



1. Vorm en afmetingen (circa 135 x 30 x 23 m) zijn gebaseerd op omschrijvingen in onder andere de Bijbel en naslagwerken.



2. Plattegrond tweede verdieping.



3. Een van de twee amfiteaters op de kop van de boot.

LEVEN AAN BOORD

CONSTRUCTIE ARK VAN NOACH DORDRECHT

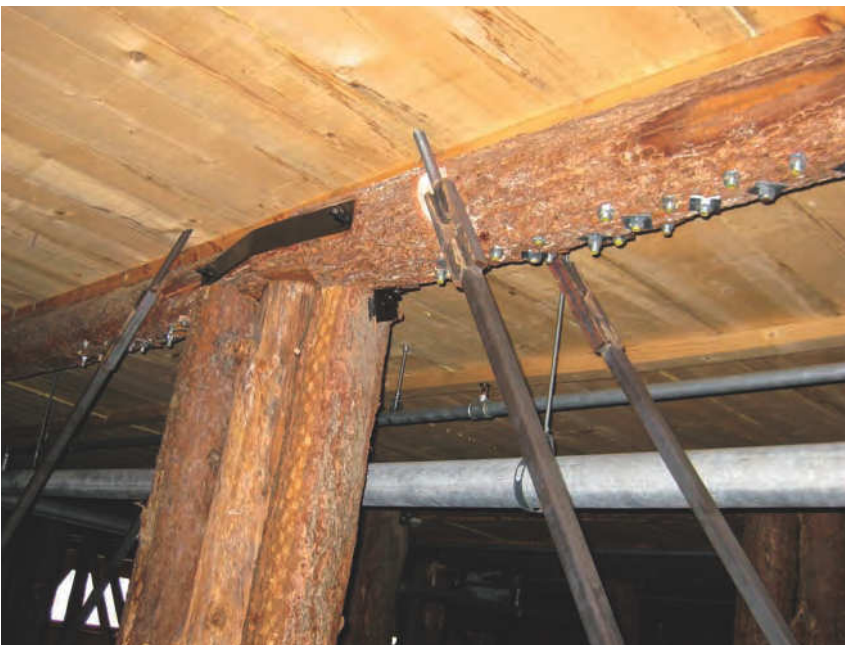


In december 2012 is in de oude haven van Dordrecht een bijzondere houtconstructie in gebruik genomen: de Ark van Noach 2. Niet dat Noach er meer gebouwd heeft, maar nadat initiatiefnemer Johan Huibers met zijn eerste ark het land had rondgevoerd, was de tijd van schaalmodellen voorbij en wilde hij een 1:1-versie.

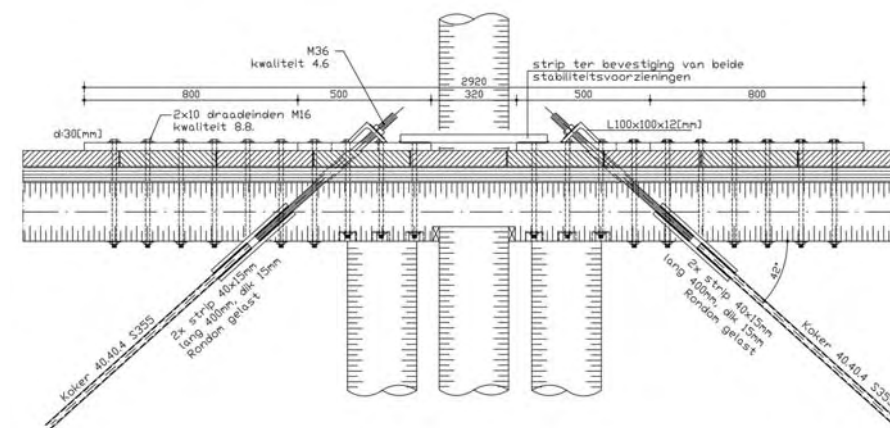
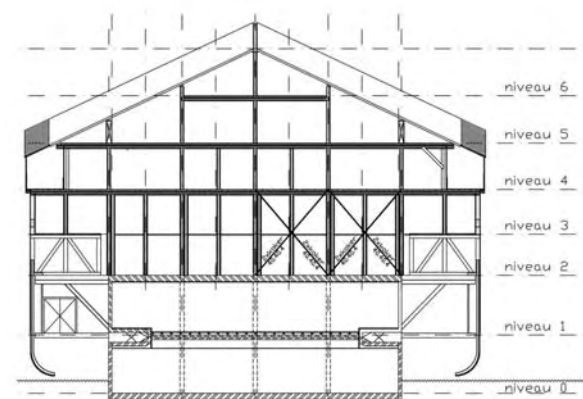
Vorm en afmetingen (circa 135 x 30 x 23 m) zijn gebaseerd op omschrijvingen in onder andere de Bijbel en naslagwerken; zie arkvannoach.com. De kleinere ark meet 70 x 9 x 13 m. Voor Huibers dient het drijvende 'attractiepark' van 20.000 m² allereerst als evangelisatiemiddel. Het biedt een leuk dagje uit voor jong en oud. Er zijn presentaties over de geschiedenis van Noach, wetenschappelijke achtergrondinformatie, diverse schilderijen rondom het thema en levende en nagemaakte dieren. Aan boord zijn filmzalen, restaurant en, op de kop van het schip, twee grote amfiteaters voor concerten, musicals en dergelijke.

