

IPC KNVVK-SUBSIDIEPROJECT DEEL 1

PCM-KLIMAATPLAFOND VOOR
koudemiddelvrije koeling

Een systeemplafond met warmtebufferend materiaal kan kantoren ook zonder koelmachine efficiënt koelen. Door TNO is aan een PCM-klimaatplafond gemeten en zijn de meetresultaten in een model gezet. Uit dit model komt naar voren hoeveel aanvullend koelvermogen nog nodig is om temperatuuroverschrijdingen te verminderen.



Wat is de bijdrage van Phase Change Materials (PCM's) bij het verminderen van het benodigde koelvermogen voor een gebouw? Deze vraag staat centraal bij een deeltraject van onderzoek naar alternatieven voor met HFK-koudemiddelen gevulde compressorkoelmachines. Dit bredere, door de rijksoverheid gesubsidieerde onderzoek (zie kader) wordt uitgevoerd onder leiding van de KNVvK.

Faseovergang

PCM's worden sporadisch ingezet bij het verbeteren van het klimaat in gebouwen. Het materiaal maakt gebruik van het natuurkundige verschijnsel dat bij faseovergang van een stof veel energie vrijkomt of opgenomen wordt. Het bekendste voorbeeld is water: de overgang van ijs naar water of van water naar stoom is een faseovergang. Om die overgang

te maken moet veel energie aan het proces worden toegevoegd. Het veranderen van een liter water in stoom kost net zoveel energie als het water verwarmen van 10 naar 90°C. Bij het condenseren van stoom of het bevroren van water komt die hoeveelheid energie weer vrij. Het smelt-/stolpunt van water ligt bij 0°C. Dat is te laag om te gebruiken voor ruimteklimatisering. Het PCM-materiaal dat voor gebouwkoeling wordt gebruikt (een zouthydraat) heeft echter een smeltpunt van 18-23°C. Bij PCM's is doorgaans sprake van een smelttraject, want zo'n duidelijk smeltpunt als water (exact 0°C) hebben de meeste materialen niet. Meestal is er een temperatuurverschil tussen smelten en stollen, de zogenaamde hysteresis.

Hysteresis

De kunst is nu om dat traject, de hysteresis, zo klein mogelijk te maken. De huidige PCM-materialen hebben een hysteresis van zo'n 3 K. "De veel gebruikte materialen PCM23 of PCM20 hebben een smelttraject van respectievelijk tussen de 23 en 25°C en 20 en 22°C. De stoltemperatuur is dan respectievelijk 22 en 19°C", vertelt Marcel Gouw van het Nederlandse Global Energy Systems waarop het IPC-onderzoek van de KNVvK zich onder meer toespitste. Gouw is één van de PCM-pioniers van Nederland; vijftien jaar geleden demonstreerde hij, toen nog als product manager voor een technische groothandel, al een zonneboiler met kunststof bolletjes gevuld met PCM. Daarmee kan de opslagcapaciteit van een zonneboiler worden vergroot. Het afgelopen decennium ging Gouw op zoek naar andere leveranciers en toepassingen. Met zijn bedrijf Global Energy Systems brengt hij nu oplossingen op de markt om het benodigde koelvermogen van gebouwen significant te verminderen. PCM in gebouwen is vergelijkbaar met de dikke muren van een eeuwenoude kerk, die

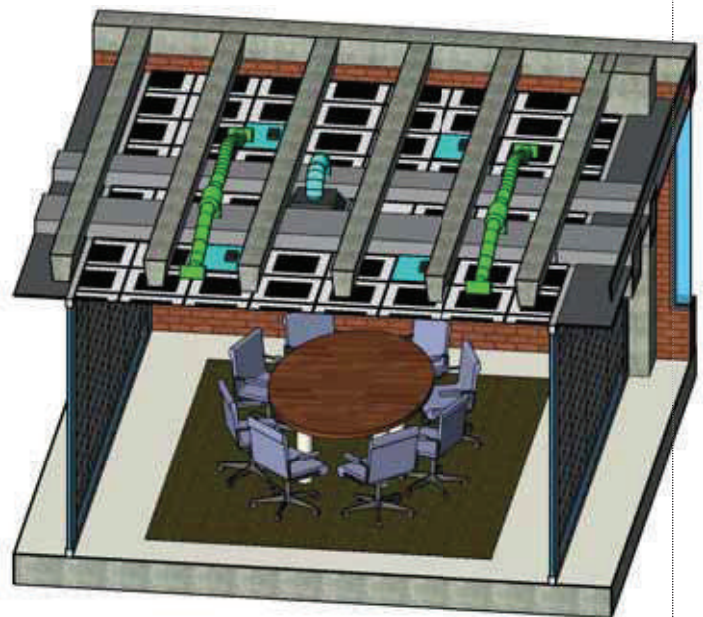


Het klimaatplafond van het ABN Amro-kantoor in Amsterdam. De ventilatielucht (groene kanalen) wordt boven het systeemplafond uitgeblazen.

door de enorme gebouwmassa zelfs midden in de zomer koel blijft. Gouw: “PCM-toepassing wordt nu ook steeds actueler door het uitfaseren van koude-middelen.” Zijn bedrijf heeft al een aantal projecten gerealiseerd, net als concurrent OC Autarkis, onderdeel van Van Dorp Installaties.

