

BOUW WERELD

10 2015

VAKBLAD OVER
BOUWTECHNIEK

// PAGINA 19



// **STATE OF THE ART** Glasconstructie voor entreegebouw Van Gogh Museum // **METHODEN & TECHNIEKEN** Robots maken gewelfconstructie
// **NIEUWBOUW** Castellum gebouwd op archeologisch rijksmonument // **RENOVATIE** Oude ambachtsschool getransformeerd tot Frisse School
// **DUURZAAMHEID** Growing Green-concept voor gestapelde woningbouw // **TRANSFORMATIE** Cultuurcomplex Cinecitta in historische panden



Entreegebouw Van Gogh Museum

// **Locatie:** Museumplein 6, Amsterdam

// **Opdrachtgever:** Rijksvastgoedbedrijf

// **Bouwperiode:** april 2014 – juli 2015

Waar het Japanse bureau van Kisho Kurokawa nog dacht aan staal, kwamen Hans van Heeswijk architecten en Octatube met een grotendeels glazen constructie voor het entreegebouw van het Van Gogh Museum. Gevolg: een ongekennde transparantie waarmee de grenzen van bouwen met glas opnieuw zijn verlegd.



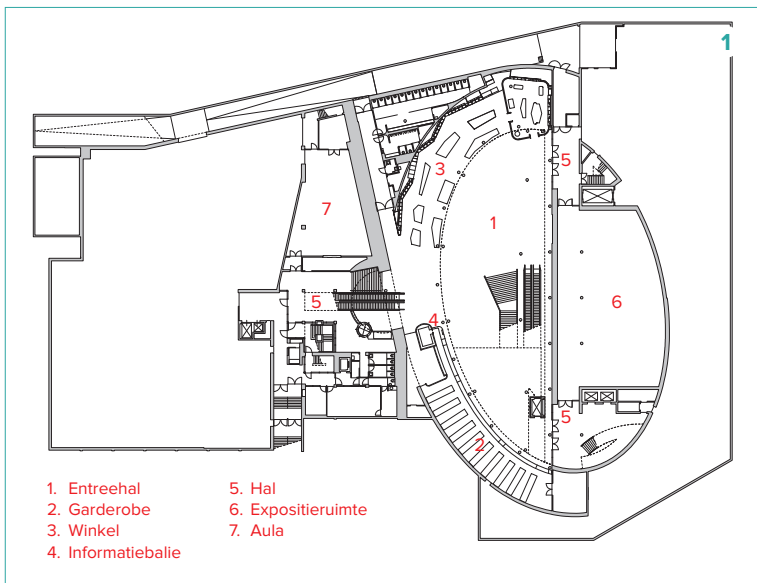
*Het nieuwe entreegebouw
verlegt met dakoverspanningen
van 12 meter en 9,4 meter hoge
gevelvinnen in combinatie
met koudgebogen glas de
grenzen van bouwen met glas.
(Foto: Luuk Kramer)*





De glazen opbouw is de grootste glasconstructie in Nederland waarin glazen vinnen en glaspanelen als geactiveerde elementen van de hoofdconstructie werken. (Foto: Ronald Tilleman)





“De grootste ontwikkelingen in de bouw vinden plaats in de glasindustrie. Glas is een jaar of vijftien geleden in zwang geraakt als constructiemateriaal. De productiemogelijkheden gaan snel vooruit, zeker in China”, zegt architect Hans van Heeswijk naar aanleiding van de nieuwste uitbreiding van het Van Gogh Museum. “Wij wilden dit gebouw samenstellen uit zoveel mogelijk glas, dus ook met glazen gevelkolommen en dakbalken. Een overspanning met glas over 12 meter is pas sinds vorig jaar mogelijk. Dit gebouw kon daarom alleen in deze tijd gemaakt worden en is een state-of-the-art-voorbeeld van techniek en materiaalgebruik.”

Van Heeswijk is als Nederlandse co-architect verantwoordelijk voor de uitwerking van het schetsontwerp van het bureau van Kisho Kurokawa. Deze nieuwste aanbouw zorgt voor een goede entree naar het museum vanaf het Museumplein. De oude entree aan de Paulus Potterstraat was immers berucht vanwege de lange rijen wachtende mensen voor de kassa, die strak langs de weg stonden met druk verkeer.



