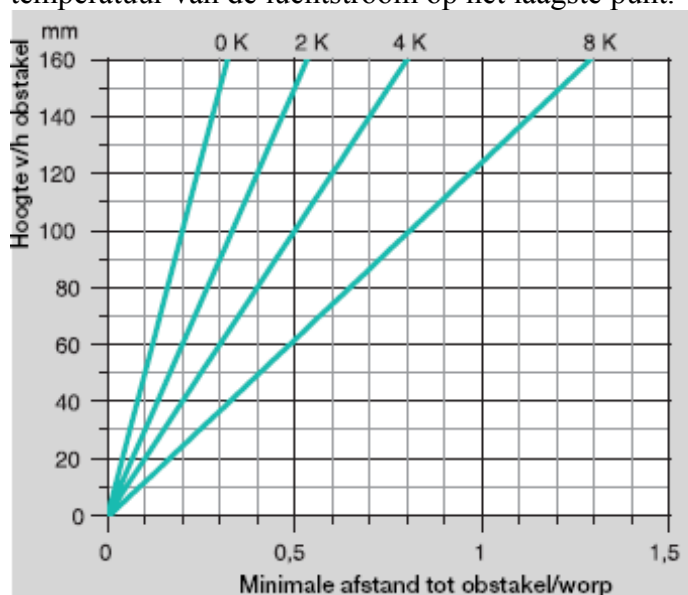
Deze berekening kan ook worden toegepast op andere drukverlies lijdende onderdelen binnen de installatie zolang je de variabelen weet zoals de luchtweerstand, luchtverplaatsing en het rendement van de ventilator, snaar en motor.

De voordelen van schone filters op een rijtje:

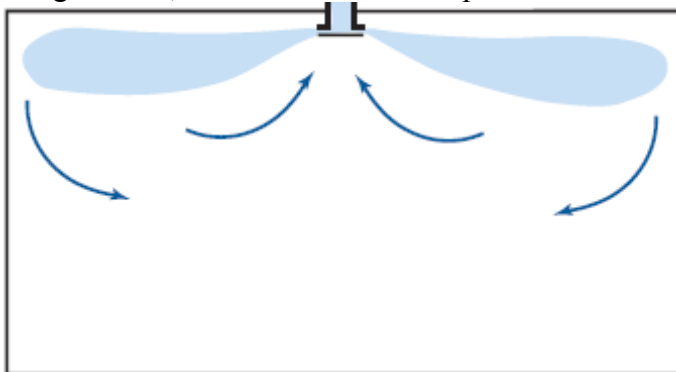
- u voorkomt extra onderhoud aan de ventilatie-unit - de interne warmtewisselaar heeft een hoger rendement - de ventilatie-unit functioneert stiller - de ventilatie-unit verbruikt minder stroom - de lucht is aanzienlijk schoner - muren en plafonds hebben minder last van vlekken rond de uitstroomopeningen.

Obstakels voor de inblaas

Het is belangrijk bij ventilatie systemen dat het hele proces gesmeerd loopt. We moeten dus ook niet het gedeelte vergeten van de daadwerkelijke ventilatie in een ruimte. Het is belangrijk om geen obstakels voor de inblaas systemen te zetten. Dit kan leiden tot slechte ventilatie en het niet goed functioneren van het systeem. Hieronder staat een grafiek die geeft de minimale afstand tot een obstakel weer als functie van de hoogte van het obstakel en de temperatuur van de luchtstroom op het laagste punt.

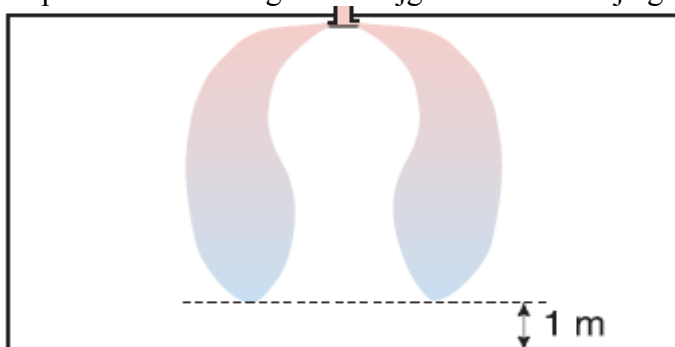


Het horizontaal inblazen van lucht langs het plafond werkt goed voor de meeste ruimtes, inclusief ruimtes met hoge plafonds. Als de toevoerlucht boven de omgevingstemperatuur is dan wordt dit gebruikt voor het verwarmen van de ruimte. Experimenten hebben aangetoond dat het goed werkt met ruimtes met een plafondhoogte van niet meer dan 3.5m. Hierin meegenomen, dat het maximale temperatuurverschil niet groter is dan 10-15°C.



Horizontaal inblazen van lucht door middel van een plafondrooster.

In zeer hoge ruimtes, dient de toevoerlucht verticaal ingeblazen te worden, als deze ook wordt gebruikt voor het verwarmen van de ruimte. Als het temperatuurverschil niet groter is dan 10°C, moet de luchtstroom op ongeveer 1m boven de vloer worden ingeblazen om een gelijke temperatuursverdeling te verkrijgen in het verblijfsgebied.



Verticale luchttoevoer door middel van een plafondrooster (jet).

De ventilator

De ventilatoren worden gebruikt voor het transporteren van verse lucht uit aanzuigpunten. Deze lucht wordt door een kanalsysteem getransporteerd naar de te ventileren ruimte. Elke ventilator moet de druk (weerstand) overbruggen die wordt veroorzaakt door het forceren van lucht door kanalen, bochten en andere ventilatie onderdelen. De weerstand geeft een drukval en deze is een bepalende factor bij het selecteren van elke individuele ventilator. Ventilatoren kunnen worden verdeeld in een aantal hoofdgroepen op basis van de vorm van de waaier en het principe: radiaalventilatoren, axiaalventilatoren, semiaxiaalventilatoren en kruisstroomventilatoren.

