

Op het Antwerpse Eilandje is begin dit jaar het 60 m hoge Museum aan de Stroom (MAS) opgeleverd. Behalve een culturele 'boost' levert het gestapelde museumkwartier, met daarin meerdere musea, ook een katalysator voor stadsvernieuwing. Het gebouw is beurtelings een stapeling van gesloten, massieve dozen en een spiraal van glazen galerijen. Samen met het programma van eisen bezorgen de roterende dozen de constructeurs veel denkwerk omdat voor de routing de ideale configuratie van stalen vakwerkspanten moet worden gevonden. Een doorgaande verticale stalen as werkt samen met de centrale betonnen kern, die niet zonder kan.

Het museum is nog niet geopend; er wordt nog gewerkt aan de inrichting en de verhuizing van de collecties. Pas vanaf 17 mei 2011 kunnen bezoekers de kunstwerken én het gebouw van dichtbij bewonderen. Al in 1998 besluiten de burgemeester en schepenen van Antwerpen dat het museumkwartier op 'het Eilandje' moet komen. De collecties van het Volkskundemuseum, het Nationaal Scheepvaartmuseum en het Vleeshuis komen in hun behuizing onvoldoende tot hun recht. Daarnaast voldoen de bestaande depots niet meer. De naam MAS (Museum aan de Stroom) valt voor het eerst. De landtong tussen het Bonapartedok en het Willemdok bevindt zich in het overgangsgedebied tussen het centrum en de havens van Antwerpen, dat de laatste jaren, mede door de komst van het MAS, aanzienlijk van aanzicht is veranderd (afb. 2). Antwerpen wordt

hun weg naar boven. Hierbij ontstaat op iedere verdieping een panoramisch uitzicht op een ander deel van de stad.

Het gebouw is niet zozeer ontworpen rondom de centrale betonnen kern, maar eerder rond de grote museumzaal die op iedere verdieping terugkeert. De belangrijkste ontwerpkeuzes voor architectuur, constructie en installatie zijn gemaakt in dienst van deze ruimte (afb. 4). Zo is het de wens van de architect om alle constructieve elementen in deze ruimtes in het zicht te laten. Zowel de buitenwanden, de vakwerken als de TT-vloerelementen zijn zichtbaar. In afbeelding 3 is te zien dat de bezoeker vanuit de galerij eerst in een voorruimte naast de roltrap komt. Vervolgens komt hij in de grote zaal die de gehele breedte van het gebouw inneemt. In het volgende kwadrant vindt de bezoeker de kleinere zijruimte van de museumzaal,

Stapelning vindt z'n draai



1. Het skelet van de toren. In de gele verticale lijnen op de hoeken van de kern zijn stalen spreadstukken verwerkt voor de inleiding van samenkomende trek- en drukkrachten uit de spanten (afb. 9).

aan de westzijde begrensd door een eeuwenoude levensader: de Schelde. Deze stroomt traag naar het noordwesten, in de richting van de havens die zich uitstrekken tot aan de Nederlandse grens. In 2000 wordt de door de stad uitgeschreven internationale architectuurwedstrijd gewonnen door Neutelings Riedijk Architects in Rotterdam. In het winnend ontwerp zijn de verschillende museumdozen gestapeld tot een hoge toren (afb. 2) als verwijzing naar de typerende 16e-eeuwse stapelhuizen. Doorslaggevend is dat daardoor op de landtong ruimte ontstaat voor een royaal stadspan.

Gestapelde museumdozen

De verdiepingen zijn niet rechtstreeks op elkaar gestapeld, maar zijn per verdieping steeds een kwartslag gedraaid. Iedere 'doos' herbergt een ander deel van de gemeenschappelijke collectie. De ruimte buiten de dozen bestaat uit een 6 m hoge galerij die om de kern heen naar boven spiraalt. De bezoekers kunnen per verdieping ofwel een museumdoos te bezoeken, of ze vervolgens

om vervolgens via een gang weer op de galerij uit te komen. De galerijen zijn met gegolfde eenlaagse glasplaten afgeschermd van het buitenklimaat.

