

Nieuw stadskantoor Leyweg (1)

Tweede stadhuis voor Den Haag

In 2005 schreef de gemeente Den Haag een prijsvraag uit voor een tweede stadhuis in het stadsdeel Escamp. De realisatie van het gebouw vormt de start van een grootscheepse vernieuwing van het stadsdeel. Het stadskantoor is samen met een bibliotheek en 49 woningen ondergebracht in een hoogbouw van 76 m met een driehoekige plattegrond en daaromheen een vanaf de Leyweg schuin oplopende laagbouw. Het gebouw vormt een opvallend landmark voor het vernieuwde stadsdeel.





Duurzaamheid

Bij de bouw van het stadsdeelkantoor stond duurzaamheid centraal. Het Stadskantoor is één van de koplopers op het gebied van duurzaam bouwen in Nederland. Momenteel is het daarmee het meest duurzame gebouw van de gemeente Den Haag. De modernste technieken worden gebruikt om energie te besparen. Zo vindt er warmte- en koudeopslag in de bodem plaats en zijn er warmtepompen ingezet. In de vloeren is betonkernactivering toegepast ten behoeve van koeling of verwarming. Ook is er gebruikgemaakt van duurzame bouwmaterialen.

Het ontwerp kenmerkt zich door de driehoekige vorm met een driehoekig atrium in het midden. De punten van de drie hoeken zijn ingekeept. Door het inkepen ontstaat een gevelvlak dat in het ontwerp 'vissenbek' wordt genoemd (foto 1). Omdat de plattegrond elke verdieping groter wordt, ontstaat een naar boven toe uitlopende vorm. Het uiteindelijke ontwerp van Rudy Uytenga wijkt op diverse punten af van het ontwerp waarmee de architect de prijsvraag heeft gewonnen. Aanvankelijk zou het gebouw 50 m hoog worden en waren geen woningen voorzien.



- 2 Het stadskantoor Leyweg vormt een opvallend landmark voor het vernieuwde stadsdeel *foto: Pieter Kers*
- 3 Het atrium wordt ter hoogte van de 2e-verdiepingsvloer afgesloten door een piramidevormige kap *foto: Pieter Kers*
- 4 De draagstructuur ligt over de bissectrices van de driehoek en is rechtstreeks gekoppeld aan een atriumbuis
- 5 Door de atriumbuis ontstaat een directe koppeling van de hoofdconstructie per verdieping
- 6 De atriumconstructie wordt aan de hoge zijde extra ondersteund door een jukconstructie die bestaat uit twee schoren van de 2e-verdiepingsvloer naar de onderzijde van de buitengevels

2



3

Bouwkundig ontwerp

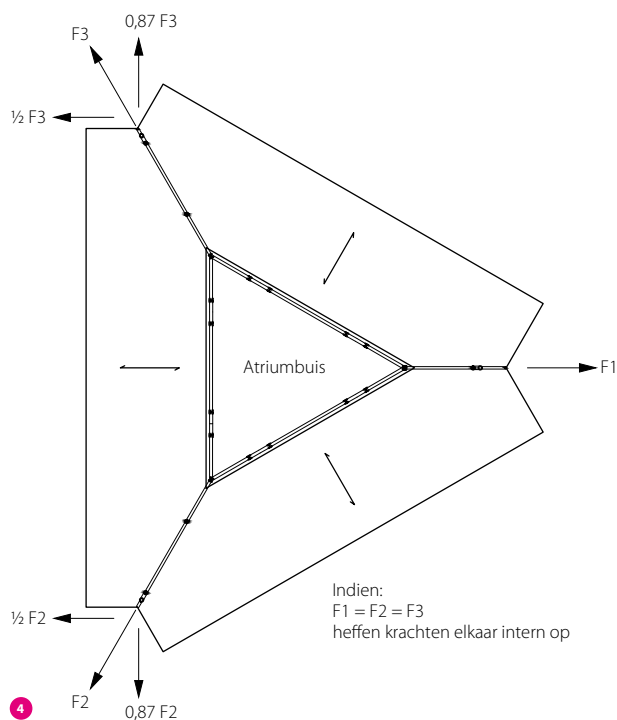
Bij de start van het Voorlopig Ontwerp kreeg het ontwerpteam de opdracht het gebouw op te trekken naar een hoogte van minimaal 70 m. Hiermee moest het een landmark worden voor het vernieuwde stadsdeel. In het uiteindelijke ontwerp kent de hoogbouw 18 verdiepingen en bevindt het hoogste punt van de gevel zich op 76 m boven het maaiveld. Vanaf de 10e verdieping wordt de plattegrond kleiner met sprongen van 8,6 m en ontstaan terrasvormige balkons voor de woningen. De hoogbouw wordt rondom ingesloten door een vanaf maaiveld terrasvormig oplopende laagbouw. De punt van de driehoekige hoogbouw aan de Leyweg wordt niet ingesloten door de laagbouw. Hier bevinden zich op maaiveld de ingang van het stadskantoor, de bibliotheek en de woningen.