LASH-bakken In een droogdok zijn 21 LASH-bakken tot één stijf drijflichaam van meer compartimenten samengesteld. Oorspronkelijk zijn dit gestandaardiseerde

duwbakken of lichters van 9,6 x 18,7 m, die op LASH-schepen (Lighter Aboard SHip) werden getransporteerd. Hierin zijn onder andere de voorzieningen ondergebracht. Ook de twee meerpalen zijn eraan gekoppeld. De entree is gelegen op het niveau direct boven de stalen bakken; liften hebben hun laagste stop op dit niveau. De LASH-bakken beslaan circa 114 x 18,7 m en hebben ongeveer 1,35 m diepgang. Volgens Archimedes is de massa van het verplaatste water gelijk aan de massa van het drijvende object. Conclusie: de totale constructie (zonder bezoekers) weegt circa 3.000 ton. Aangezien ze onvoldoende vierkante meters boden en bovendien niet overeenkwamen met de originele afmetingen van Noach's ark, zijn aan beide langsijden uitkragende constructies gemaakt, wat bovengenoemde afmetingen oplevert.



FOTO'S + TEKENINGEN: GOUDSTIKKER + DE VRIES DEN BOSCH



12.000 boomstammen Op dit stalen drijflichaam is een houtconstructie gemaakt van hoofdzakelijk stammen. Een deel van dit rondhout is als conische kolom of ligger ingezet. Verder zijn vele stammen in het werk tot balken en planken gezaagd, in eenheidsmaten. De mooie delen zijn apart gehouden voor het meubilair, wat heeft geleid tot een leuke variëteit van meubels met bijzondere vormen en houtstructuren. De Ark van Noach 2 is opgebouwd uit zo'n 12.000 boomstammen van de grove den (*Pinus sylvestris*), geïmporteerd uit Zweden. De derde verdieping en de twee amfiteaters zijn voornamelijk opgebouwd uit gezaagd grenen. De Ark heeft zeven niveaus, waarvan niveau 0, 5 en 6 niet toegankelijk zijn voor publiek (stalling, techniek, privé).

Kolommen en liggers Het middengebied heeft een kolommenstructuur van ronde boomstammen met diameters van 500 tot 220 mm op een stramien van 2.400 mm; zie tekeningen 2 en 5. In de dwarsrichting liggen over de ronde kolommen ronde gekepte liggers, met variërende diameters van 400 tot 220 mm. Loodrecht daarop ligt het vloerbesot van gezaagde planken (60 x 250 mm). De twee amfiteaters hebben hoofdzakelijk een kolommenstructuur van gezaagde balken met afmeting 50 x 250 mm op een stramien van ± 1.200 x 1.500 mm. Over deze kolommen liggen gezaagde grenen liggers van 50 x 250 mm. Loodrecht daar weer op ligt het vloerbesot van gezaagde planken van eveneens 50 x 250 mm.

Dubbel uitgevoerd De Ark van Noach 2 moet worden beschouwd als een bouwwerk in de zin van het Bouw-

4. *Onderzijde stabiliteitskruizen.*

5. *Dwarsdoorsnede.*

besluit 2003. Zij is publiek toegankelijk, waardoor een variabele belasting op de vloeren van 5,0 kN/m² en een puntlast van 7,0 kN toelaatbaar moet zijn. De hoofdconstructie moest vanwege deze hoge variabele belasting op enkele punten worden versterkt. De ronde kolommen en liggers in het middengebied zijn vrijwel allemaal overgedimensioneerd en dus in staat de genoemde belastingen te dragen. Dit geldt niet voor de gezaagde kolommen (50 x 250 mm) in de amfiteaters; zie foto 3. Hier dragen ze vier verdiepingen. Vanwege de hoge belastingen en het lage weerstandsmoment in de zwakke richting zijn ze daarom dubbel uitgevoerd (2 x 50 x 250 mm).