Men vergroot het rendement van de ventilatoren door te kiezen voor:

- Elektromotoren met een optimaal elektrisch rendement in het gekozen bedrijfspunt, bv hoogrendementsmotoren of “low loss” motoren;
- directe aandrijving (geen overbrenging met riemen), waardoor men de mechanische

- transmissieverliezen vermijdt. Bij de klassieke riemtransmissie van motor naar ventilator zijn de mechanische transmissieverliezen relatief groot. Platte riemen presteren iets beter dan de vaak gebruikte V-riemen (V-snaaraandrijving);
- gelijkstroommotoren met toeren(tal)regeling. Deze zijn efficiënter en beschikbaar voor kleinere vermogens. Men behaalt een hoog rendement doordat het toerental van de motor precies wordt afgestemd op het werkpunt van de ventilator.

Bij het kiezen van een ventilator is het natuurlijk belangrijk om te kijken naar het rendement. Aan de hand van de toepassing, het rendement, efficiëntie en systeemlijnen wordt de juiste ventilator gekozen. In het ziekenhuis wordt er gekozen voor een Axiaalventilatoren met achterovergebogen schoepen. Deze heeft in verhouding tot de andere een betere efficiëntie. Hieronder bespreken we de verschillende schoepen en ventilatoren.

Schoepen

De eigenschappen van een ventilator hangen grotendeels af van het soort schoepen dat hij heeft. Hieronder bespreken we de verschillende soorten schoepen en kijken naar hun eigenschappen.

Achterovergebogen schoepen (B waaier):



De capaciteit die kan worden geleverd door deze waaier, varieert enorm onder invloed van druk. Door de vorm van de schoepen is deze uitvoering minder geschikt voor vervuilde lucht. Deze ventilator is het meest efficiënt in het kleine gebied links in de ventilator grafiek. De efficiëntie is 80% haalbaar bij een laag blijvend geluidsniveau. Deze worden toegepast in het ziekenhuis

Achterovergebogen rechte schoepen (P waaier):

Ventilatoren met deze schoepenvorm zijn geschikt voor vervuilde lucht. Er kan een efficiëntie worden bereikt tot 70%.

Rechte radiaal schoepen (R waaier):

De schoepenvorm voorkomt dat er vuil aan de waaier kan blijven plakken. Er kan niet meer dan 55% efficiëntie worden bereikt met dit type ventilator.

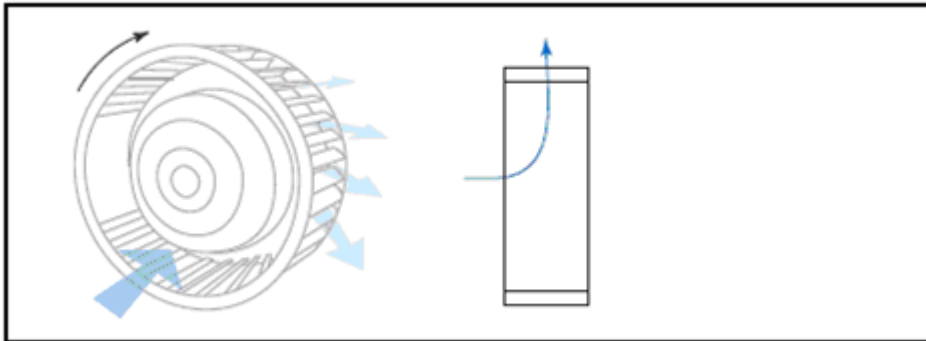
Voorovergebogen schoepen (F waaier):



De capaciteit van radiaalventilatoren met voorovergebogen schoepen wordt vrijwel niet beïnvloed door veranderingen in de druk. De waaier is kleiner dan de B waaier en de ventilatorunit heeft daardoor minder ruimte nodig. Dit type waaier heeft een optimale efficiëntie aan de rechterzijde van de ventilatorgrafiek. Dit betekent dat een ventilator met kleinere afmetingen kan worden gebruikt door het kiezen van een radiaal ventilator met een F waaier. Een efficiëntie van ongeveer 60% kan worden bereikt.

Radiaalventilatoren

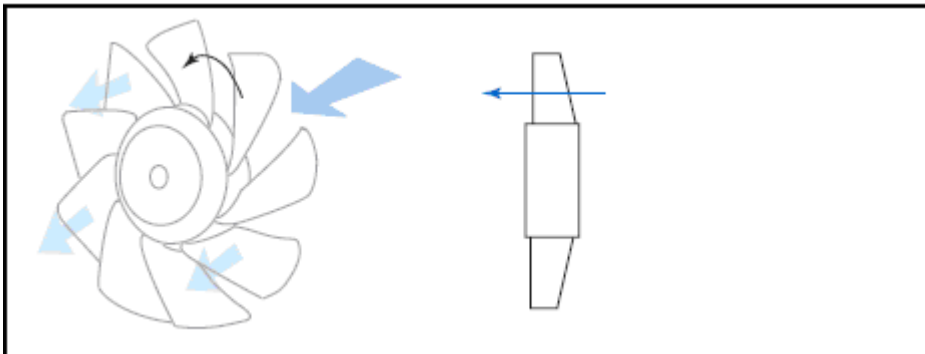
Radiaalventilatoren worden gebruikt als er een zeer hoge druk nodig is. De specifieke eigenschappen worden bepaald door de vorm van de waaier en de schoepen.



