

Tekst: Joop Wilschut  
Beeld: Gert-Jan de Jong,  
Emil Lüning, Joop Wilschut

Een geodetische constructie met een vrije overspanning van 56 meter vormt het dak van de Amazonica Dome. De koepel is samengesteld uit gelamineerde vurenhouten spanribben, gekoppeld met stalen connectoren en luchtkussens van semi-transparante kunststoffolie voor een optimale lichtinval. Het gebouw is aan drie zijden omgeven door een talud voor een natuurlijke inpassing in de omgeving. De oostzijde van de koepel is afgesneden met een rechte wand, waardoor de bolvorm sterk naar voren komt.

## Het Amazonegebied onder een koepel



Door de momentvaste knoopverbindingen is de constructie zonder ondersteuning op te bouwen.

### Nieuwe attractie voor Diergaarde Blijdorp

De Amazonica Dome moet vanaf april 2013 de trekpleister van het nieuwe themadeel 'Zuid Amerika' in Diergaarde Blijdorp worden. Onder deze koepel wordt een natuurlijke biotoop van flora en fauna uit het Amazonegebied gemaakt met een stromende rivier, reptielen, schildpadden en vlinders waar de bezoekers doorheen kunnen wandelen. Door het ontbreken van

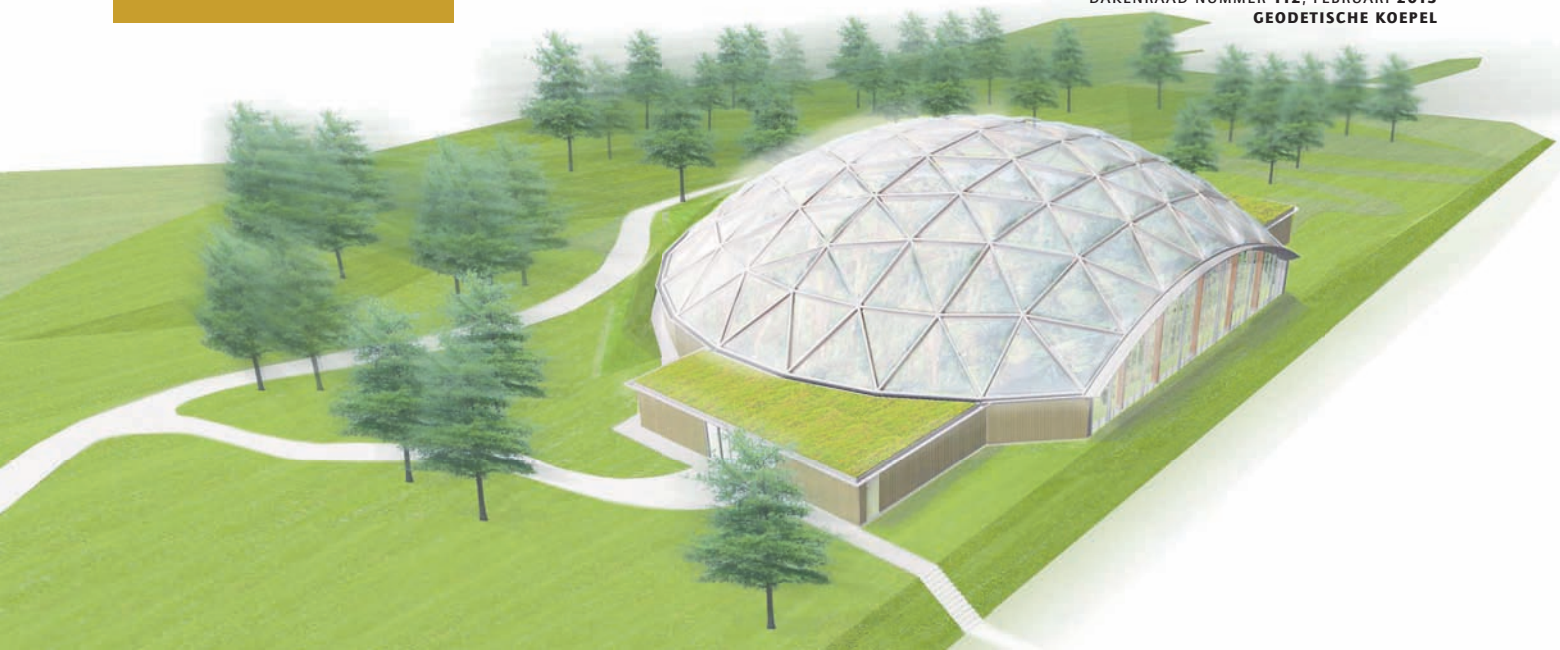
kolommen is de ruimte vrij in te delen en wordt het totaalbeeld niet verstoord door 'onnatuurlijke' onderdelen. Het gebouw krijgt twee entreepartijen aan weerszijden van de cirkelvormige Dome. In de rondgang aan de westzijde binnen de overkapping ligt een servicegebied met dierenverblijven.

