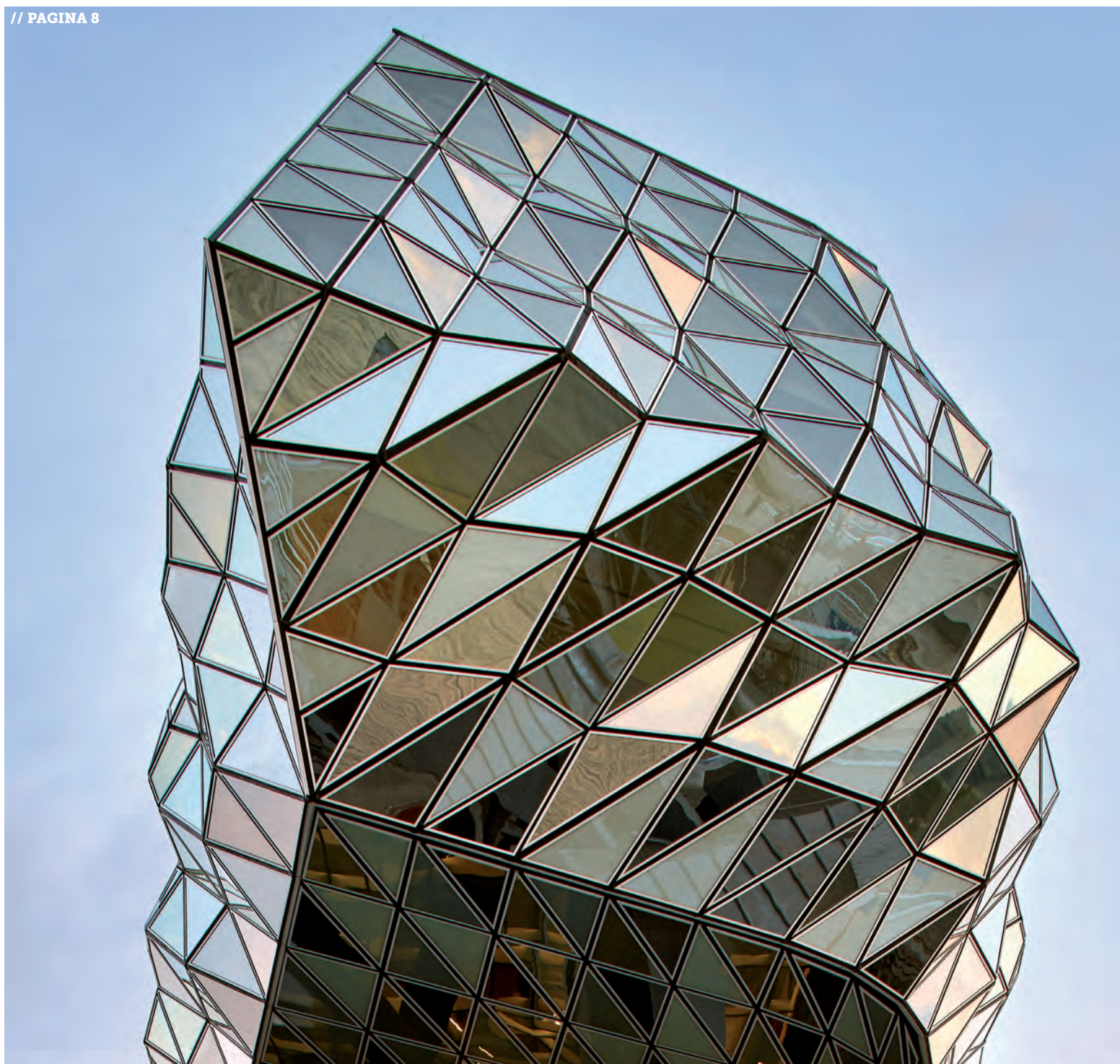


BOUW WERELD

042017

VAKBLAD OVER
BOUWTECHNIEK

// PAGINA 8



THEMANUMMER DAK // **STATE OF THE ART** Glazen schip op Havenhuis Antwerpen // **RENOVATIE** Groene Tornado vergroent schuurdaken
// **RENOVATIE** Glasdak verbindt stadhuisgebouwen van Wageningen // **NIEUWBOUW** Transparante overkapping met enkellaags ETFE-doek
// **METHODEN & TECHNIEKEN** Future Proof-concept voor vervanging asbestdaken // **RENOVATIE** Opgetopt woongebouw met gebruiksdak

