

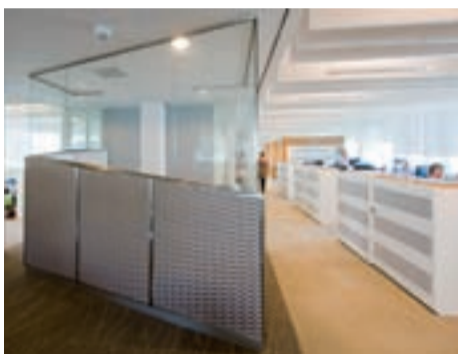
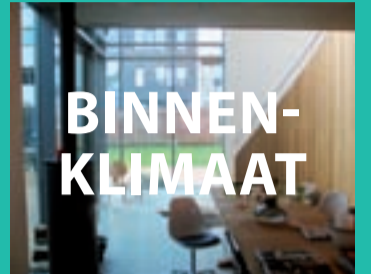
PREFAB beton

Uitgave van AB-FAB, Associatie van Beton Fabrikanten van constructieve elementen

2 Oog voor mens en diens gedrag

3 Betonoppervlakte-activering

THEMA



Aanrader congres 22 juni: Thermisch Actieve gebouwen

Met succesvolle toepassing van betonkernactivering realiseert u betaalbare, comfortabele en energiezuinige gebouwen. Kennis over deze materie is op te doen op het congres op woensdag 22 juni over thermisch actieve gebouwen. Doelstelling van het congres is tweeledig: enerzijds de congresdeelnemers bruikbare kennis aan te reiken, anderzijds nieuwe kennisnetwerken te stimuleren.

In één dag helemaal op de hoogte:

- lering uit ervaringen
- nieuwe kennisdocumenten en aanbevelingen (ISSO, CUR en BetonPlatform)
- ontwerpadviezen
- inzicht in financieel rendement

Het congres vindt plaats in Congrescentrum 1931, 's-Hertogenbosch. Informatie over een last-minute aanmelding: www.duurzaamgebouwdcongres.nl.

“Betonkernactivering is een robuust alternatief voor conventionele klimaatinstallaties”



‘Feel good, well-being’ prefab beton

‘Technenuten’ focussen zich op de vraag of een woning, kantoorgebouw, school of gezondheidsgebouw technisch goed functioneert. Er zijn echter ook nog de elementen ‘feel good’ en ‘well-being’. Dan gaat het om zaken als comfort, gezondheid, productiviteit, kortom de persoonlijke beïnvloeding door woning of gebouw. “Juist deze ‘onzichtbare’ aspecten zijn van grote invloed op hoe mensen wonen en werken ervaren. Het binnenmilieu krijgt gelukkig steeds meer aandacht. En we weten ook steeds beter hoe we het binnenmilieu kunnen optimaliseren. Prefab beton kan hier een positieve bijdrage aan leveren, mits correct ontworpen en toegepast,” stelt ir. Laura Hulsman van BBA Binnenmilieu uit Rotterdam.

BBA Binnenmilieu is een raadgevend ingenieursbureau dat comfort en gezondheid centraal stelt in projecten. Voor technici blijkt het lastig in te schatten hoe de mens zich voelt, reageert en werkt onder invloed van een gebouw. Er spelen immers ook andere zaken mee in zijn of haar welbevinden dan alleen meetbare variabelen in het binnenklimaat van een gebouw, zoals persoonlijke invloed op temperatuur en te openen ramen. “Je kunt in elk geval niet alleen op technische modellen vertrouwen zoals nu door technische adviseurs vaak wordt gedaan. Je zult echt per gebouw de mensfactor moeten meenemen,” aldus Laura Hulsman. “Daarbij kun je het binnenmilieu opdelen in een component comfort en een component gezondheid. Ze liggen in elkaars verlengde, want een comfortabel gevoel betekent welbevinden en dat ondersteunt de gezondheid en vermindert ziekteverzuim.”

