

# Nieuwe wegen voor klimaattechniek in kantoren

*De discussie over het gebruik van klimaatinstallaties in kantoorgebouwen is in ons gematigde klimaat zo oud als de klimaatinstallatie zelf, in Duitsland ongeveer 60 - 80 jaar. De vaak kritische terughoudendheid tot klimaatinstallaties is tegenstrijdig met de eisen voor een goed binnenklimaat. Goede kwaliteit van het binnenklimaat, een aangenaam thermische en akoestische omgeving zijn bij groeiende werkdruk voor de gezondheid en de arbeidsprestatie van de medewerker een noodzakelijke voorwaarde geworden. Een prestatievermindering van slechts 1 % op de werkplek door een slechter binnenklimaat kost meer dan de gezamenlijke jaarlijkse kapitaal- en bedrijfskosten van de in een gebouw geïnstalleerde klimaatinstallaties. In concurrentie met leegstaande kantoorgebouwen hebben gebouwen, waarin de medewerkers zich goed voelen, de beste verhuurkansen. Het artikel toont geteste en nieuwe wegen naar een goed binnenklimaat onder de druk van de bouw- en bedrijfskosten. Investerings in een klimaatsysteem maken 10 -20 % van de bouwkosten uit en moeten voor een levensduur van 10 - 20 jaar goed en duurzaam worden aangelegd.*

*- door dr.-ing. H.W. Roth en E. van de Lustgraaf\*\**

**O**m een beter begrip van de actuele ontwikkeling van luchtbehandelingssystemen te krijgen, moet men de omgeving van de immobiele markten, de technische vooruitgang en met de wetgeving van het milieu rekening houden. De kantoormarkt is nog moeilijker geworden. Men verwacht een hoge ruimtekwaliteit bij lage bijkomende kosten. De grote onzekerheid omtrent de eisen van de huurder en de snelle organisatorische veranderingen binnen de ondernemingen zijn slechts door flexibele luchtbehandelingstechniek te beheersen.

De energiebesparingsnormering begrenst de primaire energiebehoefte en ondersteunt hiermee een bouwvergunning. Daarmee worden technologieën voor het gebruik van de omgevingsenergie uit de zonnestraling, de aarde en de buitenlucht bij kantoorgebouwen sterker benut. De vrije ventilatie wordt gelijkwaardig aan mechanische ventilatie behandeld en als hybride ventilatie verder ontwikkeld, waarvan het energiegebruik niet hoger mag zijn dan bij zuiver natuurlijk geventileerde kantoorgebouwen.

In de gebouwtechniek is de bekabeling van besturingen en regelingen (M&R)

standaard geworden. De M&R-functies in de ruimte, zoals ventilatie, jaloezie, licht en luchtbehandeling worden in de ruimteautomatisering geïntegreerd, om de bediening te vereenvoudigen en kosten te besparen.

Door verbeteringen van de technische beglazingen, de zonwering en de ventilatie-inrichtingen voor de natuurlijke ventilatie (ook voor hoogbouw) wordt de gevel de belangrijkste plaats voor de luchtbehandelingstechniek.

