

Openbaar Eindrapport – Earth, Wind and Fire (TEGB113015)

Consortium

Voor dit project is een consortium gevormd met Dutch Green Company als penvoerder, Bronsema Consult als onderzoeker en de TU/e als kennis- en onderzoeksinstituut. Samen met Breeze EWF B.V. vormen deze partijen de projectorganisatie. Het conceptueel ontwerp is gezamenlijk door Bronsema Consult en NWA Architecten (later OZ Architecten) uitgewerkt. De, in dit stadium, benodigde berekeningen, modelleringen, en simulaties zijn uitgevoerd door de TU Eindhoven en de TU Delft. Validatie van de simulaties zou gedaan worden in het windlaboratorium van Peutz en de Open Jet Facility van de TU Delft. Uiteindelijk is de validatie grotendeels in samenwerking met de TU Eindhoven gedaan. De architecturale verschijningsvorm en de energieprestaties zijn hiermee, in grote lijnen, vastgelegd. Dutch Green Company is op basis hiervan in staat geweest het project nader te budgetteren en in praktijk te brengen.

Probleemstelling

Het probleem wat in dit project centraal staat, is de onwaarschijnlijke realisering van “nearly zero-energy buildings” met de huidige bouw- en installatietechnieken. Om de benodigde drastische verlaging in energieverbruik te behalen, moeten de klimaatvoorzieningen van het gebouw geïntegreerd worden in het ontwerp. Daarom ontwikkelt het consortium in dit project het zogenaamde Earth, Wind & Fire concept, waarbij de natuurlijke airconditioning van een termietenheuvel nagebootst wordt in een hotel.

Doelstelling

De doelstelling van het project is aan te tonen dat:

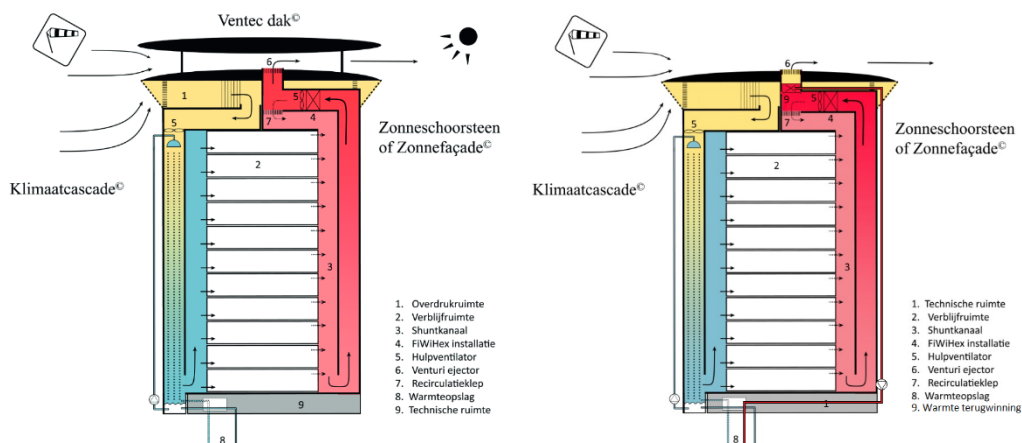
- (1) Met toepassing van het EWF-concept een natuurlijke airconditioning kan worden gerealiseerd met een binnenklimaat met een hoge PMV-waarde en een energiegebruik van minder dan 50 procent van de normale waarde.
- (2) Een gebouw in haar eigen energievoorziening kan voorzien door naast gebruik te maken van het EWF-concept actief gebruik te maken van de omgevingsenergie van zon en wind in een Zonnefaçade en een Powerdak.

