

HOUT OP HOOGTE

Door grondstoffenuitputting en klimaatverandering staan biobased bouwen en circulair functioneren hoog op de agenda. Het proces dat deze transitie begeleidt, is een krakende kar die in de modder vooruit centimeterert. Het immer bijgroeiende bouw materiaal hout komt als geroepen om het vehikel vlot te trekken, als planken voor de zich vastzuigende wielen.

Tekst **Hans de Groot**



Michael Green Architecture
ontwierp in 2014 het Wood
Innovation and Design Centre
in het Canadese Prince George,
British Columbia
Beeld Ema Peter, Vancouver



Het product kruislaaghout (cross-laminated timber, vaak afgekort tot CLT) is ontwikkeld in de Duitstalige landen en is na een traag dubbeldecennium ontdekt als materiaal voor houthoogbouw. Vanzelf dient dit supertriplex ook voor laag- en middelhoogbouw, voor woningen, kantoren en openbare gebouwen. Het is zeker geen modeverschijnsel. Zo publiceerde het gerenommeerde constructiebureau ARUP onlangs een studie die het fenomeen houthoogbouw stevig positioneert.¹ Het bureau benadert de toepassing van (kruislaag)hout in ontwerpen en bouwen vanuit zeven gezichtspunten: CO₂-opslag, stedelijke verdichting, welzijn, prefabricage, duurzame herkomst, materiaal kennis en innovaties. Het sluit naadloos aan bij eerder verschenen publicaties over dit onderwerp.²

ARUP's rapport is de vrucht van een jarenlang opgebouwde expertise met hout. Al vanaf het voorjaarsontwaken van duurzaam bouwen midden jaren negentig heeft het bureau zich óók toegelegd op construeren met hout, in de wetenschap dat het materiaal een belangrijke rol in het eenentwintigste-eeuwse bouwen gaat vervullen. Het bijzondere van dit biobased materiaal *avant la lettre* is dat het zich al eeuwen soepel aanpast aan 's mensen wensen. Minstens zo opmerkelijk is de ongekende veelzijdigheid van honderden houtsoorten en toepassingen in tientallen toepassingsgebieden (waaronder bouw, renovatie, gww en interieur). Daarbij is de gemakkelijke bewerkbaarheid een van de onschatbare pluspunten.

Grootste innovaties

De laatste eeuw heeft het samenspel met machines zeer grote innovaties opgeleverd, waaronder gelamineerd hout (1906), gelamineerd fineerhout (1972), kruislaaghout (begin jaren 1990) en Baubuche (gelamineerd fineerbeuken in 2014). Door de koppeling van ontwerpprogramma's aan CNC-machines worden de meest complexe en vreemdvormige houtconstructies simpel realiteit. Dat vermaarde architecten als Shigeru Ban en Kengo Kuma in hout ontwerpen, bewijst de volwaardigheid van het materiaal. De houtconstructie van Kuma's Olympisch stadion in Tokio zal het natuurmateriaal tijdens de spelen van 2020 opnieuw op de kaart zetten.

Kruislaaghout is opgebouwd uit kruiselings gelijmde lamellen in drie, vijf, zeven, negen of elf lagen. De basisgrondstof is meestal vuren, al worden ook andere naaldhoutsoorten gebruikt, zoals grenen, douglas, spruce-pine-fir (Noord-Amerika), en ook loofhout als berken en Amerikaans tulpenboomhout. Voor een mooie zichtkwaliteit bestaan de buitenste lamellen naar keuze uit bijvoorbeeld zilverdennen of, zoals bij paviljoen Circl in Amsterdam, lariks. De maximale afmetingen van de massieve panelen bedragen 18,50 x 3,50 x 0,50 meter. Daarmee zijn wanden en vloeren in één keer te overspannen. Door de opbouw werken de platen nauwelijks meer. Ze worden aangeboden in niet-, industrie- en zichtkwaliteit. Door het grote formaat, de geweldige schijfwerving en de uitstekende

statische belastbaarheid is er in vrijheid mee te ontwerpen. En door het lichte gewicht (480 kg/m³), is er snel mee te bouwen. Wat tevens gunstig is voor aardbevingsgebieden

De kwaliteit is hoog, doordat alle elementen worden geprefabriceerd. Deuren, kozijnen en leidingdoorvoeren worden meteen uitgezaagd. Al naar de plaatdikte en opbouw is een brandwerendheid van 30, 60, 90 of 120 minuten te halen. Zichthout balsemt het gemoed en geeft een gezond binnenklimaat. Door het grote aandeel hout wordt véél CO₂ opgeslagen (1 m³ = 1.000 ton CO₂). Verdere goede eigenschappen zijn: modulaire flexibelbouw, constructieve sterkte, thermische kwaliteit (koel 's zomers, warm 's winters), niet-giftigheid, niet-allergisch karakter en voordelige en schone bouw (nauwelijks faalkosten, tachtig procent hergebruik bouwafval). Kruislaaghout wordt vaak toegepast samen met gelamineerd hout en/of gelamineerd fineerhout (Kerto) en/of houtskeletbouwelementen.

