

A person is using a yellow and black power tool to install a heating cable on a grid. The grid is made of a woven material with red lines. The person's hands are visible, one holding the tool and the other resting on the grid. The background is a blurred view of the grid and the person's legs.

## TECHNISCHE DOCUMENTATIE



**OPAL SYSTEMS**  
Your reactive floor heating

# 1. INHOUDSOPGAVE

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Vloerverwarming via stralingswarmte – algemeen:</b>                                                            | 2  |
| 1.1. Lage-temperatuurverwarming                                                                                      | 2  |
| 1.2. Vloerverwarming                                                                                                 | 2  |
| 1.3. de oplossing van OPAL-Systems                                                                                   | 2  |
| <b>2. Algemene samenstelling van de verwarmers</b>                                                                   | 4  |
| 2.1. Gelijmde finale vloerbekleding – tegels of parket                                                               | 4  |
| 2.2. Niet-gelijmde finale vloerbekleding                                                                             | 6  |
| <b>3. Specifieke kenmerken en voordelen van opal-systems die beantwoorden aan de technisch-economische behoeften</b> | 7  |
| 3.1. Voordelen van de kenmerken van de verwarmers                                                                    | 7  |
| 3.1.1. Plaatsing                                                                                                     | 7  |
| 3.1.2. Compacter en lichter                                                                                          | 7  |
| 3.1.3. Modulair                                                                                                      | 8  |
| 3.1.4. Materiaalkeuze zonder producten die gevaarlijk zijn voor het milieu                                           | 8  |
| 3.2. Prestaties                                                                                                      | 10 |
| 3.2.1. Biedt alle bekende voordelen van vloerverwarming                                                              | 10 |
| 3.2.2. Werkt met verwarmingsvloeistof op lage temperatuur                                                            | 11 |
| 3.2.3. Voordelen van OPAL-systems: licht gewicht en lage inertie                                                     | 12 |
| 3.2.4. Geschikt voor de verwarming en verkoeling van lokalen                                                         | 14 |
| 3.2.5. Betrouwbaar                                                                                                   | 14 |
| <b>4. Distributie</b>                                                                                                | 15 |
| <b>5. Legplan</b>                                                                                                    | 17 |
| <b>6. Regeling</b>                                                                                                   | 18 |
| <b>7. Het principe van opal-systems voor dimensionering en afstellingen</b>                                          | 19 |
| 7.1. Een veelvoorkomende vraag                                                                                       | 19 |
| 7.2. Debiet                                                                                                          | 19 |
| 7.3. Temperaturen                                                                                                    | 20 |
| <b>8. Vrij te houden ruimte</b>                                                                                      | 20 |
| <b>9. Plaatsing</b>                                                                                                  | 21 |
| 9.1. De platen                                                                                                       | 22 |
| 9.2. De verdeler                                                                                                     | 24 |
| 9.3. De leiding                                                                                                      | 25 |
| 9.3.1. Vullen met water en testen van de waterdichtheid van de leidinge                                              | 26 |
| 9.4. Het rooster                                                                                                     | 27 |
| 9.5. Plaatsing van de finale vloerbekleding                                                                          | 28 |
| 9.5.1. Gelijmde finale vloerbekleding                                                                                | 28 |
| 9.5.2. Gegoten finale vloerbekleding                                                                                 | 29 |
| 9.5.3. Zwevende finale vloerbekleding (zwevend parket)                                                               | 29 |
| 9.5.4. Vastgespijkerde of -geschroefde finale vloerbekleding (parket)                                                | 30 |
| <b>10. Onderstructuur</b>                                                                                            | 31 |
| 10.1. Op een nieuwe vloer                                                                                            | 31 |
| 10.2. Op een bestaande vloer                                                                                         | 33 |
| 10.3. Op muren (italiaanse douche)                                                                                   | 34 |
| 10.4. Integratie van trappen, spots, stopcontacten, afstapjes en watervoorziening...                                 | 35 |
| <b>11. Berekening van het warmteafgiftevermogen</b>                                                                  | 36 |
| <b>12. Warmtebronnen</b>                                                                                             | 37 |
| 12.1. Verwarmingsketels                                                                                              | 37 |
| 12.2. Warmtepomp                                                                                                     | 37 |
| 12.3. Combinatie met andere verwarmingssystemen op hogere temperatuur                                                | 37 |

# 1. VLOERVERWARMING VIA STRALINGSWARMTE – ALGEMEEN

---

## 1.1. LAGE-TEMPERATUURVERWARMING

- Stralingsverwarming lijkt de perfecte oplossing om minder energie te verbruiken. Deze warmteafgifte is onmisbaar om te kunnen profiteren van warmteproductiesystemen die enkel hoge rendementen kunnen behalen als die warmte op lage temperatuur wordt geproduceerd.
- Dit soort verwarming heeft een beperkt warmteafgiftevermogen in vergelijking met systemen op hoge temperatuur, maar dat is nu geen probleem meer. Omdat gebouwen tegenwoordig een betere warmte-isolatie moeten hebben, gaat er veel minder warmte verloren en is het dus niet meer nodig om krachtige systemen of dure aanvullende verwarming te gebruiken.
- Aangezien een laag energieverbruik een grote meerwaarde is voor een gebouw, is het zeker verantwoord om te investeren in een performant verwarmingssysteem.

## 1.2. VLOERVERWARMING

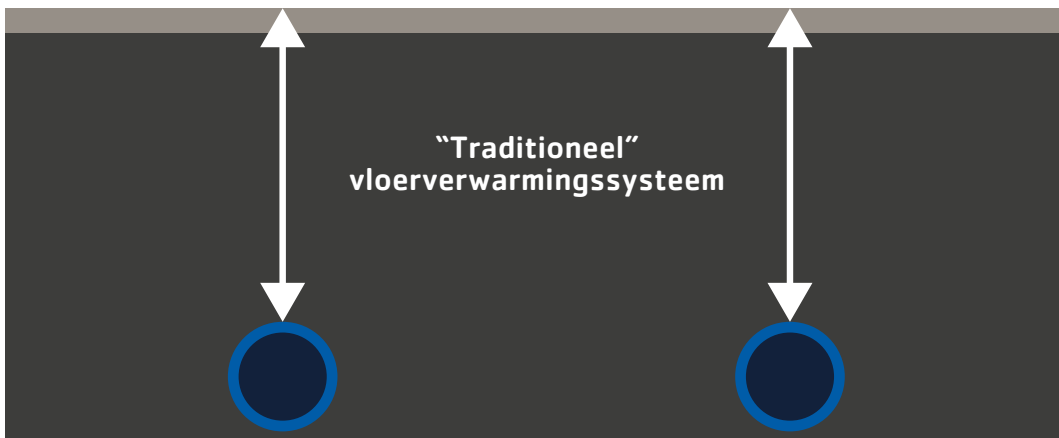
- Van alle warmteafgiftesystemen die worden gebruikt om gebouwen en huizen te verwarmen (radiators, convectors, hete lucht, vloerconvectors...), blijft stralingswarmte uit vloerverwarming met water het efficiëntste systeem dat bewoners het meeste warmtecomfort biedt.
- Deze systemen bestaan over het algemeen uit leidingen die kronkelend of in een dubbele spiraal in een betonnen dekvloer worden geplaatst en waar warm water doorloopt. Daarop wordt dan de finale vloerbekleding gelegd (tegels, parket...).

## 1.3. DE OPLOSSING VAN OPAL-SYSTEMS

- Om het systeem te laten werken met zo koud mogelijk water en de warmteafgifte reactiever te maken, heeft OPAL-Systems een manier bedacht om de thermische weerstand tussen de waterleidingen en het vloeroppervlak en de thermische vertraging in de hele verwarmers te verminderen. Dat verbetert het warmtecomfort en de algemene energie-efficiëntie van het verwarmingssysteem.

## 1. VLOERVERWARMING VIA STRALINGSWARMTE – ALGEMEEN

---



- 1) De thermische vertraging van het verwarmingssysteem vermindert de reactiviteit:
  - minder comfort
  - veroorzaakt verspilling
- 2) Het duurt lang om te plaatsen.

- OPAL-Systems nv, een spin-off van de Universiteit de Liège die in december 2009 werd opgericht, ontwerpt, produceert en installeert een vloerverwarmingsconcept dat alle bekende voordelen van vloerverwarming heeft, maar minder nadelen.
- OPAL-Systems is een referentie geworden op het vlak van warmtecomfort en energiebesparing in gebouwen uit de residentiële en tertiaire sector, of het nu om nieuwbouw of om renovaties gaat.
- OPAL-Systems stelt zich doel zijn klanten een alomvattende service te bieden en voltooide reeds 1.000 projecten in België, het Groothertogdom Luxemburg, Zwitserland, Frankrijk en Nederland.

