

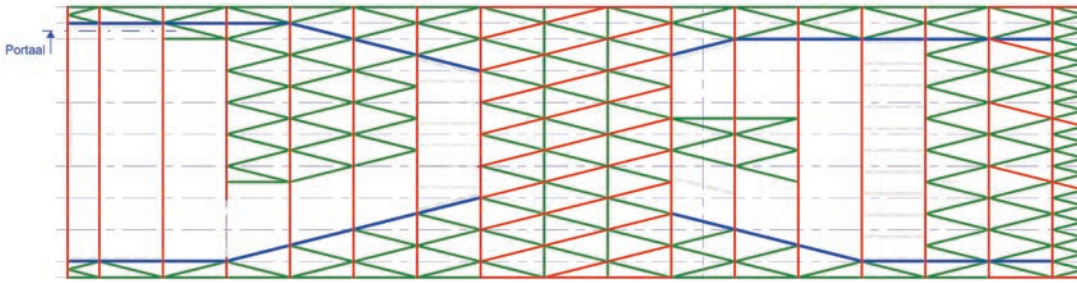
WATERVAL IN VUREN

ENTREEGEBOUW KEUKENHOF LISSE



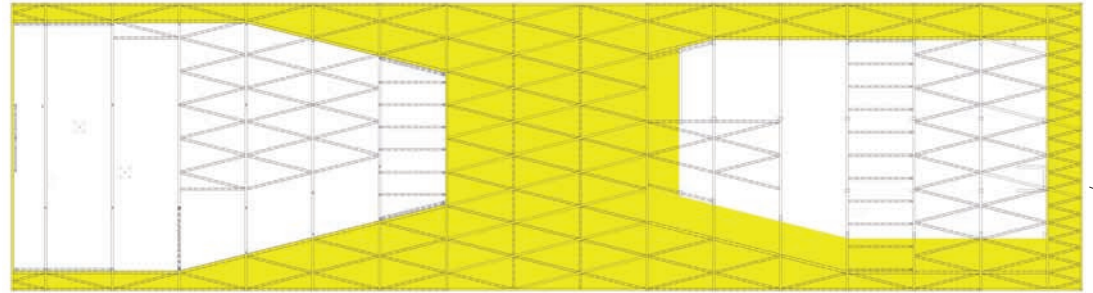
De dakconstructie is het opvallendste onderdeel van het nieuwe entreegebouw van de Keukenhof. Door een nauwe samenwerking tussen Mecanoo en IMd Raadgevende Ingenieurs is het constructief ontwerp optimaal uitgewerkt binnen de esthetische randvoorwaarden. Door slim om te gaan met het constructiehout bleef het materiaalgebruik beperkt.



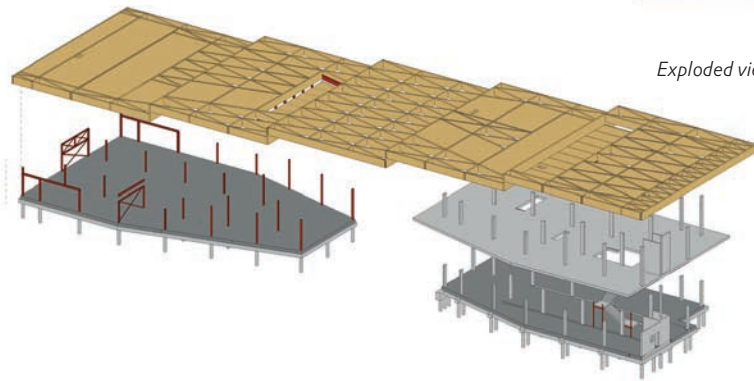


Opbouw dak.

Verklaring systeem schema dak:
 Rood = gelamineerd hout, b=240
 Blauw = Houten box ligger, b=320
 Groen = Houten box ligger, b=240



Overzicht kolomvrije deel van het dak.



Exploded view.

Een enorme constructieve uitdaging was het kolomvrij realiseren van de doorgang.



Het imposante entreegebouw bestaat uit twee gescheiden bouwdelen. De houten dakconstructie verbindt beide delen met elkaar, zodat een grote poort ontstaat. Deze is de toegang voor de jaarlijks 1 miljoen mensen die tijdens het seizoen van acht weken het park bezoeken. Het cascadedak is opgebouwd uit vijf treden met een breedte van 21,6 m en een totale hoogtesprong van 1,6 m. Het vormt de verbinding tussen het eenlaagse gebouwdeel, waarin onder andere een restaurant en de toiletten zich bevinden, en het tweelaagse volume met op de begane grond de kassa's en de souvenirwinkel en op de verdieping de kantoren.