*Een spectaculaire glazen
uitbreiding naar ontwerp van
Zaha Hadid Architects staat
bovenop een voormalige
brandweerkazerne. Het complex
staat in dienst van het
Havenhuis in Antwerpen.*





Havenhuis Antwerpen

// **Locatie:** Zaha Hadidplein 1,
Antwerpen

// **Opdrachtgever:** Gemeentelijk
Havenbedrijf Antwerpen

// **Bouwtijd:** 2012-2016

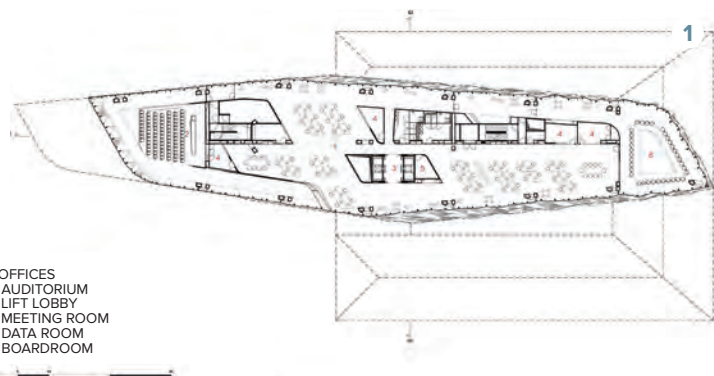
Alles aan het Havenhuis is spectaculair. De uitzonderlijke vormgeving, de ingenieuze constructies, de driedimensionale diamantgevel en de verdubbeling van het budget. Het icoon van een ultramodern schip op een historische kazerne geeft het gebied een gedurfde dynamiek.



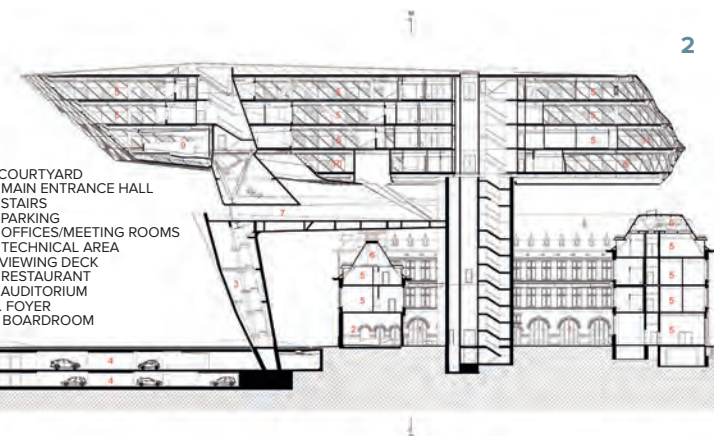
*In het atrium staan vier stalen
poten, die gezamenlijk de
paperclip vormen en de
zijdelingse stabiliteit van de
uitbreiding verzorgen.*



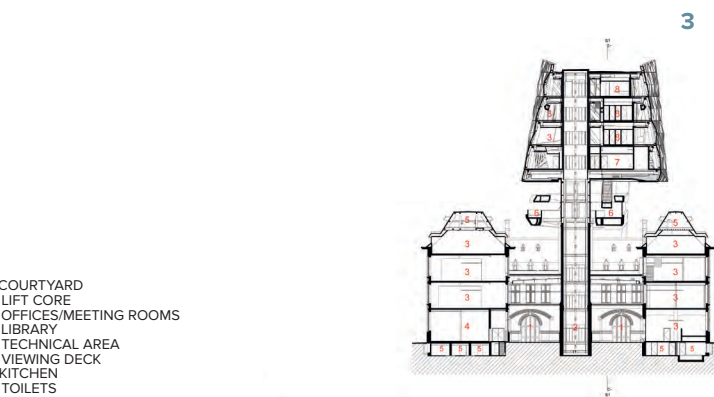
*Zicht vanaf de brug op de kade,
op de stad en op de onderzijde
van de uitbreiding.*