Prefab beton blijkt direct en indirect van grote invloed op het ‘well-being’. Een voor de hand liggende bijdrage is de betonkernactivering die in prefab betonvloeren, -plafonds en -wanden steeds meer gemeengoed wordt. Zeker in kantoor- en zorggebouwen en scholen. Woningen staan nog

aan het begin van de ontwikkeling, maar ook daar gaan de vorderingen snel. Laura Hulsman: “Er zijn een heleboel technische redenen te geven waarom betonkernactivering (BKA) zeer interessant is. Het systeem werkt op lage temperatuur en zorgt daarmee voor een stabiel binnenklimaat. Voorts is stralingswarmte comfortabeler dan warmtecirculatie via de lucht. Met stralingswarmte kan zelfs de luchttempera-



ir. Laura Hulsman van BBA Binnenmilieu: “Voor de lange termijn pakt betonkernactivering gunstig uit.”

tuur vaak een graadje lager en dat verbetert de ervaring van de binnenlucht en scheelt energie. Voor de lange termijn is BKA ook gunstig, zeker als het aan een duurzame warmte-koude-opslag wordt gekoppeld. Desondanks moet er goed over worden nagedacht of en hoe men het installeert, omdat je ook nog te maken hebt met mensen in dat gebouw. Mensen en techniek moeten samengaan. Een systeem moet op het menselijk gebruik zijn afgestemd.”

Prettig voor binnenmilieu

Zo is er het type gebouw. De dagelijkse gebruikstijd van een school is anders dan die van een ziekenhuis. BKA is een stabiel systeem dat het beste tot zijn recht komt met continuïteit. Even uit- en aanzetten kan niet. “Met additioneel regulerende systemen kun je het echter ook voor die school interessant maken. Voorts zijn er de individuele wensen. Gebruikers willen voor hun welbevinden de temperatuur in enige mate zelf kunnen beïnvloeden. Bij een centraal gereguleerde temperatuur kan dat niet. In de zomer is het mogelijk door te zorgen dat de ramen van een gebouw open kunnen. Dat zorgt voor luchtstromen die mensen verkoeling geven, ook al is de lucht van buiten warmer. In de winter kun je alleen met aanvullende warmtesystemen iets aan die individuele wensen doen. Bijvoorbeeld radiatoren aan de gevel. Het is overigens niet alleen die individuele gebruiker.

Ook in afwijkende ruimten binnen een gebouw, zoals in volle vergaderkamers, moet je een traag systeem van betonkernactivering snel kunnen ‘helpen’ als door de warmte van mensen de temperatuur oploopt. Bijregeling op ruimteniveau, door een additioneel systeem, is essentieel. We hebben als bureau tal van BKA-systemen in gebouwen moeten beoordelen, waarbij iedereen op voorhand blij was, maar er later

Comfortabel binnenklimaat

Met betonkernactivering kan een comfortabel en gezond binnenklimaat worden gerealiseerd met een laag energiegebruik. Een onmisbare techniek die zorgt voor een aangename manier van verwarming en koeling.

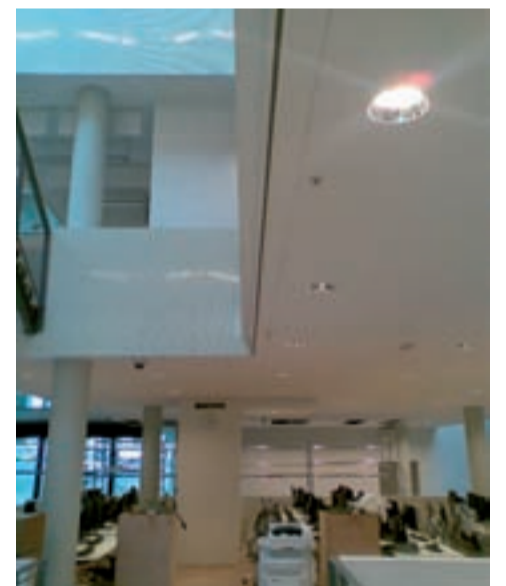
Oplossing voor goede akoestiek

Drie belangrijke voordelen in één prefab betonnen vloersysteem: goede akoestische eigenschappen, betonkernactivering en gewichtsbesparing. Akoestische prestaties zijn juist bij een binnenklimaatstelsel als betonkernactivering van wezenlijk belang. Dit bracht een fabrikant op het idee een geluidabsorberende onderlaag van open beton aan de onderzijde van een speciaal type prefab systeembodem. Zo wordt een deel van de benodigde geluidreductie vanzelf bereikt, waardoor minder additionele maatregelen nodig zijn. Toepassing van thermische systemen in beton heeft als voordeel dat gesloten plafonds onder de vloer achterwege blijven. Hooguit plafondeilanden. Een ander voordeel van beton is dat het door de massa niet meetrilt; ook dat werkt gunstig voor de akoestiek.



