

# Energie-efficiënte

# klimaat-systemen in gevels

Dr.ing. Hans Werner Roth,  
Evert van de Lustgraaf

Het is een diepgewortelde wens van architecten en installatieadviseurs om binnenruimten direct efficiënt via de gevel te ventileren, te verlichten en te conditioneren. Immers, voor het conditioneren van het binnenklimaat bestaat er, dankzij de plaatselijke weersomstandigheden van het gematigde klimaat in Nederland, geen betere en directere manier om dat te realiseren.

De tijd voor een vrije ventilatie zonder energietoevoer in de ruimte zou, bij variabele temperaturen en vochtigheidsgehalten, zo lang mogelijk moeten worden gereked. De gebruiker bepaalt dan het tijdstip en de duur, afhankelijk van de door hem gevoelde warmtehuishouding en luchtkwaliteit. In veruit het grootste deel (95 procent) van het jaar zouden het luchtdebiet en de luchttoevoertemperatuur van de buitenluchtstroom, mechanisch aan het gebruik van de ruimte moeten worden aangepast. Gelet op de 80 procent van de tijd waarin een kantoormedewerker gemiddeld niet op zijn werkplek zit, is een 'intelligente' klimaattechniek nodig om de energiebehoefte te minimaliseren. Precies op dat punt levert de decentrale techniek het grootste besparingspotentieel. In de afgelopen jaren zijn bij meer dan veertig grotere kantoorgebouwen ongeveer 10.000 van dergelijke decentrale ventilatie-units in de gevels aangebracht. Er ontstaan echter geheel nieuwe mogelijkheden en voordelen als deze nieuwe generatie decentrale ventilatie-units direct in de gevel worden ingebouwd. De vroegtijdige en noodzakelijke afstemming tussen de architect, de installatieadviseur, de gevelplan-

ner en de componentenleverancier is namelijk de beste voorwaarde om de techniek goed in de gevel te integreren, zonder dat daarbij afbreuk wordt gedaan aan de warmte- en geluidsisolatie en de weersbestendigheid. Verder wordt, door vroegtijdig te testen en te controleren, gewaarborgd dat alle functies werken. Bovendien kunnen hierdoor verbeteringen en optimaliseringen worden aangebracht die in een later bouwstadium niet meer mogelijk zijn.

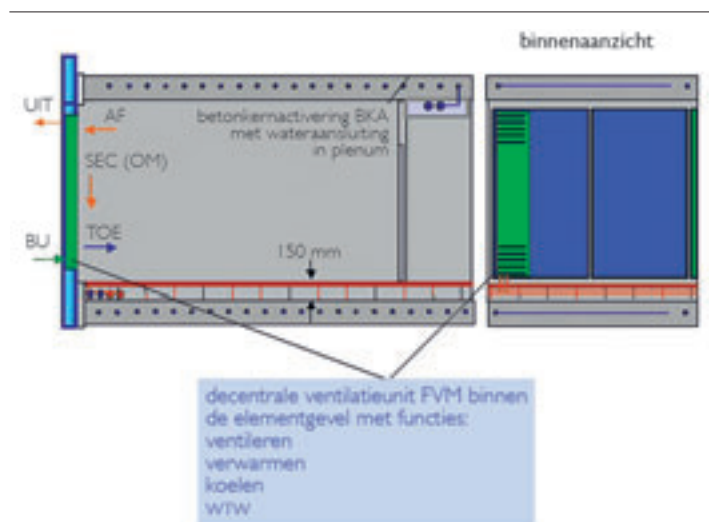
Daarnaast zijn de technische modules zoveel mogelijk in de fabriek voorgeïnstalleerd en getest, waardoor de modules met enkele handelingen in de voorbereide gevelelementen kunnen worden ingebouwd. Hierdoor wordt zowel bij de montage als bij de ingebruikname tijd bespaard. Door de modulaire opbouw kunnen de functies voor het verwarmen, koelen, ventileren en de warmterugwinning worden gescheiden. Al naar gelang het gebruik van de ruimte kunnen dus de vereiste technische functies worden ingebouwd en kunnen de functies naderhand, bij veranderingen, worden vervangen of aangevuld.

