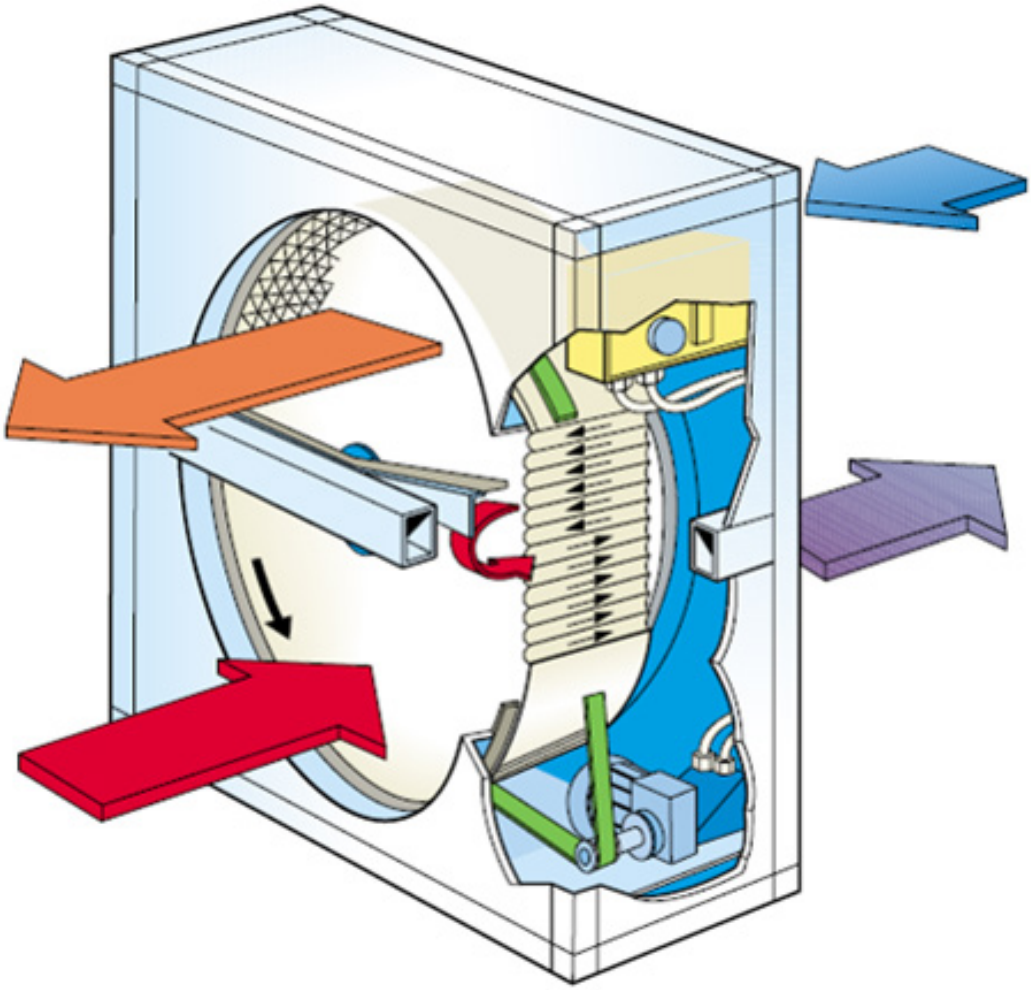
EXPERTS IN
SUSTAINABLE
BUILDINGS

WHITE PAPER

Energie besparen dankzij warmtewielen + case AZ Sint Maarten



MORE INFORMATION:
ing. Bart Kerckhove
bart.kerckhove@ingenium.be
© Ingenium nv

WAT IS EEN WARMTEWIEL?

Bij installaties met bevochtiging kan veel energie bespaard worden.

Een warmtewiel is opgebouwd uit kleine buisjes die zorgen voor een directe energierecuperatie tussen afvoerlucht en toevoerlucht. In de luchtafvoerzijde wordt warmte of koude onttrokken aan de lucht en een halve toer verder terug afgegeven aan de verse lucht. Dit gebeurt met een heel hoog rendement. Door de draaiende beweging en het wiel te voorzien van hygroscopisch materiaal kan ook vocht op efficiënte wijze gerecupereerd worden.

In vergelijking met de andere warmterecuperatiesystemen heeft het warmtewiel een hoog temperatuurrendement, maar het opvallendste verschil is dat het warmtewiel ook vocht kan uitwisselen.