De Dome is in opdracht van Diergaarde Blijdorp Rotterdam Zoo ontworpen door Arc2 Architecten

uit Almere in samenwerking met Adviesbureau Lüning uit Doetinchem.

#### Constructieopbouw

Het ronde gebouw heeft een diameter van 56 meter en een vrije hoogte van 14,70 meter. De koepelconstructie zelf heeft een hoogte van 11,20 meter en steunt aan de rand af op 25 kolommen, die zijn opgenomen in een gevelconstructie. Aan de buitenzijde van de Dome



Artist impression van de Amazonica Dome met rechts de afsnijding, de rechte glazen wand.

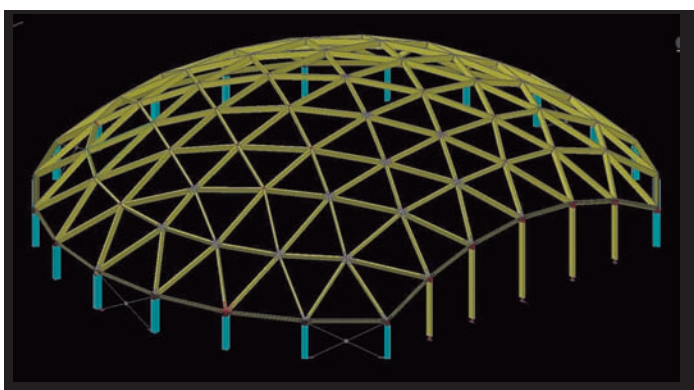
komt voor de noord-, west- en zuidgevel een begroeid talud te liggen om het geheel te laten opgaan in de omgeving. “Aan de oostzijde was dat door de situatie ter plekke niet mogelijk”, laat architect Gert-Jan de Jong weten. “Vandaar dat de koepel aan die kant is afgesneden en een rechte gevel heeft gekregen. Deze gevel is in het hart 8,30 meter hoog en loopt naar beide zijden af naar een hoogte van 3,50 meter.” Om goed te kunnen integreren heeft de koepelconstructie ook een flauwe kromming gekregen met een radius van ruim veertig meter. “Deze kromming is bepalend geweest voor de opbouw en samenstelling van de geodetische koepel”, legt Emil Lüning uit. “We hebben gekozen voor een koepelconstructie, die is afgeleid van de geometrie van ‘tilted planes’ en niet van het ikosaeder principe, waarmee veel bollere constructies zijn te maken. De basis van de

constructie wordt gevormd door driehoeken. Bij een ontwerp volgens het tilted planes principe bestaat het hart van de koepel uit een zeshoek met zes gelijkvormige driehoeken. Door de gebogen vorm zijn het geen gelijkzijdig driehoeken, maar hebben de spanribben verschillende lengten. Doordat de hele koepel niet plat is maar gekromd, zijn de driehoeksconstructies ook niet overal gelijk, maar worden ze naar de rand toe kleiner van afmetingen.”

### Trekking

Hoewel de spanribben van de driehoeken dus in lengte variëren, hebben ze wel een gelijke doorsnede van 200 mm x 540 mm en zijn ze allemaal samengesteld uit gelamineerd vurenhout. De koepel eindigt op steunpunten, betonkolommen, via een zogenoemde ‘sterrenrand’ driehoeken naar de steunpunten toe.

Een stalen trekking die horizontaal van steunpunt naar steunpunt loopt, neemt de horizontaalkrachten uit de koepelconstructie op en vermindert ook het krachterspel in de steunpunten. Deze trekking bestaat uit kokerprofielen van 150 mm breed en 300 mm hoog. Tegen de ring zijn gelamineerde houten liggers gemonteerd om de aluminium profielen voor de bevestiging van de luchtkussens degelijk te kunnen aanbrengen. Ter plaatse van de rechte wand aan de oostzijde is de constructie aangepast. Hier eindigt de koepel niet in een sterrenrand, maar vangen vijf gelamineerd houten kolommen opgenomen in de gevelconstructie de koepelrand op. De kolommen staan op stalen voeten, die rusten op een betonbalk. De trekking loopt hier lichtgebogen omhoog in het vlak en aan de bovenkant van de wand.