In de ondergrondse garage zijn aparte ruimtes gemaakt voor parkeren voor de bewoners en 1200 medewerkers van het stadskantoor. Ook zijn hier de bergingen van de woningen en een technische ruimte ten behoeve van de kantoorinstallaties (NSA, sprinklertank) ondergebracht.

De begane grond van de hoogbouw en de laagbouw is grotendeels publiek toegankelijk met de loketten van burgerzaken en de bibliotheek. Drie liftkernen en trappenhuisen verschaffen toegang naar de hoger gelegen verdiepingen.

In een vide in de 1e-verdiepingsvloer, in de achterste vleugel van de hoogbouw, bevindt zich de ovale trouwzaal. Een vleugel van de 1e verdieping wordt ingenomen door de ICT-ruimtes en in de andere vleugel is de kantine ondergebracht. De kantoren op de 2e t/m de 9e verdieping zijn bezet door het stadskantoor en op de 10e t.m. de 18e verdieping liggen de woningen.

In verband met de benodigde daglichttoetreding aan de atriumzijde is hier bewust gekozen voor een stalen draagconstructie, een vakwerkachtige 'megastructure' van zware stalen profielen. Deze megastructure wordt in het vervolg de atriumbuis



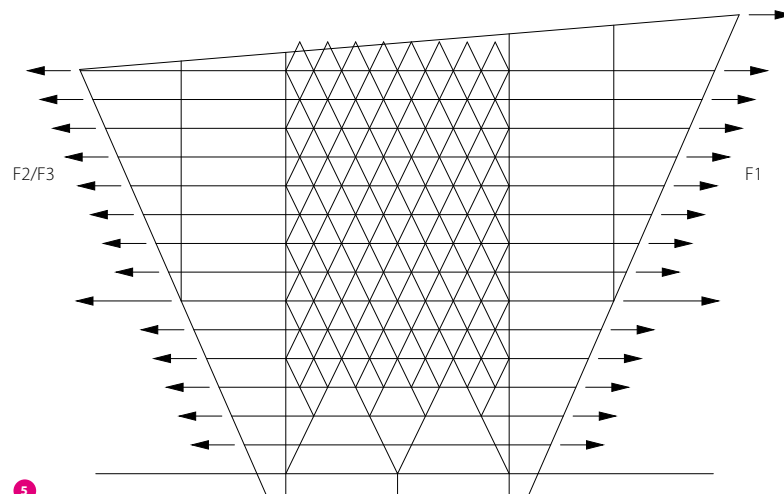
genoemd. Deze atriumbuis bevindt zich grotendeels in een buitenklimaat omdat het atrium al ter hoogte van de 2e-verdiepingsvloer wordt afgesloten door een piramidevormige kap (foto 3). De driehoekige atriumbuis in de hoogbouw is aan de buitenzijde niet direct zichtbaar. Is in de atriumgevel zoveel mogelijk transparantie nagestreefd, de betonnen buitengevel van de hoogbouw is relatief gesloten. Deze dragende gevel bestaat uit sandwichelementen met een facetrijke buitenschil van Noors marmer. De gevel van de laagbouw heeft geen dragende functie en is voor een groot deel ingevuld met vliesgevels in de vorm van glazen panelen en houtskeletbouw.