Het EWF-concept

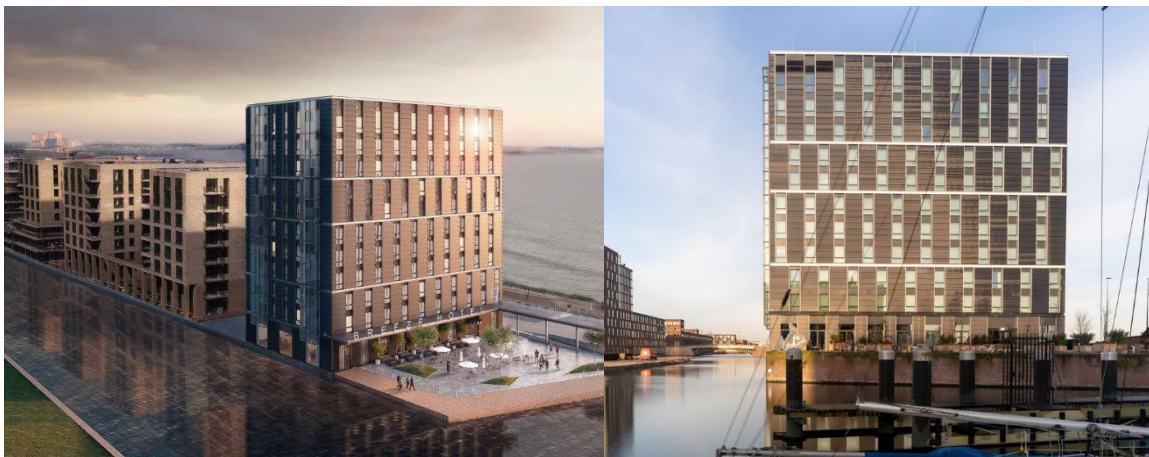
In het oorspronkelijke EWF-concept, beschreven door Ben Bronsema, was het zogeheten Ventecdak, of Powerdak 1.0, verwerkt (figuur 1, links). De belangrijkste functie van dit dak is de natuurlijke afzuiging van ventilatielucht. Windenergie wordt hierbij opgewekt met behulp van windturbines in de overdrukruimte. Onderzoek wees uit dat de energieopwekking laag was en de kosten hoog. Geen kosteneffectieve oplossing dus. Het alternatief dat vervolgens onderzocht is, is het opwekken van zonne-energie met behulp van maatwerk Built-In PV (BIPV) verwerkt in het gebouw. Dit heeft geresulteerd in de Power Façade & Roof (figuur 1, rechts). De totale energieopbrengst daarvan is ≈ 200.000 kWh per jaar. Op basis van het vastgestelde conceptuele ontwerp werd in consortiumverband het voorlopig ontwerp, definitief ontwerp en bestek uitgewerkt van een hotel op IJburg, waarna de bouw eind 2017 begon. Na de opleveringscontrole werden de energieprestaties gedurende mei 2019 t/m april 2020 gemonitord en werd verantwoording afgelegd aan de subsidieverstrekker.

De hoofdelementen van het EWF-concept zijn:

- De klimaatcascade, een verticale schacht binnen in het gebouw, die fungeert als een natuurlijke warmtewisselaar waarin buitenlucht met behulp van water via sproeikoppen wordt gekoeld, verwarmd, bevochtigd en gereinigd;
- De zonneshoorstenen aan de zuidwestgevel, die zorgt voor zongedreven ventilatie en verwarming;
- De warmtewisselaar (WTW) die zorgt voor hergebruik van warmte voor het verwarmen van tapwater via een warmtepomp en de opslag van restwarmte in de bodembron;
- Verwarming en koeling geschiedt door middel van warmtepompen in combinatie met een Warmte-Koude Opslagsysteem (WKO) (doublet);
- De power façade met maatwerk gepotdekselde Built-In PV-panelen en zonnepanelen in de zonneshoorstenen en op de luifel. Echter, dit laatstgenoemde element is thans nog niet gerealiseerd door de gebouweigenaar conform de afgegeven omgevingsvergunning;
- Het zonnedak met zonnepanelen;
- Hoogwaardige gevelisolatie met triple glas.



Figuur 1 (herhaling): Links: Het oorspronkelijke EWF-concept met Ventecdak. Rechts: concept zonder Powerdak, maar met Power Façade en Roof (PV).



Figuur 2: Links: Conceptafbeelding van Hotel Breeze. Rechts: Hotel Breeze opgeleverd.

Het werkingsprincipe

Buitenlucht waait de klimaatcascade in. Deze loopt verticaal in het gebouw. De klimaatcascade werkt als een warmtewisselaar. In de winter wordt hierin lucht verwarmd en bevochtigd door sproeiers met water dat een constante temperatuur heeft van $\pm 13^{\circ}\text{C}$. In de zomer zorgen de waterdruppels voor afkoeling van de lucht. Ook reinigt het water de buitenlucht. Het gebruikte water na filtratie en koeling opnieuw naar de sproeiers getransporteerd. Door het sproeiwater in de klimaatcascade ontstaat een neerwaartse druk. Dit zorgt ervoor dat lucht via de kanalen vanuit de kelder zich op een natuurlijke manier via de luchtverdeelkanalen verspreidt naar de hotelkamers. De temperatuur in de hotelkamers kan met behulp van ventilatorconvectoren door verwarming of koeling worden geregeld.

De lucht wordt via de badkamers afgezogen en via het kanalenstelsel naar de onderzijde van zonneshoorstenen aan de zuidwestgevel van het gebouw getransporteerd. De achtergevels van de schoorstenen werken als zonnecollectoren. Hiermee wordt de koude lucht opgewarmd. De stijgende warme lucht creëert een onderdruk. De opgewekte zonnewarmte wordt door de warmtewisselaar geoogst en hergebruikt voordat de retourlucht wordt uitgeblazen.

