

ONTWERP EN UITVOERING WAPENING ONDERKELDERING BIBLIOTHEEK UVA

Bijvangst van het 3D ontwerpen van wapening



1 Wapening van beton

Voor de nieuwe universiteitsbibliotheek van de UvA zijn twee monumentale panden in het centrum van Amsterdam onderkelderd. Voor de wapening leidde dit tot een aantal flinke uitdagingen, op het gebied van zowel het ontwerp als de uitvoering. Volledige uitwerking in 3D, ook van het uitvoeringsproces, bood uitkomst.

PROJECTGEGEVENS

Project Onderbouw universiteitsbibliotheek UvA

Opdrachtgever Universiteit van Amsterdam

Opdrachtnemer Volker Staal en Funderingen en Van Hattum en Blankevoort

Wapening Spanberg Wapening

Modellering wapening Staalis Eengineering

Architect MVSA Architects en Architectenbureau J. van Stigt

Constructeur Van Rossum Raadgevende Ingenieurs

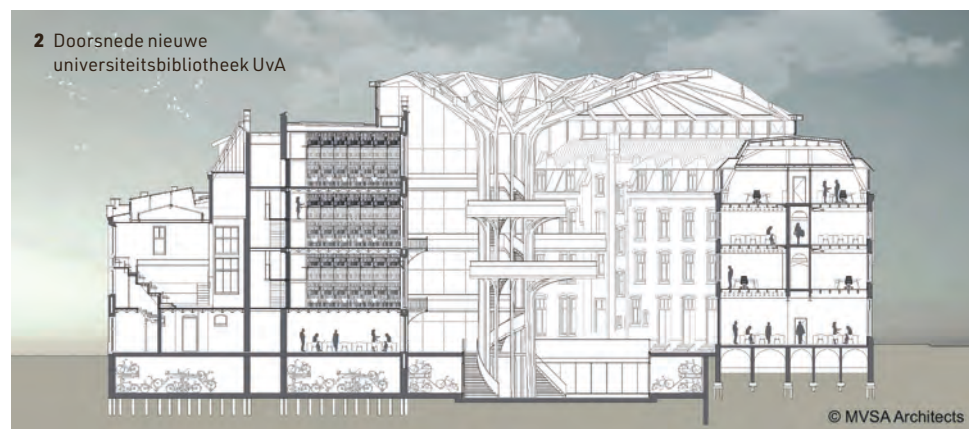
Geotechnisch advies Crux

Ten behoeve van de verhuizing van de bibliotheek van de Universiteit van Amsterdam (UvA) naar de locatie op het Binnengasthuisterrein worden het voormalige Zusterhuis en de Tweede Chirurgische kliniek aan een grote verbouwing onderworpen. Een bijzonder deel van die verbouwing is de complete onderkeldering van deze gebouwen, voor onder meer de stalling van fietsen (fig. 2).

FUNDERINGSWERKEN

De funderingswerken voor deze onderkeldering zijn op z'n minst indrukwekkend te noemen. Onder het monument zijn 620 schroefinjectiepalen aangebracht (foto 3). Vervolgens is het gebouw op een hulframe van stalen draagbalken en vijzels gezet, waarbij de functie van de fundering volledig is overgenomen (foto 4). Daarna zijn de funderingsbalken gesloopt, is de nieuwe beganegrondvloer aangebracht en is het gehele gebouw omgeven met een trillingsvrij aangebrachte damwandkuip. Daarna kon de ruimte onder het gehele

2 Doorsnede nieuwe universiteitsbibliotheek UvA



3 Aanbrengen schroefinjectiepalen



gebouw met klein materieel worden ontgraven en kon de houten paalfundering worden verwijderd. Zo ontstond ruimte voor de bouw van een gewapend betonnen kelder in een doolhof van stalen palen en hulpconstructies (foto 4). Een knap 'staaltje' funderingstechniek dat met minimale schade en hinder is uitgevoerd.

WAPENING IN 3D

Gewapend beton begint uiteraard gewoon met wapening, in dit geval in totaal 800 ton. Van dat 'gewone' was bij deze onderkeldering echter in geen enkel opzicht sprake. Los van de complexiteit van de vorm van de onderkeldering zelf, moest ook de maatvoering van de beschikbare ruimte tussen palen en hulpconstructie worden gevolgd. Kort samen te vatten als: "Niks past, je kunt nergens bij, het moet in één keer goed en o ja, ook nog een beetje vlot graag."

De grote uitdagingen lagen dus in de maatbeheersing en de logistiek. De onderkeldering was slechts benaderbaar vanuit één centraal toegangspunt op de binnenplaats van het Binnengasthuisterrein, waarbij veelal 'van achter naar voren' werd teruggewerkt in de richting van dat zelfde toegangspunt.