Constructief ontwerp

Prijsvraagontwerp

Vanwege de doelstelling het gebouw maakbaar en betaalbaar te houden is voor het oorspronkelijke prijsvraagontwerp gezocht naar een constructiesysteem waarbij het gebouw zoveel mogelijk met standaard constructieve elementen kon worden gerealiseerd. Op basis hiervan is de gedachte ontstaan de draagstructuur over de bissectrices van de driehoek te leggen en deze rechtstreeks te koppelen aan een stalen draagconstructie aan de atriumzijde: de atriumbuis (fig. 4). Deze atriumbuis levert twee belangrijke constructieve voordelen op:

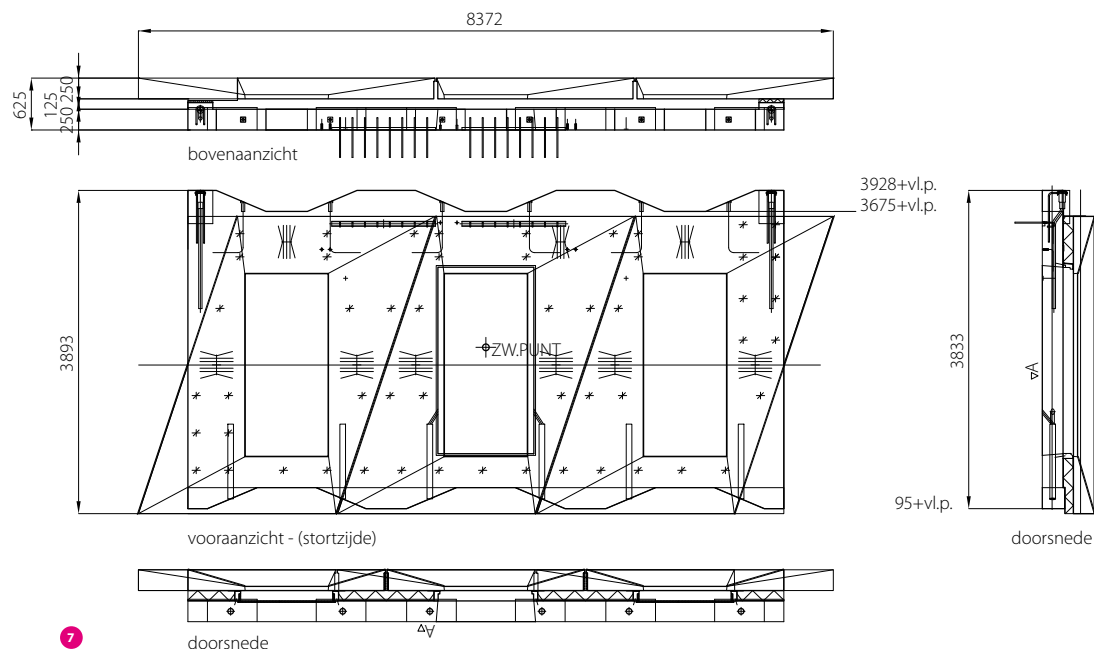
- 1 Er ontstaat een directe koppeling van de hoofdconstructie per verdieping. Hierdoor worden de horizontale krachten als gevolg van de schuine kolommen in de punten van de driehoek direct gekoppeld en nagenoeg op verdiepingniveau vereffend. Hierdoor ontstaan er nauwelijks extra momenten op de stabiliteitselementen (slechts tengevolge van nuttige belastingen) (fig. 5).
- 2 Door de directe koppeling van de vloerbalken aan de atriumbuis worden de vloeren niet aanvullend horizontaal belast. Hierdoor zijn deze eenvoudig met standaard voorgespannen vloersystemen voor kantoren te realiseren.



