

02/11/219 **BOUWEN MET**
vakblad over staal en staalconstructies
STAAL



Exposure, Lelystad | Levenswetenschappen, Groningen | Stabiliteit bogen

ing. M.C. Pauw

Marco Pauw is bouwkundig ingenieur
en redacteur van *Bouwen met Staal*.

Het Centrum voor Levenswetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen is 1 april 2010 opgeleverd en sinds 2011 volledig operationeel. De spraakmakende z-vorm is een middel om een tegenstrijdigheid op te heffen. Het stedenbouwkundig plan limeerde het gebouwoppervlak tot 20.000 m², maar de faculteit eiste 36.000 m², voor maar liefst drie instituten. 'De drie functies zijn eenvoudig geschakeld in de vorm van het kavel. Het middendeel is opgetild voor het poorteffect: je ervaart geen massa maar ruimte', verklaart projectarchitect ir. Tanja Buijs-Vitkova.

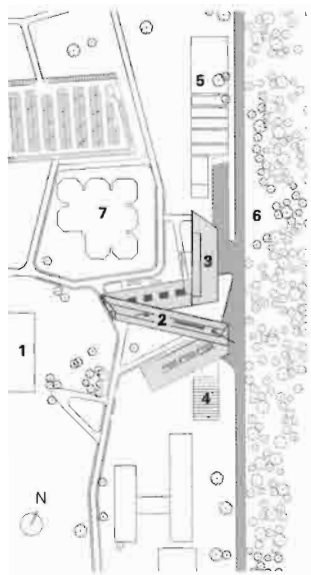
De gebouwworm is vrijwel identiek aan de eerste schets uit 2003. Via een Europese prijsvraag schrijft Rudy Uytenga Architectenbureau zich in met een zigzaggend pand waarvan het middendeel 15 m boven het maaiveld rust op de twee andere gebouwdelen die schuin uit de grond komen. 'De ontwerpprijsvraag ging van start met een beknopt maar omvangrijk pve en het uitgesproken stedenbouwkundig plan uit de keuken van West8, vertelt Buijs-Vitkova in het Koningshof, onderkomen van het architectenbureau aan de Amsterdamse Schipluidenlaan. Het stedenbouwkundig plan spreekt over een 'sfeervol campus op model van klassieke Angelsaksische universiteiten, parkachtig met

gevoerd en de dieren keren via de dood weer terug naar de aarde. Om het gebouw optimaal te passen in het landschap en de biologie te accentueren hebben de zichtbare dakvlakken een sedumdak met wisselende plantengroei, waardoor de kleur met de seizoenen mee verandert.

Grove detaillering, verfijnd interieur

Het interieur krijgt specifieke aandacht, juist vanwege de dominante industriële details. Al het staalwerk heeft een ingetogen grijs tint. Alle andere onderdelen worden specifiek gemaakt, zoals de hardglazen deuren of de fijn gedetailleerde trappen en balustrades. De twee kernen met verticale ontsluiting worden bekleed met bamboe.

Biologie van een ontwerp



1. faculteitsgebouw;
2. Centrum voor Levenswetenschappen;
3. dierenfaciliteit;
4. kassen;
5. dierenbuitenverblijven;
6. natuurgebied;
7. Hanzehogeschool.

kleine (< 20.000 m²) herkenbare gebouwen in een lommerrijke setting'.

Logische schakelingen

De faculteit daarentegen vraagt in het pve 36.000 m² bvo voor drie instituten: plantenonderzoek, fundamenteel onderzoek op cellenniveau en dierenonderzoek. Ook kassen en dierenverblijven zijn onderdeel van het programma. Bovendien is de kavel ongelijkvormig met hoekige kanten aan de westzijde en een kabbelende 'slotgracht' aan de oostzijde. 'De vorm is dus enigszins een logische invulling van de randvoorwaarden', aldus een enthousiaste Buijs-Vitkova. De drie instituten zijn in serie geschakeld en volgen de contouren van het kavel. Om de 'overtollige' vierkante meters minimaal te ervaren is het middengedeelte opgetrokken.

Biologie

De twee vleugels kom schuin op uit de grond. Sterker kan biologie niet worden gedeut. Planten komen immers uit de grond, het cellenonderzoek wordt 'op hoog niveau' uit-

De verschillende afdelingen en gebouwdelen krijgen een vloerbedekking met de kleuren van het programma: groen voor planten, geel voor fundamenteel onderzoek, oranje voor dierenonderzoek en rood voor de dierenverblijven. Een opeenvolging met zachte overgangen maar met herkenbare identiteit. De lounges hebben centrale uniforme (koffie)balies. 'Het is geen hectisch geheel. Wel levendig, maar rustig', concludeert Buijs-Vitkova.