De oplossing werd gevonden in het volledig 3D modelleren van de wapening (fig. 7 en 9). Niet alleen in de 'eindsituatie', maar gedurende alle logistieke stappen die hieraan voorafgingen; vanaf de productie van de wapening, de volgorde van het beladen van de vrachtwagens, de passing en doorvoer door de toegang en 'palenjungle' en de verschillende opbouw van

Voor de wapening moest de maatvoering van de beschikbare ruimte tussen palen en hulpconstructie worden gevolgd

horizontale en verticale wapeningslagen op de montagelocatie in het wapeningsnet.

Omdat het eigenlijk niet mogelijk was om op locatie onder het gebouw nog aanpassingen in het werk uit te voeren, was het belangrijk vooraf precies te weten wat de afmetingen en locatie waren van gebouw, ondergrond, palen en hulpconstructie. Hiervoor is gebruikgemaakt van het Revit-model dat door de aannemer 'as built' was uitgewerkt.

Elk wapeningsonderdeel is laag-voor-laag uitgewerkt en vooraf in het model gepast. Ook de instructie voor de wapeningsmonteur (de functietitel vlechter is op dit werk eigenlijk niet meer van toepassing) is vooraf digitaal gegeven, met als uitgangspunt: elke staaf in één keer op de goede plek. In samenwerking tussen modelleur en wapeningsmonteur werden alle logistieke stappen in het model doorlopen. Instructie van de monteurs op de bouwplaats



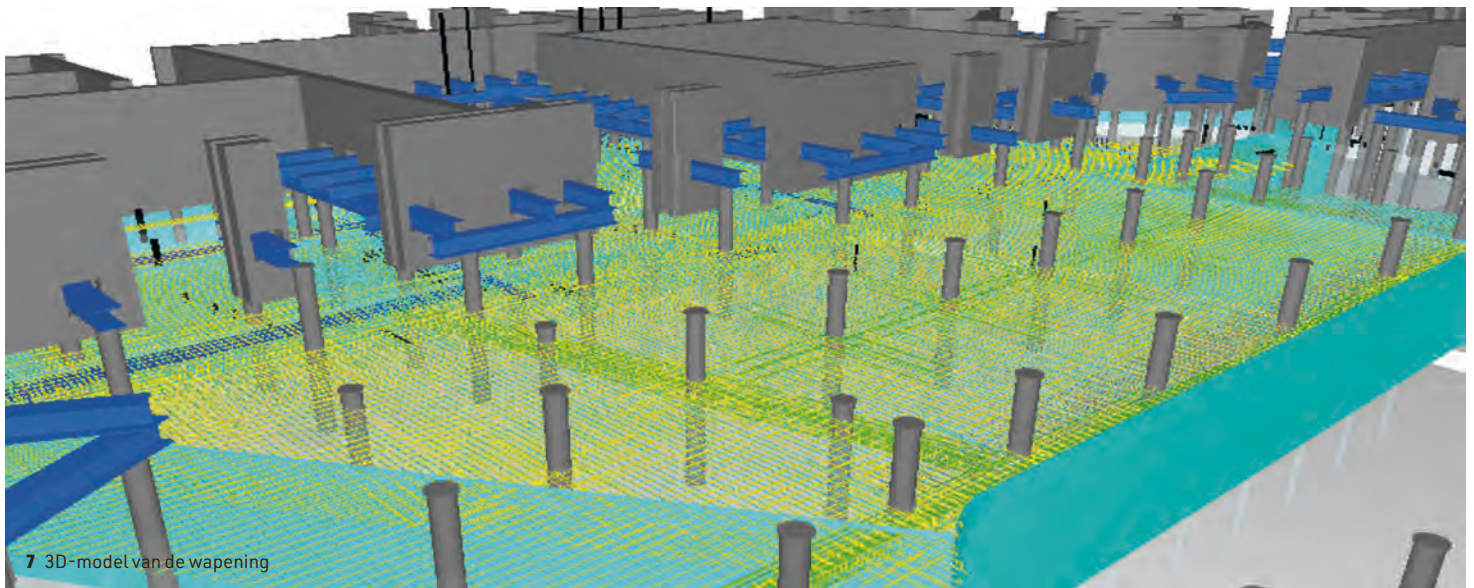
4 Bouw van een gewapend betonnen kelder in een doolhof van stalen palen en hulpconstructies



5 Wapening ingepast tussen het hulpwerk



6 Het was niet mogelijk om op locatie onder het gebouw aanpassingen in het werk uit te voeren



7 3D-model van de wapening

vond plaats met een tablet waarin het 3D-model was te raadplegen.