3-D tekening van de geodetische koepelconstructie, gebaseerd op het principe van ‘tilted planes’ met het kenmerk van zes gelijkvormige driehoeken in het hart.

### Projectgegevens

Oprachtgever	: Stichting Koninklijke Rotterdamse Diergaarde, Rotterdam
Architect	: Arc2 Architecten, Almere
Hoofdconstructeur	: Adviesbureau Lüning, Doetinchem
Koepelleverancier	: GeoDomeDesign, Doetinchem - Almere
Houtleverancier	: De Groot Vroomshoop, Vroomshoop
Foliekussens	: Meteor Systems, Duiven
Montage koepel	: Reytec Innovation Projects, Monster
Start ontwerp	: februari 2011
Start engineering	: april 2011
Start montage koepel	: november 2012
Oplevering koepel	: februari 2012
Oplevering Dome	: voorjaar 2013





De kussens worden samengesteld uit twee folies die ter plekke worden gespannen en vastgezet in aluminium profielen.

Deze afwijkende constructieopbouw heeft consequenties gehad voor de opbouw en samenstelling van de veld- en randknooppunten in dat gebied.

### Knooppunten

De koepelconstructie is dus samengesteld uit losse spanribben, die met momentvaste knooppunten aan elkaar zijn gekoppeld. In totaal gaat het om 55 veldknooppunten en 25 randknooppunten. Een veldknooppunt bestaat uit een stalen buis met een diameter van 219 mm en een hoogte van circa 450 mm. Halverwege de hoogte van de buis is een stalen schijf aangelast, die als extra verankering wordt ingelaten in de houten ribben. Aan de boven- en onderzijde van deze buis zitten schetsplaten, waaraan de diverse houten spanribben met boutverbindingen worden vastgezet. De bovenste platen zijn ingelaten in de ribben om de aluminium knelprofielen van de luchtkussens vlak te kunnen aanbrengen. De randknooppunten bestaan uit stalen schoenen met schetsplaten aan de boven- en onderzijde. Ook aan deze platen zijn de ribben vastgebout en ook hier zijn de bovenste ingelaten. De schoenen hebben stelmogelijkheden in drie richtingen: omhoog en omlaag, naar links en naar rechts en naar voren en naar achteren. Dat is noodzakelijk, omdat de koppeling van de ribben qua maatvoering heel nauw luistert. Lüning: "Alle onderdelen van de koepel worden door ons in 3-D gedetailleerd en gedimensioneerd en we laten alles exact op maat maken:

spanribben, veld- en randknoepen en de profielen voor de trekking. We leveren het ook als een compleet 'bouwpakket' aan, gecodeerd conform tekening en houden controle bij de montage. Hiermee voorkomen we dat er tijdens de montage vergissingen en fouten ontstaan waardoor de constructie niet zou passen. Met name bij dit project was het wezenlijk, omdat de randknoepen, de stalen schoenen bij de rechte wand compleet afwijkend zijn door de verschillende hoeken en verdraaiingen waaronder de houten ribben aansluiten." Door de nauwkeurige en momentvaste verbindingen is het mogelijk de koepelconstructie op te bouwen zonder ondersteuning. De montage begint van onderafaan en knooppunt voor knooppunt, ring voor ring bouwt men naar het hart van de koepel toe.



De zes driehoeken in het hart van de koepelconstructie zijn al gedicht met kussens en aangesloten op het luchtbehandelingsstelsel.

### Luchtkussens

De luchtkussens zijn gemaakt van een nieuw type kunststof folie: Katalite Tripl Clear, gebaseerd op nanotechnologie. De diffuse folie is anders dan EFTE folies te leveren op grote afmetingen, waardoor er nauwelijks of geen lassen nodig zijn voor fors bemeten kussens. De folie laat UV-licht door wat belangrijk is voor de biotoop onder de koepel. Voor de Amazonica Dome is een folie gebruikt met een dikte van 200 micron. Elk kussen bestaat uit een boven- en een onderfolie, die gelijktijdig worden aangebracht. Doordat bijna elke driehoek in de koepelconstructie een afwijkende maatvoering heeft, zijn de folies voor elk kussen op maat gemaakt. De folies/kussens worden bevestigd op de houten ribben.