Van slang naar hagedis

Van meet af is het faculteitsgebouw bedacht met een staalconstructie. Niet alleen vanwege het grote brugdeel en de dragende uitkragende kopvolumes, maar ook met biologische motivering. 'Het is een organische vorm, bijna beestachtig', stelt Buijs-Vitkova. 'Daarom wordt het gebouw gedragen door een skelet met ruggengraat en daaraan ribben als een melkmeisje met hangstaven die de onderliggende verdiepingen dragen.' In de planuitwerking, na formulering van de relatief zware trillingseisen, is ingezet op een concept met bouwdeelhoge vakwerk-

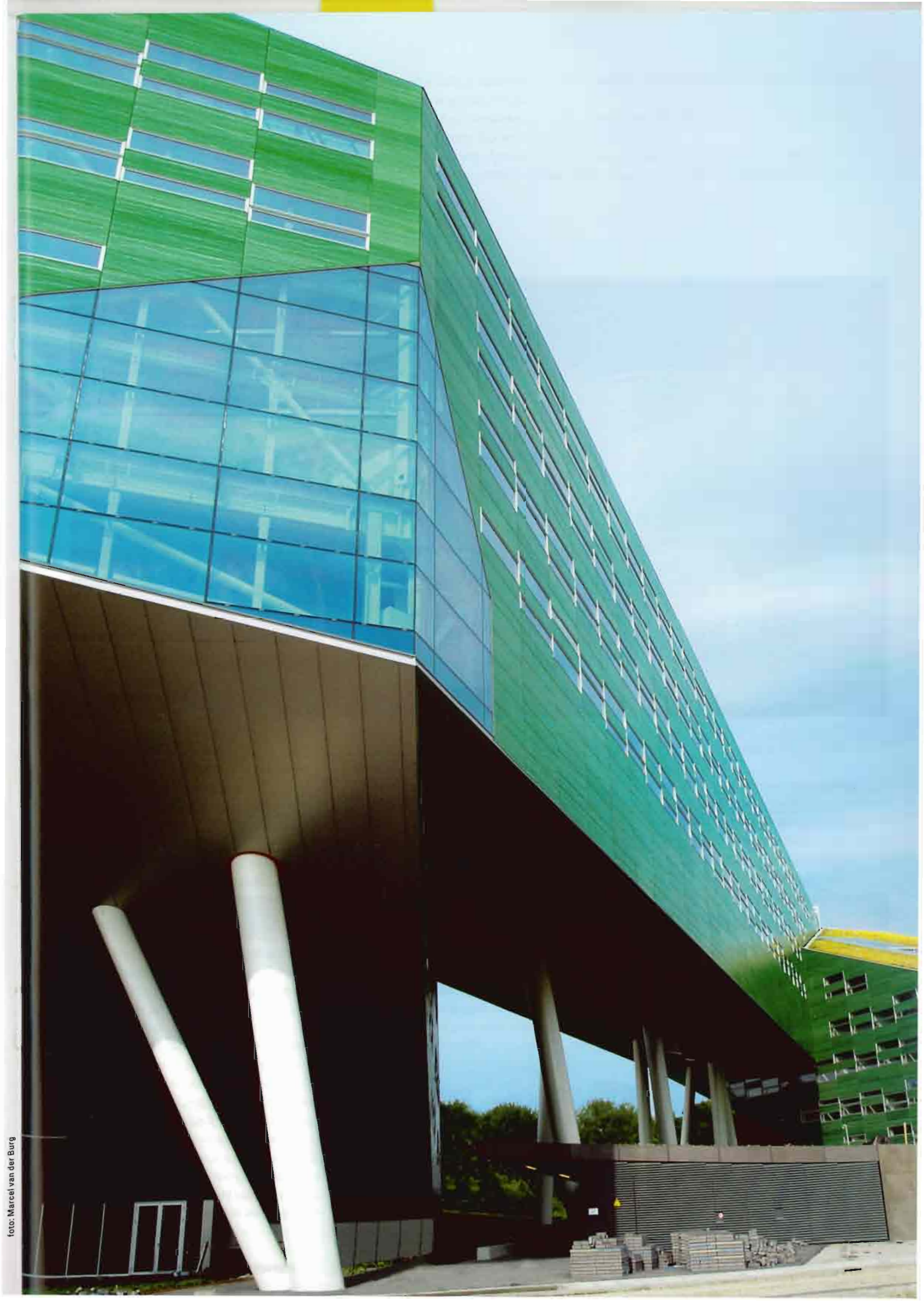


foto: Marcel van der Burg

1. In veel ruimtes duikt de staalconstructie zichtbaar op in grove details. Mede door de immense hoeveelheid installaties oogt het gebouw sterk industrieel.
2. Het gebouw heeft een doordachte routing met steektrappen en luchtbruggen die – als in een Harry Potter-film – bezoekers en gebruikers 'willekeurig' laten oversteken.
3. Zichtlijnen en doorkijkjes koppelen optisch de kamers die voortdurend wisselen van omvang en functie. Afgestemde kleuren van vloerbedekking geven rustige overgangen en een indicatie van de bijbehorende functies.



1.



2.



3.

liggers in de lengterichting elke 26,4 m ondersteund met een dwarspant op 'poten'. Dat het gebouw uiteindelijk extra kolommen krijgt, vindt zij allerm minst erg, eerder charmant. 'Het skelet is meegegroeid; het is niet langer een slang, maar een hagedis met een kop, staart en tussenliggende poten.' Een ander vergelijk ziet Buijs-Vitkova met de giraffe: 'Daarvan staan de poten ook schuin, net als bij dit gebouw, voor stabiliteit.' De ruimtes met nog hogere trillingseisen voor laboratoria liggen in de kelderverdieping ($\pm 4.000 \text{ m}^2$) die ook beide kopgebouwen ondergronds ontsluit.

