

Lassen, bouten, rollen en schuiven

J.W. Deelen

Jan Deelen is project engineer bij Hollandia in Krimpen aan den IJssel.

De stalen vakwerkspanten en kolomconstructies van De Brug zijn de meest in het oog springende onderdelen. Zowel uit oogpunt van prefabricage en assemblage als montage zijn dit ook de interessantste onderdelen. Alle voorgelaste onderdelen zijn naast de definitieve locatie op hoogte samengesteld (gebout) en vervolgens is het gebouw naar locatie gebracht, deels rijdend, deels schuivend. De relatief grote afmetingen, de hoge gewichten en de zeer beperkte montageruimte vereisten een optimale samenwerking tussen de verschillende disciplines en een nauwkeurige (maat)controle.

Het kantoorgebouw heeft vier langsspanten, bestaande uit twee middenspanen en twee buitenspanen, doorlopend over de gehele lengte van het gebouw. Vanwege kosten, kwaliteit en fabricagemogelijkheden is ervoor gekozen om de spanen in zo groot mogelijke delen naar de bouwplaats te transporteren. De midden- en buitenspanen zijn elk in drie delen geprefabriceerd, wat resulteerde in te transporteren onderdelen met een uiterste lengte van 45 m, een hoogte van 15 m en een maximumgewicht van 90 ton.

Verbindingen gelast en gebout

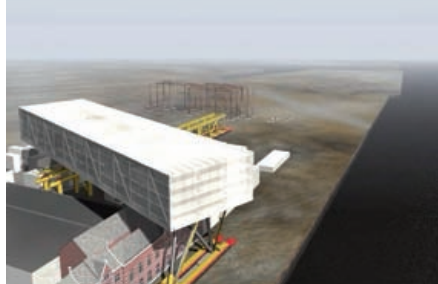
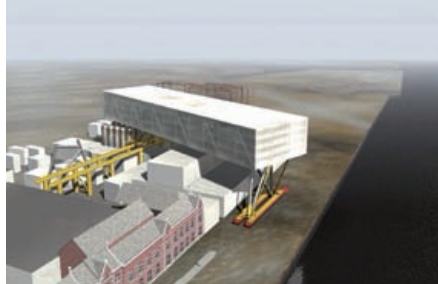
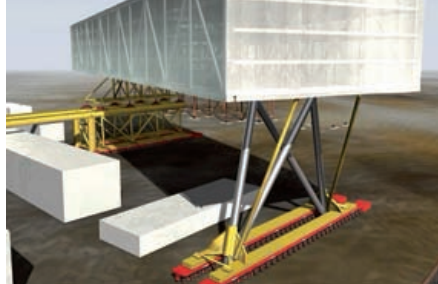
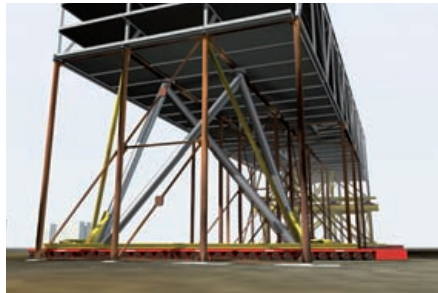
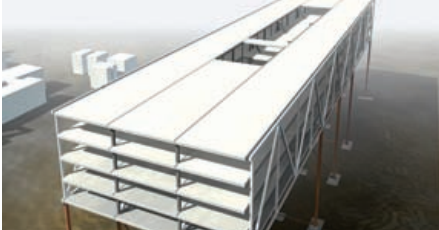
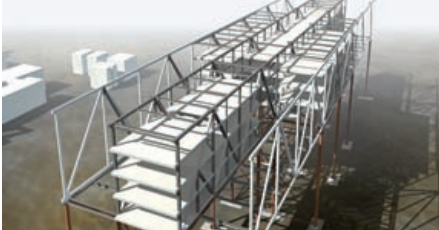
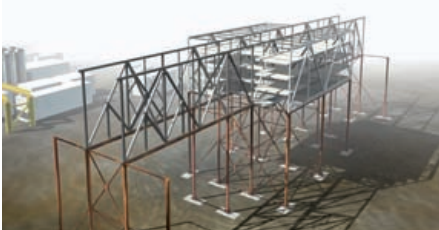
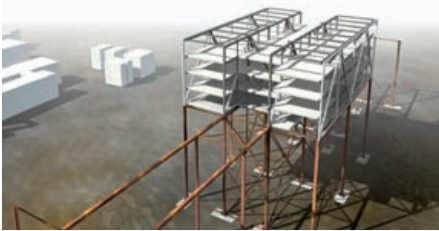
Alle verbindingen van de spanen zijn gelaste verbindingen; de verbindingen met de vloerbalken, regelwerk en de kolomconstructies zijn uitgevoerd met bouten. De knooppunten van de middenspanen – opgebouwd uit dikke platen tot 100 mm dik – zijn ontworpen als aparte prefab-elementen. Voordeel hiervan is dat deze arbeidsintensieve onderdelen gemakkelijker in elke gewenste positie te draaien zijn, wat gunstig is voor de kwaliteit en kosten van het laswerk. Het vervolgens samenbouwen van de balken en de knooppunten tot spantsecties resulteerde in een korte doorlooptijd. Aangezien het samenbouwen van de spandelen in de fabriek relatief veel ruimte in beslag nam, was een korte doorlooptijd ook logistiek gezien voordelig.