Definitieve ontwerp

Het ten opzichte van het prijsvraagontwerp toegevoegde programma aan woningen was in omvang te klein om, samen met het gewijzigde harde uitgangspunt van minimaal 70 m gebouwhoogte, het gebouw in totaliteit op te trekken. Het volume van de woningen is olopend op de driehoeksvorm van de hoogbouw toegevoegd waardoor slechts op een van de drie hoeken de 70 meter wordt gehaald. Hiermee zijn voor een deel de voordelen van de constructieve opzet van het prijsvraagontwerp teniet gedaan. Door de wijziging ontstaan in de drie hoeken van het gebouw per verdieping horizontale krachten die op verdiepingniveau niet volledig met elkaar in evenwicht kunnen worden gebracht, conform de oorspronkelijke opzet zoals aangegeven in figuur 4. Hierdoor ontstaan substantiële inwendige horizontale krachten op de atriumbuis en aanvullende momenten op de stabiliteitselementen. Teneinde de momenten te kunnen opnemen, zonder trekkrachten op de fundering en zonder te grote vervormingen van het gebouw, is aan de voorzijde van de atriumbuis een jukconstructie toegevoegd. Hiermee wordt de voetprint van de atriumbuis vergroot (foto 6).





Vloersysteem in relatie tot de gevel

In de ontwerpfase zijn, vanwege een efficiënte maakbaarheid van de constructie, de mogelijkheden onderzocht voor het realiseren van de buitengevels in een betonnen prefab oplossing bestaande uit sandwichelementen. In verband met de woningen in de bovenste lagen van het gebouw moet de volledige hoofdconstructie inclusief de ondergelegen kantoren voldoen aan een brandwerendheidseis van 120 minuten.

Belangrijk aspect bij de keuze van een vloersysteem was, naast de brandwerendheidseis, de door de opdrachtgever gewenste flexibiliteit van de installatievoorzieningen in combinatie met betonkernactivering. Van de beschouwde voorgespannen vloersystemen bleek uiteindelijk het wingvloersysteem van Betonson als enige geschikt. Met dit systeem was een brandwerendheid van 120 min echter niet haalbaar. De klimaatvloer

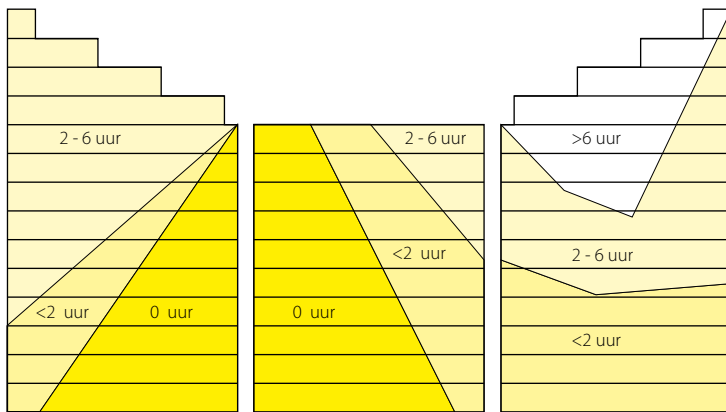
van VBI, daarentegen werd niet haalbaar geacht in relatie tot de gewenste flexibiliteit van de installaties.

