

TWEE-IN-ÉÉN: AKOESTISCH EN THERMISCH

Tegenwoordig zijn een goede akoestiek en duurzame klimaatbeheersing een essentieel onderdeel geworden van moderne kantoren, openbare ruimtes en woningen. Duurzaamheidskeurmerken zoals BREEAM, LEED en HQE hebben ontwerpers gedwongen om te zoeken naar systemen die gelijktijdig gepast thermisch comfort, verminderde nagalm, schone luchtkwaliteit en mooie esthetiek realiseren. Dit artikel licht twee innovatieve oplossingen toe: de een actief werkzaam, de ander passief.



(Jolien) Bijmens,
projectmanager,
Sonogamma Leuven



(Christian) Hoppenheit,
Product Manager &
Technical Sales, BASWA
Acoustic AG, Baldegg
(Zwitserland)



(Katrien) De Keyser,
fysicus

De meesten van ons kennen het courante geperforeerde gipskartonplafond met geïntegreerde thermische buizen. De geluidsabsorptie blijft beperkt, zodat vaak een extra tapijt of wandabsorptie nodig is. Ook de thermische capaciteit is vaak onvoldoende, waardoor extra verwarmings-/koeloppervlakken of -bronnen nodig zijn. Tot slot worden de zichtbare perforaties vaak onacceptabel geacht in ruimtes met standing, historische gebouwen en woningen. Soms wordt er gebruik gemaakt van een akoestische spuitpleisterafwerking op deze platen. Bij geringe drukverschillen tussen het bovenliggende plenum en de ruimte ontstaat selectieve stofafzetting op het zichtoppervlak. Immers de lichtsnelheid (en het aantal stofdeeltjes) ter hoogte van de perforaties is steeds hoger. Daarom zullen de achterliggende perforaties zich al na een paar maanden aftekenen op het zichtoppervlak.

Geactiveerde geperforeerde metalen plafonds uit vierkante of lineaire elementen zijn een ander veel gebruikt systeem in kantoorgebouwen. Omdat TABS (Thermally activated building systems) of betonplaten met thermische inertie geen akoestisch verlaagd plafond toelaten wegens hun thermische isolatie, worden vaak akoestische schotten of eilanden opgehangen. Deze elementen zijn zeer aanwezig en niet altijd gewenst in een strakke architectuur.

De hier voorgestelde oplossing is gebaseerd op Baswa Phon, een akoestisch systeem uit marmerzandpleister. Een innovatieve groep van thermisch-akoestische systemen werd ontwikkeld. Ze combineren een performante akoestische absorptie met een temperatuurcontrole van de ruimte. Er zijn twee verschillende benaderingen aanwezig: het actieve Cool en het passieve Core systeem.



1

Akoestisch klimaatplafond met geperforeerde gipsplaten

De originele akoestische pleister is opgebouwd uit verschillende lagen: een basislaag uit thermisch gebonden glaswol die ook kan vervangen worden door een laag uit natuurlijke vezels van plantaardige origine, een harde tussenlaag uit gerecycleerd glas en één of twee lagen natuurlijk marmerzand met variërende korrelgrootte. Dit systeem heeft een uitstekende geluidsabsorptie behorende tot de categorie A of α_w tot 0,95. De harde afwerkingslagen zorgen voor een strakheid die niet kan worden bereikt met klassieke (spuit)pleistersystemen. Tevens is de bekleding probleemloos toe te passen als wandabsorptie in het hogere wandbereik.

VERGELIJKING VAN VERWARMINGS- EN KOELSYSTEMEN

In numerieke simulaties [4] werd het energieverbruik en de CO₂ uitstoot van verschillende verwarmings- en koelsystemen onderling vergeleken:

- Een systeem volledig gebaseerd op lucht met lucht als warmte- of koudedragers.



2

Akoestisch klimaatplafond met lineaire elementen

- Een verdeeld 4-pijps systeem op basis van ventilatie convectoren.
- Een stralingssysteem via de vloer.
- Een stralingssysteem via het plafond.

Hieruit kan worden afgeleid dat het gebruik van een stralingssysteem gekoppeld aan een aangepaste lage temperatuur energiebron in vergelijking met een lucht of ventilatieconvectie systeem steeds resulteert in een vermindering van het verbruik van energiebronnen, van installatie en onderhoudskosten en van CO₂ emissie. De grootste vermindering van CO₂ uitstoot tot 60% wordt bekomen in klimaten waar de energiebehoefte voor koeling groter is dan deze voor verwarming. In koude klimaten zijn de CO₂ reducties kleiner, maar nog steeds 20 à 30%.

ACTIEF

Dit systeem met hoge geluidsabsorptie koelt of verwarmt een ruimte met slechts een fractie van de energie van een traditioneel systeem op basis van lucht. Het werkt hoofdzakelijk op basis van een aangename stralingswarmte.

Achter het oppervlak van het actieve systeem worden grote oppervlakken watervoerende capillaire klimaatmatten geïnstalleerd, waardoor een tochtvrij, geluidsarm verwarmings- en koelsysteem met een uitstekende geluidsabsorptie ontstaat. Geïnspireerd door de natuur is een capillaire buis mat vergelijkbaar met de menselijke bloedsomloop. De totale massastroom wordt namelijk verdeeld in parallelle vloeistofstromen in tal van fijne haarvaten waardoor een zeer efficiënt koel- of verwarmingssysteem ontstaat. Dat systeem is voornamelijk gebaseerd op straling in plaats van op convectie.

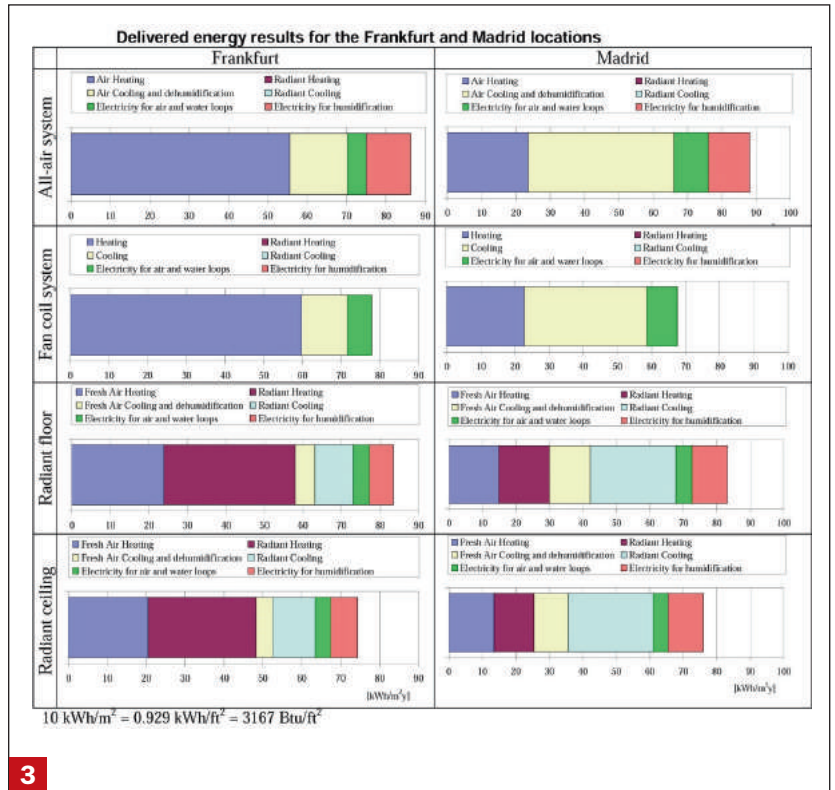
De koel- en verwarmingscapaciteiten worden verder bereikt door de openporige marmerpleisterlaag van slechts 7 mm en het goede warmtegeleidingsvermogen van de marmeren afwerking. Een andere oorzaak van de hoge warmtecapaciteit is de isolatie die zich aan de achterzijde van de capillaire buizenmatten bevindt. Het betreft hier een mat uit glaswol met een minimale dikte van 30 mm en nominaal 50 mm.

