



Tomorrow's Timber Talk

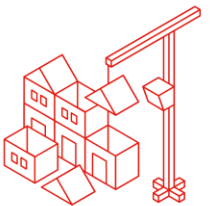
28-04-2022

Biobased Bouwen |
De houtbouw revolutie



City Deal

Circulair en Conceptueel Bouwen



Agenda
Stad

De houtbouw revolutie

Pablo van der Lugt en Atto Harsta namen ons mee in de feiten en fabels over houtbouw.

- Is er wel genoeg hout? Kunnen we geen ontbossingsvrije bouwmaterialen gebruiken?
- Hoe zit het met brandveiligheid?
- Hoe zit het met geluid en houtbouw?

Deze mythes zijn ontkracht in het boekje **'Houtbouwmythes ontkracht'**, klik [hier](#) (of [hier](#)) om deze te downloaden.

Ze schreven het boek *Tomorrow's Timber* (in het Nederlands *De Houtbouw Revolutie*). Deze talk werd georganiseerd in samenwerking met het PEFC, een keurmerk voor duurzaam bosbeheer. PEFC-gecertificeerd materiaal is samen met FSC hout de grootste voorwaarde voor de transitie naar grootschalig biobased materiaalgebruik. In andere woorden: **biobased heeft alleen zin als het materiaal uit duurzaam beheerde bossen komt.**



De why: wat we meenemen van toen

Op dit moment is de helft van het grondstoffenverbruik, en 39% van de CO₂ emissies gerelateerd aan de bouw (incl. *embodied carbon* en de productie van bouwmaterialen). 7% daarvan is te wijden aan de cementindustrie – dat is meer dan het verbruik van India als land bij elkaar. Dit illustreert de **kans die er ligt voor Nederland in het verminderen van de milieu impact**, door het inzetten op biobased grondstoffen.

Vroeger werd er veel meer gebouwd in hout (maar liefst 7 à 8 eeuwen lang); waarom doen we dat eigenlijk niet meer? Een verklaring kan gezocht worden bij de industriële revolutie, toen handwerk werd vervangen door cement, bakstenen en staal – homogene materialen die een **uniforme prestatie** konden leveren, en bouwen makkelijker maakten. Er was immers minder kennis en techniek nodig over vochtgedrag, sterktes, overstekken, beschaduwing, grote oppervlakten overspannen, e.d.

Door digitalisering en de huidige tijdsgeest is hout weer interessant geworden; *mass timber* maakt het mogelijk om ook deze uniforme prestatie te leveren. Je weet van tevoren precies wat je met de elementen kan doen, van een 3D ontwerp tot een recht toe recht aan flatgebouw.

Engineered wood (geoptimaliseerde houtproducten) maken een grootschalige manier van bouwen mogelijk, maar **gedragen zich anders dan traditionele bouwmaterialen**. Het krimp en zwelgedrag van hout is anders in verschillende richtingen (t.o.v. staal), per stam anders en vraagt om extra expertise.

De naam *mass timber* heeft nog geen allesomvattende Nederlandse vertaling. Het woord *mass* slaat bijvoorbeeld ook op het potentieel en de massa fabricage die het product biedt. Je kan het zien als een soort Kapla voor grote mensen.

