

18-11-1999 | 00.00 | wouter van winden

### Niet bouwen, maar vouwen

**Vormen in de natuur dienen vaak als inspiratiebron bij het ontwerpen van constructies. Structureel-morfologen hebben iets ontdekt: de Schepper vouwde graag. Studium Generale wijdt vandaag een symposium aan de vouwkunst.**

Het is een vast onderdeel van IQ-tests: een serie uitgeklapte ruimtelijke figuurtjes waarvan er slechts één tot een getoond driedimensionaal object in elkaar gevouwen kan worden. De meeste stervelingen zullen afhaken als de opgaven ingewikkelder worden dan een uitgeklapte tent of een huisje. Voor dr. ir. Pieter Huybers, hoofd van de sectie bouwtechnologie van Civiele Techniek, begint de pret dan pas. Hij is specialist in structurele morfologie, de studie naar het beschrijven van en rekenen aan vormen. Regelmatige veelvlakken, één van de 'vorm-klassen', zijn Huybers voornaamste bron van inspiratie bij het ontwerpen van civiele bouwwerken. „Uiteindelijk zijn alle bouwwerken veelvlakken. Alle bouwmaterialen die de fabriek uitrollen zijn plat en daar moeten soms ook gebogen vormen uit geconstrueerd worden. Ook betonnen elementen worden gemaakt in bekistingen en zijn dus recht. Toch kunnen er mooie bolvormen uit ontstaan.”

Huybers ontdekte de veelvlakken tijdens zijn promotieonderzoek naar kunststof constructies. „Dat was in 1962. Kunststoffen werden toen in de bouw nog nauwelijks gebruikt. Ik moest zelf uitvinden welke eisen de vorm van de constructies aan het materiaal stelde. Ik ontwierp constructies bestaande uit gevouwen driehoeken. Vanwege de oliecrisis en milieubezwaren rond de toepassing van kunststof werd het onderzoek stopgezet. Ik ben toen overstapt naar andere materialen, maar heb de interesse in geometrische vormen gehouden.”  
Fröbelwerk

De civiel ontwikkelde in de jaren zeventig voor het ministerie van Nood- en Voedselhulp vouwbare noodbehuizingen. Die bestonden uit hardboard panelen die plat te vervoeren waren en ter plaatse tot meervlakkige bouwsels in elkaar te vouwen waren. Deze constructies vielen nog te ontwerpen met eenvoudige hulpmiddelen zoals schaalmodellen.

Huybers kwam er echter al snel achter dat het ontwerpen van ingewikkeldere geometrische vormen de hulp van een computer vereiste. Software hiervoor bestond nog niet, dus ontwikkelde hij die samen met een collega. In de afgelopen 25 jaar groeide het programma uit tot een pakket waarmee alle mogelijke families van vormen en vlakverdelingen te visualiseren zijn.

Het programma was een handig instrument bij het uitwerken van creatieve ideeën, maar het verdere nut was niet direct duidelijk. „Wat wij deden hoefde geen geld op te leveren. Dat gaf ons de ruimte om lange tijd fröbelwerk te doen. Nu pas blijkt de toepasbaarheid: je moet vormen heel goed kennen om tot optimale constructies te kunnen komen. Het maakt niet uit of dat een optimum is wat betreft sterkte, kosten, stijfheid of esthetica. Via geometrische figuren zijn eigenschappen van constructies in schema's vast te leggen. Als je het esthetisch vindt om een koepel met een gelijkmatige vlakverdeling te hebben, dan kun je dat in het computerprogramma als criterium voor het ontwerp meenemen.”

Meerdere van Huybers' veelvlakkige ontwerpen werden gerealiseerd. Afgelopen juni bouwde Staatsbosbeheer op het Kootwijkerzand een door de Delftenaar ontworpen uitkijktoren. De toren is van rondhouten palen, gemaakt en gebaseerd op één van zijn favoriete vouwvlakken: het antiprisma. Dit figuur heeft een parallel onder- en bovenvlak en een zijwand die uit driehoeken bestaat.

