





De driehoekige hoge houtconstructie maakt het dak tot een bijzondere beleving.

Cascadedak in houten driehoeken

In het nieuwe entreegebouw van Keukenhof heeft de entree zelf een centrale plek, met aan weerszijden een facilitair gebouw. Een opvallend dak van 100 x 30 meter met hoge houten liggers in driehoekspatroon vormt de verbindende factor.



Van bovenaf zijn goed de verschillen in dakconstructie te zien, inclusief de roosters waaronder de installaties zijn opgesteld. (Foto: Keukenhof)



Als uitnodigend gebaar zijn de twee gebouwen afgerond richting de entree.



Entreegebouw Keukenhof

// **Locatie:** Stationsweg, Lisse

// **Opdrachtgever:** Keukenhof, Lisse

// **Bouw:** september 2015 – sept. 2016

Keukenhof is in vele opzichten een uniek park. Eén van die bijzonderheden is dat het park in een periode van slechts circa 8 weken ongeveer 1,2 miljoen bezoekers ontvangt, met als hoogtepunt maar liefst 60.000 bezoekers op één dag tijdens het corso. Dat vergt optimale logistiek waarbij niets aan het toeval wordt overgelaten. Daarom heeft Keukenhof de laatste jaren onder meer gewerkt aan nieuwe parkeerfaciliteiten, zodat files op de aanvoerroutes nu niet meer voorkomen. Vanaf dat nieuwe parkeerterrein zullen bezoekers komend voorjaar door een eveneens nieuw entreegebouw het park betreden.

Het nieuwe entreegebouw is ontworpen door Mecanoo. Niet op basis van schetsplannen maar op basis van de visie die het architectenbureau presenteerde, vertelt Frans de Brabander, die al vanaf 2007 als bouwbegeleider betrokken is bij de plannen voor het entreegebouw, de parkeerterreinen en de diverse pleinen in het park. In het gebouw moest een groot aantal functies op een logistiek verantwoorde wijze worden ondergebracht, zoals toiletten aan de zijde van het parkeerterrein, toiletten aan de zijde van het park, EHBO, restaurant, bloemenwinkel, souvenirshop en kassa's.

Cascade

Al deze publieksfuncties zijn gesitueerd op de begane grond van twee gebouwen, waar de eigenlijke entree tussen is gelegd. Het ene gebouw is eenlaags; het andere heeft een verdieping waarin de kantoren van Keukenhof en de VIP-ontvangst zijn gesitueerd. Over de twee gebouwen en de tussenliggende entree is een groot doorgaand dak geplaatst, dat in vier stappen als een cascade afloopt vanaf het tweelaagse naar het eenlaagse gebouw.

Het dak is opvallend vormgegeven met hoge houten liggers in een driehoekig patroon, met daaromheen een koperen dakrand. Ter plaatse van de entree en de overstekken is het dak voorzien van een glaskap. Die is zo aangebracht dat elke houten driehoek wordt opgedeeld in vier glasvlakken. Ook in een aantal bijzondere ruimtes zoals het restaurant en de VIP-lounge is de driehoekige houten dakconstructie zichtbaar; deels met een glaskap (met zonwerend isolatieglas) en deels gesloten met tussen de houten liggers een plafond met vierkante eikenhouten latten. In de niet-zichtbare delen van het dak is de driehoeksconstructie niet toegepast, maar is gekozen voor een houten kanaalplaatvloer. Dat was goedkoper maar maakte het ook



De dubbelhoge gelamineerde liggers langs de kopgevels dragen het kolomloze dak boven de eigenlijke entree.

mogelijk om de diverse installaties voor luchtbehandeling en dergelijke onzichtbaar tussen de houten dakconstructie te plaatsen. De installaties staan dus buiten, met een roosterplafond er overheen om vogels en dergelijke buiten te houden. “Een hele puzzel, want we wilden echt niets boven de dakrand uit laten steken”, zegt De Brabander.