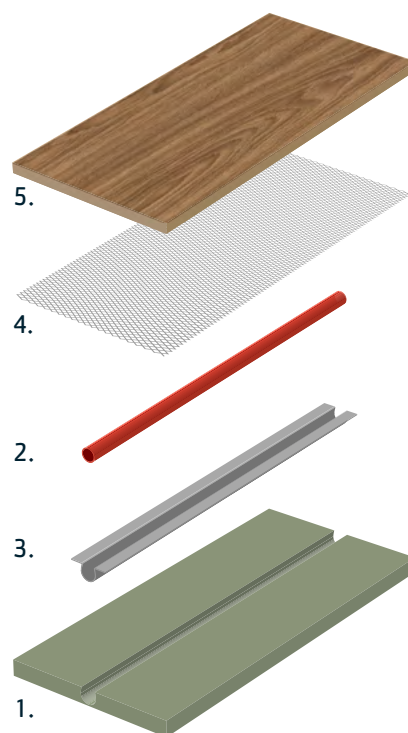
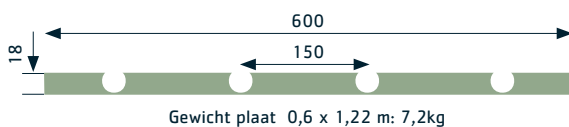
## 2. ALGEMENE SAMENSTELLING VAN DE VERWARMER

### 2.1. GELIJMDE FINALE VLOERBEKLEDING – TEGELS OF PARKET

Om de afstand tussen de leidingen en het oppervlak van de verwarmer te verminderen, werd de volgende indeling toegepast:

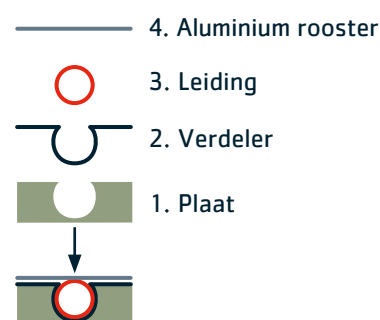
We leggen vochtwerende mdf-platen (1) op een stabiele, vlakke ondergrond met warmte-isolatie. In deze platen zijn groeven met een breedte van 16 mm gefreesd, zodat er een leiding (2) in past die wordt gedragen door aluminium verdelers (3) die de warmte naar boven 'trekken', richting een rooster van aluminium gaas (4).

Daarop kunnen we vloerbekleding plaatsen (of gieten), zowel tegels als parket (of hars) (5), met cementlijm die het metalen rooster volledig zal bedekken om de warmte efficiënt te verdelen en naar boven te leiden. Dit rooster zorgt er ook voor dat de vloerbekleding beter vasthangt en maakt de hele structuur sterker.



#### BESCHRIJVING VAN HET BEVESTIGINGSSYSTEEM:

Om de leiding (3) stevig en zo dicht mogelijk bij het vloeroppervlak vast te houden en een zo goed mogelijk warmtecontact met het aluminium rooster (4) te maken, wordt ze in de groef vastgeklemd met behulp van een metalen verdeler met een omegaprofiel (2).

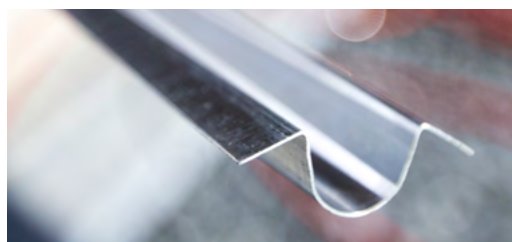




## 2. ALGEMENE SAMENSTELLING VAN DE VERWARMER

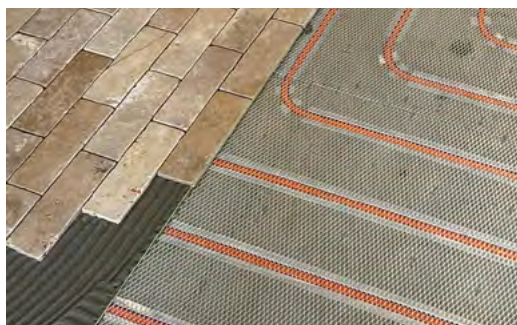
---

De omegavormige verdelers (2) zijn aluminium profielen van één meter lang. Ze beschermen de leiding, houden ze op haar plaats en leiden de warmte naar boven.

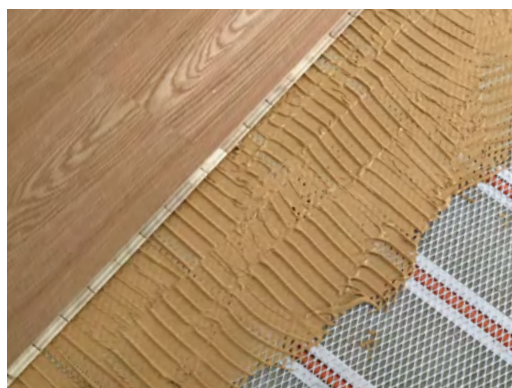


Onder de verdeler zit een luchtruimte. Daardoor gaat er minder warmte verloren langs onder. Er gaat ook minder stralingswarmte verloren, omdat het benedenoppervlak van de verdeler een lage emissiviteit heeft.

Door deze opbouw (leiding gedragen door verdeler) ontstaat er geen druk door verticale belasting op de vloer loodrecht op de leiding, en zijn bepaalde overlangse verplaatsingen (uitzettingen) mogelijk.



Voorbeeld waarbij tegels rechtstreeks op de verwarmer worden geplaatst met vervormbare mortellijm.



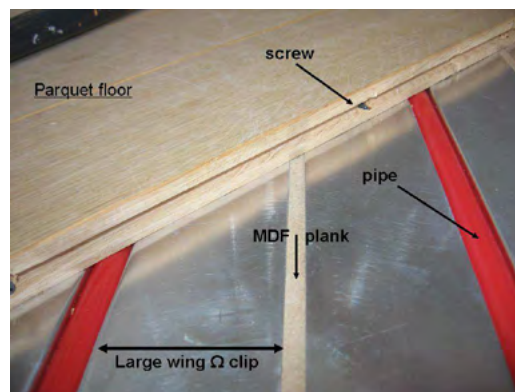
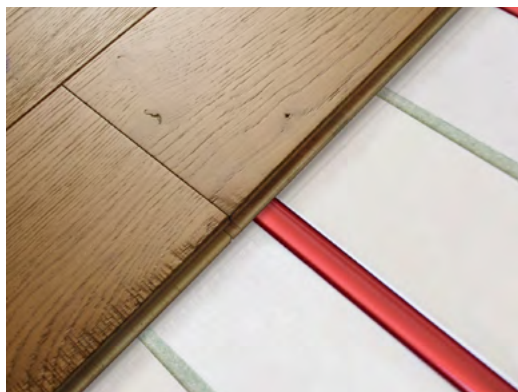
Het is ook mogelijk om er meteen parket op te lijmen, bijvoorbeeld met PU-lijm.

## 2. ALGEMENE SAMENSTELLING VAN DE VERWARMER

---

### 2.2. NIET-GELIJMDE FINALE VLOERBEKLEDING

Als de finale vloerbekleding niet wordt vastgelijmd, blijft de indeling van de platen, de leidingen en de verdelers hetzelfde. Desgevraagd kunnen de horizontale delen van de verdelers met omegaprofiel breder worden gemaakt, om zo het metalen rooster te vervangen.



Zoals u op bovenstaande foto's kunt zien, kan het parket zwevend worden geplaatst of worden vastgemaakt aan de mdf-platen van het OPAL-systeem. In dat laatste geval moet u opletten dat u de leidingen niet beschadigt met de schroeven of spijkers waarmee u de vloer vastmaakt.

### 3. SPECIFIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCHE-ECONOMISCHE BEHOEFTE.

---

#### 3.1. VOORDELEN VAN DE KENMERKEN VAN DE VERWARMER

##### 3.1.1. Plaatsing

- Zonder speciale technieken
- Door een kleiner aantal arbeiders
- Op kortere tijd:
  - U moet niet wachten tot de deklaag droog is.
  - U moet geen rekening houden met een progressieve opwarmingsprocedure.
  - Geen uitzetvoegen, omtrekvoegen of schijnvoegen te voorzien en uit te voeren.
  - U hoeft geen polyethyleenfilm te voorzien of te plaatsen om vochtinfiltratie in de deklaag te vermijden.
  - Er is geen waterzijdige inregeling nodig voor de leidingen van de vloerverwarming.

Vooral bij parketvloeren moet u normaal gezien rekenen op een droogtijd van 15 tot 20 weken voor de natte ondergrond (deklaag). Die wachttijd kan worden beperkt tot 4-6 weken door een ondervloer (OSB-platen) tussen de deklaag en het parket te leggen. Die ondervloer kan de vloerverwarming van OPAL-Systems zijn!

