

# Betonkernactivering: slim regelen

Betonkernactivering maakt gebruik van een elegant principe: gebruik de constructie van een gebouw om het te verwarmen en te koelen. Anders gezegd; zorg gewoon dat de constructie waarin de mens zich bevindt op een aangename temperatuur blijft. Afhankelijk van de tijd van het jaar heet dat dan

*dr. ir. C.J. Wisse en ir. D.O. Rijksen*

Iedereen kent ze wel, de grote oude kathedraal met de massieve stenen wanden. In de zomer heerst er een weldadige koelte. De massieve stenen constructie vormt een buffer tussen het buiten- en binnenklimaat. Pas na een lange periode met zon en hoge buitentemperaturen loopt de temperatuur binnen langzaam op. Gebouwen met betonkernactivering (BKA) maken gebruik van hetzelfde principe. Door een goed isolerende gebouwschil te creëren, in combinatie met betonvloeren, ontstaat een buffer tussen de buitenwereld en het binnenklimaat. In tegenstelling tot de kathedraal waarin de stenen massa zich passief gedraagt, wordt het beton 'geactiveerd' door koud of warm water door de slangen te sturen die in het beton zijn gelegd. Dat activeren wel nodig is, weet iedereen die wel eens 's winters in een grote oude kathedraal heeft gezeten. Maar, wie a zegt moet ook r zeggen, als men eenmaal tot activeren besloten heeft, is de grote vraag hoe we dit systeem gaan regelen. Wie tot activeren van de gebouw-massa besluit, moet ook nadenken over de regelstrategie.

## **VERSCHILLENDE SOORTEN REGELING**

DWA deed literatuuronderzoek naar de verschillende soorten regeling. Hiervoor onderzochten we een vijftigtal vakpublicaties en wetenschappelijke publicaties. Uit dit onderzoek, dat in samenwerking

verwarmen of koelen. Een elegant principe alleen is echter niet genoeg. Betonmassa reageert namelijk ook traag. Hoe kun je dat nu slim regelen? DWA installatie- en energieadvies zette verschillende soorten regelingen op rij en ontdekte hoe je de koudeopwekking aanzienlijk kleiner kunt maken als je slim regelt.



*ir. D.O. Rijksen*



*dr. ir. C.J. Wisse*

met de TU Eindhoven werd uitgevoerd, kwam naar voren dat er maar liefst negentien basisregelstrategieën zijn ontwikkeld (combinaties zijn daarbij ook nog mogelijk). Een overzicht is weergegeven in tabel 1. Maar hoe effectief zijn deze regelstrategieën nu eigenlijk? De bestaande publicaties besteden over het algemeen veel aandacht aan het effect van de regelstrategie op het energiegebruik en het vermogen om te anticiperen op een wisselende warmtebelasting. Figuur 1 evalueert daarom de regelstrategieën op deze twee aspecten. Weergegeven zijn het resulterende energiegebruik (onderste as) en het vermogen om een wisselende warmtebelasting op te vangen (linker as). Het betreft hier een eerste inschatting van het effect op basis van de resultaten van

de verschillende publicaties met elk hun eigen uitgangspunten, vergelijkingsmethodes, enzovoorts. Afhankelijk van de warmtebelasting waarmee een regeling rekening houdt, is in de figuur een ander symbool gebruikt. De strategieën waarbij over een aspect nog onvoldoende informatie voorhanden is, zijn in de gearceerde gebieden weergegeven. Uit het onderzoek komt naar voren dat een strategie waarbij de toevoer van energie periodiek wordt onderbroken, een goed comfort realiseert (nummer 14). Tegelijkertijd levert dit een hoge energiebesparing.