Omdat met de wingvloer geen 120 minuten brandwerendheid kan worden gehaald, moet de horizontale steun van een willekeurige kantoorvloer bij brand buiten beschouwing blijven. Als randvoorwaarde voor de prefab gevel resulteerde dit in het uitgangspunt dat de gevel bij het wegvallen van een vloer overeind moest blijven om als onderdeel van de hoofdconstructie voor de boven in het gebouw gelegen woningen dienst te doen. Op basis van bovenstaande probleemstelling is gezocht naar een ontwerpoplossing voor de gevel. Enerzijds mochten elementnaden voor het buitenblad – vanwege de esthetica – niet zichtbaar zijn in het gevelvlak. Anderzijds moesten de doorkoppelingen van het binnenblad momentvast kunnen worden uitgevoerd teneinde de 120 minuten brandwerendheid voor de woning te kunnen halen.

Het constructieve voorstel bestond uit een U-vormig constructief binnenblad dat op vloerniveau momentvast moest worden doorgekoppeld aan het bovenliggende element. Op basis van de gekozen ontwerpoplossingen is de prefab markt geconsulteerd en hieruit bleek de oplossing technisch haalbaar. Uit kostenberekeningen bleek echter dat de complexiteit zo groot was dat de initiële bouwkosten gekoppeld aan bouwtijdreductie bij een uitvoering in prefab sandwichelementen niet opwoog tegen een traditioneel in het werk gestorte gevel met een prefab voorhanggevel.

Tijdens een optimalisatieslag met de uitvoerende partijen bleek het mogelijk het leidingverloop dusdanig uit te werken dat deze ook in een klimaatvloeroplossing zou passen. Met dit vloersysteem is wel een brandwerendheid van 120 minuten mogelijk en lag de weg terug naar prefab betonnen sandwichelementen volledig open. Samen met de prefableverancier is de huidige gevel ontwikkeld.





9

De ramen verspringen per verdieping zodat de belasting niet verticaal naar beneden wordt afgedragen maar de schuine lijnen van de gevel volgt. Teneinde in de aansluitingen van de prefab gevelelementen hoge schuifspanningen en de daarbij benodigde stekken te voorkomen, is er door de prefableverancier voor gekozen de voegen haaks op de drukdiagonalen in de wand te leggen (fig. 7, foto 8). Hierdoor ontstaat een vertanding van de voeg. De afname van stijfheid ten opzichte van de in het werk gestorte wanden in het besteksontwerp heeft uiteindelijk wel geleid tot verzwaringen in de stalen atriumbuis.

Draagstructuur hoogbouw

De draagstructuur van de hoogbouw wordt gevormd door de betonnen buitengevels en de stalen megastructure aan de atriumzijde. De buitengevels bestaan over de onderste bouwlagen uit in situ wanden met een dikte van 300 mm en daarboven prefab

sandwichelementen met een binnenblad van 300 en 250 mm. De stalen constructie aan de atriumzijde is opgebouwd uit zware stalen HD-profielen als diagonalen en ronde buizen als horizontalen. De diagonalen snijden elkaar om de drie verdiepingen ter hoogte van de 2e, 5e, 8e, 11e en 14e verdieping. Op deze snijpunten zijn de diagonalen en horizontalen in het werk gelast aan een gietknoop waaraan ook een console is meegegoten (foto 10). De consoles steken het gebouw in zodat er kolommen op kunnen worden bevestigd. Aan deze kolommen, waarvan een groot deel op trek wordt belast, worden weer stalen THQ-liggers bevestigd (hoedliggers), die de vloeren dragen.

De atriumconstructie wordt aan de hoge zijde extra ondersteund door twee schoren van de 2e-verdiepingsvloer naar de onderzijde van de buitengevels (foto 6). De atriumconstructie bevindt zich grotendeels in de buitenlucht en is onderhevig aan temperatuurswisselingen. De kolommen en THQ-liggers

- 7, 8 De voegen van de gevelelementen staan haaks op de drukdiagonalen in de wand
- 9 Op basis van een bezonningstudie van de bouwfyfisch adviseur is een temperatuursbelasting op de atriumbuis bepaald
- 10 De diagonalen snijden elkaar om de drie verdiepingen. Op deze snijpunten zijn de diagonalen en horizontalen in het werk gelast aan een knoop waaraan ook een console is meegegoten

