

INDUSTRIEEL BOUWEN MET HOUT

BRANDGEDRAG

Het thema van deze IB is 'Brandgedrag en veiligheid'. Een belangrijk onderwerp bij het bouwen met hout.

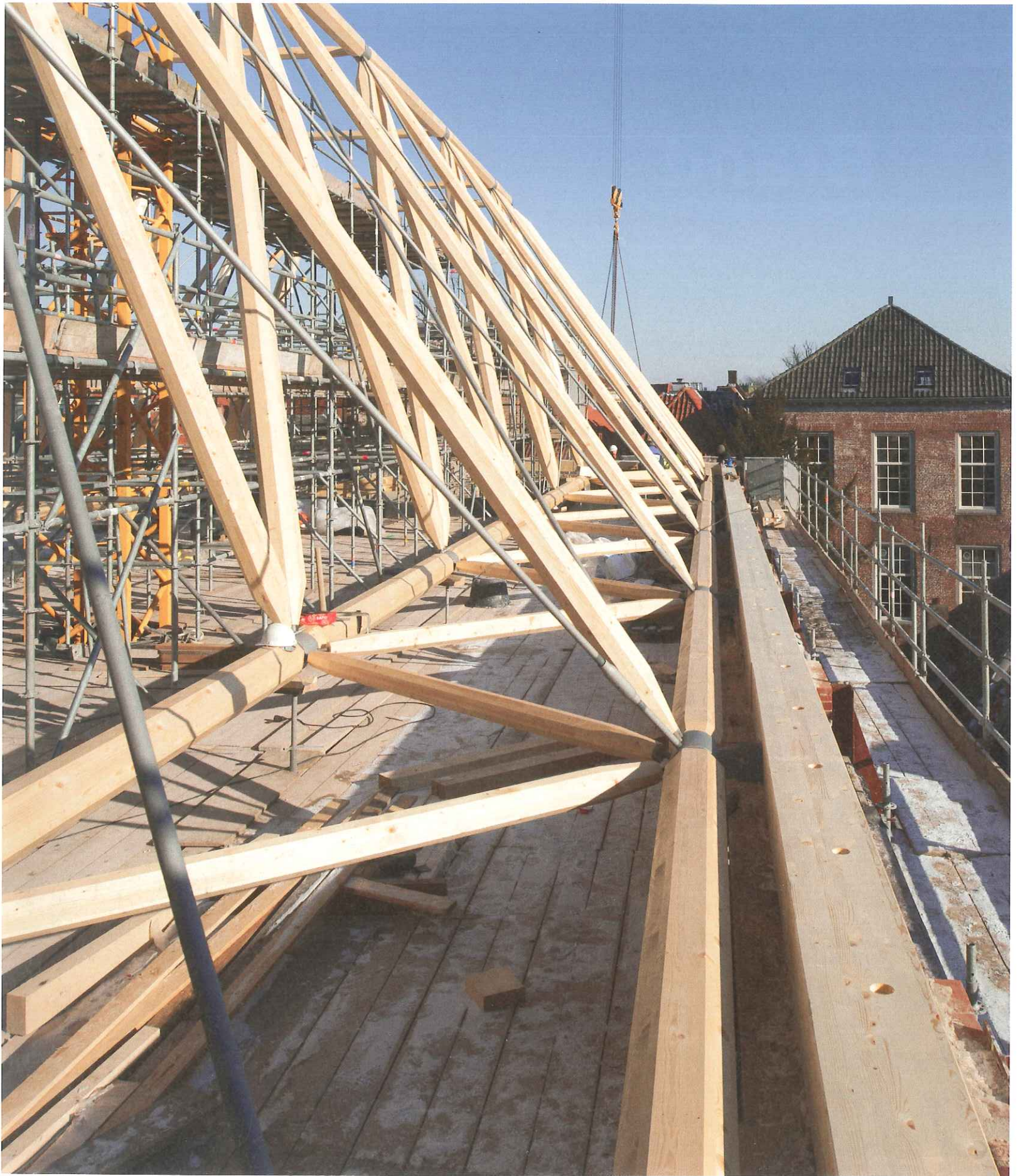
HOUTSTAPELBOUW

Het nieuwe clubgebouw van IJsv Vereniging Lekkerkerk is gerealiseerd met behulp van logbouw.

BOUWBEURS 2013

Bewust Bouwen is het thema voor de komende editie van de Internationale BouwBeurs (4 t/m 9 februari 2013).