Beton van de eenentwintigste eeuw

Volgens Stirling Prize-winnaar Alex de Rijke (drmm Londen) is hout het beton van de eenentwintigste eeuw. Zijn collega Andrew Waugh (Waugh Thistleton Architects, Londen) stelt dat kruislaaghout het enige juiste product is voor stedelijke woningbouw van hoge dichtheid en kwaliteit. Beiden zijn gelauwerde houtarchitecten. De Rijke paste als eerste het innovatieve kruislaagtulpenboomhout toe in het tienmaal onderscheiden Maggie's Oldham (2017). Waugh realiseerde het eerste houthoogbouwproject ter wereld: Stadthaus in Londen (2009; negen verdiepingen, 29 meter hoog). In 2017 kwam daar als nieuw hoogtepunt Dalston Lane in Londen bij (tien verdiepingen, 33 meter hoog). Het is het grootste kruislaaghoutproject ter wereld (4.500 kubieke meter).

En daarmee komen we op urbanisering en bevolkingsgroei die schreeuwen om veel huisvesting in vooral steden. Tot 2025 is twee miljard vierkante meter woningvoorraad nodig. Natuurgebieden en plattelanden moeten blijven bewaard. Verdichting in het stedelijk areaal betekent hoger bouwen, optoppen en bouwen op onmogelijke, over het hoofd geziene of armoedig beoordeelde locaties, bijvoorbeeld boven sporen of op slappe grond waar traditioneel bouwen bossen heipalen vereist. Echter, hoe bebouwer het stedelijk steenschap, hoe meer parken en groenstroken nodig zijn tegen claustrofobie, depressie en onbehagen. Naturalia voorzien in biodiversiteit, schoonheid van lucht en water en ze beperken waterteverel, oververhitting, erosie en geluidsoverlast. Psychologisch zijn er tal van gunstige langetermijneffecten op menselijk handelen en wandelen, zoals verbinding met de natuur, sociale integratie, investeringen, economische activiteit, waardevermeerdering vastgoed, lagere criminaliteit, ontstressing en verbeterde lichamelijke, emotionele en geestelijke gezondheid. Dit spaart op allerlei terreinen een schep geld uit. Met vooruitziende blik is beleggen in biofilisch bouwen *winvesteren* in de toekomst.

In dit bouwbeeld passen vanzelfsprekend biobased



Waugh Thistleton Architects ontwierp in de Londense stads-
wijk Hackney een woontoren van
negen verdiepingen met een
hoogte van 29 meter
Beeld Smoothie Londen



Woongebouw Treet in Bergen is ontworpen door Artec Arkitekter. In deze houthoogbouw van 51 meter hoog zijn 62 appartementen over veertien verdiepingen
ondergebracht Beeld Bob BBL Bergen





Appartementengebouw Puukuokka in het Finse Jyväskylä is een houthoogbouwproject in kruislaaghout, dat in 2014 is ontworpen door architect Anssi Lassila van OoPEAA Office for Peripheral Architecture. Het gebouw heeft acht verdiepingen en is 26 meter hoog
Beeld Mikko Auerniitty Jyväskylä

materialen als hout voor woning- en utiliteitsbouw. In de stad is hout(hoog)bouw met z'n lichte gewicht duidelijk in het voordeel: een houtconstructie weegt circa vijf keer minder dan een betonnen equivalent (twintig procent). Het genoemde project Dalston Lane staat bijvoorbeeld op een lastige locatie waaronder een treintunnel loopt. De lichte bouw in kruislaaghout maakte vijftien extra appartementen over drie verdiepingen mogelijk en in een later stadium kunnen er nog twintig extra bij.