Vijver geen succes

Het 800 m² grote entreegebouw overspant als een reuzevitri­ne de voormalige vijver tussen het oorspronkelijke museum van Rietveld uit 1973 en de tentoonstellingsvleugel van Kurakawa uit 1999. Bij het ellipsvormige tentoonstellingsgebouw hoorde een vijf meter onder maaiveld gelegen vijver. Al kort na oplevering bleek dat dit geen aantrekkelijke toevoeging was: in plaats van een rustpunt werd het een vieze boel met algengroei en te weinig water. Museumbezoekers namen vaak niet eens de moeite om de tijdelijke tentoonstellingen te bezoeken die voor­bij de vijver lagen. Daarom wilde het Van Gogh Museum de vijver verwijderen en hier een nieuwe entree bouwen met aansluiting op het Museumplein. Gelukkig viel dit plan in goede aarde bij het bureau van de inmiddels overleden Kurokawa. Dit bureau schetste een aanbouw die de ellips aanvult, met een hol dak dat onder het doosvormige prentenkabinet langs duikt en een hellende gevel die de bestaande titaniumgevel als het ware spiegelt. Maar dan dus in glas.

Van Gogh als wereldmerk

Deze vloeiende basisvorm is door Hans van Heeswijk architec­ten verder vervolmaakt en resulteert in een zeer transparant gebouw. De uitdaging was om er een hedendaags statement van te maken met de uitstraling van een wereldmerk. Het Van Gogh Museum behoort immers tot de top van Nederlandse mu­sea. Dat kwalitatief hoge niveau is bereikt door de modernste constructietechnieken en materialen toe te passen. Voor een

“Ook bijzonder aan de glasconstructie is dat in de uiterste hoeken het laatste glasgevelpaneel de stabiliteit van de gevel borgt”

1 // Plattegrond van de kelder van het entreegebouw. (Bron: Hans van Heeswijk architecten) 2 // Ondergronds zijn diverse aanpassingen gedaan, zoals de verbouwing van de voormalige rondgang langs de vijver tot museumwinkel en garderobe. (Foto: Ronald Tilleman)

publieksgebouw is bovendien van belang dat de bezoeker snel begrijpt hoe het in elkaar zit en dat lukt het best met een grote overzichtelijke ruimte volgens Van Heeswijk. Daarnaast was een flexibeler en onafhankelijk gebruik van de vleugels en hal van belang, met de glazen entreehal als een scharnierpunt.

Grond bevroren voor liftput

De locatie van het entreegebouw was dus volstrekt logisch, maar het was niet eenvoudig om juist hier te bouwen. Om te beginnen is de vijvervloer ontmanteld tot de constructievloer, die op 5,5 meter diepte onder maaiveld ligt. Voor de ondersteuning van de kolommen is op de vloer een stalen spreidingsconstructie gebouwd, die de lasten uit de nieuwe kolommen over de bestaande constructie verdeelt. Zo werd de aanleg van een nieuwe fundering door de bestaande vloer voorkomen. Voor de liftput en de put van de roltrap in het entreegebouw moest de vloer wel open. Vanwege de diepe ligging was het onmogelijk om te werken met damwanden. “De enige mogelijkheid was hier om het grondwater te bevriezen. We hebben eerst tientallen gaten in de vloer geboord en daarin koperen lansen geplaatst met vloeibare stikstof van 180 graden onder nul. Na zes weken was de ondergrond voldoende bevroren om de putten te kunnen uitgraven. Het ontdooien ging overigens aanzienlijk sneller”, vertelt John van der Spek van Bouwbedrijf Van der Spek.