Het systeem koelt of verwarmt een ruimte gelijkmatig met een fractie van de energie die normaal gesproken in een geforceerde luchtinstallatie wordt gebruikt. Voor het koelen of verwarmen stroomt koud of warm water door de buizen bij lage temperaturen. Daardoor kan het systeem gemakkelijk worden gecombineerd met warmtepompen, die kunnen werken op hernieuwbare energiebronnen. Het systeem heeft een redelijke geluidsabsorptie alpha-w tot 0,65.

Verwarmen

Bij het binnenkomen uit de vrieskou lopen de meesten onder ons recht naar de dichtstbijzijnde wand gemonteerde radiator om de handen aan op te warmen. Maar hoe kan je een verwarmingssysteem specificeren dat de volledige binnenomgeving comfortabeler maakt? Hiervoor moeten we verder kijken dan simpelweg de ruimtetemperatuur.

Verwarmingssystemen bereiken een gewenste ruimtetemperatuur door een combinatie van convectie met warmtestraling. Convectiesystemen warmen de hen omrin- ▶



Vergelijkende energieconsumptiestudie voor verschillende verwarming-/koelsystemen. Bij ventilatieconvectoren is er geen luchtbevochtiging tijdens de winter. Paars: air heating, geel: air cooling and dehumidification, groen electricity for air and water loops, rood: radiant heating, blauw: radiant cooling, oranje: electricity for humidification

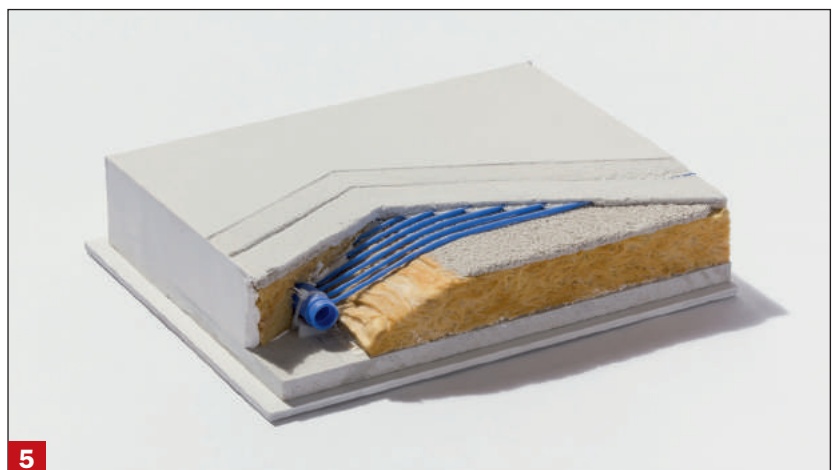
Results for all the locations (with the primary system #2)

		Rome	Milan	London	Frankfurt	Madrid	Athens	Helsinki	Moscow
All-air	Natural gas ^v	8094	22514	24769	29717	12572	5369	43728	44147
	Electricity ^s	24103	21226	13446	18791	33939	34402	15199	17678
	CO ₂ emiss. [#]	12714	14289	12643	18187	19497	32041	16389	22663
Fan coil	Natural gas ^v	7872	24886	25461	31975	12076	4963	45153	46535
	Electricity ^s	22092	17128	10040	13357	27467	30624	9731	12300
	CO ₂ emiss. [#]	11744	12881	10841	15109	16161	28559	13941	18948
Rad floor	Natural gas ^v	5920	10851	10392	12237	7999	5527	22539	25511
	Electricity ^s	11169	13078	9104	11729	15194	14409	11161	12600
	CO ₂ emiss. [#]	6328	8197	7278	10083	9205	14079	10111	14955
Rad ceiling	Natural gas ^v	5574	9683	9002	10486	7296	5199	17466	18440
	Electricity ^s	10912	10984	8818	11071	14000	13440	10275	11286
	CO ₂ emiss. [#]	6140	7621	6836	9304	8466	13141	8648	12510

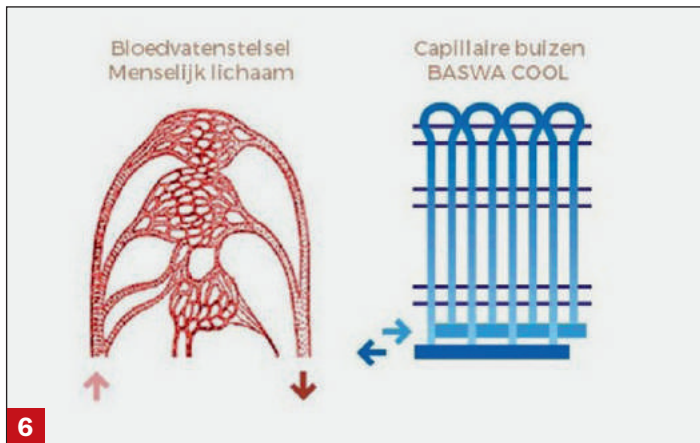
^v measured in kWh
^s measured in kWh
[#] measured in kg

4

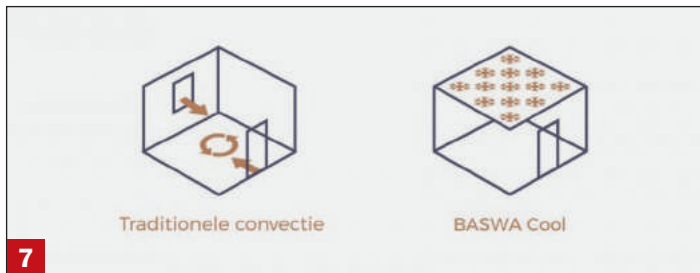
CO₂ emissie voor verschillende verwarming-/koelsystemen