Deze manier van 3D modelleren van wapening gaat dus een paar stappen verder dan de standaard clashdetectie die in een 3D-model zit.

Het is namelijk prima mogelijk twee gesloten beugels als schakels in een ketting te verbinden; dat levert geen clash op in het 3D-model. Maar alleen een illusionist als Hans Klok zou deze beugels zo in het werk aan kunnen brengen!

Wapening is steeds aangevoerd in dagproducties van circa 10 ton. Dat was mede het gevolg van de beperkingen van de belastbaarheid van de toegangswegen naar het bouwterrein. Het opdelen in kleine vrachten met een goed gespecificeerde beladingsvolgorde leverde daarbij overigens ook een ongestoorde uitvoering op zonder daarbij opslagruimte op de bouwplaats te gebruiken.

De wapening is volledig 3D gemodelleerd, niet alleen in de 'eindsituatie', maar gedurende alle logistieke stappen die hieraan voorafgingen

DE KUNST VAN HET LOSLATEN

Het proces verliep in een aantal opzichten anders dan gebruikelijk. Het was een kwestie van loslaten.

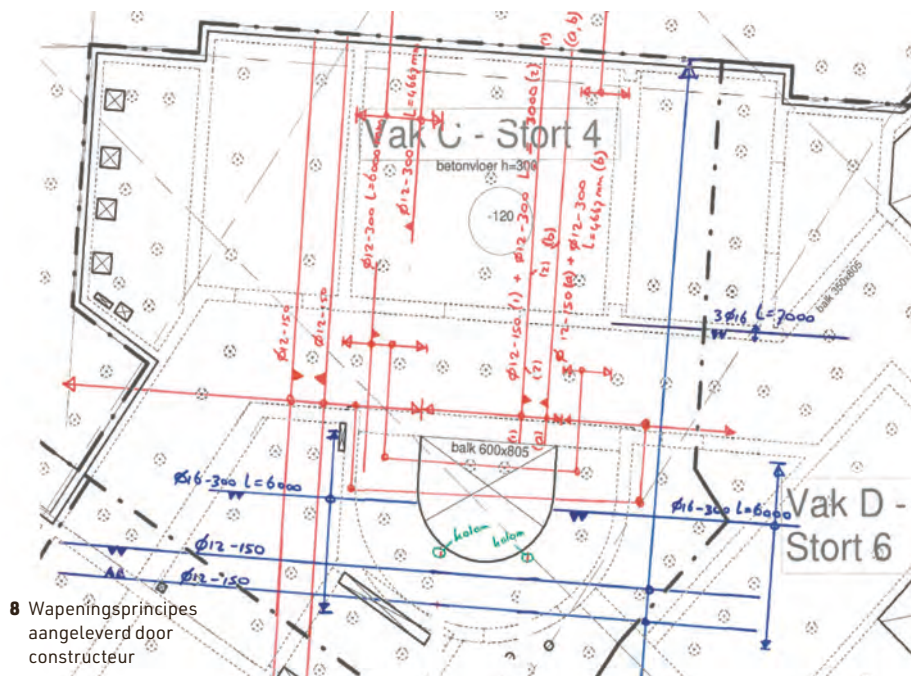
Loslaten stap 1: de constructeur tekent niet meer

Anders dan bij andere 3D-gemodelleerde wapeningswerken is ervoor gekozen om het uitwerken van de wapening geheel over te laten aan de leverancier van de wapening Spanberg en zijn modelleringsbedrijf Staalvis. Door de constructeur zijn daartoe steeds wapeningsprincipes (schetsen) aangeleverd (fig. 8). Met respect voor de aangegeven benodigde doorsneden, zijn alle staven en faserin-

gen staaf-voor-staaf gemodelleerd en getoetst op bereikbaarheid en maakbaarheid. Uiteraard vond – nadat een maakbaar model tot stand was gekomen – een toets door de constructeur plaats, voordat tot productie van de wapening werd overgegaan.