##### 3.1.2. Compacter en lichter

- OPAL-Systems is erg geschikt voor de renovatiemarkt, omdat:
  - het minder plaats inneemt ( $\approx 2$  cm dik). Dit is een doorslaggevend voordeel als uw plafond niet erg hoog is of als u het vloerniveau moet wijzigen.
  - het minder weegt ( $12 \text{ kg/m}^2$  vol water). Zo kunt u het systeem zelfs gebruiken als de vloeren van uw huis het gewicht van een betonnen deklaag niet kunnen dragen.



### 3. SPECIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS

#### DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFTE.

---

#### 3.1.3. Modulair

- Kan de volledige oppervlakte (vloeren en muren) van lokalen bedekken, ongeacht de vorm of de afmetingen.
- Geschikt voor renovaties of nieuwbouw, traditioneel of niet.
- Perfect afgestemd op houtskeletbouw:
  - Dankzij het geringe gewicht kunt u het systeem zelfs op de bovenverdieping plaatsen.
  - De ondergrond kan volledig uit hout worden gemaakt met een isolatie van uitsluitend natuurlijk materiaal.
  - Het reglementaire maximumvermogen ligt hoger dan bij sommige droge systemen waarbij de leiding niet in een dubbele spiraal wordt gelegd.
- Aangezien het weinig plaats inneemt, kan het de grootte van gebouwen met verschillende verdiepingen verkleinen of kan het de mogelijkheid geven om een extra verdieping bij te bouwen.

#### 3.1.4. Materiaalkeuze zonder producten die gevaarlijk zijn voor het milieu

**Platen van gerecycleerd hout:** licht en vochtwerend mdf met CE-markering.

**Dikte:** 18 mm

**Dichtheid:** 640 kg/m<sup>3</sup>

**Treksterkte EN 319:** 0,45 N/mm<sup>2</sup>

**Buigsterkte EN 310:** 18 N/mm<sup>2</sup>

**Elasticiteitsmodulus EN 310:** 1600 N/mm<sup>2</sup>

**Ponsweerstand (cilinder met een diameter van 35,6 mm voor uitfrezing van > 0,2 mm):** 4770 N

**Formaldehyde volgens de 'perforatortest' – klasse E1:** 8 mg/100 g

De mdf-plaat voldoet aan de specificaties van EN 622-5, optie 1, een klinische proef waarbij de plaat wordt ondergedompeld in water, wordt bevroren en uiteindelijk wordt gedroogd. De cyclus wordt drie keer herhaald. De producenten van de platen steunen duurzaam bosbeheer en kregen een PEFC- (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) en FSC-certificaat (Forest Stewardship Council).

Der Blaue Engel is een Duits milieulabel dat aangeeft waarom sommige mdf-platen ecologisch zijn dan andere gelijkaardige producten.



### 3. SPECIFIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFTE.

---

**Verdelers:**

Van puur aluminium.

**Rooster:**

Van puur aluminium.

**Leiding:**

RAUTHERM S Pex-A 16 x 1.5 met CE-markering

De leidingen (PEX-a) voldoen aan de normen DIN 16892, DIN 4726 en DIN 4729.

Warmtegeleidingsvermogen  $[W/(m \cdot K)]$  0,35

Ruwheid van de cilinder  $[mm]$  0,007

Werkdruk (max.)  $[bar]$  6

Werkings temperatuur (max.)  $[^{\circ}C]$  90

Maximale temperatuur van korte duur (defect)  $[^{\circ}C]$  110

Zuurstofdiffusie (volgens DIN 4726) – zuurstofdicht

Minimale plaatsingstemperatuur:  $0^{\circ}C$

De cilinders zullen individueel worden beschermd tegen lichtveroudering (uv) en eventuele schade tijdens de opslag.

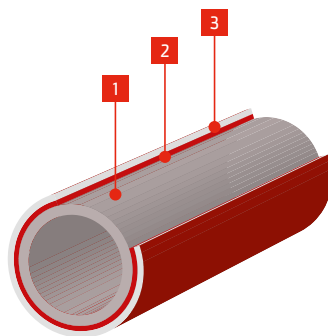
**RAUTHERM RAU-PER**

Anti

Zuurstof-

Laag

- 1 Cilinder van RAU-PER, wit
- 2 Rode PE-laag, ondoorzichtig, gecoëxtrudeerd
- 3 EVAL-laag, transparant, gecoëxtrudeerd



Technische mededeling nr. 14/04-875

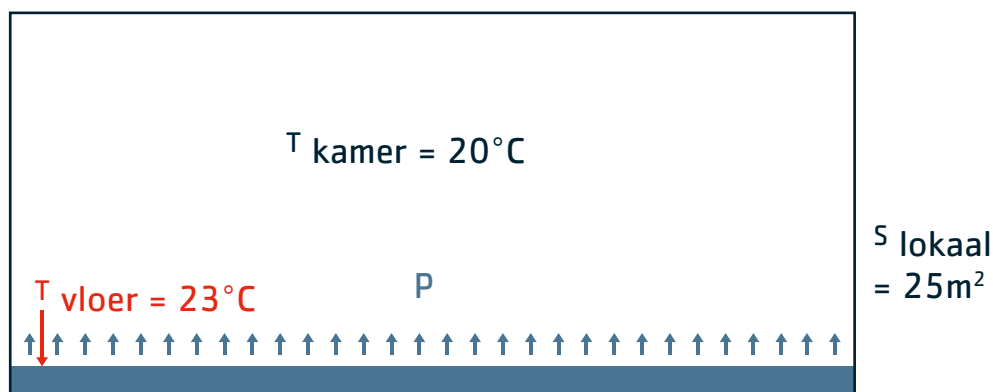
### 3. SPECIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS

#### DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFTE.

## 3.2. PRESTATIES

### 3.2.1. Biedt alle bekende voordelen van vloerverwarming

- Uitstekend warmtecomfort dankzij:
  - Een ideale verdeling van de temperatuur in functie van de hoogte van de te verwarmen ruimte (verwarmt de bewoners van top tot teen).
  - Een hogere warmteafgifte dankzij een efficiëntere uitstraling die geen lucht en stof verplaatst.
  - Een hogere relatieve luchtvochtigheid die wordt bereikt met een minder hoge kamertemperatuur.
  - Een belangrijk zelfregelend effect. Lage-temperatuurverwarming staat ervoor bekend de afgegeven warmte automatisch te doen stijgen (of dalen) als de kamertemperatuur daalt (of stijgt) door de aanwezigheid (of afwezigheid) van extra warmtebronnen in de lokalen.



#### Afgiftevermogen in tussenseizoen

$$V = 11 \times (T_{\text{vloer}} - T_{\text{kamer}}) \times 0 = 11 \times (23 - 20) \times 25 = 825 \text{ W}$$
$$= 11 \times (23 - 21) \times 25 = 550 \text{ W}$$

→ Zelfregelend effect van vloerverwarming:  
825 W bij  $20^{\circ}\text{C}$  wordt 550 W bij  $21^{\circ}\text{C}$  → - 33%

### 3. SPECIFIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFTE.

---

- Dankzij een zwakke thermische gelaagdheid en warme muren kan het systeem de luchttemperatuur in het te verwarmen lokaal doen dalen en dus ook het energieverbruik verminderen, zonder in te boeten aan warmtecomfort (ideaal voor hoge plafonds). Als we een vertrek verwarmen met vloerverwarming, kunnen we de gemiddelde temperatuur van het luchtvolume met +/- 2°C verlagen tegenover wanneer we hetzelfde vertrek zouden verwarmen met radiators, en dat zonder comfortverlies. Dat verschil zorgt op zich al voor een besparing van 12% op de energiefactuur!
- Omdat er via een grote oppervlakte warmte wordt afgegeven aan hetzelfde vermogen, moet de verwarmingsvloeistof minder warm zijn
- De verwarming is onzichtbaar
  - Oogt mooier
  - Bespaart ruimte en laat meer vrijheid om de kamers te gebruiken en de meubels te plaatsen
- Moet niet worden onderhouden. Daarnaast "droogt het water van uw dweil sneller op (met dat laatste voordeel zult u misschien moeten lachen, maar voor de persoon die het karwei moet uitvoeren, maakt dat een groot verschil)."

#### 3.2.2. Werkt met verwarmingsvloeistof op lage temperatuur

Omdat het systeem kan werken met verwarmingsvloeistof op lage temperatuur, kunt u:

- Het aansluiten op verwarmers met een hoog rendement, zoals warmtepompen, condensatieteketels of warmtekrachtkoppeling, en kunt u eventueel aangeven dat u meer gebruik wilt maken van thermische zonne-energie om uw gebouwen op te warmen.
- Erop rekenen dat er minder warmte verloren gaat bij de productie, de opslag, de verdeling en de afgifte van warmte.

