

De Zonneschoorsteen

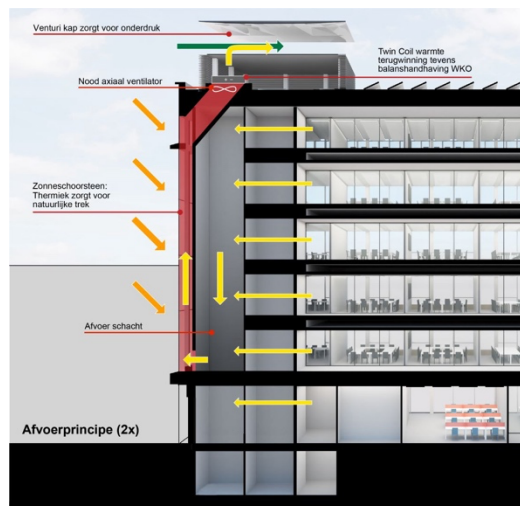
Kennisbank Klimapedia
Auteur: Thomas Krcevinac

De zon, een onuitputtelijke bron van energie, wordt in utiliteitsbouw vaak zoveel mogelijk geweerd. Hoge isolatie voorschriften, waaraan gebouwen moeten voldoen, zorgen ervoor dat de zonnewarmte die binnendringt vaak mechanisch moet worden gekoeld. Al deze restwarmte gaat verloren en er is bovendien extra energie nodig om installaties aan te sturen.

1.1 Afzuiging

De zonneschoorsteen benut zonnewarmte om natuurlijke trek te stimuleren. Deze trek, trekt als het ware de gebruikte ventilatielucht uit het gebouw. Het Ventecdak helpt de zonneschoorsteen om de ventilatielucht af te voeren door het creëren van onderdruk – zie Figuur 1

Net als in de Klimaatcascade zorgen hulpventilatoren voor het in stand houden van de benodigde luchtafzuiging bij alle weersomstandigheden.



Figuur 1 Schematische weergave van het afvoerprincipe. Beeld: Paul de Ruiter architectes

1.2 Warmtewisselaar

De zonneschoorsteen is een warmtewisselaar waarbij de door de zon verwarmde wanden warmte afgeven aan de lucht. De functie van een gebouw heeft invloed op de opbouw van deze wanden.

Achter de glaswand bevindt zich een absorber. Deze laag dient als extra warmteopslag. Dit kan bijvoorbeeld een aluminiumplaat zijn of zelfs een zonnepaneel.

1.3 Warmteterugwinning

De gebruikte ventilatielucht wordt via de afvoerschacht afgezogen. Deze schacht is via de bodem aangesloten op de Zonneschoorsteen. Van belang is dat deze Zonneschoorsteen zuidelijk is georiënteerd. De Zonneschoorsteen is gemaakt van isolatieglas. Door de warmte van de zon wordt de lucht in de Zonneschoorsteen verwarmd. Deze warme lucht zal opstijgen waardoor er onder in de Zonneschoorsteen trek ontstaat en zo als afzuigventilator werkt. Het Ventecdak werkt als een soort vleugel. En helpt mee om de gebruikte lucht uit het gebouw te zuigen.

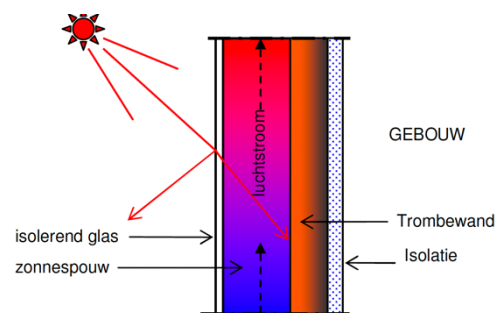
Aan de top van de Zonneschoorsteen wordt de warmte uit het gebouw en de zonnewarmte uit de schoorsteen teruggewonnen met behulp van een WTW-systeem. De verzamelde warmte wordt opgeslagen in een WKO. Deze warmte wordt, afhankelijk van het seizoen, gebruikt om de ventilatielucht te verwarmen of te koelen:

