

# Nieuwe publicaties betonkernactivering

*Er zijn twee publicaties over betonkernactivering (BKA) in voorbereiding die ontwerpers en bouwers moeten helpen bij de besluitvorming over het al dan niet toepassen van betonkernactivering en – als voor BKA is gekozen – het ontwerp van het gebouw en de installaties, die optimaal op elkaar moeten worden afgestemd, rekening houdend met de specifieke aspecten van BKA. Beide publicaties verschijnen in de loop van 2007. In dit artikel alvast een vooruitblik op de inhoud.*

*- door ir. J.J. Buitenhuis -\**

**D**e publicatie van SBR richt zich primair op architecten, de ISSO-publicatie is vooral bedoeld voor installatieontwerpers. De publicaties komen tot stand in nauw overleg met architecten, adviesbureaus, installatiebedrijven, professionele opdrachtgevers en last but not least de leveranciers van betonnen (prefab) vloersystemen waarin de leidingen voor BKA worden opgenomen.

### **WAT MAAKT BETONKERNACTIVERING UNIEK?**

Er is de laatste jaren een groeiende belangstelling voor betonkernactivering ontstaan. Is dit een hype of heeft BKA unieke eigenschappen ten opzichte van andere installatieconcepten, op basis waarvan je er positief voor zou moeten kiezen? Deze vraag is niet zo eenvoudig te beantwoorden, want tegenover voordelen staan vaak ook wel weer nadelen van BKA in de genoemde vergelijking. Het hangt er ook vanaf waarmee je vergelijkt. Uiteindelijk zijn de volgende eigenschappen als meest kenmerkend voor BKA te beschouwen:

#### ***Een lagere milieubelasting***

Er is minder materiaalverbruik, want radiatoren of andere afgiftesystemen vervallen en ook een verlaagd plafond

vervalt (grotendeels). Bovendien hebben de leidingen in de betonnen vloer een veel langere levensduur dan andere afgiftesystemen, waardoor het milieuvoordeel over de levensduur van een gebouw nog groter is.

Ook energetisch zijn er milieuvor- delen te behalen. Betonkernactivering reduceert de jaarlijkse koudevraag, dankzij dag/nacht-buffering, en vraagt zeer gematigde watertemperaturen (15 à 30 °C), waardoor duurzame energiesystemen goed tot hun recht komen.

#### ***Hoog comfortniveau***

BKA geeft een gelijkmatige warmte- of koudeafgifte over een groot oppervlak met zeer gematigde temperaturen en een groot aandeel straling. Dit geldt in het bijzonder in de vergelijking met inductie-units en fancoils, die hun warmte of koude volledig convectief aan de vertrek- lucht afgeven en daardoor veel meer luchtstroming genereren. In de tweede plaats levert BKA meer vrije vertrekhoogte bij het achterwege blijven van een verlaagd plafond (wat meestal het geval is) waardoor meer ruimtelijke kwaliteit ontstaat.

#### ***Goede prijs/prestatie-verhouding***

BKA heeft lagere levensduurkosten dan klimaatplafonds die een vergelijkbaar thermisch comfort opleveren. Voorwaarde is wel dat een goed totaalont-

werp van gebouw, bouwfysica en installaties wordt gemaakt, waarin onder andere de akoestiek goed wordt ontworpen. De welbekende thermische traagheid van BKA levert in het stookseizoen geen nadeel op, maar biedt in de zomer wel een groot voordeel bij koeling: het koelvermogen kan over het volle etmaal worden 'uitgesmeerd', waardoor met 40 à 50 % minder opgesteld koelvermogen, hetzelfde binnencomfort kan worden gerealiseerd. Dit scheelt aanzienlijk op de investeringen, zeker als een wat kostbaarder, energiezuinig systeem met energieopslag en warmtepomp wordt toegepast.

