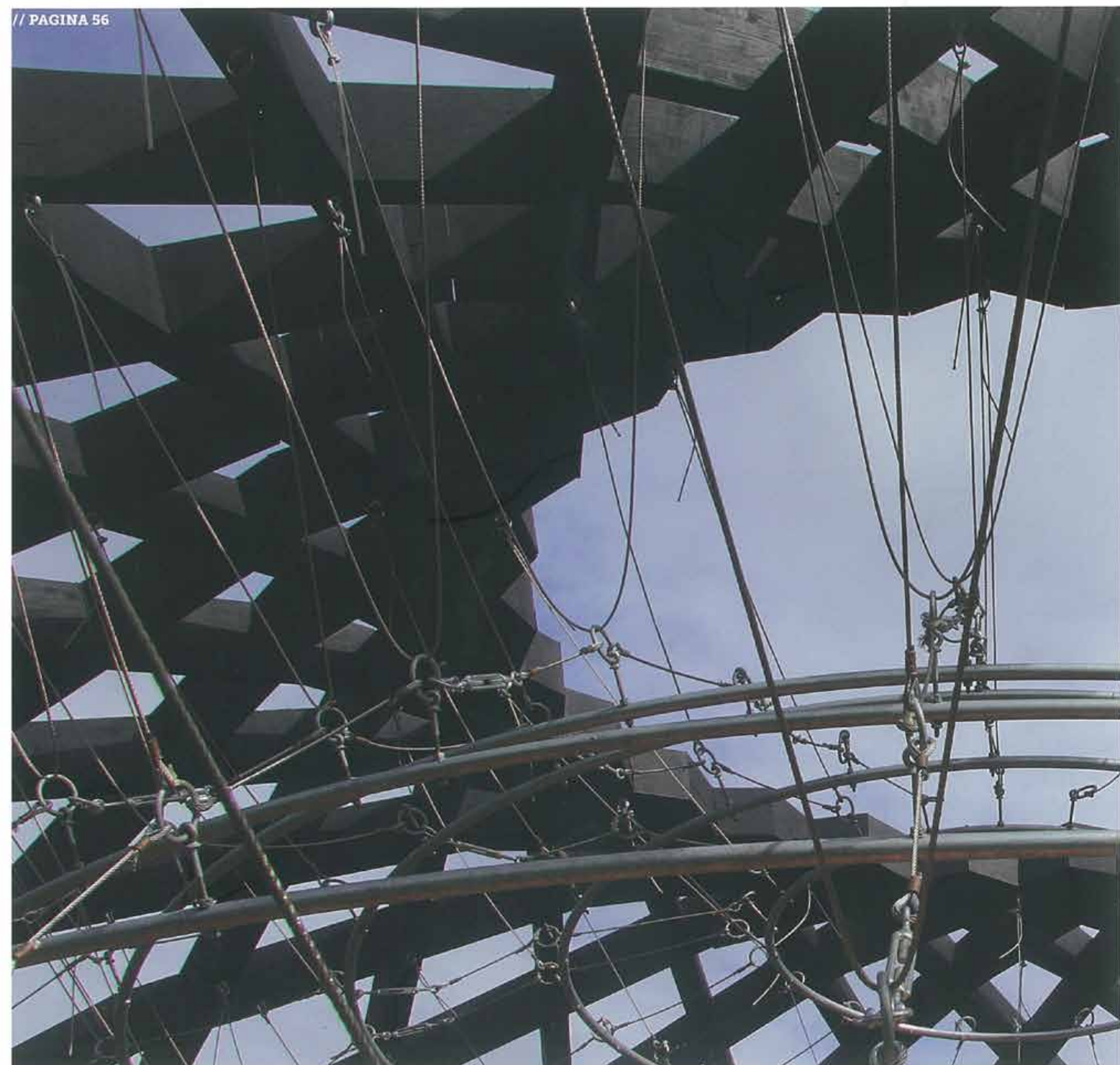


BOUW WERELD

10 2014

VAKBLAD OVER
BOUWTECHNIEK

// PAGINA 56



STATE OF THE ART Monumentaal Techniekmuseum getransformeerd tot architectenbureau // **METHODEN & TECHNIEKEN** Staalvezels maken bouw Groninger Forum haalbaar // **TRANSFORMATIE** Hallen tramremise krijgen publieke functies // **NIEUWBOUW** Koepel met glasleien boven Kunstfort Asperen // **DUURZAAMHEID** Groene fabriek voor duurzame producten // **NIEUWBOUW** Hilton hotel met wybervormige elementengevel

*De koepel is een combinatie
van kunstig houtwerk met
daar binnenin stalen ringen,
waaraan de glazen leien komen
te hangen.*





De glasplaten hebben een vorm die openingen biedt aan vleermuizen en die op elke plaats in de koepel past.