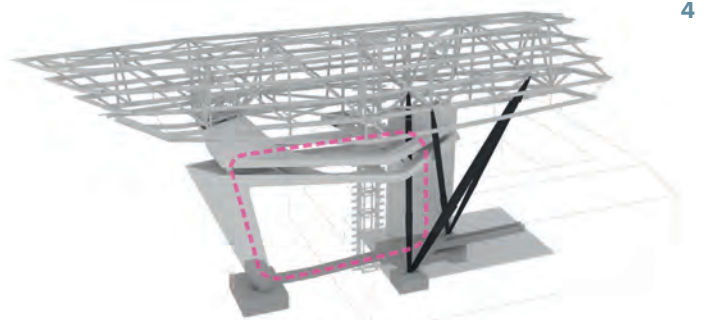
1. OFFICES
2. AUDITORIUM
3. LIFT LOBBY
4. MEETING ROOM
5. DATA ROOM
6. BOARDROOM



1. COURTYARD
2. MAIN ENTRANCE HALL
3. STAIRS
4. PARKING
5. OFFICES/MEETING ROOMS
6. TECHNICAL AREA
7. VIEWING DECK
8. RESTAURANT
9. AUDITORIUM
10. FOYER
11. BOARDROOM



1. COURTYARD
2. LIFT CORE
3. OFFICES/MEETING ROOMS
4. LIBRARY
5. TECHNICAL AREA
6. VIEWING DECK
7. KITCHEN
8. TOILETS



1 // Plattegrond van de zevende bouwlaag. 2 // Langsdoorsnede. 3 // Dwarsdoorsnede. 4 // Schematisch diagram van de constructie. Alle tekeningen copyright Zaha Hadid Architects.

In Antwerpen is op een voormalige brandweerkazerne in neorenaissancestijl een eigentijds glazen schip geland, dat met de boeg fier naar voren steekt. Met deze indrukwekkende uitbreiding is het complex geschikt gemaakt voor het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen. Het Havenhuis is gesitueerd bij het Eilandje aan de rand van de stad. Dit havengebied wordt momenteel getransformeerd tot een gemengde wijk met culturele functies zoals het Museum aan de Stroom. In het Havenhuis zijn de verschillende havendiensten met in totaal zo'n 500 werknemers gehuisvest. De glazen opbouw wijst over het water van het Kattendijkdok in de richting van het stadscentrum en benadrukt de noord-zuidas. Voor de kantoren is een flexibel werkplekconcept ingevoerd met grote open kantoorruimten. In de onderste lagen van de glazen opbouw zijn het restaurant, een auditorium, een foyer en een uitzichtdek gerealiseerd. De bovenste verdiepingen bestaan uit kantoren en de boardroom voor directie en bestuur. Onder het voorplein is een tweelaagse parkeergarage met 248 plaatsen gebouwd.

Kazerne als basis

Bij de ontwerpwedstrijd was als één van de voorwaarden gesteld dat de brandweerkazerne uit 1922 herkenbaar bleef en niet werd ingepakt door nieuwbouw. In het winnende ontwerp van Zaha Hadid Architects is de uitbreiding er geheel bovenop gesitueerd, waardoor de gevels van de alzijdige brandweerkazerne volop zichtbaar blijven. De Antwerpenaren zijn nogal gehecht aan dit monument omdat het is geïnspireerd op het Hanzehuis uit de zestiende eeuw, dat als handelshuis een belangrijke rol speelde in de glorieus tijd van de haven. En dat was weer in dezelfde palazzostijl opgetrokken als het stadhuis. Zo is een 21e-eeuwse visie gecombineerd met een 20e-eeuwse interpretatie van een 16e-eeuws gebouw.

Schip met diamanten

Het spectaculaire ontwerp van Zaha Hadid paste goed bij de ambitie van Antwerpen om op deze plaats een gedurfd landmark te realiseren. Hoewel de vormgeving volstrekt uniek is, roept de transformatie associaties op van soortgelijke projecten, zoals de glazen doos van Unilever op de historische fabriekspanden in Rotterdam, de eivormige dakopbouw op museum De Fundatie in Zwolle en de wonderbaarlijke Elbphilharmonie op een pakhuis in Hamburg. Net als bij deze voorbeelden had de tegenstelling tussen oud en nieuw – in dit geval het historische metselwerk en de glazen opbouw – niet groter kunnen zijn. De uitbreiding heeft niet alleen de vorm van een schip maar ook de textuur van diamant, een andere belangrijke pijler van de Antwerpse economie.