Industriële detaillering knooppunten

Om de kosten in de hand te houden zijn de knooppunten sterk industrieel (grof) ontworpen. Met de constructeurs zijn praktische standaarddetails opgesteld met zware kopplaten en veel boutverbindingen. 'Verfijnde details kosten eenvoudig meer. Bij de uitvoering zijn de verbindingen soms grover uitgevoerd, ten gunste van een andere, snellere en dus economischere montagevolg-orde', zegt Buijs-Vitkova.

Efficiënte oriëntatie

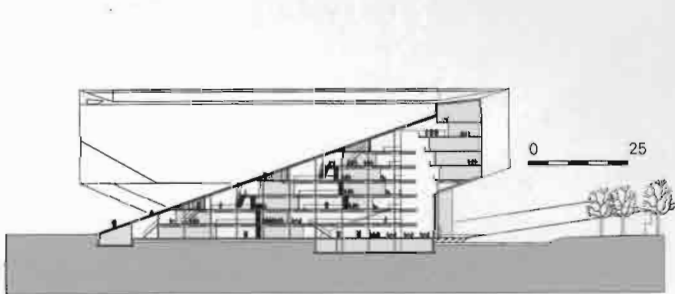
Andere logica ziet de projectarchitect in de oriëntatie. 'De laboratoria staan op het zuiden. Deze ruimtes worden – verplicht – meervoudig geventileerd voor hygiëne. De kantoren staan automatisch aan de niet-zon-zijde.' De plattegrond is voor een efficiënte indeling (kantoor-tussenruimte-laboratoria) redelijk diep: 27 m. Voor voldoende daglicht zijn vides gemaakt, doorgaande vloerdoorbraken met glas in het dak én de vloer. Het oorspronkelijke verlichtingsplan voor het aanlichten van het gebouw gaat niet door; dat verstoort het dag-en-nachtritme van de dieren en de 'sterrenwacht' van de faculteit Natuurwetenschappen.

Biologisch

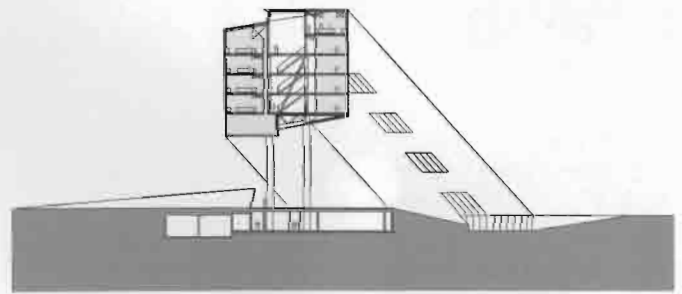
Buijs-Vitkova: 'Het concept is sterk. De indeling, de oriëntatie, maar vooral de ver doorgevoerde organische vormgeving zijn consequent. De vorm als herkenbaar orgaan, de staalconstructie als skelet en de leidingen als aders, en alles in zicht. De gebruikers, biologen – mensen van precisie – ervaren het gebouw ook zo. Duidelijk en natuurlijk.' •

Projectgegevens

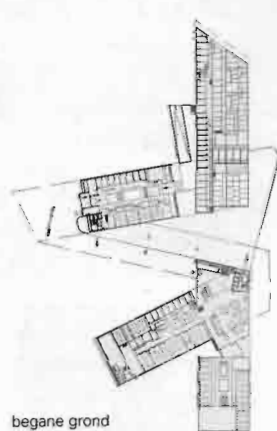
Locatie Zernike Complex gebouw 5170-5174, Nijenborgh 7, Groningen • Opdracht VGI Rijksuniversiteit Groningen • Architectuur Rudy Uytenga Architectenbureau, Amsterdam • Constructief ontwerp Ingenieursbureau Wassenaar, Haren en ABT, Velp • Adviseur installaties Royal Haskoning, Nijmegen • Uitvoering Bouwcombinatie Sternike (Structon Groningen, Voortman Staalbouw, Rijssen, Cofely Grote Projecten, Utrecht) • Bouwkosten €56 miljoen (incl. installaties en vaste inrichting, excl. btw) • Data mei 2003 winnaar meervoudige opdracht, december 2003 haalbaarheidstudie, december 2004 schetsontwerp, zomer 2006 aanbesteding, januari 2007 start bouw, maart 2009 staalconstructie compleet, april 2010 oplevering • Fotografie Jacomien Boonstra



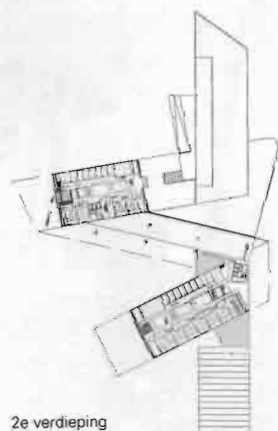
doorsnede over 'planten-onderzoek'



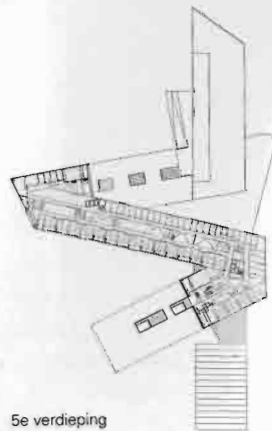
doorsnede over bruggebouw



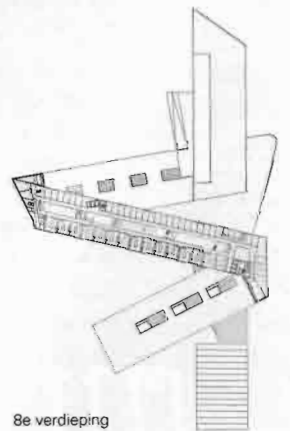
begane grond



2e verdieping



5e verdieping



8e verdieping

Twee schuin oplopende bouwdelen – elk tien bouwlagen – slaan tussen de vijfde en tiende verdieping de handen ineen met een bruggebouw dat losjes 100 m overspant. De overspanning stelt hoge stijfheidseisen aan de constructie. Temeer omdat in het middengebouw laboratoria worden ondergebracht. ‘Dansende’ tussenkolommen en stabiliteit volgens het 3-2-1-principe begeleiden de zijwaartse split.

