

BETONNIEK

STANDAARD voor technologie en uitvoering van beton

Band

16

Uitgave

15



**Heerlijk
actief**

Over thermische
activering van beton

februari
2016

Heerlijk actief

Wie wil er nou geen gebouw met een comfortabel binnenklimaat? Doorgaans regelen we dit met behulp van radiatoren en airconditioning. Maar dat kan ook met beton! Door namelijk het beton (vaak de vloeren, en soms de binnenwanden en gevels) thermisch te activeren. Naast een hoge behaaglijkheid, levert deze techniek een laag energiegebruik op. Heerlijk toch? In deze *Betoniek* lichten we eerst het passieve effect toe van (niet-geactiveerd) beton. Daarna leggen we uit wat thermische activering van beton precies inhoudt en hoe het in de praktijk wordt toegepast.

◀
*In de Haagse Hogeschool in Delft (ontwerp Syb van Breda) is het beton thermisch geactiveerd
foto: Michael van Oosten*

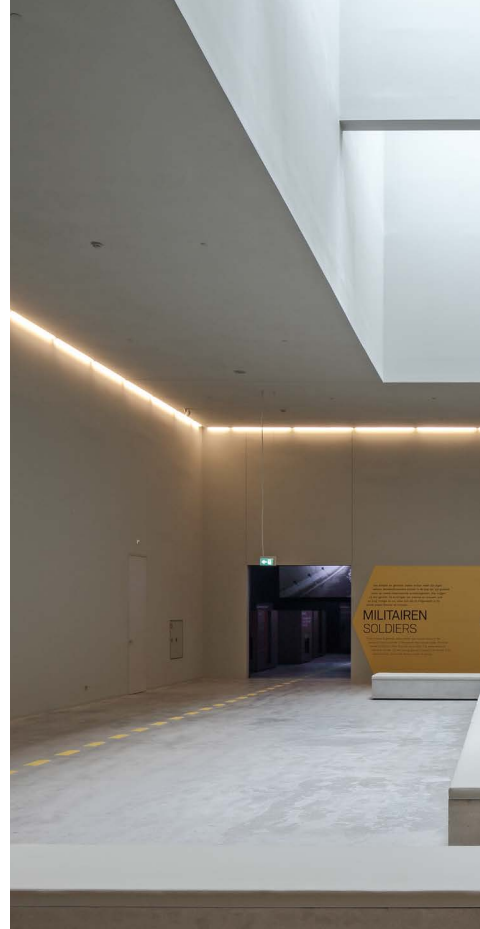
Stel je staat in de zomer met je tentje op de camping ergens in de Alpen, pal in de zon. Dan word je al heel vroeg in de ochtend je tent uitgebrand. Terwijl het de voorafgaande nacht nog behoorlijk frisjes was. Diezelfde dag loop je tegen het middaguur een oude stenen kerk binnen, die al een paar uur vol in de zon staat. Daar is het een stuk aangener en lekker koel. Diezelfde kerk is de komende nacht echter ook behaaglijker dan je toch wel frisse tentje. Hoe zit dat?

Constructie als accu

We hebben eigenlijk constant te maken met temperatuurverschillen. In het voorbeeld (zomerse Alpen) is dat geïllustreerd met het duidelijke verschil in de buitentemperaturen overdag en 's nachts. Maar ook het temperatuurverloop tussen buiten en binnen verschilt

nagenoeg constant, in meer of mindere mate. Bij deze temperatuurverschillen treden er energiestromen op. Energie stroomt daarbij altijd van warm naar koud.

Een constructiedeel heeft het vermogen om energie in de vorm van warmte op te slaan. We noemen dit het accumulerend vermogen (ook wel: warmtecapaciteit of thermische massa). De massa van het constructiedeel werkt namelijk als een soort accu. Is de temperatuur van de aangrenzende ruimte hoger dan die van het constructiedeel, dan wordt het constructiedeel geleidelijk opgeladen met energie (warmte). De constructie koelt dan de ruimte via het oppervlak. Zodra het constructiedeel dezelfde temperatuur bereikt als de ruimte, stopt de energiestroom. Is de temperatuur van de ruimte lager, dan wordt de





Comfortabel en gezond

Bij een slecht thermisch binnenklimaat klagen we al gauw. Het is te warm, te koud, de temperaturen wisselen te sterk van moment tot moment of tussen voeten en hoofd, het tocht. Een nagenoeg stabiel binnenklimaat waarin temperaturen geleidelijk schommelen, homogeen zijn verdeeld en waarin warmte wordt afgegeven door straling, ervaren we als thermisch comfortabel. Dat heeft een positieve invloed op onze gezondheid en productiviteit.

Straling en convectie

Warmte en koude wordt in gebouwen overgedragen door straling en convectie.

Warmtestraling is elektromagnetische straling die een wand/vloer uitzendt als gevolg van de temperatuur van de wand/vloer.

Convectie is warmteverspreiding in de ruimte door luchtstromingen. Omdat warme lucht stijgt en koude lucht daalt, ontstaat natuurlijke convectie.

