

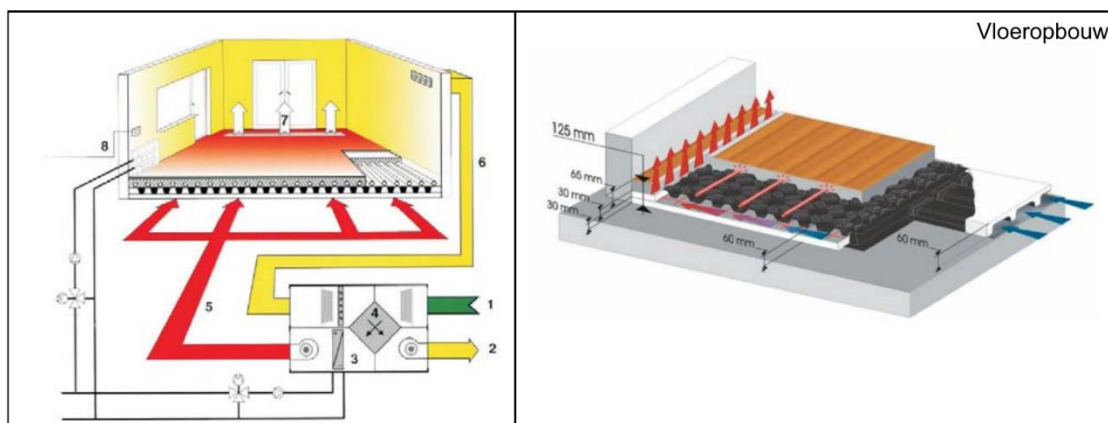
## Notitie

**Projectnr:** 2100437  
**Projectnaam:** Kwaliteitsverklaring ClimaLevel

**Betreft:** Onderbouwing BENG-berekening  
**Datum :** 11 oktober 2021  
**Opmaak door:** Eric Willems  
**Bijlage(n):** Resultaten CFD-modelberekeningen  
Tabel 3.27 uit NTA8800

### 1. Inleiding

ClimaLevel Nederland brengt onder de naam ClimaLevel een compleet klimatiseringssysteem op de markt. Dit systeem kan worden toegepast in woningen, kantoren en scholen. Het is een compact klimaatsysteem en voorziet in een watervoerend leidingsysteem voor verwarmen en koelen, gecombineerd met een luchtkanalsysteem voor ventilatielucht (zie figuur 1).



Figuur 1. Schematische weergave van het ClimaLevel vloerverwarmings- en klimaatsysteem.

Traditionele vloerverwarmingssystemen worden ontworpen aan de hand van ISSO-publicatie 49. Met deze methode kunnen we ontwerpaanvoer- en gemiddelde watertemperatuur, leidingafstand en afgegeven vermogen bepalen.

De vloer van ClimaLevel geeft vergelijkbare warmtevermogens af zoals een traditionele vloer maar doet dat bij structureel lagere watertemperaturen. Deze lagere watertemperaturen hebben een positieve invloed op de BENG-score omdat de COP van warmtepompen structureel hoger is. Daarnaast zorgt een lagere ontwerpaanvoertemperatuur voor een stabielere en rustigere regelgedrag van de verwarmingsinstallatie en een gelijkmatigere comfortbeleving.

Het doel van dit onderzoek in opdracht van ClimaLevel Nederland is het verkrijgen van inzicht in de verbetering van de BENG-score door het toepassen van het ClimaLevel klimaatsysteem. In deze kwaliteitsverklaring is eerst bepaald welke verlaging van de gemiddelde watertemperatuur wordt gerealiseerd. Vervolgens zijn de consequenties voor de verbetering van de BENG-score aangegeven.