Kunstige koepel

Gekleurde glaspanelen zullen straks de luchtschacht van Kunstfort Asperen afschermen tegen regen. Ze hangen aan stalen ringen die met spankabels in een houten koepelvorm zijn gehangen. Lowtech met intelligentie is de basis voor dit kunstige bouwwerk.





Koepel Kunstfort Asperen

// **Locatie:** Langendijk 60, Acquoy

// **Opdracht:** Stichting Kunstfort Asperen

// **Bouwperiode:** mei 2014 – mei 2015

Architect Peter van Assche van bureau SLA is al lange tijd betrokken bij Fort Asperen in Acquoy, net buiten Leerdam. Het fort maakt deel uit van de Nieuwe Hollandse Waterlinie en was als militair object nauwelijks in beeld bij bewoners van de regio. Inmiddels is het in gebruik als Kunstfort en heeft bureau SLA een oude wapenloods getransformeerd tot taveerne (zie Bouwwereld 9, 2012). Het fort zelf is gerestaureerd. Bij Peter van Assche kwam het verzoek om de luchtschacht in het midden van het fort te voorzien van een afscherming tegen de regen, maar dan wel zo dat de vleermuizen er nog doorheen kunnen. Van Assche koos in de stijl van het huidige gebruik voor een kunstige afdekking en betrok daar de regio bij door kinderen van de basisschool de glasplaten te laten kleuren.

De glasplaten vormen eigenlijk het belangrijkste deel van de koepel. Niettemin was het realiseren van de draagconstructie voor de leien bouwtechnisch een minstens zo lastige klus. Gekozen is voor een draagconstructie aan de buitenzijde van de glazen koepel. Van binnenuit is daardoor alleen glas te zien, wat door het kleurgebruik een kunstwerk op zich vormt. De draagconstructie aan de buitenzijde bestaat uit houten spanten in een koepelvorm, met daarbinnen tien stalen ringen aan spankabels. De glasplaten zijn zo gevormd dat ze aan deze stalen ringen kunnen worden opgehangen.

Gesegmenteerde spanten

Voor het realiseren van de houten koepel bleek een enorme uitdaging. Bureau SLA ontwierp de koepel in 3D. In het ontwerp-proces werden allerlei varianten getekend. Uiteindelijk viel de keuze op een koepelvorm met 24 steunpunten, met op elk steunpunt twee spanten. De spanten staan onder een hoek van

15 graden; de een naar links, de ander naar rechts. Daardoor ontstaat een kunstige vorm, met in het midden van de koepel een open deel. De spanten ontmoeten elkaar bij dat open deel in de vorm van zaagtanden.

In eerste instantie was het de bedoeling ronde spanten te zagen uit gelamineerd hout. Tijdens het ontwerpproces ging er echter iets fout in een rendering van de koepelvorm, waardoor die niet met ronde maar met gesegmenteerde bogen werd geprojecteerd. "En die vorm vond ik eigenlijk veel spannender. Die zijn we toen verder gaan uitwerken", vertelt Peter van Assche.

Verduurzaamd vuren

Besloten werd om de koepel op te bouwen uit vuren balken, die na het zaagwerk verduurzaamd en vervolgens twee keer zwart gebeitst zijn. Het werden uiteindelijk echter wel behoorlijk zware balken, met een maat van 96 x 225 mm. Die maat is bepaald door de constructeur en kwam voort uit het grote glasgewicht dat eraan komt te hangen en de windbelasting daarop. De keuze voor verduurzaamd vuren had vooral te maken met budget. Lariks was ook nog in beeld, maar was in deze grote maten alleen tegen hoge prijzen verkrijgbaar. "Dit is echt een bouwwerk van de crisistijd, waarin je probeert zo intelligent mogelijk lowtech te ontwerpen."

Verbindingen

De gesegmenteerde delen van de spanten zijn met lippen aan elkaar verbonden. Die lippen zijn halfhouts ontworpen. "Met een pen-en-gatverbinding kun je geen koepel bouwen. Dan krijg je de spantdelen er niet meer tussen. Met de lipverbinding kun je de spantdelen van buitenaf ertussen schuiven." Waar de spanten elkaar kruisen is een halfhoutse ontmoeting gemaakt. Alle verbindingen zijn in werk volledig verlijmd.