Aanslag op grondstoffen

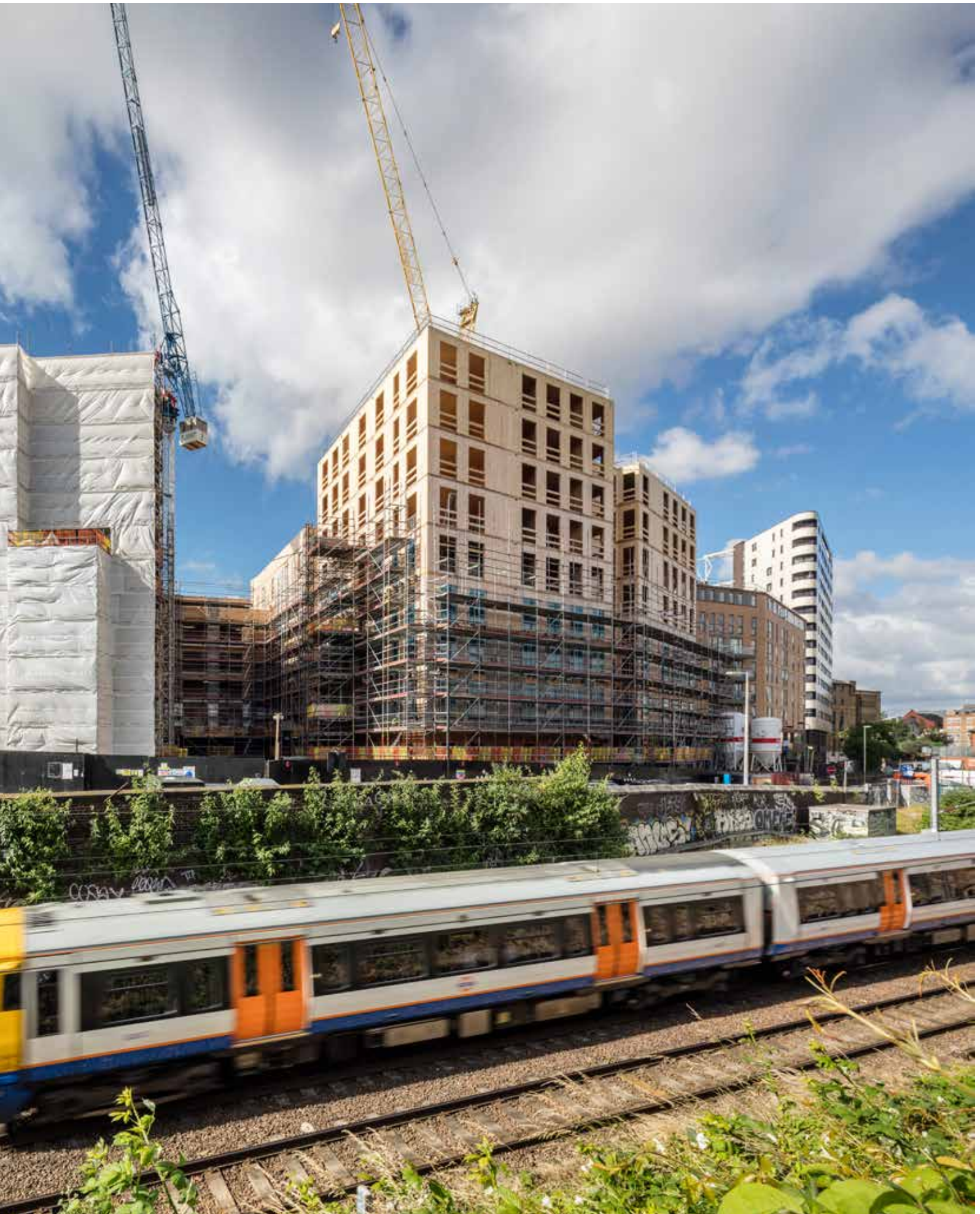
De bouwexplosie betekent een forse aanslag op grondstoffen en een dramatische verhoging van de CO₂-uitstoot. Als geheel pakt de bouw wereldwijd vijftien procent van deze uitstoot weg. In het Klimaatakkoord van Parijs (2015) hebben eerst 55 en uiteindelijk 195 landen afgesproken de CO₂-uitstoot in 2050 tot nul terug te brengen om de klimaatopwarming tot anderhalf, maximaal twee graden Celsius te beperken. Er moet dan wel het een en ander gebeuren. De CO₂-voetafdruk van beton en staal is ontzagwekkend, al zijn er initiatieven van de respectieve industrieën de zevenmijlslaars te verkleinen. Cement draagt nu voor acht procent bij aan de wereldwijde CO₂-uitstoot, ijzer en staal doen dat voor zes à zeven procent. De cijfers van grondstoffenslurper én Klimaatakkoord-ondertekenaar China zijn: staal 33 procent, cement 26 procent, kunststof zeventien procent, metaal zeven procent, aluminium zes procent, textiel vier procent, voedsel drie procent, papier twee procent, hout een procent en overige een procent.