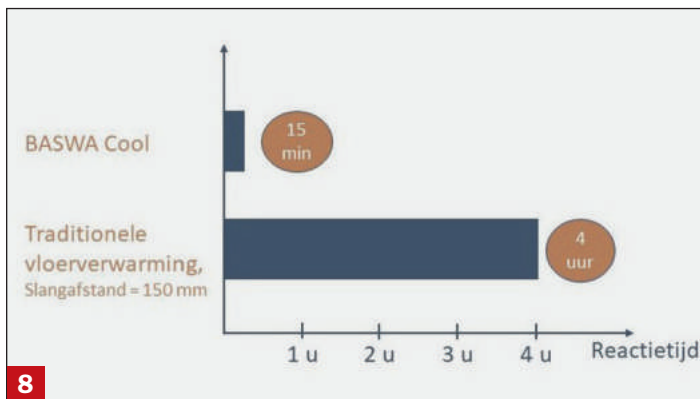
Doorsnede BASWA Cool



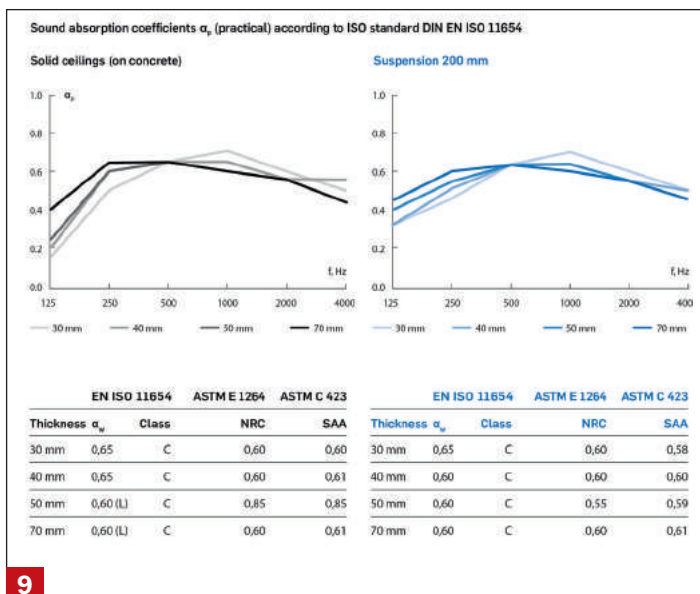
6 Bloedvatenstelsel versus capillaire buisemat



7 Traditionele convectie versus stralingswarmte



8 Traditionele vloerverwarming versus stralingswarmte



9 Het volledige akoestische verslag bevindt zich in het laatste testrapport

gende lucht op met als doel de ruimte en de mensen erin op te warmen. De warmteoverdracht is gebaseerd op de aanwezigheid van een gasmedium met aanwezige dichtheits-/temperatuurverschillen. Dergelijke systemen hebben een trage reactietijd. Stralingswarmte wordt daarentegen veel sneller en efficiënter overgedragen. Het gebruik van verwarmings- en koelsystemen hoofdzakelijk op basis van straling leidt tot een comfortabeler, energie-efficiënt en gezond binnenklimaat. Bovendien zijn de systemen relatief eenvoudig te installeren, vragen ze minder onderhoud dan convectiesystemen en gaan ze langer mee.

In eerste instantie kan gedacht worden aan vloerverwarming waarbij warm water geleid wordt door doorlopende lussen ingebed in de cementchape. Aangezien op deze manier een veel groter stralingsoppervlak wordt bekomen dan met radiatoren, kan een veel lagere aanvoertemperatuur worden ingezet typisch lager dan 40°C in plaats van 75-85°C bij radiatoren.

De aansturing door lage temperatuur energiebronnen maakt het systeem duurzaam. Qua temperatuurgradiënt presteert vloerverwarming bovendien erg goed. Echter, het feit dat bij vloerverwarming het volledige vloerpakket moet worden opgewarmd maakt het systeem inert. Bij koude dagen met veel zon of bij sterk afwisselende bewolking is het systeem te traag om behoorlijk comfort te leveren. Ook zijn er beperkingen in de keuze van het vloerbekledingssysteem en gaat meubilair al gauw een deel van de thermisch bruikbare oppervlakte innemen.

Bij plafondverwarming gaat de straling direct van het plafond naar de vloeren, wanden, meubilair en personen zonder de ruimtelucht op te warmen. Warme wanden kunnen niet condenseren waardoor schimmel en bacteriën geen kans krijgen. Er is geen geforceerde luchtcirculatie. Het systeem reageert bijzonder snel. Hierbij wordt de temperatuurgradiënt in relatie tot de vertrekhoogte weergegeven voor verschillende verwarmingssystemen. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de plafondverwarming de vloer kan aanstralen en vice versa.

Men kan dit systeem nog als volgt perfectioneren: Voor het watertransport gebruik maken van kleine capillaire buisjes die dicht tegen het oppervlak aanliggen. De buisjes integreren in marmerzand als thermisch geleidend materiaal. De warmtegeleidingscoëfficiënt van marmerzand is $\lambda = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vergelijk dit met $\lambda = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor klassiek stucwerk of nog slechter een gipsplaat met $\lambda = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Op deze manier is de reactietijd bij verwarming 16 keer sneller dan bij vloerverwarming. De inzetbare watertemperatuur is erg laag, typisch lager dan 29°C. Dankzij een beperkt verschil tussen de aanvoer- en de afvoertemperatuur blijft het energetisch verbruik laag maar wordt een hoog vermogen bereikt van 118 W/m² bij een ΔT van 15 K. Dit is ongeveer het dubbele dan wanneer de leidingen worden ingebed in stucwerk of opgelegd op een gipsplaat.

In tabel 1 wordt het beschikbaar specifiek verwarmingsvermogen vergeleken met 4 andere systemen. De testen werden uitgevoerd conform ISO EN 14037-2 [1] [2].

Tabel 1: Resultaten beschikbaar specifiek verwarmings- en koelingsvermogen

Type plafond in combinatie met capillaire matten	Specifiek verwarmingsvermogen [W/m ²] bij ΔT van 15 K	Specifiek koelingsvermogen [W/m ²] bij ΔT van 10 K
Gipskartonplafond 12,5 mm	79	60
Thermische gipskartonplaat 10 mm	85	67
Geperforeerde gipskartonplaat 12,5 mm	85	64
Geperforeerde gipskartonplaat 12,5 mm afgewerkt met 3 mm akoestische pleister	64	60
Baswaphon Cool	118	100

Koelen

De activering van het plafond met koud water in buisjes levert een uiterst comfortabele en energiezuinige koeling. De warme lucht in de ruimte komt in contact met het gekoelde plafond en koelt gelijkmatig af zonder tocht of luchtstroom. Er is geen luchtcirculatie en geen lawaai in tegenstelling tot airco. De werking is al optimaal bij een systeemtemperatuur van 16/18°C. De koeling werkt altijd bij een temperatuur net boven het dauwpunt zodat er geen condens- of schimmelvorming kan ontstaan. Afhankelijk van de temperatuur van het dauwpunt en het debiet geeft het koelplafond een afgiftecapaciteit van 79 W/m² bij een ΔT van 8 K .

In tabel 1 wordt het beschikbaar specifiek koelingsvermogen vergeleken met 4 andere systemen. De testen werden uitgevoerd conform ISO EN 14240 [1] [3].

