

HOUTEN CONSTRUCTIES 1991-2016

SHR bestaat 25 jaar. Ter gelegenheid hiervan publiceert SHR Academy een serie artikelen waarin wordt teruggekeken op ontwikkelingen die in de verschillende werkvelden plaatsvonden. Ditmaal: houtconstructies, een toepassingsgebied waar de ontwikkelingen de laatste jaren in een stroomversnelling zijn gekomen.

HOUT WORDT HERONTDEKT

Hout is door de eeuwen heen een belangrijk constructiemateriaal geweest. Logisch, want het was eeuwenlang het enige op grote schaal beschikbare materiaal dat druk, trek en buiging kan opnemen. Na de ontwikkeling van de

'moderne' bouwmaterialen, eerst staal - daarna beton, is er een gestage teruggang in het gebruik opgetreden. Dit wordt in figuur 1, gebaseerd op voetnoot (1), geïllustreerd. Sinds een aantal jaren zit de toepassing in con-

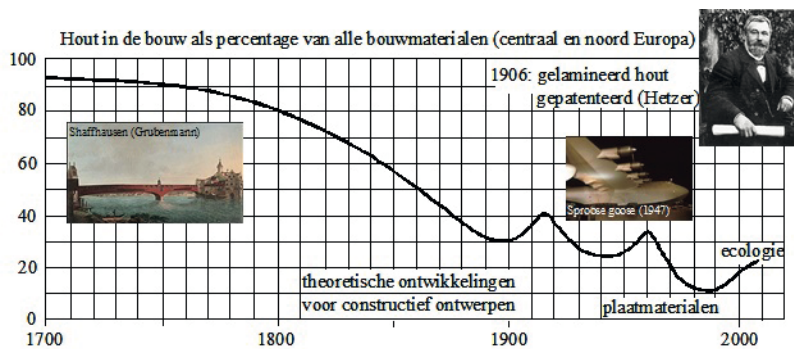
structies weer in de lift. Het materiaal wordt als het ware herontdekt. Vooral de ecologische en visuele kwaliteiten en de zogenaamde aabaarheid van het materiaal, wat dat ook wezen mag, draagt bij aan de toename in de toepassing. Voor dat laatste zorgen ook andere positieve kwaliteiten zoals de grote sterkte en stijfheid in verhouding tot de massa, het brandwerende vermogen, de bewerkbaarheid, de vormvrijheden, de chemische resistentie, de natuurlijke duurzaamheid en het zeer lage energiegebruik bij de productie.

De, in vergelijking met de 'nieuwe' materialen, verhouding sterkte/gewicht is hoog. Houten gebouwen zijn licht van gewicht. Dit vereist extra aandacht bij het opnemen van windbelastingen (alles wat licht is moet je vasthouden, anders waait het weg), bij het beoordelen van voelbare trillingen in vloeren (zoveel mogelijk massa activeren) en bij het isoleren van geluid (isoleren van contact- en luchtgeluid en absorptie).

Een laag gewicht heeft daarnaast grote voordelen als het gaat om het ontwerpen van funderingen en het optoppen van gebouwen. Een bekend voorbeeld is de optopping van het Ter Meulen-winkelpand (nu bekend onder de naam Karel Doorman) in Rotterdam, waar op de oorspronkelijke drielaagse constructie een woongebouw tot 70 meter hoog is geplaatst met houten vloeren. Het lage eigen gewicht geeft aanleiding tot de stelling dat de gebouwen in Groningen nagenoeg geen problemen met de optredende aardbevingen zouden hebben indien deze van hout zouden zijn.

BRAND EN HOOGBOUW Hout is brandbaar. Dat beangstigt. Het heeft ooit zelfs tot een algeheel verbod op houten gebouwen in stedelijk gebied geleid. In een aantal landen is de hoogte - of het aantal verdiepingen - nog steeds gelimiteerd.

Meer en meer is echter het besef doorgedrongen dat brandbaarheid en brandwerendheid twee totaal verschillende begrippen zijn. Dat

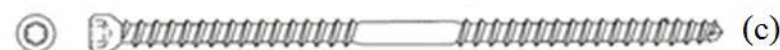


Figuur 1: Ontwikkeling van het aantal gebouwen waarin constructief hout is gebruikt als percentage van alle gebouwen, gebaseerd op voetnoot (1).

traditioneel



"modern"



Figuur 2: Traditionele- en 'moderne' houtschroeven.

wordt echt duidelijk in de vergelijking tussen staal en hout. Staal is onbrandbaar, maar staal is in slechts zeer beperkte mate brandwerend (het verliest sterkte en stijfheid indien het heet wordt, één van de redenen dat bijvoorbeeld de Twin Towers in New York na een relatief korte brandtijd instortten).

