

Optimale klimaatplafonds

Op donderdag 08 februari jongst leden is door het bedrijf Afbouw, in het kader van de Nederlandse bouwbeurs, een lezingdag georganiseerd met als titel 'Het optimaliseren van het binnenmilieu door systeemplafonds'. De voordracht door de auteur, betref 'Klimaatplafonds in het kader van de energieprestatie normering'. De onderhavige publicatie 'Optimale klimaatplafonds' vindt mede zijn oorsprong in de voren genoemde voordracht.

De nieuwe interactieve website van VERWOL Klimaatplafonds [1], waarmee architecten, adviseurs, bouwbedrijven en installateurs, klimaatplafonds zelf kunnen ontwerpen en dimensioneren vormt een tweede rede voor dit artikel. Het ontwerpresultaat van de interactieve website is een foto van het gekozen klimaatplafond met bijbehorende bestekteksten, optimale watertemperaturen en investeringsprijzen. Een derde rede voor deze publicatie is de introductie van een tweetal nieuwe klimaatplafonds in Nederland. De eerste innovatie vormt een verlijmd aluminiumkoperactivering met een uitwendige leidingdiameter van niet meer dan 4 mm.

Dit ter extensivering van het materiaalgebruik waardoor de Gros Energy Requirement (GER) aanzienlijk wordt gereduceerd. De tweede vernieuwing vormt een serie modulaire klimaatplafonds met extreem verbeterde geluidsisolatie waarden, lopende van minimaal 34 dB tot maximaal 62 dB met behoud van een zeer goede geluidabsorptie waarde van 85 %. Dit artikel behandelt de meest wezenlijke vragen over klimaatplafonds namelijk: 'Waarom klimaatplafonds?' en 'Het ontwerpen van optimale klimaatplafonds!'. In dit artikel wordt ook nog kort de verhoging van het koel- en verwarmingsvermogen van klimaatplafonds door een overgang van vrije convectie naar min of meer gedwongen convectie door een vergroot ventilatievoud genoemd, omdat het mede van belang is voor het correct dimensioneren van de activering. In een volgend artikel zal nader aandacht worden besteed aan de onafhankelijke meetresultaten en theoretische achtergronden van de verbetering van de overlangsgeluidsisolatie met behoud van de absorptiegraad en de vergroting van de koel- en verwarmingsvermogens door het toepassen van adequate luchttoevoerroosters.

- door ir. H. Schmitz*

Het binnenklimaat in gebouwen wordt door de gebruikers beoordeeld op grond van vier, precies omschreven, prestatiecriteria: De **GEZONDHEID**.

Een combinatie van materialen met een geringe, zo mogelijk geen enkele emissie van (toxische) stoffen en een gewaarborgde toevoer van voldoende verse buitenlucht leidt tot een geringe verontreiniging van de binnenlucht in de kunstmatige leefzone zodat een optimale 'gezondheidsprestatie' resulteert.

De **THERMISCHE BEHAAGLIJKHEID**.

De mens voelt zich thermisch comfortabel indien zijn lichaam in een stationaire warmtebalans met de omgeving verkeert. Zodoende moet de warmtevraag van de leefzone gelijk zijn aan het warmte aanbod aan diezelfde leefzone. Het installeren van extra verwarming en koelvermogen zal niet leiden tot thermische behaaglijkheid maar eerder tot instabiel regelgedrag en comfortklachten. Een correcte vermogensbalans van de leefzone is minimaal noodzakelijk voor thermische behaaglijkheid.

De **VISUELE TAAK**.

Het binnenmilieu moet een, op de visuele taak afgestemde verlichting bezitten. Een woning zal wellicht meer van sfeerverlichting voorzien zijn dan een stofarme ruimte, die wordt verlicht door hoge Luxniveaus.

Tot slot de **AKOESTISCHE TAAK**.

Ruimten moeten voldoende geluidabsorptie en een goede geluidsisolatie bezitten om als akoestisch prettig te worden gekwalificeerd.

De vraag is dus; kunnen klimaatplafonds beter invulling geven aan de vier genoemde prestatiecriteria dan andere klimatiseringsconcepten?

* VERWOL Klimaatplafonds BV, Directeur

De gewenste prestatiecriteria worden duidelijk beschreven in: NEN-EN 15251 mei-2005, ISO 7730 november-2005 en ISSO-publicatie 74 maart-2004, waarbij voor de thermische behaaglijkheid het adagium 'Een koel hoofd en warme voeten' ook een goed beoordelingscriterium vormt. In het Programma van Eisen (PvE) zou men zich dan ook kunnen beperken tot het vermelden van prestatiewensen als; een categorie A binnenklimaat voor de gezondheid en de thermische behaaglijkheid in overeenstemming met NEN-EN 15251. NEN-EN 15251 vormt dan ook het toetsingskader voor de beantwoording van de gestelde vraag.

