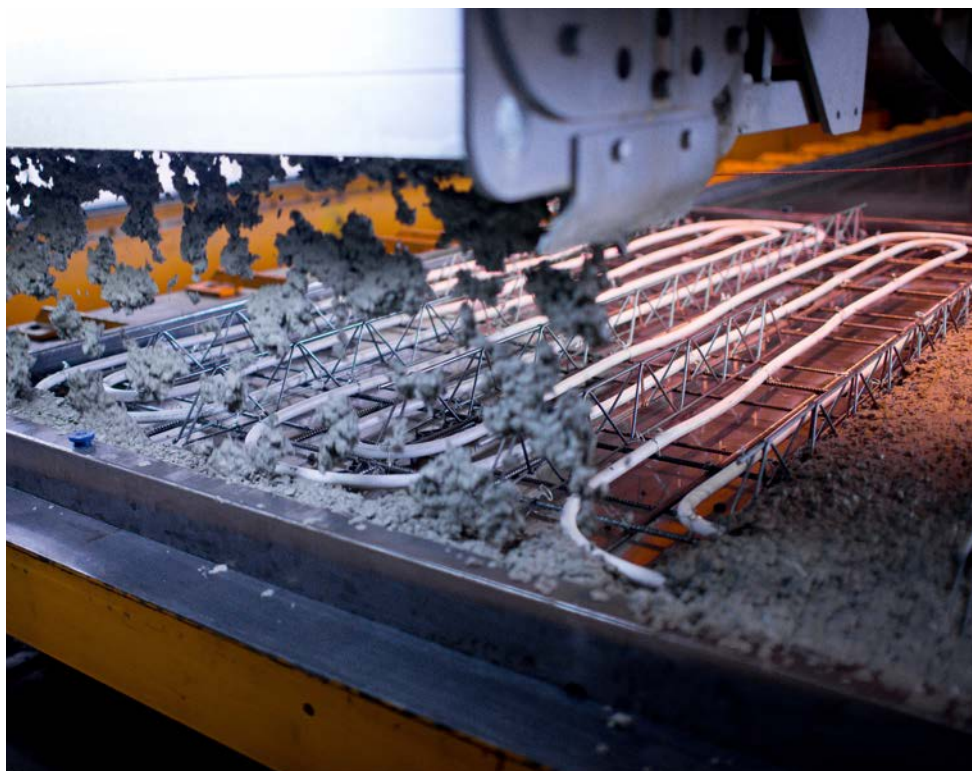


# Het perfecte huwelijk tussen betonkernactivering en geothermie

**DE AARDE ALS BRON VAN WARMTE/KOELING  
ÉN ALS THERMISCH OPSLAGMEDIUM**



Een comfortabel binnenklimaat bereik je zelden zonder de ruimte te verwarmen of te koelen. WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf) en meer bepaald de onderzoeksgroep SmartGeotherm - deed onderzoek naar de methoden om thermische energie (koude of warmte) op te vangen, tijdelijk op te slaan en vrij te geven wanneer er behoefte ontstaat om te koelen of te verwarmen. Uit de resultaten komt duidelijk naar voor dat geothermie in combinatie met betonkernactivering een even efficiënte als toekomstgerichte technologie kan zijn voor een ideaal leef- en werkklimaat – winter en zomer. ►

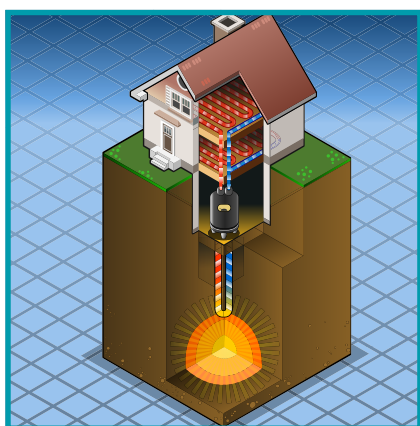
## Le mariage parfait entre l'activation du noyau de béton et la géothermie

**LE SOL COMME SOURCE DE CHALEUR/RAFRAÎCHISSEMENT  
ET MILIEU DE STOCKAGE THERMIQUE**

Un climat intérieur confortable peut rarement s'obtenir sans chauffer ou rafraîchir l'espace. Le CSTC (le Centre Scientifique et Technique de la Construction) - plus particulièrement le groupe de recherche Smart-Geotherm - a effectué une recherche sur les méthodes de captage de l'énergie thermique (froide ou chaude), son stockage temporaire et sa restitution à la demande pour rafraîchir ou réchauffer. D'après les résultats, il ressort clairement que la géothermie combinée à l'activation du noyau de béton peut être une technologie efficace et d'avenir pour obtenir un climat de vie et de travail idéal, été comme hiver. ►

## GEOTHERMIE

Geothermie is het winnen van aardwarmte uit de ondergrond. De temperatuur in de kern van de aarde bedraagt zo'n 5.000 °C. In België heerst er vanaf 18 m diepte een evenwichtstemperatuur van 10 tot 12 °C. Ook in de 'ondiepe' ondergrond - tot 500 m - zit al een immense hoeveelheid thermische energie die zich voortdurend hernieuwt. Bij winning van warmte uit de hogere aardlagen (tot 500 m) spreken



## GÉOTHERMIE

La géothermie est le captage de la chaleur du sous-sol. La température du centre de la Terre atteint quelque 5.000°C. En Belgique, à partir d'une profondeur de 18 mètres règne une température d'équilibre de 10° à 12°C. Dans le sous-sol 'non profond' -jusqu'à 500 m - se trouve également une quantité considérable d'énergie thermique qui se renouvelle constamment. La récupération de chaleur dans les couches terrestres les plus proches (jusqu'à 2.500 m) est appelée 'géothermie peu profonde'. À partir de 2.500 m, il est question de 'géothermie profonde'. Dans les deux cas, la pompe à chaleur joue un rôle dans le processus de captage. Cette partie de la géothermie est cruciale pour le lien positif avec l'activation du noyau de béton.

we van 'ondiepe geothermie'. Vanaf 500 m diepte is er sprake van 'diepe geothermie'. In beide gevallen speelt de warmtepomp een rol in het winningsproces. Dat onderdeel van de geothermie is cruciaal voor de positieve link met betonkernactivering.