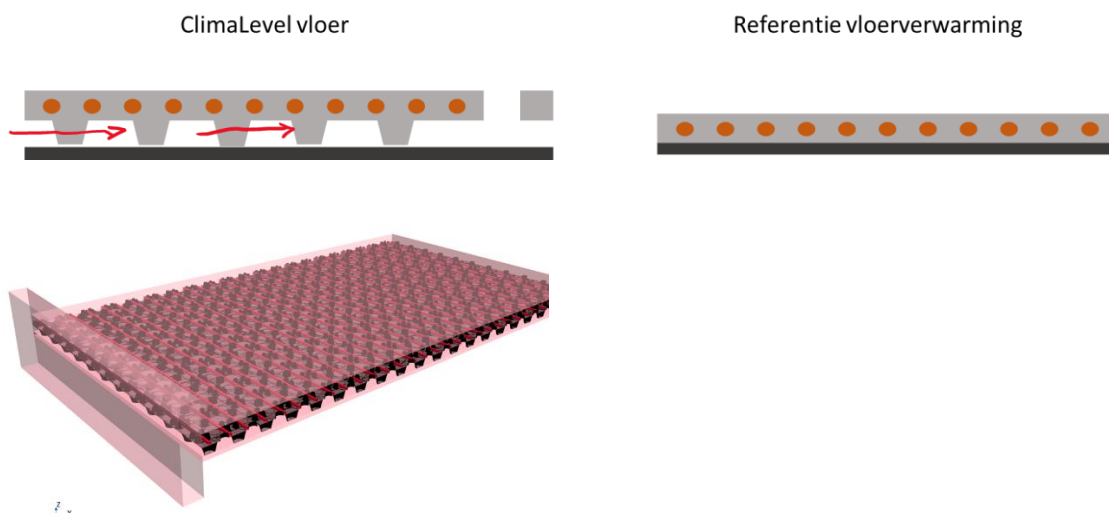
## 2. Ontwerptemperatuur ClimaLevel

Uit een transmissieberekening wordt het maximale gevraagd vermogen voor een vertrek in een gebouw bepaald. Voor dit vermogen maakt ClimaLevelNederland (CLN) een ontwerp waarbij keuzes gemaakt worden voor de temperaturen van de watervoerende buizen in de vloer. Onderstaand staat beschreven hoe ClimaLevel een lagere ontwerptemperatuur kan realiseren dan een traditionele vloerverwarming. Deze lager temperatuur heeft een voordeel bij de warmteopwekking door warmtepompen, en daardoor ook in het BENG-resultaat.

### 2.1. Opzet rekenmodel

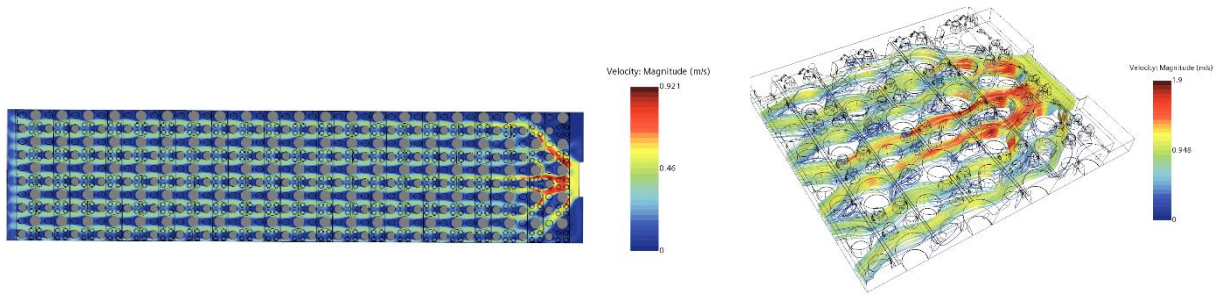
Om de watertemperatuur te berekenen bij bepaalde warmtevermogens is de vloer van ClimaLevel gemodelleerd in een CFD-model (Computational Fluid Dynamics). In een dergelijk fysisch correct model worden warmte- en luchtstroming fysisch zeer gedetailleerd berekend. Hierbij zijn alle drie de vormen van warmteoverdracht - geleiding, straling en convectie - opgenomen. Ter validatie van het model zijn er berekeningen gemaakt van een traditionele vloerverwarming, waarbij de resultaten zijn vergeleken met de nomogrammen uit ISSO-publicatie 49. Uit deze vergelijking leiden we af welke verlaging van de ontwerpaanvoertemperatuur is gerealiseerd.

In onderstaande figuur zijn de modellen weergegeven.

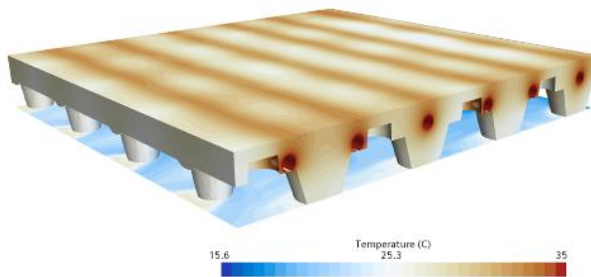


Figuur 2. Model van de ClimaLevel vloer (links) en de traditionele vloerverwarming (rechts).