Brandwerendheid Basiseis voor de brandwerendheid van de hoofdconstructie van niet-permanente bouw is conform het Bouwbesluit 30 minuten (geen vloer van verblijfsgebied hoger dan 13 m). Om hieraan te voldoen, is de hele ark voorzien van een sprinklerinstallatie. Deze geeft veelal de mogelijkheid voor reductie op de brandwerendheid, maar 30 minuten blijft (ook bij reductie) het minimum. Er wordt geen volledige ontheffing verleend bij een sprinklerinstallatie, omdat er een marginale kans bestaat dat zij gedurende korte tijd niet in werking is (bij jaarlijks onderhoud of falen).

Kortom, er blijft een brandwerendheidseis gelden van 30 minuten voor de hoofdconstructie. De gezaagde kolommen in de amfi-theaters, die deel uitmaken van de hoofdconstructie, voldoen niet aan de eis (slanke kolommen met vierzijdige inbranding). Dat was een tweede aanleiding de gezaagde kolommen in de amfi-theaters dubbel uit te voeren.

Stalen portalen Door de afmetingen ontstaan bij windbelasting loodrecht op de ark grote horizontaal krachten. Uit de stabiliteitsberekening volgt dat deze van verdieping 4 naar verdieping 2 moeten worden overgebracht, variërend van 242 tot 522 kN (rekenwaarden). Gezien de grootte van deze krachten was een oplossing in hout niet mogelijk. Er zijn daarom twee stalen portalen en vijf stalen stabiliteitskruizen aangebracht op de niveaus 2 en 4. De stalen portalen zijn opgebouwd uit HE 180A-liggers en -kolommen. De trekstaven zijn uitgevoerd als hoekstalen 150.150.10. Het vloerhout, dat fungeert als stijve schijf, is over de volle breedte van de ark verbonden met de stalen ligger van het portaal, waardoor de horizontaal kracht vanuit de stijve schijf wordt ingeleid in de stalen ligger. De trekstaven brengen de kracht over naar het stalen dek.

Stabiliteitskruizen De stabiliteitskruizen moeten in staat zijn een horizontaalbelasting van 485 kN (maatgevende belasting) over te brengen van niveau 4 naar 2. Per stramien (Z; zie tekening 2) zijn twee stabiliteitskruizen aangebracht, waardoor de kracht per stabiliteitskruis

485 kN/2 = 243 kN wordt. Per stabiliteitskruis zijn twee trekstaven aangebracht; dit geeft een trekkracht per staaf van $(243 \text{ kN} / \sin(42)) / 2 = 182 \text{ kN}$. De staven zijn uitgevoerd als kokers 40.40.4, kwaliteit S355, met aan de uiteinden een draadeind M36, kwaliteit 4.6. Hierdoor is een goede verbinding mogelijk tussen trekstaaf en staalplaat. Om de horizontaal kracht vanuit de vloerschijf in de trekstaven te leiden, zijn twee grote, onderling verbonden staalplaten toegepast, met 40 draadeinden M16, kwaliteit 8.8 (20 draadeinden per staalplaat); zie foto's en tekeningen 4 t/m 7. Om de excentriciteit van hart trekstaaf tot hart aangrijpingspunt van de belasting op te nemen, zijn staalplaten toegepast van 30 mm dik. Door de grote verticale component zijn er, naast de bestaande ronde kolom (op as G, N, V, Z en AK), verticale ronde kolommen bijgeplaatst. De trekstangen zijn met een momentsleutel op spanning gebracht en worden de komende twee jaar opnieuw gespannen. •

6. *Zijaanzicht stabiliteitskruizen.*

7. *Bovenzijde stabiliteitskruizen.*

MARCEL MOSTERD,
VINCENT RAADSCHELDERS

Auteurs Beide auteurs zijn betrokken geweest bij de vergunningverlening. Vincent Raadschelders, directeur Raadschelders Bouwadvies Spaarndam, is aangetrokken door de gemeente Dordrecht, nadat men vermoedde dat er onvoldoende capaciteit in huis was om de constructieve beoordeling van versie 2 uit te voeren. Marcel Mosterd, constructeur / adviseur houtconstructies bij Goudstikker - De Vries 's-Hertogenbosch, deed de detailberekeningen van de houtconstructie en ondersteunde de initiatiefnemer bij de uitwerking. Alleen door goed constructief overleg en het zoeken naar creatieve oplossingen bleek het mogelijk dit project tot een goed einde te brengen.