Voor de proeven in dit onderzoek was alleen ondiepe geothermie van toepassing. Op verschillende toepassings-systemen - open of gesloten - gaan we

hier niet verder in. U kan ze nalezen op [smartgeotherm.be](http://smartgeotherm.be) of in BETON 229.

## WINSTFACTOR WARMTEPOMP

De winstfactor van een warmtepomp (Coefficient Of Performance, kortweg COP) geeft aan hoeveel nuttige energie wordt opgewekt met 1 kWh verbruikte energie. Het verbruik van een warmtepomp wordt voornamelijk bepaald door het te bereiken temperatuurverschil tussen warmtebron en



Dans les essais de cette recherche, il a seulement été question de géothermie peu profonde. Nous n'aborderons pas ici les différents systèmes en application - ouvert ou fermé. Vous pourrez les lire sur [smartgeotherm.be](http://smartgeotherm.be) (en néerlandais exclusivement) ou dans BETON 229 (2015).

## FACTEUR DE GAIN DE LA POMPE À CHALEUR

Le facteur de gain d'une pompe à chaleur (Coefficient of Performance, en

abrégé COP) indique combien d'énergie est générée avec 1 kWh d'énergie consommée. La consommation d'une pompe à chaleur est principalement déterminée par la différence de température à obtenir entre la source de chaleur et le système de distribution de chaleur. Plus la différence est faible, plus le COP est élevé.

Dans le chauffage par le plafond et par le sol la température du système d'alimentation sera beaucoup plus basse



warmteafgiftesysteem. Hoe kleiner het verschil, hoe groter de COP.

Bij plafond- en vloerverwarming zal de temperatuur van het afgiftesysteem veel lager liggen (30 à 40 °C) dan bij radiatoren en convectoren (50 à 70 °C). Bij gebruik van geothermie is de temperatuur van de warmtebron relatief hoog. Het verschil is klein waardoor de COP van de warmtepomp in combinatie met geothermie en betonkernactivering kan oplopen tot 5,7. In het kader van deze

studie werd de COP beperkt tot de normatief vastgelegde waarde van 5.

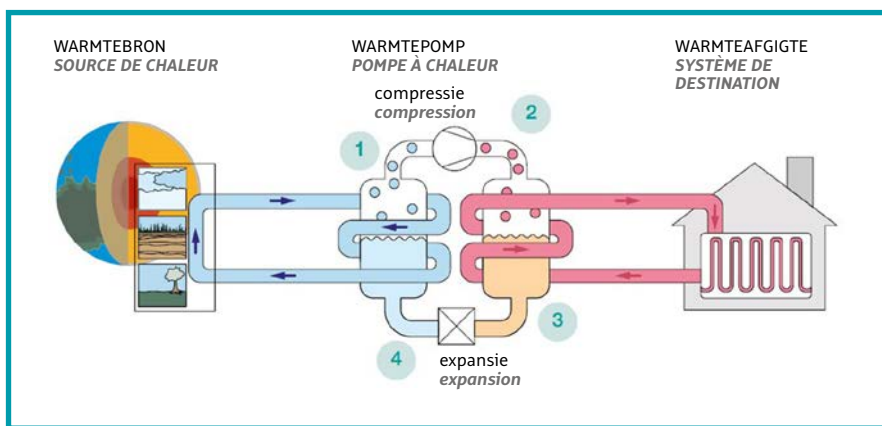
Een warmtepomp is dus bijzonder geschikt voor warmte-afgiftesystemen die op een lage of zeer lage temperatuur werkzaam zijn.

### THERMISCHE OPSLAG

Een belangrijke parameter om vloer- of plafondverwarming bij lage aanvoertemperaturen te kunnen aanwenden, is de thermische capaciteit van het

afgifte-oppervlak. Thermische opslag is pas mogelijk als het materiaal in kwestie voldoende energie kan opslaan én een periode kan vasthouden, om later, afhankelijk van de ruimtetemperatuur, weer af te geven via het oppervlak. We noemen dat 'thermische inertie' of 'thermische massa'. Belangrijk daarbij is dat de massa ook 'toegankelijk' moet zijn voor de thermische energie. Concreet moet je afzien van isolerende afwerkingsmaterialen, verhoogde vloeren of verlaagde plafonds. Het materiaal moet vrij warmte (of koelte) kunnen 'uitstralen'.