Onvoldoende regeneratie

Kernvraag is of een PCM-toepassing de complete compressorkoeling kan vervangen. Gouw: “Dat hangt af van de temperatuuroverschrijding die je accepteert. In principe is het in het Nederlandse klimaat mogelijk om zonder koelmachine te kunnen koelen en toch een aangenaam binnenklimaat te handhaven.” Met een goed ventilatiesysteem, maar zonder aanvullende koeling zal een gebouwenaar moeten accepteren dat de temperatuur niet altijd onder de 25°C blijft. Bij gebruik van PCM23 ligt het stolpunt op 22°. Om het materiaal te kunnen re-



Een driedimensionale weergave van het klimaatplafond van van het ABN Amro-kantoor in Amsterdam.

SUBSIDIEPROJECT HFK-VRIJE KOELINSTALLATIES

Het proefproject met PCM-gebouwkoeling is één van de clusters van de Innovatie Prestatie Contracten (IPC) waarvoor de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koude (KNVvK) vorig jaar subsidie heeft ontvangen. Doel van het project is alternatieven ontwikkelen voor HFK-vrije koeling. Bij een IPC voert een aantal MKB-ondernemers innovatieprojecten uit onder begeleiding van een penvoerder, in dit geval de KNVvK. PCM-koeling is één van die innovaties, naast dauwpuntskoeling en HFK-vrije warmtepompen. In de komende nummers van RCC K&L nemen we nog enkele proefprojecten onder de loep. In totaal hebben de IPC-projecten naar HFK-vrije koeling 1,8 miljoen euro gekost, waarvan het ministerie van Economische Zaken 5,6 ton heeft bijgedragen. Het resterende bedrag hebben de deelnemende bedrijven zelf opgehoest.

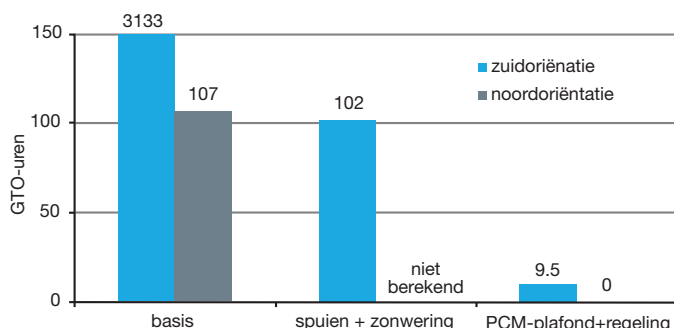


genereren, moet de buitentemperatuur tenminste tot onder de 22°C dalen, anders kan het PCM-materiaal onvoldoende stollen.

Volgens Gouw daalt zelfs in de verstedelijkte Randstad ook in een periode met een hittegolf de temperatuur vaak tot ver onder de 22°C. “Wanneer de nachttemperatuur in de zomer niet onder die fasetemperatuur komt, heb je een probleem, omdat je dan niet of onvoldoende kunt regenereren en onvoldoende koelvermogen hebt voor de volgende dag. Dat komt statistisch gezien zelden voor, maar het kan gebeuren.” De oplossing is een kleine koelmachine die in de vroege ochtend alsnog in actie komt en het PCM-materiaal oplaadt voor de komende dag. De koelmachine kan ook aan het einde van een warme dag eventueel meedraaien, wanneer de binnentemperatuur toch te hoog dreigt op te lopen.

Gebouwsimulatie

TNO heeft de meetresultaten van PCM-toepassing met het gebouwsimulatieprogramma TRNSYS in een model gezet. Door het invoeren van het bufferend vermogen van het plafond en andere gebouw-eigenschappen is zo inzichtelijk te maken hoeveel



Grafiek 1. Het aantal GTO-uren (waarin de binnentemperatuur van een kantoorruimte binnentemperatuur boven de 25°C komt), in situaties met en zonder PCM-koeling.



Het PCM-klimaatplafond van het Atlas College.

uren de binnentemperatuur boven de 25°C komt (zie grafiek 1). Gouw: “Er zijn metingen aan gedaan en daar is uitgekomen dat je met name het aantal temperatuuroverschrijdingsuren behoorlijk kunt beperken wanneer je in een gebouw PCM's toepast, dus zonder koelmachine. Je kunt het aantal uren nog verder verminderen door slimmer te regelen of een combinatie van PCM-temperaturen toe te passen. Alle meetresultaten zijn in een modelsimulatie gestopt.”