Activeringsoppervlak plafond

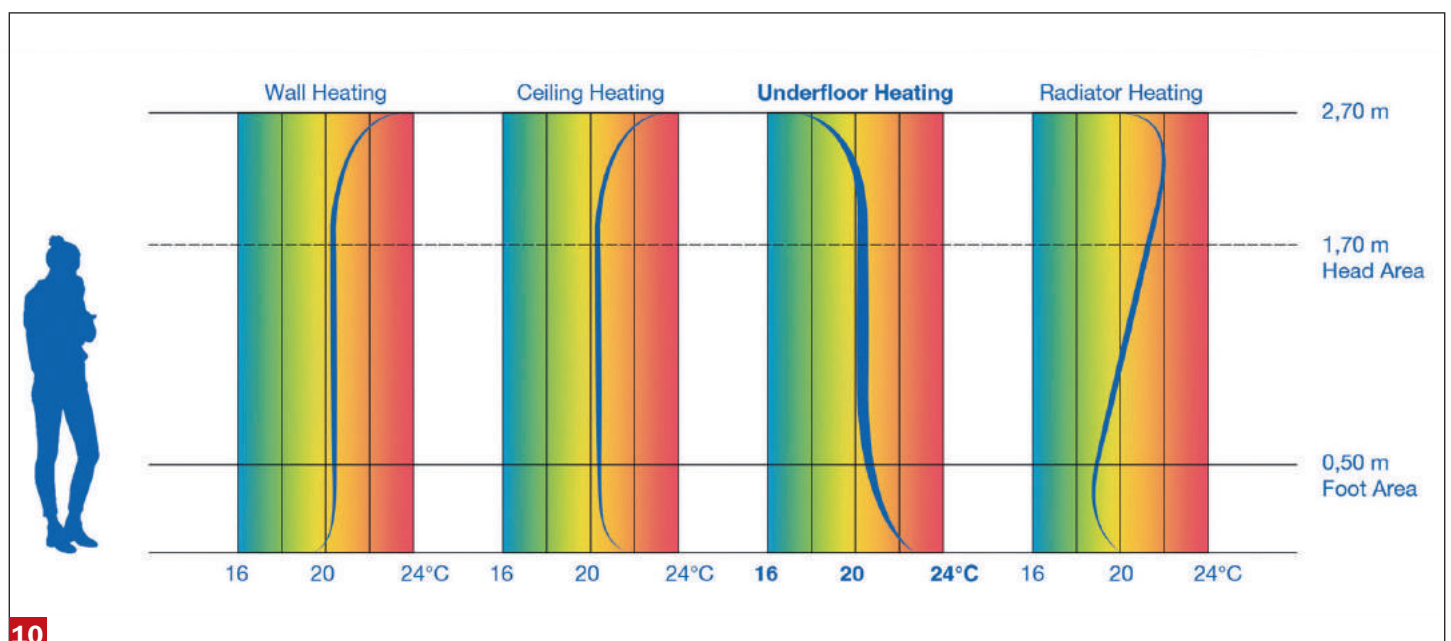
Afhankelijk van de vormgeving van het plafond en de ingebouwde technieken (verlichting, verluchting, sensor, sprinklers, enzovoort), kan een overeenkomstige hoge mate van plafondactivering worden bereikt (tot circa 80%). De capillaire buismatten worden per project op maat vervaardigd met aangepaste afmetingen aan de eisen. Binnen een hydraulisch circuit dienen de individuele matmodules

zodanig worden aangesloten dat een gelijkmatige hydraulische stroom gegarandeerd is. Een verdeling in verschillende hydraulische circuits kan nodig zijn, rekening houdend met de maximale drukverliezen en het hydraulische debiet.

Dauwpuntcontrole

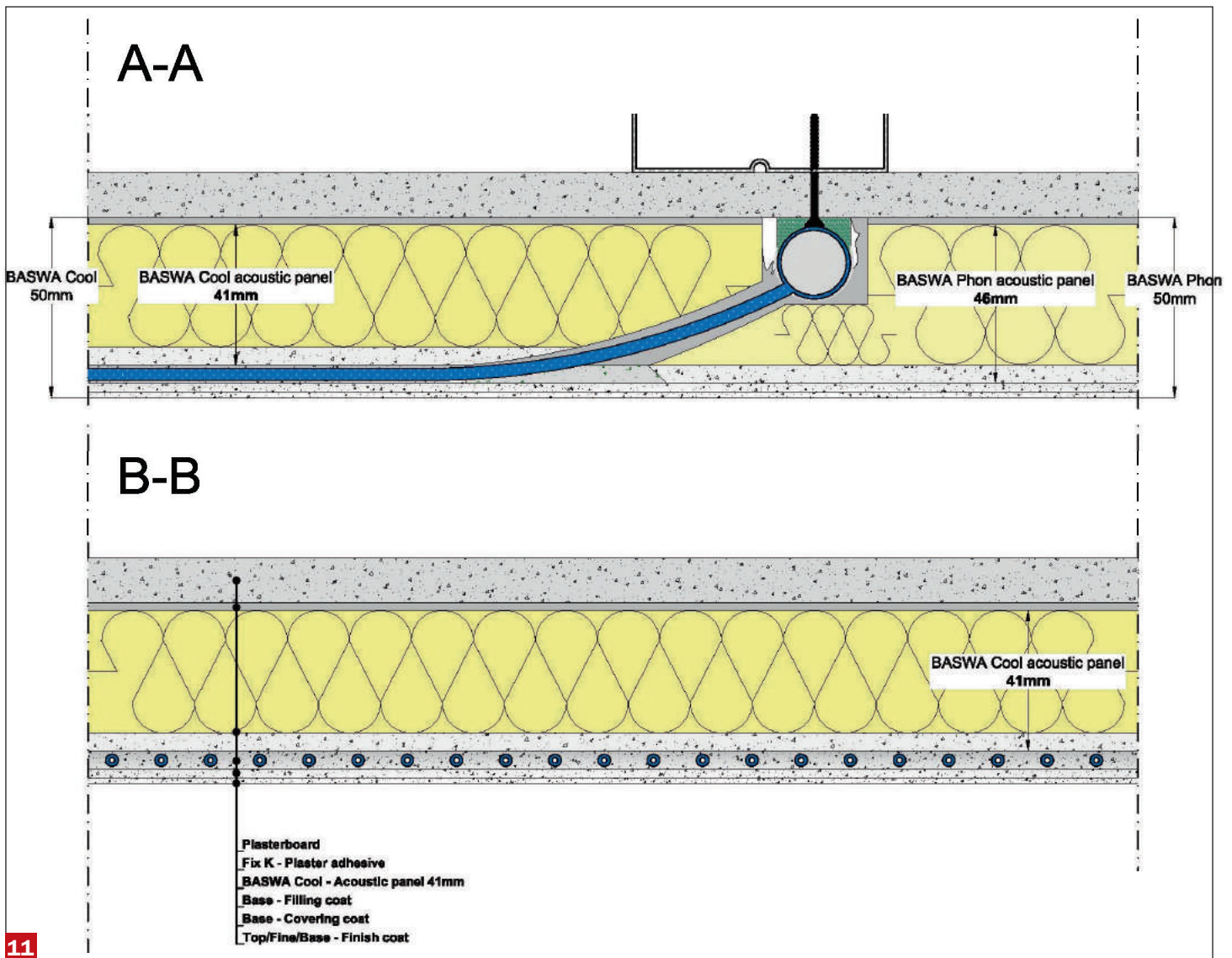
Om de vorming van condensatie en de daaruit voortvloeiende verkleuring en schimmelvorming op het koeloppervlak te voorkomen, dient de temperatuur en de luchtvochtigheid in ruimtes met koeling bewaakt te worden met een dauwpuntsensor per zone. Bij risico op condensatie kan de zone gedeactiveerd worden of met behulp van een regelventiel een aangepaste temperatuur doorheen het systeem sturen zodat de temperatuur niet onder het dauwpunt daalt. Wil men elk risico uitsluiten dan werkt men best met ontvochtigde toevoerlucht.