1

Voor een comfortabel binnenklimaat zijn niet per se radiatoren of airconditioning nodig. Dat kun je ook bereiken met thermisch actief beton, zoals in het Nationaal Militair Museum in Soesterberg
foto: Christian Richters Photography

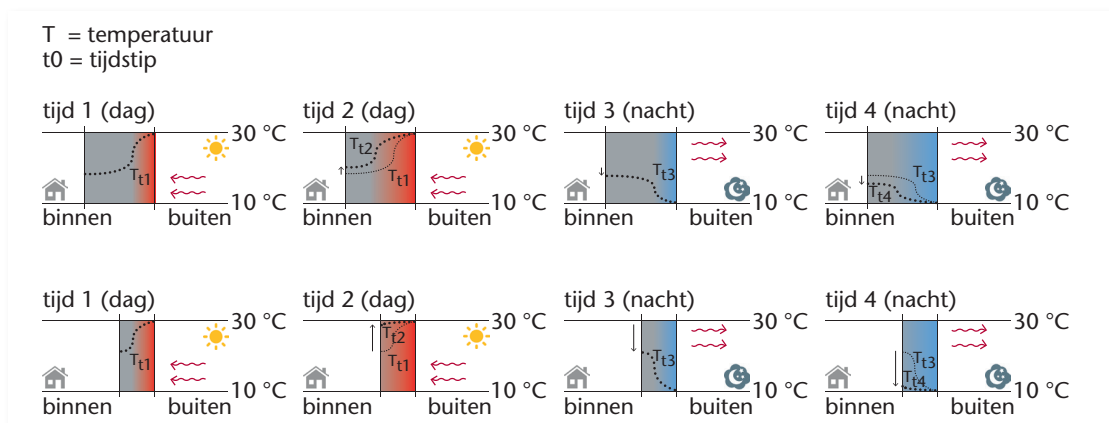
opgeslagen energie geleidelijk onttrokken uit het constructiedeel. De constructie verwarmt dan de ruimte via het oppervlak. Ook hier geldt: zodra het constructiedeel dezelfde temperatuur bereikt als de ruimte, stopt de energiestroom.

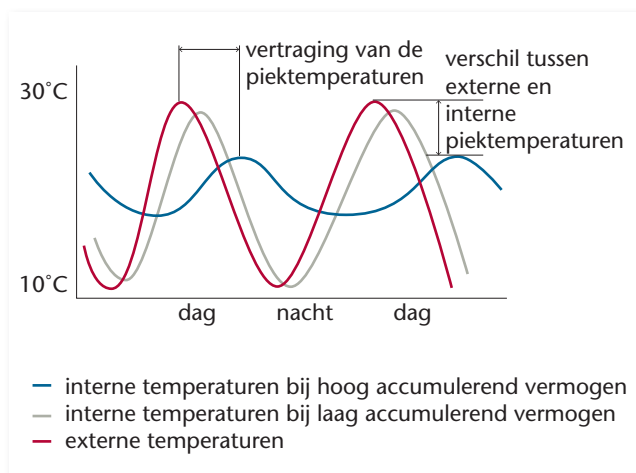
Stabiel binnenklimaat

Heeft een constructiedeel een hoog accumulerend vermogen (zoals de kerk uit het voorbeeld), dan kan er veel energie in worden opgeslagen en uit onttrokken (fig. 2). Door deze bufferwerking worden de piektempera-

2

Het temperatuurverloop in de tijd in een constructiedeel met hoog (boven) en laag (onder) accumulerend vermogen





3
 Invloed van het accumulerend vermogen op de stabiliteit van het binnenklimaat
 bron: Thermische massa voor energiezuinige gebouwen, Cement&Beton-Centrum; originele bron: Thermal mass for housing, The Concrete Centre, UK

turen buiten, die normaal zijn bij een dag- en nachtcyclus, afgevlakt en vertraagd naar binnen toe afgegeven (fig. 3). Het meer stabiele binnenklimaat dat hierdoor ontstaat, ervaren we als behaaglijk: thermisch comfortabel (zie kader 'Comfortabel en gezond'). Dat resulteert weer in een lager energiegebruik. Er is immers minder (vaak en/of extreem) behoefte de binnentemperatuur te verhogen of te verlagen. Zou het echter buiten constant (extreem) warm of koud zijn, dan neemt het constructiedeel gelijdelijk dezelfde temperatuur aan. Uiteindelijk zal dan ook de binnentemperatuur gelijk zijn aan die van buiten (mits de temperatuur binnen niet door andere oorzaken wordt beïnvloed).

Thermische materiaaleigenschappen

We weten nu dat constructiedelen met een hoog accumulerend vermogen bijdragen aan een stabiel, doorgaans comfortabel binnenklimaat en dáárdor aan een laag energiegebruik. Figuur 3 gaf al aan dat de afmetingen (in m^3) van een constructiedeel daarbij een grote rol spelen. Uit het voorbeeld van de kerk en de tent, waarmee we deze *Betoniek* zijn begonnen, konden we echter al vermoeden dat niet alleen de afme-

tingen, maar ook het soort materiaal bepalend is voor het accumulerend vermogen van een constructiedeel. De belangrijkste relevante eigenschappen van het materiaal zullen nu worden besproken.

Soortelijke warmte

Soortelijke warmte is de hoeveelheid energie (in joule) die nodig is om 1 kg materiaal 1 graad (Kelvin) in temperatuur te doen stijgen en wordt uitgedrukt in de eenheid $J/(kgK)$. De soortelijke warmte van beton is, net zoals van de meeste steenachtige materialen, circa $850 J/(kgK)$ bij $20^\circ C$.

Dichtheid

De dichtheid (volumieke massa) van het materiaal, uitgedrukt in de eenheid kg/m^3 . Bij normaal beton is dat circa $2400 kg/m^3$.