Luchtstroom door een radiaalventilator met voorovergebogen schoepen

Axiaalventilatoren

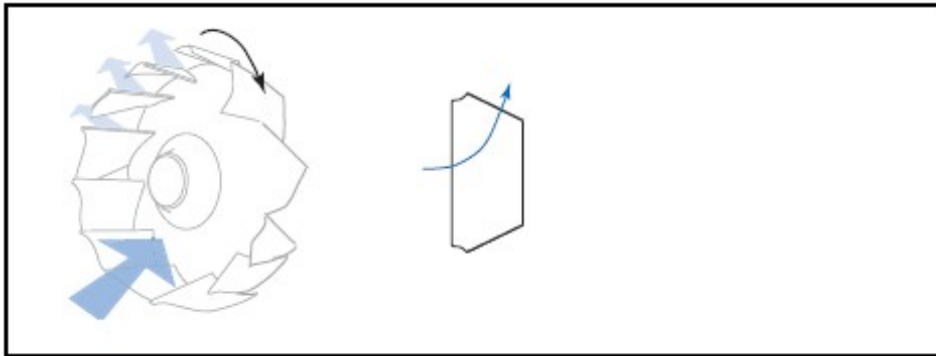
De simpelste uitvoering van een axiaalventilator is een propeller ventilator. Een vrij draaiende ventilator van dit type heeft een slechte efficiëntie, dus de meeste worden in een cilindrisch huis gebouwd. Dit is ook van toepassing in het ziekenhuis. De efficiëntie kan ook worden verhoogd door het aanbrengen van richtschoepen direct achter de waaier voor het beter geleiden van de lucht. De efficiëntie die kan worden bereikt zonder richtschoepen is 75% en tot 85% met richtschoepen. Deze richtschoepen zijn niet van toepassing, daarom zit het rendement van deze ventilatoren rond de 70%.



De luchtstroom door een axiaalventilator

Mixed Flow ventilatoren

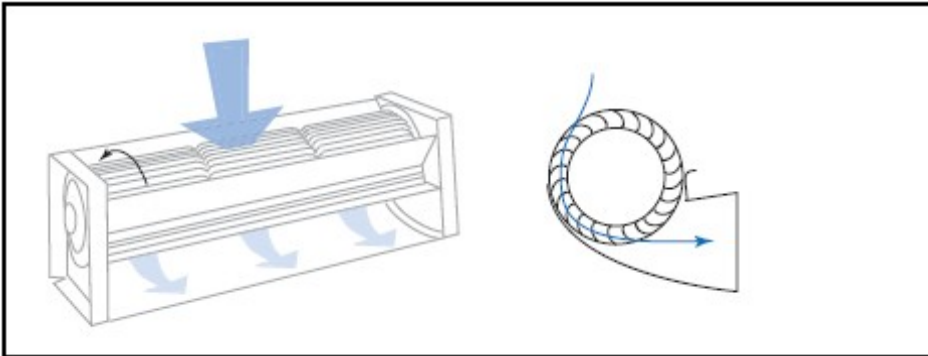
Radiaalventilatoren produceren een toename in de statische druk, door de middelpuntvliegende kracht. Er is geen druktoename doordat de luchtstroom normaal axiaal is. De diagonaalventilator is een combinatie van een radiale axiaalventilator. De lucht stroomt in een axiale richting maar wordt 45° afgebogen in de waaier. De radiale snelheidsfactor die wordt verkregen door deze afbuiging geeft een zekere druktoename door de centrifugaalkracht. Er kan een efficiëntie worden bereikt van 80%.



De luchtstroom door een diagonaalventilator.

Kruisstroomventilatoren

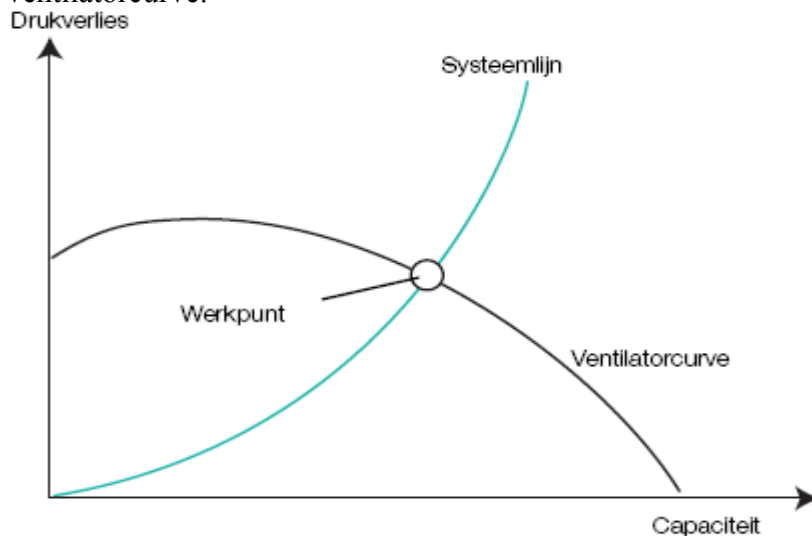
In een kruisstroomventilator stroomt de lucht recht door de waaier, zowel de in- en uitstroom zijn in de periferie van de waaier. Ondanks de kleine afmetingen, kan de waaier grote volumes verplaatsen en is geschikt voor het inbouwen in compacte ventilatiekasten, zoals bijvoorbeeld lichtgordijnen. Er kan een efficiëntie worden bereikt van 65%.



De luchtstroom door een kruisstroomventilator

Ventilatorcurve

De grafiek van de ventilator geeft de capaciteit van de ventilator aan bij verschillende drukken. Elke druk komt overeen met een bepaalde luchtstroom, weergegeven door een ventilatorcurve.