Wanneer de absolute vochtigheid buiten in de zomer hoger is dan binnen, dan kan het warmtewiel de buitenlucht drogen. Deze energie moet dan niet door de koelinstallatie geleverd worden. In de winter is de absolute vochtigheid buiten lager dan binnen. Een te droog binnenklimaat irriteert de ogen en de luchtwegen. Bij installaties zonder bevochtiging zorgt het warmtewiel dat de vochtafgifte van de aanwezige personen niet direct verloren gaat. Bij installaties met bevochtiging zal het warmtewiel het vocht uit de afvoerlucht recupereren. Op die manier wordt veel energie bespaard.

WELKE TYPES WARMTEWIELEN BESTAAN ER?

Met een sorptierotor haal je het beste rendement.

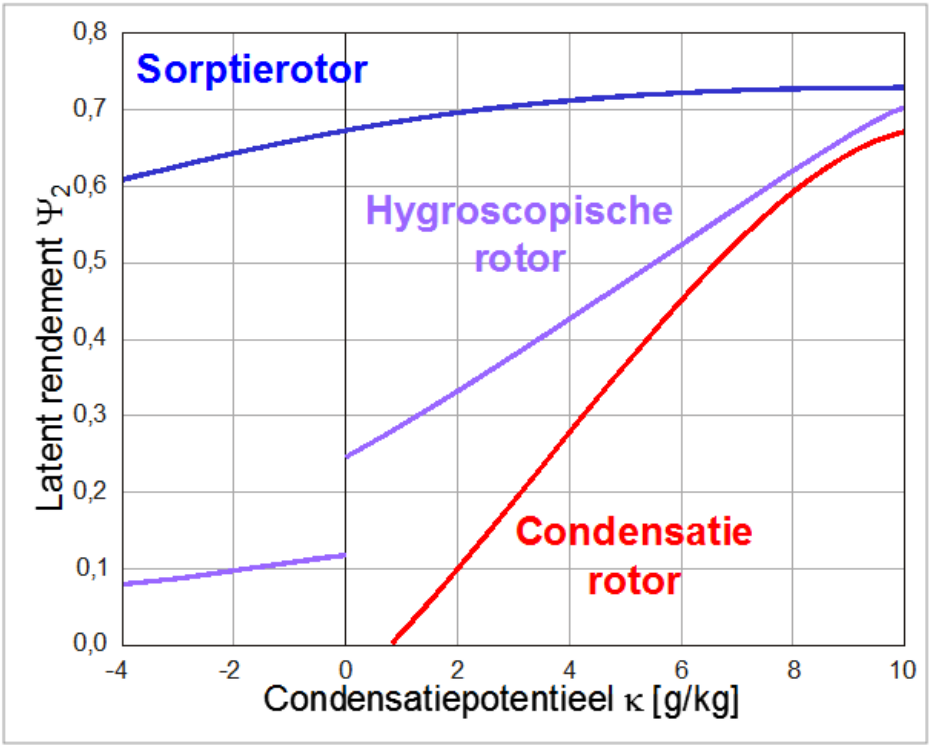
De mate waarin een warmtewiel vocht kan overdragen wordt voornamelijk bepaald door de **oppervlaktebewerking van het rotormateriaal**. Op basis hiervan worden verschillende types warmtewielen gedefinieerd. De meest voorkomende zijn:

- **Condensatierotor.** Het materiaal van het warmtewiel bestaat hierbij uit onbehandeld aluminium. Terugwinning van vocht gebeurt enkel bij condensatie van de afgevoerde lucht op de rotor. Dit gebeurt typisch bij lage buitentemperaturen waarbij de oppervlakte temperaturen van de rotor laag genoeg zijn en het vocht er op neerslaat. Dit vocht kan dan aan de opgewarmde toevoerlucht worden overgedragen.