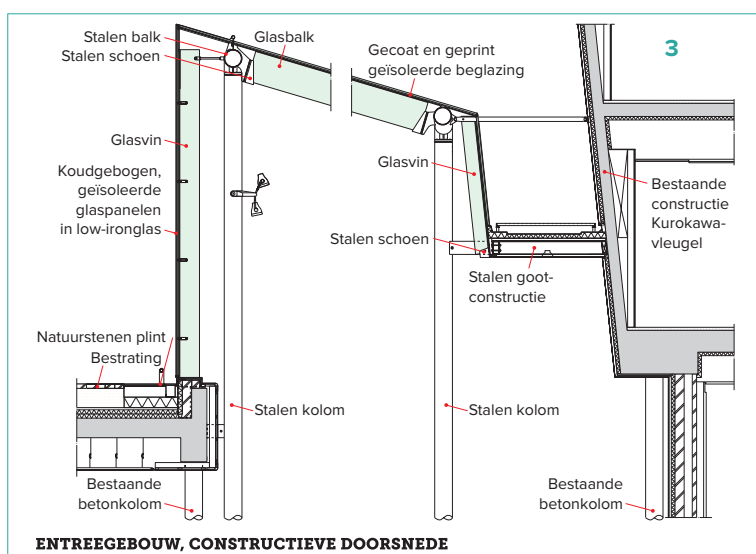
Ondergronds zijn verder nog diverse aanpassingen gedaan, zoals de verbouwing van de voormalige rondgang langs de vijver tot museumwinkel en garderobe. Ook de ondergrondse doorgang naar het oorspronkelijke museumgebouw is aangepast met een nieuwe roltrap om op die manier een logischere verbinding te creëren.

Stalen buizen met geactiveerd glas

Maar het grootste spektakel speelt zich bovengronds af met de glazen opbouw. Deze steunt op een stalen constructie van slechts enkele buizen van rond 406 mm. Deze stalen binnenconstructie volgt de dubbelgekromde contour van de buitenschil op ongeveer 1 meter uit de gevel en het dak. Zodoende komt de transparantie nog beter uit. De buiskolommen zijn ingeklemd door een ondersteuning ter plaatse van de vloeren en op het niveau van het maaiveld. Verder zijn er geen stabiliteitskruizen of dergelijke toegepast. Dat kon omdat de stijfheid deels uit het glazen dak komt, dat de gebogen buis aan de gevelzijde verbindt met de constructie aan de zijde van de bestaande Kurokawa-vleugel. Het is hiermee de grootste glasconstructie in Nederland waarin glazen vinnen (liggers en standers) en glaspanelen, geactiveerde elementen van de hoofdconstructie zijn. Octatube heeft de staal- en glasconstructies berekend en gerealiseerd.

Ellipsvormige gevels

Eén van de uitdagingen van de halve ellipsvorm is dat het glas steeds een andere buigstraal heeft. Warmgebogen glas zou daarom veel te duur worden en vlakke segmenten doen afbreuk aan de vormgeving. Vandaar dat de keuze al vrij snel viel op het koud buigen van het glas. Een techniek die nu al geruime tijd wordt toegepast, maar in dit project toch een complexe toepassing heeft vanwege de combinatie met glasvinnen en de kleine buigstraal. Nils Eekhout, directeur van Octatube vertelt hierover: “De glasplaten zijn 1,80 meter hoog en 3,60 meter breed. De



- 1 // De proefassemblage van de staalconstructie in de fabriek.
- 2 // Opbouw van de staalconstructie. (Foto: Jan-Kees Steenman)
- 3 // Geveldetails van het nieuwe entreegebouw. (Bron: Hans van Heeswijk architecten)

Bij de aansluiting van de glazen aanbouw op de tentoonstellingsvleugel is een brede goot gemaakt waarin de dilataties tussen beide gebouwen is verwerkt. (Foto: Ronald Tilleman)



Op de gevelzijde van de glazen vinnen is een stalen kokerprofiel gelijkijd dat de verticale krachten afdraagt en ervoor zorgt dat de verticale rand van de gebogen ruit niet opbolt. (Foto: Ronald Tilleman)



buigstraal is hier vrij klein en daardoor zijn de spanningen die optreden hoog. Vanwege die buigstraal moest het glas juist dun zijn. Het effect dat je dan krijgt is dat die hoge glasplaten een ander buiggedrag vertonen en als het ware willen vouwen in plaats van een cilindrische vorm aan te nemen. Daar hebben we de samenstelling van het glas op afgestemd. Zowel het binnen- als het buitenblad is gelaagd en bestaat uit 2 x 5 millimeter glas van AGC Interpane. Gelaagd glas was ook nodig vanwege de inbraakveiligheid. Wij hebben op deze wijze 650 m² glas gebogen over horizontale stalen ribben en verticale glazen vinnen.