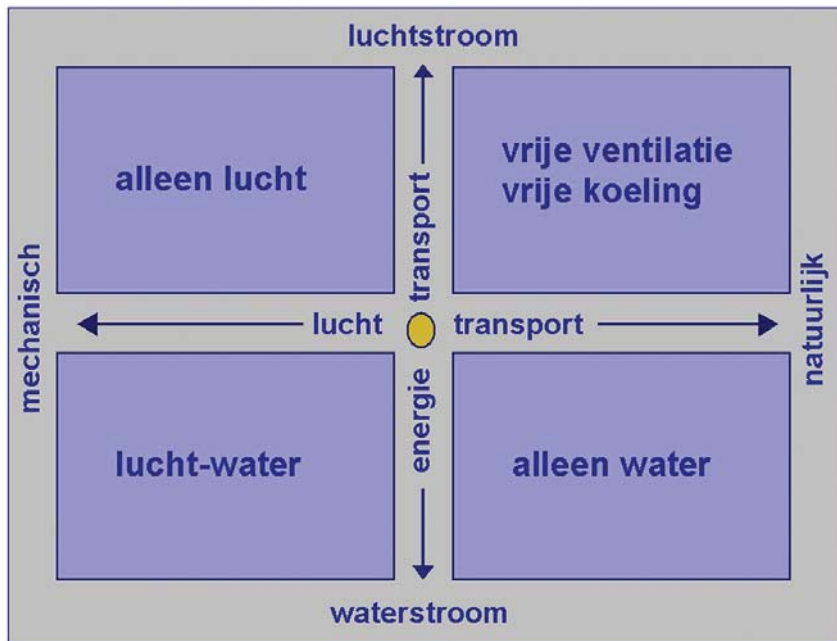
De beste kansen voor kostengunstig bouwen en bedrijfsvoering begint bij de ontwerpfase van een gebouw, zoals het klimaatgericht bouwen met emissie-arme bouwstoffen, waardoor een technische en energetische vroegtijdige beperking door een rekenkundige gebouwsimulatie kan worden ontwikkeld en afgeschermd.

De keuze en selectie van optimale luchtbehandelingssystemen is complexer, ingewikkelder geworden en vereist een tijdige inschakeling van experts en fabrikant. Moderne luchtbehandelingssystemen onderscheiden zich door:

- gescheiden ventilatie en luchtbehandeling;
- koelen met hoge (16-20 °C) en verwarmen met lage (25-40 °C) waterintredetemperaturen;
- gemiddelde verwarmings- en koellasten (30 - 60 W/m<sup>2</sup>) in een standaard kantoor;
- flexibiliteit betreffende capaciteit en klimaatfuncties door consequente modulaire bouwwijze;
- aan de ruimtebehoefte aangepaste ventilatie met verse buitenlucht;
- goede inschakeling van de natuurlijke ventilatie en ontwaseming;

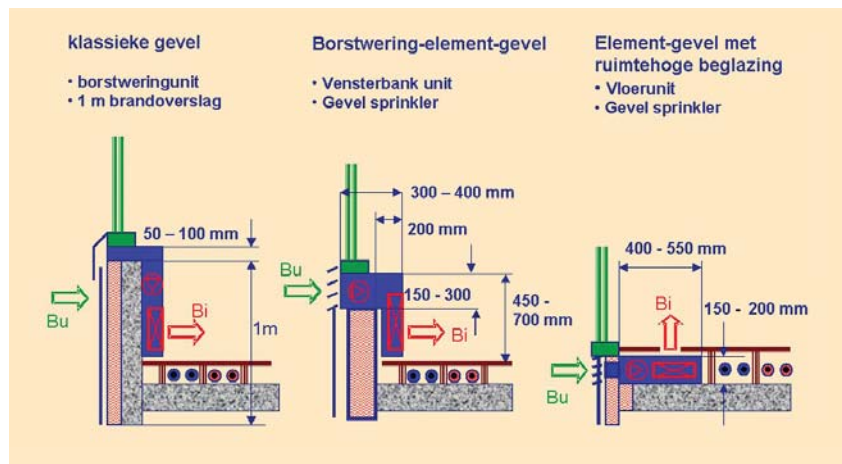
\* Hoofd innovatie van LTG AG,

\*\* Opticlimate Systems



Overzicht van luchtbehandlingssystemen.

- FIGUUR 1 -



Integratie van gevelunits.

- FIGUUR 2 -

- individueel binnenklimaat met overzichtelijke bediening door de gebruiker.

Een overzicht van luchtbehandlingssystemen voor kantoorgebouwen en de betekenissen worden getoond in figuur 1.