De Amazonica Dome gaat straks door begroeide taluds voor de gevel op in de omgeving.



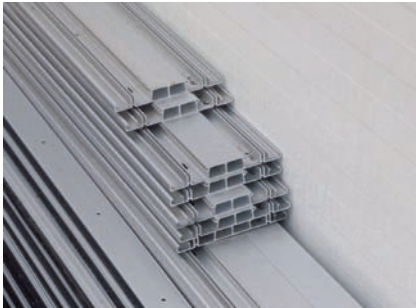
Een veldknooppunt van bovenaf gezien met de ingelaten schetsplaten en de aangelaste ring, ook ingelaten in de ribbe, op het midden van de stalen connector.



Een veldknooppunt van onderaf gezien. De schetsplaten zijn hier niet ingelaten, omdat ze niets in de weg zitten.



Het aluminium onderprofiel is geschroefd op de houten ribbe. Nadat de folie met een klikprofiel is vastgeklemd, sluit een aluminium deksel het detail af.



De speciaal ontwikkelde aluminium onderprofielen en afsluitdeksels waarmee de luchtkussenfolies worden vastgeklemd.



En de aluminium deksels met aan één zijde een rubberprofiel, waarmee het geheel aansluit op de luchtkussens.



Hemelwater wordt opgevangen in een gootconstructie die parallel loopt aan de trekkring.

Daarvoor is een detail ontwikkeld met speciaal gemaakte aluminium profielen, 190 mm breed en ca. 23 mm hoog, dat op de bovenkant van de ribben wordt vastgeschroefd. De profielen bestaan uit een onderplaat met een verhoogd middendeel. De folie van een kussen wordt aan de lage zijkant van het profiel ingelegd en vastgeklemd met een klikprofiel, waarna men de overlengte van de folie afsnijdt. Vervolgens wordt er een aluminium deksel ingebracht en vastgeschroefd om de verbinding af te dekken. Aan de buitenkant van dit deksel zit een rubberprofiel, dat aansluit op het luchtkussen om het detail waterdicht af te sluiten.

Om uitzetting van de aluminium profielen te kunnen opvangen, hebben de profielen een maximale lengte van drie meter. Tussen de aansluitingen houdt men een naad aan van circa 12 mm, die naderhand wordt afgekit met een hoogwaardige siliconenkit. De kitnaad heeft een rondgebogen bovenkant om waterophoping tegen te gaan. Nadat de folie van een kussen op deze wijze is gespannen, wordt het kussen via een ventiel gevuld met verwarmde en gefilterde lucht om deze te testen op dichtheid.

Als alles in orde is, houdt een centrale unit van compressoren via een apart stelsel van leidingen de druk in de kussens constant op 1,2 bar. De verwarmde en gefilterde lucht voorkomt algengroei en condensvorming. Aan de rand van de koepel - parallel aan de trekkring - loopt een gootconstructie, die het hemelwater dat van de koepel komt, opvangt en afvoert.

### Specifieke wensen

“Dat het gebouw een Dome is geworden, komt voort uit de specifieke wens van de opdrachtgever, dat het geen ‘rechthoekige doos’ mocht worden”, licht Gert-Jan de Jong toe. “Daar zou men geen exotisch gevoel bij krijgen. Een geodetische koepel heeft evenwel een organische vorm en is met de begroeide taluds fraai in te passen in de landschappelijke omgeving. De houten constructie heeft een natuurlijke uitstraling, die uitstekend past bij een dierentuin en vormt een goede achtergrond voor het tropische oerwoud dat eronder wordt gepresenteerd. Min of meer om dezelfde reden is de dakbedekking niet in Lexan beplating of glas uitgevoerd maar zijn het de bolvormige luchtkussens geworden.



Eén van de randknooppunten met de stalen schoenen en de aanzet van een windverband. De stalen koker links en rechts van de schoen is de trekkring.

De kussens kunnen de driehoekige vorm van de houtconstructie perfect volgen. Het resultaat is dat de extreem efficiënte constructie in bolvorm ervoor zorgt dat er met een minimum aan materiaal en energie een maximum aan volume is gerealiseerd.”



### Meer over dit onderwerp in Dakenraad:

- ‘Geodetische koepels’, nr. 1, oktober 1994.
- ‘Indoorspeeltuin met zandstrand’, nr. 85, september 2008.
- ‘Brachiosaurus onder zeil’, nr. 89, april 2009.