



Gevelstudie Nieuw Havenhuis

Façade engineering

In het spectaculair ontwerp van de Brits-Iraakse architecte Zaha Hadid voor het Antwerpse havenhuis, speelt de gevel een cruciale rol. Bovenop een ondergrondse parking en de gerenoveerde voormalige brandweerkazerne bouwde BB, samen met een multidisciplinair team, het uithangbord van de Antwerpse haven.

Het uitzicht van het volledig beglaasd nieuwbouwvolume vindt zijn inspiratie in de diamant. Aan de noordzijde is de gevel eerder vlak en evolueert gradueel naar het noorden tot een 'geslepen' of 'gefaceteerd' oppervlak. Bij wisseling van de lichtinval of het standpunt van de toeschouwer sorteert dit ontwerpprincipe het fonkelende effect van een diamant die schittert in de zon.

Ontwerp gevelgeometrie

Het fonkelende effect van een diamant wordt bekomen door de hoekpunten van de driehoeken meer of minder naar binnen of buiten te duwen. De complexe basisvorm in combinatie met de wisselende 'ruwheid' van het oppervlak resulteerde in ontwerpfase tot een extreme complexe volumetrie.

Architect: Zaha Hadid Architects (GB)
i.s.m. Bureau Bouwtechniek

Bouwheer: Gemeentelijk Havenbedrijf
Antwerpen

Adviseurs: Studiebureau Mouton
(stabiliteit), Ingenieursbureau Ingenium
(technieken), Daidalos Peutz (akoestiek),
Origin (restauratie), FPC (brandveiligheid)

Locatie: Antwerpen

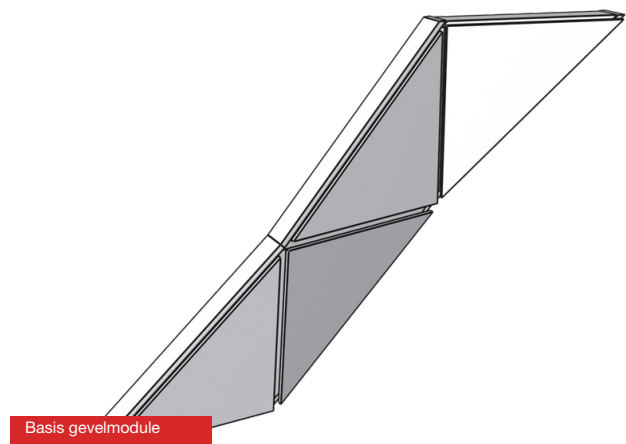
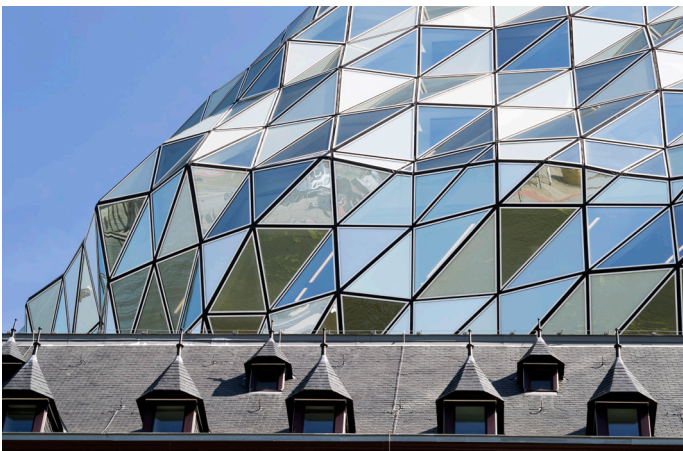
Oppervlakte: 12.000 m² (kantoorruimte)

