

PCM Klimaatvloer in Scholen - Verwarming

Principe

In de winter neemt het faseovergangsmateriaal gedurende de dag de warmte op die het gebouw zelf, de daarin aangebrachte verlichting, de geplaatste apparaten en de gebruikers produceren. Deze opgeslagen thermische energie zal 's nachts geleidelijk weer aan het gebouw worden afgegeven. Het gebouw koelt minder uit, wat ervoor zorgt dat het minder nodig is om het gebouw 's ochtends weer op te warmen of op temperatuur te houden.

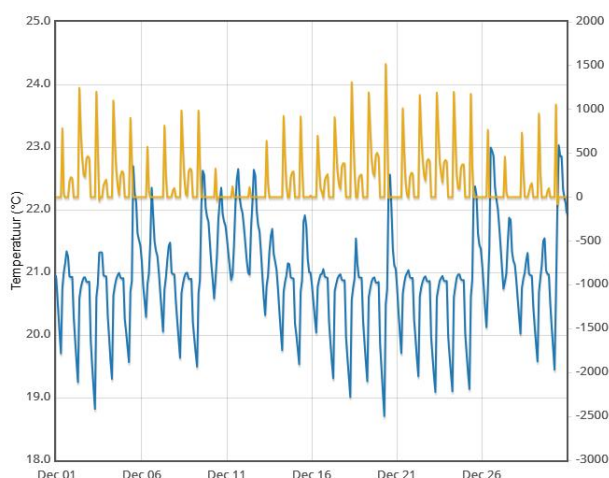
Theoretisch benadering – Orange Climate rekentool

Op basis van de rekenmethodiek van de NTA-8800 en NEN-5060 1% kan met de rekentool van Orange Climate een warmtesimulatie van een gebouw of ruimte berekend worden. Met dit dynamische rekenmodel wordt aan de hand van bouwkundige en installatietechnische aspecten gerekend aan comfort, energieverbruik en opgesteld vermogen. Hierbij wordt voor een lokaal van 50 m² uitgegaan van bouwbesluit isolatie met verwarmde ruimte erboven, 25 m² glasoppervlakte op zuid, voorzien van buitenzonwering en een interne warmtelast van 20 W/m² (25 personen, apparatuur en verlichting).

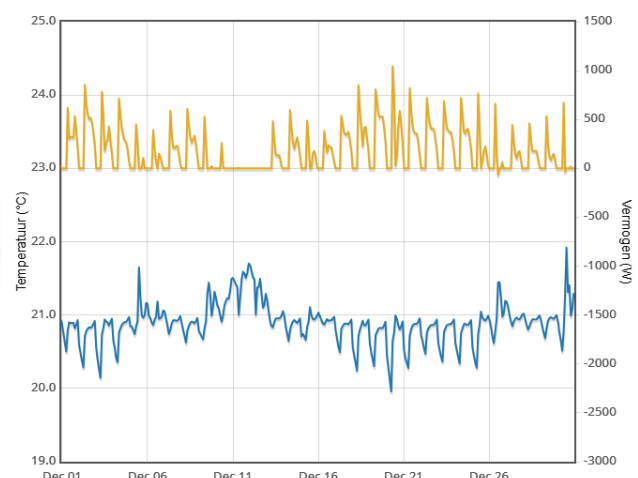


Onderstaande uitkomsten geven de gevraagde verwarmingsvermogens (geel) in kilowatt weer tegenover de ruimtetemperatuur (blauw) in graden Celsius in de maand december. Op basis van eerder vernoemde uitgangspunten is hieruit te concluderen dat er ca. 1,5 kW_{th} piekvermogen benodigd is **zonder** PCM en ca. 1,0 kW_{th} **met** PCM, een verlaging van 30% op het opgesteld vermogen.

Door de toevoeging van thermische massa en de energieopslag van het PCM-materiaal resulteert dit ook in stabiele binnentemperatuur, waardoor het comfort zal toenemen, het energieverbruik afneemt en de opwekker minder vaak hoeft in te schakelen.



Figuur 1, zonder PCM



Figuur 2, met PCM

Praktijkresultaten

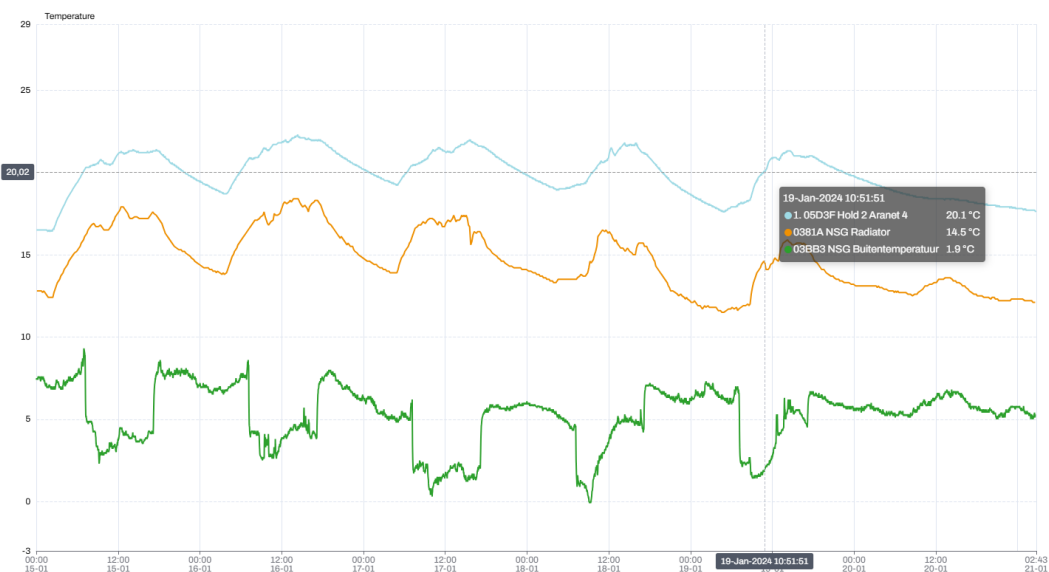
In de theoretische resultaten zien we een verlaging van het opgesteld vermogen, lager energieverbruik en verbetering van het comfort. Maar hoe is dit in de praktijk?