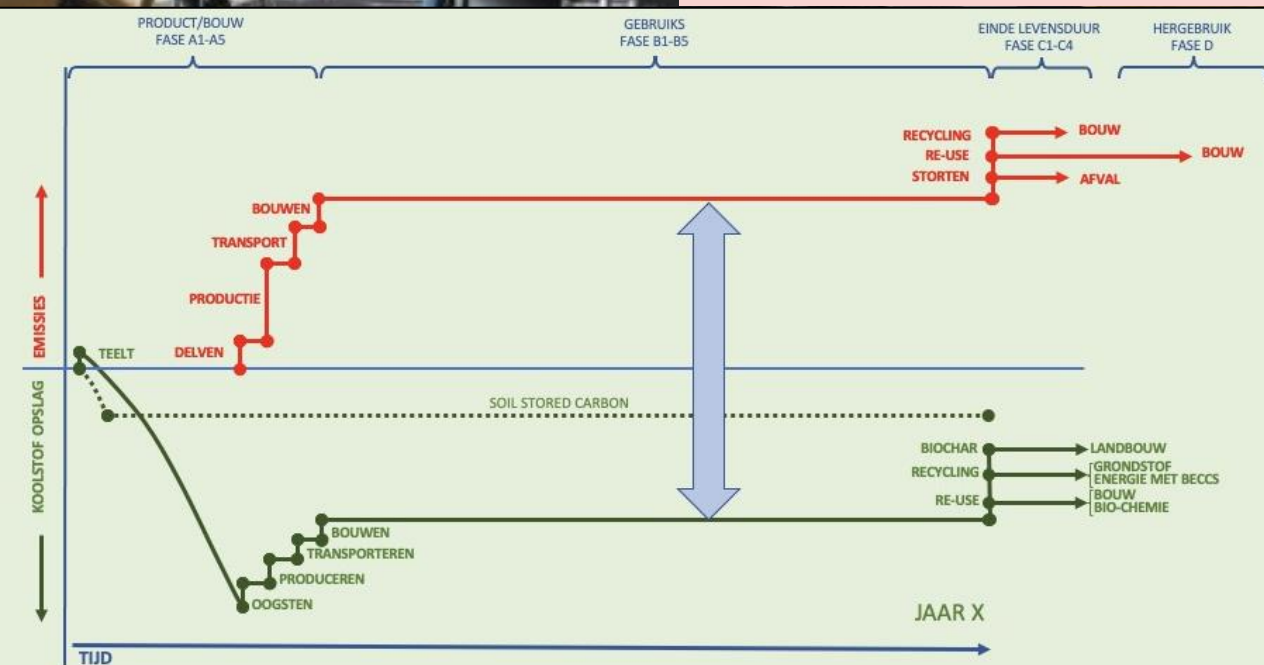


The GSK, CO₂ Neutral Laboratory,
Nottingham, UK,
Architect: FDG, The Fairhursts Design Group,
Fotografie: b&k structures / binderholz

De natuur in huis halen: fotosynthese voor CO₂ opslag

Er zit 100 gigaton CO₂ verschil tussen houtopslag en betonuitstoot. Bijkomend voordeel: droog hout gaat niet rotten en dus oneindig mee. Verbranden over 70 jaar is niet nodig; zo blijf je CO₂ eeuwig vasthouden.

We kunnen een natuurlijk proces wat we kennen als fotosynthese gebruiken voor CO₂ opslag in natuurlijke materialen. De helft van een natuurlijk materiaal zoals hout is biogeen carbon, CO₂ opgeslagen tijdens de groei. Wanneer hout uit duurzaam beheerde bossen wordt gehaald (wat in Nederland voor naalddhout voor 99% het geval is) en niet wordt verbrand, kan er enorm veel CO₂ in zogenaamde CO₂ banken (bos en gebouwde omgeving) bewaard blijven. Na 40-60 jaar neemt de groei en de opslag van CO₂ af (als het bos volwassenheid bereikt), en wordt het logisch om te oogsten en hoogwaardig om te zetten naar materialen. Er is dan ruimte voor het bos om opnieuw te groeien en weer meer CO₂ op te slaan.



Hiermee sla je twee vliegen in één klap: **je vermindert de hogere CO₂ uitstoot tijdens het productieproces** van impactvolle materialen als staal en beton (*embodied carbon*) én er is **in totaal meer CO₂ in natuurlijke materialen opgeslagen dan er uitgestoten is** (CO₂ positief). Met als bonus extra zuurstof in de lucht.