De resultaten van de modelberekening zijn samengevat in getalswaarden. Deze resultaten zijn opgenomen in Bijlage I bij deze notitie. De onderstaande plaatjes in figuur 3 en 4 laten de werking van het model zien, en geven een beeld van het detailniveau en de fysische correctheid van het model. De getalswaarden zijn uit deze berekeningen afgeleid.



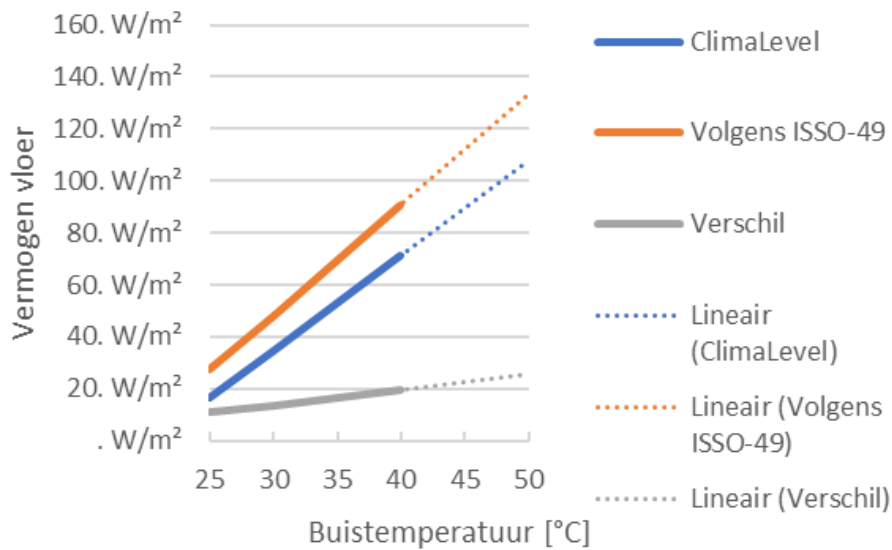
Figuur 3. Bovenaanzicht en detailopname van het warmtestroom model. Weergegeven is de luchtsnelheid door de vloer.



Figuur 4. Voorbeeld van een rekenresultaat waarin de temperatuurverdeling in het model is weergegeven.

2.2. Rekenresultaten

Uit de CFD-berekeningen is bepaald welke vermogen er door de vloer wordt afgegeven met de daarbij behorende watertemperaturen in de vloerverwarmingsleidingen. De resultaten zijn samengevat in de onderstaande figuur.



Figuur 5. Gemiddelde vloertemperatuur bij gelijk warmtevermogen voor de ClimaLevel en ISSO-publicatie 49. In bijlage I staan de getalswaarden waarin de rekenresultaten van de CFD-modelberekeningen zijn uitgedrukt.

### 3. Toepassing in BENG-berekeningen

Bij een omgevingsvergunning is een BENG-berekening de aangewezen methode om de energiezuinigheid volgens het Bouwbesluit aan te tonen. In een BENG-berekening volgens NTA8800 is de ontwerpaanvoertemperatuur een belangrijk ontwerpgegeven voor de efficiency van de warmteopwekker (o.a. tabel 3.27). Indien de ontwerpaanvoertemperatuur lager kan worden gekozen neemt de energie efficiency toe en daarmee verbetert de BENG-score. De BENG-uitkomst kent die subscores: Warmtevraag = BENG1; Primair energiegebruik = BENG2 en Duurzame energieopwekking = BENG3.

In dit geval verbetert door de lagere aanvoertemperatuur de BENG2-score (minder primaire energie) en de BENG3-score (meer duurzame opwekking).

Hiertoe is figuur 5 omschreven naar een tabel met ontwerpaanvoertemperaturen.

Tabel 1. De ontwerpaanvoertemperaturen bij verschillende warmtevermogens.