### CENTRALE OF DECENTRALE VENTILATIE?

De mechanische ventilatie wordt meestal door een luchtbehandelingsinstallatie gerealiseerd. De luchtbehandelingskast wordt in een souterrain, op het dak of, bv. bij hoogbouw, in de technisch ruimte opgesteld. De kantoorruimten worden via stijgleidingen en horizontale verdeellicingen van

lucht voorzien. Bij complexe gebouwen en moeilijke verticale en horizontale ontsluiting van de individuele ruimten, verdeelt men de ventilatie-installatie over meerdere kleinere eenheden. Zo worden bv. boven elkaar liggende vergaderruimten aan een gescheiden centrale aangesloten die, in tegenstelling tot de kantoorruimten, een aangepaste ventilatiebehoefte met variabele toevoerstromen mogelijk maakt. Een ander criterium voor decentralisering van de installaties is bijvoorbeeld verhuureenheden met een eigen luchtbehandelingsinstallatie. Is de huurder nog niet bekend of wordt een mechanische ventilatie niet gevraagd, dan worden alleen de technische ruimten en verticale schachten voorzien en naar behoefte afgebouwd.

Gevel georiënteerde ruimten kunnen ook direct via ventilatieroosters in de gevel mechanisch worden geventileerd. In tegenstelling tot vrije raamventilatie controleren decentrale gevelunits de toevoerlucht; de lucht kan worden gefilterd, verwarmd en/of gekoeld, afhankelijk van de belasting in de ruimte. Door de goede demping blijft de geluidafscherming van de gevel t.o.v. het omgevingsgeluid behouden. Deze zeer compact ingebouwde gevelunits kunnen in de verhoogde vloer, onder de ramen (voor de borstwering of in het venster) of onder het plafond worden ingebouwd.

Zet men gecombineerde toe- en afvoereenheden met geïntegreerde warmterugwinning in, dan vervallen de gezamenlijke centrale ventilatie-installaties in het gebouw.

Via spleetvormige weerbestendige roosters in de gevel, op de hoogte van de verdiepingvloer of tussen borstwering en vensterbank wordt de buitenluchthoeveelheid aangezogen, daarachter via de ventilatieklep, luchtfilter, ventilator, geluiddemper naar de warmtewisselaar geleid en door een ventilatierooster impulsarm de ruimte ingeblazen. Afbeelding 2 toont schematisch, welke unitgrootte mogelijk en zinvol zijn. Men onderkent, hoe sterk deze gevelunits in de gevel ingrijpen en daarmee een vroege afstemming tussen architect, gevelontwerper, bouwfysicus, adviseur en fabrikant van de gevelunit vereist. In het voorbeeld van afbeelding 3 is integratie in de verhoogde vloer geprojecteerd. Het gaat om een toevoerunit met een afzuiginstallatie via de binnenzone van het gebouw door een centrale afzuiginstallatie met warmterugwinning via een warmtepomp. Tot de voordelen behoren de zeer lage bouwhoogte en de geringe gevoeligheid t.o.v. windinducerende drukverschillen aan de gevel en aan de gangdeuren.

Gevelunits vullen de natuurlijke ventilatie goed aan. Voor iedere ruimte kan de beslissing voor mechanische ventilatie apart worden genomen. Ventilatiesleuven zijn voorzien en door inbouw van isolatiekernen direct te gebruiken. En kan worden besloten hoeveel units per ruimte moeten worden ingebouwd. Standaard kantoorruimten zijn eenvoudig om te bouwen tot vergaderruimten. De gebruiker stuurt de buitenluchthoeveelheid via een stappenschakelaar.



**Unitinbouw in een verhoogde vloer.**

- FIGUREN 3A EN 3B -



**Binnenaanzicht van een gevelunit voor de vloerinbouw.**

Hij kan met behulp van een thermostaat de ruimtetemperatuur naar behoefte instellen, en daarmee de verwarming en koeling van zijn ruimte activeren. Gevelunits beschikken echter over een te geringe koelcapaciteit, om alleen met de gekoelde buitenluchtstroom - die door energetisch en wetenschappelijke gronden te begrenzen is - een volwaardige luchtbehandelingsinstallatie te kunnen vervangen.