Constructief was het ontwerp van de architect direct spannend: de middenoverspanning heeft de afmetingen van een spoorbrug, terwijl de complexe vorm de torsiestijfheid tot een belangrijke eigenschap maakt. Volgens het constructievoorstel zou het gebouw worden gedragen door een ruggengraat: een vakwerk-kokerligger van vier verdiepingen hoog. Dwars daarop rustten horizontale, uitkragende vakwerken, ‘melkmeisjes’, waaraan de vloeren en gevel hangen. Er zou ongeveer 25% meer staal nodig zijn dan voor een ‘normaal gebouw op de grond’, was aanvankelijk de schatting.

ken van de staven zet te weinig zoden aan de dijk. De enige betaalbare mogelijkheid is de overspanning verkleinen. Voor de constructief ontwerpers voelt het verkleinen van de overspanning als een nederlaag, maar niet voor de architect: ‘dansende kolommen’ onder het bruggebouw maken dat alleen maar spannender. Zo ontstaat het constructief concept. In lengterichting van het bruggebouw lopen vier verticale, gebouwhoge vakwerkspanten die worden opgevangen door dwarsvakwerken (en die al snel de bijnaam ‘vliegenmeppers’ krijgen). Die dwarsvakwerken staan op

Krachtenspel bij zijwaartse split

ir. J.R. Pama, ir. J. Schaveling, ir. R.J. de Jong,
ir. E.H.J. ten Brincke en prof. ir. R. Nijse
Jelle Pama is projectleider constructies,
Jaap Schaveling is raadgevend ingenieur,
Roel de Jong is directeur en raadgevend ingenieur bij Ingenieursbureau Wassenaar, Haren.
Erwin ten Brincke is projectleider constructies, Rob Nijse raadgevend ingenieur bij ABT, Velp.

Technische gegevens

Fundering Tubexpalen rond 457/690 en Terr-econpalen rond 460/560 met groutinjectie op zandlaag 29,0m -NAP; Terr-econpalen rond 540/660 op zandlaag 12,0m -NAP • *Staalkwaliteit* S355J0 • *Staalverbruik* bruggebouw 1.725 ton, noord en zuidvleugel elk 885 ton • *Staalconservering* (staal in het zicht binnen en brandwerend geschilderd) primerlaag 100 µm, brandwerende coating, dikte afgestemd op profilering 200-1500 µm, aflaklaag/dekverf 75 µm • *Vloeren* kanaalplaten AK260 en AK320 met betonkernactivering, druklagen 60 mm

Trillingeis extra hoog

Het extra staalverbruik van 25% blijkt al snel te optimistisch. Dit vanwege de grote overspanning van het middengebouw en de hoge eisen aan de stijfheid voor de laboratoria. Voor het werken met microscopen geldt een trillingeis (VC-B) die ongeveer vier keer zwaarder is dan mensen waarnemen. Aan de eenvoudigste oplossing, de laboratoria verplaatsen naar een ander deel van het gebouw, kleven praktische bezwaren. Daarom wordt, om te beginnen, de vakwerkkoker verhoogd tot de hele gebouwhoogte en veranderd van rechthoekig in driehoekig; dat scheelt een zijvlak. Maar het ‘staalbudget’ wordt nog steeds fors overschreden. Het trillingsprobleem komt voor een deel door de brugligger, waarvan een eigenfrequentie van ongeveer 2 Hz te dicht bij de loopfrequentie van mensen ligt. En de vloeren, waar de belasting door de hangconstructie een grote omweg maakt, die een (eigen)frequentie hebben rond 6 Hz, waardoor een grote opslingering kan optreden.

Stijfheid vergroten

Om de trillingen binnen de eisen te houden, moet de stijfheid van de brugligger groter worden en de omweg van de ondersteuning van de vloeren kleiner. De vakwerkligger verder verhogen is niet mogelijk en verdik-

kolommen die niet rigide verticaal mogen staan. Om de grote horizontale belasting in de vijfde verdiepingvloer en de fundering te beheersen, is de scheefstand beperkt tot één richting, loodrecht op de brug.

Optimaliseren

Een volgende stap is het optimaliseren van het staalgebruik. Dat was nodig omdat de staalprijs destijds sterk steeg, onder meer doordat China veel staal opkocht voor spectaculaire nieuwbouwprojecten, zoals die voor de Olympische Spelen van 2008. Uiteindelijk lukt het om het staalverbruik terug te brengen tot ongeveer 3500 ton, ongeveer 125 kg per vierkante meter gebouw (excl. kelder). Dat betekent dat door de bijzondere gebouwworm en de zware trillingseis ongeveer 150% meer staal nodig is dan voor een ‘normaal’ gebouw. Van de 3.500 ton staal zit 1.725 ton in het bruggebouw zelf en 885 ton in de noord- en de zuidvleugel, de twee schuine gebouwdelen op de grond.