Accumulerend vermogen (warmtecapaciteit)

Wanneer we de soortelijke warmte en de dichtheid van een materiaal vermenigvuldigen, weten we het accumulerend vermogen (warmtecapaciteit) van dat materiaal. Dit is de hoeveelheid energie die nodig is om $1 m^3$ materiaal 1 graad in temperatuur te doen stijgen en wordt uitgedrukt in de eenheid $J/(m^3K)$.

Vermenigvuldigen we deze waarde vervolgens weer met de afmetingen van het constructiedeel (in m^3), dan weten we het accumulerend vermogen van het hele constructiedeel, uitgedrukt in de eenheid J/K .

Warmtegeleiding

De warmtegeleiding van een materiaal is mede van invloed op de snelheid waarmee de opgeslagen energie via het oppervlak wordt afgegeven aan de ruimte. Een maat hiervoor is de warmtegeleidingscoëfficiënt λ (lambda-waarde), uitgedrukt in W/mK (waarin: $W =$ Watt; $m =$ meter; $K =$ Kelvin). Warmtegeleiding is

afhankelijk van de eigenschappen van de toegepaste grondstoffen, het luchtgehalte en de hoeveelheid water in het materiaal. Een materiaal met veel poriën die gevuld zijn met lucht heeft een lage warmtegeleiding (lucht isoleert). Als deze poriën echter gevuld zijn met water is de warmtegeleiding hoog. De warmtegeleidingscoëfficiënt van normaal beton (2400 kg/m³) bedraagt ongeveer 2,0 W/mK.

In tabel 1 zijn de thermische materiaalkenmerken weergegeven van beton, baksteen en hout.

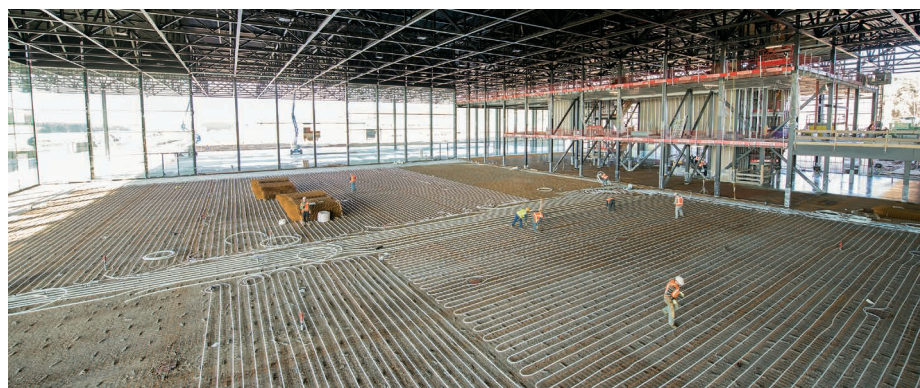
Van passief naar actief

Tot nu toe hebben we het in deze *Betoniek* telkens gehad over het positieve effect dat de betonmassa van een gebouw kan hebben op het binnenklimaat. Dit effect is **passief**. Daarmee bedoelen we: het is inherent aan het materiaal beton en de afmetingen van de constructie; je krijgt het er gratis bij! Maar als de temperatuur buiten extreem hoog of laag is en langdurig aanhoudt, gaat dit positieve effect verloren. Dan kun je passief wachten

totdat het buiten weer beter wordt. Of je kunt je betonmassa thermisch **activeren!** Maar, wat is dat en hoe doe je dat precies?

TAB: thermisch actieve betonconstructies

Het thermisch activeren van de betonmassa wil zeggen: het actief regelen van de temperatuur van het beton. Daarvoor is geen bijzonder beton nodig, maar wel enige techniek. Bij thermisch actieve betonconstructies (TAB) worden watervoerende leidingen in het beton geïntegreerd. Deze zijn aangesloten op een klimaatinstallatie: een soort centrale verwarmings-/koelingsinstallatie. Door de temperatuur van het rondgepompte water in deze leidingen te verhogen of te verlagen, wordt de betontemperatuur gestuurd en wordt energie in de hele betonconstructie opgeslagen in de vorm van warmte of koude. Daarmee fungeert het complete geactiveerde betonoppervlak in het gebouw als een soort groot verwarmingselement indien de binnenruimte moet worden opgewarmd, of als koelelement indien die moet worden



4
Aanleg thermische betonactivering in het Nationaal Militair Museum Soesterberg
foto: Nathan Projects (voorheen Thermo Actief Benelux)

Tabel 1 Thermische materiaalkenmerken

	soortelijke warmte [kJ/(kgK)]	dichtheid [kg/m ³]	accumulerend vermogen	warmtegeleiding [W/mK]
beton	0,85	2400	2040	2
baksteen	0,84	2100	1764	1,3
hout	1,88	550	1034	0,14

Geschiedenis van TAB

De Romeinen hadden al in de gaten dat je het effect van gebouw-massa niet alleen passief kunt gebruiken, maar ook actief. In de badhuizen werden kanalen onder vloeren en achter wanden verwarmd met behulp van vuur en stoom. Rond 1990 kwam in Zwitserland de thermische activering van beton in opkomst in de vorm die als basis geldt voor hoe we het tegenwoordig toepassen. Via Duitsland werd het rond 2000 in Nederland geïntroduceerd. In eerste instantie onder de naam betonkernactivering (BKA), vanwege het feit dat de watervoerende leidingen in de kern van het beton lagen. Dat wil overigens niet zeggen dat de leidingen altijd precies in het midden van de betondoorsnede worden geplaatst. Vaak worden ze meer richting het oppervlak van het beton geplaatst (zie 'Leidingen' op pagina 8). Betonkernactivering was een wat ongelukkig gekozen naam vanwege de onbedoelde associaties die mensen kunnen maken met radioactivering. Tegenwoordig spreken we dan ook over thermisch actief beton of thermisch actieve betonconstructies (TAB).

gekoeld. TAB heeft dan ook het meeste effect wanneer het betonoppervlak zo direct mogelijk in contact staat met de binnenruimte.