Voor de luchtbehandelingsinstallatie komen twee systemen in aanmerking:

**1. Koelplafondsysteem.**

Tot dit principe behoort afgehangen koelplafonds en massieve plafonds, waarin pijpregisters zijn ingebouwd. Ongeveer 50 % van de warmtestroom wordt door straling overgedragen. Metalen koelplafonds bereiken een koelcapaciteit tot max. 75 W/m<sup>2</sup>, in beton ingegoten pijpregisters (betonkernactivering) gemiddeld slechts 30 W/m<sup>2</sup>.

**2. Convectieve systemen.**

Deze gevelunits conditioneren de ruimte decentraal door verwarmen of koelen van de ruimtelucht. Bij het inductieprincipe wordt de recir-

culatieluchtstroom door inductie van de stuwende werking van nozzlestralen opgewekt en niet zoals bij ventilatorconvectoren met een ventilator.

Convectieve systemen beschikken over grotere koelcapaciteit en reageren sneller op veranderingen van de belasting in de ruimte. Snellere regelkringen reduceren principieel het energiegebruik. Trage oppervlaksystemen zijn op grond van de gematigde watertemperaturen voor de inzet van regeneratieve energiebronnen goed geschikt. Het primaire energiegebruik kan daarmee worden verminderd.

Voor de combinatie van gevelunits met recirculatie koeling en -verwarming bieden zich eveneens twee mogelijkheden aan :

1. Recirculatie binnen de gevelunits.
2. Aanvullende ventilatorconvector met 4-pijps-aansluiting voor verwarmen en koelen.

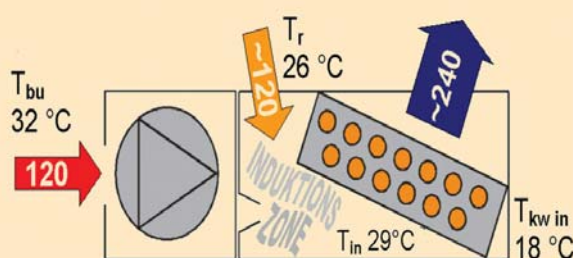
De bijmenging van ruimtelucht aan de buitenlucht als primaire luchtstroom voor intrede in de warmtewisselaar, zoals in afbeelding 4 voorgesteld, ver-

hoogt de in de ruimte beschikbare verwarming- en koelcapaciteit van de unit aanzienlijk. Gelijktijdig verhoogt het voor een groot deel de bedrijfsuren, waarbij de buitenluchttemperatuur onder de ruimtetemperatuur ligt, de toevoertemperatuur door menging met de warmere ruimteluchttemperatuur. Daarmee kan de vrije koeling zonder in te boeten aan comfort beter en langer worden benut en naverwarmen worden vermeden.

Een unitcombinatie met een ventilatorconvector is in voorbeeld 5 weergegeven. Belangrijk is de gelijke optiek vanuit de ruimte gezien en de gelijke inbouw situatie in de vloer, om een unitinbouw of een latere uitrusting te vereenvoudigen.

Decentrale gevelunits kunnen een interessant alternatief zijn voor een centrale mechanische ventilatie-installatie, wanneer aan de volgende voorwaarden wordt voldaan en zich de genoemde voor- en nadelen aan de hand van actuele bouwprojecten (Nieuwbouw en renovatie) laten kwantificeren:

- ventilatieopeningen in de gevel vereist;
- goede buitenluchtkwaliteit voor de



**Inductie bij een inblaaspunt vanuit de gevel.**

- FIGUUR 4 -



**Ventilatieconvector voor vloerinbouw, type VKB.**

- FIGUUR 5 -

- ventilatieopening;
- geen bevochtiging van de toevoerlucht, d.w.z.. begrenzing van de toevoerlucht bv. het aantal luchtwisselingen tijdens de verwarmingsperiode aanbevelen;
- op hygiënische gronden geen bevochtiging aan te raden, d.w.z. controle van de koudwater-intrede-temperaturen vereist; condensaatnet voor de zekerheid aan te raden; niet aan te raden voor klimaatzones met hete, vochtig klimaat;
- maatregelen voor de regeling / begrenzing van de toevoer onder windinvloed bij inzet bij hoogbouw is aan te raden.