Hout is brandbaar; hout is in hoge mate brandwerend omdat het niet-verbrande deel in hoge mate de sterkte en stijfheid behoudt (en de ontstane koollaag goed isoleert). Met hout zijn daardoor zeer goede brandwerende constructies te realiseren.

Ontwerpers raken hiervan zo overtuigd, dat niet wordt geschroomd hoogbouwprojecten tot wel 300 meter (Oakwood Tower in Londen, voetnoot 2) voor te stellen. Het hoogste daadwerkelijk gerealiseerde houten appartementsgebouw is het Forte Building (tien verdiepingen) in Melbourne, Australië. In Nederland is het Patch22-gebouw van architect Frantzen met 30 meter het hoogste houten gebouw. Ook de plannen voor Wenen (HoHo-toren van 24 verdiepingen), Parijs (Baobab-toren van 35 verdiepingen) en Stockholm (34 verdiepingen) liggen klaar.

In een aantal van de hoogbouwontwerpen is een betonnen kern voorzien. Is dat noodzakelijk of is hier sprake van toch nog “een veilige keuze voor het bekende”? Onderzoek naar “CLT (Cross Laminated Timber) infills” aan de TU/e (Technische Universiteit Eindhoven) toont aan dat deze qua capaciteit niet onder doen voor alternatieven in beton (voetnoot 3). Andere mogelijkheden zoals outrigger-systemen, waarbij de gevel op een slimme wijze bij het stabiliteitssysteem wordt betrokken, zijn eveneens volledig in hout uitvoerbaar en veelbelovend (voetnoot 4)

Hoe lang zullen deze gebouwen meegaan? De geringe natuurlijke duurzaamheid van verschillende houtsoorten wordt vaak als een nadelige eigenschap gezien. De natuurlijke duurzaamheid zegt echter op zich niets over de duurzaamheid van de met dit hout gerealiseerde constructies. Houtconstructies gerealiseerd met weinig duurzame houtsoorten van honderden jaren oud functioneren nog steeds zeer goed, doordat de omstandigheden voor aantastende mechanismen (schimmels, insecten, bacteriën) afwezig zijn.

DE EERSTE REVOLUTIES Het bovenstaande schetst een beeld van de ontwikkelingen van traditioneel door iedereen gemakkelijk toepasbaar materiaal (laagdrempelig) naar technische hoogstanden waarvoor naast vakmanschap veel kennis nodig is. Natuurlijk blijft het ‘ambachtelijke hout’ ook in constructies een (hoofd)rol spelen. Ontwikkelingen worden echter gestuurd vanuit de nieuwe mogelijkheden: nieuwe producten, nieuwe bewerkingsmogelijkheden en nieuwe verbindingstechnieken.

Bracht de ontwikkeling van de zaag en van de draadnagel een soort van revolutie, de ontwik-

Hout is bezig met een revival in houtconstructies.





keling van het gelamineerde hout (rond 1900, zie figuur 1) vormde de aanzet tot grote modernisering. Al duurde het nog geruime tijd voordat de lijmverbindingen voldoende vertrouwd werden; de vroeg-gelamineerde elementen zitten nog vol met draadnagels als een soort van tweede draagweg.

Het duurde ook nog lang - tot na de Tweede Wereldoorlog - voordat het ontwerpen met moderne stiftvormige verbindingmiddelen (waaronder stiften, bouten en schroeven) ook rekenkundig toegankelijk werd. De oudere getimmerde constructies waren amper of niet voor berekening toegankelijk; veel gebeurde op ervaring (en hier en daar een experiment).

HOUTSCHROEF Het meest toegepaste verbindingmiddel is op dit moment wellicht de houtschroef. Wel ziet de moderne houtschroef er heel anders uit dan de traditionele, zie figuur 2. De ontwikkeling van de moderne schroeven is aangestuurd door het montageproces: traditionele houtschroeven moeten vaak worden voorgeboord; moderne houtschroeven veel minder (vooral door de vorm, zie figuur 2 (b)). Daarnaast geven voldaadse schroeven en de schroeven zoals aangegeven in figuur 2 (c) de mogelijkheid om verbindingen te ontwerpen waarbij de verbindingmiddelen op trek worden belast. Dit leidt tot sterke en stijve verbindingen. Nadeel is dat bezwijken abrupt volgt op het bereiken van de sterkte (brosse breuk) hetgeen de op uittrekken belaste verbindingmiddelen voor toepassing in aardbevingsgebieden ongeschikt maken.