### 3. SPECIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS

#### DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFTE.

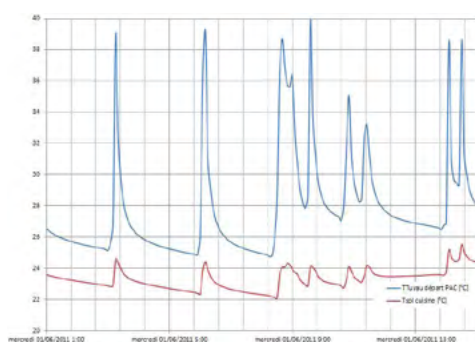
### 3.2.3. VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS: licht gewicht en lage inertie

Vergelijking tussen 'zware' vloerverwarming onder dekvloer en 'licht' OPAL-Systems

|                     | Systeem onder dekvloer    | Opal-Systems                    |
|---------------------|---------------------------|---------------------------------|
| <b>Dikte</b>        | +/- 7 cm                  | 2 cm                            |
| <b>Gewicht</b>      | +/- 150 Kg/m <sup>2</sup> | 12 Kg/m <sup>2</sup>            |
| <b>Reactiviteit</b> | Zwak                      | Onmiddellijk                    |
| <b>Onderbreking</b> | Moeilijk                  | Mogelijk                        |
| <b>Diversen</b>     |                           |                                 |
| <b>Droogtijd</b>    | Noodzakelijk              | Geen, omdat er geen dekvloer is |
| <b>Plaatsing</b>    | Ruwbouw                   | Afwerking                       |



- Zeer reactief bij variabele vraag van verwarming



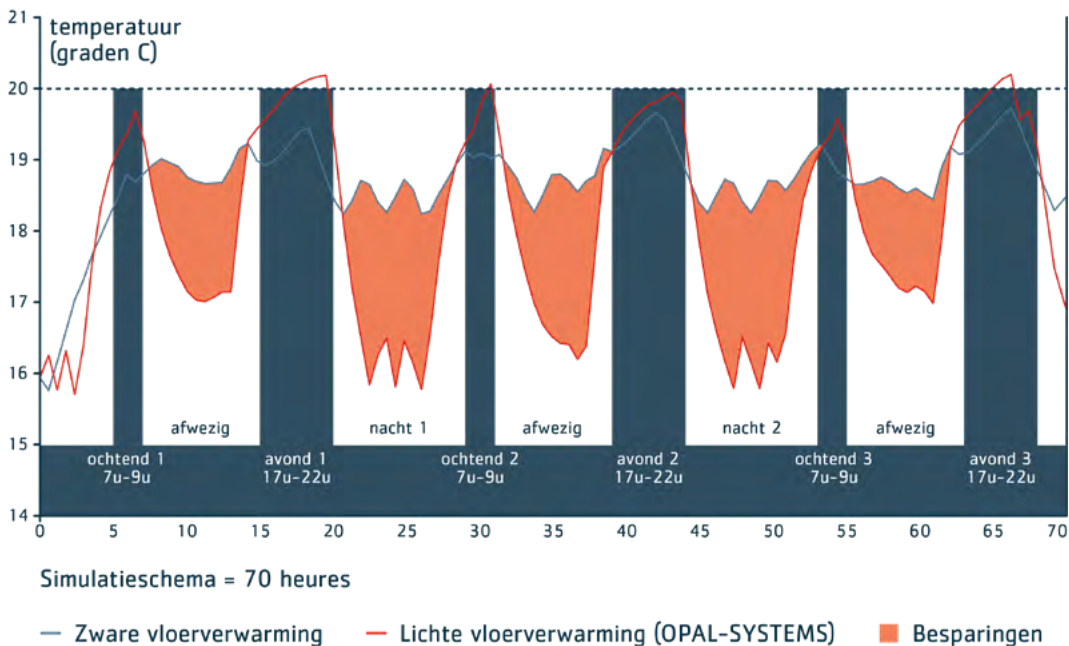
We zien een tijdverschil van 10 minuten tussen het moment waarop er warm water door de leidingen begint te stromen en het moment waarop de oppervlaktetemperatuur van de tegelvloer begint te stijgen (zie bijgevoegde grafiek).

- Minder risico op oververhitting en energieverpilling door toevallige warmtetoevoer (door de zon of interne warmtebronnen).
- De installaties kunnen met onderbrekingen werken (stopgezet als de bewoners afwezig zijn of 's nachts), waardoor er heel wat energie wordt bespaard.



### 3. SPECIFIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFTEEN.

Deze simulatie (zie onderstaande grafiek) toont aan dat het mogelijk is om de warmteafgifte met een licht systeem van OPAL-Systems te vertragen wanneer de bewoners afwezig zijn (van 9 uur 's ochtends tot 5 uur 's middags en 's nachts). In dit specifieke geval wordt rekening gehouden met verminderingen van de afgifte wanneer de zon extra warmte geeft en wordt er volgens de berekeningen jaarlijks zo'n 17% minder energie verbruikt. De weergegevens werden geregistreerd in Saint-Hubert (B).



- OPAL-Systems zorgt voor de volledige verwarming van de lokalen, zonder gebruik te maken van aanvullende radiators om een vertrek terug op temperatuur te krijgen nadat de verwarming een tijd heeft uitgestaan.

### 3. SPECIEKE KENMERKEN EN VOORDELEN VAN OPAL-SYSTEMS DIE BEANTWOORDEN AAN DE TECHNISCH-ECONOMISCHE BEHOEFEN.

---

#### 3.2.4. Geschikt voor de verwarming en verkoeling van lokalen

- Bruikbaar voor de verwarming van vloeren en muren
- Gelijkere verdeling van de temperatuur
- Eenvoudiger en aanpasbaar leidingencircuit om het warmteafgiftevermogen beter te verdelen, de temperatuur in het op te warmen lokaal gelijkmatiger te spreiden en het drukverlies in de circulatiepomp te verminderen.
- Maximale dekking van het vloeroppervlak
- Hoger maximaal vermogen (zonder de reglementaire maximumtemperatuur te overschrijden) omdat de leidingen in een dubbele spiraal zijn geschikt
- Max. verwarmingsvermogen:  $\approx 90 \text{ W/m}^2$  bij  $20^\circ\text{C}$ .
- Max. verkoelingsvermogen:  $\approx 50 \text{ W/m}^2$  bij  $25^\circ\text{C}$ .

#### 3.2.5. Betrouwbaar

- Gebruik van actuele bouwmaterialen
- Eenvoudige productie
- Demonteerbaar (voor eventuele aanpassingen of herstellingen)
- Een unieke combinatie waarbij de gelijmde of gegoten vloerbekleding kan worden versterkt en bevestigd en de warmte horizontaal kan worden verspreid;

## 4. DISTRIBUTIE

---

De vloerverwarmingsleidingen worden gevuld met warm (of koud) water via een (open) verdeler die is aangesloten op een warmwaterinstallatie (of koudwaterinstallatie) zoals een verwarmingsketel of een warmtepomp.

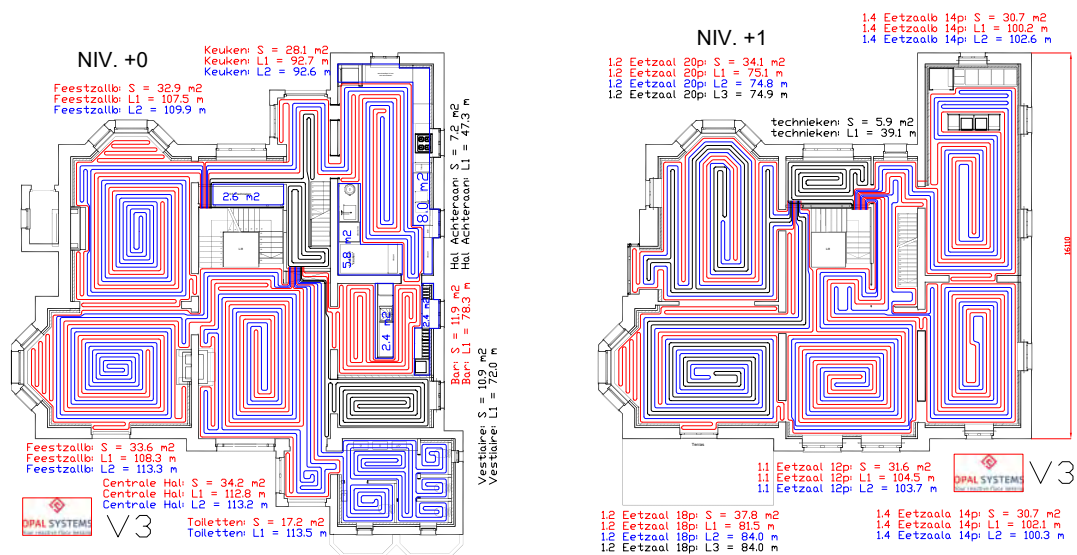
Dankzij de geometrie van de verwarmers van OPAL-Systems zijn de leidingen die tot dezelfde warmtezone behoren, allemaal even lang, waardoor er geen waterzijdige inregeling nodig is tussen de leidingen.

Het waterdebiet in die leidingen kan aangepast worden via één ventiel.