Warmtevermogen	ISSO-49 deltaT=10K	ClimaLevel deltaT=5K
W/m <sup>2</sup>	T <sub>aanv</sub> [°C]	T <sub>aanv</sub> [°C]
40	37	31
60	42	35
80	47	39
100	52	43
120	57	47

Voor de vloer van ClimaLevel is een lagere ontwerpaanvoertemperatuur van 5-10K mogelijk. Dit leidt tot hogere COP van elektrische warmtepompen van ca. 0,3 tot 0,5 COP-punt. Op twee manieren kan dit effect in een BENG berekening worden verwerkt. Ten eerste op een forfaitaire wijze volgens tabel 3.29 van NTA8800 (zie bijlage II). Ten twee kan gekozen worden uit kwaliteitsverklaringen van diverse warmtepompleveranciers zoals die bij Bureau CRG in de databank staan.

De beide methodes geven aan dat er een duidelijk hogere COP wordt gerealiseerd door deze lagere ontwerpaanvoertemperatuur. In de onderstaande tabel is een indicatie aangegeven wat de invloed op de BENG2 en BENG3-scores. Hier is uitgegaan van een voorbeeldwoning van ca. 275 m<sup>2</sup> gebruiksovervlakte.



Tabel 2. Overzicht van de BENG-scores bij verschillende ontwerpaanvoertemperaturen en COP's op forfaitaire wijze en via nader te kiezen kwaliteitsverklaring.

Ontwerpaanvoer- temperatuur	COP indicatie NTA	BENG2- score	BENG3- score	COP indicatie kwaliteitsverklaring	BENG2- score	BENG3- score
Lucht-water warmtepomp °C	T <sub>aanv</sub> [°C]	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	T <sub>aanv</sub> [°C]	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
30	3.50	37.29	64.5	4.5	32.07	68.9
35	3.35	38.36	63.5	4.2	33.69	67.5
40	3.15	40.20	62.0	4.0	34.91	66.5
45	3.00	41.75	60.7	3.9	35.57	65.9
50	2.80	43.98	56.9	3.8	36.26	65.3
55	2.60	46,65	56.8	3.6	37.76	64.0

#### 4. Koelvermogen

Met de ClimaLevel vloer kan ook gekoeld worden. Door koeling in BENG aan te geven wordt er automatisch voldaan aan TO-juli, de indicator voor oververhitting in de zomerperiode.

Het benodigde koelvermogen hangt af van het bouwkundig ontwerp van een woning en kan sterk verschillen. Bij grotere glasoppervlakte kan de koelbehoefte groter zijn. In de onderstaande tabel staat aangegeven wat de koelvermogens van ClimaLevel zijn ten opzichte van een traditionele vloerkoeling.

Tabel 3. Koelvermogens bij vloerkoeling bij een ruimtetemperatuur van 23°C

Aanvoertemperatuur	ISSO-49 deltaT=5K	ClimaLevel deltaT=5K (tegelvloer)	ISSO-49 deltaT=5K (dunne afwerklaag)	ClimaLevel deltaT=5K (dunne afwerklaag)
T <sub>aanv</sub> [°C]	P <sub>koel</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	P <sub>koel</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	P <sub>koel</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	P <sub>koel</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
16	24	36	18	30
17	18	29	12	23
18	13	22	8	17
19	9	16	5	12
20	5	10	2	7

Bij een dunne afwerklaag zoals parket of PVC heeft de vloer van ClimaLevel ongeveer het dubbele aan koelvermogen ten opzichte van een traditionele vloerkoeling.

## 5. Conclusie

In deze notitie is aangetoond dat ClimaLevel een zelfde verwarmingsvermogen kan afgeven bij lager ontwerpaanvoertemperatuur van de warmteopwekker, bijvoorbeeld een warmtepomp, ten opzichte van een traditionele vloerverwarming.

Met de verlaagde ontwerpaanvoertemperatuur is een voordeel op de BENG2-score en op de BENG3-score te realiseren van ca. 15%. Bij een woning van 250 m<sup>2</sup> BVO bedraagt dit ca. 2100 kWh wat bijvoorbeeld een reductie kan inhouden van ca. 8-11 m<sup>2</sup> PV-panelen.

De koeling van de ClimaLevel-vloer wordt geleverd op een hoog temperatuurniveau dat bijdraagt aan een efficiënter energiegebruik voor koude-opwekking. In de BENG-berekening komt dit tot uitdrukking door de hogere COP van de koudeopwekker zoals die geselecteerd kan worden bij de passende ontwerptemperatuur voor koeling.