Stalen spanten versus betonnen wanden

Het roteren van de museumdozen geeft een extra dimensie aan het constructief ontwerp. De galerijen moeten vrij uitzicht bieden en mogen niet door kolommen of andere elementen worden doorbroken. In eerste instantie ligt het voor de hand de vloeren en wanden van de zalen als grote dozen volledig in beton uit te voeren en op elkaar te stapelen, maar al snel bleek dit om meerdere redenen onhaalbaar.

- Bij de stapeling van de dozen, die per verdieping 90° draaien, zouden de verbindingsknopen erg zwaar worden belast. Dit zou juist optreden in het gedeelte van de doos waar grote openingen zijn bedacht.
- Het vervormingsverschil tussen de betonnen buitenschil en de centrale kern zou te groot worden, met name op de plekken waar de buitenschil de kern dicht nadert.



afbeelding

2. Het MAS aan het Bonapartedok in Antwerpen. De toren bestaat uit gestapelde en gedraaide museumzalen, voornamelijk om bezoekers op de verschillende niveaus, vrij en wisselend uitzicht te bieden.

ir. R.H.G. Roijackers en ir. B.G.M. Geutjes

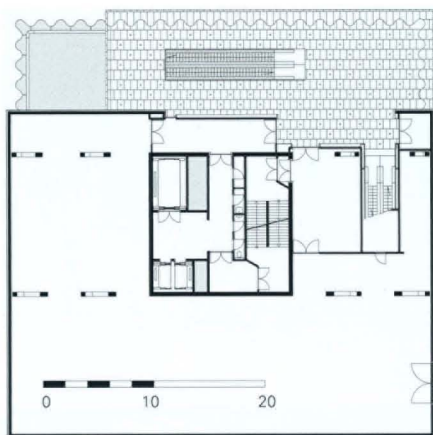
Rudi Roijackers is projectingenieur bij ABT in Antwerpen en Ben Geutjes is raadgevend ingenieur bij ABT in Arnhem.

Projectgegevens

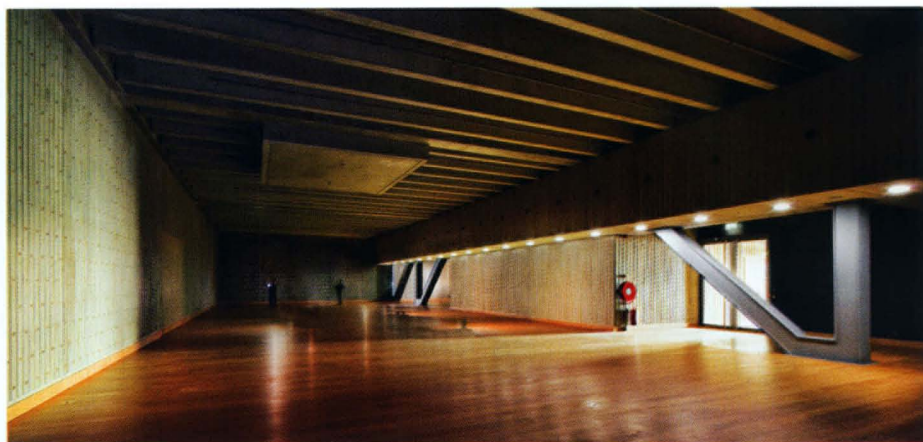
Locatie Hanzestedenplaats 1, Antwerpen • *Opdrachtgever* Gemeente Antwerpen • *Architectuur* Neutelings Riedijk Architects, Rotterdam, met Bureau Bouwtechniek, Rotterdam • *Constructief ontwerp* ABT, Antwerpen en Arnhem • *Staalconstructie* Iemants, Arendonk (B) • *Data* start bouw mei 2006, oplevering 17 mei 2011 • *Fotografie* Sarah Blee, Scagliola/Brakkee, Neutelings Riedijk Architects

Een betere oplossing blijkt het ophangen van de verdiepingvloeren aan grote uitkragende spanten, die rusten op de centrale kern. In deze centrale kern bevinden zich de trappenhuizen, de liftschachten, de leidingkokers en de techniekruimten. Met een maat van 12,6 m is de betonkern sterk en stijf genoeg om het hele gebouw te dragen. De massa van het gebouw werkt zelfs als een gunstige 'voorspanning' voor de opname van windbelasting (*afb. 1*).