Loslaten stap 2: valideren gebeurt vooraf, niet in het werk

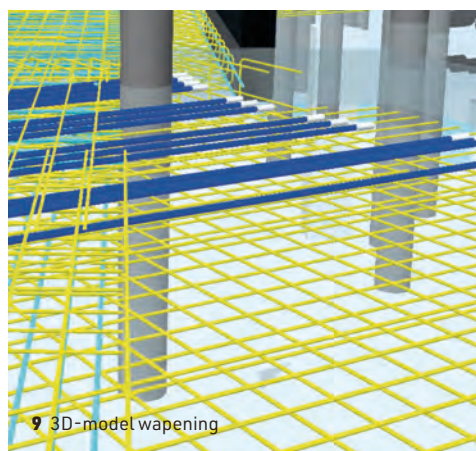
Een groot voordeel van het een-op-een uitwerken van de wapening is dat er in het werk weinig controle meer nodig is van staaf lengten, verdeling en laslengten. Die zijn – in tegenstelling tot wapening op 'platte' 2D-tekeningen – namelijk al gewoon in het model te



blijft traditioneel in het werk achter. Hierdoor gaat – bij het aanbrengen van voldoende dekking op deze staaf – al gauw een staafdikte constructieve hoogte verloren. Het werken zonder deze borgstaaf vraagt om extra handelingen en faseringen voor de wapeningsmonteurs. Door deze stappen in de 3D-modellering op te nemen, kon dit in één moeite worden meegenomen.

Een bijzonder aandachtspunt bij het volledig 3D werken, vormt de toets door bouwtoezicht

Door direct inzichtelijk te maken hoe de wapeningsprincipes van de constructeur zich vertalen in de werkelijke staven en afmetingen, is het voor de constructeur zelf ook veel duidelijker om te zien welke wapening er beschikbaar is voor het opnemen van de verschillende belastingssituaties. Bij het 'plat uitwerken' van wapening komt het nog wel eens voor dat belastingssituaties stuk voor stuk worden vertaald in een wapeningsprincipe, waarbij de nadere uitwerking tot veel meer – en vaak conflicterende – wapening leidt. Door 'andersom' te toetsen of de uitvoerbare wapening ook alle belastingssituaties het hoofd kan bieden, ontstaat dus tevens een rationeler constructief ontwerp. Bij de uitwerking van alle wapeningsstaven in het 3D-model is bij dit project de hulpwapening nog niet in beschouwing genomen. Ook dit biedt dus nog mogelijkheden voor verdere verbetering. Een wapeningsstaaf die aangebracht wordt als hulpstaaf voor het tijdelijk dragen van het bovennet, werkt na het storten en verharden van het beton namelijk even goed mee als de overige wapeningsstaven.



VIDEO

Voor een verder inzicht in de werkwijze van het wapenen zijn alle stappen van het proces verduidelijkt in een video.



zien. Het blijft uiteraard wel zaak dat de staven ook exact geproduceerd worden zoals in het model weergegeven. De koppeling van het ontwerpmodel met de aansturing van de buigmachines heeft daarbij voor het gewenste resultaat gezorgd.

Loslaten stap 3: documentatie en archivering

Een bijzonder aandachtspunt bij het volledig 3D werken, vormt de toets door bouwtoezicht. Anders dan gebruikelijk zijn nu niet vooraf 2D-tekeningen ter toetsing verstuurd. Ook het archiveren in het archief van gemeentelijk toezicht is anders. Voor de toetsing van het model is gebruikgemaakt van een Solibri 3D-viewer. Hoewel de toetsingen en steekproeven in het 3D-model tijdens de uitvoering vrijwel probleemloos verliepen – het gehele werk kende slechts tien afwijkingen – is in overleg met gemeente Amsterdam toch besloten het werk

in 2D-tekeningen te archiveren. Er is nog geen goede oplossing voor een 3D-archief.

DE BIJVANGSTEN

Door de gekozen aanpak van volledig in 3D werken en door direct met de einddetailering van de afzonderlijke wapeningsstaven te beginnen, zijn – naast een beheerste uitvoering – ook nog een paar 'bijvangst' ontdekt. Hoewel in eerste instantie werd gedacht dat de kosten van het modelleren op deze gedetailleerde schaal zeer kostbaar zou zijn in relatie met het totale volume van het werk, bleek het volledig ontbreken van faalkosten hier ruimschoots tegenop te wegen. Door de zeer beperkt beschikbare hoogte moest de beschikbare betondikte volledig worden benut. Hierdoor was zelfs geen ruimte over voor de vaak in vlechtwerk gebruikte 'borgstaaf'. Deze hulpstaaf onder de eerste laag wapening

IKEA-BENADERING

We kondigden de door Spanberg en Staal is toegepaste werkmethode al eerder aan als de IKEA-benadering van het bouwen. Daarmee doen we de dit 'staaltje' van uitvoeringstechniek wellicht toch wat te kort. Ook IKEA doordent het complete proces van minimale verpakking, draagbare pakketjes, faalvrije montage methode en stuk voor stuk precies getelde en precies passende onderdelen. Tot zover gaat de vergelijking op. Wat de prestatie onder het Binengasthuisterrein uniek maakt, is dat het – anders dan de populaire meubelstukken – een éénmalig product is dat door intensieve werkvoorbereiding foutvrij tot stand is gekomen. ■