De getallen spreken voor zich: 1 ton hout vervangt 1 ton staal en bespaart daarmee 1,5 ton CO₂. Ook is hout met een factor 10 beter dan beton. Er wordt wel nog CO₂ uitgestoten tijdens transport, fabricage en door het gebruik van niet-circulaire lijmen (1%), maar alsnog weegt de CO₂ opslag daartegenop. Een directe CO₂ taks op bouwmaterialen zou de materiaalkeuze sterk bevorderen; daarmee wordt beton zo'n 30% duurder.

Voordelen van hout, zonder dat je het ziet

Een houten gebouw hoeft niet te betekenen dat je dit ook als kenmerk aan de binnen- of buitenkant ziet terugkomen. Zie bijvoorbeeld de [London Dalston Works](#).

De voordelen van werken met gefabriceerd hout zijn veelvuldig:

- Met BIM modellen worden **alle afmetingen, raam- en deuropeningen al meegenomen**. Zo werk je foutloos en efficiënt, maar het vergt ook meer engineering aan de voorkant;
- Je kan **lichter en compacter vervoeren** d.m.v. *platpacking* op een truck. Hout is 5x lichter t.o.v. beton en beter stapelbaar, waardoor je minder vrachtwagens nodig hebt en daardoor ook minder CO₂ uitstoot;
- Een lichte constructie kan ook wenselijk zijn bij bouwen op **gevoelige ondergrond**, zoals het bouwen boven een metrolijn;
- Bij dit project is ook gekeken naar de **minste overlast** in de wijk: door prefab hout in te zetten waren maar 100 trucks benodigd tijdens de bouw i.p.v. 700;
- **Snellere bouwtijd**: een houten gebouw staat 9 maanden sneller in elkaar dan een gietbouw betonnen gebouw. In deze maanden kan een deel van de kosten terugverdient worden (bijv. door eerder huurinkomsten te innen);
- Een houten CLT gebouw is 10% duurder dan traditionele bouw in beton – maar doordat over het hele proces **minder faalkosten** worden gemaakt is het werkelijke prijsverschil maar 1 à 2%. Procesvoordelen maken veel goed.

Met de MRA Green Deal Houtbouw, waarmee de ambitie van 2 naar 20% houtbouw wordt uitgesproken, is Amsterdam hard op weg naar de houtbouwhoofdstad van Europa.

Freebooter, Amsterdam, Nederland
Architect: GG-loop
Fotografie: Francisco Nogueira



A large, light-colored wooden beam is being hoisted by several thick cables attached to a crane. The beam is positioned horizontally across the frame. In the background, a multi-story building with a white metal frame is visible. A person is standing on a lower level of the building, looking up at the beam. The sky is overcast.

D(emontabel), Delft
Architect: cepezed
Fotografie: Lucas van der Wee, Metsä Wood

Foutloos en efficiënt: de hoogte in met glulam en CLT

Het productieproces voor Cross Laminated Timber (CLT) begint bij naaldhoutplanken waar alle knoesten uit worden gehaald en de sterkte wordt gecheckt. Het hout wordt in lange planken kruislinks en in een oneven aantal aan elkaar gelijmd. Verbeterpunt: CLT bevat ongeveer 1% lijm, welke helaas niet biobased is en nog een schadelijke component bevat. Circulaire opties zijn in ontwikkeling, zo zou je bijv. deuvels kunnen gebruiken i.p.v. lijm. Daarnaast scoort hout ook zwaar in een LCA – een alternatieve bepalingmethode is onderweg.

Het verschil tussen glulam en CLT zit hem vooral in de sterkte van het materiaal. Door de kruislinkse verlijming is **CLT overall en aan alle kanten even sterk**, t.o.v. bijvoorbeeld glulam. Glulam is een balk waardoor de sterkte niet evenredig verdeeld is (anisotroop materiaal). Toch zijn beide materialen met een factor 4 geoptimaliseerd wanneer je het vergelijkt met een massief houten balk.