De verbindingen vereisten uiteraard exact zaagwerk, dat alleen met 3D-aansturing te realiseren was. Voordeel daarbij was wel de mate van repetitie. Alle spanten zijn gelijk, zij het dat de ene helft gespiegeld is ten opzichte van de andere helft. Niettemin bleek het zagen van de spantdelen een groot probleem. Ondanks 3D-tekeningen waren zagerijen in Nederland er niet op ingericht om het vurenhout met CNC-gestuurde apparatuur in de juiste vorm te zagen. Vooral de forse houtmaat was daar debet aan. Een Duitse zagerij kon het wel, maar daarvoor was het nodig om voor veel geld de computerbestanden te converteren

"Dit is echt een bouwwerk van de crisistijd, waarin je probeert zo intelligent mogelijk lowtech te ontwerpen"

Het midden van de houten koepel is open. De stalen ringen worden afgedicht met een speciale glasplaat van een meter doorsnee.



Alle elementen van de koepel zijn volledig geprefabriceerd. Wat vrijwel geen enkele partij aandurfde.



naar andere bestandsvormen. Uiteindelijk kwam Van Assche terecht bij bevriende interieurbouwers van het bedrijf VijfXVorm. Die namen de uitdaging aan en stelden er zelfs speciale machines voor samen.

De koepel is opgebouwd door Van den Dool Bouw uit Leerdam. Als fundering is een cirkelvormige betonstrook gelegd in het zand op het dak van het fort. Dat dak is daar sterk genoeg voor, want het is ontworpen om een granaatinslag te kunnen doorstaan. De fundering draagt niet alleen de verticale belasting, maar moet vooral ook de spatkrachten uit de koepel opnemen. De gesloten cirkelvorm is daar zeer geschikt voor.

Staalkabels

De koepelspanten waren prefab ook al voorzien van gaten voor de staalkabels, waaraan de stalen ringen voor de glasplaten komen te hangen. Voor prefabricage in de werkplaats werd gekozen vanwege de exacte maatvoering, maar ook om de gaten mee te nemen bij de verduurzaming van het hout. Door deze gaten zijn ringbouten bevestigd, waaraan de staalkabels zijn vastgemaakt. Er lopen niet alleen staalkabels van koepel naar stalen ring, maar de stalen ringen zijn ook onderling verbonden met staalkabels. De kabels in de verschillende richtingen ontmoeten elkaar met behulp van stalen ringen. Alle kabels zijn voorzien van spansystemen. In totaal telt de constructie 300 staalkabels, met een totale lengte van 750 meter. De medewerkers van bureau SLA hebben deze staalkabels in hun eigen pand volledig geprefabriceerd en vervolgens op de bouwplaats gemonteerd.

Stalen ringen

De tien grote stalen ringen waaraan de glasplaten komen te hangen, zijn in delen aangevoerd op de bouwplaats. De verbinding tussen deze delen is volledig inwendig. De delen schuiven in elkaar en zijn vastgezet met een verzonken schroef. Daardoor blijft het oplegvlak voor de glasplaten volledig vlak. Wel zijn er voor de ophanging met staalkabels ringbouten aangebracht in de stalen ringen. Waar die zitten, wordt een gat geboord in de glasplaten. Dit gat is ruimer dan de ringbout en wordt opgevuld met een rubberen ring. Hiermee wordt gelijk een deel van de glasplaten verankerd. Door het eigen gewicht en de onderlinge overlap, is de totale glaskap daarmee voldoende verankerd. De stalen delen zijn uitgevoerd in roestvast staal. Dit met uitzondering van de stalen ringen, die verzinkt zijn. Dat is niet alleen goedkoper, maar verzinkt staal is ook gemakkelijker te bewerken, mocht dat naderhand nog nodig zijn.

Gevormde glasplaten

Over de stalen ringen worden 550 glasplaten gehaakt. Die glasplaten zijn bijzonder in kleur, vorm en manier van productie. De glasplaten hebben een 'haak' aan de bovenzijde, een opstandje aan de linker zijkant, maar aan de rechterzijde ook nog een vouw over de gehele lengte. Daardoor ontstaat een wigvormige opening, waar de vleermuizen doorheen kunnen vliegen. De vorm van de glasplaat is zo ontworpen dat die op alle posities toepasbaar is, dus zowel onderin de koepel als bovenin, waar de diameter van de ringen steeds kleiner wordt en de positionering steeds meer horizontaal. De glasplaten overlappen elkaar zijdelings. Maar als er een beetje regenwater doorheen komt, is dat ook geen probleem.