## 5. LEGPLAN

We stellen een plan voor de plaatsing van de vloerverwarming voor, waarop de ligging van de leidingen staat aangeduid. Dat plan houdt rekening met de vastgelegde warmtezones die werden bepaald door de bewoner of de architect.



Opnieuw is er geen waterzijdige inregeling nodig tussen leidingen die verschillende warmtezones bedekken.

Het heeft namelijk geen zin om bepaalde kortere circuits in te perken, zoals wel het geval is bij 'zware' verwarmingssystemen die niet of amper per vertrek te regelen zijn en waarvoor de debietinstellingen vooraf zijn bepaald op basis van de 'nominale' noodzakelijke vereisten van de vertrekken, die verondersteld worden niet te veranderen.

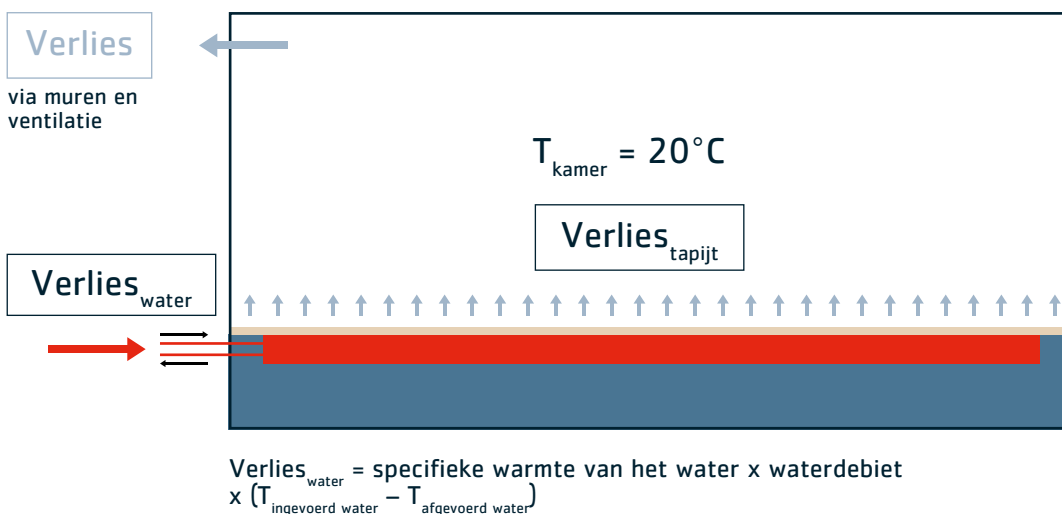
Met het oog op energiebesparing is het mogelijk om een watercirculatiepomp met variabele snelheid te gebruiken die de startdruk voor alle circuits constant houdt, ongeacht de totale watervraag van de verdeler. Het is wenselijk om de afmetingen van de toevoerleidingen af te stemmen op hun lengte en het maximale waterdebiet.

## 6. REGELING

Verschillende vertrekken van eenzelfde gebouw hebben verschillende en sterk uiteenlopende behoeften die exact overeenkomen met hun (positieve of negatieve) warmteverlies. Dat verlies hangt af van de gewenste comfortabele kamertemperatuur die de bewoners hebben ingesteld en de interne (aanwezige mensen, toestellen, verlichting...) en externe warmtetoevoer (zonne-warmte...).

### Warmtebalans

$$\text{Verlies}_{\text{water}} = \text{Verlies}_{\text{tapijt}} = \text{Verlies}$$



De ingestelde temperatuur en de interne warmtetoevoer variëren vooral afhankelijk van de bewoning van de ruimtes, terwijl de externe warmtetoevoer afhangt van de weersomstandigheden.

Om het warmtecomfort in de verschillende vertrekken te behouden, moeten de warmteafgiftesystemen genoeg extra warmte produceren om die extreem variabele verliezen de hele tijd zo goed mogelijk te compenseren.

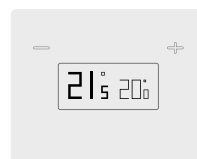
In het geval van het OPAL-systeem gebeurt dat door het waterdebiet aan te passen in de leidingen die warmte naar de verschillende vertrekken voeren afhankelijk van de vraag (thermostaatregeling).

Voor elk gebouw bepalen we welke zones andere warmtebehoeften hebben en waarvoor een onafhankelijke regeling nodig lijkt. Dat zijn de 'warmtezones'. Zie vorige alinea: "Legplan".

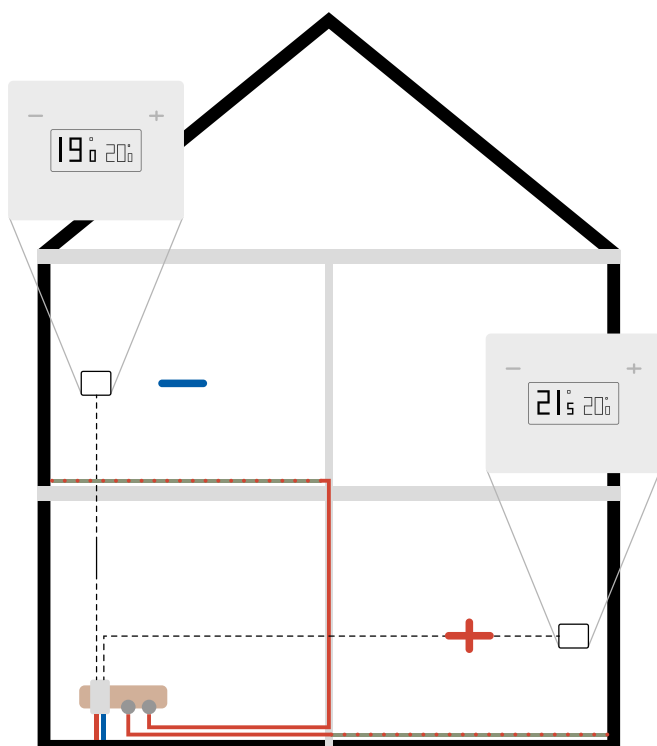
## 6. REGELING

---

In elke warmtezone kunnen we een kamerthermostaat installeren. Die zal de kamertemperatuur meten en de bewoner zal zijn gewenste temperatuur kunnen instellen. Als de ingestelde temperatuur hoger ligt dan de kamertemperatuur, zal de thermostaat een signaal sturen ('vragend lokaal') naar het ventiel dat het waterdebiet naar het betreffende lokaal regelt.



Dat signaal kan worden verzonden via elektrische kabels of radiogolven ('draadloos'). In het eerste geval moeten er kabels ( $3 \times 0,75 \text{ mm}^2$ ) worden gelegd tussen elke kamerthermostaat en het elektrische verdeelblok dat zich dicht bij en boven de verdeler bevindt.



Als een vertrek meer warmte vraagt, zal een motortje het klephuis van het ventiel op de verdeler activeren om water naar dat vertrek te doen stromen.

Als de gevraagde temperatuur bereikt of overschreden wordt, zal de warmwatercirculatie worden onderbroken.

# 7. HET PRINCIPE VAN OPAL-SYSTEMS VOOR DIMENSIONERING EN AFSTELLINGEN.

---

## 1. EEN VEELVOORKOMENDE VRAAG:

ZAL MIJN VLOERVERWARMING ALLEEN STERK GENOEG ZIJN OM MIJN HUIS COMFORTABEL WARM TE MAKEN, OOK MIDDEN IN DE WINTER?

Het vermogen van OPAL-Systems wordt zoals bij alle vloerverwarmingssystemen beperkt door de toegestane maximumtemperatuur voor de bovenkant van de finale vloerbekleding.

Omwille van medische veiligheidsregels die door de wet worden opgelegd, mag die temperatuur – over het algemeen – niet hoger zijn dan 29°C. De norm EN 1264 is van toepassing op ingebouwde hydraulische verwarmings-/verkoelingssystemen voor oppervlakken. Uit die beperking volgt dat het maximumvermogen van de warmteafgifte van vloerverwarming rond 100 W/m<sup>2</sup> ligt.

## 2. DEBIET

– Aangezien de vloerverwarming van OPAL-Systems met een variabel waterdebiet werkt, is het niet nodig om het debiet in de leidingen vooraf te regelen. Die regelingen gebeuren over het algemeen bij de verdeler aan de hand van verbindingssleuven.

Voor de vloerverwarming van OPAL-Systems mag de watercirculatie in alle leidingen niet worden afgeremd (behalve bij uitzonderingen) en moeten de verbindingssleuven allemaal volledig openstaan. Dat geldt ook als de leidingen die aan een verdeler zijn gekoppeld, niet allemaal even lang zijn omdat ze door verschillende vertrekken lopen. Merk op dat de leidingen die door hetzelfde vertrek lopen, ontworpen zijn met praktisch dezelfde lengtes.