Raster van driehoeken De brede kolomvrije doorgang en de schuine vorm in de plattegrond werkt uitnodigend voor de bezoekers om vanaf het nieuwe plein het park binnen te gaan. Het bevordert zowel het zicht als de doorstroming. De transparantie van de dakconstructie, en daarmee de hoeveelheid daglicht onder de doorgang, versterkt dat nog meer. Het beeldbepalende dak wordt gevormd door een raster van driehoeken. Vanuit architectonisch oogpunt is gekozen voor het materiaal hout. De hoogte van de elementen is eveneens bepaald door de architectuur. De standaardhoogte van 1,2 m zorgt voor de mogelijkheid grote overspanningen te realiseren. Ter plaatse van de daksprongen is zelfs de dubbele hoogte constructief beschikbaar. Hiervan is aan weerszijden van de doorgang in het midden ook gebruikgemaakt.

Gewichtsbesparing IMd Raadgevende Ingenieurs koos ervoor het rasterwerk van driehoeken op te delen in hoofdliggers en secundaire liggers en zo het constructieve systeem helder en eenvoudig te houden. Dit betekent dat de hoofdliggers overal kunnen doorlopen en de secundaire ertussen kunnen worden aangebracht, waardoor de onderlinge verbindingen eenvoudig te houden zijn. Waar geen raster van driehoeken zichtbaar is door de aanwezigheid van verlaagde plafonds, is vanwege de kosten besloten het dak dicht te leggen met eenvoudige houten dakdozen. Er zijn meerdere varianten onderzocht om de dakliggers te kunnen uitvoeren. De gedachten van de architect gingen uit naar gelamineerde liggers. Omdat dit een zeer zwaar dak zou opleveren en constructief gezien niet alle liggers de aanwezige hoogte van 1,2 m nodig hadden, heeft IMd Raadgevende Ingenieurs gekeken naar varianten met een gewichtsbesparing.

Boxliggersysteem Eén variant is die met Kerto Maxi-doolliggers. In tegenstelling tot het buitenland is dit in Nederland een redelijk nieuwe toepassing. Nadeel voor dit project is dat ze een ander uiterlijk hebben dan gelami-

neerde liggers. Doordat de gelamineerde en doosliggers op elkaar aansluiten, zou dit esthetisch gezien geen eenheid vormen. Daarom is tevens een variant bekeken van gelamineerde liggers in combinatie met een boxliggersysteem dat een vergelijkbaar uiterlijk heeft. Ook dit is vrij nieuw in Nederland. Deze boxliggers, eveneens van Kerto, zijn samengesteld uit een onder- en bovenregel van gelamineerd hout, met daartussen twee Novatop-panelen van 19 mm dik. Voor dit laatste systeem is vervolgens gekozen, waarbij de boxliggers de rol van secundaire liggers spelen. Niet alleen kon zo het mooie uiterlijk gehandhaafd blijven, maar ook kon de dakconstructie op deze manier veel lichter worden uitgevoerd. Dat levert verder een voordeel op voor de onderliggende constructie en de fundering. En in de holle boxliggers kan tevens isolatie, verlichting en leidingwerk worden geïntegreerd, waardoor ze een dubbele functie vervullen. Het fijne is bovendien dat dit een kostenreductie van de dakconstructie geeft.

VANUIT ARCHITECTONISCH OOGPUNT IS GEKOZEN VOOR HET MATERIAAL HOUT



Prachtige synergie Een enorme constructieve uitdaging was het kolomvrij realiseren van de doorgang. Hiervoor zijn overspanningen tot 21,6 m en uitkragingen tot een maximale afmeting van 10 m gerealiseerd. De grote overspanningen worden overbrugd door gelamineerd vuren liggers met afmetingen van 240 x 1.200 mm (h.o.h. 3,6 m). Doordat ze schuin liggen ten opzichte van de stramien is de eigenlijke overspanning nog groter. Tussen de liggers in zitten korte vuren exemplaren, uitgevoerd als boxliggers, met dezelfde afmetingen en hetzelfde uiterlijk, wat de driehoeksvorm in het dak completeert. De gelamineerde liggers dragen hun krachten af op hun pendanten bij de overgang van de treden. Door constructief gebruik te maken van de grote hoogte bij deze daksprongen was het mogelijk de grote uitkragingen van maximaal 10 m te realiseren. Dit geeft een prachtige synergie tussen constructie en esthetica.

Eén lengte Deze dubbelhoge liggers hebben een doorsnede van 240 x 2.800 mm en kragen aan beide zijden van het gebouw uit. Het was daarom noodzakelijk ze uit één lengte te maken. De totale lengte van de liggers bedraagt 30 m, wat met een hoogte van 2,8 m niet vervoerbaar is over de weg. Hierdoor moesten ze in de hoogte worden gedeeld. Ze zijn op de bouwplaats op elkaar gezet en mechanisch gekoppeld en gelijmd. De uitdaging bij de



Prachtige synergie tussen constructie en esthetica.