„De toren is ontworpen met hulp van de laatste uitbreiding van ons computerpakket. Het veelvlak wordt tot een draadframe geabstraheerd en dat draadframe wordt vertaald in een ruimtelijk skelet. Dat valt met bestaande bouwsystemen te bouwen. Zo kunnen in de toekomst zeer complexe ruimtevakwerken met meervoudig gekromde vlakken ontworpen worden. De bouwmaterialen komen de fabriek uit met computerlabels waarop precies staat wat hun plek in de constructie is. Op de bouwplaats hoeven ze alleen maar volgens de voorschriften in elkaar gezet te worden."

Parasol

Huybers is één van de vier oprichters van de Structural Morphology Group, een van de werkgroepen van de International Association of Shell and Spatial Structures. „De leden van die groep delen een liefde voor veelvlakken. Ze zijn geboeid door manieren om vormen te beschrijven", aldus de civiel. De groepsleden zijn afkomstig uit een variëteit aan vakgebieden waar vormstudies in constructieontwerpen worden toegepast.

Onder hen is ook dr. Sergio Pellegrino, docent structurele technologie aan het Corpus Christi College in Cambridge. Hij heeft zich gespecialiseerd in uitvouwbaar lichtgewicht constructies die kunnen bewegen. Dit in tegenstelling tot de bouwwerken van zijn Delftse vakbroeder die ook uit gevouwen oppervlakken ontstaan, maar eenmaal gebouwd, niet meer veranderen.

Pellegrino richt zich vooral op constructies voor de ruimtevaart. „In de ruimtevaart moeten objecten tijdens het transport zo klein en licht mogelijk zijn, terwijl ze eenmaal in hun baan om de aarde soms heel groot moeten worden", licht hij toe. „Uitklapbare zonnepanelen en antennes zijn hier bekende voorbeelden van. In de ruimte is er geen zwaartekracht en daarom kunnen er heel lichte constructies worden gebruikt."

Sinds enkele jaren waagt hij zich ook aan de ontwikkeling van uitvouwbaar constructies voor op aarde, maar hij heeft moeite om de industrie geïnteresseerd te krijgen. „Enkele toepassingen zijn natuurlijk bekend, zoals parasols. Maar verder zijn er weinig uitklapbare constructies. De bouwsector waagt zich niet snel aan nieuwe ideeën. Ze bouwen wat de klanten vragen. Het is ook nog vroeg. Het is pas sinds kort dat wetenschappers aan dit onderwerp werken."

Op de lange duur verwacht hij wel interesse van de bouwers. „Uitvouwbaar en beweegbaar constructies zullen er morgen nog niet zijn. Als ze eenmaal geaccepteerd worden, ligt er een enorme markt open. Een nieuw museum in Parijs heeft een bewegende façade en dat fascineert mensen. Naast die visuele rol hebben beweegbare constructies ook praktisch nut. Denk maar aan gebouwen die zich aan omstandigheden kunnen aanpassen. In Nederland hebben jullie een mooi voorbeeld hiervan in Arnhem staan: het Gelredome."

Papier

De ruimtevaarttoepassingen en gekromde of bewegende constructies klinken geavanceerd. Toch waren gevouwen en vouwbaar constructies er al eerder dan de allereerste leemhut. De natuur staat er vol mee. Jonge knoppen vouwen zich lente op lente weer uit tot de kunstigste bloemen en bladeren. Insecten klappen in een fractie van een seconde hun vleugels in en uit.

Iemand die uit de natuur haar inspiratie put voor het ontwerpen van gevouwen constructies is Biruta Kresling.

Kresling onderwijst in Parijs het vak bionica (mechanica in de natuur) en experimentele ontwerpen. Kresling: „Leonardo da Vinci bestudeerde al de verbazingwekkende constructies in de natuur. Ik bestudeer vooral de mechanica van biologische structuren en probeer nieuwe ontwerpregels aan de natuur te ontfutselen. Planten groeien zonder steun van buiten. De stevigheid zit in de constructie van de plant zelf. Delen van de plant kunnen sterk groeien, terwijl de vorm en sterkte toch behouden blijven."

Een deel van het geheim schuilt volgens haar in natuurlijke vouwstructuren. Ze probeert deze te imiteren met papier. „Dan zie je dingen gebeuren die je niet had verwacht. Uit een stijf stukje papier maak je door vouwen een elastisch object." En als papier het nut van vouwen aantoont, dan is dat nut er. Kresling: „Papier liegt niet."