Curven in een bepaalde grafiek

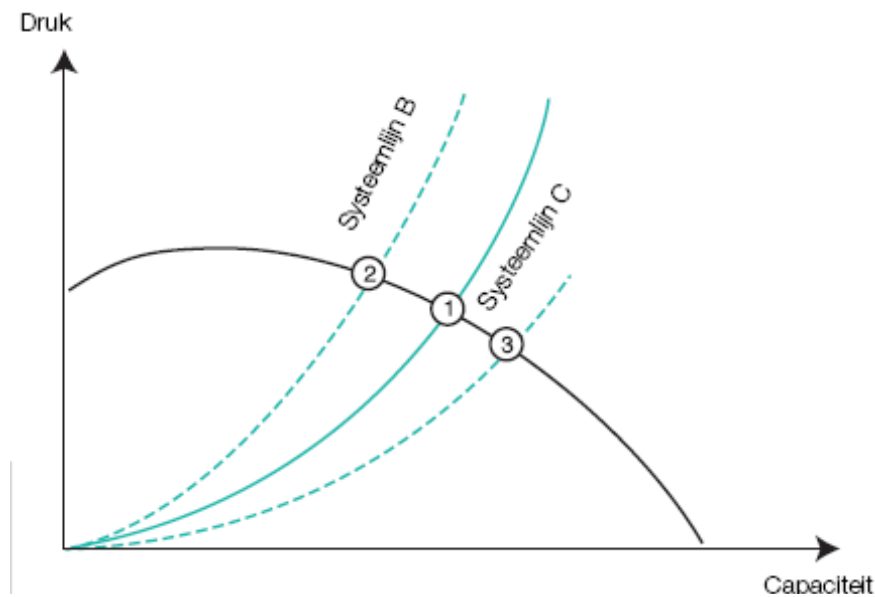
Systeemlijnen

De druk van het kanalsysteem bij verschillende lucht volumes wordt weergegeven in de systeemlijn. Het werkpunt van de ventilator wordt aangegeven op het snijpunt tussen de systeemlijn en de ventilatorcurve. Dit geeft de capaciteit die het kanalsysteem zal hebben. De Systeemlijn berekenen we met:

$$\Delta P = k \cdot q_v^2$$

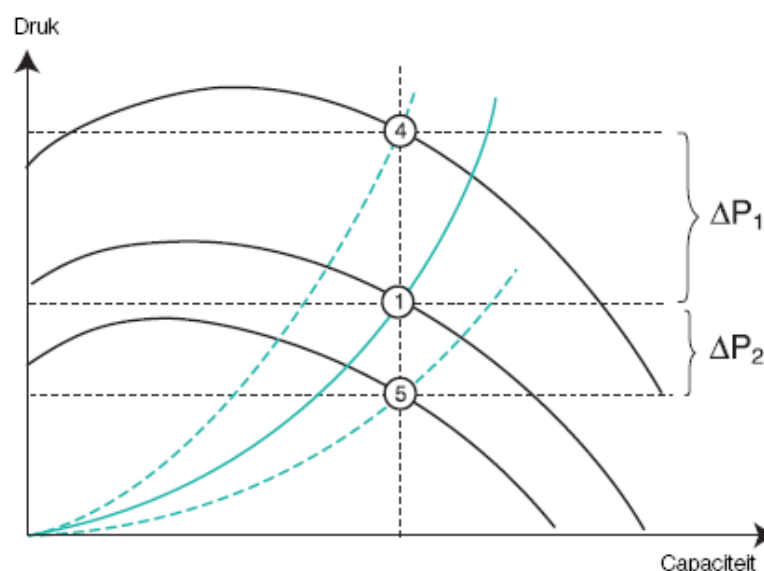
waarbij

- $\Delta P =$ het totale drukverlies (Pa)
- $q_v =$ de capaciteit (m³/u of l/s)
- $k =$ constant



Verandering van druk geeft een nieuwe systeemlijn

Elke verandering van de druk in het ventilatiesysteem geeft een verandering naar een nieuwe systeemlijn. Als de druk toeneemt, zal de systeemlijn gelijk zijn aan lijn B. Als de druk afneemt, zal de systeemlijn hetzelfde zijn als lijn C. (Dit geldt alleen als het toerental van de waaier constant blijft). Als de systeemlijn van het ventilatiesysteem hetzelfde is als lijn B, gaat het werkpunt van 1 naar 2. Dit geeft ook een lagere capaciteit. Op dezelfde manier, zal de capaciteit toenemen als de systeemdruk overeenkomt met lijn C.



Omdat bij de installatie een schatting wordt gemaakt van de druk in kanalen kan het zo zijn dat de druk te hoog of te laag is geschat. Hierdoor verschuift het werkpunt en de capaciteit. Daarom moet men met het toerental de capaciteit gaan regel. Hierdoor verschuift het werkpunt. Zie hier naast:

Verandert men het toerental, verandert ook de druk en dit is weergegeven als $\Delta P1$ en $\Delta P2$. Als het werkpunt voor het systeem is berekend op de maximale efficiëntie, zal elke verandering van het toerental de efficiëntie van de ventilator reduceren. Deze grafieken krijg je vaak met de ventilator meegeleverd en hoef je niet zelf uit te rekenen. Toch is het wel handig om de achterliggende gedachte hiervan te begrijpen.