Beton heeft een behoorlijke capaciteit om tijdelijk warmte op te slaan. De snelheid waarmee staal opwarmt of afkoelt, is bijvoorbeeld tot 15 maal groter dan beton. Zo kan het gebruik van thermische inertie de warmtebehoefte doen dalen, en de vraag aan bijkomende koeling overbodig maken. Maar als het gebouw onvoldoende thermische capaciteit heeft, of de opgeslagen energie onvoldoende kan afvoeren tijdens de nacht, kan men de massa van het gebouw thermisch activeren. ►



Algemeen principe van een warmtepompinstallatie

Principe générale d'une installation de pompe à chaleur

(30 à 40 °C) qu'avec des radiateurs et convecteurs (50 à 70°C). Avec l'utilisation de la géothermie, la température de la source de chaleur est relativement élevée. La différence étant faible, il en résulte que le COP de la pompe à chaleur en combinaison avec la géothermie et l'activation du noyau de béton peut atteindre 5,7. Dans le cadre de cette étude, le COP a été limité à 5, soit la valeur définie par la norme.

Une pompe à chaleur est donc particulièrement adaptée à des systèmes de distribution de chaleur qui fonctionnent à des températures faibles ou très faibles

### STOCKAGE DE CHALEUR

Un paramètre important pour pouvoir utiliser le chauffage par le sol à de

basses températures d'alimentation, est la capacité thermique de la surface de destination. Le stockage thermique n'est possible que si le matériau en question peut stocker suffisamment d'énergie et peut la retenir une certaine période, pour la restituer plus tard à la surface, en fonction de la température de l'espace. Nous appelons cela l'"inertie thermique" ou la 'masse thermique'. En cela il est également important que la masse thermique soit 'accessible' pour l'énergie thermique. Concrètement, il est indispensable de se passer de matériaux de finition isolants, de planchers surélevés ou de faux plafonds. Le matériau doit pouvoir 'rayonner' la chaleur (ou le froid).

Le béton a une capacité suffisante de stockage temporaire de la chaleur. La

vitesse avec laquelle l'acier se réchauffe ou se refroidit est, par exemple 15 fois plus grande que celle du béton. C'est ainsi que l'utilisation de l'inertie thermique peut réduire les besoins en chaleur et rendre inutile la demande en rafraîchissement complémentaire. Mais si le bâtiment a une capacité thermique insuffisante, ou ne peut pas suffisamment évacuer l'énergie stockée pendant la nuit, il est possible d'activer thermiquement la masse du bâtiment.

### ACTIVATION

En intégrant dans le noyau du plancher ou de la paroi en béton des conduites d'eau, l'énergie thermique stockée peut être évacuée rapidement, ce qui augmente la capacité de refroidissement de la masse. On parle d'activation du noyau de béton (ANB) ►

## ▶ ACTIVERING

Door in de kern van de betonnen vloer of wand watervoerende leidingen te integreren, kan de opgeslagen thermische energie versneld worden afgevoerd, waardoor het koelend vermogen van de massa vergroot. Men spreekt van betonkernactivering (BKA).

Betonkernactivering werkt zelfregulerend. Naarmate het verschil tussen de ruimtetemperatuur en de temperatuur van het betonoppervlak groter wordt, neemt het vermogen toe om warmte op te nemen of af te geven.

De vermogensoverdracht valt dan ook stil als de ruimte te koud (koeling) of te warm (verwarming) dreigt te worden. Omgekeerd geldt dat het beschikbare vermogen stijgt als de ruimte bij koeling te warm wordt en bij verwarming te koud wordt.

Tijdens het koelseizoen kunnen de voordelen van hoge aanvoertemperaturen groot worden als er dankzij betonkernactivering free geocooling kan worden toegepast. Indien om het gebouw te koelen alleen de circulatiepomp moet draaien en er water van de aardwarmtewisselaar kan gebruikt worden zonder een koelmachine te passeren, kan er een enorm hoge ratio van energie-efficiëntie (EER) worden behaald. Voor elke eenheid elektriciteit die gebruikt wordt, zijn er 10 tot 20 eenheden warmte die kunnen worden verwijderd, afhankelijk van de specifieke situatie.

Deze geothermische koeling kan ook met andere systemen, zoals vloerkoeling, plafondkoeling of soms ook overgedimensioneerde koelbalken functioneren, maar dan mag de temperatuur van het koelwater toch niet boven 18°C uitstijgen.

## CASESTUDY

Het cruciale belang van de COP van de warmtepomp bij het winnen van aardwarmte enerzijds, en de eigenschap van de thermische opslagcapaciteit van beton anderzijds, doet vermoeden dat betonkernactivering door middel van geothermie een duurzaam en toekomstgericht HVAC-systeem vormen. Door het grote warmtewisselend oppervlak in vergelijking met radiatoren, volstaat een klein temperatuurverschil tussen het afgiftesysteem (de BKA) en de ruimte.

De onderzoekers van SmartGeotherm maakten een beperkte studie naar de thermische opslag in verschillende omstandigheden. Niet op een statische manier zoals in de EPB, evenmin via een dynamisch gebouwsimulatieprogramma dat heel veel parameters en inputs vergt. Als tussenoplossing kozen

▶ L'activation du noyau de béton fonctionne en autorégulation. Selon que la différence entre la température de la pièce et la température de la surface du béton augmente, la capacité de stockage ou de restitution de la chaleur augmente.

Le transfert de chaleur s'arrête donc aussi lorsque la pièce risque de devenir trop froide (refroidissement) ou trop chaude (chauffage). Dans l'autre sens, la capacité disponible augmente lorsque la pièce devient trop chaude en phase de refroidissement ou trop froide en phase de chauffage.