Atrium in binnenhof

De oudbouw bestaat uit een rechthoekig, gesloten blok van vier vleugels rondom een binnenhof. Aan één zijde zijn hoge ronde poorten gesitueerd waar de brandweerwagens uitrukten. Hier is nu een fraaie bibliotheek annex leesruimte gekomen waar de oorspronkelijke natuurstenen kolommen en de hoge houten vouwdeuren zijn gerestaureerd. Voor de open kantoorruimten met flexplekken zijn vele dragende muren doorbroken, waar stalen portaalconstructies in zijn geplaatst. De brandweertolden konden slapen in kamers onder het hoge dak, die van talloze dakkapellen zijn voorzien. Hier huist nu het vergadercentrum. Achter de vleugel aan de voorgevel was een hoge toren ge-



1



2

1 // Inhijsen van het geprefabriceerde stalen raster van het atriumdak. 2 // De stalen ribben van het atriumdak waaieren in een vloeiende beweging uit langs de betonnen kern. 3 // Plaatsing van het eerste van de zes prefab stalen constructiedelen van circa 50 m lang, 20 m breed en 6 m hoog. 4 // Het stalen casco van de uitbreiding is samengesteld uit slechts zes delen die over het water zijn vervoerd en in het werk aan elkaar zijn gelast. 5 // In de top van de schuine voorpoot met een noodtrappenhuis is de verbinding aan de staalconstructie met momentvaste knopen zichtbaar.