Voor- en nadelen van de decentrale mechanische ventilatie:

- + besparing op kantoorruimte voor stijgschachten, technische ruimte, af te hangen koelplafonds;
- + lager energiegebruik voor de buitenluchteisen (bv.  $< 1 \text{ kW} / (\text{m}^3/\text{s})$ );
- + lager energiegebruik voor de nabehandeling van de buitenlucht door eenvoudig te realiseren ventilatiebehoefte (bv. door drie vast ingestelde toevoerluchthoeveelheden, via schakelaar instelbaar);
- + eenvoudig en snelle uitrusting en aanpassing aan veranderd gebruik;
- + hogere acceptatie door gebruiker, door individuele bediening;
- specifieke investering in  $\text{€}/(\text{m}^3/\text{h})$  ligt gelijk tot even boven de investering voor centrale ventilatie-installaties met constante volumestroom;
- geen bevochtiging;
- bij ontbrekende buitenluchtontvochtiging ruimtekoeling door condensatiegrens beperkt;

- hogere onderhoudskosten;
- onderhoud binnen de kantoorruimte beperkt door kantoorbedrijf;
- verhoogde bedrijfshinder door grotere luchttoevoer;
- verhoogde M&R-kosten voor winddrukcompensatie, begrenzing van de luchttoevoertemperatuur en vorstbeveiliging.

### KOSTENVERGELIJK TUSSEN CENTRALE EN DECENTRALE LUCHTBEHANDELINGSSYSTEMEN (LUCHT-WATER SYSTEMEN)

Het juiste criterium voor de systeemkeuze is de op het vloeroppervlak betrekking hebbend buitenluchtaandeel in  $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$  en de koellast in  $\text{watt}/\text{m}^2$ . In de volgende diagrammen worden vijf luchtbehandelingssystemen, afhankelijk van deze criteria wat betreft investering- en bedrijfskosten, met elkaar vergeleken. De besparingen op kantoorruimte t.o.v. de centraal georiënteerde systemen komen niet in aanmerking, daar de verschillen in de waardering van object tot object zeer groot zijn (bv. bij renovatie niet te berekenen en in de binnenzones niet volledig benut). De afkortingen betekenen:

#### DGU + BKA

Decentrale gevelunit met betonkernactivering.

#### DGU + FCU

Decentrale gevelunit afwisselend met recirculatie-ventilatorconvectoren voor verwarmen en koelen.

#### CVI + BKA

Centrale ventilatie-installatie met constante luchttoevoer en betonkernactivering.

#### CVI + Koelplaf.

Centrale ventilatie-installatie ( $V=\text{const.}$ ) met koel- verwarmingsplafond.

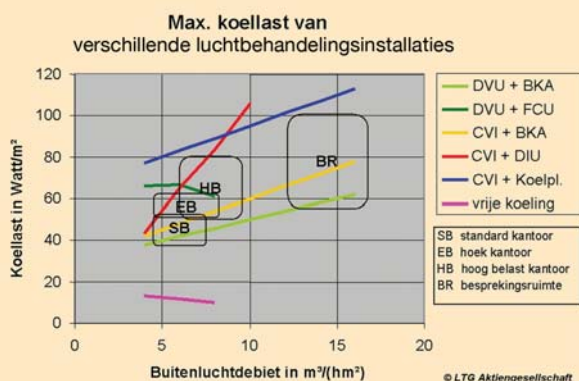
#### CVI + DIU

Inductie-installatie ( $V=\text{const.}$ ) met ventilatiecentrale en decentrale inductie-units in de ruimten.

De selecties van de verschillende kantoor types zijn in afbeelding 6, afhankelijk van de koellast en buitenlucht ingetekend en de koelcapaciteiten van de vijf genoemde luchtbehandelingssystemen tegenover elkaar gezet. Alle voorbeelden behoren tot de lucht-water luchtbehandelingssystemen. Als vergelijk is de koelcapaciteit van de buitenlucht ingetekend, om de comfortgrens voor een duurzame raamventilatie in vergelijk tot de mechanisch ondersteunende systemen voor te stellen.