Slanke houtconstructie voor nieuwe kap Elleboogkerk

De complete Elleboogkerk in Amersfoort werd in oktober 2007 nagenoeg door brand verwoest; van de oude houten kapconstructie was niets meer over. Toch is voor de nieuwe kapconstructie weer voor hout gekozen, en wel in de vorm van driedimensionale ruimtevakwerken. Dankzij een uitgekende belastingafdracht via stalen knooppunten konden de houten staven van het vakwerk slank blijven.

TEKST **Carla Debets**
FOTOGRAFIE **Architectenbureau Verlaan & Bouwstra, De Groot Vroomshoop, Emil Lüning, Carla Debets**

Met de brand in 2007 werd ook het in de kerk gevestigde Armandomuseum in de as gelegd. Al snel na de brand werd duidelijk dat de kerk zou worden herbouwd, aanvankelijk opnieuw als museum, maar uiteindelijk verhuist het museum van Armando naar het eveneens gerestaureerde huis Oud Amelisweerd. Naar een nieuwe bestemming voor de kerkruimte wordt nog gezocht.

De Elleboogkerk, ook wel Onze Lieve Vrouwe ten Hemelopneming, dateert uit 1783, maar is naderhand diverse keren verbouwd. Tot 1963 functioneerde de kerk als kerk, daarna waren er diverse gebruikers, met vanaf 1998 de huisvesting voor het Armandomuseum.

De relatief kleine kerk, met een oppervlak van circa 15 x 60 m, kende oorspronkelijk een driebeukige opbouw. Architect Cor Bouwstra van Verlaan & Bouwstra, die samen met Marx en Steketee architecten onder andere de nieuwe kapconstructie ontwierp: "Het grootste verschil tussen de oude en nieuwe constructie is de overspanningsrichting. De oude constructie overspande over de breedte van de kerk en werd ondersteund door veertien kolommen. In de ontwerpfase ontstond het idee om de kapconstructie te laten overspannen in de lengterichting. Daarbij konden we de veertien oude kolommen vervangen door twee stalen portalen, wat een enorme vrije indeelbaarheid opleverde. Vanwege de grote overspanning én omdat de oude kapconstructie toch geheel verdwenen was, besloten we een nieuwe eigentijdse kapconstructie te maken, geïnspireerd op een ruimtelijk vakwerk."

Vakwerk in hout

Ondanks dat de oude houten kapconstructie is verwoest door brand is toch weer gekozen voor hout. Zowel het beeld als de techniek maakte deze keuze voor Bouwstra duidelijk: "De uit-



2



3

1 Op de computer bleek dat het vakwerk maar op één manier uit elkaar kon worden gehaald. Vervolgens werd de omgekeerde manier voor de opbouw toegepast.

2 De twee ruimtevakwerken lijken evenwijdig te lopen, maar aan één zijde is de afstand ertussen groter dan aan de andere zijde.

3 Na de brand in oktober 2007 was er van de Elleboogkerk weinig meer over; de muren moesten worden geschoord met zware staalconstructies.

4 Eerste aanzet van het ruimtevakwerk. De kerk stond compleet vol met steigers voor de werkvloer.

5 De achtkantige houten staven zijn - inclusief het 'slijpen' van de punten - eenvoudiger te maken dan staven met een ronde doorsnede.

6 In totaal zijn er circa 140 houten staven toegepast in de dakconstructie, niet alleen met verschillende diameters, maar ook diverse lengtes.



4

straling van hout levert het warme beeld op dat we graag willen hebben, mét een knipoog naar het verleden waarin hout was toegepast. En wat de techniek betreft: houten staven zijn uitermate geschikt voor het realiseren van een 3D-vakwerklijger met een overspanning van bijna 30 m.”

Hout heeft bovendien goede brandwerende eigenschappen, zeker als het gaat om dikke staven van wel 300 mm dik. Emil Lüning van adviesbureau Lüning: “De staven van de vakwerken hebben een brandwerendheid van minimaal 30 minuten en dat is voldoende.”

Achthoekige staven

Bouwstra: “Aanvankelijk wilden we de liggers doorgaand uitvoeren, zonder knooppunten, maar uiteindelijk is toch gekozen voor losse houten staven verbonden door stalen knooppunten, vooral uit oogpunt van uitvoerbaarheid van de constructie.”

De vakwerken bestaan uit achthoekige houten staven en stalen knooppunten. In totaal zijn de ruimtelijke vakwerken circa 45 m lang en 6 m hoog. Behalve dat de vakwerken worden ondersteund door de twee stalen portalen, is er ook nog een aantal steunpunten ter plaatse van de oude muren.