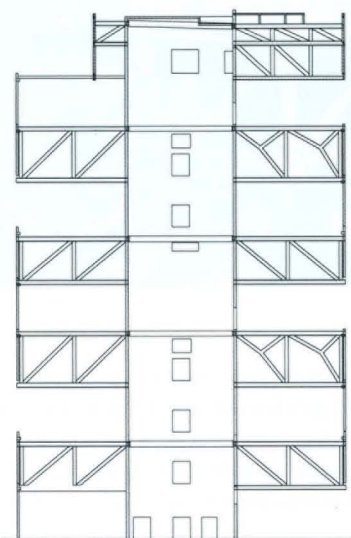
Verschillende configuraties van de stalen vakwerken worden onderzocht. Bij de uiteindelijke configuratie wordt de grote zaal in lengterichting geflankeerd door twee grote verdiepinghoge stalen spanten (*afb. 7*). Deze spanten komen ook terug aan de achterzijde van de zaal (*afb. 4*). Doordat de richting van de zalen (en dus ook van de spanten) per verdieping een kwartslag draait, zijn er voor iedere vloer acht draaglijnen. Zo wordt de vierde verdiepingvloer gedragen door de bovenregels van de vier spanten van de 3e verdieping samen met de onderregels van de vier spanten van de 4e verdieping.



3.



4.



5.



6.

3. Een typisch plattegrond van een museum-verdieping. De verdieping daarboven is letterlijk een kwartslag (met de klok mee) gedraaid.

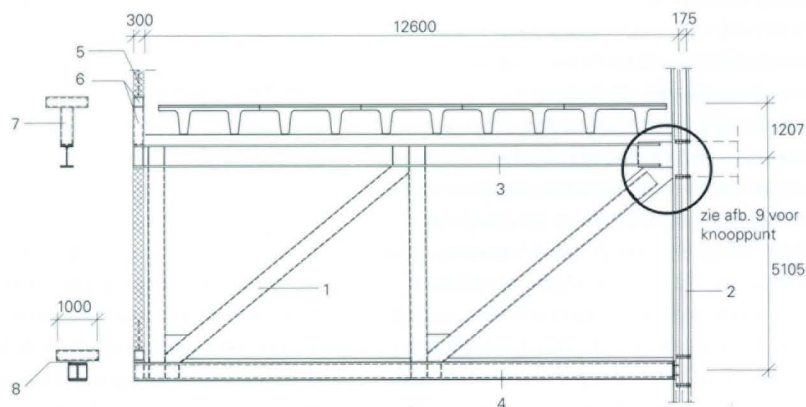
4. De centrale museumzaal. In de 'bak' in het midden van het vloerveld staat de roltrap van de verdieping er boven. Alle betonnen onderdelen hebben dezelfde kleur en houtstructuur. In de wanden zijn per verdieping ongeveer 10.000 messing schroefhulzen (Ø 10) opgenomen voor het ophangen van de kunstwerken.

5. De spanten en de kern.

6. Het zichtwerk van de uitkragende spanten aan de kern is behandeld met brandwerende verf. De overige delen zijn brandwerend gespoten.

7. Constructie van het uitkragende vakwerk.

De oorspronkelijk bedachte staalplaat-betonvloeren zijn om esthetische redenen vervangen door betonnen TT-vloerelementen.



- | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | koker 400x400x20 | 5 | bevestiging binnenblad aan staal |
| 2 | kernwand | 6 | vulgaten 100 volgestort met beton |
| 3 | HEM 500 | 7 | 305x25x895 (2x) |
| 4 | HD 400x463 + 2x400x30 | 8 | koker 400x400x20 |

7.