- Winterseizoen: De warmte wordt afgegeven aan een warmtewisselaar in de luchttoevoer. Hierdoor wordt de koude ventilatielucht voorverwarmd.
- Tussenseizoen: De warmte wordt verdeeld tussen de warmtewisselaar in de luchttoevoer en het water van het sproeisysteem. Zo wordt het verwarmde water benut als warmtebron voor de warmtepompen.
- Zomerseizoen: Het verwarmde water uit de WKO wordt gebruikt als warmtebron voor de warmtepompen en eventueel warm tapwater. De overtollige warmte wordt aan de bodem terug geleverd voor herstel van de energiebalans.

1.4 Nachtventilatie - Woningbouw

Ventilatie in woningbouw is dag en nacht aanwezig. Hier zijn de gebruikers vaak overdag afwezig. De ventilatievraag neemt meestal pas aan het einde van de middag toe – bewoners zijn dan thuis, terwijl dan de zonnewarmte juist afneemt.

Om de overdag verzamelde zonnewarmte 's nachts weer af te kunnen geven is de Zonneschoorsteen uitgevoerd met een Trombewand¹ – zie Figuur 2 – deze warmte wordt gebruikt om nachtventilatie mogelijk te maken.



Figuur 2 Zware constructie - Trombewand

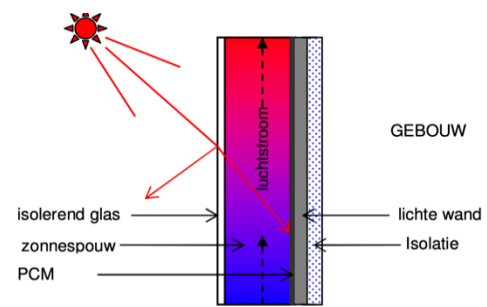
¹ <https://www.tudelft.nl/stories/articles/moderne-trombe-wand-bespaart-massas-energie>

1.5 Nachtventilatie - Utiliteitsbouw

In utiliteitsbouw wordt juist vaak overdag gebruikt gemaakt van het ventilatiesysteem. Bij een hoge bezetting is het wenselijk dat er nog een bepaalde periode wordt na-geventileerd.

In deze situatie is nachtventilatie niet nodig. Wordt er toch gekozen om de Zonneschoorsteen uit te voeren met een Trombewand, zal er onnodig geventileerd worden.

Om deze warmteverspilling tegen te gaan, wordt er in de utiliteitsbouw gekozen voor een lichte wand. Overtollige restwarmte wordt middels een absorber afgevoerd naar een warmteopslag.



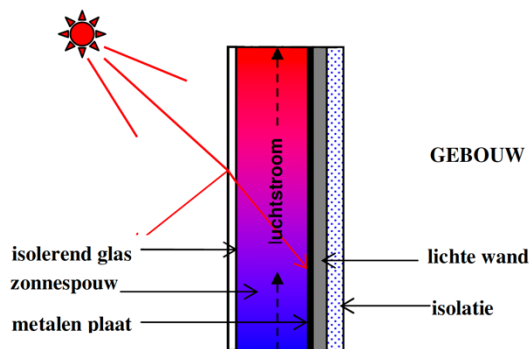
Figuur 3 Lichte constructie – PCM als absorber

Nachtventilatie is in sommige gevallen wel wenselijk. In deze situatie wordt er gebruik gemaakt van een laag PCM op de lichte wand – zie Figuur 3 – Deze laag geeft de opgeslagen warmte op een later tijdstip af.