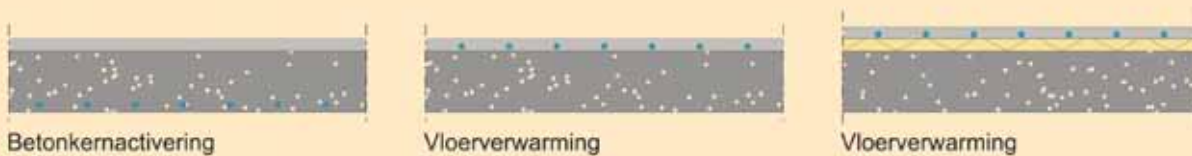
### **AFBAKENING VAN BKA**

Betonkernactivering behelst het thermisch activeren van de constructieve vloer (Zie figuur 1). Daarmee onderscheidt BKA zich van vloerverwarming en vloerkoeling, waarbij de leidingen in de afwerk- vloer zijn opgenomen (zie hiervoor ISSO-publicatie 49 en de SBR-publicatie over dekvloeren). Dit onderscheid is overigens meer praktisch dan principieel van aard: het thermisch gedrag, de regelstrategie en de afgiftevermogens verschillen voor BKA niet zo veel van vloerverwarming en -koeling. Typerend voor BKA is echter wel dat afgifte vanuit de plafondzijde prima mogelijk is en ook vaak wordt toegepast, vooral in kantoorgebouwen waar koeling dominant is. Er is ook een materiaaltechnisch aspect dat bij BKA in het oog moet worden gehouden en wat verderop nader aan de orde komt.

### **ROL VAN DE PUBLICATIES**

De publicaties van SBR en ISSO gaan eraan bijdragen dat een goed totaal-

\*DWA installatie- en energieadvies, Bodegraven.



Betonkernactivering wordt in de SBR-publicatie onderscheiden van vloerverwarming.

- FIGUUR 1-

ontwerp wordt gemaakt, waardoor de bovengenoemde voordelen van BKA ook daadwerkelijk worden benut. Dat begint met de overwegingen en criteria om al dan niet voor BKA te kiezen. Er zijn gebouwfuncties, zoals hotels, gestapelde bouw, grote glasoverkapte ruimten, waarin BKA niet voor de hand ligt (vloerverwarming en vloerkoeling wellicht wel). Architecten moeten vroegtijdig kunnen inschatten of BKA een aantrekkelijke optie is en kunnen de SBR-publicatie daarin als leidraad hanteren. Als de principekeuze voor BKA is gemaakt, zijn er voor de nadere uitwerking nog allerlei keuzevrijheden. Betonkernactivering kan met diverse vloertypen worden toegepast. In de publicatie komen vijf vloertypen aan bod (figuur 2).

Aan de hand van voorbeelden en illustraties laat de SBR-publicatie zien welke stappen in selectie en ontwerp worden doorlopen en wie welke rol speelt in het ontwerpteam. In de ontwerpfase vragen vooral de volgende aspecten extra aandacht ten opzichte van meer conventionele concepten:

**- Ventilatie**

- mechanisch, natuurlijk of een hybridevorm
- verdringing of menging
- ruimte voor (hoofd)kanalen
- flexibiliteit bij (her)indeling van vertrekken

**- Akoestiek**

- nagalm
- reflectie via plafond bij grotere vertrekken

**- Kwaliteit en opbouw gevel**

- tochtvrij inblazen, in het bijzonder bij natuurlijke ventilatie met toevoer in de gevel
- kwaliteit en hoogte beglazing met het oog op koudeval
- kierdichting

**- Naregeling voor verwarming**

Het integrale karakter van BKA geeft extra uitdagingen aan de voorbereiding en bouw van een gebouw en de installaties. Klimaatinstallaties worden opgenomen in betonnen vloeren en dus ook geplaatst in de ruwbouwfase. Installatiewerkzaamheden zijn ook anders gefaseerd en vergen een nauwkeurige afstemming.



Afbakening van verantwoordelijkheden is belangrijk bij toepassing van BKA. Op de foto: meting van de druk in het slangenregister in een vloerplaat.

- FIGUUR 3-



Vloertypen met BKA die in de publicatie van SBR zijn opgenomen.

- FIGUUR 2-



Betonkernactivering met Wing-vloeren en een verhoogde vloer. Installatieonderdelen, die onder een verhoogde vloer moeten worden gemonteerd, zijn kwetsbaar en vragen zorgvuldigheid in de uitvoering.

- FIGUUR 4 -

### KARAKTERISERING THERMISCH GEDRAG VAN BKA

In de ISSO-publicatie worden de typen vloeren nader gekarakteriseerd op hun statische en dynamische thermische gedrag. Voor ontwerpers is het van belang te weten hoeveel vermogen via de plafondzijde en de vloerzijde wordt afgegeven bij een gekozen watertemperatuur in de leidingen en vertrektemperatuur. Het dynamisch gedrag is van belang voor het ontwerp van de regeling voor het systeem.