Voor Gouw zijn de resultaten een belangrijk hulpmiddel om PCM's als gebouwkoeling te vermarkten. Niet alleen voor Global Energy Systems, maar ook voor andere leveranciers. “Wil je dit soort systemen

ANDERE PCM-TOEPASSINGEN

Ook aan de TU Eindhoven wordt onderzoek gedaan naar de toepassing van PCM's voor verwarming en koeling van gebouwen. Bij het onderzoeksproject DoubleFace wordt een transparant blokkensysteem ontwikkeld waarin PCM's zijn verwerkt. Onder invloed van zonnewarmte wordt het PCM vloeibaar, waarna het in de avond-uren diezelfde warmte weer afstaat. Doordat de blokken kunnen draaien, zijn ze zowel in het winter- als het zomerseizoen toe te passen. Uit simulaties zou blijken dat zo 40 procent energie kan worden bespaard ten opzichte van een gebouw met louter traditionele installaties. Een andere PCM-toepassing die onlangs werd gepresenteerd, is de Crystal Climate Floor die is ontwikkeld door UniWarm, Riho Climate Systems en OC Autarkis. Hierbij wordt het PCM in dunne cassettes verwerkt die in de vloer worden aangebracht, waarna deze als 'thermische accu' fungeert. Elders in deze editie van RCC K&L leest u bovendien deel 2 van een artikel over een andere toepassing die door OC Autarkis is ontwikkeld en waarbij PCM's worden toegepast in datacenterkoeling.

	Smeltpunt (°C)	Stolpunt (°C)	Latente warmte (kJ/kg)
PCM 8	9	7	185
PCM 18	19	17	215
PCM 36	38	34	230
PCM 80	82	78	295

Tabel 1. Smelt- en stolpunt, en latente hoeveelheid warmte van enkele PCM's.

in markt brengen, dan moet je boven in de bouwkolom beginnen, bij architecten en adviseurs. Met het onafhankelijke onderzoek van TNO krijg je een commerciële tool om het verder te vermarkten; het geeft een significante besparing en voldoet aan de doelstelling om CO₂-neutraal te bouwen.”

Werking

Global Energy Systems heeft al diverse kleinere proefprojecten met het klimaatplafond gerealiseerd, en niet zonder succes, vertelt Gouw. De ABN Amro-bank heeft bij het verduurzamen van een regiokantoor besloten om door te pakken, nadat eerst proefsystemen met een oppervlakte van 30 m² en later 250 m² zijn gerealiseerd. Nog dit jaar gaat een compleet kantoorpand op de schop; in totaal wordt er 3000 m² aan PCM-klimaatplafonds geïnstalleerd, zegt Gouw. Niet alleen de klimaatinstallatie krijgt een duurzaam jasje; het hele gebouw wordt volgens de Trias Energetica aangepakt. Dat is een belangrijke voorwaarde. Global Energy Systems werkt de koudebufferende PCM's weg in plafondplaten. Ze hebben dezelfde afmetingen als traditionele plafondplaten, die bij renovatieprojecten dus één-op-één zijn te vervangen. De draagconstructie van bestaande systeemplafonds is meestal voldoende om ook in bestaande gebouwen het iets zwaardere PCM-klimaatplafond te plaatsen. De volgende kleine aanpassing betreft de luchttoevoer van het mechanische ventilatiesysteem. Normaliter wordt ventilatielucht via plafondroosters in de kantoren uitgeblazen, maar die kunnen verdwijnen, vertelt Gouw. “We gaan de vrije ruimte tussen plafond en PCM-platen gebruiken als plenum, om zo de koele lucht over de panelen te blazen.”

Bestaand systeem

Via gaatjes aan de rand van het plafond komt de lucht in de ruimte terecht en laadt c.q. ontlad het PCM-materiaal. “Het voordeel is dat de inblaassnelheid teruggaat en het comfort dus toeneemt.” De nieuw te plaatsen omkeerbare warmtepomp wordt ook gebruikt om in de winter te verwarmen. In nieuwbouw adviseert Gouw om de capaciteit van



“Meer dan 90% van de huidige kantoorgebouwen heeft een systeemplafond. Juist daarom zijn PCM's zo geschikt voor renovatie.”

de luchtbehandelingskast wat te vergroten, zodat in warme zomernachten meer lucht in het gebouw kan worden geblazen. Het regenereren van het PCM-materiaal wordt daardoor versneld. Bij renovatie is het niet noodzakelijk om ook de luchtkanalen te vergroten. Dat er meer geluidsoverlast door luchtstromingen ontstaat, is geen bezwaar. 's Nachts is het gebouw toch niet in gebruik en overdag draait het ventilatiesysteem weer op normale capaciteit. Het systeem met een PCM-klimaatplafond is niet alleen in nieuwbouw toepasbaar, maar net zo goed in bestaande bouw. Het verwarming- en ventilatiesysteem kan met kleine aanpassingen gewoon gehandhaafd blijven. Alleen de plafondtegels gaan eruit. “Meer dan 90 procent van de huidige kantoorgebouwen heeft een systeemplafond. Juist daarom zijn PCM's zo geschikt voor renovatie.” ■