Verder is de bediening op de gevelbekleding aan de binnenzijde overzichtelijk, direct zichtbaar, voelbaar en daardoor zeer specifiek op de gebruiker afgestemd. De architect kan de bekleding aan de binnenzijde in hoge mate vrij vormgeven en alle onderdelen zijn na het openen van het frontpaneel (bijvoorbeeld een deur) vrij en gemakkelijk bereikbaar voor onderhoud en reparaties.

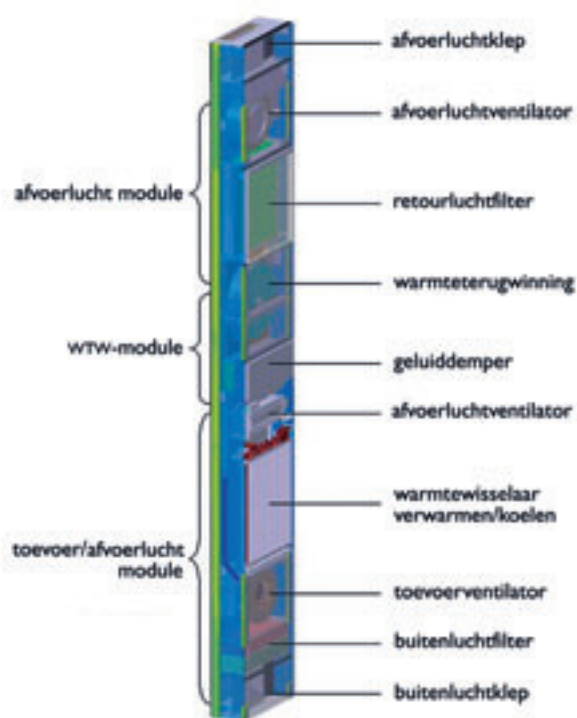
## GESCHIKTE GEVELS

Dubbelsteens gevels bieden voldoende inbouwdiepte en een goede bescherming tegen weersinvloeden. Het is echter niet aan te bevelen om de buitenluchtstroom vanuit de spouw in de gevels aan te zuigen. De buitenlucht wordt 's zomers immers sterk verwarmd door de zon en kan zich met de retourlucht uit andere ruimten vermengen (dat geldt niet voor raamkozijnen). Voor enkelsteensgevels wordt geadviseerd over de totale hoogte van het vertrek een smalle inbouwruimte voor de technische installatie te maken (figuur 1).

Twee raammodules vormen telken één ruimte-eenheid. De



1. Met een secundaire ruimteconditionering via betonkernactivering kunnen koellasten tot  $50 \text{ W/m}^2$  uit de ruimte worden afgevoerd.



beknopt profiel	
bouwhoogte	tot 2.680 mm
bouwdiepte	160 mm
bouwbreedte	400 mm
buitenluchtdebiet	60 - 200 m <sup>3</sup> /h
nom. buitenluchtdebiet	120 m <sup>3</sup> /h
nom. koelcapaciteit	470 W
nom. ruimte koelcapaciteit	375 W
nom. verwarmingscapaciteit	2.240 W
nom. ruimte verwarmingscapaciteit	1.520 W
warmteterugwinning (120 m <sup>3</sup> /h)	415 W
elektrisch vermogen	52 W
warmteterugwingetal	55 procent
vochtterugwingetal	55 procent

2. De voorzijde van een unit met een overzicht met de belangrijkste technische specificaties.

de eerste module is een technische module met een breedte van 450 mm en een daarnaast gemonteerde ventilatiedeel. De tweede module is een gevelement met een vast veld, dat wil zeggen: een vast raam. Door montage over de hele hoogte van de ruimte kan de inbouwdiepte van de ventilatie-unit worden beperkt tot 160 mm. De openingen voor de buitenlucht en de retourlucht kunnen zover van elkaar worden geplaatst dat de stromingskortsluiting kan worden verwaarloosd.