Timing: 2012 - 2016

Budget: € 59.000.000

Status: opgeleverd

Uitgaande van deze ontwerpintentie beslisten we bij de opmaak van het aanbestedingsdossier de gevel uit te werken als **elementengevel**, die zou bestaan uit geprefabriceerde modules. Door prefabricatie en montage op de werf kon de hoogst mogelijke kwaliteit van uitvoering worden gegarandeerd, en kon de strakke planning en het budget worden gerespecteerd. Vanuit financieel oogpunt, maar ook voor esthetische redenen, werd het oorspronkelijk door Zaha Hadid Architects ontworpen patroon minder dicht gemaakt. Zo werd de verhouding tussen het glasprofiel en het glas zelf aantrekkelijker, en werd een te grote fragmentatie in het gevelbeeld vermeden. Een gevelmodule zou bestaan uit 4 driehoekige glaspanelen, verbonden in 6 knooppunten, en gedragen door primaire diagonalen, secundaire horizontalen, en tertiaire verticalen. In samenspraak met Zaha Hadid Architects werd besloten dat diagonaal georiënteerde modules op de beste manier de gevel haar gewenste karakter gaven.

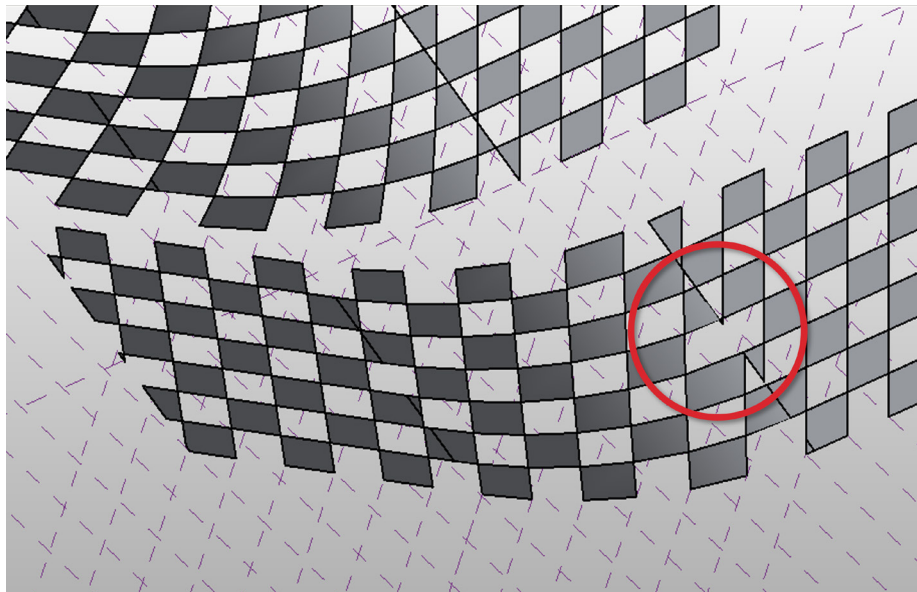


Chaos?

De vraag bij uitstek waarmee BB in deze fase van het ontwerp werd geconfronteerd was of - en hoe - het gradueel afnemend gecraqueleerd en chaotisch effect in de gevel kon worden gerealiseerd met een beperkt aantal unieke gevelmodules, met het oog op een maakbare en financieel haalbare gevelcompositie.

In een eerste stap werd beslist dat de **orthogonale projectie** van het driehoekig rasterpatroon op de gevel niet in één, maar **in drie richtingen** zou geschieden. Op de twee kapse zijden werd de projectierichting haaks op deze zijden gedraaid. Op deze manier werd vermeden dat het gevelgrid op deze zijden extreem werd vervormd, de verticale profielen zeer schuinen kwamen te liggen, en de panelen te groot werden. De grids aan de verschillende projectierichtingen moesten in de overgang echter perfect aansluiten. Hiervoor berekenden we patronen voor de kapse zijden die perfect aansluiten op de langs zijden.