De neerwaartse druk in de klimaatcascade en de thermische trek in de zonneshoorsteen zorgen voor circulatie van lucht door het gebouw. Voordat de gebruikte lucht wordt afgevoerd via de gevel, wordt de restwarmte via een warmtewisselaar uit de retourlucht onttrokken om te worden hergebruikt door een warmtepomp voor het verwarmen van tapwater en de opslag daarvan in de bodembron.

Alle gevels, behalve de noordwestgevel, zijn volledig voorzien van gepotdekselde zonnepanelen. Daarnaast zijn ook de achtergevel van de zonneshoorstenen, het dak en de luifel voorzien van zonnepanelen. Het totale PV-opervlakte voor het opwekken van zonne-energie is ca. 2.000 m². Dit levert jaarlijks ca. 200.000 kWh hernieuwbare energie op. Het zorgt ervoor dat het totale energieverbruik voor de 195 hotelkamers energieneutraal is. In de energiebehoefte van het hotel, inclusief faciliteiten zoals het restaurant en wellness, kan ongeveer driekwart worden voorzien.

De dak-, gevel en vloerisolatie in het complex voldoen aan de hoogste eisen op het gebied van duurzaamheid en de ramen zijn voorzien van triple glas. Daarnaast zijn in het hotel verschillende hightech systemen aangebracht zoals warmtewisselaars in de douches, een smart domotica systeem en een smart energiemonitoringssysteem wat zorgt voor extra energiebesparing.

Het resultaat is een smart building waarin innovatieve ecotechnieken zijn toegepast voor het creëren van een comfortabel en gezond binnenklimaat. Dit alles zorgt ervoor dat het gebouw een EPC=0 heeft.

Resultaten, knelpunten, en perspectief voor toepassing

Na het analyseren van de data die zijn verzameld tussen mei 2019 en april 2020, kan gezegd worden dat het EWF-systeem iets beter presteert dan een referentie State-of-the-Art luchtbehandelingssysteem met warmtewiel. In de praktijk zijn sommige aspecten van het concept positief uitgevallen en andere negatief:

- De klimaatcascade presteert beter dan berekend.
- De ventilatoren vragen aanzienlijk meer energie dan berekend. Dit is deels te verklaren uit de geconstateerde luchtlekkages; het verschil bij de zonneshoorsteen is opmerkelijk groot.
- De COP van zowel de CV-warmtepomp als van de tapwaterwarmtepomp is lager dan berekend vergeleken met de opgegeven specificaties van de fabrikant.
- De tapwaterwarmtepomp profiteert minder van de, door de zonneshoorsteen opgewarmde, watertemperatuur dan berekend.
- De WKO ervaart een enorme onbalans. Hier moet direct ingegrepen worden, voordat dit proces in een neerwaartse spiraal terechtkomt. De rol van de zonneshoorsteen is hierin onduidelijk. Deze zou meer dan voldoende warmte voor regeneratie van de warmtebron moeten kunnen leveren.
- De PV-panelen op de gevel wekken minder elektriciteit op dan berekend.
- De luifel met PV-panelen is nog niet aangebracht.

Hieraan gerelateerd zijn enkele aanbevelingen opgesteld om het EWF-systeem in Hotel Breeze naar behoren te laten functioneren en om een volgend EWF-systeem te verbeteren.

Voor Hotel Breeze dienen de onderstaande zaken te worden aangepast:

- De deur onder aan de klimaatcascade dient luchtdicht te zijn.
- Het evenwicht van de WKO dient hersteld te worden.
- De luifel met PV-panelen dient aangebracht te worden.
- De prestatie van deze PV-gevel dient geanalyseerd te worden.

Voor een volgend EWF-project dienen de onderstaande zaken te worden heroverwogen:

- Het ontwerp van de zonneshoorsteen om luchtdichtheid te verbeteren.
- Efficiënter (regeneratie) gebruik van de warmte uit de zonneshoorsteen.

Een organisatorisch knelpunt is ervaren bij het doorlopen van het omgevingsvergunningstraject. Door het wijzigen van de windturbines op het dak naar PV-panelen in de façade diende er een nieuw gevelontwerp te komen. Na het realiseren van het gevelontwerp, moest deze worden voorgelegd aan de Welstandscommissie van Amsterdam. Het idee en inzicht dat het technische ontwerp van het EWF-concept voor het Breeze project in grote mate bepalend was voor het esthetische ontwerp van het gebouw zorgde voor discussie met welstand. Uiteindelijk is in overleg met OZ Architecten, de gemeente Amsterdam, en de Welstandcommissie tot een oplossing gekomen door gepotdekselde zonnepanelen te gebruiken. Deze zonnepanelen zijn maatwerk geweest en speciaal voor dit project ontwikkeld en geproduceerd. De opsomming van deze en andere vertragingen tijdens het samenwerkingsproces heeft de initiële oplevering van het hotel destijds opgeschoven naar begin 2019.