Op dit moment staan er enkele CLT fabrieken in onze buurlanden, maar niet in Nederland. Het is de vraag of het logisch is om dit in Nederland ook te doen: We zijn geen hout producerend land. Uiteraard willen we hout hoogwaardig toepassen, maar hoe belangrijk is het om Hollands hout te gebruiken? Je zou hiermee de zelfvoorzieningsgraad verhogen, maar de bossenstrategie in Nederland kent veel andere functies toe aan een bos (denk aan wandelen, recreëren). Daarnaast ben je in de tijd die nodig is voor groei ook afhankelijk van grote stromen uit andere landen.

Boerboom Hout Groep is voornemens om in 2024 een Nederlandse CLT fabriek in werking te treden.

Waar groeit de baksteen? De hernieuwbaarheid van hout

Van kinds af aan is er een onderbuikgevoel dat het kappen van bossen een slechte ontwikkeling is – wanneer we het hebben over kappen van hardhout en tropische ontbossing is dat ook zo. Dit is vooral een economisch gevolg op de groeiende vraag naar vlees, veeteelt, veevoer en een manier om daar ruimte voor te creëren, **niet een gevolg op de vraag naar hout.**

In het Noordelijk halfrond is de laatste jaren juist **meer bos bijgekomen dan dat er gekapt is**. In cijfers uitgedrukt: dit komt neer op een jaarlijkse groei van 500.000 voetbalvelden aan bebossing. Toch komt bijna al ons hout uit Europa (zo'n 40% van de oppervlakte bestaat uit bos).

Bovendien zitten veel landen (buiten Zweden) nog lang niet op hun maximale productiecapaciteit. Er kan nog 300 miljoen kubieke meter extra hout geproduceerd worden, maar er is nog geen logistiek om bij dat hout te komen; we kunnen nu maar 75 miljoen kubieke meter extra ontsluiten. Met het omzetten naar bruikbaar materiaal heb je na conversie verlies nog 30 miljoen kubieke meter aan hout over. Ter beeldvorming: voor een enkele woning heb je ongeveer 60 kubieke meter hout nodig. Daarmee kun je dus 500.000 extra woningen in hout realiseren – **mits er genoeg fabrieken zijn om het hout te verwerken**. Hier zit de grootste bottleneck, niet in handjes in de bouw e.d.



Paradoxaal gezien is hardhout goed om te kappen, selectieve kap is goed voor een bos en de biodiversiteit ervan.

Nursery, Guastalla, Italy
Architect: Mario Cucinella Architects
Fotografie: Fausto Franzosi, Rubner Ho



Freebooter, Amsterdam, Nederland
Architect: GG-loop
Fotografie: Francisco Nogueira

Het Swettehus in Friesland is een mooi voorbeeld van hout wat al 100 jaar oud is uit de omgeving, dat een hoogwaardig tweede leven heeft gekregen. Tegen de tijd dat je het 3/4 keer hergebruikt, is het hout al enkele keren terug gegroeid.

Circulariteit en gezondheid

Hout is dubbel circulair: bij een lange gebruiksfase van een gebouw, is het materiaal weer terug gegroeid. Daarnaast is hout bewerkbaar, je kan tijdens de gehele levensduur gaten bij boren, en weer dichtstoppen. Je kan hier rekening mee houden bij demontabel bouwen door wat overlap in te rekenen, want je schaaft het hout vaak bij voor nieuw gebruik. Je kan maximaal gebruik maken van de bouwfysische aspecten van het materiaal, en hoeft het vaak niet af te werken.

Biophilic design, bouwen met natuurlijke materialen, heeft een positieve impact op de gebruiker. Zo is gebleken dat het zorgt voor een lagere hartslag, minder stress, betere concentratie, hogere leerprestatie, meer productiviteit en minder verzuim (zo'n 2%). Bij veel scholen en kantoren kan dit een goede manier zijn om meerkosten te beargumenteren en anders te waarderen.