Net als bij radiators die zijn voorzien van thermostaatventielen, zal het waterdebiet in de verschillende leidingen voortdurend automatisch worden aangepast om de comfortabele kamertemperatuur te respecteren die de bewoner heeft ingesteld (thermostaatregeling).

Zo kunnen de temperatuurinstellingen zo goed mogelijk worden gehandhaafd, vertrek per vertrek en uur per uur, ongeacht de behoeften. Die variëren voortdurend (vooral in ons klimaat), omdat ze afhangen van de interne en externe warmtetoevoer en het aantal aanwezige bewoners. Het is dus niet nodig om de debieten vooraf te regelen op basis van de theoretische behoeften van het gebouw.

– Om minder elektrische energie te verbruiken, is het aanbevolen om een circulatiepomp met variabele snelheid te gebruiken die de druk in de verdeler constant houdt, ongeacht hoeveel warmte er gevraagd wordt en welke debieten bijgevolg gegarandeerd moeten worden.



## 7. HET PRINCIPE VAN OPAL-SYSTEMS VOOR DIMENSIONERING EN AFSTELLINGEN.

---

- De diameters van de toevoerbuizen van de verdeler moeten groot genoeg zijn om drukverlies te beperken waaruit een onaanvaardbare drukval zou kunnen ontstaan in de verdeler wanneer de vraag stijgt. De afmetingen van die toevoerbuizen moeten worden bepaald op basis van een waterdebiet van 2 liter per minuut en per verbonden buis, een maximaal lineïek drukverlies van 100 à 120 Pa/m en een maximaal drukverlies van 30.000 Pa.
- De circulatiepomp moet in staat zijn om 2 liter per minuut en per verbonden buis te laten circuleren, met een maximaal drukverlies van rond de 15.000 Pa in zowel de vloerverwarmingsleidingen van OPAL als in de verdeler.

## 3. TEMPERATUREN

De watertemperatuur die de warmte-installatie produceert, moet voldoende zijn om de verliezen in de ruimte die het meeste warmte vraagt te compenseren, waarbij u ook rekening moet houden met de aard en de dikte van de finale vloerbekleding en de ingestelde comfortabele temperatuur voor die ruimte.

Dankzij de verwarmingscurve en een buitentemperatuursensor zal de temperatuur worden aangepast op basis van de weersomstandigheden. De theoretische waarde van de watertemperatuur voor de vloerverwarming van OPAL-Systems kan worden bepaald met behulp van het afgiftediagram dat werd opgesteld volgens de EN 1264-norm. Op basis van die gegevens kan een precieze berekening worden gemaakt.

## 8. VRIJ TE HOUDEN RUIMTE

---

De ruimte die u moet vrijhouden, wordt bevestigd in een schema, rekening houdend met het type, de dikte en de bevestigingswijze van de finale vloerbekleding.  
Voor een gelijkde vloerbekleding moet u een ruimte van  $\approx 22$  mm vrijhouden.  
Voor een niet-gelijkde vloerbekleding moet u een ruimte van  $\approx 19$  mm vrijhouden.

## 9. PLAATSING

---

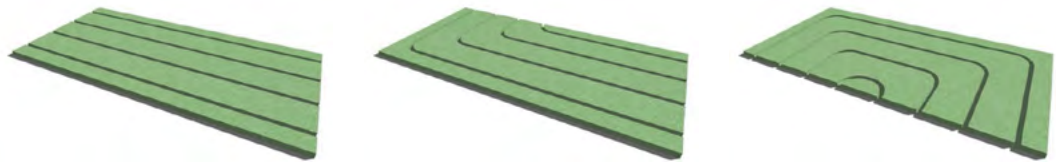
De ondergrond van de OPAL-platen moet stabiel, gaaf, vlak en thermisch geïsoleerd zijn conform de huidige wetgeving. De platen van het OPAL-systeem worden zo op de vloer geplaatst dat ze een dubbele spiraal vormen volgens het geleverde legplan.



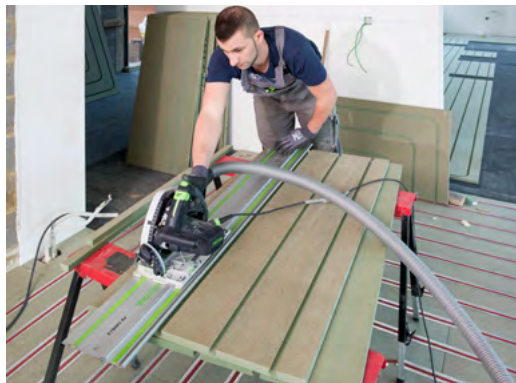
## 9. PLAATSING

---

### 9.1. DE PLATEN

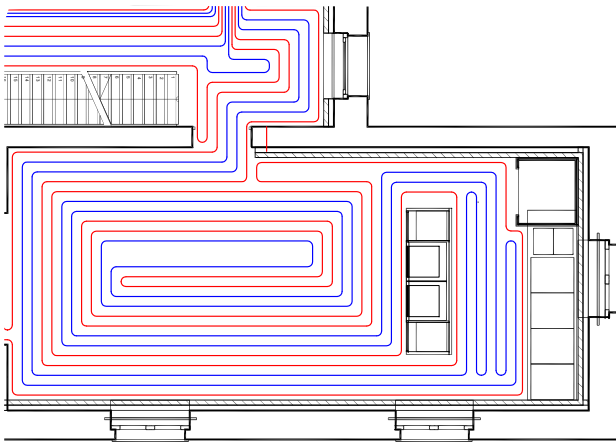


Om lokalen met alle soorten geometrische vormen te kunnen bedekken, hebben we verschillende (11) modellen van platen geprefabriceerd. Ze worden op de werkplaats op lengte gezaagd, op maat van de afmetingen en de vorm van de warmtezones (zie voorbeelden op onderstaande foto's).



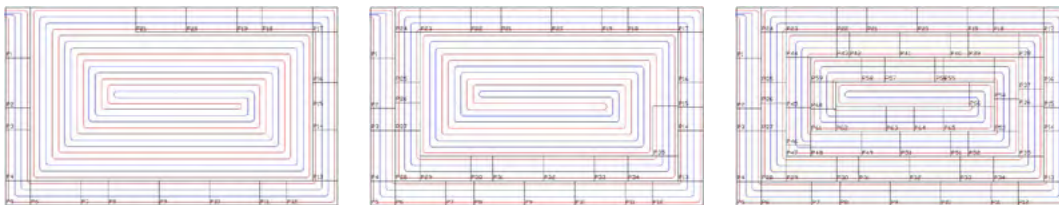
Afhankelijk van het soort ondergrond kunnen de platen worden vastgemaakt met schroeven, klemmen of lijm. Het is ook mogelijk zijn om ze volledig zwevend op de ondergrond te plaatsen.

## 9. PLAATSING



- Om een onderscheid te maken tussen de leidingen die door dezelfde warmtezone lopen op het schema, hebben we verschillende kleuren gekozen.

- De platen worden langs de omtrek van het lokaal geplaatst, beginnend in de hoek waar het water binnenkomt, volgens het geleverde legplan. De richting waarin de platen worden gelegd, moet overeenkomen met de richting van de leidingen (met de wijzers van de klok mee of omgekeerd).



De afmetingen van de platen zijn 1.220 x 600 x 18 mm. Eindpunten die ontstaan door stukken die zijn afgezaagd langs de ene kant, worden gerecupereerd voor de volgende kant.

De platen worden zo geplaatst dat de groeven één lange lijn vormen waarin de leiding kan rusten. Die leiding loopt tot in het midden van het vertrek en komt dan terug naar het punt waar ze het vertrek binnenkwam. In het centrale deel van het vertrek moet meer gezaagd worden.

Soms is het ook nodig om bepaalde zones te vullen met volle platen (zonder leiding) van 18 mm dik die eventueel bedekt worden met een rooster van aluminiumgaas. Dat moet bijvoorbeeld gebeuren onder keukenmeubels.



## 9. PLAATSING

---

### 9.2. DE VERDELER

De verdeler (met omegaprofiel) wordt boven de groef geplaatst en met de hand of de voet erin gedrukt. De profielen van één meter worden achter elkaar gelegd langs de rechte delen van de groef.

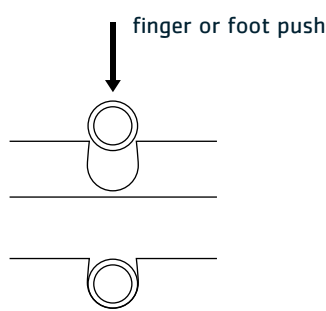


Tussen de profielen laten we een kleine ruimte (~ 1 mm) om te vermijden dat ze elkaar zouden overlappen. Indien nodig worden ze op lengte geknipt met behulp van een specifieke metaalsnijder, om alle onzuiverheden te vermijden die de leidingen zouden kunnen beschadigen.