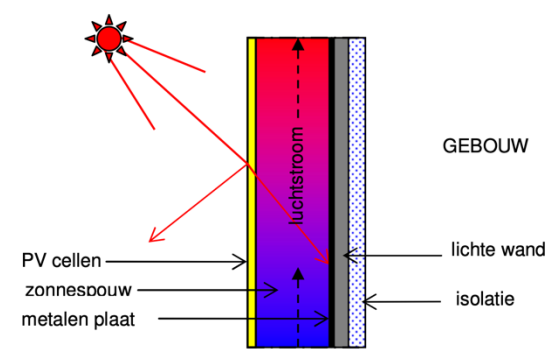
Is er geen behoefte aan nachtventilatie, dan kan er een metalen plaat – zie Figuur 4 – aangebracht worden op de achterwand. Deze plaat absorbeert en geeft direct de warmte af aan de lucht. De restwarmte wordt aan de top van de Zonneschoorsteen via een warmtewisselaar onttrokken.

Figuur 5 laat zien hoe PV-cellen gebruikt kunnen worden als voorzijde van de zonneschoorsteen. Een groot deel van de opgevangen zonnestraling wordt omgezet in warmte. Het rendement van de PV-cellen daalt echter bij stijgende temperaturen.

Deze variant is niet verder onderzocht in het proefschrift van B. Bronsema.



Figuur 4 Lichte constructie - Metalen plaat als absorber



Figuur 5 Lichte constructie- Uitvoering met PV cellen

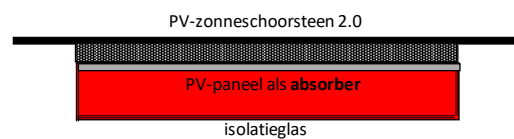
1.6 Energieopwekking

Wanneer de Zonneschoorsteen wordt voorzien van PV-panelen levert deze ook een bijdrage aan hernieuwbare energie. Omdat de energieopbrengst hiervan relatief laag is, is het van belang dat eerst de efficiëntere mogelijkheden voor energieopwekking op het dak en de gevels worden gerealiseerd. Omdat het gebruik van PV-panelen nog niet circulair is, is het van belang om het gebruik van PV-panelen te beperken. Hierbij komt de achterliggende gedachte van het Earth, Wind & Fire concept weer terug.

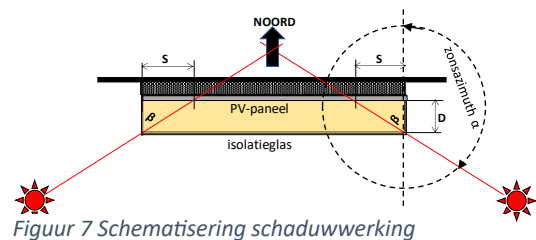
Beperken van het energiegebruik van een gebouw, door toepassing van het Earth, Wind & Fire concept, is duurzamer dan het energieverbruik op te vangen met niet circulaire PV-panelen.

In Figuur 6 is te zien hoe PV-panelen achter het isolatieglas werken als absorber, de zonneschoorsteen 2.0. Een van de problemen die ontstaan bij de PV-zonneschoorsteen 2.0 is dat door de laagstaande zon de achterwand van de zonneschoorsteen gedeeltelijk wordt afgedekt, zie Figuur 7 Hierdoor neemt het effectieve oppervlakte van de PV-panelen af en neemt de energieproductie ook af.

Gezien de relatief lage opbrengst van PV-panelen in een zonneschoorsteen, zeker in vergelijking met PV-panelen op het dak, kan worden gesteld dat de zonneschoorsteen 2.0 niet interessant is voor gebouwen waarvan de benodigde energie geheel met PV-panelen op het dak kan worden opgewekt.