8. Aanzicht van het vierendeel-vakwerkspant in de zuidgevel.

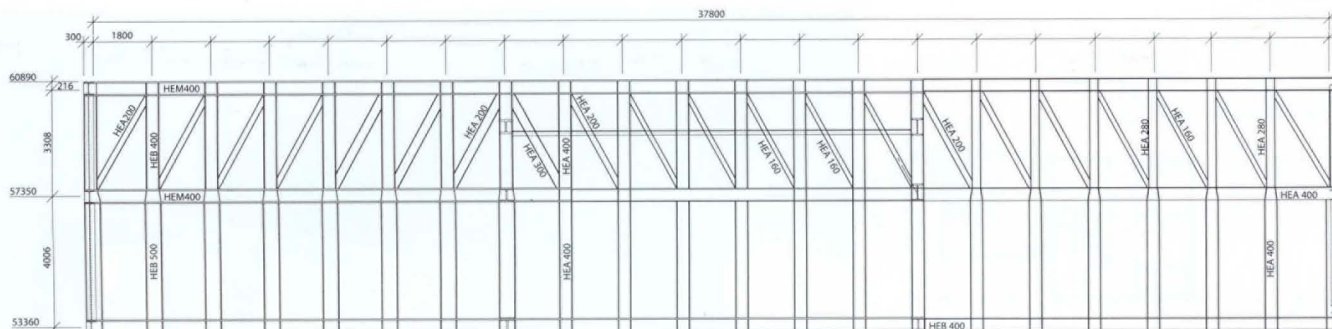
9. Typisch aansluitdetail van de spanten bij de kern, waarbij één drukstaaf van een vakwerk en één trekstaaf van het lager gelegen spant samenkomen op de hoek.

De doorgaande staalplaat verbindt de trekstaven. Het T-stuk leidt de drukkracht in van de spanten loodrecht op de richting van de trekkrachten. Deze 'spil' loopt door over vrijwel de hele kern en is kruisvormig voor een onzichtbare opname in het beton.

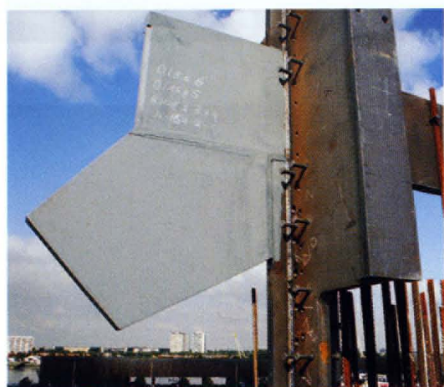
10. Een ruwbouwfoto van het toekomstige restaurant. Alle gevels en vloervelden hangen aan de uitkragende spanten tegen de betonkern.

11. De galerijen met compleet vrij uitzicht. De sinusvormige enkelvoudige glaspanelen zijn al eerder ontwikkeld voor Casa da Musica in Porto.

12. Het MAS als 'een diamant' in de schemering. De spiralende routing is goed zichtbaar.



8.



9.



10.

De spanten aan weerszijden van de kern aan de zaalzijde zijn spiegelsymmetrisch. De spanten aan de achterzijde zijn dat niet. Ze zijn iets hoger dan de voorste spanten en één van de spanten heeft geen V-verband, maar een Y-verband. Dit is nodig voor het bezoekersverkeer dat via de roltrap de volgende verdieping bereikt. Bij een V-verband in het vakwerk zouden lang uitgevallen museumgasten de tocht niet ongeschonden naar de volgende verdieping kunnen maken. In *afbeelding 5* wordt het constructieprincipe aangegeven met daarin de vorm van de spanten en de positie van de centrale kern. Deze is uitgevoerd in ter plaatse gestorte beton met 35 cm dikke wanden. Zoals te zien is in dit schema dragen de spanten niet alleen de vloeren maar ook de constructieve buitengevel. Deze bestaat uit een binnenblad van 25 cm dik prefab beton en een buitenschil in 80 mm dik natuursteen. De gevel levert dus een aanzienlijke belasting, juist aan het uiteinde van het spant. De bovenranden van de uitkragende vakwerken zijn met elkaar verbonden via een in de

wand van de kern ingestorte staalplaat. De staalplaat verbindt de trekstaven van de tegenover elkaar liggende spanten. Bij een ongelijke belasting van het linker en het rechter spant zal deze staalplaat de verschilbelasting overbrengen naar de kern. Dit ritme van spanten en wanden komt op (vrijwel) iedere verdieping terug, zij het steeds 90° gedraaid.