Langsspanten en vliegenmeppers

De vier vakwerkspanten in de lengterichting zijn ongeveer 130 m lang. In de gevels zijn ze vier bouwlagen hoog, in de middenassen drie. De langsspanten worden gedragen door vijf dwarsspanten op een onderlinge afstand van 26,4 m; aan de uiteinden kragen de vier



hoofdspanen uit. Doordat de kopgevels schuin staan, verschillen deze uitkragingen van de langsspanen in lengte. Daardoor ontstaan extra torsiekrachten in het geheel van spanen.

De dwarsspanen zijn ook vakwerken en rusten elk op een trapeziumvormig stalen bok die de belasting via twee grote buiskolommen (de 'dansende poten') naar de fundering overbrengt. Ook in beide kopgevels zit een dwarsvakwerk. De vorm van de dwarsspanen is zo gekozen dat gangen en luchtkanalen er ongehinderd doorheen kunnen. Op de vijfde tot en met achtste verdieping van het bruggebouw lopen de verdiepingvloeren van gevel tot gevel, op de vierde en de negende beslaan ze niet de volle breedte. Het geheel wordt gestabiliseerd volgens het bekende 3-2-1-principe: '3 elementen, in 2 richtingen, niet door 1 punt'. Twee van de dwarsspanen, inclusief bokken, zijn geschoord en loodrecht daarop lopen schoorstaven tussen de bokken van twee dwarsspanen.

Aansluiting noordvleugel op bruggebouw

Aan de westzijde sluit het bruggebouw aan op de noordvleugel die schuin omhoog uit de grond komt. Niet alleen het dak, maar ook de onderzijde loopt schuin omhoog.

Zodoende vormen de onderste vier verdiepingen een driehoekig volume dat gedeeltelijk onder het bruggebouw doorloopt. Dit wordt gedragen door drie driehoekige spanen en één spant over de volle hoogte van de gevel. Deze rusten aan de ene kant op de fundering en zijn aan de andere kant opgehangen aan de kopse kant van het bruggebouw.

De oplegging van de noordvleugel op het bruggebouw is horizontaal schuivend, zodat beide bouwdelen onafhankelijk van elkaar kunnen bewegen. Dit voorkomt dat het middengebouw stabiliteit aan de vleugel kan ontnemen, wat tot extreme krachten zou leiden.

De vleugel hangt aan het bruggebouw maar om uitvoeringstechnische redenen moet eerst de noordvleugel worden gemaakt. Deze is op een hulpconstructie gezet. Na het leggen van de kanaalplaten kan de brugconstructie er overheen worden gemonteerd. Daarbij wordt het overstek van het bruggebouw aan het uiteinde maximaal 140 mm opgezet. Daarna zijn de kanaalplaten van het bruggebouw gelegd, maar de druklaag nog niet. Vervolgens is de belasting van de noordvleugel op gecontroleerde wijze overgebracht van de hulpconstructie naar het bruggebouw door het overstek en de noordvleugel met vijzels naar elkaar toe te brengen.

Daarbij verplaatste het overstek van het bruggebouw naar beneden tot de noordvleugel net los komt van de hulpconstructie. Op dat moment is het grootste deel van de vervorming opgetreden en kunnen de monoliet afgewerkte druklagen worden aangebracht. Het gedrag van de staalconstructie is uitgebreid gevolgd en komt nagenoeg overeen met de berekende waarden.

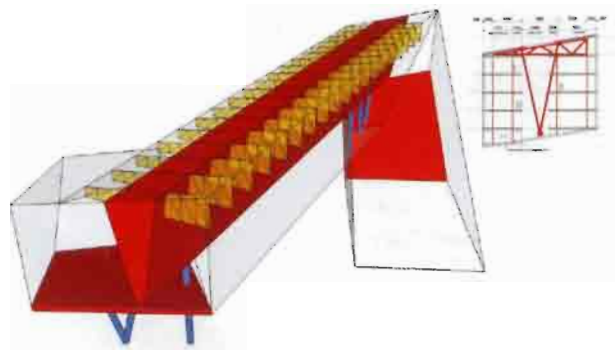
Spatkracht

Waar het vakwerk in de gevel van de noordvleugel aansluit op het bruggebouw heeft het overstek zijn maximale lengte van 24 m. Dit punt zou teveel zakken als hier ook nog een deel van de noordvleugel aan zou hangen. Dit is opgelost door de onderrand van het vakwerk van de noordvleugel tegelijk dienst te laten doen als schuin staande kolom. Deze kolom ondersteunt het uiterste puntje van het bruggebouw.

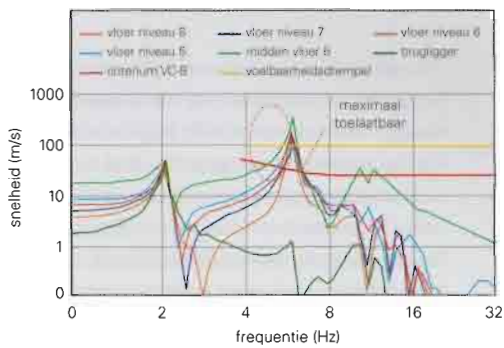
Een bijzonder effectieve maatregel, maar met flinke gevolgen voor de rest van de constructie. De normaalkracht in deze schuine kolom levert namelijk een horizontale (spat) kracht van 7000 kN, aan de ene kant op de fundering en aan de andere kant op het bruggebouw. En doordat de noordvleugel, dus ook die kolom, niet in het verlengde ligt van het bruggebouw, belast deze spatkracht het bruggebouw niet alleen in de



Opzet draagconstructie van het bruggebouw volgens prijsvraagontwerp. Het overspant nog vrij, zonder tussenkolommen.