Ideale manier van installeren

Het installeren van betonkernactivering kan op vele manieren in diverse typen prefab systeembodems. Het kan fabrieksmatig worden aangebracht in de prefab systeembodem of in de bouwfase op of onder de vloer. Afhankelijk van de soort vloer en toepassing kan worden gekozen voor klimaatleidingen die in het onderste deel van de betonnen systeembodem (plafondzijde) zitten, maar deze klimaatleidingen kunnen ook juist bovenop of middenin de vloer hun plek vinden. Bij het ene project (FNWI UvA) blijkt het toepassen van strips op de schil de meest ideale oplossing. Hierdoor kon zowel de aannemer de elementen in hoog tempo verwerken als de installateur zonder aanvullende voorzieningen de betonkernactivering verankeren op de vloer. Bij een ander project (appartementen Willemsstaete) blijkt de meest ideale manier van installeren van betonkernactivering het instorten in verband met het vereiste koelingsvermogen. Koude lucht daalt, waardoor een zo gering mogelijke massa direct onder het leidingwerk maatgevend was. Hierdoor is bij dit project het leidingwerk direct op het wapeningsnet aangebracht. De prefab betonfabrikant kan advies geven over de meest geschikte wijze van installeren van betonkernactivering met prefab systeembodems voor uw situatie.



Met prefab systemen kan exact worden ingezoomd op de eisen die gebouw, ontwerp, installatietechniek en uitvoering stellen aan thermisch actieve gebouwen.

Oog voor mens en diens gedrag

Op voorspraak van Coprocon zijn prefab betonelementen uit Nederland (gevels, wanden en vloeren) geleverd voor gevangenissen in het Verenigd Koninkrijk, compleet voorzien van technische installaties en voorzieningen en met oog voor de mens. De klimaatbeheersing met behulp van geothermische betonactivering heeft geleid tot besparing van energie en een betere, constante leefomgeving. Vloerverwarming heeft het aantal zelfdodingen door ophanging via radiatoren in de cellen enorm teruggebracht. Door afzuiging van lucht en uitgekende luchtbeheersing kan men het klimaat in de cellen beter controleren en brand of vervuiling door rook direct identificeren. De prefab betonwanden zijn uitgevoerd als glad, direct overschilderbaar beton, zodat de gedetineerden er geen laagje kunnen afpeuteren om het vervolgens op te eten, wat ertoe kan leiden dat ze in het ziekenhuis moeten worden opgenomen en het vluchtrisico wordt vergroot. Door de keuze van pastelkleuren in zowel de cellen als algemene ruimten is het leefklimaat voor zowel gedetineerden als bewaking verbeterd; dit heeft geleid tot minder agressie en minder ziektes.

vervolg van pagina 1 >

klachten kwamen. In veel gevallen bleek dat er voor gebruikers geen mogelijkheden waren om de temperatuur na te regelen. BKA-systemen moeten de juiste aanvulling krijgen voor naregeling op ruimteniveau, kinderziekten moeten uit het systeem, de bouw moet het goed toepassen en er moeten instructies komen voor gebruikers. Dan is het systeem zeer positief voor een goed binnenmilieu.”

Behalve de verwarmings- en koelinstallaties van een gebouw moeten de ventilatie en luchtkwaliteit goed (doordacht) zijn. Laura Hulsmans spreekt van de longen van een gebouw. “Ventilatie moet altijd. Van gevelrooster tot luchtkanalen in beton, alles moet schoon zijn en blijven. Anders komen stof en andere verontreinigingen in de binnenlucht. Ik kan mij voorstellen dat het

instorten van luchtkanalen in prefab beton onder een scherpe kwaliteitscontrole eerder schoon gebeurt dan op een stoffige bouwplaats. Maar de kanalen moeten natuurlijk wel goed worden afgedopt en aangesloten.

“Het plug-and-play-principe van prefab beton zorgt voor een beter hygiëneverhaal”

Het is een uitdaging voor ontwerppartijen om alles wat bij het systeem hoort daarin op te nemen én het hygiënisch en schoon op te leveren.”