10



- 11 De afstand tussen buitengevel en atriumconstructie wordt in een keer overspannen door klimaatvloeren
- 12 Detail oplegging klimaatvloer

bevinden zich binnen. Op basis van een bezonningsstudie van de bouwfysisch adviseur is een temperatuursbelasting op de atriumbuis bepaald en ingevoerd in het 3D-rekenmodel (fig. 9). Tijdens het ontwerpproces bleek al snel dat het uitzetten of krimpen van de atriumconstructie tot grote spanningen in vooral de kolommen zou leiden. Op een aantal plaatsen zijn de kolommen dan ook gedilateerd. De THQ-liggers zijn ontworpen op de krachten die kunnen ontstaan als gevolg van de temperatuursvervormingen van de atriumconstructie.

De afstand tussen buitengevel en atriumconstructie bedraagt 14,4 m en wordt in een keer overspannen door klimaatvloeren (2e t/m 10e verdieping) en kanaalplaatvloeren (11e verdieping en hoger), voorzien van een druklaag (foto 11, fig. 12). De druklaag was noodzakelijk voor het overbrengen van horizontale krachten tussen atriumconstructie en buitengevels. In de drie hoeken worden de vloeren opgevangen door een staalconstructie bestaande uit THQ-liggers en schuine en verticale kolommen op de bissectrices van de driehoek. Aan de hoge zijde van het gebouw sluit de constructie van de bissectrice aan op de atriumbuis ter hoogte van de 2e-verdiepingsvloer. Aan de lage zijde sluiten de bissectriceliggers aan op de atriumbuis op funderingsniveau. Vooral ter hoogte van de 2e- en 8e-verdiepingsvloer ontstaan door het samenspel van schuine kolommen en liggers op de bissectrices grote horizontale krachten op de atriumconstructie. Alhoewel de krachten uit de bissectrices uit de voor- en achterzijde elkaar deels opheffen op verdiepniveau blijven er inwendige horizontale krachten op de atriumconstructie over die leiden tot grote permanente momenten op de stabiliteitselementen.