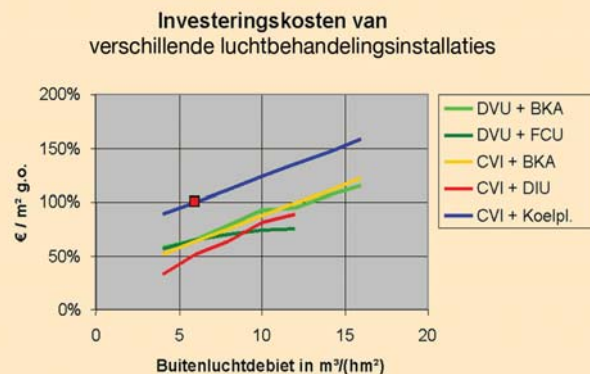
Afbeelding 6 toont koelplafonds, gecombineerd met een mechanische ventilatiesystemen met centrale koeling en ontvochtiging, de hoogste koellast bij een goed thermisch comfort. De koelcapaciteit van inductie-units neemt via de buitenlucht sterker toe, daar de koelbelasting van de ruimte (secundaire koelcapaciteit) met de luchttoevoer is gekoppeld. Inductie-units krijgen echter bij een koellast boven  $80 \text{ W}/\text{m}^2$  wegens de hoge luchtbeweging in de ruimte te maken met de comfortgrenzen. Een alternatief bestaat uit, inductie-units en ventilatorconvectoren te combineren, d.w.z. bv. afwisselend een inductie-unit en een ventilatorconvector in naastgelegen raamstramien in te bouwen. Daardoor kunnen koellasten van meer dan  $100 \text{ W}/\text{m}^2$  worden bereikt.

Centrale ventilatie-installaties met constante luchttoevoer en betonkern-



Koellast van verschillende luchtbehandelingssystemen.

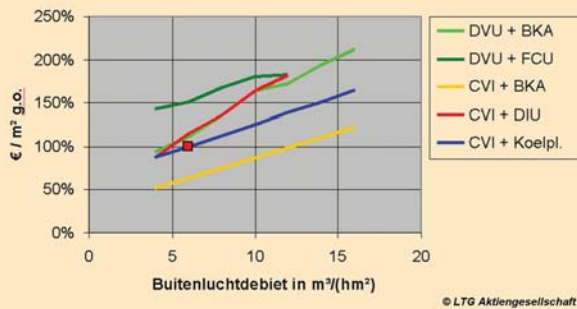
- FIGUUR 6 -



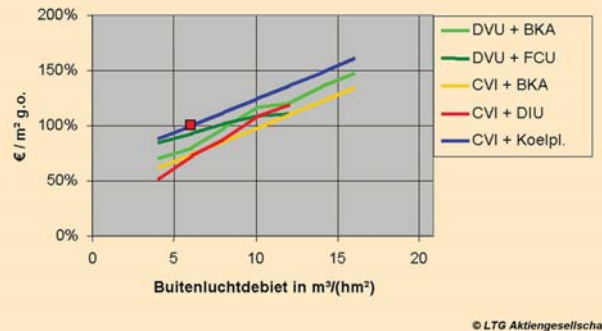
Vergelijk van de investeringskosten.

- FIGUUR 7 -

**Bedrijfskosten van  
verschillende luchtbehandelingsinstallaties**



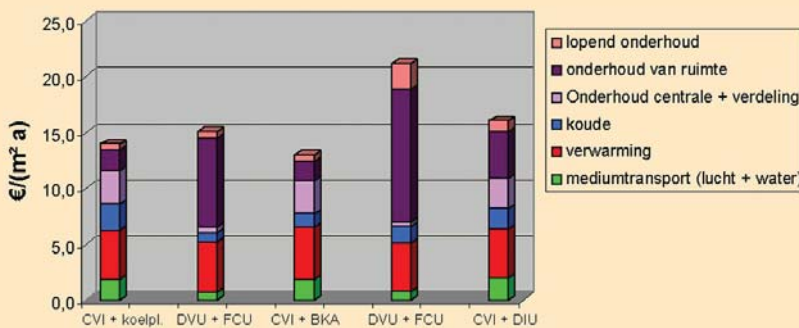
**Jaarkosten van  
verschillende luchtbehandelingsinstallaties**