In de bouw kan hout de CO₂-voetafdruk aanzienlijk verkleinen. Dat gebeurt al bij de groei van hout in het boomstadium, waarbij CO₂ massaal uit de lucht wordt gevangen en opgeslagen. Als bouwproduct blijft die opslag bewaard. Er is bovendien minder CO₂-uitstoot en energiegebruik bij de productie van bouwelementen, het vervoer (gebruik lokaal hout) en de montage. Vanzelfsprekend moet die opslag vele circulaire vervolglevens van hergebruik, recycling, biomassaproduct en verbranding meegaan. In de circulaire economie draait het materiaal zowel in de biologische (hout) als technische cyclus (houtproducten) mee. Bij voorkeur moeten de constructies gemakkelijk demontabel zijn en het hout moet schoon blijven, dus zonder verf, chemicaliën en conserveringsmiddelen.

Later dit jaar brengen DSM en PPG Coatings een biobased kwaliteitsverf op de markt, die een onderhoudscyclus van tien jaar garandeert. Dit neemt het minpunt voor de circulariteit van geverfd hout weg. En dat geldt evenzeer voor houtlijmen die nauwelijks nog vluchtige organische stoffen bevatten en steeds 'natuurlijker' worden. Ook brandvertragers hebben tegenwoordig natuurlijke grondstoffen als biobasis. Verder is een hele klasse van gemodificeerde houtproducten ontstaan, die een thermische of non-toxische behandeling hebben ondergaan (Thermowood, Accoya). Grootste voordeel is dat niet-duurzame houtsoorten worden opgewaardeerd naar duurzaamheidsklasse 1 of 2.

Dalston Works in Londen is een ontwerp van Waugh Thistleton Architects uit 2017. Dit kruislaaghoutproject heeft tien verdiepingen en is 33 meter hoog
Beeld Daniel Shearing
Brighton







Het door dRMM ontworpen Maggie's Oldham uit 2017 biedt een innovatie in kruislaagtulpenboomhout Beeld dRMM Londen/Alex de Rijke

Gigantisch soelaasreservoir

Houtgroei, houtkap en houtgebruik dienen met elkaar in balans te blijven. Dit wordt gegarandeerd door bos- en houtcertificering én door een circulair ingestelde maatschappij. Zo ontstaat een gigantisch soelaasreservoir van CO₂-opslag. Vuistregel is: verantwoord duurzaam geproduceerd hout uit verantwoord duurzaam beheerde bossen, oftewel gelabeld met een FSC- of PEFC-certificaat. Circa 1,6 miljard mensen is afhankelijk van bosvoortbrengselen. Voor het behoud van de bossen is het daarom belangrijk dat de bevolking eraan kan verdienen. *Houtkap bevordert de instandhouding van bossen en vergroot de CO₂-opslag.* Voorwaarde is wel dat dit gematigd gebeurt: een paar bomen

per hectare, waarna je pas na dertig jaar in ditzelfde gebied een volgende kleinkap pleegt.

Deze handelwijze vereist in de tropen politieke wilskracht: vooralsnog lezen armoede en corruptie daar de les van rampzaligheid, met alle bosverbranding en bosverakkering van dien. Gezien de grote urgentie zou, zowel de jure als de facto, alléén gecertificeerd hout mogen worden ingevoerd. Dan vervalt het klimaatverwarmende rijkrekenexcuus dat *de klant er niet om vraagt*. In onze bouw wordt constructief voornamelijk Europees naaldhout toegepast, maar voor de problemen van de tropen kun je de ogen niet sluiten. En dan is hout een fantastische keuze. Wereldwijd lopen er tal van initiatieven en programma's om de bouw minder grondstof- en klimaatvijandig te maken. In Canada, Nieuw-Zeeland,



de kinderschoenen. Bouwen met kruislaaghout zorgt voor een versnelling in de prefabricage met eigen fabrieken. Toekomstmuziek zijn vliegende brigade- en minifabrieken op de bouwplaats. Ooit zullen gebouwen in IKEA-achtige platpakken op de bouwplaats arriveren.