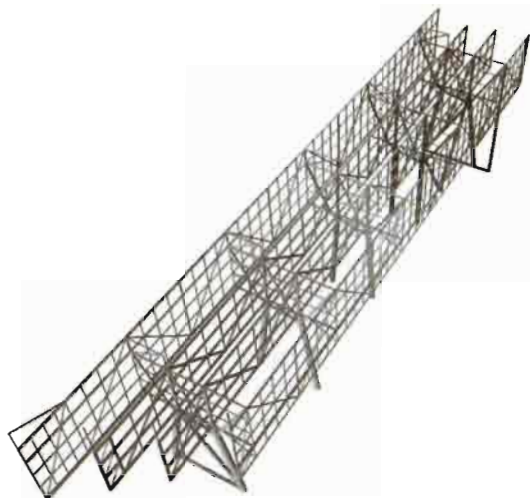
Optimalisering van het constructievoorstel: een driehoekige hoofdlijger.



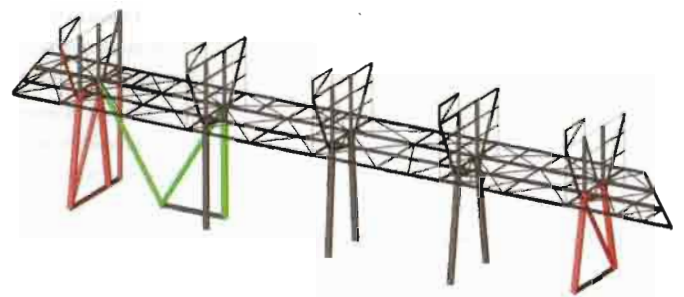
Trillingsmeting bruggebouw.



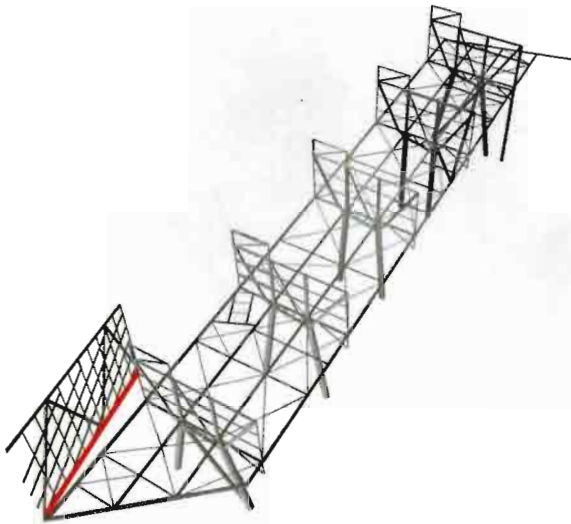
De kolommen staan nu schuin. Samen met de dwarsvakwerken vormen die de 'vliegenmeppers'.



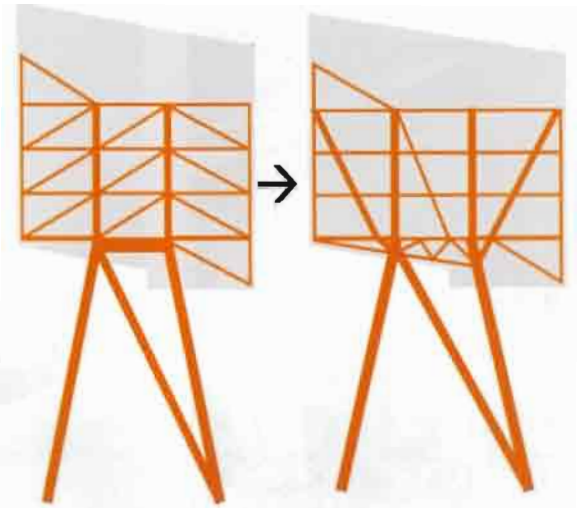
Vier vakwerken in lengterichting, vijf in dwarsrichting.



Stabiliteit volgens het 3-2-1-principe.



De onderste rand van het vakwerk in de noordvleugel dient tegelijk als drukstaaf die het uitkragend vakwerk ondersteunt.



De dwarsspanten moeten plaats maken voor gangzones en luchtkanalen.

langsrichting maar ook in de dwarsrichting. De onderste vloer, de vijfde verdieping, brengt deze belasting naar de stabiliteitsbokken en is mede daarom voorzien van een liggend vakwerk. De aansluiting tussen de onderrand van het gevelvakwerk en de vloer, waar deze kracht doorheen moet, is uitgevoerd als een zware stalen knoop die in het werk is afgelast.

De andere functie van het vakwerk in de vijfde verdiepingvloer is het afdragen van windbelastingen. Die belastingen komen vanuit de gevels via de vloeren naar de dwarsvakwerken (de 'vliegenmeppers'), waar de vloer van de vijfde ze overneemt en verder afvoert naar de stabiliteitsbokken.