Foto onderaan: orthogonale projectie in één richting. Centraal orthogonale projectie in twee richtingen. Let op de overgang tussen de twee zijden, die in dit beeld nog niet goed aansluit



In een tweede stap werd bekeken hoe het **modulair craquelleringseffect** op de verschillende projectierichtingen kon worden gerealiseerd. In elke gevelmodule kan elk knooppunt over een willekeurige afstand worden verschoven haaks op de gevel, om de oriëntatie van de glaspanelen aan te passen waardoor dit effect wordt bekomen. Met het oog op prefabricatie van een beperkt aantal unieke modules, werd ervoor geopteerd om de punten slechts over drie verschillende afstanden uit te duwen, namelijk 0, 30 en 60 cm. Aangezien volgens dit principe nog steeds een theoretisch aantal van $36 = 729$ soorten modules mogelijk was, werd met behulp van Excel het aantal modules door kritische manipulaties gereduceerd in een handmatige optimalisatie.

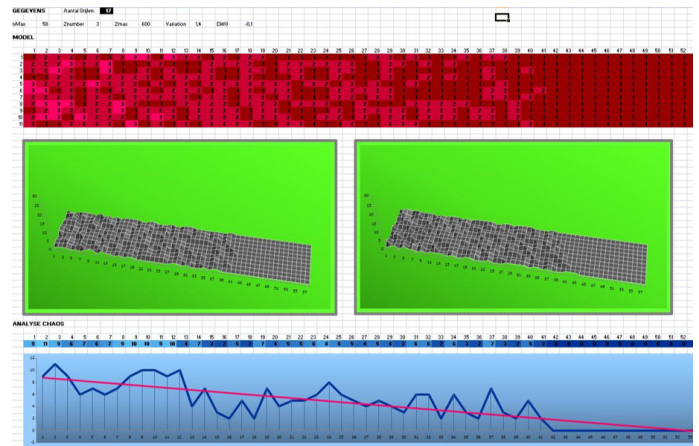
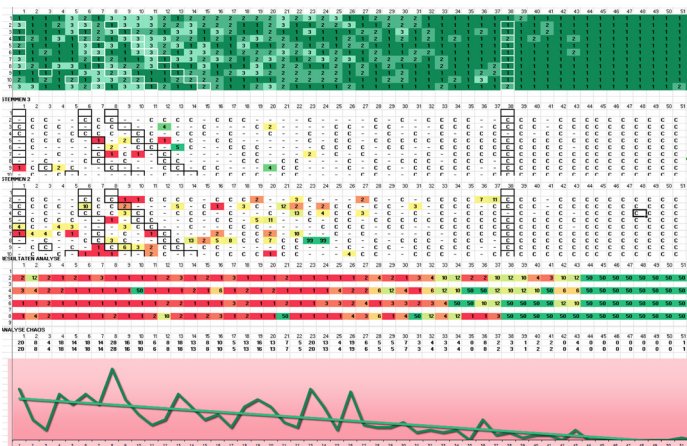


Foto links: kritische manipulaties van de gevelmodules, berekening in Excel. Let op de 'Analyse chaos' grafiek, waarmee tijdens de handmatige optimalisatie continu werd gecontroleerd of het gewenste craquelleringseffect nog werd gehaald.

Foto rechts: kritische manipulaties van de gevelmodules, resultaat in Excel. Hoewel er nog slechts 17 soorten van modules worden gebruikt, is er absoluut geen reductie in chaos merkbaar in het gevelbeeld

Uit deze optimalisatie volgde dat het theoretisch aantal gevelmodules kon worden gereduceerd van 729 tot een realistische hoeveelheid van 17 soorten elementen die geprefabriceerd dienden te worden. Tegelijk werd er gewaakt over de chaos en werd het graduele craquelleringseffect bewaard. Dit proces leerde ons dat een evenwicht tussen computermatige berekeningen en een handmatige optimalisatie het mogelijk maakt het hoofd te bieden aan dergelijke complexe ontwerpvragestukken.