Voor het doorrekenen en vergelijken van verschillende BKA-systemen is het van belang om de uitgangspunten helder vast te leggen en overall op gelijke wijze te hanteren. Daarmee is overigens niet gezegd dat in praktische situaties deze uitgangspunten enigszins kunnen afwijken. Dat moet per geval worden beoordeeld. In de publicaties gaat het vooral om gemiddelde situaties, waarvoor de vergelijkbaarheid van verschillende BKA-oplossingen moet zijn waarborgd.

#### Materiaaleigenschappen

BKA-leidingen zitten in de construc-

		beton van de vloer	betonnen druklaag	zand/cement afwerkvloer
Warmtegeleidingscoëfficiënt	W/mK	1,9	1,9	1,2
Soortelijke massa	kg/m <sup>3</sup>	2.400	2.400	2.000
Soortelijke warmte	J/kgK	1.050	1.050	1.050

Materiaaleigenschappen vloer

- TABEL 1 -

tieve vloer, die bestaat uit verdicht beton met wapening. Dit beton heeft een circa 50 % betere warmtegeleiding (circa 1,9 W/mK) dan een zand/cement dekvloer (circa 1,3 W/mK). Het best scoren de prefab-vloeren waarvan het beton in de fabriek onder geconditioneerde omstandigheden in hoge mate wordt verdicht. De warmtegeleidingscoëfficiënt schijnt dan zelfs nog 10 % hoger uit te pakken (2,1 W/mK). 'Schijnt' want over de thermische eigenschappen van beton zijn weinig eenduidige gegevens te vinden. Gerekend wordt met de waarden zoals in tabel 1 weergegeven, die mede zijn gebaseerd op [1] en [2].

Voor de totale thermische weerstand speelt niet alleen de geleiding in het beton, maar ook de thermische weerstand tussen water en beton (zie tabel 2). De grote onbekende hierin is de warmteweerstand tussen leidingwand en omringend beton. Ook hier speelt de mate van verdichting waarschijnlijk een grote rol. Uit onderzoek [3] blijkt dat men ermee rekening moet houden, dat een deel van het leidingoppervlak direct contact maakt met beton en een deel wordt gescheiden door een luchtfilm.

Ter illustratie is in figuur 2 een indicatie van de totale thermische weerstand weergegeven. BKA in verdicht beton levert 10 à 15 % meer vermogen als in zand/cement (bij alle overige condities gelijk).

Buitendiameter PEX-leiding	20 mm
Wanddikte	2,3 mm
Warmtegeleidingscoëfficiënt kunststof	0,28 W/mK
Warmteoverdrachtscoëfficiënt water-leidingwand	1.000 W/m <sup>2</sup> .K
Warmteoverdrachtscoëfficiënt leidingwand-beton	260 W/m <sup>2</sup> .K
Overall warmteoverdrachtscoëfficiënt water-beton	77 W/m <sup>2</sup> .K

Gegevens van de kunststofleidingen in de vloer.

-TABEL 2-

#### Warmteoverdracht tussen vloeroppervlak en vertrek

De warmteoverdracht tussen het betonnen oppervlak en de lucht wordt bepaald door convectie en straling. In de convectieve warmteoverdracht speelt sterk mee of de lucht door de opwarming of afkoeling in beweging wordt gezet. Lucht die vanaf de vloerzijde wordt verwarmd, stijgt en genereert luchtstroming waardoor de warmteoverdracht wordt bevorderd. Aan de plafondzijde gebeurt dat bij verwarming niet, maar juist wel weer bij koeling: de afgekoelde lucht is wat zwaarder en zakt naar beneden.