Frequentie geregeld



Je kunt er ook voor kiezen om ventilatoren frequentie geregeld aan te sturen. Het voordeel hiervan is dat je kunt regelen naar de vraag. Het kan zo zijn dat er op een bepaald moment van de dag een gebruikers dip is (kan komen door pauzes, einde diensten e.d.). Nou wordt er in het ziekenhuis op de afvoer een ventilator gebruikt die dit verschil regelt met de fanstanden. Dit kan een effectieve manier zijn, zal het niet dat hij altijd op volle snelheid werkt. Deze regeling is kostbaar en enkel rendabel bij grote aandrijfvermogens. Het vermogen is afhankelijk van de druk, maar omdat hij altijd op één snelheid draait is er een grotere slijtage. Ook bij het opstarten gaat hij gelijk naar volle snelheid. Hierdoor krijg je een hoge inschakelstroom. Door het toepassen van een frequentie regelaar kan je niet alleen de frequentie en vermogen regelen maar dus ook snelheid en slijtage beperken

waar kan. Frequentie regelingen worden vaak op mechanische ventilatie- of circulatiesystemen tot 4 m³/s toegepast, waarbij het luchtdebiet op basis van het koppel en het toerental geregeld wordt onafhankelijk van het drukverschil over de ventilator. Een mooie bijkomst is het gecontroleerd in schakelen waardoor de inschakelstroom beperkt blijft. Vooral als er meerdere motoren en machines tegelijk ingeschakeld worden heb je kans op een hoog piekvermogen.

Een substantieel onderdeel van de energienota zijn de capaciteitskosten. Deze kosten zijn afhankelijk van de gebruikte capaciteit, oftewel het verbruik per tijdseenheid. Deze capaciteit is gecontracteerd bij de netbeheerder. Het is zaak om een zo vlak mogelijk energieverbruik te bewerkstelligen en daarmee ook de laagste capaciteitskosten. Dit kan door het verlagen van het piekverbruik. Uit de praktijk blijkt dat vooral in de opstartfase van een bedrijf de kans op contractoverschrijding groot is, zowel voor gas als voor elektriciteit. Dit heeft te maken met het gelijktijdig in bedrijf zijn van installaties en processen. De netbeheerder brengt de extra kosten hiervoor gewoon in rekening. Specifiek voor bedrijven met een grootverbruikaansluiting kan het verlagen van het piekverbruik 15 tot 20% transport- en capaciteitskosten per maand besparen! Indien uw gasverbruik meer dan 170.000 m³ per jaar is of u heeft voor elektriciteit een aansluitwaarde van 3 x 80 Amp. of hoger dan loont peakshaving zeker de moeite.

Gemiddeld is een frequentieregelaar 6 jaar terug verdiend

230V - 0.75 KW	382.17 Euro
230V - 1.50 KW	462.32 Euro
230V - 2.20 KW	568.43 Euro
400V - 3.00 KW	780.64 Euro
400V - 4.00 KW	833.69 Euro
400V - 5.50 KW	1212.64 Euro
400V - 7.50 KW	1447.59 Euro

Voorbeeld van kosten van een frequentieregelaar bij verschillende motorvermogens.

Daarna levert hij een besparing op van 3 á 5 %. Dit is sterk afhankelijk van de motor die er nu in zit.

Voorbeelden van motoren van 5, 1,5 en 7,5 KW bij een besparing van 5% bij 9,066 cent per KWh:

5 KW

$5 \text{ KW}/100 = 0,05 \text{ KW per } \%$

$5\% = 250\text{W per uur} = 0,25\text{KwH} = 9,066/4 = 2,2665 \text{ Cent per uur winst.}$

$8000 \text{ draai uren} = 8000 \times 2,2665 = 181,32 \text{ Euro per jaar.}$

Een frequentieregelaar voor een motor van 5 KW kost ongeveer 1200 euro.

$1200/181 = 6,6 \text{ jaar}$

1,5 KW

$1,5 \text{ KW}/100 = 0,015 \text{ KW per } \%$

$5\% = 75\text{W per uur} = 0,075\text{KwH} = 9,066/100 \times 7,5 = 0,67995 \text{ Cent per uur winst.}$

$8000 \text{ draai uren} = 8000 \times 0,67995 = 54,396 \text{ Euro per jaar.}$

Een frequentieregelaar voor een motor van 1,5 KW kost ongeveer 460 euro.

$460/54,396 = 8,5 \text{ jaar}$

7,5 KW

$7,5 \text{ KW}/100 = 0,075 \text{ KW per } \%$

$5\% = 375\text{W per uur} = 0,375\text{Kwh} = 9,066/100 \times 37,5 = 3,3997 \text{ Cent per uur winst.}$

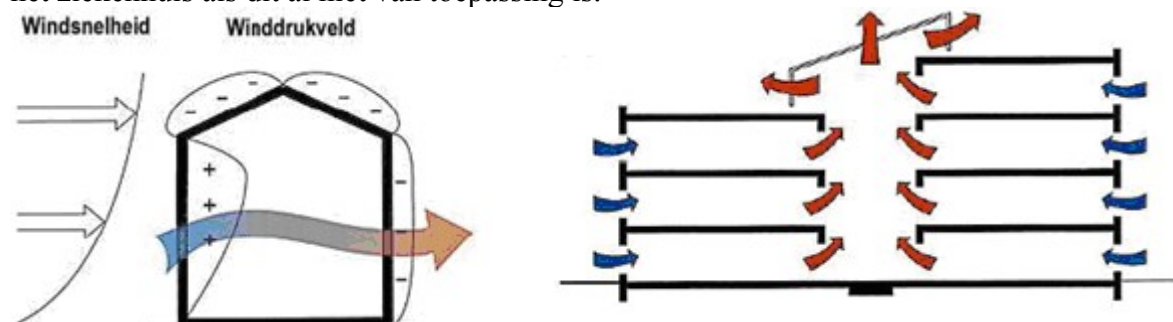
$8000 \text{ draai uren} = 8000 \times 3,3997 = 271,98 \text{ Euro per jaar.}$

Een frequentieregelaar voor een motor van 7,5 KW kost ongeveer 1500 euro.