In grote, intensief gebruikte gebouwen, met name kantoorgebouwen, zijn koelplafonds vaak gecombineerd met een ondersteunend ventilatiesysteem, zodat de temperatuur in de praktijk zelden onder het dauwpunt daalt. Dit is meestal nodig om alle gebruikers veilig van de nodige frisse lucht te voorzien. De relatieve luchtvochtigheid wordt gecontroleerd door het luchtconditioneringssysteem en wordt binnen het comfortabele en niet-kritische bereik van ongeveer 50 % relatieve luchtvochtigheid gehouden. ▶



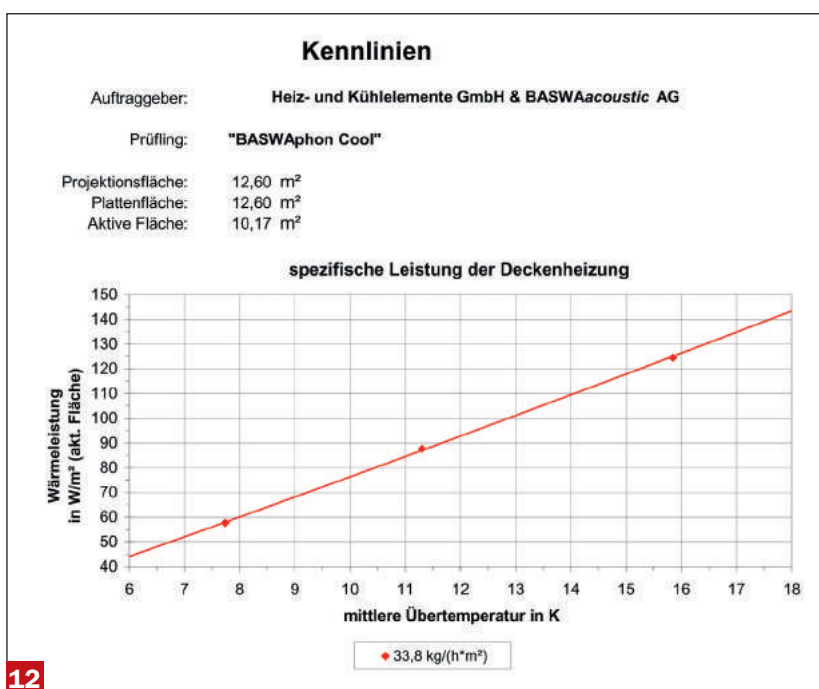
10

Temperatuurprofielen in relatie tot de vertrekhoogte bij verschillende verwarmingssystemen



11

Opbouw akoestisch klimaatplafond BASWA Cool



12

Vergelijking van de karakteristieke curve (m.b.t. actief gebied) bij nominaal koelwaterdebiet volgens DIN EN 14240 met een nominale massastroom van 33,8 kg/(h*m²). ($q = C \cdot \Delta t_n$ [W/m²]), Constante C = 6,458, Exponent n = 1,072

Passief

De tweede innovatie is het passieve systeem Baswa Core, dat de koeling of verwarming van thermisch geactiveerde bouwdelen overbrengt naar de oppervlakte met een minimaal verlies, waardoor ook een akoestisch werkzaam oppervlak wordt toegevoegd met $\alpha_w = 0,65$. Het systeem wordt gebruikt in combinatie met TABS-plafonds (thermo-actieve componentensystemen). Bij nieuwbouwprojecten waarbij gebruik wordt gemaakt van TAB-systemen, worden leidingen (voornamelijk kunststofbuizen) juist boven de laagste wapeningslaag in massieve betonnen plafonds ingegoten. Water wordt gebruikt als verwarmings- en/of koelmedium. Het massieve plafond wordt thermisch geactiveerd in de zone met leidingen die fungeert als overdrachts- en opslagmassa.

Om de overdracht van de thermische energie van het geactiveerde betonplafond via ons geluidsabsorberend systeem te verzekeren, wordt een speciaal gevormd en gegroefd aluminiumprofiel gebruikt, dat geïntegreerd is in de volledige oppervlakte van de panelen. Met dit warmtegeleidende akoestische systeem wordt de opslagcapaciteit van het TABS-plafond op een effectieve manier gebruikt om de ruimte te verwarmen of te koelen, terwijl het toch esthetisch naadloos en glad blijft. Het systeem heeft een

breedbandige geluidsabsorptie van $\alpha_w = 0,65$ en een overall dikte van 30 of 50 mm.

Activeringsoppervlak plafond

Aangezien dit een passief systeem is, neemt het de activatie van het bestaande actieve beton over. Het volledige plafond kan bekleed worden, rekening houdend met de vormgeving van het plafond en de ingebouwde technieken (verlichting, verluchting, sensor, sprinklers, enzovoort). Het is ook mogelijk om bepaalde actieve zones/eilanden in te passen (zie ook casestudy Bekaert). De thermische geleiding bedraagt 3,08 W/mK en het thermisch rendement is 85%.

Architectuur

Dit maakt dat men eindelijk verlost is van de akoestische baffles of eilanden wanneer het plafond voorzien is van betonkernactivering. Voortaan kan thermisch actief beton zonder problemen gecombineerd worden met een naadloos strak akoestisch plafond.

ONTWIKKELING

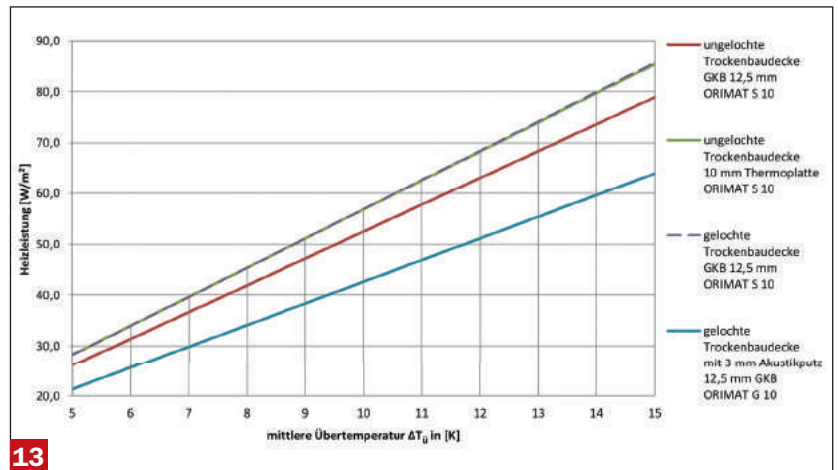
Klassieke geperforeerde metalen lamellenplafonds met opvallende thermische elementen worden veelvuldig gebruikt in kantooromgevingen omwille van hun goede thermische en akoestische eigenschappen. Is men echter op zoek naar esthetische oplossingen in een strakke moderne kantoor of scholenbouw of verder nog naar oplossingen voor een woning met harde afwerkingsmaterialen dan zijn de mogelijkheden beperkt.