Naast inzicht in de prestatiecriteria is het ook van belang kennis te nemen van belangrijke bouw trends. Een eerste tendens heeft betrekking op het verduurzamen van gebouwen. Gebouwen moeten volgens het bouwbesluit voldoen aan een van overheidswege voorgeschreven Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC). Als het ontwerp-proces gebaseerd is op het Trias Energetica Principe (TEP), dat wil zeggen de eerste ontwerpmaatregel betreft een minimalisatie van de vraag naar energie, om vervolgens een maximale benutting van duurzame energie te bewerkstelligen om dan te eindigen met de doelstelling om de resterende fossiele energievraag zo efficiënt mogelijk te gebruiken, zullen gebouwen zich steeds meer gaan gedragen als thermosflessen. De warmtedissipatie in de gebouwen, komt er niet meer vanzelf uit. Een tweede, hier te noemen, trend heeft (vooralsnog) alleen betrekking op kantoren, namelijk het zogenaamde 'nieuwe werken'. Het betreft een intensivering van het gebruik van het vloeroppervlak door de introductie van flexibele werkplekken. Voor 100 employees worden in het gebouw slechts 60 flexibele werkplekken ingericht, met als argument dat de overige 40 werknemers, cursus volgen, ziek zijn, verlof hebben, zich bij klanten bevinden of een dag thuis werken. Tengevolge van deze tweede trend gaan kantoorgebouwen lijken op termietenheuvels en mierenhopen, namelijk dagelijks een volle bezetting. De gecombineerde trend van mierenhopen in thermosflessen leidt ertoe dat, in de Nederlandse gebouwde

omgeving, een verschuiving plaats vindt van steeds minder verwarmen naar steeds meer koelen.

De ultieme consequentie van:

- een goed binnenklimaat met een koel hoofd en warme voeten;
- en de ontwikkeling van minder verwarmen naar meer koelen, leidt ertoe dat alleen nog koelplafonds, zo u wilt klimaatplafonds, adequaat invulling kunnen geven aan het gewenste prestatie niveau van een categorie A binnenklimaat. Laat u dan ook niet van de wijs brengen. Meer koelen door 'mierenhopen in thermosflessen' en 'koele hoofden met warme voeten in een A kwaliteit binnenklimaat' is NIET TE REALISEREN door:

- *Vloerkoeling.*

Vloerkoeling leidt tot koude voeten en inefficiënt koelen. Een kussen van koude blijft liggen op de vloer, zonder door te dringen in de hogere lagen van de leefzone met als resultaat een oncomfortabele verticale temperatuurgradiënt;

- *Wandkoeling.*

In ruimten met wandkoeling kunnen geen schilderijen, kasten, borden en posters worden geplaatst of opgehangen. Deze versperringen van de wanden leiden tot een niet onaanzienlijke koudereductie van de wand naar de mens;

- *Ventilator- en inductieconvectoren.*

Bij ventilator en inductieconvectoren vindt alleen convectieve warmte overdracht plaats met als gevolg meer gedwongen luchtbeweging in de leefzone. Niet alleen de gemiddelde luchtsnelheid neemt toe maar zeker ook de turbulentie intensiteit. Daardoor is met ventilator en inductieconvectoren in de leefzone slechts een categorie B binnenklimaat realiseerbaar [5];

- *Betonkernactivering.*

De conventionele vorm van betonkernactivering is niet individueel beïnvloedbaar of regelbaar. Door deze slechte regelbaarheid is met betonkernactivering ook geen A klimaat realiseerbaar.

Niet onvermeld kan hier blijven dat klimaatplafonds de meeste energiebesparing opleveren. Ten opzichte van vloer en wandkoeling en betonkernactivering is de warmteoverdracht van het verwarmingswater en koelwater

naar de mens in de kunstmatige leefzone bij klimaatplafonds het grootst. Verder is het zo dat circa 40 procent van de warmteoverdracht bij koelplafonds plaatsvindt door straling, zodat voor dezelfde operationele temperatuur ten opzichte van andere vormen van klimatiseren, de luchttemperatuur in de leefzone 0,5 à 1,0 graad Celsius hoger kan worden genomen. Een gevolg van de genoemde fysische voordelen, namelijk een betere koudeoverdracht en meer stralingskoude is dat klimaatplafonds voor dezelfde vermogenslevering gebruik kunnen maken van Zeer Hoge Temperatuur koeling (Z-HTK) en Zeer Lage Temperatuurverwarming (Z-LTV). Dit leidt tot een beter rendement van de koelmachine en elektrische warmtepomp en dus minder energiegebruik.

Naast de thermische behaaglijkheid scoren klimaatplafonds ook goed op de items:

- *Verlichting.*

De beste verlichting van een werkplek vindt plaats vanuit het plafond, net zoals de zon de aarde verlicht;

- *Akoestiek.*

De meest effectieve manier van geluidabsorptie bevindt zich in plafonds;

- *Luchtdistributie.*

In grotere kantoortuinachtige omgevingen vindt de beste luchtdistributie plaats vanuit het plafond [6].

Principieel wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van luchtdistributie in de leefzone, namelijk turbulente mengluchtstroming en thermische gedreven verdringingsstroming. Bij thermisch gedreven verdringingsstromingen vormen zich in kantoren, met een normale plafondhoogte van 2,7 meter, helaas geen grotere verticale temperatuurgradiënten. De grote convectieve luchtdebieten veroorzaakt door de aanwezige mensen, zonnestraaling en computers verhinderen de vorming van de gewenste en noodzakelijke verticale temperatuurgradiënt in een kantoor. In hogere hallen vormen zich wel adequate verticale temperatuurgradiënten. Gelet op het feit dat de minimale luchttoevoertemperatuur van een verdringingsstroming minimaal 19 °C moet bedragen kan slechts beperkt gebruik worden gemaakt van directe vrije buitenluchtcooling en zal gedurende een groot gedeelte van het jaar energievernietiging optreden. Omdat



**Waarom klimaatplafonds ?
Daarom klimaatplafonds !**

- FIGUUR 1-

bij thermisch gedreven verdringingsstromingen geen adequate verticale temperatuurgradiënten in kantoren optreden, waardoor een groot luchtdomein noodzakelijk is om nog wat koeling in het kantoor te brengen, samen met de optredende energievernietiging en het feit dat door een correcte mengluchtstroming het koel en verwarmingsvermogen van klimaatplafonds toeneemt, is een mengluchtdistributie vanuit het plafond beter en adequater dan verdringingsstroming uit de wand of het plafond.