Bij schoolgebouwen bestaat over het algemeen een stabiele hoge bezetting in de klaslokalen met 25 tot 30 kleine warmtebronnen, die de warmte in de ruimte verzorgen.

Bij een basisschool in Nijmegen (NSG) is een PCM-klimaatplafond toegepast bij een bestaand schoolgebouw, voorzien van radiatoren en een ventilatorconvactor voor de directe toevoer van ongeconditioneerde buitenlucht. Daarbij is een temperatuurmeting uitgevoerd voor de periode december '23 – februari '24 in onderstaande grafieken:



Figuur 3; De radiator schakelde in bij een buitentemperatuur < 10 graden, op verzoek aangepast vanaf 07-12 naar een ander setpoint om de warmteopslag van PCM beter te benutten.



Figuur 4; Ondanks een lage buitentemperatuur (< 10 graden) en minimale inzet van de radiator, koelt de ruimte maar beperkt af en wordt door externe en interne warmtelast weer verwarmd tot 21,5-22,0 graden.

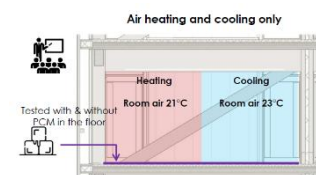
Simulatiestudie



Samen met het adviesbureau Climetric is een verdiepende studie uitgevoerd. In deze studie is een parametrisch model van een klaslokaal en bezetting opgesteld. In dit model worden verschillende opties op gebied van bouwfysica, gebruik van de ruimte, installatietechnische opzet en installatietechnische instellingen tegelijk gesimuleerd, in varianten met en zonder de toepassing van PCM Klimaatvloer. Het model is gemaakt in het internationaal breed gedragen softwarepakket Energy+, met behulp van inputs die gegenereerd zijn door de programma's Rhino voor 3D ontwerp, en Grasshopper voor de het invoeren van parametrische varianten. De volgende varianten zijn gesimuleerd:

1. Zwaar betonnen gebouw of lichte HSB constructie;
2. Wel of niet de toepassing van de PCM Klimaatvloer;
3. All-air ventilatie, verwarming en koeling;
4. Vloerverwarming en -koeling, ventilatie op stooklijn, vloertemperatuur wordt stabiel gehouden op 21 °C (verwarmen) en 23 °C (koelen), inclusief zomernachtventilatie;
5. Vloerverwarming en -koeling, ventilatie op stooklijn, ruimtethermostaat op 19 °C (verwarmen) en 24 °C (koelen), inclusief zomernachtventilatie.

Het toepassen van de PCM Klimaatvloer verhoogt het **comfort**, ook als gekozen wordt voor een koudere start van de dag, en koelen pas ingeschakeld wordt bij hogere temperaturen. Zonder PCM heeft één schoollokaal 1,5 kW_{th} nodig aan verwarmingsvermogen. Met de PCM Klimaatvloer neemt dit af naar minder dan 0,7 kW_{th}; een **verlaging van 50%** op het opgestelde vermogen. N.B. hierbij is uitgegaan van een redelijke bezetting; bij een lagere bezetting is wellicht wat meer verwarming nodig.



De regeltechniek kan het beste ingesteld worden om de vloer op temperatuur te houden, waarbij de ventilatie reageert door wat meer te koelen, als de klas volloopt. Bij situatie 4, stabiel houden van de PCM Klimaatvloer, is 10% minder energie nodig, dan wanneer de koeling en verwarming pas ingeschakeld wordt als de ruimtethermostaat opgewarmd is.

Wanneer de PCM Klimaatvloer wordt toegepast in combinatie met een WKO, is het de kunst om het opgestelde vermogen van de WKO en de regeltechniek goed op elkaar aan te laten sluiten. Met het PCM kan de bron kleiner gemaakt worden. Tegelijkertijd is te zien dat, met of zonder PCM, een moderne goed geïsoleerde school meer koeling nodig heeft. Dat betekent dat warmte opgeslagen wordt, en onvoldoende onttrokken wordt aan de bodem, voor een goede balans. De aanbeveling is dan ook om de PCM Klimaatvloer toe te passen, de bron wat kleiner uit te voeren, en met name zomernachtventilatie te gebruiken om het PCM op temperatuur te brengen. Overwogen kan worden om een kleine warmtepomp naast het systeem van ventilatie te plaatsen, om de extra benodigde koeling met een tweede, kleine warmtepomp op te wekken, terwijl de bodem in balans blijft.

We hebben meer simulaties gedaan voor netcongestiebeperkende maatregelen. Met het toepassen van PCM is het mogelijk om de warmtepomp ongeveer drie uur af te schakelen, in de warme zomer, of in hartje winter, ook bij een lichte bouwmethode. Zonder PCM wordt het oncomfortabel warmer of kouder binnen een halfuur, ook bij een zwaar gebouw.