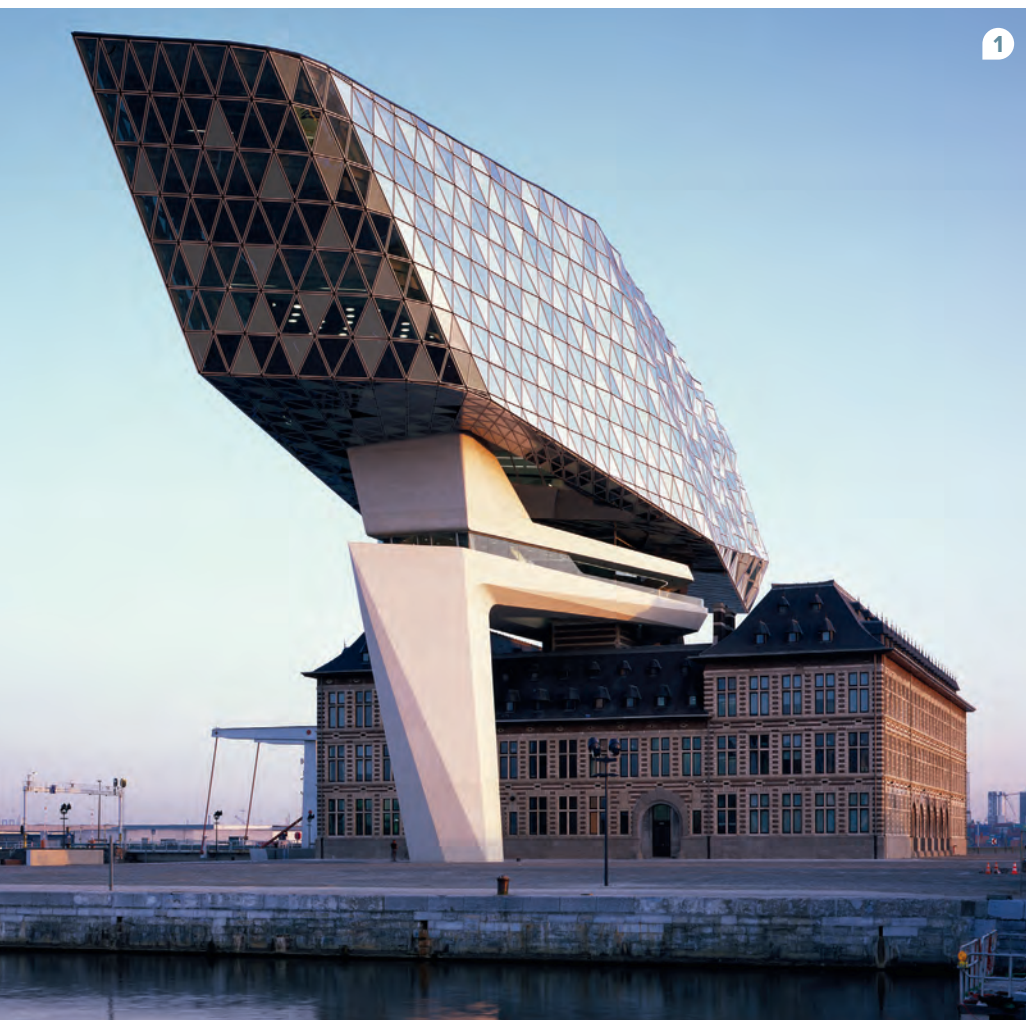
3



4



5



1

pland waar oefeningen plaatsvonden en de blusslangen hingen, maar er is destijds slechts een deel gerealiseerd. De stompe toren doet nu dienst als basis voor de glazen liftkoker met vier panoramaliften. Het glazen dak dat het atrium afsluit, is ter hoogte van de tweede verdiepingvloer met een kokerbalk aan de bestaande muren gemonteerd. De stalen ribben van het atriumdak waaieren in een vloeiende beweging uit langs de betonnen kern. Om voldoende daglicht in het atrium te krijgen is de bovenbouw asymmetrisch boven het atrium geplaatst. Midden in het atrium, van waaruit het Havenhuis wordt ontsloten, staan de dragende poten van de nieuwbouw. Een grote betonnen pijler en vier stalen poten die gezamenlijk de zogenaamde paperclip vormen.

Verbindingsvlak met brug

De uitbreiding is circa 100 m lang en steekt 36 m uit over de betonnen voorpoet vanaf het maaiveld gemeten. De vier verdiepingen zijn samen 17 m hoog en reiken tot 44,5 m hoogte. Het meest interessante element in de overgang van de oudbouw naar de glazen opbouw is de brug op niveau 5. Hier is een uitkijkplatform met een multifunctionele buitenruimte. Niet alleen het uitzicht is fraai, ook de betonnen constructie van de pijlers is goed zichtbaar net als de foyer erboven. Deze brug slaat een mooie verbinding tussen oud en nieuw. Om de brug zo transparant mogelijk te houden hangt de onderste verdieping van de bovenbouw met onder andere het restaurant, aan de bovenliggende bouwlagen. Ook de glazen liftschacht is opgehangen aan de staalconstructie.



2

Prefab staalconstructie

Het glazen schip is uitgevoerd in een staalconstructie. Daarbij is gekozen voor vergaande prefabricage met vervoer van enorme constructiedelen over het water. Zo is optimaal gebruik gemaakt van de ligging van het pand aan de haven. De bovenbouw is hiervoor in de lengterichting in tweeën verdeeld en in hoogterichting in drieën. Zo zijn de stalen vakwerkconstructies in zeer grote elementen ongeveer 50 m lang, 20 m breed en 6 m hoog vanaf de werkplaats van Staalbouwer Victor Buyck in Gent per ponton aangevoerd. Daarna zijn ze met Self Propelled Modular Transporters op de kade gereden, tot binnen het bereik van de kraan. In totaal zes delen van honderden

1 // De sculpturale pijler onder de voorsteven is zeer strak uitgevoerd in zelfverdichtend wit beton.

2 // Een stompe toren doet nu dienst als basis voor de glazen liftkoker met vier panoramaliften.

1 // Detail van de dragende betonnen dekconstructie. 2 // De uitbreiding heeft aan de achterzijde de textuur van diamant door een complex ontwerp van driehoekige glaselementen. 3 // De kaders van de samengestelde elementen zijn uitgevoerd in diepere profielen en sluiten op elkaar aan met witte rubbers. 4 // Montage van de verdiepingshoge prefab gevelelementen. Om de vormvastheid van de gevel te garanderen is tussen de elementen een schamierende verbinding gemaakt.

tonnen aan gewicht werden opgehesen. Ter plaatse zijn de modules aan elkaar gelast en zijn de staalplaatbetonvloeren gemonteerd. Al het constructiestaal is brandwerend gespoten.