Kolomconstructies

Het kantoorgebouw wordt ondersteund door drie ondersteuningsconstructies (poten), waarvan het middelste steunpunt is uitgevoerd met een trappenhuis en een liftschaft. Het achtersteunpunt is behalve ondersteuning van het kantoorgebouw ook ophangpunt van een belangrijke leidingbrug. Net als de spanen zijn ook de poten driedimensionaal getekend om het risico op een aanloper (crash) tot een minimum te beperken. De poten zijn opgebouwd uit meerdere buizen met een maximum diameter van 1219 mm en een wanddikte van 38 mm. Deze hoofdonderdelen zijn in de fabriek compleet samengesteld en met volledig verfsysteem getransporteerd naar de bouwplaats.

Opname tijdens de 'ruwbouwfase' met op de achtergrond de Willemsbrug over de Maas en op de voorgrond de skidbaan (glijbaan) voor transport boven het Unilever-terrein.





Staalconstructie *Productie poten en spanten*
 Hollandia, Krimpen aan den IJssel • *Productie overige*
staalconstructie ZNS, Dintmond • *Assemblage en*
transport Hollandia, Krimpen aan den IJssel i.s.m.
 Mammoet, Schiedam • *Ontwerpberekeningen* Advies-
 bureau de Heer, Vlaardingen • *Metingen* (ook tijdens
 transport) IV Infra, Papendrecht

Technische informatie *Afmetingen* lengte 130 m,
 breedte 33 m, hoogte constructie 15 m, hoogte
 onderzijde 25 m • *Gewicht* (staalconstructie)
 2400 ton, (transportframe bovenbouw en onder-
 bouw inclusief skidschoenen) 540 ton, (voorpoet
 inclusief hulpconstructie) 220 ton, (totaal) 3160 ton
 • *Capaciteit transport* (skidschoenen) 8 stuks, 600 ton/
 stuk (SPMT's) 152 assen, 4,5 ton per as, toelaatbare
 belasting per as 25 ton

Transportgegevens *Transport snelheid* 15 m/u • *Wind*
 (operationeel) < 6 Bf (bij overleven: 'pieken') 6 t/m
 12 Bf • *Toleranties transportmiddelen* (waterpassing)
 70 mm (voor- en achterlopen) 150 mm (spoorbreedte
 skidbaan) 100 mm

Alle knopen zijn in de fabriek voorgelast om zo min mogelijk verbindingen op de bouwplaats te hebben.



De constructie is op hoogte samengesteld naast zijn uiteindelijke locatie op een open terrein.



De spanten zijn over het water aangevoerd. Een speciaal ontworpen transportframe maakte het mogelijk twee secties tegelijk op een ponton te rijden en over het water naar de bouwlocatie te vervoeren, waar deze ter plekke onder het bereik van twee mobiele kranen konden worden gereden en vervolgens met deze kranen konden worden geplaatst op de tijdelijke ondersteuningsconstructie.



Op de bouwplaats is het midden- en het achtersteunpunt in zijn geheel op de definitieve locatie samengebouwd. De voorpoot is tevens gebruikt als ondersteuning tijdens het transport, wat bijzondere voorzieningen vereiste. De voorpoot is op Self Propelled Multiwheel Trailers (SPMT's) op de assemblageplaats onder het kantoorgebouw gereden waarna de verbinding tussen midden/achtersteunpunt en de rest van het gebouw is gemaakt.



Keuze assemblage-methode

Door de opdrachtgever werd een assemblage-terrein beschikbaar gesteld direct naast het fabrieksterrein. Al tijdens de offertefase is onderzoek gedaan naar de meest optimale assemblage en transportmethode. Voor het assembleren bleven er twee serieuze opties over: het kantoorgebouw opbouwen op grondniveau en vervolgens opvijzelen met vijzeltoeren of het kantoorgebouw bouwen op de definitieve hoogte. Na het maken van een kostenbegroting en een risicoanalyse is besloten dat het bouwen op hoogte de meest optimale situatie was.

Ondersteuningsconstructie

De ondersteuningsconstructie heeft vijf dwarsbeuken, elk opgebouwd uit vier kolommen met een diameter van 832 mm en een wanddikte van 16 mm. Alle beuken zijn volledig afgeschoord om horizontale belastingen op het gebouw af te voeren naar de fundatie. Twee van de vijf dwarsbeuken zijn met een kruisverband ook in langsrichting verbonden. De overige drie beuken zijn in langsrichting pendelend uitgevoerd. Het geheel is onder elke kolom ondersteund door stalen verdeelschotten. Speciaal voor dit doel uitgevoerde sonderingen gaven aan dat behoorlijke zettingen konden optreden. Daarom werd elke kolom voorzien van vijzelpunten om eventuele zettingen te compenseren.

