

# De Klimaatcascade

Kennisbank Klimapedia

Auteur: Thomas Krcevinac

De Klimaatcascade benut de zwaartekracht (Earth) voor het drogen en bevochtigen, koelen en verwarmen van de ventilatielucht. In de Klimaatcascade kan lucht worden getransporteerd zonder gebruik te maken van ventilatoren en vindt koeling of verwarming plaats bij hoge koude- en warmtefactoren.

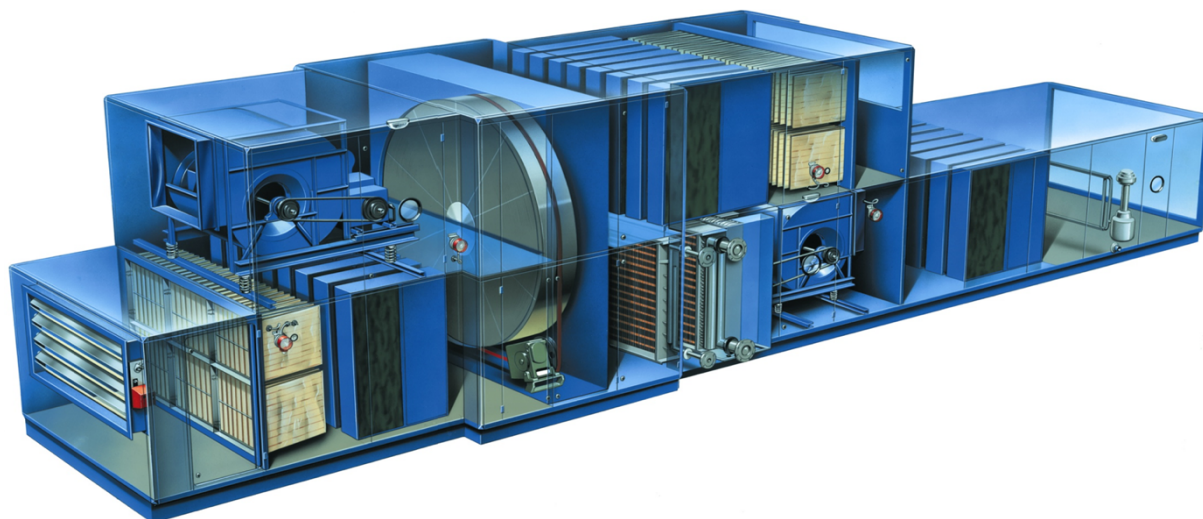
Het thema 'Earth' vertegenwoordigt naast de zwaartekracht ook de massa van de aarde. Deze aardmassa is als bron of opslag van warmte en koude te gebruiken – zie paragraaf **Fout!**

**Verwijzingsbron niet gevonden.**

## 1.1 Luchtbehandelingskast

Het hart van traditionele ventilatiesystemen is in de meeste gevallen, bij utiliteitsbouw, de luchtbehandelingskast. Deze centrale ventilatie voorziening voert verse ventilatielucht toe en voert de vervuilde lucht af.

In een luchtbehandelingskast gebeuren verschillende dingen. Zo wordt de toevoerlucht gefilterd, verwarmd of gekoeld, bevochtigd of gedroogd en wordt er gebruik gemaakt van warmteterugwinning van de afvoerlucht. Moderne luchtbehandelingskasten maken hiernaast ook gebruik van een warmtewisselaar. Deze onttrekt warmte uit de afvoerlucht en geeft deze af aan de toevoerlucht. Omdat de toevoerlucht door meerdere onderdelen van de luchtbehandelingskast moet stromen heeft de kast grote ventilatoren nodig – zie Figuur 1 – Dit ventilatievermogen resulteert in een hoog energieverbruik.



Figuur 1 Doorsnede van een luchtbehandelingskast.

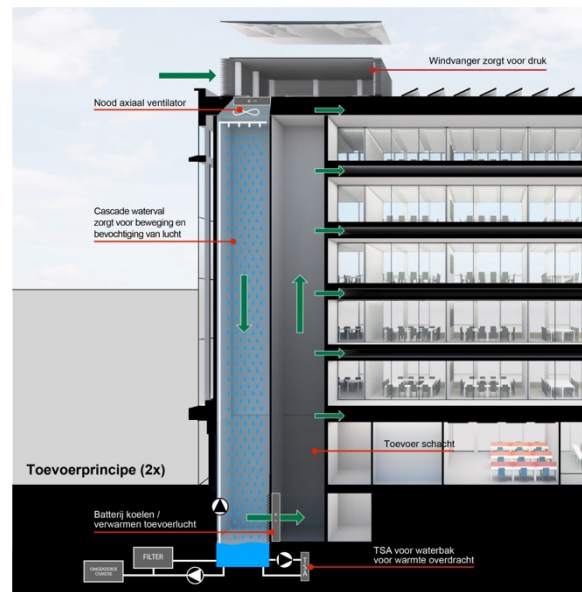
## 1.2 De klimaatcascade als luchtbehandelingskast

In het Earth, Wind & Fire concept vervangt de Klimaatcascade, de luchtbehandelingskast als hart van een ventilatiesysteem.