Samengestelde buiskolommen

De krachten in de grote kolommen onder het bruggebouw variëren tussen de 15.000 en 45.000 kN. Met een kniklengte van 22 m zou daarvoor een buisprofiel nodig zijn van rond 1200 mm met een wanddikte van 90 mm! Dit is geen courante handelsmaat. Daarom is in overleg met de staalleverancier gekozen voor samengestelde kolommen. Uitwendig blijft de buitenafmeting rond 1200 mm, maar met een wanddikte van 'slechts' 30 mm. Inwendig zijn deze versterkt door twee zware H-profielen die door proplassen zijn verbonden met de buis.

Schuine voetplaten

De stalen dwarsbokken staan op zware funderingsblokken waarvan de bovenkant in de meeste gevallen gelijk ligt met de bovenkant van de keldervloer. De begane grondvloer (het dak van de kelder) ligt vrij van de stalen kolommen en heeft dan ook geen functie in het constructiesysteem van de staalconstructie. Buiten de kelder staan de bokken rechtstreeks op een ter plaatse gestorte betonfundering.

Omdat de horizontale krachten erg hoog zijn (maximaal 10.000 kN) is de aansluiting van de voetplaat op de fundering ook onder een hoek geplaatst. Daarvoor is een vaste hoek gekozen, hoewel er veel belastingvarianties zijn, elk met een eigen verhouding tussen verticale en horizontale kracht. De hoek is zo gekozen dat de schuifkracht het laagst is.

Om overlast voor de naastgelegen tentamenzaal te beperken mag het aanbrengen van de palen geen trillingen veroorzaken. Daarom is gekozen voor geschroefde, grondverdringende palen met groutinjectie. Gezien het vereiste hoge draagvermogen van ongeveer 2500 kN zijn deze gefundeerd op een diepgelegen zandlaag. De groutinjectie werkt tijdens het inbrengen als smering en is noodzakelijk om de palen op diepte te krijgen. Om de horizontale krachten uit het brug-

gebouw op te nemen zijn de palen schoor geplaatst, zo veel mogelijk in het verlengde van de kolommen erboven. Alleen bij as 3 is de grote spatkracht in de fundering opgenomen door deze voor te spannen.

Zestig minuten reductie

Voor de brandwerendheid van de hoofd-draagconstructie geldt in principe een eis van 90 minuten. Omdat dit gebouw een sprinklerinstallatie heeft, mag die eis met 30 minuten worden gereduceerd. Een reductie van nog eens 30 minuten is toegestaan vanwege de lage vuurbelasting van minder dan 500 MJ/m²; deze dubbele reductie is bijzonder. Door beide reducties resteert dus een eis van slechts 30 minuten, waarmee ook de verzekeraar van de opdrachtgever akkoord gaat. Omdat de poten van het bruggebouw in de buitenlucht staan, geldt daarvoor geen eis.

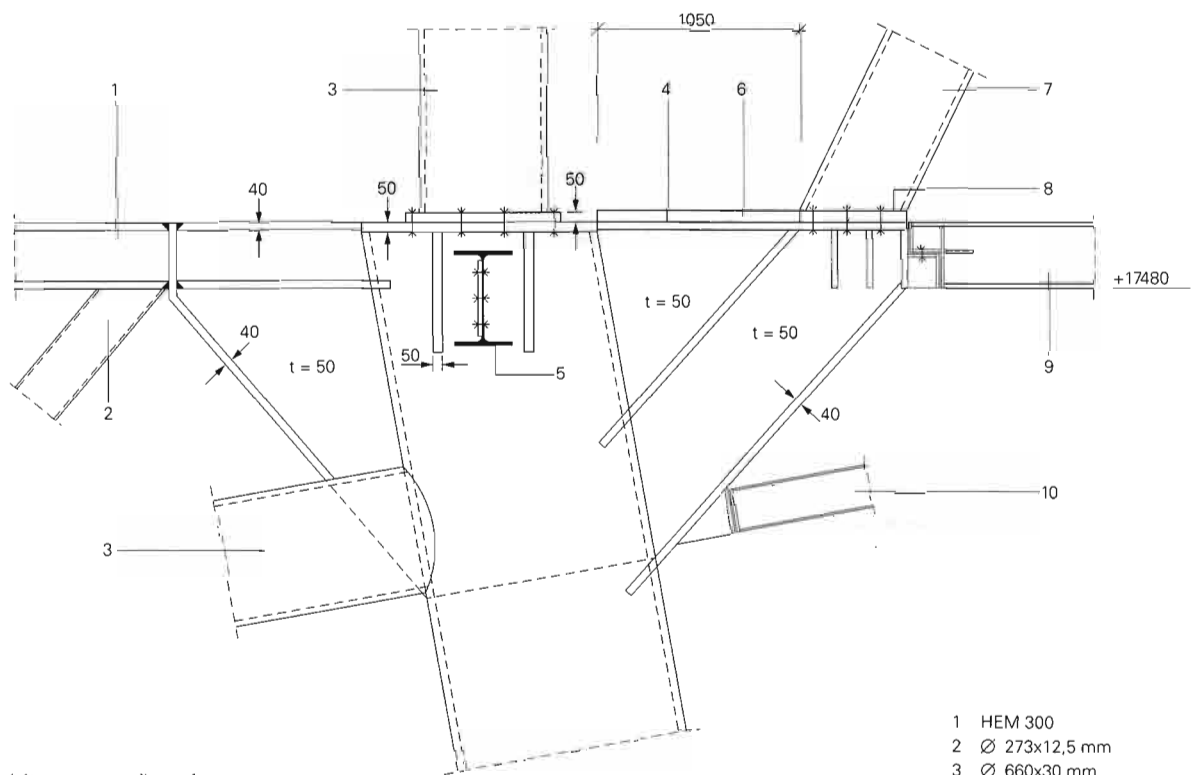
In het begin van het project zijn de staalprofielen in de fabriek brandwerend geschilderd. Eenmaal aangekomen op de bouwplaats bleken veel profielen kleine beschadigingen te hebben, die onder invloed van weer en wind snel verergerden. Daarom besluit de aannemer voortaan de brandwerende laag en de topcoating op de bouwplaats aan te brengen. Alleen het aanbrengen van de primerlaag gebeurt nog in de fabriek.