### 9.3. DE LEIDING

De groef kan worden schoongemaakt met een penseel dat in zeepwater werd gedoopt. Zo voorkomen we dat objecten of resten die de leiding kunnen beschadigen, op de bodem van de groef blijven liggen. De zeep dient ook als smeermiddel om de leiding er gemakkelijker in te krijgen.

De leiding wordt daarna boven de omegaverdeler geplaatst en er stevig ingedruwd met de hand, de voet of een zware walsrol, tot op de bodem van de groef. Nadat ze erin is gedruwd, komt het bovenste deel van de leiding niet hoger dan het platte vlak van de omegaverdeler.



Om de maximale lengte van de leidingen te beperken tot zo'n honderd meter, worden verschillende leidingen parallel geplaatst als de op te warmen warmtezone een grote oppervlakte beslaat. Zo daalt de temperatuur van het water niet te hard tussen het moment waarop het vertrekt en terugkomt, en kan het systeem dus werken met minder warm water. Er gaat ook minder druk verloren.

Met een constante tussenruimte van 15 cm hebben we een leiding van 6,66 m lang nodig om één vierkante meter te bedekken. De maximale oppervlakte die één leiding kan bedekken, is dus  $\sim 100 / 6,66 \approx 15 \text{ m}^2$ .



## 9. PLAATSING

---



Als verschillende parallelle leidingen dezelfde warmtezone verwarmen, zijn hun uiteinden zo verbonden met de verdeler dat de plekken waar de leidingen vertrekken en terug aankomen, afwisselen en de leidingen met elkaar vervlochten zijn, zoals u op de foto hiernaast ziet.

Zo blijft de oppervlaktetemperatuur overal gelijk en hebben de verschillende leidingen gegarandeerd dezelfde lengte (op een paar meter na).

Aangezien de leidingen even lang zijn, is het niet nodig om ze in te regelen met de verbindingskleppen van de verdeler.

Dit plaatsingsprincipe vindt u ook terug op het legplan

### 9.3.1. Vullen met water en testen van de waterdichtheid van de leidingen

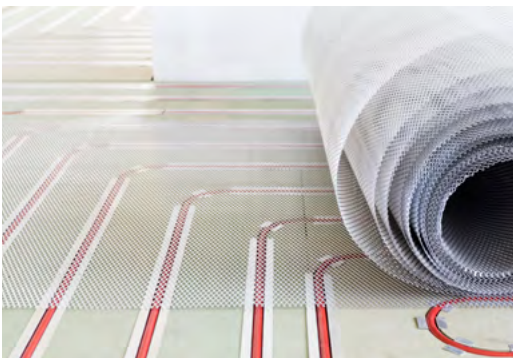
De roosters (zie hieronder) en de finale vloerbekleding mogen pas worden geplaatst nadat u hebt getest of de leidingen van de vloerverwarming waterdicht zijn. De leidingen blijven één dag onder druk liggen.

De lucht die zich in de leidingen bevindt, wordt er volledig uitgejaagd door overvloedig stromend water. Het water wordt toegevoerd via de verdeler, waarvan één uiteinde dient voor de afvoer (via de goot). Na de test wordt de werkdruk van het water voor de vloerverwarming teruggebracht tot  $\approx 1,5$  bar.



### 9.4. HET ROOSTER

Het rooster van aluminiumgaas wordt geleverd in rollen van 25 m lang en één meter breed. Het wordt op de houten ondergrond vastgemaakt met nietjes die om de ~ 15 x 15 cm worden geschoten, zodat een mooi effen oppervlak ontstaat waarop de uiteindelijke vloerbekleding kan worden geplaatst.



Indien nodig zal het rooster moeten worden geknipt om aan te sluiten op de geometrische vorm van het lokaal. De roosters worden in stroken naast elkaar geplaatst, zodat ze elkaar niet overlappen, om een effen oppervlak te garanderen.



## 9. PLAATSING

---

### 9.5. PLAATSING VAN DE FINALE VLOERBEKLEDING

#### 9.5.1. Gelijkde finale vloerbekleding

Om ervoor te zorgen dat de warmte zo goed mogelijk wordt overgedragen naar de finale vloerbekleding, moet de volledige oppervlakte van die bekleding worden verlijmd. Tegelvloeren mogen in geen geval op lijmdotten worden geplaatst.

De mortellijm die u gebruikt, moet conform het Europese reglement voor 'mortellijm' zijn en voldoen aan de vereisten voor vervormbaarheid die werden bepaald voor klassen S1 en S2.

##### Tegelvloer



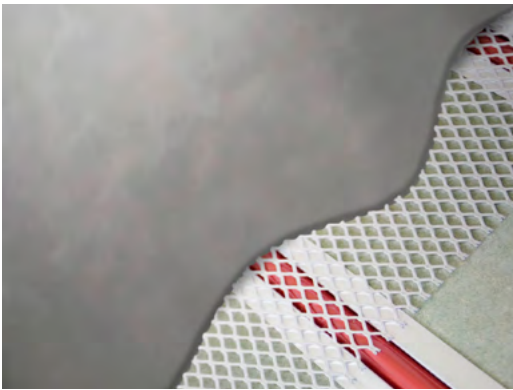
##### Parket



Voor parketvloeren van verlijmd hout moet u de aanbevelingen van parketspecialisten volgen inzake de voorwaarden voor de plaatsing (vochtigheid), de maximale breedte en dikte van de planken, de houtsoorten... die geschikt zijn voor vloerverwarming.

### 9.5.2. Gegoten finale vloerbekleding

Een gietvloer wordt rechtstreeks op het rooster aangebracht en zal het volledig onderzetten. Om minder materiaal te moeten gebruiken, is het mogelijk om spleten langs de muren te dichten met een viskeuzer product.



Decoratieve gegoten vloerbekleding



Egaline met glasvezel kan bijvoorbeeld dienen als basis om linoleum of tapijt op te leggen.

### 9.5.3. Zwevende finale vloerbekleding (zwevend parket)

U kunt het parket ook op de verwarmingsleidingen plaatsen. De leverancier beveelt een geluid-dempende ondervloer aan, om te vermijden dat de planken te veel kraken wanneer het ineensluitende systeem licht beweegt.



## 9. PLAATSING

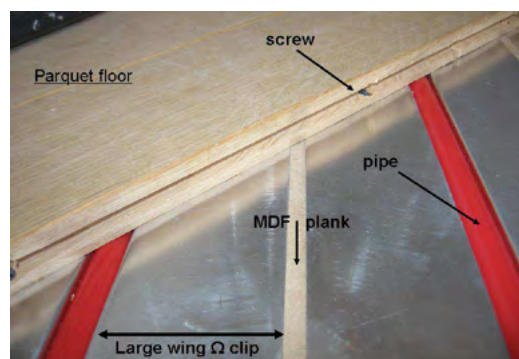
---



De planken kunnen ook worden gelijmd op hun randen.

Volg de aanbevelingen van parketspecialisten inzake de voorwaarden voor de plaatsing (vochtigheid), de maximale breedte en dikte van de planken, de houtsoorten... die geschikt zijn voor vloerverwarming.

### 9.5.4. Vastgespijkerde of -geschroefde finale vloerbekleding (parket)



De spijkers of schroeven kunnen gemakkelijk door de brede verdelers worden geslagen of geschroefd. Ook hierbij moet u de aanbevelingen van parketspecialisten volgen inzake de voorwaarden voor de plaatsing (vochtigheid), de maximale breedte en dikte van de planken, de houtsoorten... die geschikt zijn voor vloerverwarming.



# 10. ONDERSTRUCTUUR

---

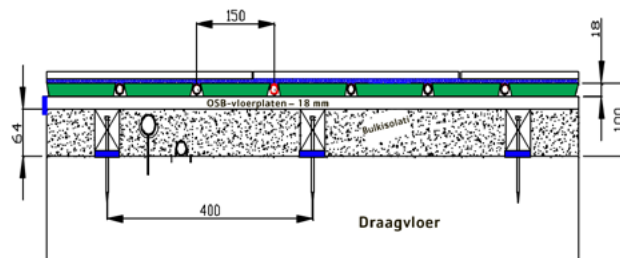
De vloerverwarmingsplaten moeten op een gave, stabiele, vlakke ondergrond met warmte- en eventueel geluidsisolatie worden geplaatst.

Er bestaan tal van oplossingen. De keuze zal afhangen van de beschikbare ruimte, het isolatieniveau, het type isolatie, de kostprijs, de plaatsingstijd...

## VOORBEELDEN:

### 10.1. OP EEN NIEUWE VLOER

- Door bevestiging op geïsoleerde balklaag bedekt met dragende spaanplaten (OSB, SB7...)