Inleiding drukkracht

Bij de inleiding van de drukkracht in de onderrand van het vakwerk wordt de betonspanning overschreden. Om die reden zijn hier stalen stootplaten ingestort, voor krachtspreiding. In *afbeelding 9* is een typisch aansluitdetail te zien, waarbij één drukstaaf van een vakwerk en één trekstaaf van het lager gelegen spant samenkomen op de hoek van een kern. De staalplaat die door de kern loopt is in het zicht, evenals het hamerstuk dat de drukkracht uit het spant in het beton moet verdelen. Gekozen is voor een kruisvormige doorsnede zodat het uit het zicht kan worden ingestort in het beton.

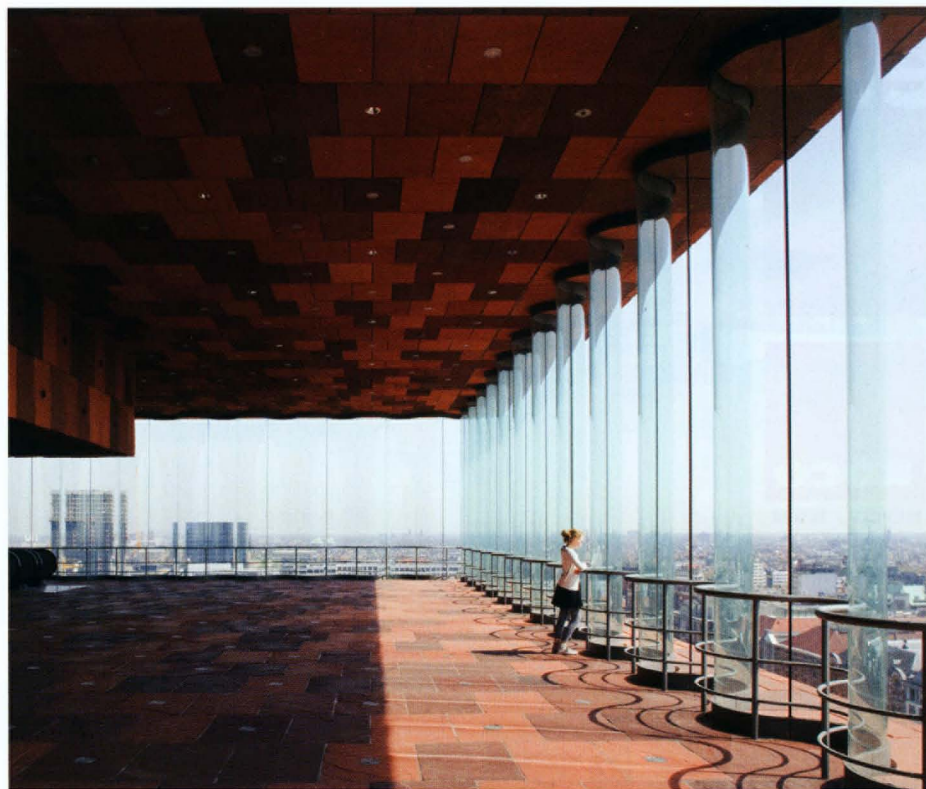
Deze verticale 'as' loopt grotendeels door in de gehele kern (gele verticale lijn in *afb. 1*). Een groot voordeel bij het bouwen in een haven is dat de grote stalen spanten via het water kunnen worden aangevoerd. Vervolgens zijn ze met mobiele kranen op hoogte gebracht en afgelast aan de staalplaten uit de kern.

De gevel bestaat uit een combinatie van geprefabriceerde betonelementen die tot een ligger zijn samengesteld. Dit gebeurt door staalplaten in de elementen in te storten en deze in het werk met lassen te verbinden. Hierdoor ontstaat een grote betonschijf die in hoogte over meerdere verdiepingen doorloopt.

Al het zichtbeton heeft een plankprofilering, met een houtstructuur aangebracht met rubberen matten (*afb. 4*). In alle elementen zijn messing schroefhulsjes opgenomen voor een 'willekeurige' opstelling van de objecten.