Kortom plafondklimatisering is te prefereren boven vloer en wandklimatisering en louter convectieve vormen van warmteoverdracht, zoals inductie convectoren.

De beantwoording van de vraag 'waarom klimaatplafonds?' is dan eenvoudig:



Diverse bouwkundige uitvoeringen van klimaatplafonds. Een rechthoekig C-band rasterplafond, een vierkant D-band rasterplafond, een rechthoekig J-bar plafond en een stucwerk klimaat plafond.

- FIGUUR 2-

Alleen klimaatplafonds voldoen aan alle prestatie criteria voor: Mierenhoop in thermosflessen met koele hoofden en warme voeten en maximale energiebesparing. Daarom kunnen voor een categorie A binnenklimaat alleen maar klimaatplafonds worden toegepast.

Zie hiertoe onder andere figuur 1.

HET ONTWERPEN VAN OPTIMALE KLIMAATPLAFONDS!

Hoe wordt een optimaal klimaatplafond ontworpen dat voldoet aan de wensen van de opdrachtgever? Dit zou de eerste vraag van een werktuigbouwkundig ontwerper moeten zijn voor een vertaling van het programma van eisen naar een concreet installatieconcept.

Een klimaatplafond bestaat uit een bouwkundig en werktuigbouwkundig deel. Het ontwerpen en dimensioneren van klimaatplafonds vindt in vier chronologische ontwerpstappen plaats, namelijk:

- kies op grond van (binnen-) architectonische, esthetische en bouwkundige overwegingen een plafond en materialiseer het bouwkundige plafond;
- kies op grond van onder andere de koel en verwarmingsvermogens de activering en materialiseer de werktuigbouwkundige activering;
- kies op grond van de bouwkundige indeling van het gebouw de grote van regelkringen en materialiseer de verzamelleidingen en hydraulische aansluitsets;
- integreer de overige prestatieonderwerpen, zoals luchtdistributie, verlichting en akoestiek in het plafond en leg in een bestek met tekeningen het totale klimaatplafond vast.

In het navolgende wordt elke ontwerpstep nader toegelicht en kunt u aan de slag met het ontwerpen en dimensioneren van optimale klimaatplafonds.

DE EERSTE ONTWERPSTAP, SELECTEER HET BOUWKUNDIGE PLAFOND.

De binnenhuisarchitectuur, de esthetica van de ruimte met de bouwkundige materialisatie van het gebouw legt (voornamelijk) het bouwkundige deel van het klimaatplafond vast. Zo kunnen stucwerk klimaatplafonds, houten klimaatplafonds en metalen klimaatplafonds worden toegepast. Uit begrijpelijke overwegingen, namelijk de effectiefste wijze van warmte en koude overdracht, vinden metalen klimaatplafonds de meeste toepassing, waarbij kan worden gekozen uit:

- vierkante en rechthoekige C- of D-bandraaster plafonds;
- vierkante en rechthoekige klemcassetten en J-bar plafonds;
- specials, zoals stucwerk op metaalpanelen of gipskartonplaten en houten klimaatplafonds.

Zie voor diverse vormen klimaatplafonds figuur 2.

Op grond van dezelfde architectonische en esthetische overwegingen kunnen natuurlijk ook klimaatplafondeilanden worden geselecteerd, zoals bijvoorbeeld weergegeven in figuur 3.

Het allerbelangrijkste is echter de constatering dat de werktuigbouwkundig ontwerper samen met de architect het klimaatplafond moet ontwerpen, zodat de werktuigbouwkundige aspecten, zoals optimale warmteoverdracht, een tochtvrije distributie van ventilatielucht, akoestische absorptie etc. op een integrale wijze worden afgestemd met de bouwkundige aspecten zoals mechanische sterkte, materiaalgebruik, esthetica etc.. Het vormgeven en ontwerpen van klimaatplafonds vormt *het voorbeeld* van integraal ontwerpen [9].

In de Europese ontwerp-norm 'EN 13964, Suspended ceilings – requirement and test methods' worden alle



Klimaatplafondeilanden.

- FIGUUR 3-

overige voorwaarden vermeld waaraan het bouwkundige deel van het klimaatplafond moet voldoen, bijvoorbeeld, de toegestane doorbuiging, nog te accepteren kleurverschillen, brandgedrag etc. [7]. De verdere materialisatie van het plafond, zoals de plaatdikte en ophangingen moeten worden gebaseerd op de genormeerde criteria in NEN 13964.

DE TWEEDE ONTWERPSTAP, SELECTEER DE WERKTUIGBOUWKUNDIGE ACTIVERING.