Van Assche ontwierp eerder de uitbreiding van het Glasmuseum



1 // De koepel staat bovenop Kunstfort Asperen. Op de voorgrond de tot taveerne omgebouwde wapenloods. 2 // De koepel dekt de centrale luchtschacht van het gerestaureerde fort af tegen regeninslag. 3 // De koepel is opgebouwd uit geprefabriceerde verduurzaamde elementen, die in het werk donker gebeitst zijn.



1 // Staaldraden zijn met ringbouten aan de houtconstructie bevestigd. 2 // De staaldraden zijn in alle richtingen op te spannen. 3 // De vlakke gekleurde glasplaten worden op een rvs-mat in de oven gelegd. 4 // Voor het fuseren worden de dan nog vlakke glasplaten in drie lagen in de oven gestapeld. 5 // Kinderen van de basisscholen mogen de glasplaten kleuren.





De eerste glasleien in de koepel. Het productieproces zal nog tot mei 2015 voortduren.

in Leerdam en wilde daarom de glasplaten laten maken in de Glasblazerij van het Glasmuseum. Maar de gewenste vorm en grootte vereisten een ander productieproces: fusing en slumping (smelten en inzakken). Met fusing wordt gekleurd glaspoeder (frits) op de glasplaat gesmolten; met slumping wordt de vlakke glasplaat in de oven op een mal gelegd, waar die vervolgens in gaat zakken. Speciaal hiervoor heeft Van Assche een glasoven aangeschaft. "De Rolls-Royce onder de glasovens. Via Marktplaats, voor weinig geld." Deze oven staat nu in de Glasblazerij van het Glasmuseum, waar glasdeskundigen de ambachtelijke productie op zich nemen.

Basis van de glasplaten is een vlakke glasplaat van 6 mm dik en 80 x 40 cm. Gekozen is voor gewoon vlakglas. Er is speciaal glas voor fusing, maar dat is duur en niet per se nodig. De glasdikte van 6 mm is gekozen omdat glas van nature naar die dikte toe wil. Dat is dus het gemakkelijkst in het productieproces.

Glasproductie

Fusing en slumping zijn twee gescheiden processen die elk hun eigen temperatuurbereik en -verloop hebben. "Dat luistert heel nauw. Elke glassoort heeft zijn eigen stapjes in temperatuurverloop om een goed resultaat te krijgen. Zelfs in vlakglas zit dan nog weer verschil. Toen we glas groter gingen inkopen kwamen we bij een andere producent dan van ons eerste glas. Toen ging het glas 'verglazen'. Dan komt er zand bovendrijven in het glas

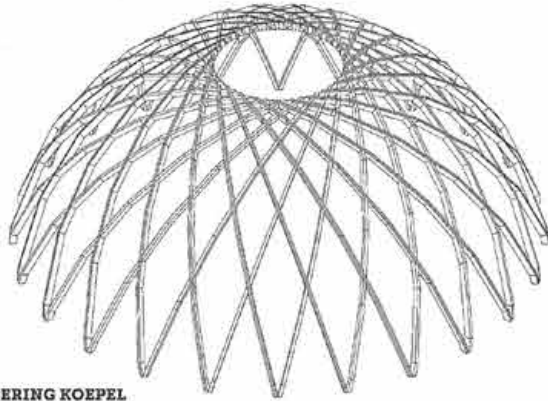
en wordt het glas grauw en mat. Vervolgens moesten de glasdeskundigen dus op zoek naar het juiste temperatuurverloop voor dit nieuwe glas."

Voor het proces van slumping zijn rvs-mallen gemaakt. Er passen er vier tegelijk in de oven. Voor het daaraan voorafgaande proces van fusing worden de glasplaten gestapeld, zodat er twaalf tegelijk in de oven passen.