De algehele transparantie van de dakconstructie wordt binnen versterkt door daklichten.

Het cascadedak is opgebouwd uit vijf treden met een breedte van 21,6 m en een totale hoogtesprong van 1,6 m.



constructie was zelfs nog groter, doordat de kolommen waarop de dubbelhoge gelamineerde ligger steunt, in het gebouw staan. De verdiepingvloer heeft boven de kassa's namelijk ook nog een uitkraging. Hier waren evenmin kolommen gewenst. De dubbelhoge gelamineerde liggers moesten dus bovendien nog worden opgevangen door liggers met een uitkraging in de andere richting in het dak. Gezien de beperkte beschikbare hoogte en de grote krachten zijn deze van staal.

Stabiliteit Om de windkrachten die op het dak werken op te kunnen nemen, is het gehele dakvlak uitgevoerd als schijf. Die voert de windkrachten af naar de onderliggende stabiliteitselementen. De schijf is gerealiseerd door de vuren liggers die als vormvaste driehoeken werken en waar geen driehoeken aanwezig zijn, door de houten dakdozen. De stabiliteit van het gebouw is bij elk van de twee bouwdelen anders gerealiseerd. In het eenlaagse deel worden de horizontale krachten afgedragen naar de stalen portalen in de gevels en naar het in de wand weggevoerde windverband in het midden van het gebouw. De posities van de stabiliteitselementen zijn zodanig gesitueerd, dat vrijwel de gehele ruimte vrij indeelbaar is. Datzelfde geldt voor het tweelaagse gebouw dat in een betonnen draagconstructie is uitgewerkt.

Vrij indeelbaar Door deze constructie met kolommen ontstaat een vrij indeelbare plattegrond, waardoor het gebouw heel flexibel is. De levensduur wordt hiermee aanzienlijk vergroot. De plaatsing van de kolommen is afgestemd op de indeling van de plattegrond. Daarmee is rekening gehouden om de krachtswerking in de hoofdliggers zoveel mogelijk gelijk te houden. De keuze van het constructieprincipe is per bouwdeel aangepast aan het gebruik en de optredende belastingen. Dit resulteert in een optimaal gebruik van de gekozen materialen. De constructie van het eenlaagse bouwdeel bestaat uit slanke stalen kolommen, deze hoeven alleen het dak te dragen. De constructie van de hogere bouwhelft bestaat in hoofd-

lijnen uit betonnen kolommen die de eerste verdiepingvloer en het dak dragen.

Verbindingen De verbinding van de boxliggers aan de gelamineerde liggers konden door het lokaal tijdelijk weglaten van de panelen volledig verdekt worden uitgevoerd. Ze waren hierdoor tevens eenvoudig uitvoerbaar. Ook ter plaatse van de opleggingen van de gelamineerde spanten zijn de verbindingen verdekt uitgevoerd. Bij de doorgang in het midden van het gebouw vangt een staal-

constructie de hoge gelamineerde liggers op. Op de begane grond was sterk de wens de kolommen verder terug te plaatsen. Dit is gerealiseerd door de gelamineerde liggers op te vangen via een hulpconstructie. Gezien de beperkte beschikbare hoogte en de grote krachten zijn deze liggers in staal uitgevoerd.

Het nieuwe entreegebouw van de Keukenhof wordt komend seizoen 2017 in gebruik genomen, het kantoordeelte vanaf oktober 2016. •

PRACHTIGE SYNERGIE TUSSEN CONSTRUCTIE EN ESTHETICA



DENNIS RIETDIJK, SASKIA FRIJNS
IMD RAADGEVENDE INGENIEURS
ROTTERDAM

CO₂-VOETAFDruk

In het project is 850 m³ vuren (gelamineerd, Kerto, Novatop-panels) toegepast. Dit betekent een CO₂-vastlegging van **527.819 kg**. Het compenseert de uitlaatgassen van een middenklassenauto over **3.518.793 km** of het jaarlijkse elektragebruik van **586 huishoudens**.

Locatie: Stationsweg 166A, Lisse **Opdrachtgever:** Stichting Keukenhof Lisse (*keukenhof.nl*) **Bouwmanagement:** Brabanders Bouw Advies Bureau (*brabandersbouwadvies.nl*) **Ontwerp:** Mecanoo Delft (*mecanoo.nl*) **Aannemer:** Van Wijnen Dordrecht (*vanwijnen.nl*) **Constructeur:** IMd Raadgevende Ingenieurs Rotterdam (*imdbv.nl*) **Detail-engineering:** IBT Amsterdam (*bouwtechniek.nl*) **Gelamineerd vuren, Kerto-boxliggers, Novatop-panels:** Heko Spanten Ede (*hekospanten.nl*) Bruto vloeroppervlak : ca. 2.750 m² **Bouwperiode:** September 2015 - september 2016 **Bouwkosten:** N.B.