Figuur 6 Schematisering Zonneschoorsteen met PV-paneel

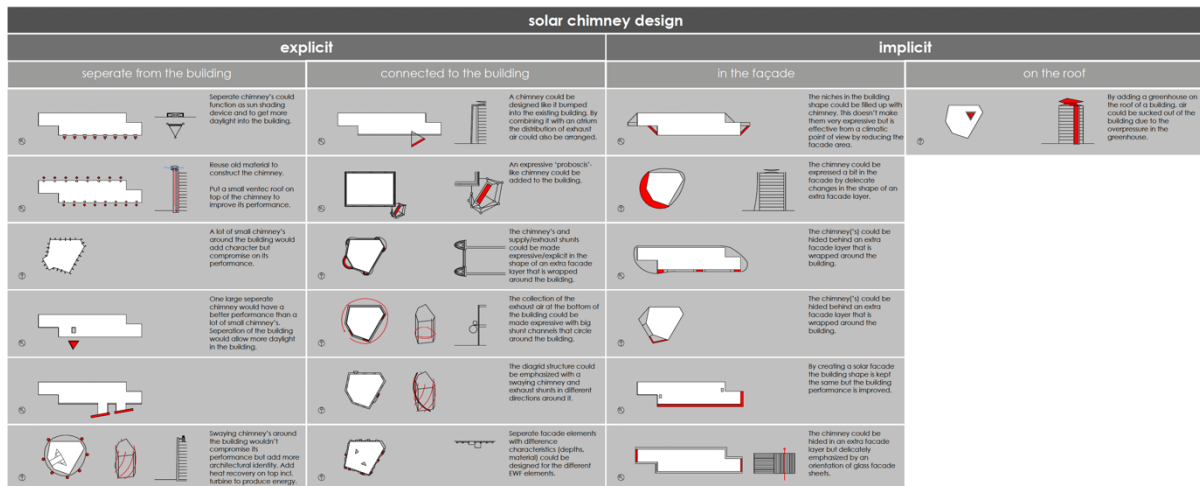


Figuur 7 Schematisering schaduwwerking

1.7 Stedenbouwkundige omgeving

De werking van de zonneschoorsteen is afhankelijk van de omgeving en gebouw- karakteristieke eigenschappen zoals: het aantal bouwlagen, de vorm, de energiebehoefte en de ventilatiecapaciteit.

De optimale oriëntatie van de Zonneschoorsteen ligt tussen zuidoost en zuidwest. Om de gehele dag de zonnewarmte te benutten is het mogelijk om meerdere zonneschoorstenen toe te passen. Een zonneschoorsteen hoeft niet per se in het gevelvlak te liggen maar kan ook uitgevoerd worden als serre.



Figuur 8 Verschillende ontwerpvarianten van de Zonneschoorsteen. Bron: Earth, Wind & Fire - Design manual

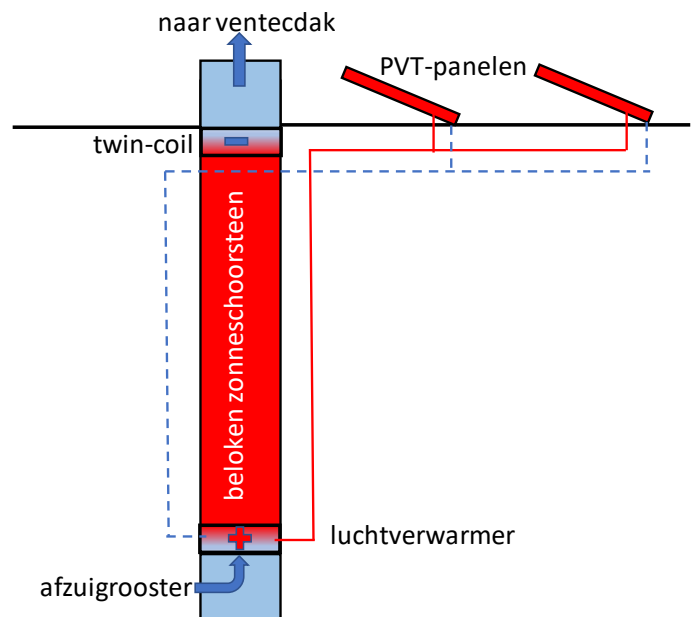
Waar de Klimaatcascade vooral gedimensioneerd is op aerodynamische prestaties, is de Zonneschoorsteen gedimensioneerd op energieprestaties. Dit komt omdat de warmte van de zon substantieel bijdraagt aan het energiegebruik van een gebouw.