De voorgestelde thermo-akoestische systemen zijn het resultaat van een zoektocht naar een geïntegreerd plafondstelsel met volgende eigenschappen:

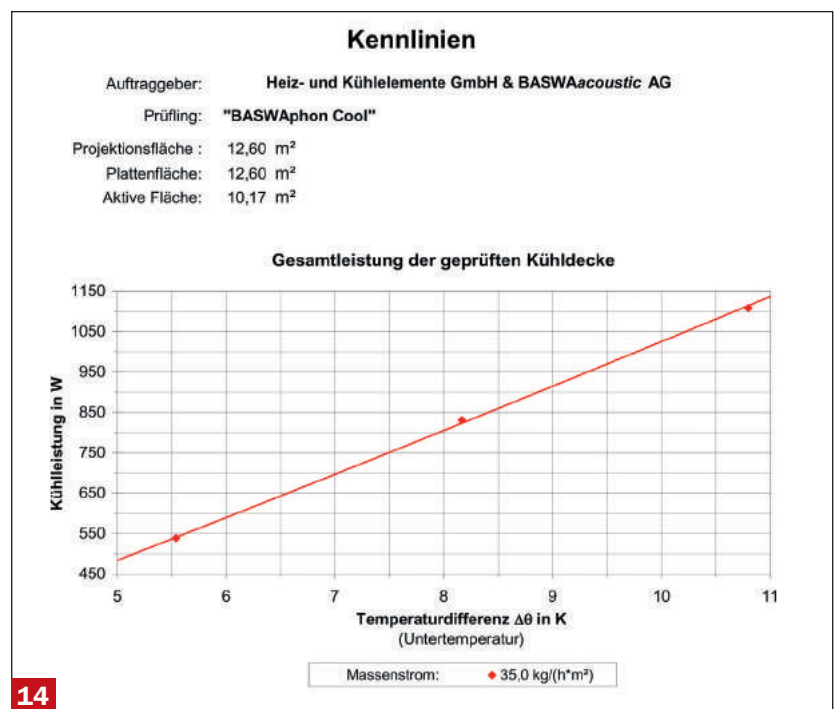
- glad naadloos zichtoppervlak, quasi onzichtbaar
- hoge koel en verwarmingscapaciteit
- goede breedbandabsorptie voor geluid
- beperkte inbouwhoogte zodat het ook bruikbaar is in bestaande gebouwen en erfgoed

Een eerste stap in de ontwikkeling was de zoektocht naar een efficiënt lage temperatuur verwarmingssysteem met minimale inbouwhoogte. Dit resulteerde in het gebruik van fijnmazige capillaire matten als watervoevend koelend of verwarmend stralend medium. Door deze zoveel mogelijk aan de oppervlakte te plaatsen bekomt men een snel reagerend stralingsvlak met een veel hogere afgifte dan de klassieke lussystemen. Wanneer ze echter worden ingestuct of geplaatst op een al of niet geperforeerde gipskartonplaat gaat een deel van de efficiëntie verloren.

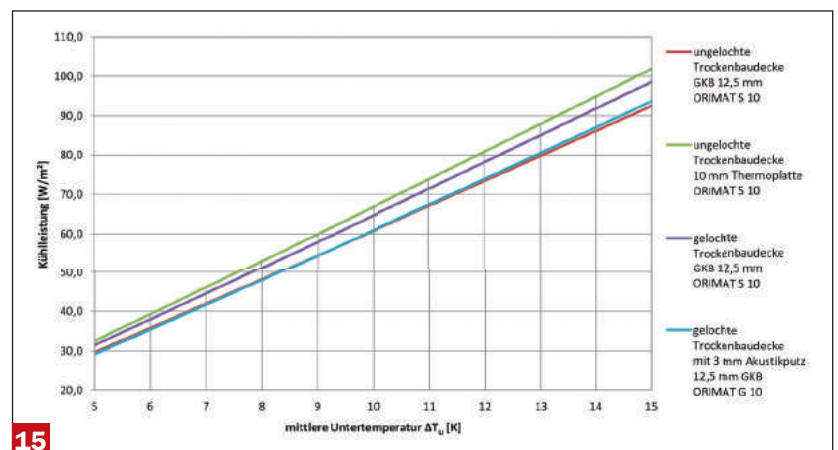
De volgende stap is dan de combinatie van deze matten met een thermisch geleidend openporig materiaal. Door de matten in te werken in een harde steenachtige laag uit fijne marmerzandkorrels blijft de thermische geleidbaarheid gewaarborgd. De akoestische absorptie wordt verkregen door een gepaste mix van korrels met verschillende afmetingen zodat de laag luchtdoorlatend blijft. In de achtergrond zorgt een harde laag uit gerecycleerd glas verder voor bijkomende stevigheid. Een achterliggende glaswol mat verhoogt nog de geluidsabsorptie in de midden en lage frequenties.



Vergelijking warmtevermogen klimaatplafond met gipsplaat, klimaatplafond met geperforeerde thermische plaat, klimaatplafond met geperforeerde gipsplaat en klimaatplafond met geperforeerde gipsplaat en 3 mm akoestisch pleister



Vergelijking van de nominale karakteristieke curve met betrekking tot het actieve gebied: $(Pa = k \cdot \Delta\theta_n [W/m^2])$ Coëfficiënt $k = 8,308$ Exponent $n = 1,084$. Nominaal koelvermogen bij temperatuurverschil $\Delta\theta_n = 8$ K: 79,1 W/m². Berekende nominale koelwatermassastroom met 2 K temperatuurverschil, 8 K temperatuurverschil: 34,0 kg / (h*m²) informatief: Koelvermogen met temperatuurverschil $\Delta\theta = 10$ K: 100,8 W/m²



Vergelijking koelvermogen klimaatplafond met gipsplaat, klimaatplafond met geperforeerde thermische plaat, klimaatplafond met geperforeerde gipsplaat en klimaatplafond met geperforeerde gipsplaat en 3 mm akoestisch pleister

CASESTUDY'S PENTHOUSE EN KANTOOR



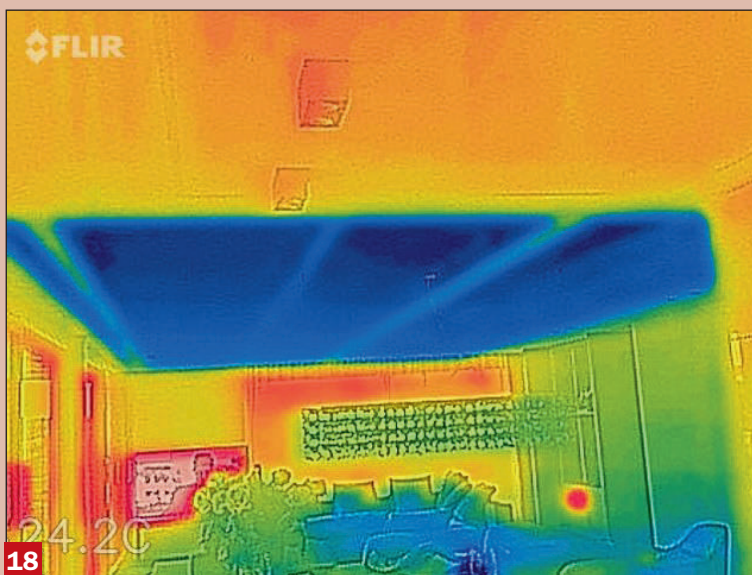
16

Bungalow woning (CH) met veel glaspielen



17

Penthouse met actief akoestisch klimaatplafond



18

Thermografisch beeld penthouse met geactiveerd akoestisch klimaatplafond – gekoeld

Buitentemperatuur = 32 °C

Kamertemperatuur = 23,5 °C

Aanvoertemperatuur koelplafond = 18,5 °C

In de thermografische foto (figuur 18) van een residentie zie je mooi hoe de koelte afstraalt op de wanden en de elementen (meubels) in de ruimte. Bij een buitentemperatuur van 32°C wordt de aanvoertemperatuur van het water in de capillaire matten 18,5°C. Dit resulteert in een gevoelstemperatuur van een comfortabele 23,5°C over de hele leefruimte. De thermografie toont eveneens de koelte die afstraalt op de wanden en het meubilair.