Het gewenste koel- en verwarmingsvermogen en de samenhang met het overige deel van de klimaatinstallatie bepaalt hoofdzakelijk het werktuigbouwkundige deel van het klimaatplafond, de activering. Door de activering stroomt het koel en verwarmingswater dat zijn warmte overdraagt aan het bovengenoemde bouwkundige deel van het klimaatplafond. Het bouwkundige deel van het klimaatplafond draagt vervolgens zijn warmte en koude, voornamelijk door vrije convectie en straling, via de ruimtelucht en wanden, over aan de mensen in de kunstmatige leefzone van het gebouw. In Nederland worden de volgende drie vormen van activering het meeste toegepast:

- verlijmd aluminiumkoperactivering

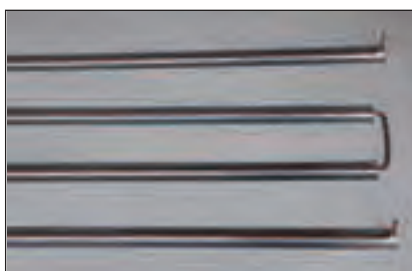
volgens figuur 4B;

- niet verlijmd koperactivering overeenkomstig figuur 4A;
- verlijmd en niet verlijmd kunststof capillairmatten, zoals getoond in figuur 4C.

De materiaalkeuze voor een van de drie vormen van activering wordt hoofdzakelijk bepaald door:

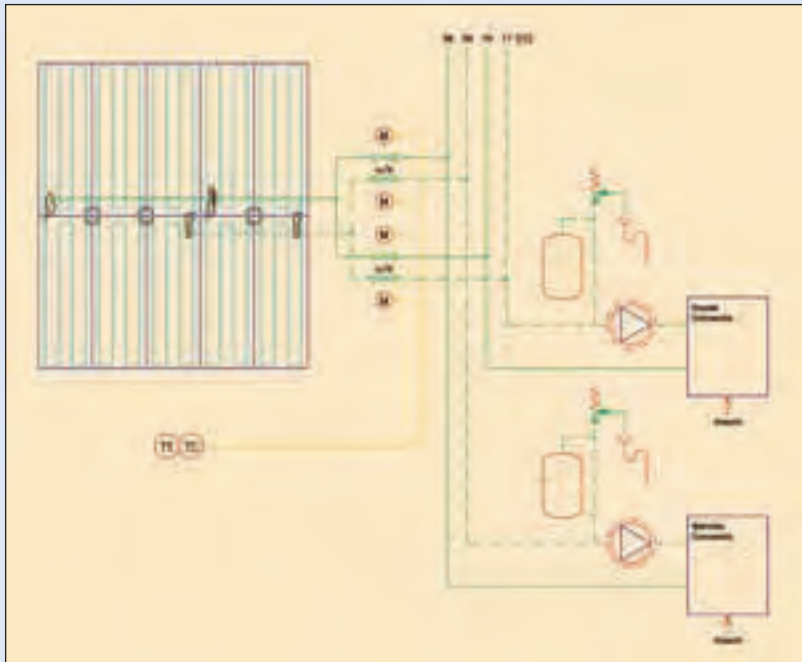
- de prijs-prestatieverhouding;
- de ecologische duurzaamheid;
- luchtdiffusiedichtheid.

Verlijmd aluminium koper activeringen en capillairmatten zijn goedkoper dan niet verlijmd koperactivering. De ecologische duurzaamheid wordt voornamelijk gebaseerd op de recyclebaarheid van de toegepaste materialen en de materiaalintensiteit. De materiaalintensiteit geeft aan hoeveel kilogrammen aluminium, koper, polypropyleen en hulpstoffen noodzakelijk zijn om een welbepaald koelvermogen te realiseren. Het kost energie om de grondstoffen te produceren, te assembleren en te monteren. De hoeveelheden toegepaste materialen vormen dan ook een energie investering in het klimaatplafond en de activering. De Gross energy requirement (GER) is de grootte bij uitstek om de energie inhoud van de toegepaste activering te berekenen [8]. De GER-waarden van



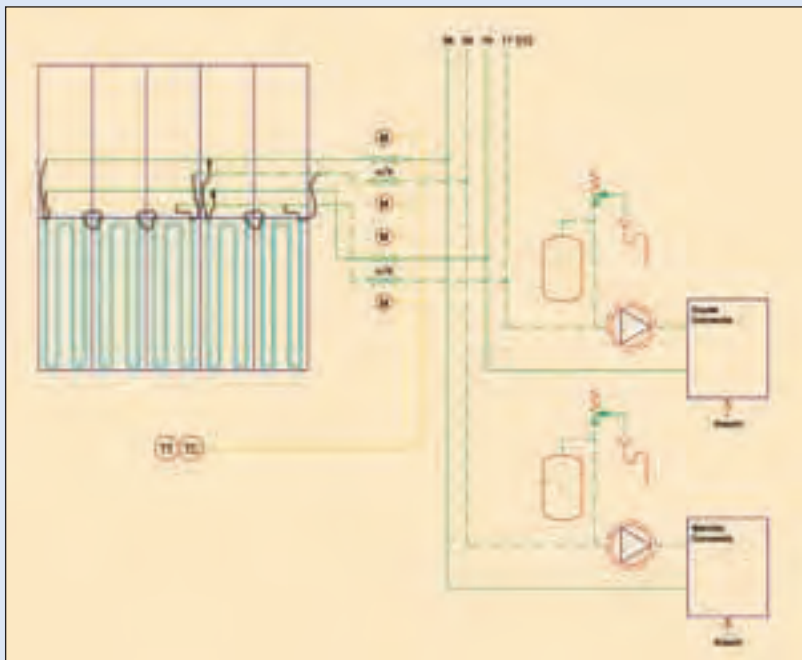
Niet verlijmd koperactivering, verlijmd aluminium-koperactivering en kunststof capillairmatten.