Pendant la saison de rafraîchissement les avantages de hautes températures d'alimentation peuvent être importants si grâce à l'activation du noyau de béton le 'free geocooling' peut être utilisé. Si, pour refroidir le bâtiment seule la pompe de circulation doit tourner et que de l'eau de l'échangeur de chaleur

peut être utilisée sans passer par le système de refroidissement, un ratio très élevé d'efficacité énergétique (REE) peut être atteint. Pour chaque unité d'énergie électrique utilisée, il y a, selon la situation spécifique, de 10 à 20 unités de chaleur qui peuvent être évacuées.

Ce refroidissement géothermique fonctionne aussi avec d'autres systèmes, comme le refroidissement par le sol, le plafond ou parfois avec des poutres surdimensionnées, mais alors, la température de l'eau de refroidissement ne peut malgré tout pas dépasser 18°C.

## ETUDE DE CAS

L'intérêt crucial du COP de la pompe à chaleur dans le captage de la chaleur du sol d'une part et la caractéristique de la capacité de stockage de chaleur du béton, d'autre part, permettent de supposer que l'activation du noyau de béton au moyen de la géothermie constitue un système HVAC durable et d'avenir. Grâce à sa grande surface d'échange de chaleur, si on la compare avec des radiateurs, une faible différence de température entre le système d'alimentation (l'ANB) et l'espace suffit.

Les chercheurs de Smart-Geotherm ont réalisé une étude limitée sur le stockage thermique dans différentes circonstances. Pas de manière statique comme dans la PEB, encore moins selon un programme dynamique de simulation de bâtiment, qui nécessite beaucoup de paramètres et de données. Comme

zijn voor een gereduceerd model waar gefocust kan worden op de invloed van de warmteweerstanden (R) en warmtecapaciteiten (C) in het systeem van klimaat-zonelucht-wand-en-emissie-systeem.

Voor deze beperkte parameterstudie passen ze een dergelijk RC-model toe op een open kantoorruimte met één tussenliggende verdieping uit een kantoorstoren en met verschillende parameters, met name betonkernactivering tegenover radiatoren, lichte structuur versus betonnen structuur, met en zonder nachtcooling.

In Figuur 1 zien we het verschil in energieverbruik voor de verschillende alternatieven. Figuur 2 toont de jaarlijkse energiekost van de alternatieven. ➤

**FIGUUR 1: bruto-energieverbruik van de onderzochte case**

**FIGURE 1: la consommation brute d'énergie du cas étudié**

	Snel systeem Système rapide		BKA*   ANB*	
	nachtventilatie   ventilation de nuit			
Lichte structuur   Structure légère	zonder   sans	met   avec	zonder   sans	met   avec
Warmte   Chaleur	6.852	7.273	7.267	7.446
Koude   Froid	11.959	8.171	10.784	6.303
Zware structuur   Structure lourde	zonder   sans	met   avec	zonder   sans	met   avec
Warmte   Chaleur	6.065	6.208	7.155	7.285
Koude   Froid	9.836	5.000	10.797	6.086

**FIGUUR 2: Jaarlijkse energiekost voor de verschillende alternatieven.**

**FIGURE 2: coût annuel de l'énergie pour les différentes alternatives.**

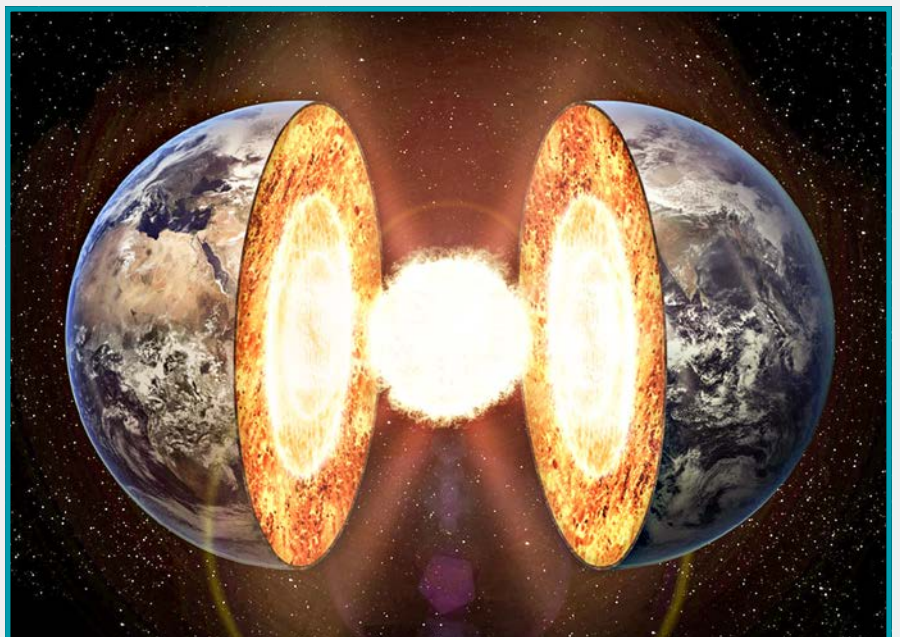
	Snel systeem Système rapide		BKA*   ANB*	
	nachtventilatie   ventilation de nuit			
Lichte structuur   Structure légère	zonder   sans	met   avec	zonder   sans	met   avec
Warmte   Chaleur	343	364	436	447
Koude   Froid	1.196	817	162	95
Totaal Total	1.539	1.181	598	541
	<b>100%</b>	<b>77%</b>	<b>39%</b>	<b>35%</b>
Zware structuur   Structure lourde	zonder   sans	met   avec	zonder   sans	met   avec
	303	310	429	437
	984	500	162	91
Totaal Total	1.287	810	591	528
	<b>84%</b>	<b>53%</b>	<b>38%</b>	<b>34%</b>

\* BKA: betonkernactivering - ANB: activation du noyau de béton

solution intermédiaire, ils ont choisi un modèle réduit qui peut être focalisé sur l'influence des résistances de chaleur (R) et capacités de chaleur (C) dans le système climat-air zonal- paroi-et-système d'émission

Pour cette étude de paramètres limitée, ils appliquent un tel modèle RC à un espace de bureau ouvert avec un étage intermédiaire d'une tour de bureaux et avec différents paramètres, à savoir l'activation du noyau de béton par rapport à des radiateurs, une structure légère par rapport à une structure en béton, avec ou sans refroidissement de nuit.