19

Arsenaal te Leiden (NL), historische gevel



20 IR

Thermografisch en origineel beeld van kantoor in het Arsenal te Leiden met geactiveerd akoestisch klimaatplafond – verwarmd

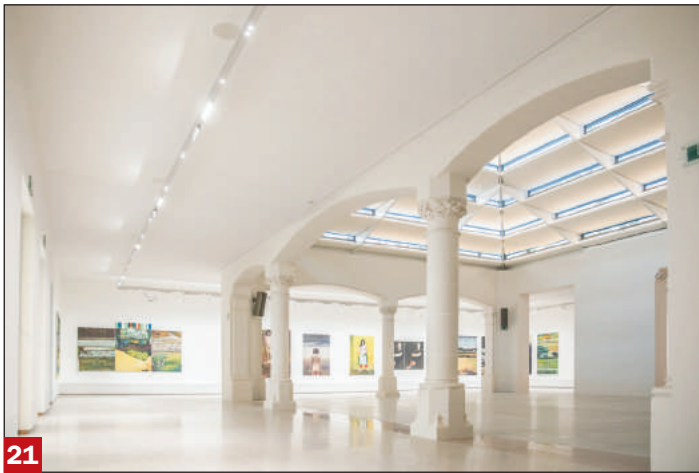


Buitentemperatuur = -5 °C

Kamertemperatuur = 21,5 °C

Aanvoertemperatuur koelplafond = 35 °C

Dit geldt ook voor het verwarmingssysteem toegepast in het Arsenal te Leiden (NL) tussen de bestaande mooie houten balken. Er is haast geen hoogteverlies. In winteromstandigheden bedraagt de aanvoertemperatuur van het water naar de matten 35°C.



21

Renovatie van Cera hoofkantoor, Leuven met geactiveerd akoestisch klimaatplafond in historische zuilengang

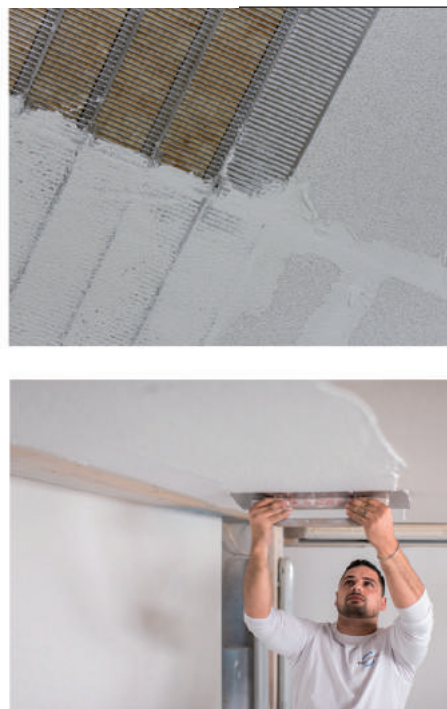


22

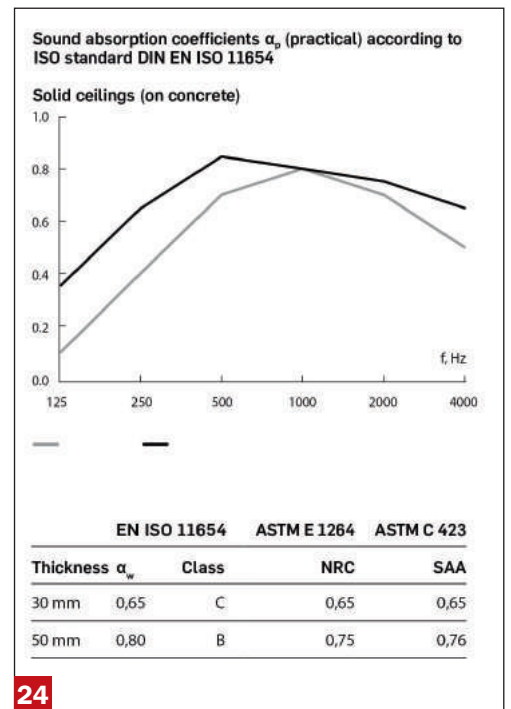
Doorsnede BASWA Core op geactiveerde betonplaat