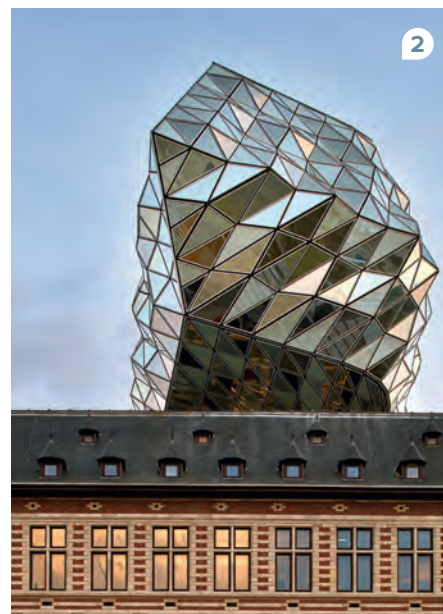
Betonnen pijlers

De staalconstructie van de bovenbouw staat geheel los van de kazerne. Deze constructie steunt op een ingenieuze structuur van slechts vier punten. De hoofdstructuur bestaat uit twee betonnen pijlers, die met de brug en met een ondergrondse balk samen een trapeziumvormige ring vormen (zie het diagram van de constructie). Daarnaast verzorgt een stalen frame (de paperclip) de zijdelingse stabiliteit. De kolommen zijn samengesteld uit gelaste stalen platen en steken door het glazen atriumdak heen.

Alleen de centrale betonnen kern waarin de goederenlift en het vluchtrappenhuis zitten, staat rechtop, de overige betonnen en stalen kolommen zijn op een lichtvoetige wijze schuin geplaatst. De betonnen pijler onder de voorsteven omvat het tweede vluchtrappenhuis. Deze sculpturale poot geeft het ontwerp een sterk dynamisch effect. Aan de bovenzijde is de verbinding aan de staalconstructie zichtbaar die met momentvaste knopen de zijdelingse windbelasting opvangt. Voor de in het werk gestorte betonnen kern zijn vele proeven met betonmengsels gedaan om de strakke vorm en witte uitstraling te verkrijgen. Vooral de complexe bekisting, de schuine stand van de voorpoot en dichte wapening van deze kolom waren niet eenvoudig uit te voeren. Daarom is wit zelfverdichtend zichtbeton toegepast met een speciale superplastificeerder.

Gevel van gevouwen driehoeken

De golvende vorm van de glazen uitbreiding is onderverdeeld in een spel van driehoeken. Hierdoor was het mogelijk





De uitzonderlijk gedetailleerde aansluiting van de glazen opbouw op de betonnen constructie met het uitzichtdek is zeker bij avond goed te zien.

om alle vormen uit te voeren in vlakke glasplaten. Soepel gaan de vlakke geveldelen over in het gerimpelde deel aan de achtersteven. De glazen vlakken weerspiegelen de bestrating en de lucht op een dynamische manier. Zeker op het uiteinde fonkelt de gevel als een diamant in de zon. De meeste vlakken zijn van glas maar op enkele plaatsen zijn dichte sandwichpanelen toegepast. Dit is onder andere bij vluchtmogelijkheden via de gevel en om de warmtelast op de gevel te beperken op de zonbelaste zijde.

Het Belgische Bureau Bouwtechniek, die het ontwerp van Zaha Hadid Architects heeft uitgewerkt, voerde eerst een rationalisatie van de complexe geometrische vorm uit om te komen tot een maakbare gevel. Daarbij is het ontwerpidee van een driehoekig rasterpatroon volledig gehandhaafd, net als het patroon van naar buiten stekende punten die aan de noordzijde resulteren in de diamantvorm. Bureau Bouwtechniek heeft het ontwerp verder uitgewerkt in een BIM-model, waarin ook de geometrie van de gevel tot in detail werd vastgelegd.