Verbindingen

Tegenwoordig kunnen houten balken geproduceerd worden in grote eenvormige en uniforme lengtes van 30 meter. Architectonisch zijn overspanningen van 6 à 7 meter mogelijk; 100 jaar geleden was dit nog niet denkbaar. Hiermee is de **concurrentiepositie t.o.v. traditionele bouwmaterialen vergroot**. Nieuwe ontwikkelingen zoals de I-ligger, goede architectuur en structurele efficiëntie (sterkte per gewichtseenheid) dragen hier ook aan bij.

Een groot deel van de kosten in complexe projecten gaan naar de verbindingen: het rekenen aan houtconstructies, krachtoverdracht van liggers naar kolommen, momentvaste verbindingen, vloerconstructies, engineerings kosten, maar ook materiaal kosten. **Dit vraagt om de juiste opleiding en is een kans om sector te laten groeien.** Kijk bijv. naar Sustainer homes die gespecialiseerd zijn in parametrische modellen.

Wanneer je kijkt naar integrated systems (vloeren en platen) zie je vaak hout als afwerkingsmateriaal. De snelheidswinst zit ook in afbouw, zo kan je met de helft van het aantal mensen een dak plaatsen.

Bouw je in HSB (timber frame systems), dan is grondgebonden laagbouw prijsneutraal, voor mass timber is dat nog niet. Bouw je de hoogte in en wordt de kracht op het materiaal groter, is het gunstig om naar mass timber te gaan, maar daar is meer materiaal voor nodig.

Houterman Sleepdiensten, Nijmegen
Fotografie: Assinkhout, Metsä



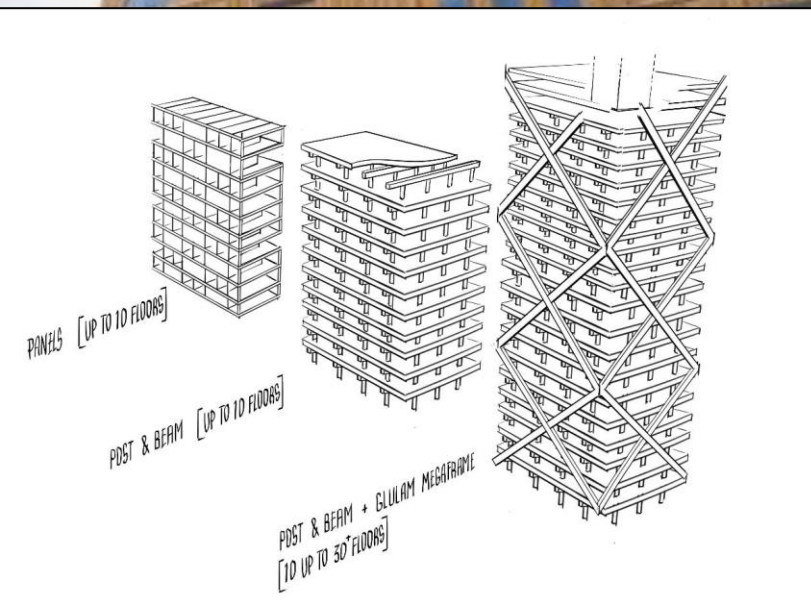
Het Sara cultuurhuis in Zweden is modulair gebouwd en heeft daarmee 1 jaar aan bouwtijd bespaart. Dit voorbeeld laat zien dat materialen elkaar ook kunnen versterken (betonnen liftkoker), op voorwaarde dat alle partijen goed met elkaar samenwerken. Anders eindig je met meer faalkosten om de uitwerking van details.

Mjøstårnet, Brumunddal, Norway
Architect: Voll Arkitekter
Fotografie: Moelven

Mass timber bouwsystemen

We onderscheiden 3 constructieve principes waarbinnen Massiefhout kan worden toegepast; massieve panelen, kolommen en liggers en hybride systemen (oa met de inzet van een houten megaframe in de gevel).