- FIGUUR 4-



Een vierpijps decentraal change over en een volledig gescheiden net.

- FIGUUR 5A -



Gescheiden systeem vierpijpsnet.

- FIGUUR 5B -

de toegepaste materialen zijn in grote mate afhankelijk van de gerealiseerde recycle percentages in de bouw. Gerend is met de volgende recycle percentages in de Nederlandse bouw; 0 % Polypropyleen, 36 % Koper en 95 % Aluminium.

Mede ter realisering van een extensivering van het materiaalgebruik introduceren wij een nieuwe vorm van verlijmd aluminiumkoperactivering met een maximale uitwendige leidingdiameter van de kopercapillairen van niet meer dan 4 mm. Om een voelbaar

koelvermogen te realiseren van 50 à 60 watt per vierkante meter vloeroppervlak, is aan materiaalmassa en energie-inhoud, voor de drie vormen van activering benodigd:

- bij een verlijmd aluminium en 4 mm koperactivering; 1,7 kg/m² aluminium en 0,7 kg/m² koper met een GER-waarde van 70 MJ per vierkante meter actief klimaatplafondoppervlak;
- bij een niet verlijmd koperactivering; 3,5 kg/m² koper met een GER-waarde van 230 MJ per vier-

- kante meter actief klimaatplafondoppervlak;
- bij polypropyleen capillairmatten; 0,6 kg/m² kunststof met een GER-waarde van 48 MJ/m² per vierkante meter actief klimaatplafondoppervlak.

Als zodanig kan worden geconcludeerd dat een verlijmd aluminiumkoperactivering en polypropyleenactivering beiden een duurzamere vorm van activering zijn dan niet verlijmd koperactivering. Hierbij moet wel in ogenschouw worden genomen dat de activeringsvorm fabriekaatafhankelijk is.

Het nadeel van kunststofcapillairmatten is dat zij niet luchtdiffusie dicht zijn, waardoor het primaire en het secundaire koel- en verwarmingswater, door middel van RVS compact heat exchangers, hydraulisch van elkaar moeten worden gescheiden met als gevolg een verlaging van de primaire koelwater en verhoging van de temperaturen van het verwarmingswater.

Dit heeft een aantal nadelen tot gevolg namelijk de seasonal performancefactor (SPF) van de koelmachine en het rendement van de ketel zullen beiden dalen terwijl het materiaalgebruik en dus de GER-waarden van de resterende klimaatinstallatie toeneemt. Het verschil in GER-waarden tussen verlijmd aluminiumkopercapillairen en PP capillairmatten bedraagt 22 MJ/m². Indien het koelvermogen 60 W/m² bedraagt zal slechts een reductie van het SPF van 0,3 % gedurende een economische levensduur van slechts 15 jaar uiteindelijk leiden tot meer energiegebruik bij PP-capillairmatten, nog afgezien van de extra GER-waarden voor de overige klimaatinstallatie en de reductie van de SPF van de warmtepomp. Samengevat vormt een geoptimaliseerde verlijmd aluminium met 4 mm koperactivering een optimale materiaalkeuze voor de activering.

Naast de materiaalkeuze is nog van belang de hydraulische lay-out van de activering. In Nederland vinden de volgende twee principes de meeste toepassing, te weten:

- een vierpijps decentraal change over net in overeenstemming met figuur 5A;
- een vierpijps gescheiden net volgens figuur 5B.

Op grond van minimalisatie van de investeringskosten gaat de voorkeur doorgaans uit naar een vierpijps decentraal change over systeem, waarbij op basis van literatuur [4] de temperatuurtrajecten kunnen worden geoptimaliseerd.

DE DERDE ONTWERPSTAP, SELECTEER DE VERZAMELEIDINGEN.

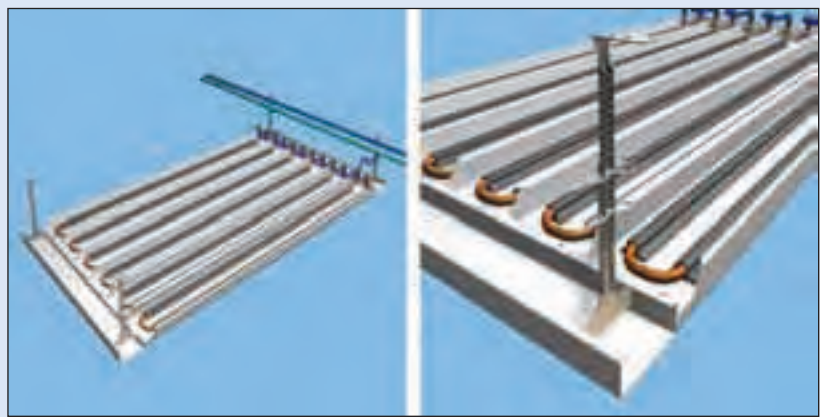
Zoals figuur 6 aangeeft worden alle geactiveerde plafondpanelen van een te regelen plafondveld onderling doorverbonden door verzamelleidingen en flexibele slangen voorzien van snelkoppelingen. Een dergelijk regelmodule wordt aangesloten op een hydraulische regelset volgens figuur 5. Als eerste onderwerp voor het dimensioneren van de verzamelleidingen is van belang om op grond van de bouwkundige indeling 'de grote van te regelen plafondvelden te selecteren'.