De truc is vervolgens om ervoor te zorgen dat het beton op een constante temperatuur wordt gehouden, die bij verwarmen slechts een paar graden (ca. +2 °C) hoger is dan de gewenste temperatuur in de binnenruimte en bij koelen slechts een paar graden lager (ca. -2 °C). De warmte en koude die zodoende geleidelijk wordt afgegeven, bestaat voor het grootste deel uit straling (zie kader 'Comfortabel en gezond'). Om de temperatuur van het beton constant te

houden, wordt het beton constant een beetje 'bijgeladen' met energie (verwarmingselement). Uit hetzelfde beton kan (op een ander tijdstip) ook weer constant een beetje energie worden 'onttrokken' (koelelement). Vanwege het hoge accumulerend vermogen van de betonmassa, hoeft er relatief maar weinig energie te worden bijgeladen/onttrokken.

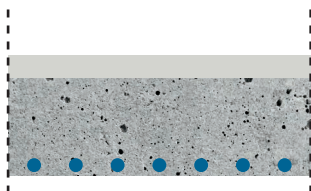
TAB en vloerverwarming/-koeling

Tussen TAB en vloerverwarming/-koeling bestaan overeenkomsten en verschillen. Bij TAB bevinden de watervoerende leidingen zich in de betonconstructie en wordt de hele constructie (vaak een vloer, soms een wand) thermisch geactiveerd (fig. 5a). Bij vloerverwarming/-koeling bevinden de watervoerende leidingen zich in de deklaag. Wanneer deze deklaag zonder tussenliggende isolatielaag direct op de betonconstructie ligt, wordt de onderliggende betonconstructie ook thermisch geactiveerd. In dat geval komt de fysische werking nagenoeg overeen met TAB (fig. 5b). Wordt deze deklaag gescheiden van de constructie door een isolatielaag, dan wordt alleen de deklaag thermisch geactiveerd, maar niet de betonconstructie (fig. 5c). In dat geval fungeert het hele betonoppervlak dus wél als verwarmings-/koelelement, maar de constructie niet als accu.

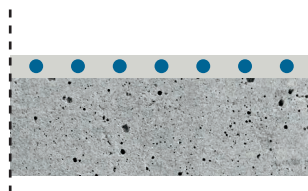
Zelfregelend effect

De temperatuur van de binnenruimte kan natuurlijk variëren, afhankelijk van bijvoorbeeld

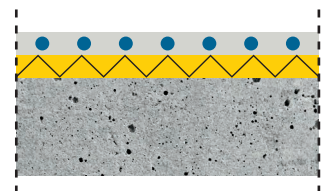
5
Overeenkomsten
en verschillen
tussen TAB en vloer-
verwarming/-koeling



a) thermisch actieve
betonconstructie



b) vloerverwarming/-koeling
in deklaag zonder isolatielaag



c) vloerverwarming/-koeling
in deklaag met isolatielaag

het aantal aanwezige personen, apparaten die aanstaan, of de hoeveelheid warmte van zonlicht die de ruimte binnentreedt. Hierdoor ontstaat een temperatuurverschil met het betonoppervlak, waardoor automatisch energiestromen op gang komen (van warm naar koud). Dit noemen we ook warmte-uitwisseling. Stel dat de betonmassa op een constante temperatuur van 22 °C wordt gehouden. Als de binnentemperatuur hoger wordt, bijvoorbeeld 24 °C, werkt het beton als koelelement (het wordt opgeladen met energie). Wordt het binnen kouder, bijvoorbeeld 20 °C, dan werkt het beton als verwarmingselement (energie wordt onttrokken). Met andere woorden: er treedt vanzelf een verwarmend of koelend effect op. Het zelfregelende effect van TAB.

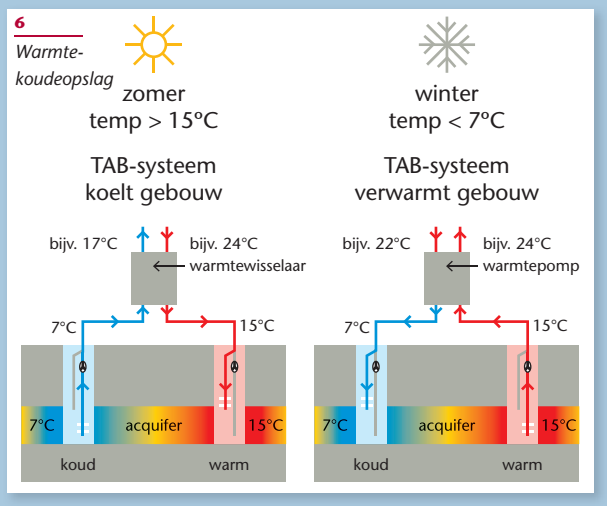
Energiezuinig systeem

Dankzij het hoge accumulerend vermogen van de betonmassa, kan het binnenklimaat in gebouwen met TAB (in vergelijking met gebouwen die gebruikmaken van andere systemen) zeer energiezuinig worden geregeld. Er kan namelijk al effectief worden gekoeld en verwarmd met een watertemperatuur (van het water dat door de ingestorte leidingen stroomt) die dichtbij de heersende temperatuur van de binnenruimte ligt (16-25 °C). Dit betekent dat wordt gekoeld met (relatief) zeer hoge temperatuur (ZHTK, bijvoorbeeld 18 °C) en verwarmd met (relatief) zeer lage temperatuur (ZLTV, bijvoorbeeld 23 °C). Ter vergelijking: het water in een moderne cv-installatie in een goed geïsoleerd huis kan oplopen tot een temperatuur van circa 60 °C (in veel huizen bedraagt deze zelfs 80 °C).