Werkvoorbereiding transportoperatie

De transportroute vastleggen vereiste voorbereiding. Omdat reeds verwacht werd dat maatvoering tijdens transport en bij het plaatsen van het gebouw op zijn definitieve ondersteuning zeer belangrijk zou zijn, is er een meetstelsel vastgelegd. Bij het vastleggen van dit meetstelsel is het gehele fabrieksterrein van Unilever in kaart gebracht met driedimensionale metingen. Alle probleempunten zijn in kaart gebracht en waar nodig zijn maatregelen getroffen. Om te controleren of het terrein geschikt was om de zware last tijdens het transport te dragen, werden sonderingen gemaakt. Op een aantal plaatsen bleek de riolering een zwak punt, die is vervolgens zodanig versterkt dat dit verder geen problemen opleverde.

Na onderzoek van de damwand langs de Koningshaven bleek een deel van het traject zeer kritiek. Deze damwandkade is plaatselijk verankerd met dodemansbedden. Vlak achter deze constructies moest de brug worden verreden. De hierdoor optredende achterwaartse druk op deze onderdelen zou fataal kunnen zijn voor de damwandkade. Oplossing was het aanbrengen van ballast tussen de damwand en de dodemansbedden. Omdat er over een vrij lang traject vrij veel ballast nodig was, werd gekozen voor rijdende ballast. Ook is de gehele route met zand en stalen rijplaten uitgevlakt met een verticale tolerantie van +/- 30 mm. Over het gedeelte boven de bestaande bouw is een skidbaan aangebracht, bestaande uit tijdelijke ondersteuning en dubbele zware balken, op een hoogte van 12 m. Hierbij zijn onder meer de balken gebuikt die de Russische onderzeeër 'Koersk' hebben gelicht.

Transport

De gehele operatie is in een weekend uitgevoerd. De weg was ongeveer 200 m lang en is deels rollend (met SPMT's) en deels schuivend (op de skidbaan) uitgevoerd in vier fasen.

Fase a: traject tot skidbaan

Voor deze fase zijn aan de voor- en de achterzijde SPMT's geplaatst. Aan de voorzijde doet de voorpoot dienst als ondersteuningsframe en aan de achterzijde is een speciaal ontworpen transportframe toegepast. Nadat de last van de assemblagesteunen is overgenomen op de SPMT's kon met het rijden worden begonnen. Deze fase eindigt wanneer het frame de skidbaan heeft bereikt.

Fase b: vanaf onderframe tot op skidbaan

Voor deze overgangsfase zijn acht skidschoenen in het transportframe geïntegreerd die met hydraulische vijzels in horizontale richting worden voortbewogen. In deze fase wordt het kantoorgebouw dus aan de voorzijde voortbewogen met SPMT's en aan de achterzijde met de skidschoenen. Deze fase eindigt wanneer de skidschoenen in zijn geheel op de skidbaan zijn aangekomen. Bij deze 'hybridische' werkwijze is het dus van belang om een goede coördinatie te hebben tussen de 'rij'-ploeg en de 'schuif'-ploeg.

Fase c: skidden en rijden

In deze fase zijn dezelfde transportmiddelen gebruikt als in fase 2. Doordat met twee typen transportmiddelen wordt gewerkt is het van belang dat één transportsysteem leidend is (master-slave-systeem). In dit geval is er voor gekozen dat de skidschoenen de beweging dicteren en dat de ploeg met de SPMT's volgend is. Deze fase eindigt wanneer de definitieve positie is bereikt.

Fase d: afzetprocedure

In deze fase komt alles samen. Hier zal blijken of de maatvoering tijdens fabricage, assemblage en transport goed onder controle is gehouden. Correcties in dit stadium zijn namelijk niet meer mogelijk. Daarnaast is de betrouwbaarheid van de hulpvoorzieningen zeer belangrijk. Nadat de benodigde verbindingen tussen kantoor en poten volgens plan waren gemaakt, kon worden gestart met het overbrengen van de belasting van de transportvoorzieningen naar de definitieve ondersteuningsconstructies. Voor deze mega-operatie zijn vooraf transportcondities vastgelegd zodat overbelasting in de transportmiddelen, ondersteuning en in het kantoorgebouw worden voorkomen.

Monitoring transport

Tijdens het transport zijn de toleranties bewaakt door twee volautomatische tachymeters (3D-meetinstrument) waarvan er een aan op de voorpoot was gemonteerd en een tweede op het transportframe. Van tevoren is bepaald welke punten er moesten worden gemeten om het geheel te kunnen bewaken. Na elke meetcyclus werden de resultaten direct in een overzichtelijk schema op een scherm weergegeven zodat in een oogopslag de situatie kon worden ingeschat. Naast dit geavanceerde systeem is gekozen voor een volledige back-up van een zeer eenvoudig controle systeem: waterpas, distometer (afstandsmeter), laser en een schietlood. •