La figure 1 montre la consommation d'énergie du cas étudié, avec les différentes alternatives. La figure 2 montre le coût annuel de l'énergie pour les différentes alternatives. ➤



## JAAR-ENERGIEVERBRUIK VOOR EEN SNEL VERWARMINGSSYSTEEM ZONDER NACHTVENTILATIE

In januari en december ligt de bruto-verwarmingsbehoefte (inclusief afgifte- en regelverliezen) 8% hoger voor een zware structuur, maar dit wordt ruimschoots goedge maakt in de lente (maart-mei) en herfst (september-oktober), waar door de betere buffering van warmtewinsten zowel de energie voor verwarming als voor koeling wordt gereduceerd.

Over het gehele jaar wordt er dankzij de zware structuur 11.5% minder energie verbruikt voor verwarming en 17.7% minder energie voor koeling.

## CONSOMMATION D'ÉNERGIE ANNUELLE POUR UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE RAPIDE SANS VENTILATION DE NUIT

En janvier et décembre la demande brute en chauffage (y inclus les pertes d'alimentation et de réglage) est de 8 % plus élevée pour une structure lourde, mais celle-ci est largement récupérée au printemps (mars-mai) et en automne (septembre-octobre), ce qui permet de réduire les besoins en énergie tant pour le chauffage que le refroidissement, grâce à un meilleur tamponnage des gains de chaleur.

Sur l'année entière, grâce à la structure lourde, 11,5 % d'énergie en moins est consommée pour le chauffage et 17,7 % en moins pour le refroidissement.

## ANB AVEC STRUCTURE LÉGÈRE OU LOURDE

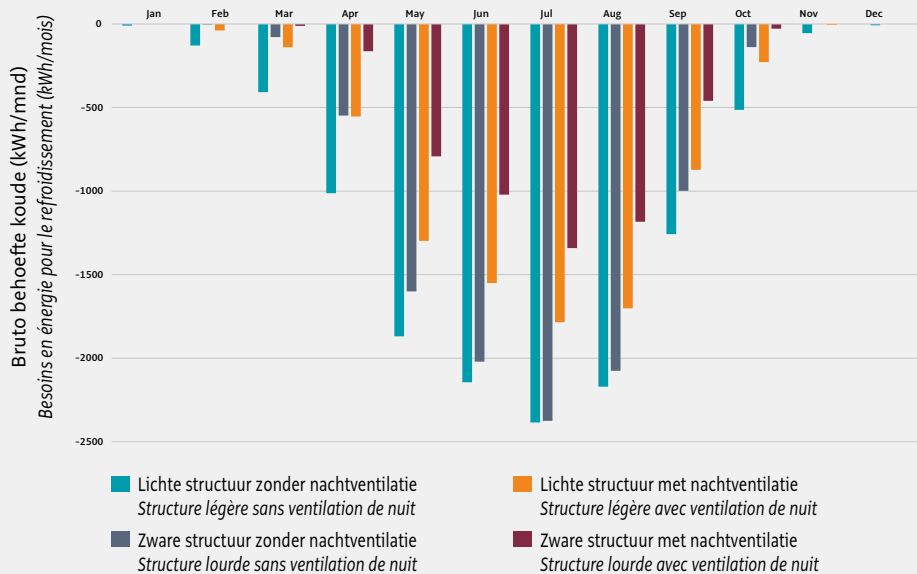
Nous voyons à peine une différence entre les immeubles de bureaux avec des parois légères ou lourdes. Les planchers et les plafonds sont de toute manière lourds puisque l'activation du noyau de béton est utilisée. L'activation thermique de la structure de béton

## BJA MET LICHTE OF ZWARE STRUCTUUR

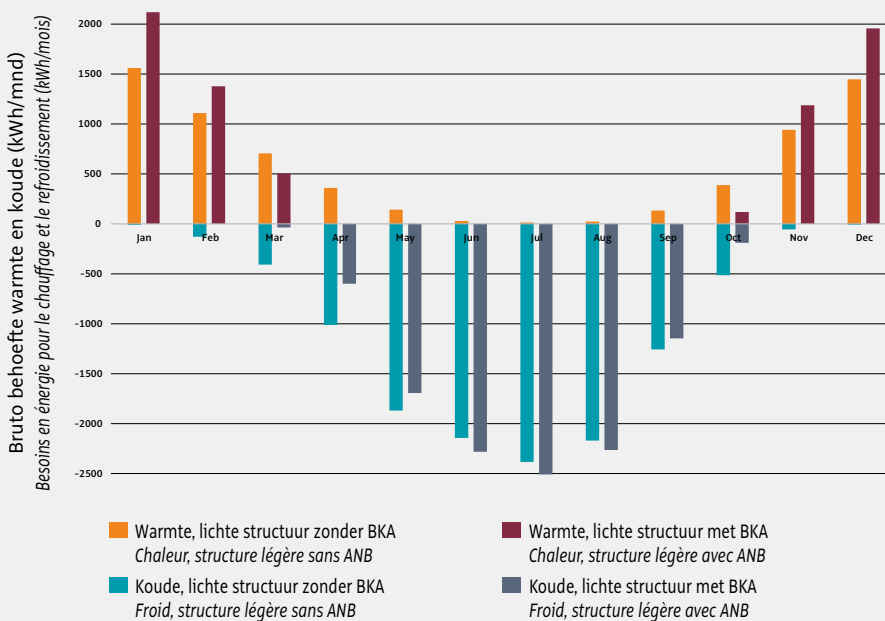
We zien nauwelijks een verschil tussen de kantoorgebouwen met lichte of zware wanden. Vloer en plafond zijn sowieso zwaar en bereikbaar aangezien