De kleine range van benodigde watertemperaturen voor TAB biedt bovendien uitstekende kansen voor het doorgeven van warmte en koude met energie-efficiënte warmtebronnen, zoals zonnewarmte, oppervlaktewater,

Warmte-koudeopslag (WKO)

Watervoerende lagen in de bodem (aquifers), bijvoorbeeld zand, laten zich uitstekend gebruiken om warmte en koude in op te slaan. De temperatuur is in deze lagen het hele jaar door nagevraagd constant (bijv. 10 of 15 °C) en vormt dus een 'oneindige' buffering. In de zomer wordt het koude grondwater gebruikt voor koeling van een gebouw. Het koude water onttrekt energie (warmte) uit de betonmassa. Het water, dat door het koelen is opgewarmd, wordt vervolgens weer in de bodem opgeslagen totdat het in de winter wordt gebruikt voor verwarming (energie toevoegen aan de betonmassa). Het koelen met grondwater kan direct. Voor verwarming wordt een zogenoemde warmtepomp op de bron aangesloten. Soms kan met twee watervoerende lagen in de bodem worden gewerkt, een koude en een warme (fig. 6). In de praktijk zijn met deze techniek besparingen van 95% op koeling en 40-50% op verwarming mogelijk ten opzichte van een systeem zonder WKO.



warmtepompen en aquifers (zie kader 'Warmte-koudeopslag (WKO)').

In principe kan TAB voldoen aan de volledige verwarmings- en koelbehoefte van een goed geïsoleerd gebouw. In vergelijking met de bekende cv-installatie is TAB echter een traag systeem: het kan niet even in korte tijd grote temperatuurveranderingen veroorzaken. Daarbij stuiten we op een dilemma, of op zijn

minst op een keuzemogelijkheid die goed moet worden overwogen. In de regel geldt namelijk: hoe hoger het accumulerend vermogen van TAB, des te trager is het systeem. Of, andersom: hoe sneller het systeem, des te lager is het accumulerend vermogen. Vaak, soms plaatselijk, is daarom bijsturing wenselijk, bijvoorbeeld in de vorm van standaard verwarmings- en koelingsystemen. Deze combinatie van systemen kan alsnog een zeer energiezuinige optie zijn, omdat de basistemperatuur wordt geregeld door TAB.

Leidingen

Laten we eens meer in detail kijken hoe met de watervoerende leidingen het accumulerend vermogen en de reactiesnelheid van het TAB-systeem kan worden beïnvloed. We beperken ons in het vervolg van deze *Betonië* tot de (verdiepings)vloer, de meest voorkomende vorm van het systeem.

Verticale positie

De verticale positie van de watervoerende leidingen in de betondoorsnede bepaalt welke

zijde van de verdiepingsvloer efficiënter verwarmt of koelt. De leidingen liggen dus zeker niet per definitie in het midden. Het gewenste gebruik van de ruimten in een gebouw bepaalt de positie van de leidingen. Wanneer de binnenruimte vaker zal worden verwarmd dan gekoeld, zullen de leidingen in de vloer onder deze ruimte hoger in de doorsnede worden geplaatst. Warme lucht stijgt immers, van vloer tot plafond. Wanneer de binnenruimte vaker zal worden gekoeld dan verwarmd, zullen de leidingen in de vloer boven deze ruimte lager in de betondoorsnede liggen (fig. 7). Koude lucht daalt, van plafond tot vloer. Ook komen systemen voor met watervoerende leidingen aan beide zijden van de betondoorsnede. Dan moet worden voorkomen dat de leidingen in elkaars invloedssfeer liggen, door bijvoorbeeld isolatie tussen beide leidingen te plaatsen. Anders kan er zogenoemde thermische kortsluiting optreden.

Een systeem waarbij de leidingen dichters aan een zijde van de betondoorsnede liggen, reageert sneller maar heeft een lager accumulerend vermogen.

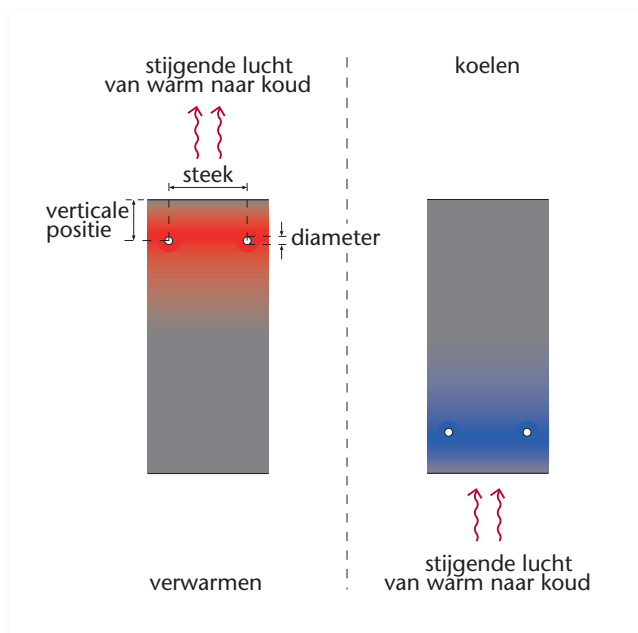
Diameter en steek

Ook de diameter van de leidingen en de onderlinge afstand (steek) zijn van invloed op het systeem (fig. 7). Hoe groter de diameter en/of hoe kleiner de onderlinge afstand, des te groter de reactiesnelheid.