Zonder kolommen

Het houten dak is ruim over de gebouwen gelegd en maakt uitkragingen tot 10,8 meter. De liggers zijn een meter hoog, met daaromheen een dakrand van 1,20 meter. Ter plaatse van de sprongen in het dak zijn dubbelhoge gelamineerde liggers aangebracht. Die grote hoogte van de liggers gaf constructieadviseur IMd de mogelijkheid om de houtconstructie te optimaliseren, vertelt directeur Pim Peters van IMd. In het eerste ontwerp stonden er namelijk nog kolommen onder het dak van de entree. Dat dak maakt een overspanning van 25,2 meter tussen de twee gebouwen. IMd wist dat zo te optimaliseren dat dit hele dak kon hangen aan de dubbelhoge gelamineerde liggers ter

plaatse van de (kop)gevels van de twee gebouwen. Bijkomend probleem was wel dat die dubbelhoge gelamineerde ligger zelf geen ondersteuning had aan de zijde van het tweelaagse gebouw, dat ook zelf een uitkraging maakt. De ligger was hier aan een overstek opgehangen. Vanwege de optredende belastingen heeft IMd dat overstek versterkt met staalprofielen.

Boksligger

De optimalisatie heeft ook geleid tot een hybride constructie: deels massief gelamineerd hout en deels ‘boks’-liggers. Deze boksliggers zijn in feite holle dozen, met een onder- en een bovenregel en een houten plaat voor de zijanten. Daarmee zit het hout op de plek waar het constructief nodig is. Dat scheelt in materiaal en in de kosten, maar ook in gewicht. Dat was belangrijk voor zowel de belastingen op de randliggers als de benodigde hijs capaciteit. Daarbij waren de boksliggers ook nog eens functioneel doordat de bekabeling voor de ledverlichting hierin kon worden opgenomen.

IMd heeft de belastingen op de diverse liggers berekend en een

IMd optimaliseerde de constructie, zodat het hele dak kon hangen aan de dubbelhoge liggers bij de (kop)gevels



verdeling gemaakt tussen primaire liggers en secundaire liggers. De primaire liggers zijn uitgevoerd in massief gelamineerd hout; de secundaire als boksliggers. Dat heeft er uiteindelijk in geresulteerd dat de rechte liggers – zowel langs de dakrand als haaks daarop – uitgevoerd zijn in massief gelamineerd hout. De driehoeken daartussen zijn gemaakt met boksliggers, waarbij veel aandacht is besteed aan het engineeren van een onzichtbare verbinding tussen de liggers en ter plaatse van opleggingen in het zicht.

Hemelwater

Aan de gevel van het gebouw zijn geen hemelwaterafvoeren aangebracht. Ook zitten er geen noodoverstorten in de dakranden. Het hemelwater wordt in principe binnendoor afgevoerd, om via de kruipruimte aan de onderzijde van de gevel weer naar buiten te komen. De noodoverstorten zijn opgenomen in de gesloten dakrand van de laagste kopgevel. Doordat ze achter de dakrand langslippen, zijn deze uitlopen echter vrijwel onzichtbaar opgenomen in de onderbeplating van de dakrand. De glasdaken wateren af met een afschot. Dat is gecreëerd middels een aflopende vulregel op de horizontaal liggende houten dakliggers. Het glazen dakvlak boven de entree moest in zijn geheel afwateren op het aangrenzende lageregelegen dakvlak. Om het afschot beperkt te houden, zijn in dit dakvlak twee goten aangebracht die meelopen in de lijn van de driehoeken bij de dakrand. Deze zijn middels een sponning in de gelamineerde houten liggers gelegd.

Mock-up

Het glasdak met aluminium profielen is aangebracht door Brakel Atmos. Spantleverancier Heko en Brakel Atmos maakten op verzoek van opdrachtgever, bouwer en architect vooraf een mock-up op ware grootte van één houten frame met daarin vier driehoekige ruiten. Om een goede indruk te krijgen van de beleving van het glasdak, is dit frame gehesen tot 8 meter hoogte.

Overigens heeft Mecanoo behalve voor een bijzondere dakconstructie ook gekozen voor een niet-alledaagse gevelbekleding. In de gevel is namelijk een 550 mm lange steen van Petersen verwerkt en dan ook nog eens verticaal. Vermetselen van deze steen bleek erg

Op een aantal plekken is de driehoekige houtstructuur met glasdak ook binnen toegepast.

lastig. Daarom zijn er uiteindelijk steenstrips van gemaakt, die tegen een hsb-blad zijn gelijmd.