Bijdrage project aan doelstellingen regeling

De bijdrage aan de doelstelling om een duurzamere huishouding te bewerkstelligen is evident. Het doel van het concept dat in het project is ontwikkeld is om het energieverbruik binnen een hotel te verminderen. Het EWF-concept laat zien dat dit inderdaad mogelijk is. Met de uitvoering van dit project is ook de kennispositie op het gebied van duurzame (energie)huishouding versterkt. Zo zijn er tijdens het project meerdere wijzigingen gebracht aan het concept zelf en het uiteindelijke ontwerp van de Power Facade en Roof, en zijn er nog vele andere nuttige vindingen gedaan om de energieuishouding in de toekomst te verbeteren.

Spin-off binnen en buiten de sector

De spin-off, als deze zo genoemd kan worden, is de voortgang van Dutch Green Company en Breeze EWF om dit concept door te ontwikkelen en kenbaar te maken bij mogelijke stakeholders zoals aannemers, architecten, en constructeurs. Het EWF-concept zal in samenwerking met Halmos Adviseurs en de BAM toegepast worden in een nieuw onderwijsgebouw van de Erasmus Universiteit Rotterdam. Klik [hier](#) voor meer informatie.

Overzicht publicaties, PR, en kennisverspreiding

PR en kennisverspreiding worden hier samen genoemd, omdat deze doorgaans overlap met elkaar hadden. De organisatie heeft wel degelijk PR-activiteiten ondernomen om het project te promoten en van platforms gebruik gemaakt om de opgedane kennis te verspreiden. Hieronder is een opsomming gemaakt van presentaties, nieuwsartikelen, persberichten en wetenschappelijke publicaties die te maken hebben met de ontwikkeling van het EWF-concept en Hotel Breeze.

Presentaties

- ABT Raadgevende Ingenieurs
- Bronconsult
- Klunder Architecten
- Mecanoo Architecten
- No Bullshit Rotterdam
- OMA Architecten
- Rotary Club Apeldoorn
- Rotary Club Leiden
- TU Delft College Zero Energy Design
- TU Delft Green Village
- Instituut voor Bouwrecht, IBR
Boekpresentatie, praktijkboek Duurzaam
Bouwen (2020)

Persberichten en wetenschappelijke publicaties

- Bewuste Bouwers
- Borghese Real Estate
- Business Insider
- CIBSE Journal
- Cobouw
- Cocoon Risk Management
- De Architect
- De Ingenieur (3x)
- De Nieuwe Draai
- Energiekaart
- Greater Venues
- Groene Bouwhekkers
- Het Parool
- Horecava
- IJburgernieuws
- ING Bank
- Innovatie Estafette
- Installatieprofs
- Lente Akkoord
- Misset Horeca
- Mitsubishi
- Nu.nl
- NWA Architecten
- Pleijsier Bouw
- REHVA Journal (3x)
- RvO
- Steden in Transitie
- Technische Universiteit Delft
- Technische Universiteit Eindhoven
- TKI Urban Energy
- Topsector Energie
- TVVL Magazine (5x)
- Van Delft Groep

De veelvoud en het brede publiek maakt duidelijk dat er vanuit verschillende partijen interesse is in de bevindingen en het in de toekomst nogmaals realiseren van een dergelijk concept, zowel uit het perspectief van wetenschappers en ingenieurs, als architecten en anderen.

Virtual Reality

Om de constructie en de werking van het EWF-concept inzichtelijk te maken, is er samengewerkt met, en opdracht verleend aan, een partij gespecialiseerd in Virtual Reality (VR). Een VR-film is een innovatief medium om online, of op ieder gewenste locatie met een VR-bril op, een hands-on indruk te krijgen van het functioneren van het EWF-concept, de succesfactoren en mogelijke verbeteringen van het EWF-concept. Bovendien is dit een effectieve manier om de vindingen en werking van dit project te delen met belangstellende alsmede om de kwaliteiten van het EWF-concept te promoten in de bouw- en vastgoedwereld maar ook geschikt voor leer-/scholingsdoelstellingen; een van de doelen die bij de start van het project werden vastgesteld.

EZK Energy Award 2019

De ultieme erkenning voor het uiteindelijk behaalde succes van dit project kwam in januari 2020, toen dit project door RVO en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat werd benoemd als winnaar van de EZK Energy Award 2019.



Overige informatie

Contactpersoon voor meer informatie m.b.t. het project: Maarten Eldering (020 - 891 25 25)

Meer informatie over het project is te verkrijgen via:

<https://fourelementshotel.com/nl/>

<https://www.amstelius.nl/hotel-breeze/>

<https://www.ewflab.nl/>

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Datum: 31-3-2021