Het Ventecdak ondersteunt de, door zwaartekracht geactiveerde druppelwaterval met de toevoer van verse ventilatielucht.

Om het gebouw constant te voorzien van ventilatielucht is er een axiaal ventilator aan de top van de Klimaatcascade aangebracht. Deze kan worden ingeschakeld als het Ventecdak onvoldoende ventilatielucht toevoert: als het windstil is.

De druppelwaterval versnelt de ventilatielucht tot een bepaalde snelheid. Deze versnelling resulteert in een bepaalde drukverhoging. De opbouwende druk zorgt er voor dat de ventilatielucht door het gebouw kan stromen.



Figuur 2 Schematische doorsnede toevoerprincipe.  
Beeld: Paul de Ruiter architects

Vergelijkbaar met een traditionele luchtbehandelingskast wordt in de Klimaatcascade ventilatielucht naar behoefte gekoeld of verwarmd, gedroogd of bevochtigd en gefilterd.

## 1.3 Waterval

De door zwaartekracht geactiveerde waterval – zie Figuur 3 - heeft meerdere eigenschappen. Om ventilatielucht naar behoefte te koelen of verwarmen werkt de waterval als warmtewisselaar.

De vallende waterdruppels, van circa 13C, functioneren als warmtewisselaar met een groot warmtewisselend oppervlak. Dit oppervlak is het gezamenlijk oppervlak van alle vallende waterdruppels.



Figuur 3 Sproeisysteem in de Klimaatcascade.  
Fotografie: Eric Fecken

Wat de Klimaatcascade als warmtewisselaar uniek maakt is de mogelijkheid om het warmtewisselend oppervlak te schalen. Bij traditionele warmtewisselaars is dit oppervlak niet variabel, maar door het aan/ uit zetten van de sproeiers kan het oppervlak worden vergroot of verkleind. Zo is het mogelijk om bij een gelijke koelprestatie, de ventilatiecapaciteit en het temperatuurtraject van de druppels te beïnvloeden.

De vallende waterdruppels zorgen in de zomermaanden voor koeling en in het stookseizoen voor verwarming van de ventilatielucht.

#### 1.4 Hulpventilatoren

Wanneer de druk die wordt opgewerkt door het Ventedak niet genoeg is om de benodigde overdruk te leveren worden hulpventilatoren ingeschakeld. Deze hulpventilatoren zijn axiaalventilatoren – zie Figuur 4 – zodat wanneer de ventilatoren niet draaien de lucht er zonder drukverlies doorheen kan.



Figuur 4 Axiaalventilator

#### 1.5 Koeling van de lucht

Om een gebouw van een aangenaam binnenklimaat te voorzien, is koeling gedurende de zomermaanden gewenst. De (vochtige) warme buitenlucht bevat een hoog percentage waterdamp.

Wanneer de buitenlucht via het Ventedak de Klimaatcascade betreedt, zal de waterdamp gaan condenseren. De warmte die vrijkomt bij het condenseren van het vocht uit de lucht wordt overgedragen aan de vallende waterdruppels. De druppels geven vervolgens de warmte af aan de warmte-koude opslag, waar de warmte opgeslagen wordt om uiteindelijk tijdens de winter weer te kunnen gebruiken.

Een gunstig bijkomend effect van het condenseren van het vocht uit de ventilatielucht, is het drogen van de lucht.