Vloersystemen

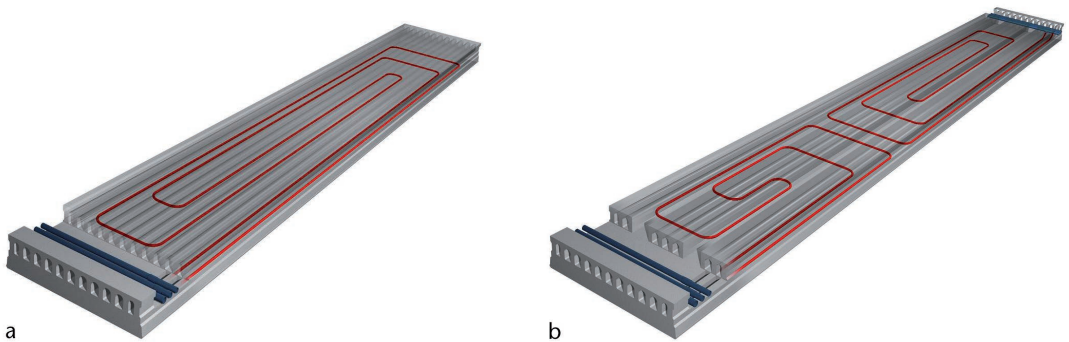
We weten nu dat de positie van de leidingen in de betonvloer zeer belangrijk is. Afwijkingen in maatvoering ten opzichte van het ontwerp moeten daarom worden geminimaliseerd. Niet alleen vanwege de uiteindelijke werking van het systeem (om de berekende thermische waarden te kunnen behalen), maar ook om later vervelende verrassingen te voorkomen, bijvoorbeeld bij boorwerkzaamheden (lekkage).

7
 Verticale positie van de leidingen in de betondoorsnede: links als de ruimte erboven voornamelijk moet worden verwarmd, rechts als de ruimte eronder voornamelijk moet worden gekoeld



8

Prefab-betonvloersysteem met geïntegreerde leidingregister(s) (rood) gekoppeld aan de hoofdleiding(en) (blauw); (a) enkel, (b) dubbel
bron: Thermisch actieve vloeren, SBRCURnet [4]



9

Koppelen van de leidingen
bron: Thermisch actieve vloeren, SBRCURnet [4]

In positie brengen

De leiding wordt zodanig in vooraf ontworpen lussen of spiralen geplaatst, dat deze gelijkmatig over het vloerveld verdeeld ligt. Dit wordt een **leidingregister** genoemd. In principe kan één leidingregister (en dus één leiding) een compleet vloerveld beslaan. Dat is echter niet altijd mogelijk of praktisch. Zo beslaat een leidingregister dat is geïntegreerd in prefab-betonvloeren alleen (een deel van) het oppervlak van het vloerelement (fig. 8). Leidingregisters kunnen worden gekoppeld (foto 9). De **koppelingen** vormen vaak het zwakke punt in het geheel. Meer koppelingen

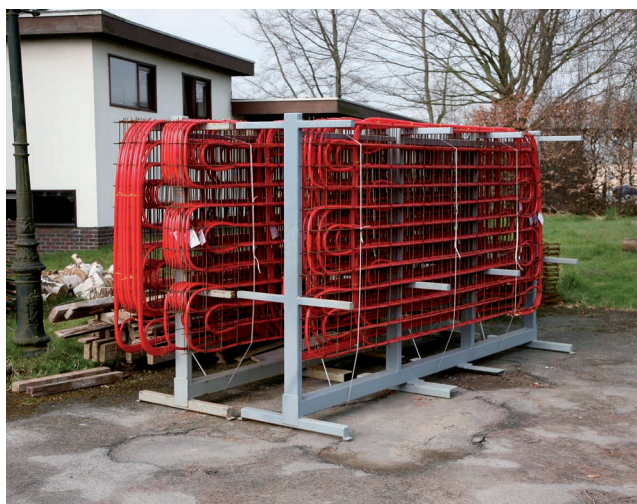
kan leiden tot hogere kosten en meer risico op aansluitfouten.

Bevestigen

Wanneer het beton wordt gestort, komt er een opwaartse druk op de leidingregisters. Om te voorkomen dat ze te hoog in het vloerveld komen te liggen, worden ze bevestigd op de wapening.