De keuze van de verzamelleidingen in de plenumruimte boven het klimaatplafond is afhankelijk van de materialisatie van de activering en de materialisatie van de overige klimaatinstallatie. Zo zullen kunststof verzamelleidingen doorgaans samengaan met kunststof capillairmatten en koperen precisiebuizen en RVS, omvlochten kunststofverzamelleidingen met verlijmd aluminiumkoperactiveringen. Voor het dimensioneren van de verzamelleidingen is het van belang dat de actieve panelen voldoende autoriteit bezitten ten opzichte van de verzamelleidingen. Dit betekent doorgaans dat de verzamelleidingen mogen worden gedimensioneerd op een gemiddelde watersnelheid van maximaal 1 meter per seconde en dat dan een Tichelmannsysteem niet meer nodig is.

DE VIERDE ONTWERPSTAP, INTEGREER DE OVERIGE PRESTATIECRITERIA IN HET KLIMAATPLAFOND.

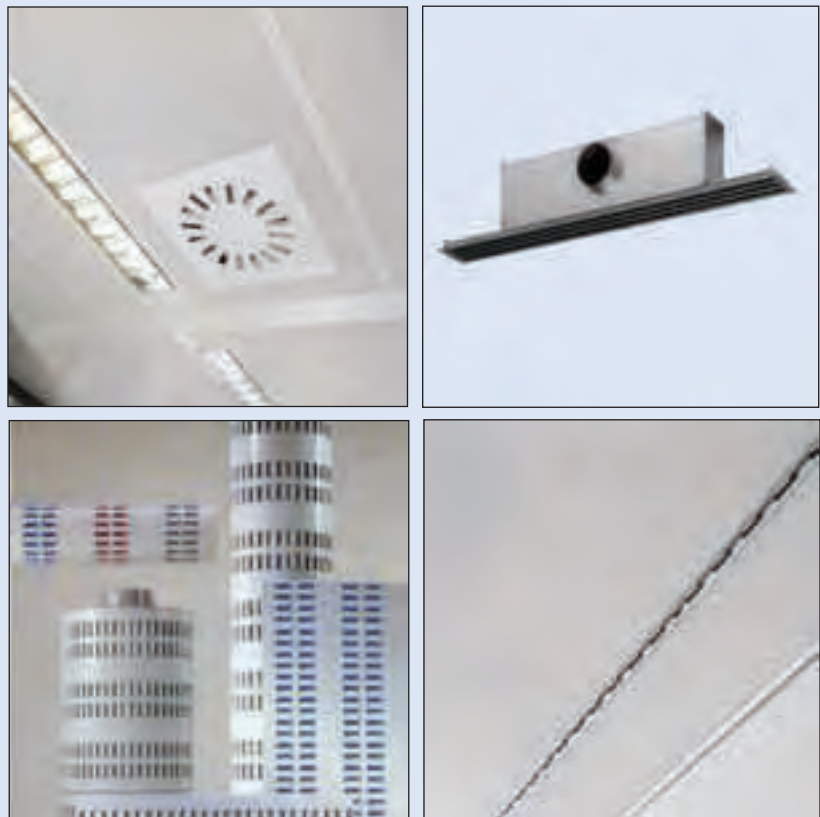
Op de eerste plaats vormt een tochtvrije luchtdistributie van ventilatie-lucht in de kunstmatige leefzone het uitgangspunt voor integratie van geschikte luchttoevoerroosters in het klimaatplafond. In essentie zijn vier luchtdistributieconcepten voorhanden:

- de verse buitenlucht wordt via werelroosters toegevoerd aan de ruim-



De verzamelleidingen en flexibele snelaansluitingen van een te regelen plafondveld.

- FIGUUR 6 -



Een werelrooster, een lijnrooster functionerend met het Coanda-effect, thermisch gedreven verdringingsroosters en diffuse lijnroosters.