Wanneer er op locatie onvoldoende zonnestraling is voor een traditionele zonneschoorsteen is het mogelijk om gebruik te maken van de beloken zonneschoorsteen variant.

1.8 Variant: De beloken zonneschoorsteen

Een beloken, aan het zicht onttrokken, zonneschoorsteen is een in pandige schacht waarbij de thermische trek wordt geleverd door de lucht onder in de schoorsteen te verwarmen. Deze warmte wordt geleverd door PVT-panelen op het dak. Zie Figuur 9

Deze versie van de Zonneschoorsteen is een oplossing waarbij een traditionele Zonneschoorsteen niet mogelijk is vanwege architectonische uitgangspunten of als gebouwen een monumentale status hebben. De beloken zonneschoorsteen kan in de meeste gevallen worden gerealiseerd in een bestaande schacht.



Figuur 9 Beloken zonneschoorsteen

1.9 Glaswand

Voor een optimale werking dient het glas volgens de volgende criteria gekozen te worden:

Zo hoog mogelijke g-waarde voor maximale transmissie

Zo laag mogelijke U-waarde voor minimaal warmteverlies naar de buitenlucht

Om een optimale werking van de Zonneschoorsteen te waarborgen is het van belang dat de glaswand schoon blijft. Om te voorkomen dat de glaswand vervuild raakt is er gekozen om een glascoating aan te brengen. Deze coating is anticorrosief en vuilafstotend en draagt bij aan het prestatiebehoud en beperkt het schoonmaakonderhoud van de Zonneschoorsteen. Een voorbeeld van zo'n coating is de duurzaam afbreekbare Vindico PV+ coating. Deze coating heeft anti-reflecterende eigenschappen waardoor een verhoging van licht-transmissie tot 5% behaald wordt

1.10 Materialisatie

De Zonneschoorsteen bestaat voornamelijk uit glas. Hoe groter het glasoppervlak des te beter de werking van de Zonneschoorsteen. Een duidelijk voorbeeld is het Langeveld building waar de zonneschoorsteen duidelijk is te zien onder de Ventec daken.



Figuur 10 Voorbeeld materialisatie: Langeveld Building Rotterdam

1.11 Dimensionering

De zonneschoorsteen werkt het best bij een luchtsnelheid tussen de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ en $1,5 \text{ m.s}^{-1}$

Pas wanneer de zonneschoorsteen 8 of meer bouwlagen hoog is, mogen snelheden tot maximaal 2 m.s^{-1} worden gebruikt. Omdat het shuntkanaal in evenwicht moet zijn met de zonneschoorsteen, werkt deze met dezelfde luchtsnelheid.

Onderdeel	Minimum (m.s^{-1})	Maximum (m.s^{-1})
Klimaatcascade	3,5	4,5
Toevoerschacht	1,5	2,5
Zonneschoorsteen	1,0	1,5
Zonneschoorsteen $n > 8$	1,0	2,0
Shuntkanaal	1	1,5 ($n > 8$ (2,0))

De Zonneschoorsteen moet toegankelijk zijn voor onderhoud en schoonmaak en heeft dus een minimale diepte 650 mm (ARBO).

1.12 Rekenvoorbeeld

De totale hoeveelheid af te zuigen ventilatielucht bedraagt 30.000 m³/h

Luchtsnelheid: 1,3 m.s⁻¹

Bereken het oppervlak van de Zonneschoorsteen en bepaal de breedte en diepte;

$A = qv/v$ geeft; $A = 30.000/1,3 = \underline{6,41 \text{ m}^2}$

$A = B \cdot D$ dus; $B = ? \text{ m}$ & $D = \underline{0,650 \text{ m}}$ & $A = \underline{6,41 \text{ m}^2}$

$B = 9,86 \text{ m}$

Een geschikte breedte van de Zonneschoorsteen is dus rond de 10 meter.