De leidingregisters in TAB-vloersystemen kunnen:

- op de bouwplaats worden gelegd en bevestigd;

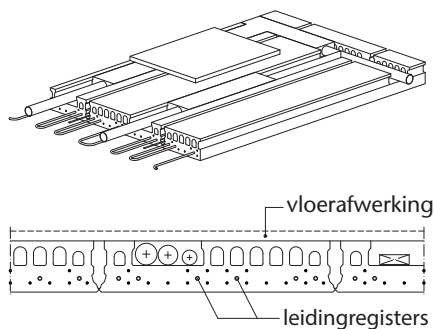


- in geprefabriceerde 'netten' worden aangeleverd (foto 10) op de bouwplaats en daar worden bevestigd op de wapening; ook op die van bijvoorbeeld een prefab vloer;
- volledig in de fabriek worden geïntegreerd in prefab-betonvloeren (fig. 11), zoals de kanaalplaat-, (sandwich)breedplaat- en bollenplaatvloer.

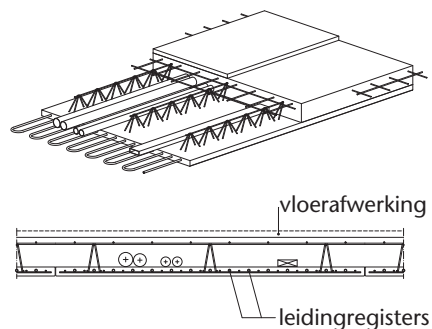
Aandachtspunten uitvoering

Totdat het beton is verhard, zijn de leidingen en koppelingen kwetsbaar voor verplaatsingen en beschadigingen. Dat geldt met name voor de niet-volledig geïntegreerde systemen. Enkele aandachtspunten voor met name de leidingen:

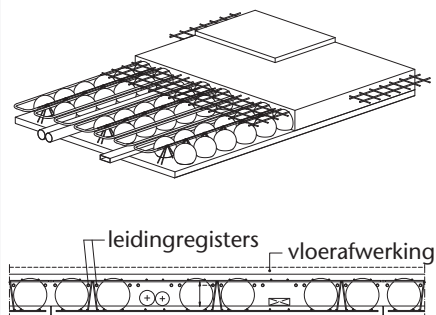
10
Geprefabriceerde
leidingregisters



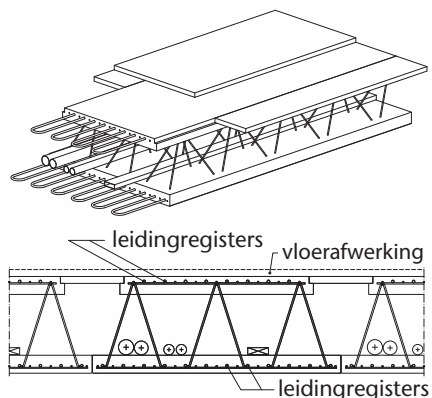
a. kanaalplaat
leidingregisters geïntegreerd
in het prefab element



b. breedplaatvloer
leidingregisters in de prefab schil



c. bollenplaatvloer
leidingregisters in de druklaag



d. sandwichbreedplaatvloer
leidingregisters geïntegreerd in het
prefab element

11
TAB-vloersystemen
in de fabriek geïntegreerd
in de prefab-
betonvloer

Uitrollen

Leidingen die op de bouwplaats worden gelegd, moeten worden uitgerold. De slangen kunnen zeker in de koudere periodes van het jaar redelijk stug zijn. Daardoor zijn ze moeilijker in positie te brengen.

Bereikbaar houden

De leiding kan onder een al aangebracht wapeningsnet worden gestoken, maar dat maakt het werk voor de installateur wel lastig. Het is daarom gebruikelijk deze óp de wapening te leggen.

Vastklikken

Om de bevestiging te vergemakkelijken, kan de leiding in kunststofrails worden geklikt. Deze rails kunnen in het werk op de vloerplaat worden aangebracht of in de fabriek worden ingestort.

Beschermen

Als op de bouwplaats nog beton moet worden gestort, zal het vloerveld tot tijdens het storten begaanbaar moeten blijven. Leidingen moeten worden beschermd tegen verplaatting en beschadiging door stalen afstandhouders.

Afpersen

Het geheel van leidingen en koppelingen moet worden gecontroleerd op mogelijke lekkages. Dit gebeurt door het afpersen van de leidingen. De leidingen worden onder druk gezet en regelmatig wordt gekeken of deze er nog op staat. Als de druk weg is, is er mogelijk ergens een lekkage. Er kan worden afgeperst met water, al dan niet met een kleurstof, een andere vloeistof of lucht. Water of andere vloeistoffen maken mogelijke lekkages direct zichtbaar. In koude winterperiodes heeft afpersen met lucht echter de voorkeur, om te voorkomen dat leidingen kunnen kapotvriezen.

Lucht

In betonnen vloeren kunnen sparingen worden toegepast om gewicht en/of materiaal te beperken (bijvoorbeeld kanalen of gewichtsbeparende elementen). Dit heeft echter wel invloed op het thermische gedrag van de vloer. De stilstaande lucht in de sparingen zorgt voor isolatie, waardoor de afgifte van warmte of koude wordt beperkt aan de zijde waar de holten zitten. De constructeur en installatieadviseur worden geacht hier rekening mee te houden in het ontwerp.

Lekkages oplossen

Het grootste risico op lekkages vormt boren. Niet alleen tijdens de uitvoering, maar ook tijdens de gebruiksfase. Wordt een lekkage ontdekt, dan kan het volgende worden gedaan:

- Het betreffende leidingregister wordt afgesloten. Deze oplossing heeft invloed op het binnenklimaat. Meestal lopen er echter verschillende registers door elkaar heen. Een register uitzetten hoeft dus niet meteen te betekenen dat een heel vloerveld niet meer wordt verwarmd of gekoeld.
- De vloer wordt opengebroken en het lek gerepareerd.