Constructie geoptimaliseerd

Behalve de houtconstructie van het dak heeft IMd ook de cascoconstructie van de gebouwen geoptimaliseerd. Bij het eenlaagse gebouw rust de dakconstructie op stalen kolommen. Voor het tweelaagse gebouw is gekozen voor een betonconstructie, met betonnen kolommen en een bollenplaatvloer. De keuze voor beton is gemaakt omdat de verdiepingsvloer in twee richtingen uitkraagt, maar ook vanwege gewenste warmteaccumulatie en daarmee de comfortaspecten voor de kantoorverdieping. Overigens is tussen die kantoorverdieping en de onderliggende ruimtes een extra thermische schil aangebracht, middels isolatie van de verdiepingsvloer. De onderliggende ruimtes worden namelijk alleen tijdens de openstellingsperiode gebruikt. Buiten die periode gaat de thermostaat op de vorstbewakingsstand. De bovenliggende kantoren worden het hele jaar gebruikt.

Duurzaamheid

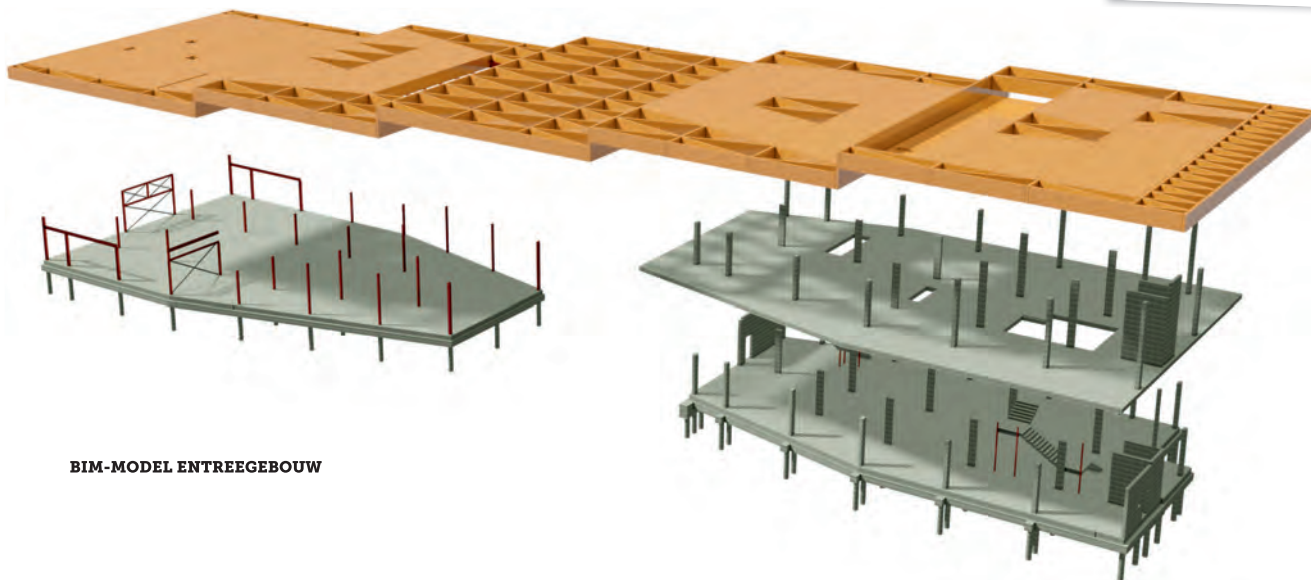
In het ontwerp van het gebouw is hoog ingezet op onderhoudsarme materialen en op duurzaamheid. Zo is alle verlichting uitgevoerd in led en is er geen gasaansluiting meer maar een eigen WKO, waarmee de vloerverwarming wordt gevoed. In de kantoren wordt die vloerverwarming aangevuld met vloerconvectoren; in het restaurant wordt gewerkt met luchtverwarming. Op het dak van het gebouw staan verder 178 PV-panelen, waarmee de eigen energiebehoefte voor een belangrijk deel kan worden gedekt.