- FIGUUR 7 -

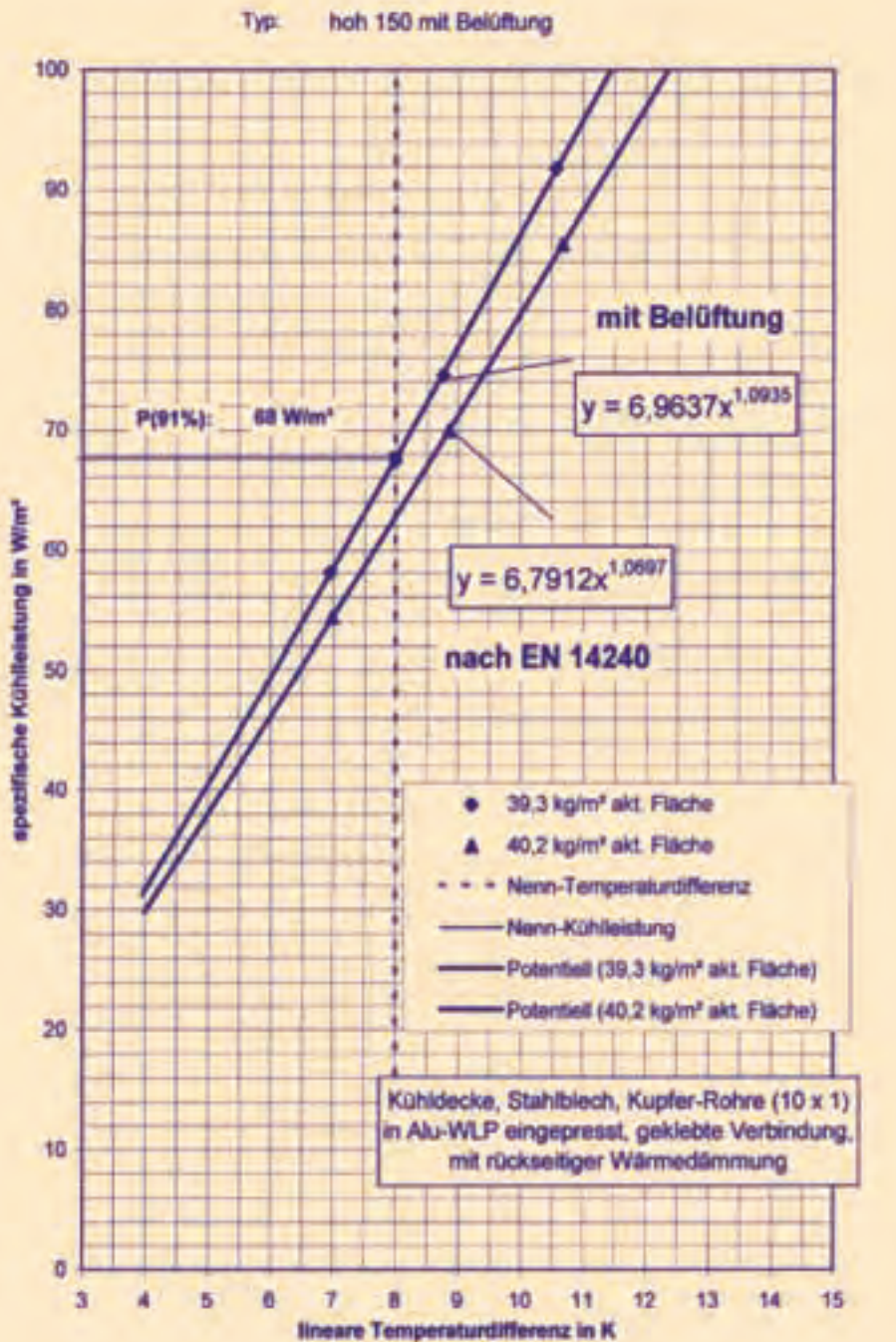
- te, zie figuur 7A;
- de verse buitenlucht wordt via het Coanda-effect toegevoerd, zie hier figuur 7B;
- de verse buitenlucht wordt toegevoerd door thermisch gedreven verdringingsventilatie. Dit is niet te verwarren met impuls gedreven verdringingsstroming, zoals onder andere toegepast in stofarme ruimten. Zie hier figuur 7C;
- de verse buitenlucht wordt toegevoerd via diffuse lijnroosters in overeenstemming met figuur 7D.

De voorkeur gaat uit naar een integratie van diffuse lijnroosters in klimaat-

plafonds volgens figuur 7D. Deze lijnroosters leiden ook nog eens tot een verhoogde warmte- en koudeafgifte van het klimaatplafond, zoals getoond in figuur 8. Deze vergroting treedt niet in die mate op bij de andere luchttoevoerconcepten [6,10].

Ook de verlichtingsarmaturen moeten in het klimaatplafond worden geïntegreerd. Deze kunnen op een adequate en mooie wijze worden opgenomen in het plafond, zie hier figuur 3.

Naast de luchtdistributie en de verlichting zal ook de akoestiek in het kli-



De door een onafhankelijk bureau gemeten verhoogde koudeafgifte van diffuse lijnroosters.

- FIGUUR 8 -

maatplafond moeten worden geïntegreerd. Het eerste onderwerp betreft de geluidabsorptie. Een correcte combinatie van perforatiegraad van het (metalen-)plafond met een adequate dikte en persing van de gesealde isolatie leidt tot een meer dan voldoende absorptiegraad van het plafond. Het klimaatplafond kan daarnaast ook fungeren als overlangsgeluidsisolatie tussen twee belendende ruimten. Het plafond wordt hiertoe onder andere verzwaard met gipsplaten. Hoe zwaarder het plafond hoe beter de geluidsisolatie. Van zeer groot belang hierbij is

wel dat gaten, naden en kieren goed luchtdicht zijn afgedicht. In het geval van een hoge geluidseis tussen twee ruimten zal het klimaatplafond niet alleen moeten worden voorzien van dikkere gipsplaten maar zullen de luchtboxen en het kanalenwerk ook moeten worden voorzien van extra voorzieningen voor geluidabsorptie en geluidsisolatie. In vele gevallen is het dan ook beter de overlangsgeluidsisolatie niet te realiseren door het 'horizontale' klimaatplafond maar door 'verticale' drukschotten in de plenumruimten boven het verlaagde klimaat-

plafond. Zoals tabel 1 aangeeft introduceren wij op de Nederlandse markt een modulair akoestisch klimaatplafond vanaf 34 dB geluidsisolatie tot en met de ongekend extreme waarde van 62 dB. Alles gemeten door een onafhankelijk meetinstituut. Met deze range aan isolatiewaarden kan de ontwerper een adequaat akoestisch klimaatplafond selecteren uit een serie klimaatplafonds met behoud van een goede geluidabsorptie waarde van 85 %. Maar zoals reeds verwoord in een volgend artikel meer hierover.