Sowieso heeft prefab beton het voordeel dat het een droog bouwsysteem is, waardoor er minder vocht in een gebouw ontstaat tijdens de constructie. Hoe droger hoe beter, aldus BBA. Prefab beton scheelt heel wat vocht met bijvoorbeeld gietbouw. “Als men dit laatste goed laat drogen is er weinig aan de hand, maar die tijd gunt men zich niet altijd in een bouwproces,” ervaart Hulsmans. “Als je een nog vochtige vloer afsluit met bijvoorbeeld vloerbedekking, heb je kans op chemische reacties waarbij irriterende stoffen of hinderlijke geuren kunnen ontstaan. Dat moet je echt voorkomen.”

Feel good zit ook in prefab beton

Nu is prefab beton in haar ogen niet zaligmakend, maar zaken als het ‘plug-and-play’-principe van prefab zorgen beslist voor een beter hygiëneverhaal. Beton lijkt qua akoes-

tiek minder aantrekkelijk, maar volgens Hulsmans zijn er ook andere manieren om die akoestiek goed te regelen (bijv. integratie van geluidabsorberende materialen in scheidingswanden). “Thermische eigenschappen, ventilatie, akoestiek, ze maken deel uit van een groter geheel. Dat samenspel moet kloppen. Wat te denken ook van grote glasgevels die direct van invloed zijn op de warmte in een gebouw. De architect is trots op zijn daglichtoverschot, totdat de installatietechniek de werkplek achter het glas niet meer koel genoeg krijgt en mensen oververhit en suf achter een beeldscherm zitten.” Een prefab betonnen gevel met een kleinere raamopening is dus zo gek nog niet. Laura Hulsmans besluit: “Feel good buildings, roepen wij als raadgevend ingenieursbureau. Dat zit in ontwerp, installatie en kan ook in een bouwsysteem als prefab beton.”

Voor elke situatie een oplossing

Betonoppervlakteactivering

Geen leidingen op de prefab systeenvloer waarop op de bouwplaats nog beton wordt gestort, maar geïntegreerd in de prefab vloer. Een nieuwe techniek die zichzelf heeft bewezen bij Van der Valk Hotel Hilversum-de Witte Bergen, waar 52 hotelkamers zijn voorzien van betonoppervlakteactivering. Navos Klimaattechniek heeft in samenwerking met een AB-FAB fabrikant klimaatmatten voor systeenvloeren ontwikkeld.



Bijzonder is dat de dunne polypropyleen buisjes maar circa 2 tot 3 mm boven het plafondoppervlak liggen. Hierdoor kan de onderliggende ruimte snel en energiezuinig worden verwarmd en gekoeld. De BioClina klimaatmatten werken met water op een temperatuur van slechts 30°C. Door water van slechts 16-17°C door de matten te laten lopen, kunnen ruimten in de zomer ook worden gekoeld. De lage temperatuur betekent een stap vooruit in energiebeheersing ten opzichte van conventionele verwarmingssystemen, die gebruikmaken van 40 tot 70°C warm water. De ruimtemtemperatuur reageert al na een kwartier op dit systeem; een snel reagerend warmte-koudesysteem is van belang bij bijvoorbeeld hotelkamers. Tevens kan men nachtverlaging toepassen.