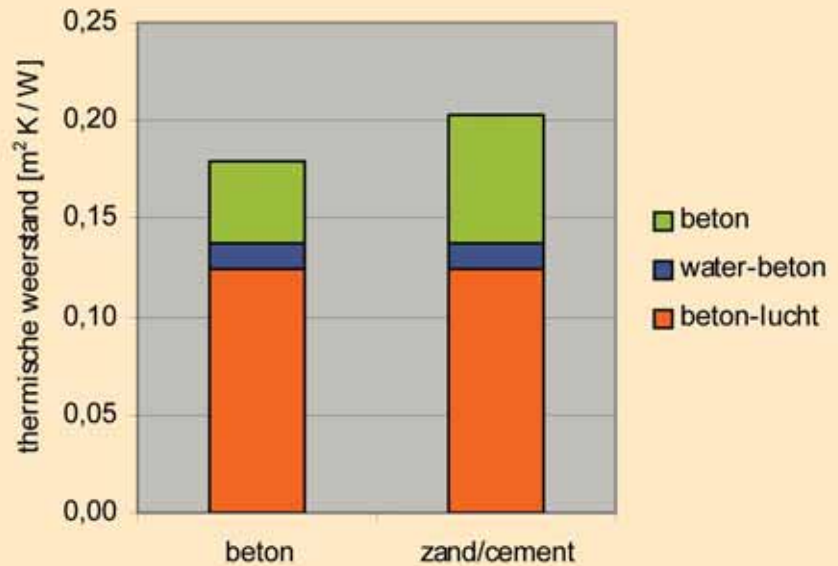
De grootte van het temperatuurverschil tussen betonoppervlak en lucht is ook van invloed op de mate van warmteoverdracht. Voor de beschrijving hiervan zijn in de literatuur verschillende benaderingsformules te vinden. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de formules die ook in ISSO-publicatie 48 over klimaatplafonds, worden gehanteerd (Zie figuur 6).

#### ILLUSTRATIE VAN THERMISCH GEDRAG

In de ISSO-publicatie worden voor de warmte- en koudeafgifte van diverse typen vloeren diagrammen opgenomen, zoals geïllustreerd in figuur 7. De ontwerper kan dan aflezen welk vermogen beschikbaar is bij allerlei condities en op basis van die informatie een ontwerp maken.

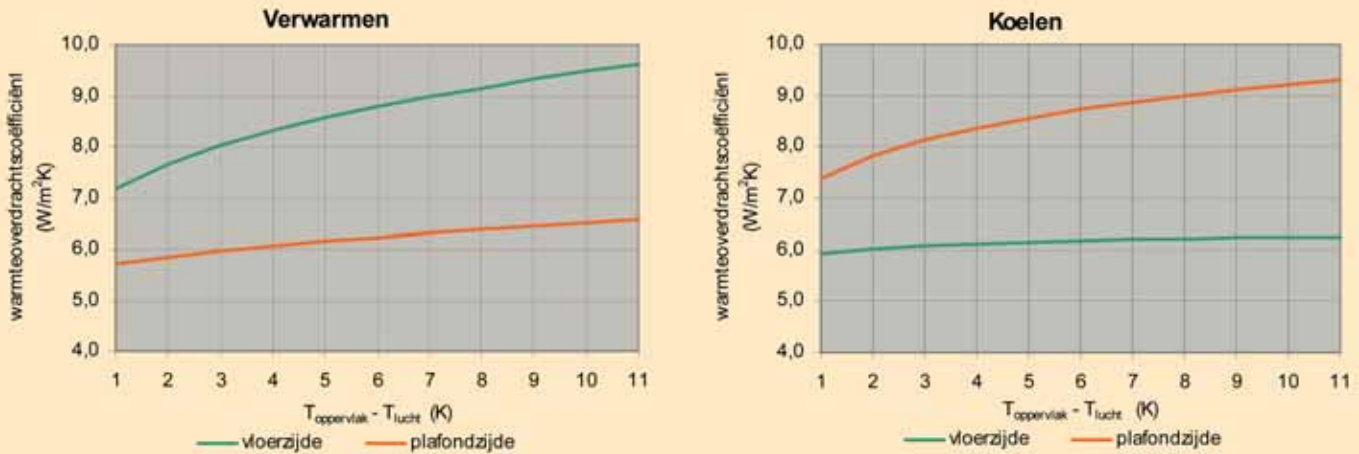


Naast het stationaire gedrag is ook het dynamische gedrag van vloeren met BKA van belang om te weten welke regelstrategie dient te worden aangehouden c.q. welke vorm van naregeling voor verwarming dient te worden gekozen. Het dynamisch gedrag van een vloer wordt mede beïnvloed door het totale gebouw en de gebruikswijze van het gebouw. Projectspecifieke simulatieberekeningen zullen dus nog wel nodig blijven. Anderzijds is het goed om de verschillen in het gedrag van de verschillende vloertypen te kunnen beoordelen. Daartoe zullen onder gestandaardiseerde condities de responsies van de vloeren worden doorgerekend. Een voorbeeld staat in figuur 8 voor twee typen vloeren: een kanaalplaatvloer en een Infra-plus