Verdiepingshoge elementen

Bij de gevelmontage is zoveel mogelijk prefabricage toegepast om de kwaliteit van de uitvoering te garanderen en de strakke planning en het budget te halen. Gekozen is voor verdiepingshoge elementen van meestal vier driehoeken. Deze aluminium elementen zijn met rubberen verbindingstrips gekoppeld. In

totaal betreft het 450 elementen. Het was ongelofelijk ingewikkeld om de gevel te engineeren. Eén van de aandachtspunten was de hoge windbelasting in het open havengebied, plus het corrosieve milieu. Een windtunnelproef was nodig om de winddrukken op de complexe gevel te bepalen. Tijdens en na de gevelmontage was er bovendien het risico van vervormen van de staalconstructie. Constructeur Mouton heeft daarvoor de vervorming van de staalstructuur, die het gevelsysteem moet opnemen, bepaald. Met diverse mock-ups zijn de gevelelementen beoordeeld op esthetiek en de aansluitingen. In het laboratorium zijn mock-ups getest op luchtdichtheid, wind- en waterdichtheid en akoestiek, en is bepaald hoeveel drainage-openingen noodzakelijk zijn.

Scharnierende verbindingen

In totaal zijn er 500 dichte en 1.500 heldere gevelopeningen verwerkt door het Belgische bedrijf Groven+ NV. Dit gevelbouwbedrijf heeft het parametrische ontwerp uitgewerkt met SolidWorks. Zo zijn relaties gedefinieerd tussen de kaders. Niet alleen veel driehoekige elementen zijn verschillend, ook de hoeken waaronder de elementen elkaar ontmoeten variëren. Het bleek daarom noodzakelijk om de verstekken van de kozijnprofielen van Schüco op maat te snijden met CNC-machines. De kaders van de samengestelde elementen zijn uitgevoerd in diepere profielen. Op sommige plaatsen zijn de profielen met staal ver-

sterkt. Om de vormvastheid van de gevel te garanderen is tussen de driehoekige gevelelementen een slimme scharnierende verbinding gemaakt. Dit is volgens Groven+ één van de belangrijkste details van de geveltechniek.

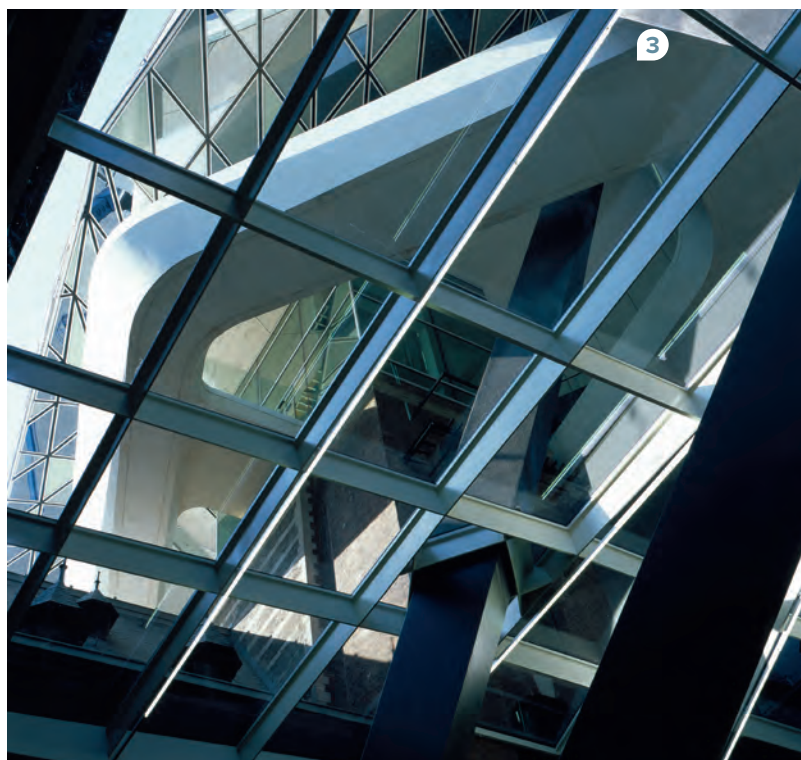
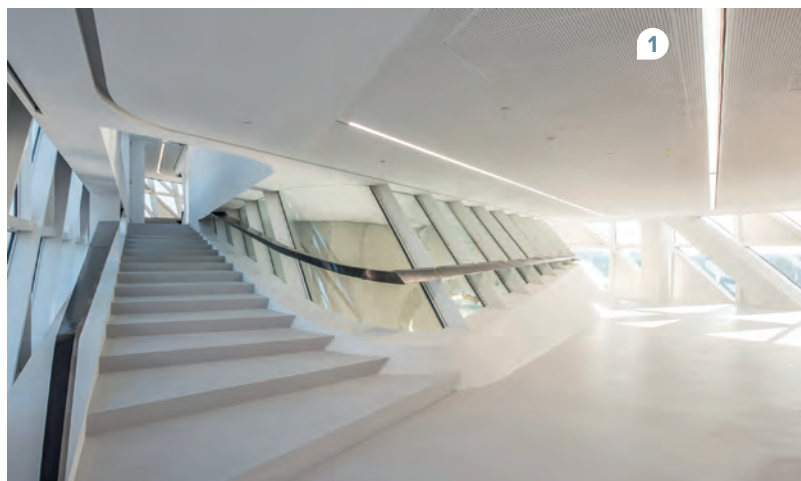
De bijzondere vorm van de uitbreiding liet niet toe dat er een gevelwasinstallatie kon komen. Daarom wordt de glazen diamantgevel slechts tweemaal per jaar gewassen door middel van hoogwerkers à raison van enige tienduizenden euro's per jaar. Voor de gevelreiniging wordt gezuiverd regenwater gebruikt.