Ook zonder de inbouw van de ventilatie-unit is de warmte- en geluidsisolatie van de gevel gewaarborgd. De ventilatie-unit wordt, gedurende het grootste deel van het jaar, via waterleidingen (vier-pijp) in de vrije ruimte onder de vloer van koud- en warmwater voorzien.

### TECHNISCHE SPECIFICATIES

De buitenlucht die aan de onderzijde van de unit wordt aangezogen (figuur 2), passeert een hermetisch afsluitbare klep en wordt gefilterd in een fijnstoffilter (klasse F7) die de allergenen voor bijna 100 procent tegenhoudt. In een roterende unit voor de warmte- en vochtterugwinning wordt tijdens de opwarmtijd meer dan 50 procent van de in de re-

tourlucht opgenomen afvalwarmte en vochtigheid aan de toegevoerde lucht doorgegeven. Daardoor kan de buitenlucht bij temperaturen van bijvoorbeeld -8 °C naar 21 °C worden opgewarmd, terwijl het verwarmingswater een in-tredetemperatuur heeft van slechts 40 °C.

De toegevoerde lucht komt via een unit voor de warmteoverdracht in de ruimte. Deze unit is op een compacte recirculatieventilator aangesloten en wordt alleen ingeschakeld als tijdens een koude nacht extra verwarmingsenergie wordt gevraagd, of als in de zomer een topkoeling is gewenst. Een fijnfilter (klasse F5) reinigt de retourlucht om de aangesloten warmteterugwinner schoon te houden. Als de unit stilstaat, wordt de opening voor de retourlucht hermetisch afgesloten door een warmtegeïsoleerde klep. Beide klepmotoren zijn uitgerust met een veerteruggang die de kleppen bij stroomuitval (bij storing of brand) autonoom sluit.

Ook de temperatuur in de luchtrichting achter de warmteoverdrager wordt bewaakt. Hiermee kan een te koude of te warme temperatuur van de toegevoerde lucht worden ondervangen en kan bevrozing worden voorkomen als de verwarming uitvalt. Een luchtdebietregelaar stuurt het toerental van de ventilatoren en de regelstand van de ventilatieklep-



pen in volgorde aan. Op deze manier worden de ingestelde luchtdebieten op een constant niveau gehouden, ook als er sprake is van vervuilde filters en wind.

### **GROTE FLEXIBILITEIT**

Afhankelijk van de bekleding in de binnenruimte kan de toevoerlucht evenwijdig aan de gevel en/of impulsarm direct naar de verblijfszone worden uitgeblazen. De gebruiker kan de instellingen ook regelen.

In de verblijfszone ontstaat een verdringingsventilatie die zich onderscheidt door lage luchtsnelheden en een goede effectiviteit van de ventilatie. Iedere gebruiker beschikt over een eigen LB-installatie die hij kan uitschakelen om vrij te ventileren en die hij bij mechanische ventilatie vrij kan instellen op de luchttoevoertemperatuur en de kracht van de toegevoerde luchtstroom. Bij afwezigheid schakelt de ventilatie-unit naar een vooraf ingestelde spaarstand.

Door de automatische of handmatige selectie van de buitenluchtstromen in de verhouding 1:3 tot en met 1:4 wordt voor alle gebruiksstanden (van 'afwezig' tot en met 'vergadering') een goede luchtkwaliteit bereikt. Door toepassing van extra installaties kunnen hoekruimten als vergaderruimte worden gebruikt. Voor de ventilatie van gangen en nevenvertrekken zijn toevoerunits geschikt om naastliggende binnenruimten en natte vertrekken met een gelijkmatige luchtbalans mechanisch te kunnen ventileren.