$1500/271,98 = 5,5 \text{ jaar}$

Natuurlijke ventilatie

Natuurlijke ventilatie kan het ventilatie systeem ontlasten en zo het vermogen laten afnemen. Vooral in hoge hallen kan door openingen in het dak een natuurlijke ventilatie op gang worden gebracht zonder dat er elektrische energie voor ventilatoren nodig is. Door de dakopeningen (bij voorkeur automatisch) instelbaar te maken kunt u de ventilatie aanpassen aan de behoefte. Dit zou bijvoorbeeld een goede toepassing kunnen zijn in de centrale hal van het ziekenhuis als dit al niet van toepassing is.



Drijvende krachten bij natuurlijke ventilatie: Winddruk (links) en temperatuurverschillen (Rechts)

Het is wel belangrijk om te weten waar dit kan en gebeurt zodat dit in de regeling kan worden meegenomen.

Conclusie / aanbevelingen

Bevat het uiteindelijke advies en de onderbouwing hiervan

Cos Phi verbetering

De kosten van een automatische Condensatorbatterij liggen rond de € 1000 à € 2000. De installatiekosten kunnen variëren tussen de € 500 en € 1500. De terugverdientijd kan 1 tot 1,5 jaar bedragen (afhankelijk van de belasting en de bedrijfsuren)

Bij een bedrijf van jaar = 8064 uur
Blindvermogen van 250 KVA (motoren) met een cos 0,7 en met kosten van blind energie van 0.006 kvarh zijn de kosten:

Kosten € 12.000,- per jaar

Bij verbetering van cos Phi naar 0,9 is er een besparing van 22,22 %

Besparing € 2666,66 per jaar

Hierdoor zijn de kosten van installeren en aanschaffen van condensatorbatterij er na 1 jaar uit.

De schoepen

Als we gaan kijken naar het toepassen van de richtschoepen. Dan is hier een paar procent winst uit te halen. Wij hebben in totaal 22 ventilatoren waar deze toepassing op kan geldt. Ze verschillen allen in rendement maar we nemen als gemiddeld dat ze 70% zijn. Nou denken wij dat er bij deze toepassing een verbetering van 5% zal plaats vinden. Het totale vermogen van deze ventilatoren is 67,3 KW is. Als wij 5 % van 67,3KW hebben is dat: $67,3/100 \times 5 = 3,365$ KW. De gemiddelde prijs per kilowatt is 9,066. De besparing is dus $9,066 \times 3,365 = 30,50$ cent per uur. We rekenen 8000 draai uren per jaar dus $8000 \times 30,50 = 2440,56$ Euro per jaar.

Motoren	4 2.20	8.8
	5 5.50	27.5
	3 1.40	4.2
	2 3.00	6
	2 1.50	3
	2 0.55	1.1
	2 1.00	2
	1 3.6	3.6
	1 11.1	11.1

67.3 KW

Bron: Airovision Holland heating Project 22.3.06.0610

De dempers

Het toepassen van ronde dempers geeft een besparing op de luchtweerstand van ± 5 á 10%. Deze luchtweerstand in een kanaal heeft weer indirect temaken maken met het vermogen dat een ventilator moet leveren.

De luchtkanalen

Ontwerp maatregelen om het geluidsniveau naar beneden te krijgen kan besparen op dempers. Om de luchtweerstand binnen kanalen naar beneden te krijgen moet je er voor zorgen dat de maximaal luchtsnelheid in aftakkingen naar de roosters 2 m/s en in de hoofdkanalen 4 m/s bedraagt. Ronde kanalen toepassen, scherpe bochten en vormstukken vermijden. Zo min mogelijk of geen regelkleppen toepassen of de diameter vergroten. Ook de ventilatoren trillinggeïsoleerd opstellen reduceert het geluidniveau.

De filters

Het goed onderhouden van filters zorgt ervoor dat ze niet verstopen en zo een onnodige hoge luchtweerstandwaarde hebben. Er wordt aanbevolen om 2 keer per jaar de filters te verschonen/vervangen voor optimaal gebruik. De drukweerstand van een schoon en vies filter kan meer dan 100 Pa bedragen. Bij een motor met een luchthoeveelheid van 0,89 m³/s, een fan rendement van 70%, een snaar rendement van 87% en een motor rendement van 90% geeft deze 100 Pa drukverlies een toegevoegd vermogen van ± 162 Watt = 44,75 euro per jaar, per filter.

De vrije inblaas

Om de berekende eigenschappen van het systeem te handhaven moet de inblaas een vrije doorgang hebben en zo minmogelijk weerstand/verlies te krijgen bij het inblazen. Dat kan gebeuren omdat bij de berekening van de ventilatie van een ruimte rekening moet worden gehouden met het verloop van de inblaas. Als deze onderbroken of veranderd wordt is de ventilatie niet meer optimaal. Het afstellen van het systeem was dan niet nodig geweest en had men voor een veel goedkopere installatie kunnen kiezen.

De frequentieregeling

Het toepassen van frequentieregelaars op de ventilatoren van de uitblaas kan een besparing geven van ± 5 % op het motor vermogen, na 5 á 8 jaar kunnen ze terug verdient zijn. Dit hangt wel af van het vermogen van de motor. De uiblaas is nu gestuurd door de fanstanden te veranderen. De besparing is sterk afhankelijke van de efficiëntie van deze fanstanden gestuurde ventilator maar komt ongeveer op een gemiddelde van 5% neer. Dit kan meer worden door het toepassen van vernieuwde en verbeterde motor.