Lichtwering en plafonds op maat

Aan de binnenzijde van de gevel zijn lichtwerende screens aangebracht. Vanwege de grillige vorm van de gevel konden de screens niet tegen de kozijnprofielen komen, maar zijn ze aan de bovenzijde tegen de staalstructuur gemonteerd. De vorm is aangepast aan de plaats. Voor een deel betreft het driehoekige doeken. Door de hellingshoek tot 48 graden moesten de geleidingskoorden op de vloer worden gespannen.

Een ander opmerkelijk element is het klimaatplafond, dat is opgebouwd uit parallellogramvormige panelen van 1 bij 2 m, op maat gemaakt voor dit project. Een WKO op 80 m diepte in combinatie met warmtepompen levert de warmte en koude. Het project heeft met diverse duurzaamheidsmaatregelen het BREEAM 'Very Good' certificaat behaald. Daarmee zijn voor het ambitieuze icoon ook de energiedoelen van de opdrachtgever behaald.

Projectgegevens: // **Locatie:** Zaha Hadidplein 1, Antwerpen // **Opdrachtgever:** Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen // **Ontwerper:** THV ZahaHadidLimited – Bureau Bouwtechniek – Mouton – Ingenium // **Architect:** Zaha Hadid Architects, Londen, zaha-hadid.com // **Uitvoerend architect:** Bureau Bouwtechniek, Antwerpen, b-b.be // **Constructeur:** Studeburo Mouton, Gent, studieburomouton.be // **Installatieadviseur:** Ingenieursbureau Ingenium, Brugge, ingenium.be // **Restauratieadviseur:** Origin, Brussel, origin.eu // **Bouwfysisch adviseur:** Daidalos Peutz, Leuven, daidalospeutz.be // **Adviseur brandveiligheid:** FPC, Antwerpen, fpcrisk.com // **Kostenbewaking:** AT Osborne, Brussel, atosborne.nl // **Aannemer:** Interbuild, Wilrijk, interbuild.be // **Restauratie:** Renotec, Geel, renotec.be // **Staalconstructie:** Victor Buyck Steel Construction, Eeklo, victorbuyck.be // **Gevelbouw uitbreiding:** Groven+, Puurs, grovenplus.be // **Bruto vloeroppervlakte:** 8000 m² ondergrondse parkeergarage, 9.000 m² bestaand gebouw, 6.400 m² nieuwbouw // **Bouwperiode:** oktober 2012 tot september 2016 // **Bouwkosten:** € 55.000.000 incl. installaties, excl. BTW



1 // Een lichte trap leidt van de foyer naar het auditorium. 2 // Rond het auditorium in de voorsteven van de uitbreiding is een omloop langs de gevel gemaakt. 3 // Zicht via het atriumdak op de brugconstructie en de beglaasde onderzijde van de uitbreiding.