Vinnen en ribben

De gevelplaten zijn met stalen klemplaatjes op de horizontale stalen ribben bevestigd. De ribben sluiten aan op de verticale gevelvinnen. Ter plaatse van de aansluiting op de glazen vinnen zijn de ribben sterk versmald voor een elegant aanzien. De horizontale krachten op de gevel zoals de windbelasting, worden via puntbevestigingen ingeleid naar de vinnen toe.

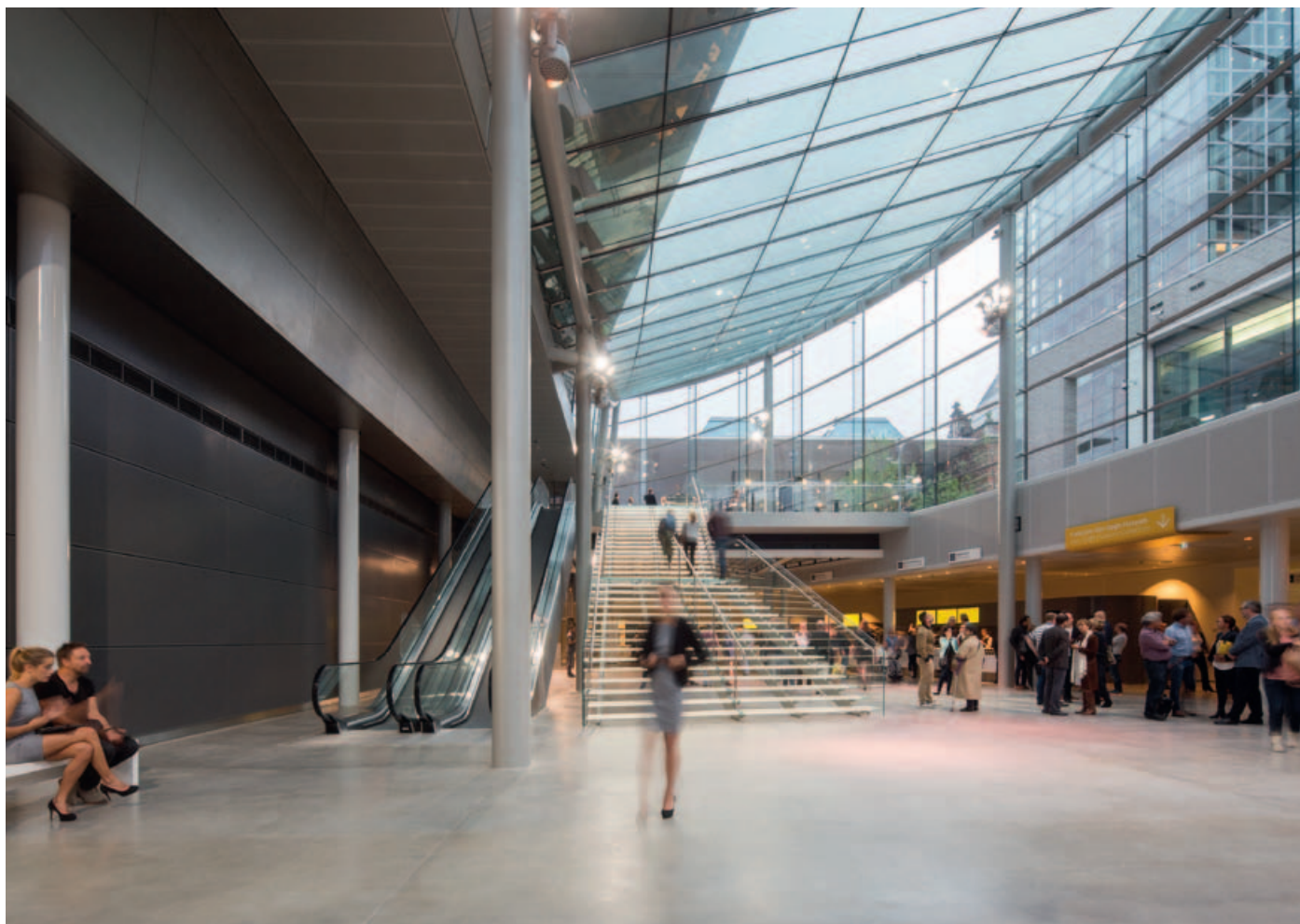
Op de gevelzijde van de glazen vinnen is een stalen kokerprofiel gelijkmd, dat ervoor zorgt dat de verticale rand van de gebogen ruit niet opbolt en dat de reflectie daardoor beter is. Het eigen gewicht van de gevelruiten wordt ook via de koker naar beneden afgedragen. Aan de bovenzijde zijn de vinnen met een eenvoudige pendel aan de stalen buisconstructie gekoppeld. De bovenste gevelplaten hebben overigens een extra koppeling met een draad naar de onderliggende rib om te voorkomen dat ze door de wind omhoog worden getrokken. Eekhout: "Qua toleranties kan de constructie niet veel hebben, zeker omdat het glas is geactiveerd als onderdeel van de stabiliteit. Daarom wil je niet dat het gaat klapperen."