De noordvleugel wordt ondersteund totdat het bruggebouw klaar is en die taak kan overnemen. De foto is genomen vlak voor het vijzelen.



Aansluiting dwarsvakwerk-schuine poot.



Bij de dwarsvakwerken (de 'vliegenmeppers') worden de meeste diagonalen belast op druk. Om praktische redenen kunnen de vertikaal en diagonaal op vloerniveau niet door één punt gaan. Daarom is het systeem lager gelegd. Het zijn drukverbindingen, zodat ze compact gedetailleerd kunnen blijven.

- 1 HEM 300
- 2 \varnothing 273x12,5 mm
- 3 \varnothing 660x30 mm
- 4 a = 10
- 5 HEA 500
- 6 t = 60, br. 280 mm
- 7 \varnothing 500x339x30 mm
- 8 t = 60, br. 300 mm
- 9 HEB 340
- 10 IPE 220, h.o.h. 3300 mm



De buiskolommen zijn inwendig versterkt.

Behalve de poten van het bruggebouw zijn alle stalen kolommen en liggers 30 minuten brandwerend geschilderd. Bij de geïntegreerde liggers, waarvan uitsluitend de onderflens uit de vloer steekt, is die onderflens geschilderd.

De kolommen langs de liften en de trappenhuisen zijn 60 minuten brandwerend bekleed.

Stabiliserende vloeren

De vloeren spelen een belangrijke rol in de stabiliteit van het gebouw, in de uiteindelijke toestand maar ook tijdens de bouw. Omdat dan nog niet alle vloeren en druklagen zijn aangebracht, moeten tijdelijke voorzieningen worden getroffen om de standzekerheid van de constructie te waarborgen.

De kanaalplaten zijn onderling en met de staalconstructie gekoppeld, waardoor zij ook in de bouwfase een stabiliserende functie kunnen vervullen. Hiervoor zijn veel extra koppelingen aangebracht tussen de stalen liggers en de vloeren, in sleufsparingen. Deze zijn geactiveerd door het aangieten van deze sparingen en de voegen tussen de platen. Ook is er een trekbandwapening langs de randen van de vloer, die al in de bouwfase een stabiliserende functie heeft. Door deze maatregelen kan de druklaag later worden aangebracht. Dat is ook nodig

om scheurvorming door de vervorming van het gebouw te voorkomen. Daarvoor gelden strenge eisen, omdat er als afwerklaag alleen een dunne gietvloer op de druklaag komt. Met de gevels en het dak al gemonteerd zijn de omstandigheden voor het storten van de druklaag ideaal.

De kanaalplaatvloeren zijn klimaatvloeren: in de onderschil zijn slangen meegenomen voor betonkernactivering. Ook andere leidingen als elektra, riolering en sprinkler liggen in de vloer.

Aanbesteding

De opdrachtgever koos voor een aanbesteding op basis van DO+, om vroegtijdig het budget aan de markt te kunnen toetsen en de bouwsystematiek verder in bouwteam te kunnen uitwerken. Bij de prequalificatie werd als eis gesteld dat de inschrijvers uitsluitend een combinatie mocht zijn met minimaal een bouwkundig aannemer, installateur en een staalbouwer. Deze laatste omdat de staalconstructie een prominent en bepalend onderdeel is van het bouwwerk, en op deze manier werd voorkomen dat de staalbouwer na de aanbesteding op prijs zou worden geselecteerd. •



Drukstaaf.

Drukstaaf

Om de vervormingen van het buitenste vakwerkspan, dat zo'n 24 m uitkraagt, te beperken is een vakwerkstaaf van de aansluitende noordvleugel benut als ondersteunende kolom. Doordat die zeer schuin staat, zijn de drukkrachten in die kolom zeer groot. De horizontale kracht vanuit de onderregel van het vakwerk van de brug naar de noordvleugel bedraagt 7.000 kN. Dat leidt tot constructiedelen met forse afmetingen:

- onderregel vakwerk brug HD400x592;
- onderregel kopsant brug HEM 600 met zijschotten van 80 mm;
- onderregel vakwerk noordvleugel (drukstaaf) HEM 340M + 2xplaat t=30;
- vloerligger vakwerk noordvleugel HEB 220;
- diagonaal vakwerk noordvleugel K500x300x20.

Door de grote kracht, de hoeveelheid staven en de krappe ruimte is gekozen voor een lasverbinding in het werk tussen de HD en HEM 600. Het was niet mogelijk om de kracht door één systeempunt te krijgen; daardoor is er een excentriciteit van 0,35 m. Dit had als voordeel dat er voldoende ruimte was voor een goede verbinding. Deze is deels gelast, deels gebout.