Bij ruimten waarin de omstandigheden goed genoeg zijn om

alleen raamventilatie toe te passen, kan worden volstaan met uitsluitend statische verwarmingsmodules die als ventilator-convectoren werken. Alle installatiecombinaties kunnen worden omgebouwd of naderhand worden uitgebreid, zonder dat men de vormgeving van de gevel hoeft aan te passen.

### **ENERGIEBEHOEFTE EN DUURZAAMHEID**

De primaire energiebehoefte van centrale klimaatinstallaties wordt bepaald door het transporteren van de lucht en de luchtbehandeling. Het transport van de lucht kost meer energie dan de luchtbehandeling (ongeveer factor 1,5). De naverwarming van de lucht vraagt ook met warmteterugwinning, meer energie dan de koeling (ongeveer factor 3).

Centrale klimaatinstallaties in kantoorgebouwen zijn ongeveer 3.000 tot 3.500 uur per jaar ingeschakeld. Zij worden dagelijks vaak één tot twee uur vóór het begin van de werkdag ingeschakeld en 's avonds op een vast tijdstip uitgeschakeld. In gebouwen van krantuitgeverijen is het geen zeldzaamheid dat de installatie 24 uur in werking is, ook wanneer er 's nachts maar een paar ruimten worden gebruikt. De tijd dat een installatie in werking is (bedrijfstijd) kan alleen effectief worden verminderd als er LB-installaties in de verschillende zones en de afzonderlijke ruimten van het gebouw worden geplaatst. Kortere bedrijfstijden reduceren naar evenredigheid de hoeveelheid energie die nodig is voor het transport en de opwarming van de lucht.

Bij een decentrale ventilatie-unit hoeft de ventilator slechts ongeveer 1/10 van de drukverhoging te leveren die een centrale ventilator nodig heeft om het drukverlies in het leidingnet en de centrale installatie te compenseren. Wanneer het besparingspotentieel van het luchttransport en de gebruiksafhankelijke exploitatiewijze bij elkaar worden opgeteld, kan de primaire energiebehoefte met de factor twee tot vier worden verminderd, waarmee het niveau van een niet-geklimatiseerd gebouw wordt bereikt.

De hoge kwaliteit van de geprefabriceerde ventilatie-unit en de gevel – evenals de latere aanpassing van de unit en de meet- en regeltechniek aan de nieuwe eisen van toekomstige gebruikers – maken het mogelijk om de systemen gedurende lange tijd te exploiteren. Op die manier wordt het 'ecologische rugzakje' niet alleen kleiner door een lager energieverbruik, maar ook door een geringer materiaalverbruik.

### **ECONOMISCH GEBRUIK**

Bij de vraag naar de meest economische oplossing kunnen drie mogelijkheden worden onderscheiden. Ten eerste: gebouwen waarin geen centrale ventilatie mogelijk is en waar-



3. De rook laat een mengventilatie zien als de lucht zijwaarts langs de glaswand wordt uitgeblazen.



bij alleen tussen raamventilatie en decentrale ventilatie kan worden gekozen. Gebouwen die gerenoveerd of gerevitaliseerd moeten worden, bieden vaak geen mogelijkheid om alsnog een centrale ventilatie-installatie in te bouwen. In dit soort gebouwen ontbreken de noodzakelijke ruimten voor de technische installatie en de verticale kanalen. Deze kunnen vaak ook niet meer worden ingebouwd. In de verlaagde plafonds ontbreekt de ruimte om luchtkanalen aan te brengen. Voor het aanbrengen van een decentrale ventilatie hoeft echter alleen maar de gevel of het venster te worden vernieuwd, wat bij een ingrijpende renovatie toch al moet gebeuren. Het bij een renovatie aanbrengen van openingen in de buitenmuur is meestal te tijdrovend en te kostbaar.