12

TAB levert heerlijke gebouwen op, mits het ontwerp voor constructie en installatie en de uitvoering daarvan goed zijn geïntegreerd
foto: Nathan Projects (voorheen Thermo Actief Benelux)

Betoniek = Standaard + Vakblad

Onderdeel van het *Betoniek*-abonnement is naast *Betoniek Standaard* ook **Betoniek Vakblad**. Dit is een magazine op groot formaat met artikelen over onder meer projecten, ontwikkelingen, onderzoek, regelgeving en onderwijs. Deze artikelen worden geschreven door de lezers van *Betoniek* zelf. Daarin wijkt *Betoniek Vakblad* dus af van *Betoniek Standaard*, dat volledig door een deskundige redactie wordt geschreven. *Betoniek Vakblad* verschijnt vier keer per jaar. Alle artikelen zijn te raadplegen op www.betoniek.nl. Voor leden van *Betoniek* is dat gratis!



Integratie van constructie en installatie

TAB-systemen integreren constructie en installatie. Volledige prefabricage levert daarbij, naast een hogere nauwkeurigheid en lagere kwetsbaarheid, ook tijdswinst op in de uitvoering en biedt arbotechnische voordelen. Wel moeten alle koppelingen op de bouwplaats alsnog worden gecontroleerd.

Tot slot

Na het lezen van deze *Betoniek* weten we dat beton thermisch te activeren is door slim gebruik te maken van de passieve kenmerken van beton. Met deze techniek kunnen gebouwen energiezuinig en thermisch comfortabel worden verwarmd en gekoeld. Dat levert heerlijke gebouwen op. Een goede integratie van het ontwerp voor constructie en installatie is dan wel een vereiste. Net zoals een goede uitvoering van dat ontwerp.

Dankwoord

De redactie van *Betoniek Standaard* bedankt Kees Arkesteijn, Henk Wapperom en Hans Köhne voor het inbrengen van hun kennis en expertise bij de totstandkoming van dit nummer.

Literatuur

1. Thermisch Actieve Gebouwen – Betonkernactivering in vloerconstructies. Aeneas Media, juni 2011.
2. Praktijkboek Gezonde Gebouwen, Cahier P8: Thermische actieve vloeren – Betonkernactivering. ISSO/SBRCURnet, 2011.
3. ISSO-publicatie 85: Thermisch actieve vloeren, 2011.
4. Buitenhuis, J.J., Notenboom, A.M.J., Thermisch actieve vloeren, art. 572.07, SBRCURnet, 2007.
5. Stufib rapport 23: Betonkernactivering in de uitvoering, maart 2014.
6. BetonLexicon.nl.

Betoniek Standaard is onderdeel van *Betoniek Platform*, hét kennisplatform over technologie en uitvoering van beton. *Betoniek Standaard* verschijnt 4x per jaar en is een uitgave van Aeneas Media bv, in opdracht van het Cement&BetonCentrum. In de redactie zijn vertegenwoordigd: BAM Infraconsult, BTE Nederland, ENCI, IKOB-BKB, Mebin en TNO.

Uitgave

Aeneas Media bv
Dr. van Helvoortstraat 3, 5281 BJ Boxtel
T: 0411 65 00 85

Website www.betoniek.nl

Redactie T: 0411 65 35 84,

E: betoniek@aeneas.nl

Vormgeving Inpladi bv, Cuijk

Advertentieverkoop Bureau Van Vliet,
Frank Oudman, T: 023 571 47 45,
E: f.oudman@BureauVanVliet.com

Abonnementen/adreswijzigingen

Aeneas Media bv
Dr. van Helvoortstraat 3, 5281 BJ Boxtel
T: 0411 65 00 85,
E: abonnementen@aeneas.nl

Abonnementen 2016

Jaarabonnement: 4x *Betoniek Standaard*,
4x *Betoniek Vakblad* en toegang tot het
online archief: € 128,- (excl. btw).
Buiten Nederland geldt een toeslag voor
extra porto. Abonnementen lopen per jaar
en kunnen elk gewenst moment ingaan.
Opzeggen moet altijd schriftelijk gebeuren,
uiterlijk twee maanden voor vervaldatum.
Kijk voor de mogelijkheden van online
abonnementen op www.betoniek.nl.

Betoniek wordt tevens elektronisch opgeslagen en geëxploiteerd. Alle auteurs van tekstbijdragen in de vorm van artikelen of ingezonden brieven en/of makers van beeldmateriaal worden geacht daarvan op de hoogte te zijn en daarmee in te stemmen, e.e.a. overeenkomstig de publicatie- en/of inkoopvoorwaarden. Deze liggen bij de redactie ter inzage en zijn op te vragen. Hoewel de grootst mogelijke zorg wordt besteed aan de inhoud van het blad, zijn redactie en uitgever van *Betoniek* niet aansprakelijk voor de gevolgen, van welke aard ook, van handelingen en/of beslissingen gebaseerd op de informatie in deze uitgave. Niet altijd kunnen rechtshouders van gebruikt beeldmateriaal worden achterhaald. Belanghebbenden kunnen contact opnemen met de uitgever.

© Aeneas Media bv 2016
ISSN: 2352-1090


Cement&BetonCentrum

Aeneas^{ae}
MEDIA


mvw
media voor vak & wetenschap


MIX
Papier van
verantwoorde herkomst
FSC® C015620