Natuurlijke ventilatie

Het openzetten van een raam, rooster of iets dergelijks kan een toevoeging zijn het ventilatie systeem. De impact is moeilijk te bepalen vooral als er veel verschillende ruimtes zijn. Een grotere invloed kan dit hebben bij grote ruimtes zoals de centrale hal. Als je hier ramen elektrisch zou kunnen regelen, zou het een grote invloed hebben op de ventilatie van deze hal. Dit kan worden meegenomen in het berekenen van het ventilatie systeem waardoor het vermogen verminderd kan worden.

Ventilatie tijden

Door het schakelen van de ventilatoren ten behoeven van energiebesparing leek het ons wijs dit te doen via een bussysteem, echter bleek een dergelijk systeem al te bestaan. En voor het restaurant en de poliklinieken is het systeem al op een klok geschakeld. Hierdoor valt er ook geen frequentie regelaar toe te passen.

Motor reviseren

Omdat sommige modellen van het luchtbehandelingsysteem meer dan 20 jaar oud zijn hebben wij onderzocht of het nodig was deze te reviseren of te vervangen door nieuwe modellen. Echter bleek dat elektromotoren van nu net zo zuinig zijn als één van 20 jaar geleden en dat alleen de lagers en koolborstels eventueel vernieuwd dienen te worden maar dit behoort tot het onderhoud.

Tips:

- Goed onderhoud van installaties,
- Voorkom gelijktijdig inschakelen van grote vermogens;
- Uitschakelen van verlichting en niet gebruikte apparatuur;
- Probeer ook uw personeel te stimuleren om constant zorg te besteden aan energiebesparing.

Bronnen

SenterNovem (Compas, energiebewust wonen en werken)

Sites:

<http://www.installbasis.nl/index.html?http&&&www.installbasis.nl/startpagina.htm>
http://www.rucon.nl/Rucon/Techn/t_gel.html
<http://www.velu.nl/producten/>
http://www.sanilec.be/dossiers/tabid/1172/default.aspx?_vs=0_N&id=ESN0083n02.mth
<http://www.flaktwoods.com/169/2797/1/>
<http://www.aldesbenelux.com/default.aspx>
<http://www.inatherm.nl/>

Cos phi verbetering

<http://home.zonnet.nl/litle-fox/info/techniek/cosphiverbetering.html>

Kosten condensatorbatterij

<http://www.m-profit.nl/dossiers/bloembol03.html>

M-tec energy

Algemene Doc

<http://www.mtecenergy.com/htdocs/techinfo/NL/Algemene%20Doc%20Ned.pdf>

Documentatie:

Imtech
Bedrijf Energieplan waterlandziekenhuis te Purmerend
Juni 2006
Ing R. Moelard
Project nummer 6564217
Contact persoon P. de Ruiter
Telefoon 06-21207415

Holland Heating BV
LKB proj.211.3.0610
Contact persoon J. Dekkers
Telefoon 0416-685543

Met dank aan:

Geveke
Klimaattechniek
DHR Sigurd Wevers

Bijlagen

RUIMTE	VENTILATIE (DM ³ /S PER PERSOON)	VENTILATIE (DM ³ /S PER M ² VLOEROPPERVLAK)	VENTILATIE (M ³ /UUR PER M ³ RUIMTEVOLUME)
ZIEKENHUIZEN			
Patiëntenkamer	13		
Onderzoekruimte	8		
Operatiekamer			15 - 20
Ontwaakruimte	8		
Intensive-care	8		
Fysiotherapie	8		
Sectieruimte		2,5	

Elektriciteitsverbruik ventilatoren in luchtbehandelingskasten

VENTILATOR CAPACITEIT (M ³ /UUR)	ELEKTRICITEITSVERBRUIK (kWh)	
	MINIMAAL	MAXIMAAL
1.500	0,3	1,8
3.000	0,7	2,0
6.000	1,6	2,4
12.000	3,2	4,3
24.000	8,0	10,0
36.000	13,0	17,0

Het vermogen is afhankelijk van de luchtweerstand van het systeem.

De gemiddelde waarde is 0,35 W/(m³.uur) = 1,26 kW/(m³.s).

Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen*

MAATREGEL	MAXIMALE BESPARING (%)
Breng een schakelklok (verlichting) aan	5 - 15
Verlaging ruimtetemperatuur	4 (per K)
Toegangsdeuren met een automatische bediening	2 - 5
Afsluitbare ventilatieroosters	1 - 3
Zelfregelende ventilatieroosters	1 - 3
Verbeterde bedieningsmogelijkheden ventilatieroosters en ramen	1 - 3
Warmteterugwinning uit ventilatielucht	5 - 25
Ventilatievoud van ruimten goed ingesteld	2 - 4
Verbeterde of geregelde verdeling van de luchthoeveelheid	2 - 5
Het ventilatiesysteem ingedeeld naar gebouwdelen met eigen gebruikstijden	2 - 6
Schakelklokken	5 - 25
Overwerk timers op de mechanische ventilatie	5 - 10
Toerentalregeling op de ventilator	2 - 4
Uitwendige kanaalisolatie (mech.vent.)	1 - 3
Deurdrangers op buitendeuren	1 - 3
Tochtsluizen bij de toegang	3 - 8
Tochtnaden of kierdichting	1 - 2
Draaideur in plaats van een open entree	2 - 4
Schakelklokinstellingen aangepast	5 - 25
Instelling ventilatietijdstippen	5 - 25
Periodiek onderhoud (mech.vent.)	1 - 3
Regelmatige reiniging filters en warmtewisselaars (mech.vent.)	1 - 3
Verbeterde afstelling van de tochtsluizen	1 - 5
Koeling beperken tot bedrijfsuren	35
Verhoogde setpoint koeling	30 (per K)
Opsplitsing koelsystemen in bedrijven	20
Koudeopslag in de bodem	65

*Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen (waarvan verwachte besparing bekend).