Gelaste buizenconstructie

Het gevolg van de beperkte toleranties voor het glas is dat de toleranties voor de staalconstructie veel kleiner dan normaal zijn. Daarom is vooraf in de fabriek een proefopstelling op ware grootte gemaakt van de staalconstructie met alle bevestigingen voor de vinnen. Behalve de toleranties konden zo de tientallen bevestigingspunten voor het glas nauwkeurig worden bepaald. De staalconstructie is



1 // De glazen gevelvinnen zijn met een pendel aan de stalen buisconstructie gekoppeld en blijven los van het dak. (Foto: Ronald Tilleman) 2 // De horizontale krachten op de gevel worden via een puntbevestiging ingeleid naar de vinnen toe via de versmalde stalen ribben.



Een heldere glazen trap verbindt de entree met de verdiept gelegen ontvangstruimte. (Foto: Jan-Kees Steenman)

daarna afgelast, nagemeten en weer uit elkaar gehaald om de profielen te verzinken en te poedercoaten. Eekhout: “De dubbele kromming van de staalprofielen maakt de passing natuurlijk lastig. Daarom hebben we met de plaatsing van die stalen schoenen voor de glazen liggers wat moeten manoeuvreren om de juiste positie te bepalen, maar daar zie je niets van.”

Low iron, dus nagenoeg kleurloos

De glazen dakliggers zijn opgebouwd uit drie lagen low-ironglas van 15 mm die met Sentry folie zijn gelamineerd voor extra stijfheid en sterkte. De liggers zijn tot 12 meter lang en tot 700 mm hoog. Op deze glazen vinnen is net zoals in de gevel een rvs-koker verlijmd met een breedte van 50 mm, waarop het dakglas

bevestigd wordt. De dakplaten zijn voor het hol gevormde dak niet gekromd, maar vlak toegepast, omdat de kromming vrij klein is en het gesegmenteerde effect hier niet zichtbaar is. De platen zijn uitsluitend met kit verbonden en vastgeklemd met stalen klemmen op de liggers.

Er is in dit project niet gekozen voor een tweede waterafvoerwag, wat betekent dat als de kit beschadigd raakt, er lekkage zal optreden. Dat is een bewuste keuze van het bouwteam om een zo transparant mogelijke detaillering te kunnen realiseren. Eekhout wijst erop dat het wel van belang is om de kitvoegen op het dak regelmatig te reinigen en mos- en algaangroei te verwijderen. Dan kan volgens hem de voeg wel zo'n twintig jaar mee.