Om een goede indruk te krijgen van de beleving van het glasdak, is een mock-up gehesen tot acht meter hoogte

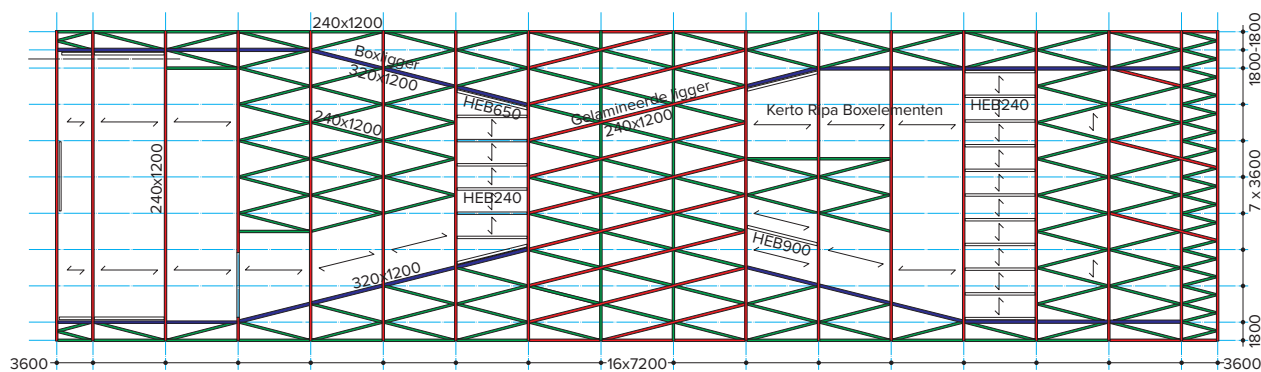


1 // De opbouw van het glasdak, met goten tussen de diverse driehoekige elementen. (Foto: Brakel Atmos) 2 // In het restaurant wisselen open en dichte delen elkaar af binnen de driehoekige houtstructuur. 3 // IMd voegde staalprofielen toe als drager van de dubbelhoge gelamineerde ligger, die op zijn beurt het hele dak boven de entree draagt. (Foto: Frans de Brabander)

Projectgegevens // **Locatie:** Stationsweg, Lisse // **Opdrachtgever:** Keukenhof, Lisse // **Ontwerp:** Mecanoo, Delft, mecanoo.nl // **Bouwdirectie:** Brabanders Bouw Adviesbureau, brabantersbouwadvies.nl // **Constructieadviseur:** Imd Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam, imdbv.nl // **Bouwfysisch adviseur:** DWA, dwa.nl // **Uitvoering:** Van Wijnen, Dordrecht, vanwijnen.nl // **E-installaties:** Schulte & Lestraden, Lisse, senl.nl // **W-installaties:** Vink Installatie Groep, Roelofarendsveen, vinkinstallatiegroep.nl // **Dak:** Heko (houten spanten), Brakel Atmos (glasdak), Verwol (houten plafonds) // **Bouwperiode:** september 2015 – september 2016

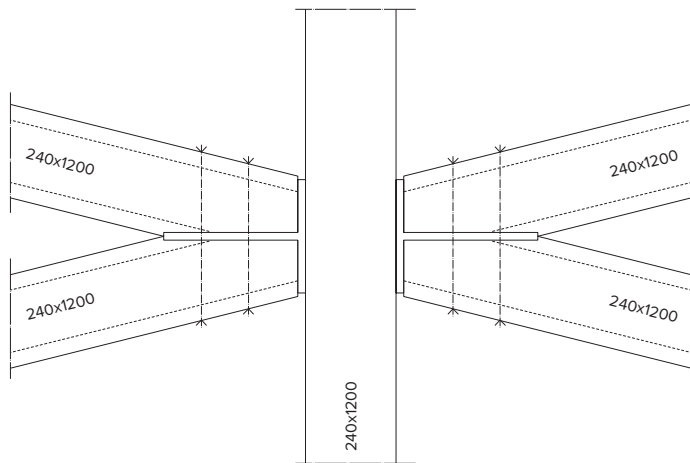


BIM-MODEL ENTREEGEBOUW

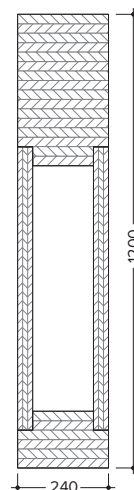


DAKPLATTEGROND

1:750



PRINCIPE AANSLUITING BOXLIGGERS OP GELAMINEERDE LIGGER



PRINCIPE DOORSNEDE BOXLIGGER

1:20