6

De drie vakwerken die samen het ruimtelijk vakwerk vormen zijn geheel samengesteld uit houten staven, behalve in het dakvlak. Daar zijn stalen windverbanden toegepast om de constructie wat transparanter te maken. De twee ruimtelijke vakwerken zijn in het dakvlak – op circa 15 m hoogte – verbonden door houten staven. Vlak hierboven is een lichtstraat aangebracht, waarmee ook de oorspronkelijke contouren van de kerk aan de buitenzijde zijn teruggebracht.

“In totaal zijn er circa 140 houten staven toegepast, in vier verschillende afmetingen: 280, 240, 185 en 150 mm, bij horizontaal gemeten diameter”, vertelt Johan-Paul Borremans van De Groot Vroomshoop Gelijmde Houtconstructies, die de staven fabriceerde, monteerde en – samen met adviesbureau Lüning – engineerde.

Bijzonder is dat de staven achthoekig zijn. Bouwstra: “Deze zijn eenvoudiger te maken en gemakkelijker aan te brengen. Esthetisch gezien had deze vorm ook onze voorkeur voor een meer gebruikelijke ronde vorm.” Ook het ‘slijpen’ van een punt is eenvoudiger bij achtkantige staven dan bij ronde staven. En die punten waren noodzakelijk omdat in de knooppunten anders te veel hout bij elkaar komt om een goed knooppunt te maken.

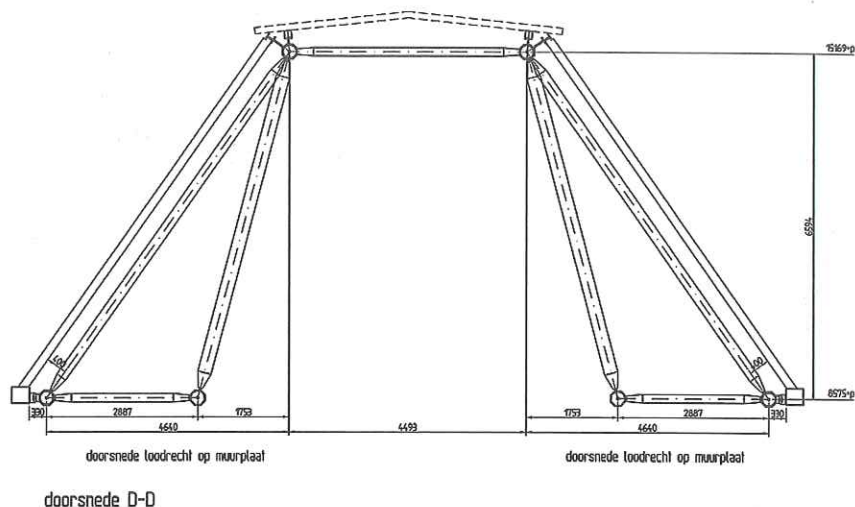
Ingelijmde draadeinden

De houten staven zijn met de stalen knooppunten verbonden door middel van ingelijmde draadeinden. Vanwege de grote overspanning treden er in de stalen knooppunten forse krachten op. Met name in de onderste horizontale staven was het noodzakelijk om daarvoor M48-draadeinden in te lijmen, met een lengte van maar liefst 1 m. “Om uit te zoeken of deze constructie voldeed, hebben we proeven laten uitvoeren bij de TU Eindhoven”, vertelt Emil Lüning. “Met één proef weet je dan nog niets. Maar een staaf heeft sowieso al twee uiteinden. We besloten om vijf staven te testen, zodat we tien resultaten hadden, waarmee je de karakteristieke sterkte van de verbinding kunt bepalen.”

De houten staven zijn relatief slank doordat ze alleen worden belast op trek- en drukkrachten. Alle belastingen worden namelijk via de stalen knooppunten ingeleid, waardoor de houten staven niet op buiging worden belast.

Prefabricage

De complete kapconstructie is zoveel mogelijk geprefabriceerd, mede vanwege de moeilijke bereikbaarheid van de bouwplaats in de binnenstad. Ook de stalen knooppunten zijn geprefabriceerd bij De Groot Vroomshoop. “Dit kon gewoon met onze aanwezige cnc-productiemachines”, licht Borremans toe. “Belangrijk hierbij was wel de hoge nauwkeurigheid waarmee moest worden geproduceerd. Ons kwaliteitsborgingssysteem was hierbij eveneens van belang. Alleen voor het boren van de 1 m diepe gaten in de houten staven hebben we een speciale



7



8

booropstelling moeten maken, vooral voor het geleiden van de boor.”