Door de keuze voor low-ironglas is het glas zeer transparant, waar bij vroege glasconstructies de groene kleur nogal kon overheersen. De dakplaten hebben naast een hoogwaardige coating ook een gezeefdrukt stippelpatroon voor extra zonwering. Aangezien de glazen uitbreiding aan de noordzijde ligt, waren verdere zonwerende maatregelen niet nodig.

Een van de lastige aspecten bij de bouw van het dak is de vorm: een uitsnede uit een asymmetrische ellips. Door het gebrek aan symmetrie en repetitie moest alles nauwkeurig 3D worden uitgewerkt. “Er zijn zo'n 30.000 onderdelen waarvan 15.000 verschillende, een enorme puzzel om dat allemaal goed te organiseren”, aldus Eekhout.

“Dit gebouw kon alleen in deze tijd gemaakt worden en is een state-of-the-art-voorbeeld van techniek en materiaalgebruik”



Aansluiting van de traprede op de glazen trapboom. (Foto: Luuk Kramer)



De trap steunt op een glazen portaal. (Foto: Luuk Kramer)

Gedrag bij breuk

Eekhout: “Het bouwteam heeft besloten de glazen liggers in China te laten maken. Die lengte van 12 meter komt niet zomaar uit de lucht vallen, maar houdt verband met de mogelijkheid om de liggers in een container naar Europa te transporteren. Technisch gezien zijn langere liggers van 15 tot 18 meter mogelijk, maar deze moeten in Europa worden gemaakt, waardoor het veel duurder wordt. Die Chinese fabriek maakt ook de glazen schermen voor Apple en is beslist een goede fabrikant, maar wij zijn wel tijdens de productie aanwezig voor de controle. Voor de sterkte gelden natuurlijk de gewone eisen van beloopbaarheid, sneeuwbelasting, tweede draagweg, etc. Omdat wij zelf wilden weten wat het gedrag van de glazen liggers bij breuk is, hebben we een ligger gebroken over drie lagen heen en getest. Van belang is onder andere dat hij niet uit de schoen valt. Hij hing wel door maar er was voldoende vluchttijd voor bezwijken. Dat is bij een publieksgebouw extra belangrijk.”

Open hoeken

Eekhout: “Ook bijzonder aan de glasconstructie is dat in de uiterste hoeken het laatste gevelglaspaneel de stabiliteit van de gevel borgt. Daar hebben we de staalconstructie dus los kunnen houden door de horizontale ligger niet op een aparte vin, maar op de gevel te laten eindigen die nu dus als vin werkt. Hierdoor ervaar je die hoekoplossing als heel transparant.”

Glazen trap

In het nieuwe entreegebouw is daarnaast de glazen trap heel imposant. Hier zijn niet alleen glazen treden toegepast die door een hoge glazen balustrade worden gesteund, maar is er zelfs een glazen bordes op een compleet glazen portaal. Vooral dat laatste is toch wel een bijzondere ontwikkeling, die we vast vaker gaan zien.

Projectgegevens // Locatie: Museumplein 6, Amsterdam // **Opdrachtgever:** Rijksvastgoedbedrijf, Den Haag // **Architect schetsontwerp:** Kisho Kurokawa Architects & Associates, Tokio // **Uitvoerend architect:** Hans van Heeswijk architecten, Amsterdam, heeswijk.nl // **Bouwkundig aannemer:** Bouwbedrijf Van der Spek, Pijnacker, bouwbedrijfvanderspek.nl // **Engineering en bouw glas- en staalconstructie:** Octatube, Delft, octatube.nl // **Constructieadviseur:** Arcadis Nederland, Rotterdam, arcadis.nl // **Adviseur installaties en bouwfysica:** Deerns Raadgevende Ingenieurs, Rijswijk, deerns.nl // **Elektrische installaties:** Breedveld en Schröder, Almere, breed.nl // **Werktuigbouwkundige installaties:** Kuijpers Installaties, Utrecht, kuijpers.nl // **Bruto vloeroppervlakte:** 800 m² // **Stichtingskosten:** 20 miljoen euro incl. btw // **Bouwperiode:** april 2014 – juli 2015