BIM

Wij ontwikkelden vervolgens een BIM model dat de synthese vormde van het diepgaand geometrisch onderzoek. Als basis hiervoor diende een draadmodel, waaruit op vrij eenvoudige wijze de verschillende verstekken, afmetingen van glaspanelen etc. ontleend konden worden. Ook bepaalden we de precieze locatie van de glasvlakken ten opzichte van het 'nulvlak' van de gevel. Op basis van al deze randvoorwaarden heeft Groven+ een systeem van profielen, beglazing en knopen tot in detail uitgewerkt om de gevel te realiseren. Hoewel het globale volume van de diamant al vanaf het begin was bepaald door Zaha Hadid Architects, werd de finale en precieze vorm na een maandenlang onderzoeks- en ontwerpproces bepaald door de manier waarop de gevelmodules door ons werden uitgewerkt.

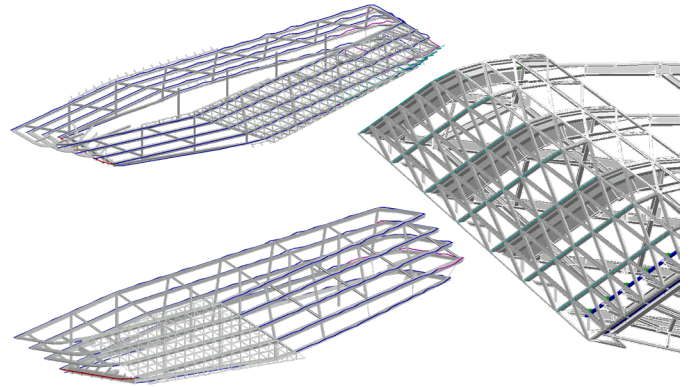
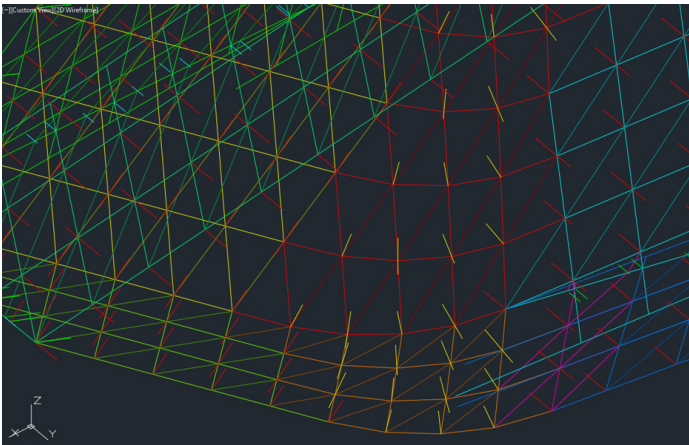


Foto links: detail in het draadmodel. Let op de lijntjes haaks op de gevel, die de afstand waarover de modulepunten worden uitgeduwd weergeven

Foto rechts: uitgewerkt gevelmodel van Groven+, gebaseerd op model van BB

Detailering

De onderzochte complexiteiten op niveau van de gevel, en dat van de hele nieuwbouw kwam elkaar tegen in het geveldetail. Een windtunnelproef gaf een idee van de precieze winddrukken op het volume van de diamant. Zo konden de correcte eisen aan de beglazing en de profielen gesteld worden. Studiebureau Mouton berekende in detail de vervorming van de staalstructuur die het gevelsysteem zou moeten kunnen opnemen. Wij bepaalden verder de thermische randvoorwaarden waaraan de gevel moest voldoen. Samen met Daidalos Peutz werden de akoestische randvoorwaarden vastgelegd. Bij het samenbrengen van de verschillende eisen die aan het systeem gesteld werden (sterkte, gewicht, kostprijs, prefabricatiegraad, flexibiliteit...) bleek aluminium al snel de evidente keuze te zijn voor de gevelmodules.