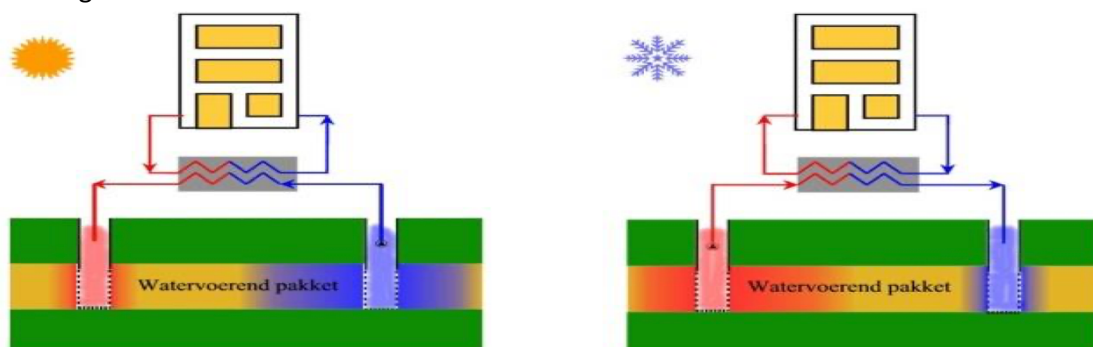
#### 1.6 Warmte en koudeopslag

Op warme zomerdagen of koude winterdagen kan het zijn dat de ventilatielucht in de waterval niet de gewenste binnentemperatuur bereikt.

Omdat er in de winter overwegend een warmtevraag zal zijn en in de zomer een koelvraag kan ontstaan is het zinnig om gebruik te maken van seizoensopslag van warmte en koude. Hierdoor zal de warmte of koude niet op het moment zelf (allemaal) gegenereerd behoeven te worden door middel van (fossiele) energie. – zie *Klimapedia.nl: Warmte en Koude Opslag in de bodem*.

Op deze dagen moet de ventilatielucht na gekoeld/ verwarmd worden met behulp van een warmte-koudeopslag (WKO) – zie Figuur 5 – Deze installatie bevindt zich aan de voet van de Klimaatcascade – Figuur 2

In de winter wordt naast de warmte uit de bodemopslag ook warmte uit de zonneshoorsteen benuttigt.



Figuur 5 Principe: Warmte en koudeopslag Bron: Stichting Kennisbank Bouwfysica: Klimaatinstallaties "Koeling"

### 1.7 Materialisatie

De klimaatcascade wordt normaliter in beton uitgevoerd, maar een andere materialisatie is uiteraard mogelijk. De binnenzijde moet glad worden afgewerkt. Bouwkundig gezien is de binnenwand van de klimaatcascade een buitenwand die continue wordt beregend. De binnenzijde van de klimaatcascade moet daarom met een waterdichte coating worden afgewerkt. Deze coating dient schimmelwerende, reukvrije, wasbare en anti-adhesieve eigenschappen te hebben.

Het isoleren van een inpandige klimaatcascade is niet noodzakelijk.

### 1.8 Knelpunten

De Klimaatcascade wordt gezien als hart van het concept. Mocht het 'hart' door wat voor rede dan ook niet meer kloppen, werkt het gehele ventilatiesysteem niet meer.

Het is daarom noodzakelijk dat de Klimaatcascade eenvoudig toegankelijk is voor onderhoud en inspecties. Omdat de Klimaatcascade in feite een ventilatiekanaal is, is onderhoud en inspectie voornamelijk nodig aan de sproei installatie. In het 'Four Elements' hotel<sup>1</sup> is daarom een inklapbare werkvloer aan de top van de klimaatcascade aangebracht.

### 1.9 Dimensionering

Het oppervlak van de klimaatcascade en toevoerschacht is te herleiden door middel van de luchtsnelheid en het totale ventilatiedebiet – zie onderstaande formule.

De benodigde doorsnede-oppervlakte (A) van de leiding of het kanaal is:

$$(2) \quad A = q_v / v \quad (\text{m}^2)$$

Uit onderzoek van Ben Bronsema blijkt dat de klimaatcascade optimaal presteert bij luchtsnelheden tussen de  $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  en  $4,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Bij een gebouw hoger met meer dan 8 bouwlagen wordt aangeraden om verschillende klimaatcascades toe te passen. Dit heeft te maken met het pompvermogen, wat exponentieel stijgt naarmate de lengte van de waterleiding toeneemt.

De luchtsnelheid neemt af wanneer de ventilatielucht vanuit de Klimaatcascade door de warmtewisselaar de toevoerschacht in stroomt. In de toevoerschacht worden luchtsnelheden tussen de  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  tot maximaal  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  gehanteerd. Het oppervlak van de toevoerschacht zal dus groter moeten zijn dan die van de Klimaatcascade.

### 1.10 Rekenvoorbeeld

Het totale ventilatiedebiet bedraagt  $30.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Luchtsnelheid:  $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Bereken het oppervlak van een vierkante klimaatcascade en bepaal de breedte en diepte;

$A = q_v/v$  geeft;  $A = 30.000/3,5 = 2,38 \text{ m}^2$

$A = D \cdot B$  dus;  $D = 1,54 \text{ m}$  &  $B = 1,54 \text{ m}$

---

<sup>1</sup> <https://www.ewflab.nl/four-elements-hotel/>