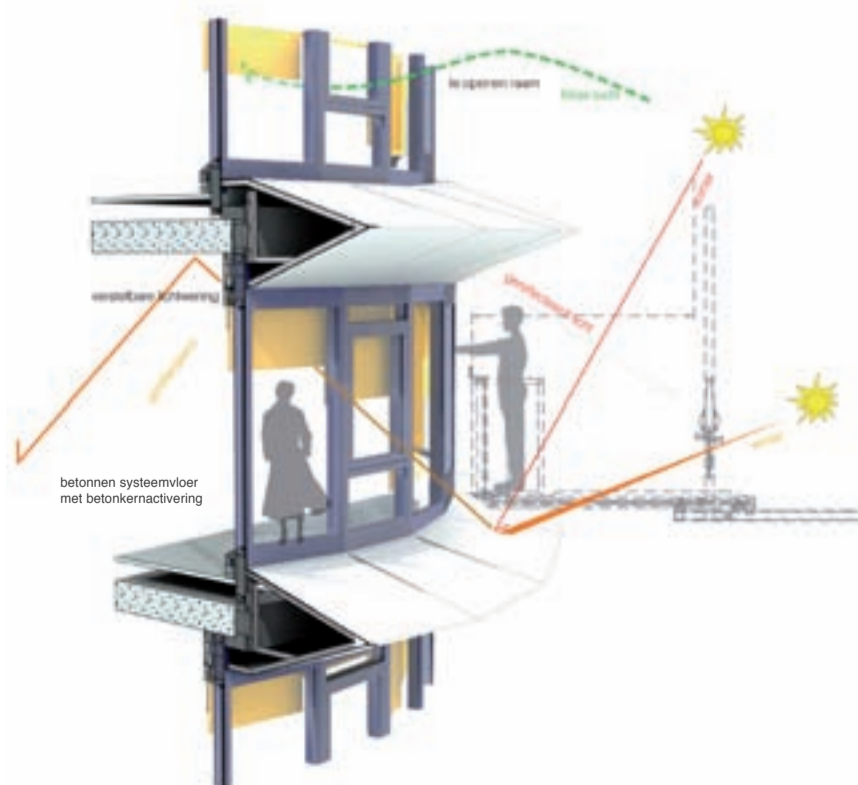


Nieuw boek: Thermisch Actieve Gebouwen

Inmiddels is er een groot aantal betonkernactiveringssystemen op de markt. Nog steeds zijn er nieuwe systemen in ontwikkeling. Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende systemen? Wanneer moet ik welk systeem toepassen? Wat is het meest geschikte systeem voor mijn gebouw? Met welke randvoorwaarden moet ik bij het ontwerp rekening houden? Allemaal vragen waarvoor opdrachtgevers, architecten en adviseurs zijn komen te staan. Doordat de ontwikkeling van de verschillende systemen de laatste jaren snel is gegaan, is de kennis momenteel sterk verspreid. Dit terwijl bij het maken van keuzes en beslissingen in het ontwerpproces juist behoefte is aan objectieve informatie over concepten. Het nieuwe boek 'Thermisch Actieve Gebouwen; betonkernactivering in vloerconstructies' doet een poging de verspreid aanwezige kennis te bundelen en maakt een objectieve keuze voor een passend BKA-systeem mogelijk. Met aansprekende voorbeelden wordt het energieconcept toegelicht vanuit de architect en adviseurs. Informatie: www.aeneas.nl.

Verregaande systeemintegratie

Een uitstekend binnenklimaat is te verwezenlijken door integratie van systemen. Het projectvoorbeeld DUO (architectuur: UNStudio) in Groningen toont in één gevel integratie van constructie, zonwering, windregulatie en daglichttoetreding. Omdat een groot gedeelte van de warmte via deze gevel buiten het gebouw wordt gehouden, is minder koelcapaciteit nodig. En voor de dan nog benodigde koelcapaciteit is gekozen voor een combinatie van betonkernactivering in de systeenvloer en een ondergrondse energieopslag voor de lange termijn. De werkplekken in dit project ontvangen veel daglicht, hebben directe toegang tot frisse lucht en beschikken over flexibele verwarming. Een hoogdrukventilatiesysteem met een aan- en afvoer van frisse lucht via de centrale hoofdschacht en de gevelroosters op de elfde verdieping reduceren de noodzaak tot kunstmatige ventilatie. De restwarmte van het datacenter en de kantoren kan gebruikt worden om toekomstige woningen in de buurt te verwarmen.



Warmte-koudeuitwisseling via prefab heipalen

Op de markt zijn heipalen beschikbaar waarin leidingen voor warmte-koudeopslag zijn opgenomen. Bovendien ontwikkelen en verbeteren fabrikanten dit type 'leidingpalen' en doen ze aan productvariatie ten aanzien van de systeemintegratie van thermisch actieve gebouwen en woningen. Warmte-koudeuitwisseling via prefab heipalen biedt uitkomst wanneer met gesloten systemen moet worden gewerkt.

Hoofd niet te warm, voeten niet te koud

Een alternatief voor vloer- of plafondkoeling is wandkoeling. Eveneens comfortabel voor de bewoner, die de afgifte van de stralingswarmte of -koelte als natuurlijk ervaart. Gevolg: hoofd niet te warm en voeten niet te koud. Prefab beton met betonkernactivering in wanden kunnen uitkomst bieden voor de woningbouw. Prettig wonen dankzij hoog comfort en een lage energierekening. Thermisch actieve woningen op basis van een prefab betoncasco en/of een compleet klimaatconcept, inclusief ventilatie, realiseren een forse reductie van de EPC. De eis voor woningen is nu 0,6, maar met een basis van betonkernactivering en (eenvoudige) additionele maatregelen is een EPC tussen de 0,4 en 0,5 goed te realiseren.