Bron: Dutriaux Energiemanagement, 2003, Meijer E&M, 2003

Gemiddelde verbruiken naar segment 2006

VERBRUIK IN 2005 (AANTAL RESPONDENTEN)	ZIEKENHUIZEN	VERPLEGING	KANTOREN	ONDERWIJS	WINKELS
Gasverbruik in m ³ per m ²	27 (11)	22 (74)	15 (86)	15 (169)	14 (81)
Elektriciteitsverbruik in kWh/m ²	104 (14)	73 (122)	88 (130)	31 (262)	139 (117)
totaalpr (MJ) per m ²	2075 (8)	1366 (65)	1250 (78)	820 (154)	1938 (65)

Bron: Senter Novem, 2007

Richtprijzen van frequentieregelaars

MOTORVERMOGEN (kW)	PRIJS (EURO)
0,5	200 - 300
1,1	300 - 400
2,2	400 - 900
5,5	900 - 1700
11,0	1.200 - 2.100
22,0	2.000 - 3.200
45,0	3.500 - 5.400
55,0	4.200 - 7.200
75,0	6.300 - 8.200
110,0	9.500 - 12.000
130,0	11.000 - 14.000

Prijzen excl. BTW, excl. montage.

Bron: Hiflex, 2004

Verlichting in de zorgsector

GEBOUWFUNCTIE	VERBRUIK (KWH/M ² BVO/JAAR)
Ziekenhuizen	59
Psychiatrische ziekenhuizen	28
Zwakzinnigeninrichtingen	30
Verpleeghuizen	38
Verzorgingshuizen	25

Indicatie van het gemiddeld jaarlijkse elektriciteitsverbruik in de diverse zorgsectoren.

Bron: Novem

Ontwerp binnentemperaturen

RUIMTE	GEWENSTE TEMPERATUUR (TI)
ZIEKENHUIZEN	
Ziekenkamers en zalen (algemeen)	20
Verblijfplaatsen voor personeel	20
Gangen	18
Toiletten patiënten	18
Toiletten personeel	10

Penetratiegraad maatregelen Utiliteitsbouw

	ZIEKENHUIZEN
Dakisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	38
Gevelisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	29
Vloerisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	14
Glasisolatie (% (zeer) goed geïsoleerd)	6
Isolatiemaatstaf	57
Spaarlampen (%)	10
Hf-verlichting (%)	30
Hf++ -verlichting (%)	3
Spiegeloptiekarmaturen (%)	89
Daglichtafhankelijke regeling (%) (%)	33
Aanwezigheidsdetectie (%)	52
Veegschakelingen (%)	48
Mechanische koeling (%)	84
Met een gemiddeld % van het gebouw dat wordt gekoeld	60
Toerentalregeling pompen (%)	94
Energiezuinige pompen (%)	75
Waterzijdig inregelen (%)	69
Warmteterugwinning uit ventilatielucht (%)	81
Energiezuinige regeling voor compressoren (%) koelinstallatie	40
Toerentalregeling voor ventilatoren in de (%) klimaatinstallatie	58
Energiezuinige luchtbevochtiging (%)	19
Weersafhankelijke regeling voor het gebouwklimaat (%)	94
Zonlichtafhankelijke zonwering (%)	33
Energiebesparing vormt vast onderdeel van het bedrijfsbeleid (%)	67
Energieverbruik wordt structureel bijgehouden (%)	92
% zonnecollectoren (2004)	0
% zonnecellen (2004)	0
% gebouwen me groene stroom (2004)	19
Waarbij het gemiddelde aandeel groen op totaal elektriciteit (%)	.
Het gebouw heeft een eigen verwarmingsinstallatie (%)	86
Het gebouw heeft een aansluiting op het warmtenet (%)	14
Hr-ketels (%)	23
Vr-ketels (%)	24
Cr-ketels (%)	53
% Hr-ketels in nieuw geïnstalleerden	50
Elektrische warmtepomp (%)	50
Warmte-koude-opslag in de bodem (%)	31
Warmtekrachtkoppeling aanwezig (%)	41

Bron: SenterNovem, 2005

Excel-sheet om kosten van blindvermogen te bepalen:

Dubbel klik op de afbeelding om er weer een Excel van te maken.

Kosten blindvermogen					
P vermogen is	S schijnbaar	cos phi			Vul in deze kleur waar
175	250 kVa	0.7	kosten	12000	€
225	250 kVa	0.9	kosten	9333.333	€
aantal bedrijfs uren					
8000	250 kVA		2000000 kVArh		
Kosten €	Kosten blindvermogen		Besparing	22.22222	%
12000	0.006 kvarh				2666.667 €
Essent 2007					
Bron: Blind energie per kvarh = 0.006					
www.essentnetwerk.nl/content/netwerk/new/netwerk/speciaalvoor/grootzakelijkeklanten/netwerktarievenelektric					
Condensator vermogen	4125 kVA				
Paul Mooij 2007					
Hogeschool van Amsterdam					

Excel-sheet om energiekosten van de luchtweerstand te bepalen:

Verlies aan lucht weerstand n/m (PA)	Hoeveelheid lucht verplaatsing per seconden m3/s				
	300		0.89	267	enodigde vermogen in
				75%	Rendement Ventilator
				87%	Rendement Snaar
				90%	Rendement van de motor
				454.6616	Totaal vermogen nodig
					voor een c 300 Pascal
In de gele vakken is het mogelijk om de waardes aan te passen naar eigen bevindingen.					