## **EEN NIEUWE INVALSHOEK**

De evaluaties van de regelstrategieën in de onderzoeksliteratuur besteden dus veel

# geeft kleinere installaties

## Omschrijving strategie

- 1 Aanvoertemperatuur afhankelijk van buitentemperatuur
- 2 Aanvoertemperatuur afhankelijk van het seizoen
- 3 Aanvoertemperatuur afhankelijk van buiten- en (operatieve) ruimtetemperatuur
- 4 Aanvoertemperatuur afhankelijk van ruimtetemperatuur
- 5 Aanvoertemperatuur afhankelijk van weersvoorspelling (72 en 24 uur)
- 6 Aanvoertemperatuur afhankelijk van gemiddelde buitentemperatuur (24 en 12 uur)
- 7 Dode band voor in- en uitschakelen van de koeling op basis van de ruimtetemperatuur
- 8 Retourtemperatuur tussen grenswaarden houden
- 9 Gemiddelde watertemperatuur (aanvoer/retour) afhankelijk van buitentemperatuur
- 10 Constante gemiddelde watertemperatuur
- 11 Constante wateraanvoertemperatuur
- 12 Betonkern op constante temperatuur houden
- 13 Watertemperatuur hoger dan dauwpunt van de ruimte houden
- 14 Volumestroom water beperkt actief (gedurende nacht of buiten piekbelasting om)
- 15 Pulserende volumestroom (15 minuten of 45 minuten uit)
- 16 Variabele volumestroom
- 17 Volumestroom water 24 h per dag actief
- 18 Variatie inblaas temperatuur ventilatielucht
- 19 Luchthoeveelheid afhankelijk van operatieve ruimtetemperatuur

regelstrategie is natuurlijk is of er 's nachts voldoende koude in het beton 'gespaard' wordt voor overdag. Dit is onderzocht met metingen enerzijds en simulaties anderzijds. Centraal in de vraagstelling stond het comfort en de hoeveelheid koelvermogen die gereduceerd kan worden.

### METINGEN IN DE THERMO-STAETE

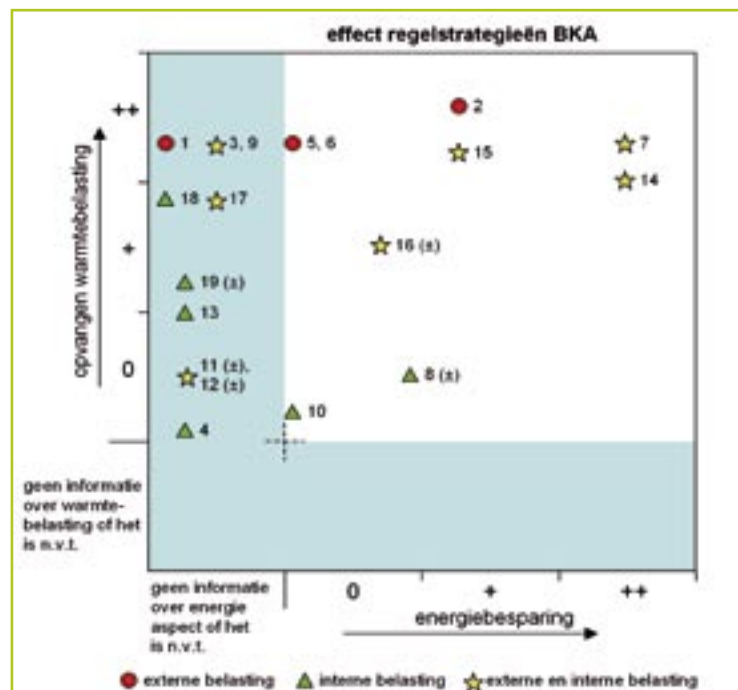
In figuur 3 is voor kantoorgebouw de Thermo-Staete van DWA het specifieke koelvermogen op gebouwniveau voor de betonkernactivering en voor de ventilatielucht weergegeven. Door spreiding van de koudevraag kan dit gebouw volstaan met een opgesteld koelvermogen van circa 25 W/m<sup>2</sup> b.v.o. De luchtbehandelingskast vraagt niet meer vermogen dan het BKA-systeem. Dat we ook het comfort in de ruimte met deze regelstrategie kunnen garanderen, blijkt uit de meetgegevens van figuur 4. Hierin is het specifieke koelvermogen per m<sup>2</sup> koeloppervlak weergegeven en de resulterende operatieve temperatuur. Duidelijk is dat de betonkernactivering alleen 's nachts hoeft te koelen.