**Vergelijk van de jaarkosten.**

- FIGUUR 8 EN 9 -

**Opdeling van de jaarkosten  
bij 6m³(h m²)**



**Opdeling van de bedrijfskosten.**

- FIGUUR 10 -

activering liggen met ongeveer 50 W/m² onder de koelcapaciteit van klimaatplafonds, zijn echter voor standaard kantoren goed inzetbaar. De toevoertkanalen kunnen in verhoogde vloeren met sparingen langs de gevel worden ingebouwd. Daarmee worden tijdens de verwarmingsperiode door de trage betonkernactivering voorkomende temperatuurwisselingen vereffend en de koude gevel goed afgeschermd.

Bij decentraal opgestelde luchtbehandelingsunits, zoals gevelunits, inductieunits en ventilatorconvectoren kunnen buitenluchtstromen en koelcapaciteiten via de unitselectie en aantal per ruimte flexibel worden aangepast. Bij de overgang naar verschillende ruimtegroottes ontstaan kostenverschillen, die bij een ingegeven vermenigvuldigingsfactor van de ruimtegrootte van twee tot vijf modulen deels vereffenen, echter ook kunnen verschillen.

Uit de beschrijving van de kosten voor koellast en buitenlucht kan men

afhankelijk van het gebruik van de ruimte wetenschappelijke oplossingen voor alle ruimtetypen vaststellen. Flexibele luchtbehandelingssystemen onderscheiden zich, daar slechts een klein deel van de ruimte met verhoogde koellast of buitenlucht technisch worden uitgerust. Daardoor zijn luchtbehandelingsunits in principe flexibeler dan verwarmings- en koelplafonds.

Voor de inzet in standaardkantoren zijn de investeringskosten van inductieunits het laagst. Daarboven liggen de systemen met betonkernactivering, alternatief met centrale en decentrale mechanische ventilatie. Bij alle systemen worden de investeringskosten in principe per ruimte bedoeld. Daarmee is ook de architect door zijn ontwerp en inrichting van de kantoren bij de beslissing over de investeringen sterk betrokken. Vergelijkt men de opdeling van bedrijfskosten in afbeelding 10, dan herkent men de dominantie van de onderhoudskosten van de luchtbe-

handelingsunits in de ruimte. Koelplafonds eisen een geringer onderhoud, echter liggen in de kosten op grond van de hogere specifieke koelcapaciteit hoger. Vat men de investerings- en bedrijfskosten samen, dan verminderen de kostenverschillen van de systemen. Koelplafonds met centrale ventilatie liggen verreweg aan de top, luchtbehandelingssystemen met centrale of decentrale ventilatie en betonkernactivering ca. 10 – 25 % lager. Decentrale ventilatiesystemen zijn flexibeler, daar de luchtstromen zich met geringere kosten aan het gebruik van de kantoorruimte laten aanpassen. Stelt men de voor- en nadelen van een betonkernactivering met centrale ventilatie en constante luchttoevoer van een decentrale mechanische gevelventilatie met variabele buitenlucht er tegenover, dan moet men bij de gevelunits bijzonder op de onderhoudsvriendelijkheid letten, echter bij een goede buitenluchtkwaliteit van de gevel dient men op een betere acceptatie van de decentrale techniek te kunnen rekenen. Decentrale en centrale ventilatie-installaties kunnen zeer goed binnen dezelfde gebouwen worden gecombineerd, daar dikwijls ook binnenliggende ruimtes geventileerd moeten zijn en de buitenlucht van kantoorruimten in de EG vaak door het straatverkeer belast kan zijn.