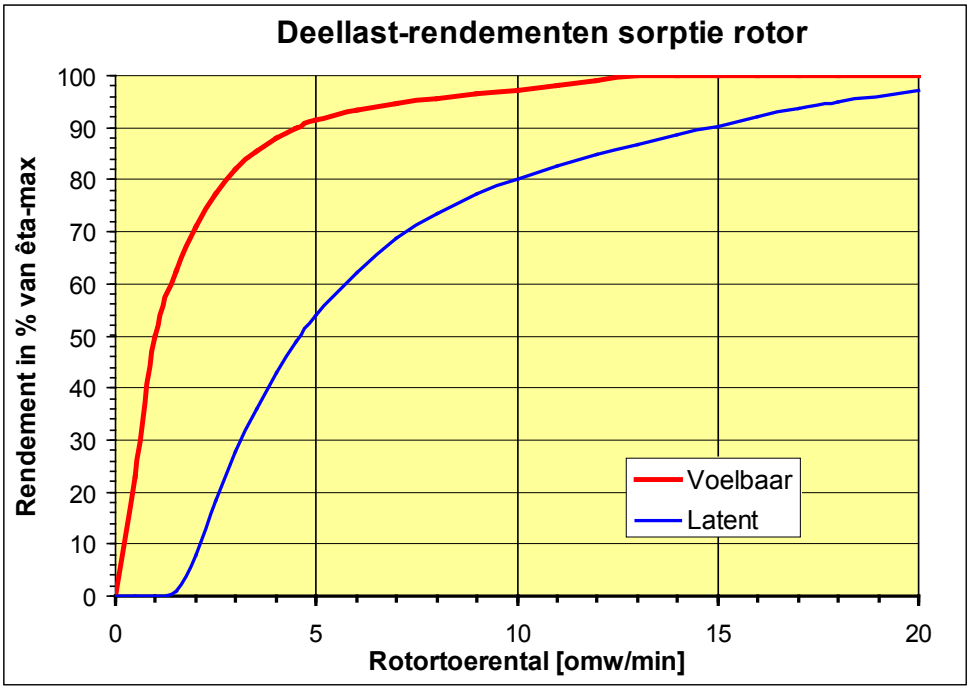
- **Hygroscopische of enthalpie rotor.** Door een chemische behandeling wordt het materiaal van het warmtewiel hygroscopisch gemaakt. De hygroscopische laag zorgt ervoor dat het condensaat beter over de oppervlakte van het warmtewiel wordt verspreid én dat het vocht-uitwisselende oppervlak vergroot wordt. In zeer beperkte mate is er geen condensatie nodig om vocht te kunnen overdragen. Hierdoor is het latent rendement iets groter in vergelijking met de condensatierotor.

- **De sorptierotor.** Bij dit warmtewiel wordt het oppervlak van de luchtkanaaltjes voorzien van een chemische stof. Deze stof, bijvoorbeeld silicagel of lithiumchloride, zorgt ervoor dat door middel van sorptie vocht uit de lucht wordt onttrokken en door middel van desorptie aan de lucht wordt afgegeven. De toepassing van dit oppervlaktemateriaal zorgt er voor dat er geen condensatie meer hoeft op te treden om vocht te kunnen overdragen. Hierdoor is het latente rendement van een sorptierotor veel constanter.

Onderstaande curve toont het latent rendement per type. Met een sorptierotor haal je beste rendement ongeacht het verschil in vochtigheid binnen en buiten.
Het latent rendement is het rendement om vocht te recupereren.
Het condensatiepotentieel is het verschil in vochtigheid binnen en buiten.



Het warmtewiel draait met een variërende snelheid. Als het warmtewiel stilstaat, is er geen warmte- en vochtoverdracht. Meestal wordt het toerental geregeld in functie van de gewenste pulsietemperatuur. Merk op dat bij een dalend toerental de vochtrecuperatie sneller zal afnemen dan de warmterecuperatie.



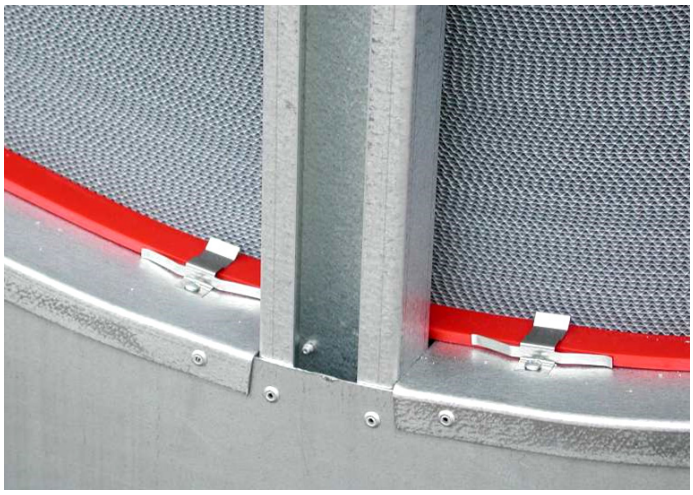
De dikte van het warmtewiel, de aanstroomsnelheid en de opbouw van de interne buisjes hebben ook invloed op het rendement.