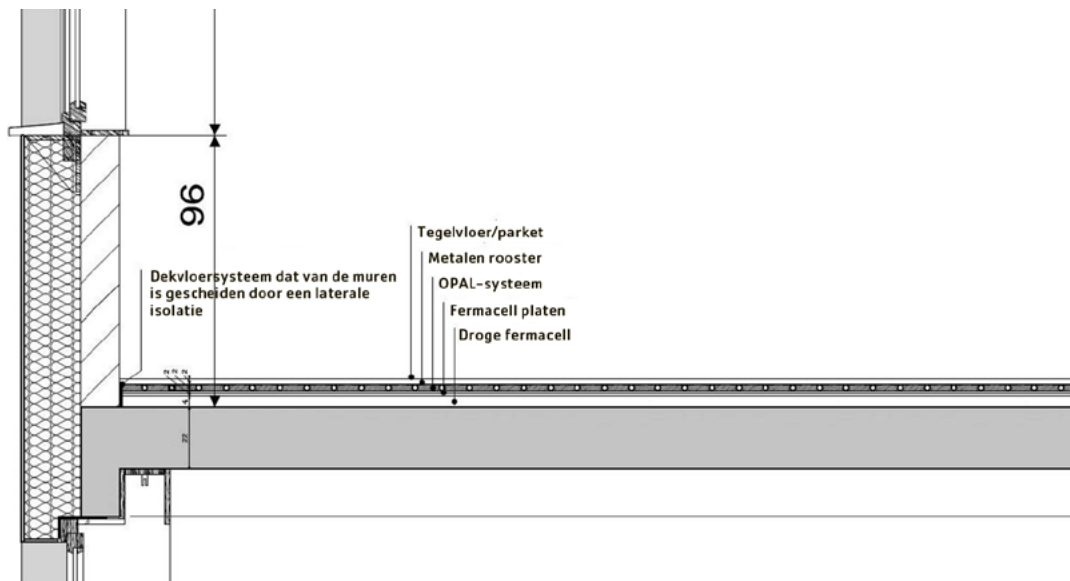
- Door vast te lijmen op natte dekvloer



## 10. ONDERSTRUCTUUR

---

- Droge dekvloer

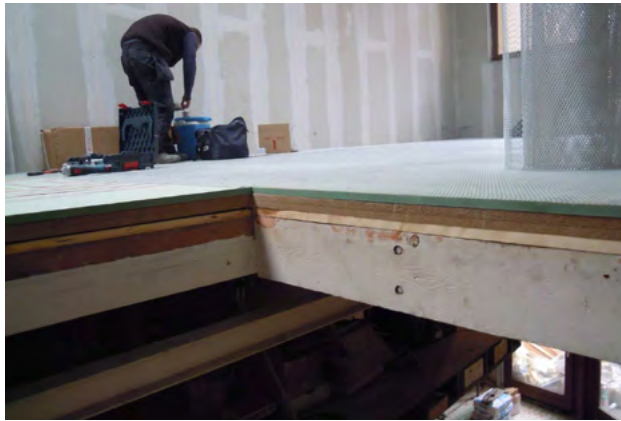


- Op een isolatielaag (pareltjes van geëxpandeerd polystyreen gemengd met cement) bedekt met egaline



### 10.2. OP EEN BESTAANDE VLOER

- Oud parket + isolatiepanelen (houtwol, PU, PIR...)



- Oud parket dat werd geïsoleerd door insufflatie





## 10. ONDERSTRUCTUUR

---

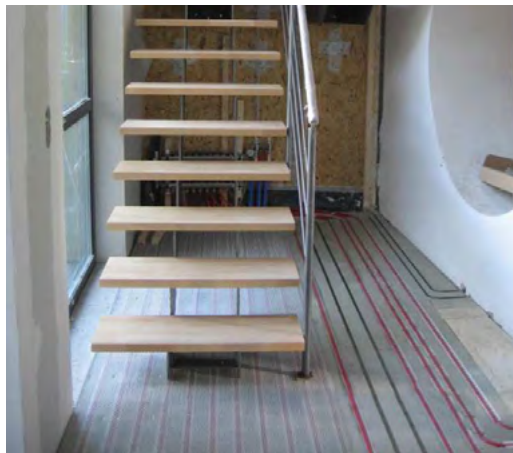
- Zwevend of gelijmd op oude tegelvloer of tapijt + isolatiepanelen



### 10.3. OP MUREN (ITALIAANSE DOUCHE)



### 10.4. INTEGRATIE VAN TRAPPEN, SPOTS, STOPCONTACTEN, AFSTAPJES EN WATERVOORZIENING...



U moet deze vrij te houden plaatsen op een duidelijke manier op de vloer aanduiden voor de vloerverwarming wordt geplaatst.

# 11. BEREKENING VAN HET WARMTEAFGIFTEVERMOGEN

---

De nominale warmteafgifte wordt berekend op basis van technische informatienota nr. 170 van het WTCB.

## **Warmteafgiftevermogen ( $W/m^2$ ):**

### **via de vloer:**

- $8,92 (T_{O,g} - T_{kamer})$  1,1 in verwarmingsmodus;
- $7 (T_{O,g} - T_{kamer})$  in afkoelmodus;

### **via het plafond:**

- $8,92 (T_{O,g} - T_{kamer})$  1,1 in afkoelmodus;
- $6 (T_{O,g} - T_{kamer})$  in verwarmingsmodus;

### **via de verticale muren**

- $8 (T_{O,g} - T_{kamer})$

### **Met**

- $T_{O,g}$  = de gemiddelde temperatuur van het vloeroppervlak;
- $T_{kamer}$  = de werkingskamertemperatuur van het lokaal;

Als de nominale warmtebehoefte van alle warmtezones bekend zijn, is het mogelijk om voor elke zone te berekenen hoe warm de bovenkant van de finale vloerbekleding moet worden. Daarbij wordt rekening gehouden met het vloeroppervlak dat beschikbaar is voor verwarming en met de opgegeven comfortabele temperatuur.

Eens die oppervlaktetemperaturen zijn bepaald, kunnen het debiet en de starttemperatuur van het water per warmtezone worden berekend op basis van de aard en de dikte van de finale vloerbekleding. Het warmteverlies langs de onderkant wordt ook meegerekend. Dat verlies hangt af van de thermische weerstand van de lagen die onder de vloerverwarmingsleidingen liggen.

In verwarmingsmodus zal de oppervlaktetemperatuur de grenswaarden die in de normen zijn vastgelegd, niet mogen overschrijden:

- randzones:  $35^{\circ}C$ ;
- centrale zones in leefruimten:  $29^{\circ}C$ ;
- centrale zones in badkamers:  $33^{\circ}C$ ;

De hele installatie zal werken op de hoogste temperatuur die vereist is voor de watertoevoer naar een bepaalde warmtezone. De andere zones zullen functioneren op water met dezelfde starttemperatuur, maar met een lager debiet.

Per zone zal het debiet automatisch aangepast worden via regulering, afhankelijk van waar er meer warmte nodig is.

Deze berekeningen staan samengevat in een spreadsheet die u rechtstreeks kunt gebruiken.

## 12. WARMTEBRONNEN

---

De verwarming kan op eender welke warmte-installatie worden aangesloten:

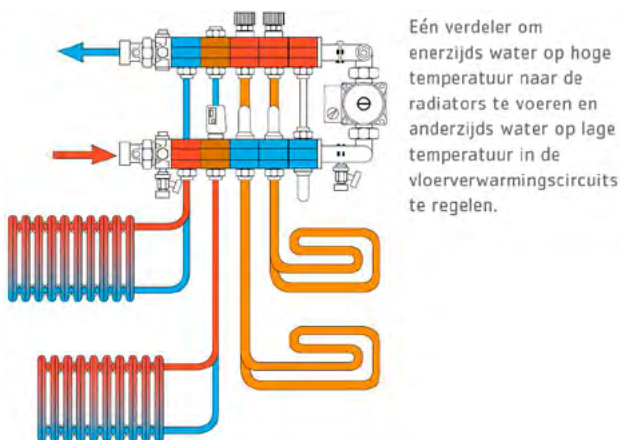
### 12.1. VERWARMINGSKETELS

Gas-, stookolie-, hout-, elektrische ketel, zonneboiler...

### 12.2. WARMTEPOMP

Lucht-water, bodem (verticaal) - water, bodem (horizontaal) - water, water-water...

### 12.3. COMBINATIE MET ANDERE VERWARMINGSSYSTEMEN OP HOGERE TEMPERATUUR



Het gebruik van vloerverwarming kan worden gecombineerd met andere verwarmingssystemen (radiators).

In dat geval kan een mengsysteem het warmere water afkomstig uit de verwarmingsketel en het water dat terugkomt uit de vloerverwarming, mengen om water op lage temperatuur te maken dat geschikt is voor de vloerverwarming.



**OPAL-Systems - BELGIË**

127, Avenue de Mersch,  
B-6700 Aarlen

**OPAL-Systems - ZWITSERLAND**

20 a, Chemin de la Poudrière,  
CH-1950 Sion

**OPAL-Systems - LUXEMBURG**

6, Jos Seyler Strooss,  
L-8522 Beckerich

**OPAL-Systems - FRANKRIJK**

5, rue Traversière,  
F-94470 Boissy-Saint-Léger