Bij vloerkoeling levert ClimaLevel een substantieel groter koelvermogen (ca. 50-80% groter) dan een traditionele vloerkoeling. Ten opzichte van een traditionele vloerkoeling levert dit hierdoor een energiebesparing op. In een BENG-berekening is het koelvermogen geen invoergegeven en kan daardoor niet bijdragen aan een betere BENG-score. Het grotere koelvermogen draagt wel bij aan een grotere comfortbeleving in de zomerperiode.

**Bijlage I**

Rekenresultaten vloervermogens uit de CFD-berekening

totaal energie AFGEGEVEN				
temp buis	vloer: climalevel	vloer: referentie	$\Delta$	
25 °C	76.8 W	51 W	25.8 W	16.5 W/m <sup>2</sup>
30 °C	145.7 W	108 W	37.7 W	34.8 W/m <sup>2</sup>
35 °C	213 W	164 W	49 W	52.9 W/m <sup>2</sup>
40 °C	-	221 W	-	71.3 W/m <sup>2</sup>

totaal energie BUIS				
temp buis	vloer: climalevel	vloer: referentie	$\Delta$	
25 °C	105.6 W	84.5 W	21.1 W	27.3 W/m <sup>2</sup>
30 °C	186 W	150 W	36 W	48.4 W/m <sup>2</sup>
35 °C	266.78 W	216 W	50.78 W	69.7 W/m <sup>2</sup>
40 °C	-	282 W		91. W/m <sup>2</sup>

**Bijlage II**

Tabel 3.27 uit NTA8800. Forfaitaire waarde voor de ontwerpaanvoertemperatuur en COP

**Tabel 9.27— Gemiddelde prestatiecoëfficiënt,  $COP_{g;mi}$ , voor verwarming door warmtepompen of elektrische verwarming voor de categorie woningbouw in maand  $mi$** 

Opwekker $gi$	Gemiddelde prestatiecoëfficiënt					
	$COP_{g;mi}$					
Lokale en centrale elektrische verwarming	1,0					
Ontwerpaanvoertemperatuur $\theta_{sup}$	$\theta_{sup} \leq 30\text{ °C}^b$	$30\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 35\text{ °C}^b$	$35\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 40\text{ °C}$	$40\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 45\text{ °C}$	$45\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 50\text{ °C}$	$50\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 55\text{ °C}$
Elektrische warmtepomp, met als bron:						
— bodem	$4,0 \times c_{source}^a$	$3,8 \times c_{source}^a$	$3,6 \times c_{source}^a$	$3,4 \times c_{source}^a$	$3,2 \times c_{source}^a$	$3,0 \times c_{source}^a$
— grondwater	$4,7 \times c_{source}^a$	$4,5 \times c_{source}^a$	$4,3 \times c_{source}^a$	$4,1 \times c_{source}^a$	$3,9 \times c_{source}^a$	$3,7 \times c_{source}^a$
— buitenlucht <sup>c</sup>	2,40	2,40	2,35	2,30	2,30	2,25
— warmte uit retour-/afvoerlucht	3,90	3,65	3,55	3,45	3,35	3,25
elektrische warmtepomp, met een COP die voldoet aan de in tabel 9.28 gegeven eisen, met als bron:						
— bodem	$4,55 \times c_{source}^a$	$4,4 \times c_{source}^a$	$4,25 \times c_{source}^a$	$4,1 \times c_{source}^a$	$3,9 \times c_{source}^a$	$3,7 \times c_{source}^a$
— grondwater	$5,2 \times c_{source}^a$	$5,0 \times c_{source}^a$	$4,8 \times c_{source}^a$	$4,6 \times c_{source}^a$	$4,4 \times c_{source}^a$	$4,2 \times c_{source}^a$
— buitenlucht	3,50	3,35	3,15	3,00	2,80	2,60
Door of met een gasmotor aangedreven warmtepomp of gasabsorptiewarmtepomp in een collectieve gebouwinstallatie niet behorend tot externe warmtelevering, met als bron:						
— bodem	$1,35 \times c_{source}^a$	$1,3 \times c_{source}^a$	$1,25 \times c_{source}^a$	$1,2 \times c_{source}^a$	$1,15 \times c_{source}^a$	$1,1 \times c_{source}^a$
— grondwater	$1,35 \times c_{source}^a$	$1,3 \times c_{source}^a$	$1,25 \times c_{source}^a$	$1,2 \times c_{source}^a$	$1,15 \times c_{source}^a$	$1,1 \times c_{source}^a$
— buitenlucht	1,25	1,2	1,15	1,1	1,05	1,0