Een tweede mogelijkheid vormen de gebouwen waarin men van plan is om een mechanische ventilatie in te bouwen en waarbij een keuze moet worden gemaakt tussen een centrale en een decentrale ventilatie. Gelet op de benodigde toevoer- en retourstroom zijn de investeringen voor een centrale ventilatie-installatie, inclusief alle luchtleidingen vanaf de buitenluchtopening tot en met de luchtafvoer in het vertrek, nog altijd geringer dan bij een decentrale ventilatie. Als de luchtwisseling toeneemt, wordt het verschil groter. Daarbij geldt: hoe kleiner de ruimteoppervlakte die een decentrale ventilatie-unit moet verzorgen, hoe groter het verschil. De balans kan echter omkeren als men de kosten voor een decentrale installatie vergelijkt met de bouwkosten voor een centrale installatie waarbij ruimten voor de technische installatie moeten worden gecreëerd, kanalen aangelegd en grotere vrije ruimten in de plafonds en de vloeren gerealiseerd. De bouwkosten stijgen dan vooral door de verruiming van de verdiepingshoogte en het verminderen van gebruiksoppervlakten voor de ventilatiekanalen. Daarnaast kunnen de kosten stijgen omdat er een dubbele vloer of een verlaagd plafond moet worden aangelegd. Bij ieder bouwproject moet een nieuwe vergelijking tussen de investeringen worden gemaakt. De ervaringen en de kostenvergelijkingen tot nu toe laten zien dat de decentrale ventilatie vooral in de zogeheten lage-energiekantoren economisch voordelig kan worden toegepast. Vergeleken bij een centrale ventilatie zijn de onderhoudskosten echter hoger. Daarom wordt het voordeel van de lagere energiekosten op dit moment nog opgeheven door de huidige energieprijzen.

De derde mogelijkheid vormen gebouwen waarin men van plan is om decentrale ventilatie-units te plaatsen en waar men de keuze heeft om de units vóór of ín de gevel te monteren. Deze keuze maakt de architect op grond van zijn ideeën hoe de binnenruimte moet worden vormgegeven. Bij

een glasgevel met dezelfde hoogte als de ruimte kan slechts worden gekozen tussen een montage in de gevelementen of een montage in de vrije ruimte van de vloer bij de gevel. Voor units die onder de vloer worden gemonteerd is een inbouwruimte nodig van circa 220 mm. Tot nu toe worden vooral units voor inbouw in de vloer gebruikt. De retourlucht wordt via overstroomroosters in het plenum door een centrale mechanische ventilatie-installatie in de gebouwkern afgezogen. Bij borstweringgevels zijn het de units in de borstwering die via roosters onder het raamkozijn, buitenlucht aanzuigen en daarnaast retourlucht uitblazen.

## **SAMENVATTING**

De in de gevel geïntegreerde decentrale ventilatie-units worden door de gebruikers zeer gewaardeerd, hebben gunstige financiële oppervlaktekosten en worden gekenmerkt door een grote flexibiliteit (zowel voor de investeerders, de architecten als de ontwerpers). Daarom zijn de geïntegreerde decentrale ventilatie-units, vergeleken met centrale klimaatinstallaties, een goed en innovatief alternatief met veel positieve eigenschappen. Zowel bij nieuwbouw als bij renovaties bieden de decentrale units grote mogelijkheden om primaire energie te besparen. Het financiële voordeel van een decentraal systeem wordt nog groter als er voor de centrale klimaatinstallaties extra aanlegkosten moeten worden gemaakt voor de centrale technische installatie en de luchtkanalen en als ook de inkomsten verminderen door het verlies van verhuurbare (bedrijfs)oppervlakten.

### **Auteurs**

*Dr.ing. Hans Werner Roth, Hoofd Technische Innovatie,  
LTG AG, Stuttgart,*

*Evert van de Lustgraaf, directeur Opticlina Systems, Ermelo.*