er betonkernactivering is toegepast. De thermisch geactiveerde bouwsystemen (TABS) maken dan ook de bulk van de warmtecapaciteit uit en de wanden spelen nog maar een kleine rol (afbeelding 13)

Koudebehoefte per maand bij lichte en zware structuren, met en zonder nachtventilatie  
Besoin mensuel en énergie pour le refroidissement pour les structures légères et lourdes, avec et sans ventilation de nuit



Lichte structuur met en zonder BKA  
Structure légère avec et sans ANB



(ATSB) constitue donc ainsi le gros de la capacité de chaleur et les parois ne jouent plus qu'un rôle limité. (Figure 13)



### VERGELIJKING VAN BKA MET SNELLE AFGIFTESYSTEMEN

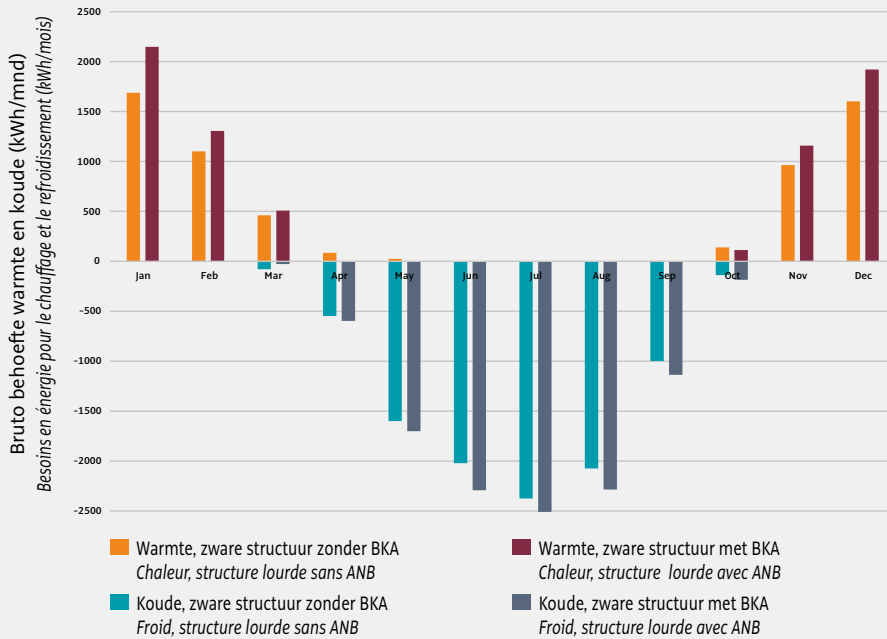
Wél relevant is het verschil tussen zware tegenover een lichte structuur, wanneer een snel afgiftesysteem wordt gebruikt. Met snelle afgiftesystemen levert een

zware structuur t.o.v. een lichte structuur een verschil in energiekost op van 16% (100-84).

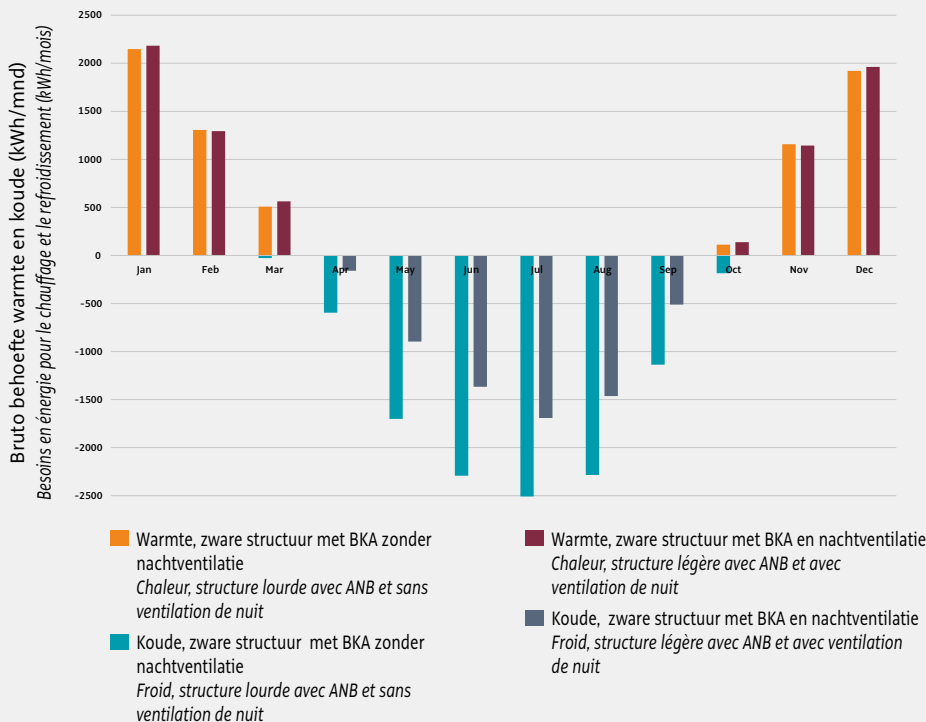
Aangezien de betonkernactivering zo wordt aangestuurd dat verwarmen en