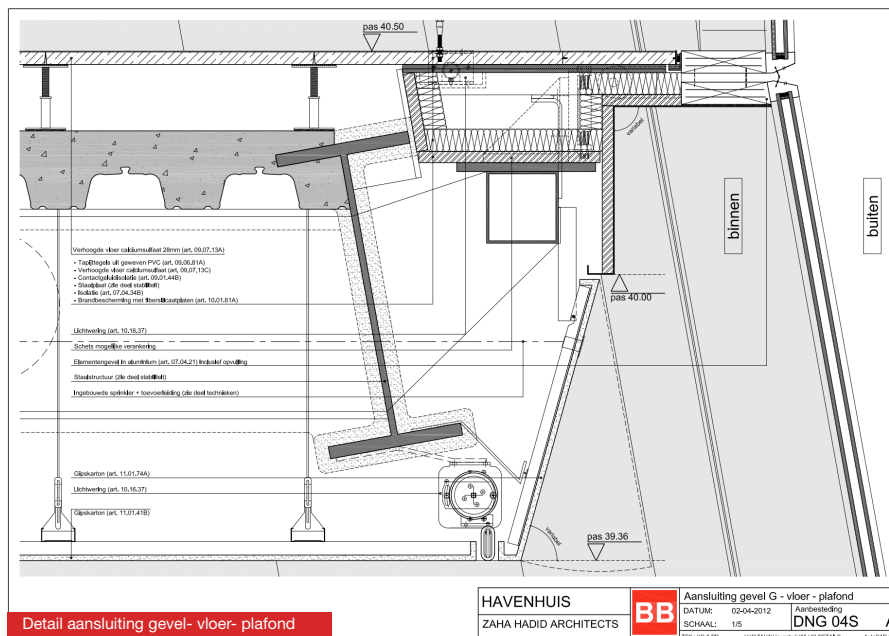
De afstand waarover de punten in de gevelmodules worden uitgeduwd – zij het 0, 30 of 60cm – moest natuurlijk worden overbrugd om de gevel te kunnen ophangen aan de primaire stalen draagstructuur. We ontwierpen een systeem van secundaire wringkokers die werden bevestigd aan de verdiepingsliggers, en tegelijk ook de gecraquelleerde beweging in de gevel meevolgen. De gevelmodules werden door middel van ankers bovenop het kokerprofiel bevestigd. Om toe te laten dat de modules ter hoogte van de bevestigingen zowel horizontaal, verticaal, als dwars op de gevel zouden kunnen worden bijgesteld, werden de ankers voorzien van de nodige sleufgaten en boutverbindingen. Op deze manier konden de regels in de gevelmodules mooi horizontaal worden uitgelijnd met het vloeroppervlak, nadat de constructie volledig was belast.



De brandcompartimentering tussen de verschillende verdiepingen werd in het geveldetail verzekerd door het inpakken van de ankers met fibersilicaatplaten en isolatie. Bovendien werd een sprinklersysteem geïntegreerd ter hoogte van de retombés – waar het vloerpakket zichtbaar is achter het glas – om in geval van brand de gevelmodules van binnenuit te kunnen koelen. Op deze manier was het toegestaan de vereiste brandweerstand van de staalconstructie te reduceren van 120 tot 90 minuten. Bovendien werden per verdieping twee opengaande ramen voorzien in het nieuwbouwwolume, waardoor in geval van brand de rook kan worden afgevoerd. De akoestische eigenschappen van het detail werden gerealiseerd door de oplegging van de calciumsulfaat vloertegels op de staalplaat te ontkoppelen door contactgeluidisolatie. Wij zorgden er in het detail bovendien voor dat de primaire stalen kolommen, die omkast zijn door gipskarton platen, in de hoeken perfect uitkomen met de retombé.



In onderaanneming van Interbuild werkte Groven+ in nauwe wisselwerking met ons en Zaha Hadid Architects het ontwerpdetail verder uit tot een uitvoeringsdetail, waarin onder andere de driestapsdichting in de gevelprofielen, die wij hadden gedefinieerd, in detail werd uitgetekend. De primaire steelstructuur werd samen met de wringkokers en de steeldeck vloerplaten geprefabriceerd in het atelier van Victor Buyck Steel Construction, en vervolgens in 9 delen per boot naar Antwerpen gebracht, waar ze aan elkaar werden gelast.