Kennis van het materiaal

Onmisbaar voor hout(hoog)bouw is kennis van het materiaal. Hout is een complex materiaal dat in vele soorten wordt toegepast met onderscheiden eigenschappen in sterkte, duurzaamheid en tekening, wat gevolgen heeft voor hun toepassingsgebieden en detailleringen. De achterliggende eeuwen is veel kennis opgebouwd, die aan iedere generatie opnieuw moet worden uitgelegd. En daar zit een knelpunt, omdat het (hoger) onderwijs veel te weinig aandacht aan hout besteedt. Nu het belang ervan met sprongen toeneemt, is het zaak dit kennisprobleem adequaat te ondervangen. Dan gaat het om zaken als houtsoortkeuze, houtvochtigheid, weersbescherming, conservering, geluidsisolatie, akoestiek, bouwfysica, trilling, luchtdichtheid, warmtecomfort en energieprestatie. En in het bijzonder om vooroordelige kwesties van brandwerendheid, geluidsisolatie en onderhoud.

Rond de laatste eeuwende is een forse belemmering voor houthoogbouw weggenomen. Daarvoor was, vooral om redenen van brand, de bouwhoogte beperkt tot vijf à zes verdiepingen. Door een voortschrijdend proces van theorie (onderzoek en regelgeving) en praktijk (gewoon doen, productverbeteringen) schieten houthoogbouwprojecten nu als paddenstoelen uit de grond. De brandveiligheid hangt af van gebouwhoogte, bewoning, compartimentering, constructie, opbouw wanden/vloeren, vluchtwegen, brandvertraging, vergipsing of versprinklering.

Houthoogbouw kan, al naar de locatie of ontwerpkeuze, hout-hybridebouw zijn, waarbij de begane grond en/of het trappenhuis/lift voor de stabiliteit in beton zijn uitgevoerd; ook kan de constructie van staal zijn. Of ze is compleet in kruislaaghout opgetrokken met een verwaarloosbaar deel beton (laagje op vloeren; of geluidsisolerend zand erin), al of niet in combinatie met gelamineerd hout (kolommen en liggers) en/of Kerto. Met houthoogbouw wordt lustig geëxperimenteerd, naar een zonnigere toekomst. ■

Duitsland, Finland, de Verenigde Staten en Australië is *Wood first* al de beleidslijn. Ook beoordelen instanties als LEED en BREEAM bouwmethoden en bouwmaterialen op hun milieumerites. Daarbinnen worden lca's en materialenpaspoorten gemeengoed. Het is niet de bedoeling materialen compleet te verketteren.

Met moderne freesmachines en voortgaande robotisering is het gemakkelijk bewerkbare hout zeer geschikt voor prefabricage. Met technieken als vingerlassen, lamineren en frezen zijn reeksen foutvrije bouwproducten te maken, tot en met grote modules. Hout(hoog)bouw kent op de bouwplaats minder lawaai, stof en afval, is dus buurtvriendelijker en veiliger. Prefabricage is in Europa geheel ingeburgerd, in Groot-Brittannië, de Verenigde Staten en Canada ontwast zij

Noten

1. ARUP, *Rethinking Timber Buildings. Seven perspectives on the use of timber in building design and construction*, Londen 2019.
2. Een vrij complete constructieve beschrijving van houthoogbouw vind je in *The Case for Tall Wood Buildings. How Mass Timber Offers a Safe, Economical, and Environmentally Friendly Alternative for Tall Building Structures*, Vancouver 2012. Aan deze publicatie verleenden Michael Green Architecture, constructiebureau Equilibrium Consulting, LMDG Building Code Consultants en aannemer BTY Group hun medewerking. Ook interessant is het *Summary Report: Survey of International Tall Wood Buildings*, Forestry Innovation Investment (FI), Vancouver, Canada en Binational Softwood Lumber Council (BSLC) Surrey BC, Canada, mei 2014. In dit rapport zijn tien houthoogbouwprojecten geanalyseerd, met plus- en minpunten en aanbevelingen. Ten slotte zij gewezen op *100 Projects UK CLT*, Vancouver 2018. In opdracht van de Canadese Softwood Lumber Board & Forestry Innovation Investment behandelt het Londense bureau Waugh Thistleton Architects honderd kruislaaghoutprojecten in Groot-Brittannië: scholen, woningen, openbare gebouwen en kantoren.