“Daarnaast was het hele logistieke proces een enorme puzzel. Alle staven moesten namelijk ook nog eens worden voorzien van rechtsdraaiend draad aan de ene zijde en linksdraaiend draad aan de andere zijde, omdat de staven op de bouwplaats aan beide zijden moesten worden ingedraaid. Er hoefde maar één staaf verkeerd te gaan en we zouden een enorm probleem hebben.” Voor de montage op de bouwplaats voerde Lüning de complete constructie 3D in de computer. Daaruit bleek dat er maar één manier was om de constructie in elkaar te zetten. Voor het indraaien op de bouwplaats ontwikkelde De Groot Vroomshoop een grote steeksleutel van Kertohout. Of eigenlijk vier steeksleutels, namelijk voor elke staafafmeting één sleutel.

Behalve de kapconstructie zijn ook de forse houten muurplaten geprefabriceerd. “Deze zijn wat overgedimensioneerd, ofwel ze steken wat op de muren over, vooral om de kromming

7 **Detailing van de aansluiting van het ruimtevakwerk ter plaatse van de muurplaat.**

8 **Bij de TU Eindhoven werden testen uitgevoerd met de ingelijmde M48-draadeinden die in bepaalde staven wel 1 m lang waren.**

in de muren op te vangen”, vertelt Lüning. “Bijzonder is dat de muren via de muurplaten verbonden zijn met het ruimtelijk vakwerk van de nieuwe kapconstructie, dus in feite houdt het vakwerk ook de muren overeind.”

Houten kanaalplaten

Op de muurplaten steunen ook de houten kanaalplaten van de kap. Bouwstra licht deze keuze toe: “De houten vakwerkconstructie is een beeldbepalend element in de kerk. Om dit beeld niet te verstoren hebben we gezocht naar dakplaten die zonder gordingen of sporen van muurplaat naar nok konden overspannen.” Daarbij ging het wel om een overspanning van zo’n 8 m. De GrootVroomshoop kwam met het idee om kanaalplaten van Lignatur toe te passen, waarmee de overspanning in één keer gemaakt kon worden. De uit Zwitserland afkomstige kanaalplaten, met een standaardbreedte van 1 m, zijn opgebouwd uit staande en liggende vurenhouten balken die onder hoge druk worden verlijmd. Met de balken worden rechthoekige kanalen gevormd waarbij de kanalen voor de stijfheid/

9 Knooppunt bij de muurplaat. Het vakwerk evenwijdig aan de dakplaten (Lignatur-platen voorzien van perforaties) heeft stalen windverbanden voor meer transparantie.

10 Met een nieuwe lichtstraat op het dak zijn tevens de oorspronkelijke contouren van de kerk aan de buitenzijde teruggebracht.



dwarsstabiliteit zijn voorzien van dwarsbalken hart-op-hart circa 1 m.

In horizontale toepassing kunnen de platen circa 7 tot 9 m overspannen (bij een dikte van 320 mm), maar in een schuine toepassing – zoals in de Elleboogkerk – kunnen deze overspanningen veel groter zijn. De Lignatur-kanaalplaten worden sinds twee jaar geleverd via De GrootVroomshoop. Borreman: “Wij hebben voor de kerk samen met Lüning alle engineering voor de platen gedaan en de fabriek in Zwitserland maakte alle platen exact op maat, ook voor de hoek- en kilkepers, mét alle voorzieningen. Daarna zijn ze rechtstreeks naar de bouwplaats gegaan; wij hebben ze alleen nog gemonteerd.”

De houten kanaalplaten steunen af op de muurplaten en aan de bovenzijde op stalen liggers die via de knooppunten zijn verbonden met de ruimtelijke vakwerken. Dit zorgt er niet alleen voor dat de kanaalplaten geen krachten afdragen aan de staven van het ruimtevakwerk – waardoor deze slank kon blijven – maar ook voor enige afstand tussen dakplaten en vakwerk; het ruimtevakwerk komt hierdoor meer los te staan.

De 160 mm dikke kanaalplaten zijn aan de onderzijde voorzien van een 31 mm dikke vuren onderbeplating die is voorzien van perforaties. Dit zorgt, samen met een 20 mm dikke houtvezelplaat in de kanalen, voor gunstige akoestische eigenschappen van de dakbeplating om de nagalmtijd in de kerk te beperken.



PROJECTGEGEVENS

Opdrachtgever: Gemeente Amersfoort

Ontwerp: Verlaan & Bouwstra architecten, Vianen, en Marx en Steketeer architecten, Eindhoven

Constructieadviseur: Constructiebureau De Prouw, Bunnik

Uitvoering: Van Norel Bouwgroep, Epe

Engineering, levering en montage houtconstructie en houten kap: De Groot Vroomshoop Gelijmde Houtconstructies, Vroomshoop

Engineering houtconstructie: Adviesbureau Lüning, Doetinchem

Bouwtijd: november 2011 – voorjaar 2013