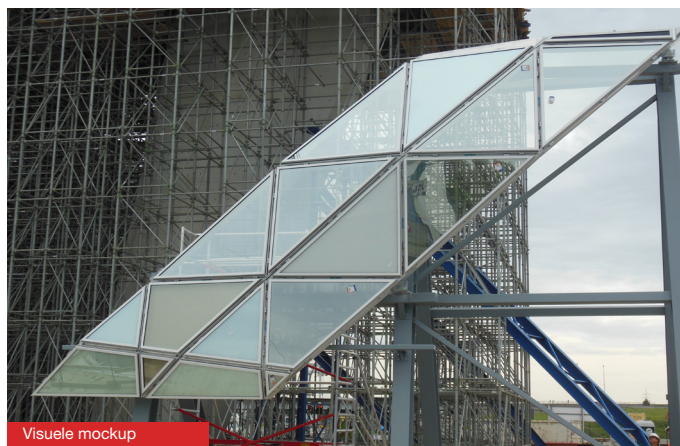
Mock-up

Na aanbesteding, onderhandeling en gunning van de opdracht aan Groven+, werkte de gevelbouwer op basis van alle randvoorwaarden een systeem uit om de gevel te realiseren. Er werd een visuele mock-up gebouwd om het effect van de weerspiegeling in praktijk te beoordelen en de aansluitingen van de verschillende profielen en slabben op een praktische manier te analyseren. In samenspraak met Zaha Hadid Architects werd er gekozen voor bepaalde opake vulpanelen en een aantal verschillende soorten glas, waarbij niet enkel esthetische argumenten maar ook de bezonning in rekening werden gebracht.

Op een technische mock-up werden de akoestische prestaties in het labo geëvalueerd. Bovendien werden de luchtdichtheid, waterdichtheid en weerstand tegen wind getest op het geheel met EPDM dichtingen die specifiek waren ontwikkeld voor de hoekaansluiting in de kruispunten tussen de verschillende driehoeken. Door de manier waarop deze stukken waren geplooid bij prefabricatie kon elke type aansluiting met hetzelfde stuk worden opgelost. Uiteindelijk werden de EPDM stukken op de werf aangebracht tussen de verschillende raamprofielen, en vervolgens aan elkaar geïmproviseerd. De mock-up was niet alleen nodig om te controleren of de gevraagde prestaties kunnen bewezen worden, maar laat ook toe om na te gaan hoeveel drainageopeningen noodzakelijk zijn, hoe de gevel beweegt bij differentiële zettingen, en te begrijpen hoe de gevel in de praktijk kan gemanipuleerd worden voor de plaatsing.



Technische mockup wordt getest op regendichtheid



Visuele mockup

Teameffort

Bij erg complexe projecten als deze blijkt eens te meer dat een multidisciplinair team noodzakelijk is om tot oplossingen te komen. De gigantische complexiteit kon enkel worden aangepakt door de vraagstelling stap voor stap te reduceren tot een aantal overzichtelijke problemen, en ze vervolgens opnieuw op te bouwen tot een geheel dat een antwoord biedt aan de vraag van de bouwheer en ontwerpend architect. Alleen door middel van geavanceerde BIM-modellen was het mogelijk om tot een uitvoeringsdossier te komen dat voldeed aan de wensen van de architect, maar ook bouwbaar, betaalbaar, lucht- en waterdicht, akoestisch performant, veilig naar brandoverslag, stabiel, transporteerbaar, etc. was.

Gevelmaterialen:

- Elementgevel uit aluminium
- Stalen draagstructuur
- Veiligheidsbeglazing uit gelaagd floatglas
- Vulpanelen met geëmailleerd glas
- Dichting tussen gevelpanelen uit geprefabriceerde EPDM stukken

Uitvoeders gevel:

- Hoofdaannemer: Interbuild nv
- Buitenplafonds – gevelbekleding: D&G Suncontrol
- Ontwerp, productie en plaatsing gevel: Groven + nv
- Brandwerende afdichtingen: KBS Systems
- Sprinklerinstallatie: Somati
- Binnenzonnewering: Verano
- Staalstructuur: Victor Buyck Steel Construction
- RWA installatie: Mourik Klimaattechniek

Fotos werf





Fotos uitgevoerd