Efficiënte integratie van binnenklimaat-systemen in prefab betonvloeren.

Gezonde woningen

Thermisch actieve gebouwen betekenen veel minder luchtverplaatsing en dus minder zwevend stof. Door het ontbreken van radiatoren zijn er ook minder stofnesten. Dat is beter voor iedereen en in het bijzonder voor mensen met huisstofmijtallergie of astma (anti-allergeen). Systemen voor betonkernactivering in prefab beton zijn in de woningbouw te combineren met een ventilatiesysteem met naverwarming en/of koeling, waarbij elk inblaaspunt zonder vertakkingen apart en met een gecontroleerde luchtstroom wordt aangestuurd. Geluids-overlast en tocht door vernauwingen behoren tot het verleden. Voordat de lucht de woonruimte in wordt geblazen wordt deze gefilterd voor een schonere luchtkwaliteit.



Ook gezonde woningen bouwt men snel en hoogwaardig in prefab beton.

Betonkernactivering heeft de toekomst

Engineering vraagt wel om zorgvuldigheid

Rekenen is de sleutel tot BKA-succes. “Eventjes betonkernactivering (BKA) kiezen en toepassen is er niet bij. Men zal naar een integraal systeem moeten toewerken dat past bij het gebouw en de woning. Alleen met goede computermodellen, voldoende parameters en berekeningen krijg je de juiste antwoorden. Je kunt een prefab betonvloer niet zo maar als een soort radiator toepassen. Daar staat tegenover dat het systeem zo veel potentie heeft, dat het in de toekomst diezelfde radiator doet vergeten.”



Ing. Ad van der Aa, technisch directeur van Cauberg-Huygen Raadgevend Ingenieurs Rotterdam, ziet dat weinig partijen in de markt die sommen kunnen maken en het systeem van betonkernactivering correct ontwerpen en toepassen. Gevolg: de ouderwetse radiator blijft dominant, terwijl betonkernactivering toch hét systeem van morgen zou moeten zijn. “Er is zo veel potentieel en dan nog is het wachten op de echte omslag. Misschien als de traditionele bouw gaat beseffen dat een paar slangen in een vloer veel efficiënter is dan een radiator met aparte installatie. Misschien komt

in de prefab elementen, de hart-op-hart-afstand, allemaal parameters waarmee je een optimaal BKA-systeem als basisverwarming en -koeling van het gebouw kunt bepalen. Want let wel, het is een basis. Het totale systeem vereist meer. Doordat het een traag werkend systeem is met een beperkt vermogen (circa 40 W/m²) heb je ten eerste een ‘verstandig’ gebouw nodig. Veel glas zorgt voor te grote temperatuurschommelingen. Veel mensen en veel apparatuur in een ruimte zorgen eveneens voor verstoring. Nu heeft betonkernactivering echter wel een zekere mate van zelfregulering. Als het temperatuurverschil groter wordt, zal een extra koelend of verwarmend effect optreden. Maar langzaam en geleidelijk. De ontwerpvoorwaarden luisteren nauw bij betonkernactivering.”

Grotere regelbaarheid

Bij hogere belasting is een hybride systeem aantrekkelijk, omdat dit de regelbaarheid vergroot. Additionele koelconvectie is bijvoorbeeld een mogelijkheid. Zo ook extra verwarmingselementen. “We zijn dagelijks bezig met berekeningen en rapporten hierover. Niet alleen over de thermische oplossingen, maar ook over geluid bij BKA-systemen. In Nederland is het gebruikelijk gesloten plafonds toe te passen. Dat kan niet met BKA. Omgekeerd hoeft ook niet het

hele betonoppervlak vrij te zijn. Je kunt met geluidsabsorberende plafondeilanden, wanden en vloerbedekking de geluidsabsorptie op niveau brengen. Al die berekeningen leveren ook wat op: een passend, goed werkend systeem.”