koelen op dezelfde dag wordt tegengegaan en de massa van het beton zoveel mogelijk passief werkzaam is, zien we het verschil in de tussenseizoenen teruglopen. Over het hele stookseizoen hebben de kantoren met TABS nog maar een 6% hogere warmtebehoefte voor de lichte structuren en een 18% hogere voor de zware structuren. In het koelseizoen presteren de TABS zelfs 10% beter in vergelijking met de snelle koelsystemen in een lichte structuur, maar wel nog 10% slechter in vergelijking met de zware gebouwen waar de thermische massa op een passieve wijze kan worden gebruikt. ▶

Zware structuur met en zonder BKA  
Structure lourde avec et sans ANB



Effect van nachtventilatie op een zware structuur met BKA  
Effet de la ventilation de nuit sur une structure lourde avec ANB



### COMPARAISON DE L'ANB AVEC SYSTÈME D'ALIMENTATION RAPIDE

La différence entre structure lourde et légère est pertinente, lorsqu'un système d'alimentation rapide est utilisé. Avec les systèmes d'alimentation rapides, une structure lourde donne une différence en coût d'énergie de 16 % par rapport à une structure légère (100-84)

Comme l'activation du noyau de béton est pilotée de sorte que le chauffage et le refroidissement le même jour soit contrée et que la masse de béton travaille le plus possible de manière passive, nous voyons la différence se réduire au cours des saisons intermédiaires. Sur toute la durée de la saison de chauffage, les bureaux avec ATSB n'ont qu'un besoin supplémentaire de chaleur de 6% pour les structures légères et de 18 % pour les structures lourdes. Lors des saisons de refroidissement, les ATSB prestent même 10 % mieux que les systèmes de refroidissement dans une structure légère, mais encore 10 % moins bien que les bâtiments lourds où la masse thermique peut être utilisée passivement. ▶

## EFFEKT VAN EXTRA NACHTKOELING BIJ BKA

In de zomer is de warmtecapaciteit van zowel een licht als een zwaar gebouw volledig benut en opgeladen. De structuur kunnen we terug proberen te ontladen via nachtventilatie. Die moet ervoor zorgen dat de structuur zijn warmte terug kwijt kan aan de koudere lucht, zodat vanaf 's morgens de vrijgekomen buffercapaciteit terug kan worden ingezet.

Bij lichte structuren zal gedurende de nacht de temperatuur vrij snel dalen. Men moet ervoor zorgen dat het kwik 's

nachts niet onder de comforttemperatuur daalt, waardoor 's morgens terug verwarmd moet worden.

Bij een zware structuur is veel warmtecapaciteit beschikbaar en zal de temperatuurdaling 's nachts langzamer verlopen. Hierdoor kan de nachtventilatie wel heel de nacht doorlopen en veel meer warmte uit de structuur verwijderen. Overdag is er dan ook weer meer buffercapaciteit ter beschikking om warmtewinsten op te vangen.

Extra passieve koeling via nachtventilatie is een optie die een kantoor met

TABS ten goede kan komen; het verbetert in dit geval vooral de balans tussen warmte- en koelbehoefte, wat geothermische installaties ook ten goede kan komen. Een performante zonnewering zou een gelijkaardig resultaat kunnen opleveren.

Bestuderen we het effect van nachtventilatie op lichte structuren en zware structuren, telkens uitgerust met BKA, dan zien we een lichte stijging van 2% voor de verwarmingsbehoefte, maar een daling van 42% respectievelijk 44% voor de koelbehoefte.

## EFFET DU REFROIDISSEMENT DE NUIT EN CAS D'ANB

En été, la capacité de chaleur d'un bâtiment tant léger que lourd est pleinement utilisée et chargée. Nous pouvons essayer de décharger la structure par le biais d'une ventilation de nuit. Celle-ci doit faire en sorte que la structure perde sa chaleur au profit de l'air plus froid, de sorte que dès le matin la capacité de tamponnage libérée puisse de nouveau être utilisée.

Pour les structures légères, la température baissera relativement rapidement au cours de la nuit. Il faudra faire en sorte que la nuit, le thermomètre ne descend pas sous la température de confort, faute de quoi, le matin le chauffage devra être remis en service.