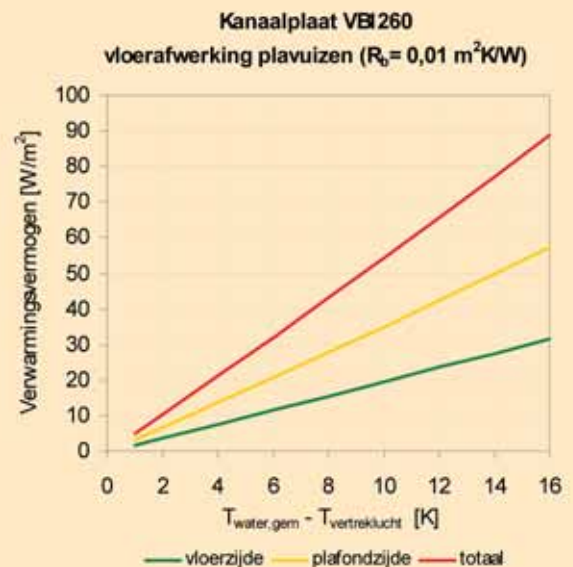
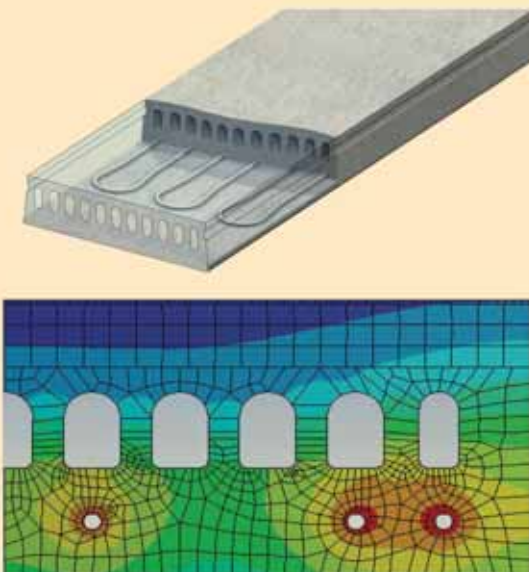
Opbouw van de totale thermische weerstand tussen het water in de leiding en de vertrekluicht. De gemiddelde lengte tussen leiding en afgifteoppervlak is 75 mm en de overdrachtscoëfficiënt beton/lucht is 8 W/m<sup>2</sup>K.

- FIGUUR 5 -



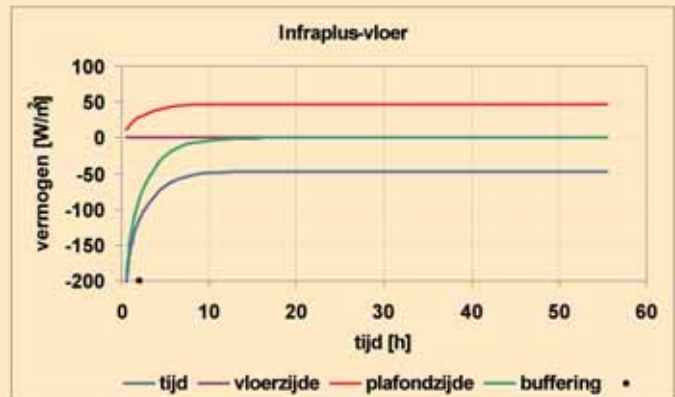
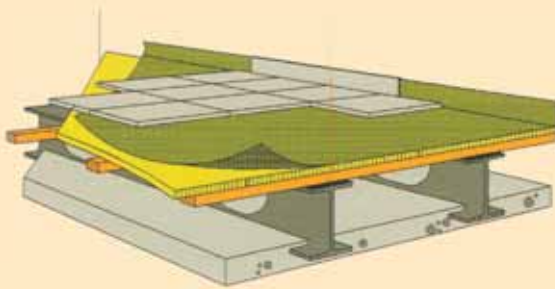
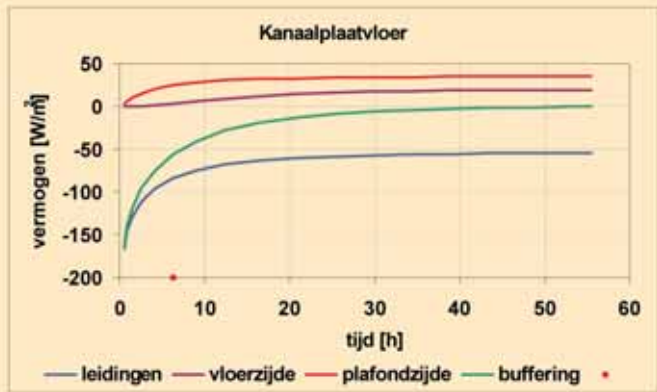
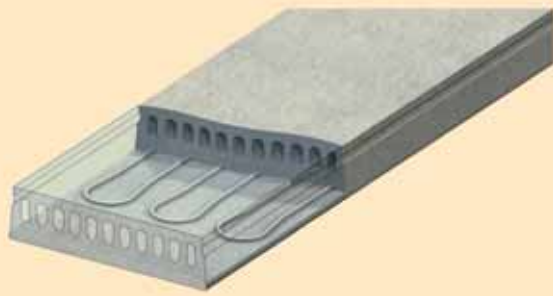
Warmteoverdrachtscoëfficiënten als functie van het temperatuurverschil tussen vloeroppervlak en vertrekluicht. Straling en convectie zijn beiden in de coëfficiënten begrepen. Het aandeel straling is 5,1 - 5,4 W/m<sup>2</sup>K.