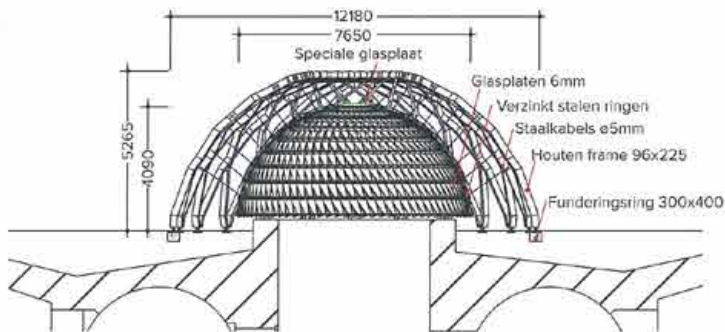
Kleuren

Het kleuren van de vlakke glasplaten wordt gedaan door leerlingen van de bovenbouw van de basisscholen in de regio Leerdam. Maar Peter van Assche waakt ervoor dat het geen huisjes, namen of andere kindertekeningen worden. "Daarom krijgen de kinderen eerst les over abstracte kunst, op basis van door het Glasmuseum ontwikkeld lesmateriaal. Ook heb ik het aantal kleuren gereduceerd tot drie kleuren blauw en wat groen. Ik overweeg nog om er nu nog weer rood aan toe te voegen." Het productieproces van de glasplaten is nog volop gaande en zal nog een aantal maanden duren. Van Assche hoopt dat de totale koepelconstructie in mei 2015 officieel kan worden geopend met het aanbrengen van de sluitplaat, wat een bijzondere glasplaat moet worden met een doorsnede van een meter.

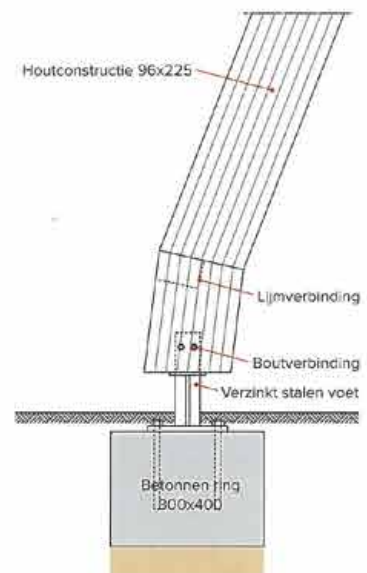
Projectgegevens // Locatie: Langendijk 60, Acquoy // Opdrachtgever: Stichting Kunstfort Asperen, kunstfortasperen.nl // Ontwerp en algehele coördinatie: Bureau SLA, Amsterdam, bureau.sla.nl // Constructieadviseur: Edwin Thie en Mia Tzionis // Adviseur glaskunst: José van Donselaar, eclaircie.nl // Glasproductie: Nationaal Glasmuseum Leerdam, nationaalglasmuseum.nl // Coördinatie onderwijsactiviteiten: Sacha Kraan, nationaalglasmuseum.nl // Glaskunst: 550 leerlingen basisscholen regio Leerdam // Zaagwerk koepel: VijfXVorm, Amsterdam, vijfxvorm.nl // Staalconstructie: Perry 't Lam BV, Leerbroek, perrytlam.nl // Uitvoering houtbouw en schilderwerk: Van den Dool Bouw BV, Leerdam, doolbouw.nl // Bouwperiode: mei 2014 – mei 2015



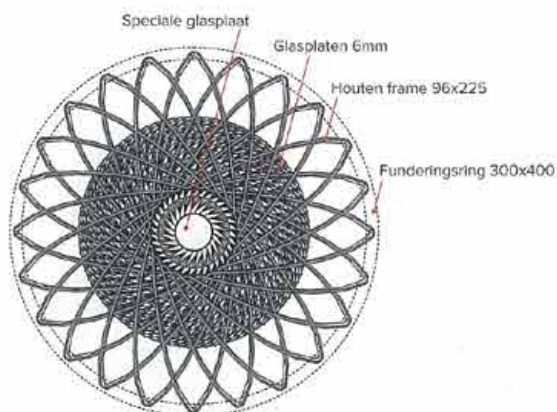
3D RENDERING KOEPEL



DWARSDOORSNEDE

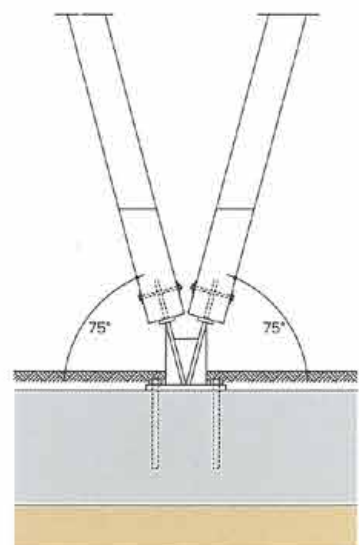


FUNDERINGSDETAIL DWARSDOORSNEDE



PLATTEGROND

1:250



FUNDERINGSDETAIL LANGSDOORSNEDE 1:20