Tabel 1 Regelstrategieën voor systemen met betonkernactivering

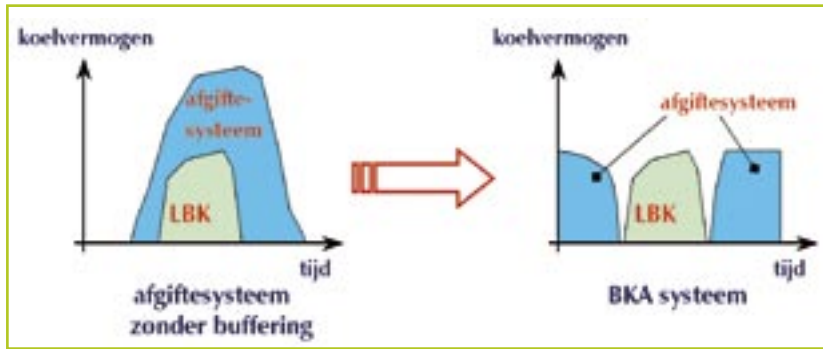
aandacht aan het effect op het comfort en het energiegebruik. Dat is op zich waardevol, maar benut nog te weinig de kansen van de toepassing van betonkernactivering. Door het op te stellen koelvermogen op gebouwniveau als primaire invalshoek te kiezen, ontstaan er nieuwe perspectieven: kleinere installaties en dus minder investeringskosten.

Het op te stellen koelvermogen kunnen we sterk reduceren door de betonkernactivering en de ventilatielucht niet tegelijkertijd te koelen. Dit is een vorm van regelstrategie 14 uit tabel 1. Figuur 2 illustreert het principe. Bij een afgiftesysteem zonder buffering, bijvoorbeeld een klimaatplafond, wordt het koelvermogen voor het afgiftesysteem en de luchtbehandeling tegelijkertijd gevraagd. Dit leidt tot een hoog piekvermogen. Door met de betonkernactivering alleen 's nachts te koelen, is overdag alleen koelvermogen voor de luchtbehandeling benodigd.

DWA deed uitgebreid onderzoek naar deze manier van regelen van betonkernactivering [zie 1]. De grote vraag bij deze



Figuur 1 Vergelijking performance verschillende regelstrategieën



Figuur 2 Reductie koelvermogen door spreiding van de koudevraag

Ondanks hoge buitentemperaturen - de temperaturen bereikten overdag 30°C - blijft de operationele temperatuur binnen een bandbreedte van 21 tot 23,5°C.

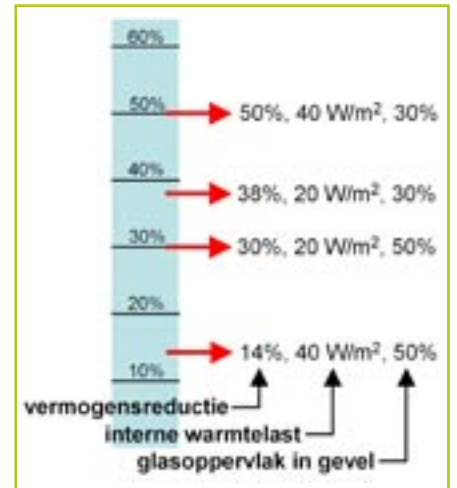
### BREDER TOEPASBARE ONTWERPRICHTLIJNEN

Vervolgens is de vraag of deze regelstrategie ook werkt bij andere gebouwen met andere glaspercentages, andere warmtebelasting, enzovoorts. Om die vraag te beantwoorden, zijn er simulaties uitgevoerd voor een standaard-referentiekantoor. Hier-

van is de interne warmtelast en het glaspercentage gevarieerd. Steeds is geanalyseerd hoeveel vermogen we moeten opstellen om de vooraf gedefinieerde comfortnorm te halen (ATG-methode, gebouwtype Bèta). Daarbij vergeleken we afgiftesystemen met en zonder betonkernactivering op de benodigde hoeveelheid koelvermogen op gebouwniveau. Het resultaat staat in figuur 5. De slimme regeling van de betonkernactivering kan dus een reductie van 50 procent betekenen op het op te stellen koelvermogen op gebouwniveau. Als het

glaspercentage en de interne warmtelast toenemen, bereikt de geldigheid van de regelstrategie een grens: de betonkernactivering moet ook (voor een deel) overdag gaan koelen. Dit leidt tot kleinere reductiepercentages, zie figuur 5.