Fundering extra geïnjecteerd

Het gebouw heeft een kleine kelder direct onder de kern én een onder de westzijde



11.

van het gebouw. Onder de kern verdeelt een betonnen balk van 2x3,2 m in kruisvorm de belasting uit de bovengelegen toren over 36 palen. Deze palen met een diameter van 1,07 m zijn in de grond geboord. Na uitharding van de in de grond gevormde palen is de draagkracht van de paalfundering versterkt met een groutinjectie over het onderste deel van de palen. Hierdoor wordt het zettingsgedrag positief beïnvloed. Dit is van groot belang vanwege de verschillen in belasting tussen de kern en de gevellijn van het gebouw. Als aanvulling zijn er stortstroken tussen de kern en de gevel tijdelijk opengelaten om een gedeelte van deze zaking op te vangen.

Verstoord ritme

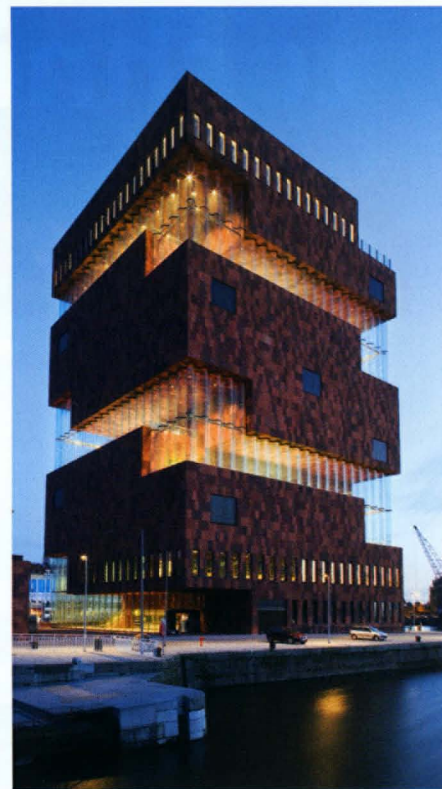
Bovenin het gebouw wordt het ritme van de gedraaide museumdozen enigszins verstoord. Zoals in *afbeeldingen 5* en *7* is te zien wordt de buitengevel slechts door vanuit de kern uitkragende spanten in één richting opgevangen. De zuidgevel van het gebouw moet een volledige overspanning

van 29 m maken en wordt dan met een uitkraging van 13 m opgevangen door de west- en oostgevel. Maar nu met slechts 8 m constructiehoogte in plaats van 18 m. Ook bevindt zich op deze 10e verdieping het restaurant. Hier zijn grote raamsparingen in de gevel gewenst. De stijfheid en draagkracht zijn enkel met stalen spanten te halen; het is niet mogelijk om net als op de ondergelegen verdiepingen betonnen elementen aan elkaar te 'rijgen'.

Het vierendeel-gedeelte aan de onderzijde van het spant heeft openingen voor de rechthoekige ramen. Diagonalen door deze sparingen zijn ongewenst. De gevel bóven de ramen is gesloten. Hier bestaat wel de mogelijkheid om nog diagonalen toe te voegen om het spant te versterken. Samen zijn ze sterk en stijf genoeg. Het spant van de zuidgevel is te zien op *afbeelding 8*.

Glazen gevel

De gebogen glazen gevels bieden een onbeperkt uitzicht over de Schelde en de havens. In tegenstelling tot de meeste puien zijn er



12.

geen stalen stijlen of regels die het zicht belemmeren. De glazen schalen danken hun stijfheid en sterkte aan hun gebogen vorm. De architect is gecharmeerd door deze constructie, die eerder door de constructeur is ontwikkeld voor het Casa da Musica project in Porto. Samen met de architect ontwerpt Rob Nijssse een 5,5 tot 11 m hoge glazen gevel. De dubbelhoge gevel staat in de hoeken van het gebouw, maar hier worden de glasplaten halverwege gesteund door een eenvoudige stalen buis die met een ketting hangt aan het hoger gelegen bouwvolume. De verbindingen van de glasplaten moeten grote vervormingen kunnen opnemen. Zowel de onder- als bovengelige bouwvolumes kunnen bewegen door de veranderlijke belasting. Als de bezoeker alle wonderen van het gebouw en van de exposities heeft aanschouwd kan hij op de bovenste verdieping het terras aan de westzijde opzoeken, en uitkijken op de Schelde: levensader van de stad. •