- FIGUUR 6 -



Voorbeeld van berekening van warmteoverdracht met BKA in een kanaalplaatvloer van VBI.

- FIGUUR 7 -



Stapresponsie van een kanaalplaatvloer (boven) en een Infra-plus vloer (onder).

- FIGUUR 8-


vloer. De laatstgenoemde heeft een dunnere betonnen schil en reageert dan ook sneller, wat blijkt uit de tijdsconstante van 2 à 3 uur. Toch lijkt dit voordeel betrekkelijk, want een radiator of convector heeft een tijdsconstante in de orde van minuten en dat is wat je nodig hebt om aan het verwachtingspatroon van de gebruiker te voldoen als die de thermostaat wat hoger zet.

### BESCHRIJVING VAN HET ONTWERPPROCES

In de ISSO-publicatie zal in een stroomschema worden zichtbaar gemaakt in welke stappen een ontwerp verloopt en welke iteratieslagen erin zitten. Het gaat immers om een veelheid aan keuzes en afwegingen, zoals:

- afwegingscriteria voor de vergelijking van BKA met andere afgiftesystemen, zoals klimaatplafonds, inductie-units en dergelijke. Uitgangspunt is dat je positief moet kunnen duiden waarom voor een type afgiftesysteem is gekozen.
- te leveren vermogen voor verwarmen en koelen met BKA;
- het al dan niet per vertrek kunnen naregelen van de temperatuur;

- de invloed van de gevelkwaliteit op vermogen en comfort;
- afgifte van warmte en koude via vloer en/of plafond, mede in relatie tot het type vloer;
- keuze van het ventilatieconcept en afwegingen daarin;
- opties voor akoestische maatregelen en hun eventuele invloed op warmte/koude-afgifte (bijvoorbeeld bij plafondeilanden);
- brandtechnische eisen en de consequenties voor vloeren met BKA.

Ontwerpen met betonkernactivering is een toonbeeld van integraal ontwerpen; de nieuwe ISSO-publicatie zal dan ook tal van verwijzingen bevatten naar andere ISSO-publicaties om de 'samenhang der dingen' duidelijk te maken. 

### LITERATUUR

1. DIN EN 1264 Tabel A-15 en DIN 4725-200 tabel 1, zoals ook voorgeschreven door RAL Deutsches Institut für Gutesicherung in de publicatie 'Gutesicherung, RAL-GZ 964' inzake betonkernactivering.
2. Volgens DIN 4108 is de warmtegeleidingscoëfficiënt van cement 1,4

W/mK. Doordat in de praktijk de zand/cement in een vloerverwarmingssysteem niet of slecht te verdichten is, moet volgens de NEN EN 1264 worden uitgegaan van 1,2 W/mK.

3. Onderzoek aan betonkernactivering, waaronder metingen en simulaties door ing. R. Rijksen, DWA, 2006.