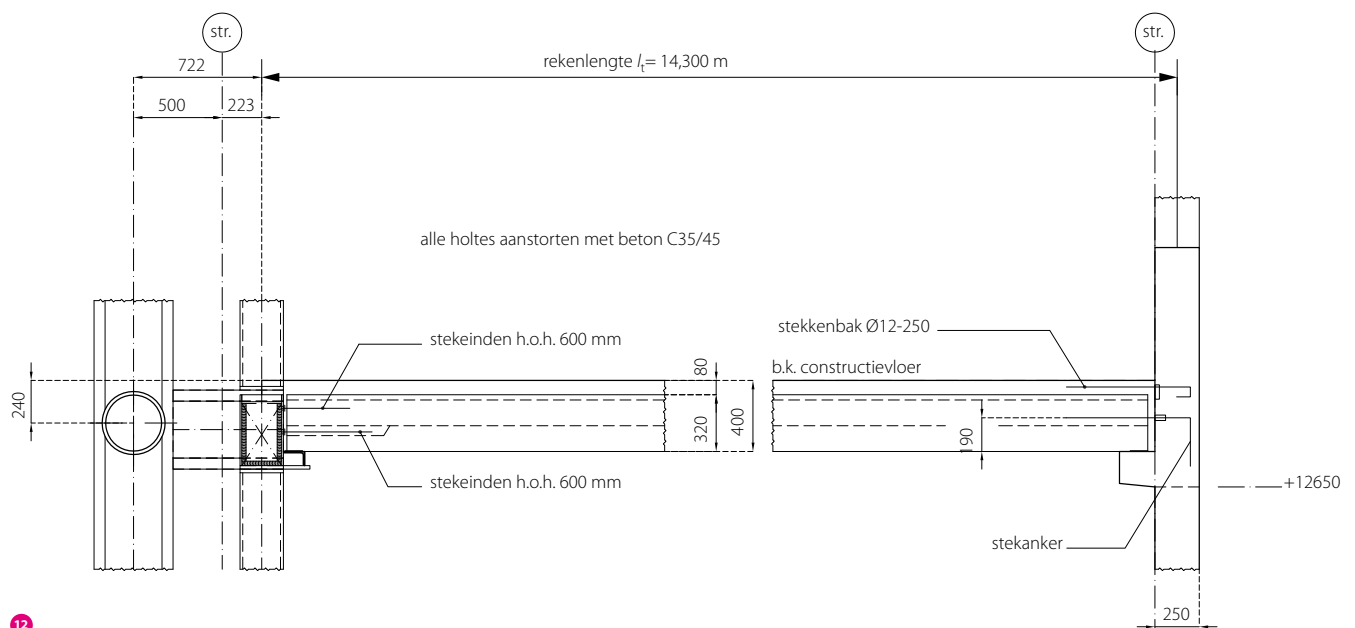
11

Laagbouw

De constructie van de laagbouw is opgebouwd uit een staalconstructie en kanaalplaten voorzien van een druklaag. De mogelijkheden voor het plaatsen van kolommen werden beperkt door de aanwezigheid van de parkeergarage in de kelder. Het gevolg is een complexe staalconstructie met grote overspanningen waarbij grote delen van de vloeren zijn opgehangen aan een vakwerklijger in het dak van de laagbouw. Voor de stabiliteit is de laagbouw grotendeels afhankelijk van de hoogbouw.

Fundering

Als paalsysteem is gekozen voor trillingsvrije grondverdringende palen met groutinjectie met puntdiameters van 560 en 650 mm. In het terrein waren de palen van een vorig gebouw nog aanwezig. De bestaande palen waren niet geschikt om opnieuw te gebruiken en verwijderen van de bestaande palen bleek nagenoeg onmogelijk. Het nieuwe palenplan is daarom afgestemd op de aanwezige palen. Palen, die tussen de 500 en 1000 mm van een bestaande paal af staan, zijn uitgevoerd met een vaste casing om beschadiging van de geboorde paal te voorkomen.