CONCLUSIES.

- In de Nederlandse bouw vindt een verschuiving plaats van minder verwarmen naar meer koelen. Gebouwen reageren als thermosflessen.
- In de Nederlandse kantoren vindt het nieuwe werken steeds meer ingang. Gebouwen gaan zich als termietenheuvels en mierenhopen gedragen.
- Het beste binnenklimaat met een koel hoofd en warme voeten (een A kwaliteit volgens NEN EN 15251) in een gebouw als een mierenhoop in een thermosfles is alleen maar realiseerbaar door klimaatplafonds.
- Het ontwerp en het dimensioneren van een klimaatplafond bestaat uit vier chronologische stappen namelijk, selecteer op integrale wijze zo mogelijk samen met de architect het bouwkundige deel van het klimaatplafond, kies vervolgens de activering, dimensioneer de verzamelleidingen en integreer ten slotte de overige disciplines zoals de verlichting, de luchtdistributie en de akoestische voorzieningen in het klimaatplafond.
- Vanwege de goede warmte overdracht, de goede akoestische eigenschappen en het gemak bij het reguliere onderhoud worden metalen klimaatplafonds het meeste toegepast in Nederland.
- Mengluchtventilatie vanuit het plafond is te prefereren boven thermisch gedreven verdringingsventilatie waarbij een luchtdistributie met diffuse lijnroosters tot een niet onaanzienlijke vergroting van het koel- en verwarmingsvermogen van een klimaatplafond leidt.
- Een geoptimaliseerde verlijmd aluminium met 4 [mm] koper activering betreft de meest duurzame vorm van activering.
- Het hydraulische vierpijps decentra-

Type	Samenstelling	Absorptiegraad	Overlans- geluidsisolatie dB
Thermocomfort – A1	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 25 mm / 15 kg/m ³ minerale wol - 12,5 mm gipsplaat	0,80 / 0,85	34
Thermocomfort – A2	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 25 mm / 65 kg/m ³ minerale wol - 12,5 mm gipsplaat	0,80/0,85	38
Thermocomfort – A3	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 25 mm / 105 kg/m ³ minerale wol - 15,0 mm gipsplaat	0,80/0,85	41
Thermocomfort – A4	- 0,7 mm metalen plafondpaneel met stuclaag - 25 mm / 19,5 kg/m ³ minerale wol - 12,5 mm gipsplaat	0,65	47
Thermocomfort – A5	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 50 mm 50 kg/m ³ minerale wol - 1,2 mm staalplaat - 3 mm voegenband 2 stroken rondom de panelen - 300 mm hoog / 80 mm breed in bandraster 50 kg/m ³ steenwol	0,80/0,84	54
Thermocomfort – A6	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 50 mm 50 kg/m ³ minerale wol - 12,5 gipsplaat - 3 mm voegenband 2 stroken rondom de panelen - 300 mm hoog / 80 mm breed in bandraster 50 kg/m ³ steenwol	0,80/0,85	57
Thermocomfort – A7	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 50 mm 50 kg/m ³ minerale wol - 12,5 gipsplaat - 3 mm voegenband 2 stroken rondom de panelen - 300 mm hoog / 80 mm breed in bandraster 50 kg/m ³ steenwol	0,80/0,85	60
Thermocomfort – A8	- 0,7 mm metalen plafondpaneel - 50 mm 50 kg/m ³ minerale wol - 12,5 gipsplaat - 3 mm voegenband 2 stroken rondom de panelen - 300 mm hoog / 80 mm breed in bandraster 50 kg/m ³ steenwol	0,80/0,85	62

Het modulaire akoestische klimaatplafond met extreme geluidsisolatiewaarden.

- TABEL 1-

- le change over systeem vindt de meeste toepassing in Nederland.
- Extreme geluidsisolatie eisen met behoud van een meer dan voldoende geluidabsorptie is realiseerbaar met het modulaire akoestische klimaatplafond van VERWOL.
- Met onze nieuwe interactieve website Klimaatplafonds kan eenieder adequaat zelf een klimaatplafond ontwerpen en dimensioneren. 

LITERATUUR.

1. www.klimaatplafonds.nl
2. A.H.H. Schmitz, *Nieuwe plafond-klimatisering*, TVVL Magazine 01-2006.
3. A.H.H. Schmitz, *Het koelvermogen van klimaatplafonds*, TVVL Magazine 04-2006.
4. A.H.H. Schmitz, *Het optimaliseren van klimaatinstallaties*, VV+ 10-2007.
5. A.H.H. Schmitz, *Het ontwerpen en dimensioneren op grond van de thermische behaaglijkheid*, VV+ 07/08-2007.
6. A.H.H. Schmitz, *Energiebesparing hoeveel is dat? Menging versus thermisch gedreven verdringing*, TVVL Magazine 07-1997.
7. EN 13964, *Suspended ceilings – requirement and test methods* Europese ontwerpnorm.
8. Levenscyclus Energie Systeem Scan (LESS) Senter Novem februari-2007.
9. Een groot aantal publicaties in TVVL Magazine en VV+ van W.

- Zeiler, TU Eindhoven.
10. *Dissertatie onderzoek Universiteit van Stuttgart*, HLK, Beck, 2004.