Dans une structure lourde une capacité de chaleur importante est disponible et la température baissera plus lentement durant la nuit. La ventilation de nuit pourra ainsi se poursuivre toute la nuit pour enlever beaucoup plus de

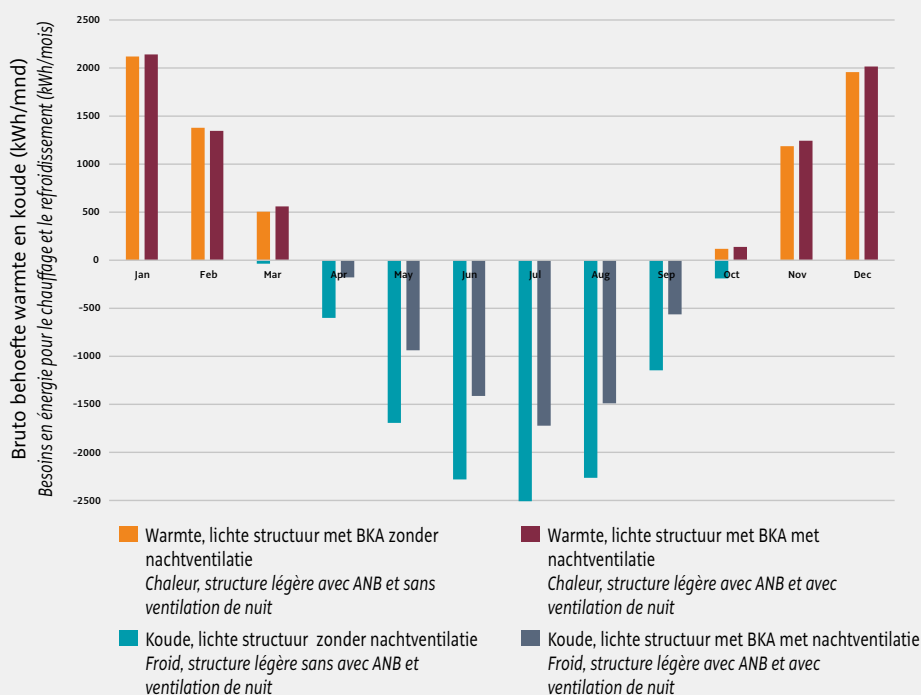
chaleur de la structure. Le jour, une plus grande capacité de tamponnage redevient disponible pour capter les gains de chaleur.

Un rafraîchissement passif supplémentaire via la ventilation de nuit est une option qui peut rendre service à un bureau avec ATSB; elle améliore dans ce cas surtout l'équilibre entre les besoins en chaleur et en refroidissement, ce qui peut être favorable aux installations

géothermiques. Un système de stores performant pourrait permettre un résultat équivalent.

Si nous étudions l'effet de la ventilation de nuit sur les structures légères et lourdes, chaque fois équipées d'ANB, nous constatons une légère augmentation de 2% des besoins de chauffage, mais une réduction de respectivement 42 et 44% des besoins en refroidissement.

Effect nachtventilatie op een lichte structuur met BKA  
Effet de la ventilation de nuit sur une structure légère avec ANB





### ALGEMENE CONCLUSIE

De casestudy – die we hier beknopt hebben weergegeven – toont aan dat bij snelle afgiftesystemen een zware structuur t.o.v. een lichte structuur een verschil in energiekost oplevert van 16%.

Nachtventilatie doet de koelkost bij lichte structuren met 23% dalen. Bij zware structuren daalt deze kost met 47%. **Belangrijker nog is dat door de toepassing van betonkernactivering de energiekost tegenover snelle systemen tot 61% daalt.** Er is in dat geval nagenoeg geen verschil meer

tussen lichte en zware structuren. Door gebruik van geactiveerde bouwdelen is er voldoende thermische buffer in de betonnen vloeren aanwezig. Ook de toepassing van nachtventilatie maakt nog relatief weinig verschil in de totale jaarlijkse energiekost. Algemeen kunnen we uit de casestudy van SmartGeotherm besluiten dat betonkernactivering, mits correct toegepast en gecombineerd met geothermie, een bijzonder efficiënte technologie kan zijn die de energiekost door drie deelt. Het biedt ook een grote buffercapaciteit waardoor de flexibiliteit van de warmte- of koelproductie

toeneemt. Wanneer elektriciteitsprijzen in de toekomst zullen fluctueren naar gelang het aanbod, kan er vrij gemakkelijk een paar uur geschoven worden met het aan- of uitschakelen van de warmte- of koelproductie. (JM) ●

**De volledige studie is terug te vinden op [www.febe.be](http://www.febe.be)**



### CONCLUSION GÉNÉRALE

L'étude de cas – que nous avons résumée ici – montre qu'avec des systèmes d'alimentation rapides une structure lourde génère par rapport à une structure légère une différence de coût d'énergie de 16%

La ventilation de nuit permet de réduire le coût en refroidissement des structures légères de 23%. Dans les structures lourdes, ce coût diminue de 47%.

**Plus important encore est que l'utilisation de l'activation du noyau de béton, permet de réduire le coût en énergie jusqu'à 61% par rapport aux systèmes rapides.** Il n'y a dans ce cas pratiquement plus de différence entre les structures légères et lourdes. Grâce à l'utilisation d'éléments activés, la capacité de tamponnage thermique présente dans les sols en béton est suffisante. Même l'application de la ventilation de nuit ne provoque qu'une différence relativement faible dans le

coût énergétique annuel total. En règle générale, nous pouvons conclure de cette étude de cas de Smart-Geotherm que l'activation du noyau de béton, si elle est bien appliquée et combinée à la géothermie, peut être une technologie particulièrement efficace qui divise par trois les coûts liés à l'énergie. Elle offre aussi une grande capacité de tamponnage, qui augmente la flexibilité de la production de chaleur et de froid. Lorsque, dans l'avenir, les prix de l'électricité fluctueront en fonction de l'offre, il sera relativement facile de glisser de quelques heures la mise en service de la production de chaleur ou de froid. (JM) ●

**L'étude complète est disponible sur [www.febe.be](http://www.febe.be)**