23

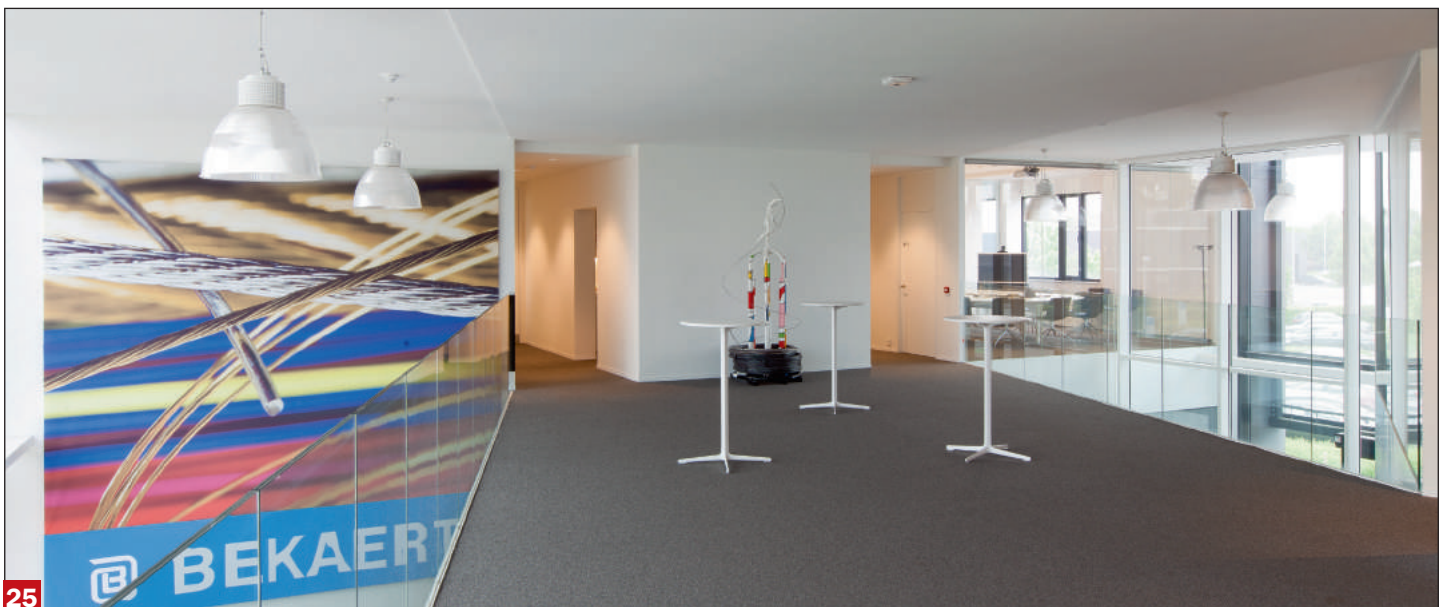


Plaatsing en afwerking van akoestisch thermisch geleidende panelen



24

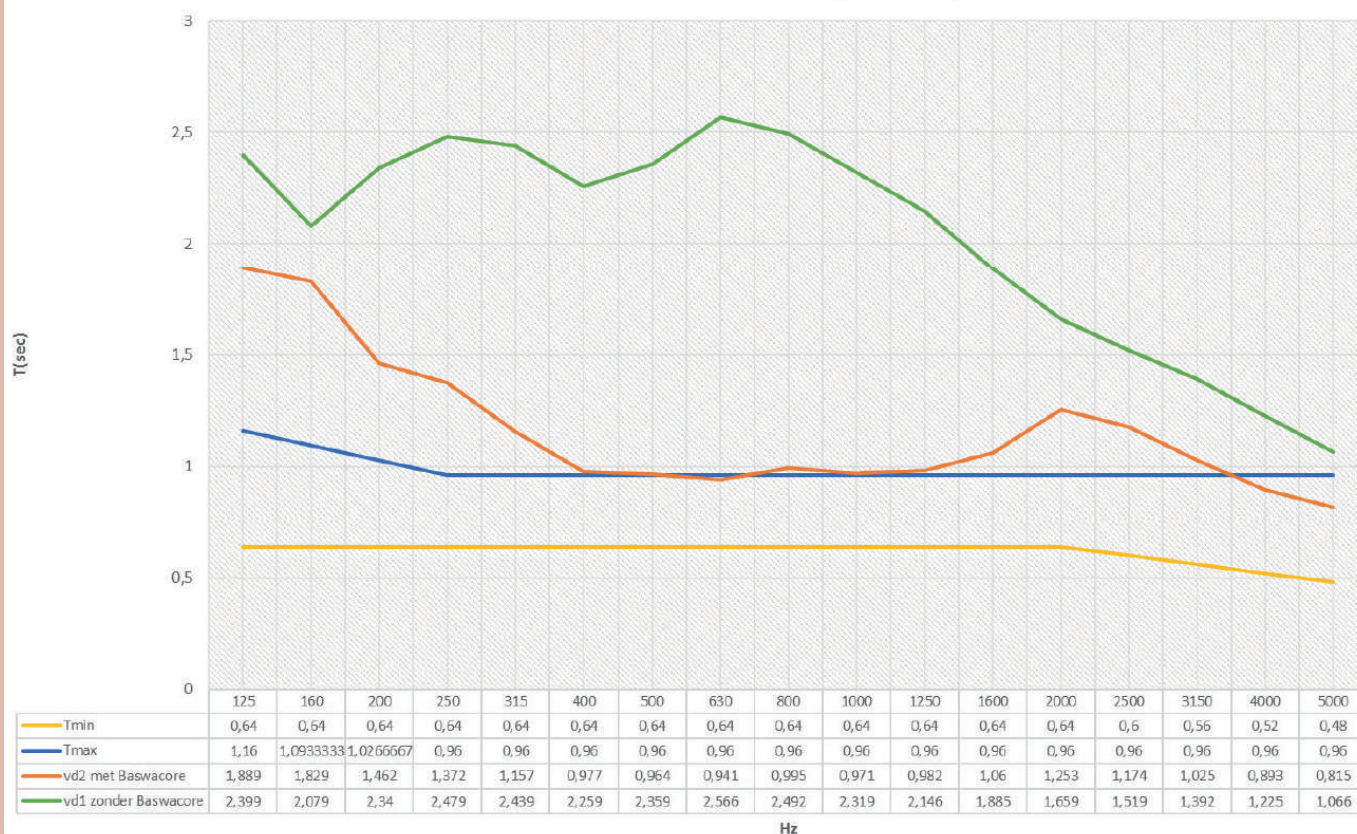
Het volledige akoestische verslag bevindt zich in het laatste testrapport



25

Renovatie van Bekaert hoofdkantoor met passief akoestisch en thermisch plafond als eilandzone

Nagalmtijden Bekaert Hoofdkantoor Zwevegem 28 april 2017



CASESTUDY BEKAERT

Onmiddellijk na de ingebruikname van de nieuw gebouwde kantoorruimtes van Bekaert met thermisch geactiveerde plafonds werd de slechte akoestiek duidelijk. Het passieve thermo-akoestische systeem werd over slechts 50% van het plafondoppervlak geïnstalleerd, waardoor de initiële nagalmtijd in de ongemeubileerde landschapkantoren van 2,1 seconde werd teruggebracht tot slechts 1 seconde. De capaciteit van het thermische plafond bleef onaangetast. Als tevreden klant gebruikte Bekaert sindsdien het systeem in al hun nieuwe lage-energiegebouwen.

Door het gebruik van capillaire matten die dampdiffuus zijn en dus open voor zuurstofopname, is het noodzakelijk te voorzien in een warmtewisselaar waarbij het secundaire (capillaire matten) circuit galvanisch gescheiden wordt van het primaire verwarmingscircuit dat rechtstreeks gevoed wordt door de verwarmingsbron en dikwijls uit metaal is vervaardigd. De capillaire matten zijn zelfreinigend.

Als richtprijs voor een standaard Baswa Cool systeem kan momenteel met 350 €/m² worden gerekend zodat het vooral zijn toepassing vindt in gebouwen van hoge standing of hoge erfgoedwaarde.

Daar het systeem openporig is en moet blijven kan het niet overschilderd worden met gangbare verven. Dan beschadigt men de microporeuze structuur van het oppervlak. Indien gewenst, worden de witte marmerkorrels in de massa gekleurd in een kleur naar keuze.

Een goede planning is noodzakelijk waarbij de positie van de inbouwarmaturen, spots, luidsprekers, detectoren worden gegroepeerd zodat een maximaal percentage van het plafond beschikbaar blijft voor thermische werking.

Het plafond veroudert in de regel geleidelijk en gelijkmatig. Mechanische beschadigingen worden lokaal hersteld

door een erkende plaatser. Organische vervuiling van bijvoorbeeld wijn, vet of nicotine worden verwijderd met een reiniger op basis van enzymen. Indringen van vloeistoffen wordt tegengegaan door het afwerken van de oppervlaktelaag met een waterafstotende beschermingslaag. Een dergelijke laag wordt steeds aanbevolen bij toepassing in vochtige ruimtes zoals zwembaden of in een buitenomgeving. ■

BRONNEN

- [1] Clina Leistungsdiagramme Systemdatenblätter
- [2] Prüfbericht über die Ermittlung der Wärmeleistung einer Raumheizfläche in Anlehnung an EN 14037-2 Geschlossene Deckenheizung Clina Heiz- und Kühlelemente GmbH & BASWAacoustic AG "Baswaphon Cool", Forschungs- und Transferzentrum e.V. an der Westsächsischen Hochschule Zwickau
- [3] Prüfbericht über die Ermittlung der Kühlleistung einer Raumkühlfläche nach EN 14240:2004-04. Geschlossene Kühldecke Clina Heiz- und Kühlelemente GmbH & BASWAacoustic AG "Baswaphon Cool", , Forschungs- und Transferzentrum e.V. an der Westsächsischen Hochschule Zwickau
- [4] Numerical comparison between energy and comfort performances of radiant heating and cooling systems vs air systems – Fabrizio et al HVAC&R Research 18 (2012)