Doordat er minder koelvermogen nodig is, ontstaat een aantal voordelen. Naast lagere investerings-



Figuur 5 Procentuele reductie van het op te stellen koelvermogen, afhankelijk van de interne warmtelast en het glaspercentage

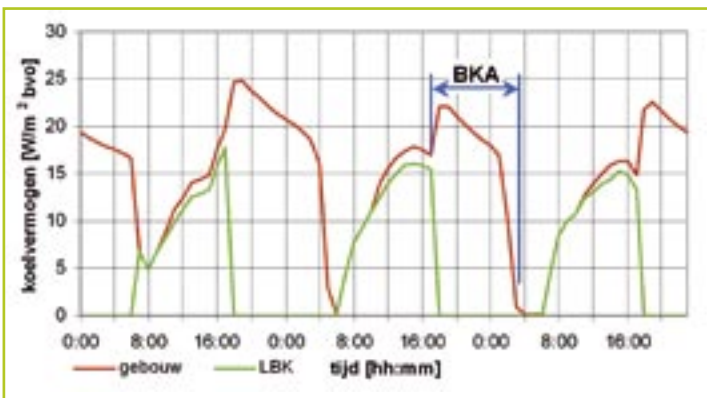
kosten voor de koude-opwekinstallatie worden ook de exploitatielasten lager. Als men hiermee in het ontwerptraject geen rekening houdt, leidt dit enerzijds tot een te hoge investering. Anderzijds kan een te grote installatie die onnodig veel in deellast functioneert, suboptimaal werken. Kortom, slim regelen loont.

### Referenties

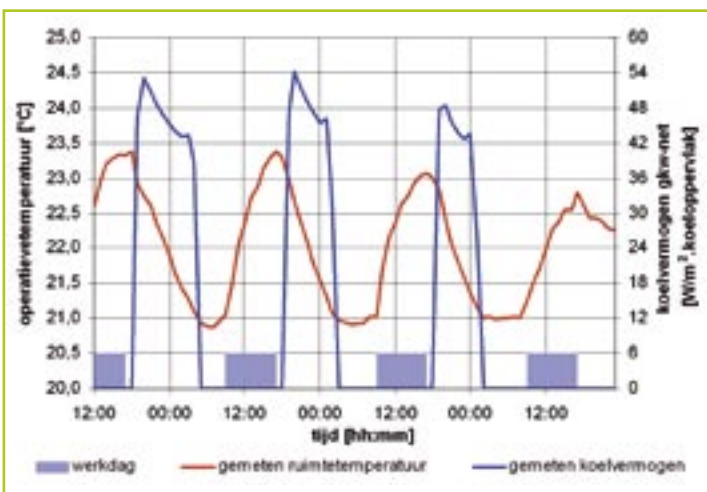
- [1] Halvering koudeopwekking door betonkernactivering, ir. Rick Rijksen, dr. ir. Kees Wisse, Verwarming & Ventilatie september/oktober 2007.

### Over de auteurs:

Kees Wisse is werkzaam als adviseur bij DWA installatie- en energieadvies. Het snijvlak tussen wetenschappelijk onderzoek en de ontwerppraktijk heeft zijn bijzondere belangstelling. Rick Rijksen werkt als projectleider bij DWA en voltooide met het onderzoek naar betonkernactivering zijn Masterstudie Building Services aan de TU Eindhoven.



Figuur 3 Gemeten koelvermogen op gebouwniveau en voor de LBK



Figuur 4 Gemeten operationele ruimtetemperatuur en koelvermogen vanuit gkw-net