1. **Panelen.** Werken met hout wordt makkelijk gemaakt door de hoge bewerkbaarheid. Je kan maximaal gebruik maken van de bouwfysische aspecten van het materiaal en hoeft het niet af te werken. Ook maakt het prefab werken m.b.v. modules mogelijk tot wel 10-12 hotelkamers per dag.
2. **Kolommen en liggers.** Vloeren zijn de meest uitdagende verbinding in een appartement. Zowel op akoestiek/geluidswerende kant als de brandveiligheid. Een zwevende vloer is een mogelijkheid, maar het leidingverloop moet er ook in. Dit onderdeel is nog vol in ontwikkeling, bijv. door te kijken naar een droge vloer die circulair en aanpasbaar is, met een zwevende gegoten vloer erop. Deze is makkelijk weg te halen waardoor je ook weer plattegronden kan veranderen.
3. **Hybride systemen.** Je kan kiezen voor een hybride constructie waarbij je een mooi beeld behoud, en materiaal efficiënt bezig hebt. Pas het juiste materiaal op de juiste plek toe. Bijvoorbeeld kernen, liftschachten en trappenhuisen in beton (voor de brandveiligheid en constructieve sterkte) en de rest van het gebouw in hout. Een prefab CLT-betonnen vloer is ook een mogelijkheid, deze wordt verbonden met deuvels (stalen pinnen) en met beton overgoten (samengestelde vloer).



Het hoogste houten gebouw ter wereld staat in Noorwegen: de **Mjøstårnet**. Dit gebouw, dat bestaat uit een glulam constructie en CLT wanden, behaalt een hoogte van ruim 85 meter.



Over akoestiek, brandveiligheid en thermische effecten

- **Akoestiek** gaat over de geluidsoverdracht tussen verdiepingen en appartementen (buren). Het ontkoppelen van geluid wordt hierbij als belangrijkste maatregel gezien (trillingen tegengaan tussen wanden en vloeren). Daarmee zorg je dat geluid niet in houtconstructie terecht komt. Het inpakken van hout met gips is een oplossing (voor zowel brand als geluid) maar daardoor is het hout niet zichtbaar meer, en verhoog je de MPG score. Woningen zijn hierbij ook complexer, kantoren hebben minder eisen wat betreft geluidsoverdracht, en zijn dus geschikt om mee te experimenteren.
- **Brandveiligheid.** Hout brand pas als er genoeg zuurstof bij zit, vandaar dat het lastig is om een massief stuk hout (balk) in brand te zetten. Bij een houten gebouw wordt de strategie van verkolen toegepast, waarbij het een brandproef van 120 minuten kan doorstaan. Hout verkoolt 0.7 mm per minuut, en deze verkoollaag zorgt voor natuurlijke weerstand tegen brand, waardoor het steeds lastiger wordt om de ontbrandingswaarde te halen. Daarmee hou je voldoende kernmateriaal over om constructie te dragen.
- **Thermische effect.** Hout is van nature een goede isolator; zo heb je vanzelf geïsoleerde kozijnen wanneer je deze in hout uitvoert en zijn er geen koudebrug onderbrekingen nodig. Biobased isolatiemateriaal kan vocht opnemen en functioneert zo als hydrodynamische materiaal. We produceren vocht tijdens het wonen en werken wat de constructie kan opnemen. Neemt de bron af, verdampt dit weer waardoor er geen klimaatinstallatie nodig is. Dit bevordert ook het zomercomfort: we hebben de neiging teveel te kijken naar de wintersituatie en vergeten de kans op oververhitting.



Hout en andere biobased materialen kunnen vanuit hun dynamische vochtgedrag een belangrijke bijdrage leveren aan een gezonde (dampopen) woning.



Kansen voor houtbouw: van industriële naar mass timber revolutie

De **grootste (koppel)kansen** voor grootschalige houtbouw is de **combinatie tussen industrieel en biobased**; met minder mensen kunnen meer gaan bouwen. Een risico voor woningbouwfabrieken is de continuïteit van de afname t.o.v. het traditionele bouwproces. Je zal toe moeten werken naar een product-gebonden inkoopproces van woningen.