- De dikte verhoogt het rendement maar de luchtzijdige drukval stijgt ook.
- Een lage aanstroomsnelheid verhoogt het rendement en de luchtzijdige drukval maar een grotere diameter betekent een grotere en duurdere luchtgroep.
- Afhankelijk van de opbouw van de buisjes wordt de uitwisselende oppervlakte groter maar daalt de doorlaatbaarheid en stijgt de luchtzijdige drukval.

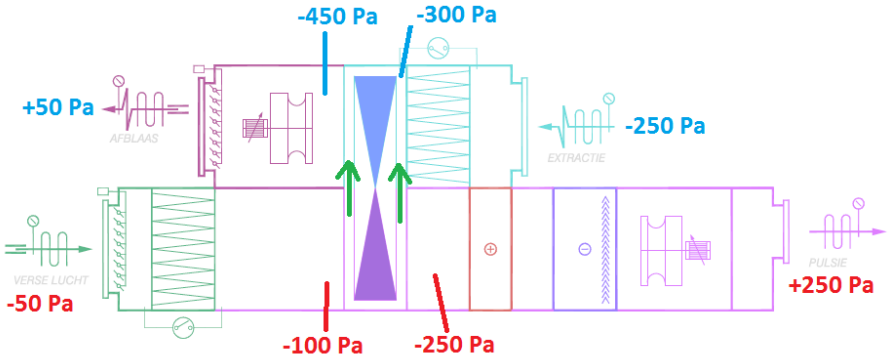
AANDACHTSPUNTEN BIJ WARMTEWIELEN

Recirculatie van afvoerlucht in de toevoerlucht bij het gebruik van een warmtewiel is niet volledig uit te sluiten. Een aantal aandachtspunten zijn:

- **Lekverliezen door een statisch drukverschil**
  Indien de toevoerzijde van het warmtewiel in onderdruk staat t.o.v. de afvoerzijde dan ontstaat er over de dichtingen een drukverschil die luchtrecirculatie bevordert. Aangezien het wiel moet kunnen draaien, betekent dit dan ook een lek van afvoer naar toevoer. Om luchtoverdracht tussen afvoer en toevoer te vermijden dient de toevoer dus steeds in overdruk te staan t.o.v. de afvoerzijde.

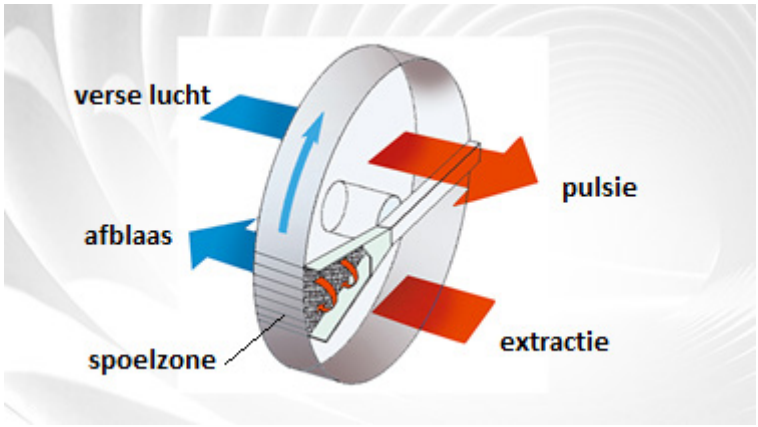


  Hieronder een voorbeeld waarbij de toevoerzijde in overdruk staat t.o.v. de afvoerzijde:
  - 250 Pa opvoerhoogte voor het kanalennet binnen het gebouw, 50 Pa drukverlies over de filters, 150 Pa drukverlies over het wiel en 50 Pa over de buitenroosters en de tussenliggende kanalen.
  - De afblaaszijde van het wiel staat met -450 Pa meer in onderdruk dan de verse luchtzijde van -100 Pa waardoor de stroming richting de afblaas verloopt.
  - De extractie zijde staat hier 50 Pa meer in onderdruk dan de pulsiezijde. Dit verschil is al relatief klein. Bij toepassingen waarbij men lekkage van toevoer naar afvoer wenst te vermijden is het aangewezen om deze controle te doen en kan men eventueel een extra drukverlies creëren in de extractie.