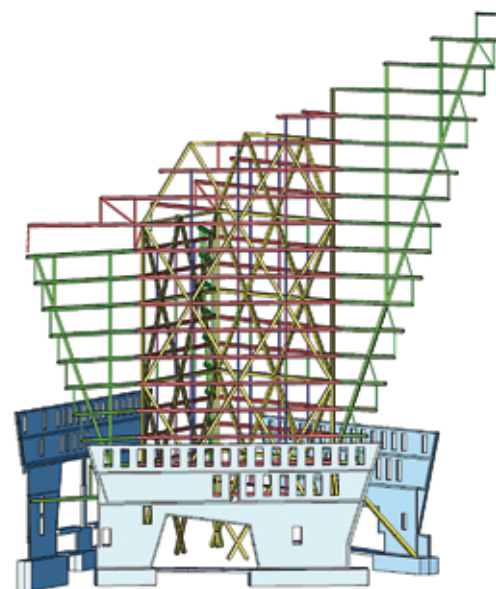
12

13 Voor de bepaling van de verdeling van de horizontale belastingen was een 3D-computerprogramma onontbeerlijk

Stabiliteit

Afgezien van het feit dat het gebouw voorover lijkt te hellen moet natuurlijk ook nog rekening worden gehouden met de windbelasting. De oriëntatie van het gebouw is zodanig dat de heersende windrichting samenvalt met de excentriciteit van het gebouw. Vanwege de specifieke driehoekige vorm van het gebouw met de ingesneden hoeken is in een vroeg stadium in het ontwerpproces besloten de windbelastingen te bepalen door middel van een windtunnelonderzoek volgens CUR-Aanbeveling 103. Uit het windtunnelonderzoek bleek dat de respons van het gebouw op de windbelasting gunstiger was dan op basis van NEN 6702 in eerste instantie was aangenomen. Voor de heersende windrichting is uiteindelijk een windvormfactor $C_t = 1,4$ aangehouden. Dit is beduidend lager dan de in de literatuur en NEN 6702 opgenomen $C_t = 2,2$ voor zuiver driehoeksvormige doorsneden. De horizontale belastingen worden opgenomen door het samenspel van de atriumbuis en de betonnen buitengevels. De verdeling van de horizontale belastingen uit wind en de excentriciteit over de atriumconstructie en de gevels wordt door een aantal variabelen bepaald die niet eenduidig zijn vast te leggen en die ook in de tijd kunnen variëren. De belangrijkste variabelen, die in het ontwerp zijn beschouwd, zijn de stijfheid van de betonnen gevels en de stijfheid van de fundering. De stijfheid van de betonnen gevel omdat de stijfheid niet constant is over het gevelvlak. Bovendien zal de gevel zich anders gedragen voor de kortdurende windbelasting (stijver) en de permanent aanwezige excentriciteit (slapper door kruipinvloeden). Hetzelfde geldt in mindere mate ook voor de stijfheid van de paalfundering. Hierbij speelde ook nog het effect van groepswerking van de grote poeren een rol. Van beide variabelen is een boven- en ondergrens vastgesteld en is voor elke combinatie van de waardes het 3D-computermodel doorgerekend. Dat betekende dus vier rekenmodellen die ook door de aannemer zijn gebruikt voor de verdere detailengineering. Voor de bepaling van de verdeling van de horizontale belastingen was een 3D-computerprogramma onontbeerlijk (fig. 13).

13



Zettingen hoogbouw

Een derde variabele die in het ontwerp is beschouwd, is het vervormingsgedrag van de laag van Kedichem. Uit het onderzoek bleek dat deze laag zich bevindt tussen NAP -57 m en NAP -66 m. En dat het een laag met relatief veel zand betreft waardoor de invloed op de vervormingen beperkt is. De gedachte was dat het inklinken van de laag van Kedichem de excentriciteit van het gebouw zou versterken, maar dat is uit het onderzoek niet gebleken. De spanningen in de betonconstructie van de kelder, die uiteindelijk als gevolg van de langetermijn-zettingsverschillen toch op zullen treden, worden door kruip van de betonconstructie genivelleerd.

De direct optredende zettingsverschillen, die ontstaan doordat licht belaste bouwdelen zich nabij zwaar belaste gevels en poeren bevinden, zijn zodanig dat er in het ontwerp en de uitwerking veel aandacht aan is gegeven. Gezien de vorm van het gebouw is er voor gekozen geen dilatatievoegen toe te passen maar de zettingsverschillen door de constructie te laten opnemen. ☒

PROJECTGEGEVENS

opdrachtgever Gemeente Den Haag

architect Rudy Uytendaele Architectenbureau bv

bouwdirectie Aronsohn Management
raadgevende ingenieurs bv / Twijnstra Gudde

adviseur constructies Aronsohn Constructies
raadgevende ingenieurs

adviseur installaties Halmos adviseurs BV

adviseur bouw fysica ZRi

adviseur brandveiligheid ZRi

aannemer BAM Utiliteitsbouw bv regio
Rotterdam

leverancier prefab vloeren VBI

leverancier gevel Hurks Oosthoek Kemper

prefab engineering gevel Hurks delphi
engineering

oplevering april 2011

Maatafwijkingen

Lees ook het artikel 'Leren van deformaties' van dr. ir. Peter van Hoof en ir. Jan-Paul Arts op p. 80 in deze uitgave of op www.cementonline.nl. Hierin wordt aan de hand van stadskantoor Leyweg ingegaan op vervormingen en maatafwijkingen.