Van der Aa merkt dat de verwachtingen soms te hooggespannen zijn. ‘Het systeem regelt het allemaal wel’. “Met die houding komen we er natuurlijk niet. Toen pakweg 25 jaar geleden luchtverwarming werd geïntroduceerd, paste men het toe alsof het radiatoren waren. Daardoor werkte het niet en ontstonden klachten. Uiteindelijk was de conclusie dat het een waardeloos systeem was, terwijl luchtverwarming in beginsel een prima systeem is, mits goed gedimensioneerd. Zo’n negatief beeld moeten we te allen tijde bij betonkernactivering voorkomen. Gelukkig zijn er diverse toegankelijke publicaties en verschijnt er binnenkort een leidraad met vuistregels voor het ontwerp. Daar ben ik blij mee. Maar ik wil er toch meteen een kanttekening bij maken. Zo’n leidraad is prima in het voorlopig ontwerp stadium als een architect op weg moet worden geholpen. Maar richting definitief ontwerp en bestek zul je een specifieke engineering moeten maken, afgestemd op het gebouw. Finetuning, compleet met sommen. Stap 1: ontwerpregels volgen en stap 2: specifiek dimensioneren. Je hebt tenslotte niet elke keer hetzelfde gebouw.”



ir. Ad van der Aa van Cauberg-Huygen Raadgevend Ingenieurs: “Leidraad voor ontwerpers is mooi, maar vervolgens moet je dimensioneren.”

Prefab biedt geborgde prestaties

Na die berekeningen volgt de productkeuze. “Prefab beton heeft als voordeel dat alles al is uitgezocht. Er is voldoende informatie over materiaal en product en er is de vrijheid om de vloeren optimaal in te delen. Bovendien hebben fabrikanten het productieproces kwalitatief goed in de hand. Kwaliteit, kosten, nauwkeurigheid, het speelt prefab beton in de kaart. Juist bij de keuze voor doordachte integrale systemen bewijst prefab beton zijn waarde; zelfs voor rekenmeesters wordt 1 plus 1 dan 3.”

Betonkernactivering heeft zijn marktwaarde inmiddels aangetoond. Veelal in kantoorgebouwen, maar via pilotprojecten ook in woningen. “We hebben in Kampen het proefproject met betonkernactivering, gevoed door een warmtepomp die was aangesloten op wko-heipalen helpen opzetten. Het comfort van de woningen in de winterperiode is opvallend hoog. Een zeer homogeen verwarmde woning. En ’s zomers kwam de temperatuur binnen niet boven de 25 °C ondanks zeer warm weer. Een prachtig resultaat dankzij integratie van alle elementen.”

“De radiator is straks verleden tijd; de prefab vloer of wand verwarmt en koelt”

de doorbraak als we BKA voortaan bij elk project als integraal maatwerksysteem berekenen, zodat het systeem doet wat het moet doen. Wat ook helpt is duidelijkheid over het regievraagstuk in de bouw. Nu al is een aantal fabrikanten van prefab betonelementen met complete integrale systemen bezig en zijn andere zich hierop aan het oriënteren. BKA lijkt uitstekend te combineren met een bouwkundig prefab betoncascos. ‘Plug-and-play’-oplossingen, maar wel goed uitgedokterd.”

Ad van der Aa gelooft volledig in betonkernactivering. “Een hoog comfortniveau dankzij een lagetemperatuurverwarming en -koeling, gekoppeld aan een duurzaam energiesysteem als warmte-koudeopslag. En we kunnen precies uitrekenen wat daarvoor nodig is. Hoe diep of hoeveel betonpalen met wko-leidingen, welke slangdiameter in de vloeren, de stroomsnelheid, de positie



Prefab vloeren met fabrieksmatig aangebrachte sleuven voor riolering en ventilatie. Leidingen voor betonkernactivering kunnen ook fabrieksmatig worden aangebracht of op de bouwplaats. Duurzaamheid is gewaarborgd omdat de klimaatleidingen volledig zijn omgeven door beton. Hierdoor treedt geen verouderingseffect op.

Colofon

Redactie

AB-FAB
Postbus 194
3440 AD WOERDEN
Telefoon: (0348) 484 484
E-mail: info@abfab.nl
Website: www.ab-fab.nl



Wilt u zich verder laten inspireren?
Ga naar www.ab-fab.nl

Uitvoering

Eindredactie, opmaak en drukwerk:
Procomm BV, Rotterdam
Teksten: Paul Engels
Fotografie: shutterstock.com, Studio Seven
architecten Amsterdam/Den Haag,
CementenBetonCentrum