Bij deze opstelling kan de warmte van de toevoerventilator ook benut worden. Een zekere opwarming na de koelbatterij is zelfs goed voor de hygiëne omdat de relatieve vochtigheid dan daalt. Zo vermijdt je dat filters of geluidsdempers na de koelbatterij nat worden.

- **Lekverliezen door dynamische effecten**
  Hiermee worden de lekverliezen bedoeld door de rotatie zelf, maar ook door de temperatuurverschillen aan de beide zijden. Om deze verliezen te beperken, kunnen de wielen voorzien worden van een spoelzone. Hierbij wordt het eerste stukje toevoerlucht alsnog afgevoerd. Door deze maatregel is het lekverlies beperkt, maar niet volledig uit te sluiten. Bij een goed ontworpen warmtewiel is dit slechts een lek van 1 tot enkele procenten.

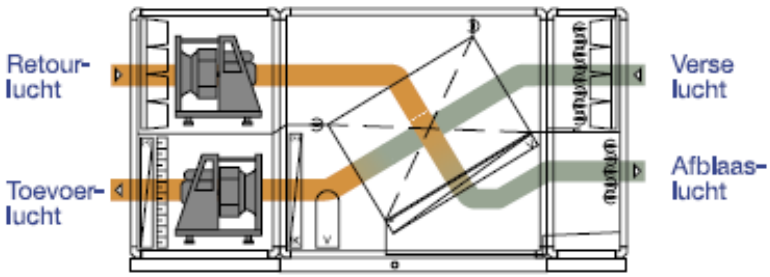


- **Contaminatie door afzettingen**
  Door het draaien van het wiel komt eventuele vervuiling in beide delen van de luchtbehandeling. Dit kan zo veel mogelijk vermeden worden met filtering en goed onderhoud. Het is dan ook af te raden het wiel lang te laten stilstaan terwijl de luchtbehandeling in dienst is.

VERGELIJKING MET ANDERE SYSTEMEN

De meest toegepaste systemen voor warmterecuperatie zijn warmtewielen en platenwisselaars.

Bij **platenwisselaars** zijn de toevoer- en afvoerlucht gescheiden. De warmtewisseling gebeurt via de platen tussen de toevoer- en afvoerlucht. Vocht kan niet uitgewisseld worden en er is een bijkomende bypass nodig voor freecooling en vorstregeling. In de winter condenseert de retourlucht in de wisselaar, dit zorgt voor een betere warmte-uitwisseling. Maar bij vrieskou is er dan wel risico dat de platenwisselaar dichtvriest. De vorstregeling stuurt een deel van de buitenlucht via een bypass zodat de platenwisselaar niet dichtvriest. Het nadeel hiervan is dat het rendement van een platenwisselaar niet in alle omstandigheden gehaald wordt. Warmtewielen in België kunnen bij gelijke debieten voor toevoer en afvoer niet dichtvriezen.



In beperkte mate worden ook **gekoppelde batterijen** toegepast maar dat rendement is een stuk lager. Gekoppelde batterijen zijn nuttig bij hoge eisen naar hygiëne, toxiciteit, radioactiviteit, … en wanneer de pulsiegroep en extractiegroep niet op of naast elkaar kunnen geplaatst worden.

De aankoopprijzen van luchtgroepen met warmtewielen en platenwisselaars zijn quasi gelijk. Ook de kosten voor een goed preventief onderhoud zijn gelijklopend.

Sedert de Europese Ecodesign regelgeving voor luchtgroepen gelden er strenge eisen voor het thermisch rendement en de impact op de benodigde ventilatorenergie van warmterecuperatiesystemen. Om vanaf 2018 te voldoen aan de Ecodesign is het thermisch rendement van warmtewielen en platenwisselaars minimaal 73% in droge testcondities.

Om het zelfde thermisch rendement te halen met platenwisselaars is het drukverlies een stuk hoger waardoor de ventilatoren ook meer energie verbruiken.