Bekende houtbewerkingsmethoden zoals zagen en boren worden in toenemende mate vervangen door computergestuurde machines (CNC), die nauwkeuriger kunnen werken dan

het krimpen en zwellen van hout toelaten/ver-eisen. Complexe gebouwwormen met goed sluitende verbindingen worden mogelijk.

ENGINEERED WOOD De ontwerpen voor hoogbouwprojecten nemen een grote vlucht sinds de uitvinding van het Cross Laminated Timber (CLT). Hoge-sterkte gelamineerd hout, met lamellen van bijvoorbeeld beuken op uitgekiende posities, brengen weer andere mogelijkheden. De toepassing van beukenhouten lamellen wordt overigens mede gestuurd door het overschot van beuken en de verwachting dat er in de Europese bossen, onder invloed van de klimaatverandering, meer loofbos komt.

Ook LVL (Laminated Veneer Lumber), dat door zijn opbouw (fineerlagen naast elkaar) een aanzienlijk hogere sterkte en een minder aanzienlijk hogere stijfheid heeft dan gelamineerd hout (lagen op elkaar) vindt hierin zijn plek.

Niet alle 'nieuwe' elementen zijn ontwikkeld uit het oogpunt van verbeterde sterkte en stijfheid. Mogelijk zijn de meeste van deze elementen - zoals Parallam (PSL) ofwel parallel georiënteerde houtstrips - ontstaan vanuit het oogpunt van het reduceren van afval. Dit heeft misschien ook een rol gespeeld bij Brettstapelbau-elementen, waar een vloerplaat wordt verkregen door planken aan elkaar te nagelen. Vanwege het feit dat hierdoor vele elementen naast elkaar worden geplaatst, zijn de sterkte en stijfheid hoger dan de waarde waarmee bij de individuele planken gerekend kan worden (zelfde effect als bij LVL).

Houten vloeren zijn, na eerst verdrongen te zijn uit de begane-grondvloeren en later uit de verdiepingvloeren, aan een revival voor toe-

passing in de verdiepingvloeren bezig. Vóór en nadelen zijn eerder vermeld. Geprefabriceerde elementen zoals Lignatur en Lignotrend hebben nadelen getackeld en zijn gewaardeerde alternatieven geworden voor de vaak toegepaste steenachtige vloeren.

VOORUITGANG DOOR INNOVATIE Bovenstaande schetst een (beperkt) beeld van de ontwikkelingen op het gebied van construeren met hout. Deze voortgang is de laatste decennia in een stroomversnelling geraakt. Grote delen van het houtvak raken meer en meer geautomatiseerd waardoor bedrijven de focus hebben verlegd van zelf produceren naar verwerken.

De bulkproductie, van bijvoorbeeld gelamineerd hout, wordt op zeer efficiënte wijze door een aantal gespecialiseerde ondernemingen uitgevoerd. De producten worden voor een fractie van de dertig jaar geleden gangbare prijs op de markt gezet (in principe heeft deze transitie bij staal al lang geleden plaatsgevonden: een paar hoogovens produceren, de staalbedrijven verwerken). Dit houdt het houtvak concurrerend.

Het houtvak moet innoveren en doet dit ook, samen met onder andere de machinebouwers, ICT-specialisten en logistieke bedrijven. Ontwerpers, zowel architectuur als constructie, zullen hiervan de aanstichter en vooral gebruiker zijn.

Auteur: André Jorissen (SHR en hoogleraar TUe Houtconstructies)

Voetnoten:

- (1) Josef Kolb. Systems in Timber Engineering. Birkhäuser, Lignum, DGFH, Switzerland, 2008, ISBN 978-3-7643-8689-4;
- (2) Algemeen Dagblad, zaterdag 7 mei 2016;
- (3) Ronald Koets. Hoogbouw met Cross Laminated Timber. Master Thesis, Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), 2012;
- (4) Bas Boelaard. Design of an outrigger structure for tall timber buildings. Master Thesis, Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), 2012. ■

SHR 
ACADEMY

In het kader van kennisdeling brengt SHR Academy met enige regelmaat inhoudelijke artikelen uit. Dit artikel is hier een voorbeeld van. Maar wat zijn de te verwachten ontwikkelingen binnen het construeren met hout in de komende 25 jaar? Op SHR's feestelijke jubileumbijeenkomst (9 september 2016 vanaf 14.00 uur in Wageningen) wordt meer inzicht hierin gegeven. Website: www.shr.nl. ■