Om een concrete vergelijking te maken tussen warmtewielen en platenwisselaars gebruiken we volgende uitgangspunten:

- Warmtewiel:
  - 78% thermisch rendement
  - 70% vocht rendement
  - 150 Pa drukval

- Platenwisselaar:
  - 78% thermisch rendement
  - 200 Pa drukval

- Binnen-condities:
  - Temperatuur tussen 21°C en 25°C
  - Relatieve vochtigheid tussen 40% en 60%

- Luchtbehandeling
  - Verwarmen naar 21°C indien de buitentemperatuur < 18°C
  - Koelen naar 18°C als de buitentemperatuur > 21°C

- Rendementen:
  - Ventilatoren incl. aandrijving: 60%
  - Warmteproductie op gas: 80%
  - Stoomproductie op gas: 70%
  - Koelinstallatie op elektriciteit: EER 3

In vergelijking met platenwisselaars verbruiken warmtewielen:

- 10 % minder elektriciteit
- 50 % minder aardgas
- 65 % minder water

Bovendien heb je met warmtewielen minder piekvermogen nodig t.o.v. platenwisselaars:

- 30% minder piekvermogen aan koeling
- 70% minder piekvermogen aan verwarming (platenwisselaars halen bij vriestemperaturen niet hun volle rendement)
- 70% minder piekvermogen aan stoombevochtiging

Bijgevolg kunnen de installaties voor verwarming, koeling en bevochtiging kleiner gedimensioneerd worden en dalen de investerings- en uitbatingskost van deze installaties.

WELKE TOEPASSINGEN?

In vergelijking met andere recuperatiesystemen zoals gekoppelde batterijen of platenwisselaars bieden warmtewielen steeds de beste combinatie van thermisch rendement en drukval.

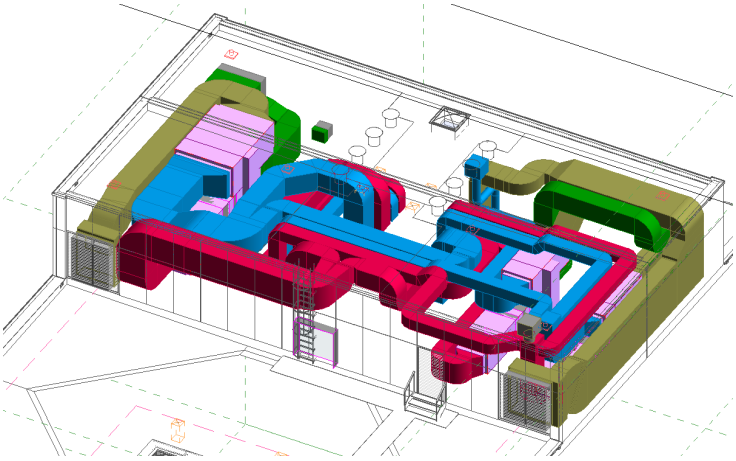
In gebouwen met bevochtigingsinstallaties kun je extra energie besparen met warmtewielen. De redenen waarom men bevochtigd kunnen heel divers zijn:

- Om kunstcollecties te beschermen volgens het Ashrae
- Om te voldoen aan de eisen van KB voor arbeidsplaatsen
- Ter bescherming van parket
- Om een gezonder binnenklimaat te realiseren. Het slijm in onze neus en keel vormt een natuurlijke afweer tegen verontreinigingen in de lucht. Wanneer dit uitdroogt, wordt ons immuunsysteem aangetast
- Ook voor datacenters en scanners voor medische beeldvorming blijft de relatieve vochtigheid best binnen bepaalde grenzen

Omwille van de overdracht tussen de toevoer- en afvoerlucht is het in sommige toepassingen niet toegelaten om warmtewielen te gebruiken. **In ziekenhuizen raden we aan om per afdeling af te stemmen met hygiënische specialisten.**

AZ Sint-Maarten

Voor het ziekenhuis AZ Sint-Maarten in Mechelen heeft Ingenium het technisch ontwerp uitgewerkt. Het ziekenhuis is sedert 2018 operationeel.



Per afdeling is de afweging gemaakt of een warmtewiel toelaatbaar is.

Voor de afdelingen zoals de administratieve zones, de verpleegafdelingen, de radiologie, de polikliniek en de magazijnen zijn luchtgroepen geplaatst met warmtewiel.

Voor de afdelingen zoals het operatiekwartier, de recovery, de cleanrooms, nucleaire geneeskunde en de keuken zijn geen warmtewielen toegepast.