Naast de productie van biobased materialen levert de land/tuinbouw sector ook reststromen op. Hoe kunnen we die stromen in de bouw toepassen?

Een goed voorbeeld van de huidige materialen is het Natural Pavilion op de Floriade, wat is opgebouwd uit ongedroogd Nederlands hout en 25 andere biobased materialen met Nederlandse oorsprong (stro, kurk etc.). Met medewerking van Staatsbosbeheer is dit gebouw in minder dan 3 maanden opgetuigd. De kracht van deze constructie zit in de knooppunten, met een stalen hulpconstructie. De **industriële kracht zit hem in de veranderbaarheid**: het geeft een grote verscheidenheid aan woningmogelijkheden. Dit biedt kansen voor het verdichten van steden, een combinatie tussen optoppen en inkoppen (twee lagen op het gebouw en een laag ervoor). Dit zou een goede business case zijn voor de renovatie van flats.

De Treehouses in Oostenrijk zijn een sprekend voorbeeld van natuurinclusiviteit; het leven in het bos en het rustgevende effect inzetten in woningbouw.

Hoe reken je het rond?

Hoe ga je bij een tijdelijke school de business case rond rekenen? Er zitten risico's aan, en het is lastig deze kloppend te krijgen in maar 10 jaar afschrijven t.o.v. de gebruikelijke 20-30 jaar. Een hypotheek afgeven is hierdoor ook moeizamer. Generiek is dit op te lossen door zoveel mogelijk voordelen die houtbouw / biobased bouwen en materialen bieden maximaal te benutten in het bouwproces en de het gebouw. Van **licht gewicht, thermische eigenschappen als prefabricage, stikstofreductie en koolstof opslag**. Ze kunnen allemaal leiden **tot proces- en/of economische voordelen** waarmee de businesscase zeker als die over de levensduur wordt gemaakt, positiever uitvalt dan bij een traditioneel gebouw.

Het voordeel zit vooral in het gewicht: **demontage gaat sneller, de kosten hiervoor worden enorm onderschat**. Er is vaak slechts 1/7^e van het aantal vrachtwagens nodig. Voorbeelden om uit te putten zijn o.a. de nacalculatie van Finch Monnikendam en de Nieuwe Amsterdamse School die al verplaatst is.

De meerkosten van houtbouw zijn ongeveer 10-15%. In het licht van huidige prijsontwikkelingen in de wereld, zien we grote voordelen voor houtbouw. Er is minder gas en energie nodig tijdens de productie, wat naar verwachting alleen maar meer gaat kosten. Ook de Co2 prijs zal stijgen, als deze directer doorberekend wordt. Daarnaast wordt ook cement duurder.

Opschaling in meer fabrieken, *economy of scale*, zorgt voor lagere kosten. Een prijsontwikkeling op korte termijn door de productie logistiek iets te verhogen, geeft een voorsprong t.o.v. andere materialen die niet kunnen opschalen. De marges, bandbreedte en duurzaam bosbeheer laten dit toe. Echter bepalen lidstaten zelf met welke marges hun productie omhoog gaat.

Triodos Bank, Zeist Nederland
Architect: RAU
Fotografie: Bert Rietber, J.P. van Eesteren



De huidige politieke omstandigheden zouden de opschaling niet erg in de weg moeten staan: slechts 2% van het bouwhout in Nederland komt uit Rusland. Echter is er wel staal nodig voor de verbindingsmiddelen om demontabel te kunnen bouwen (schroeven etc.). Deze komen wel uit Rusland, wat wel nadelig kan werken.

Meer weten?

Bekijk ook eens:

- Tomorrow's Timber of de Nederlandse vertaling: De Houtbouw Revolutie (boek)
- Het Deense [Center for Industriel Arkitektur](#) (CINARK) van de Royal Danish Academy heeft een [digitale versie van de Construction Material Pyramid ontwikkeld](#). Op basis van Environmental Product Declarations (EPD) geeft de 'Construction Material Pyramid' de CO₂-footprints van een aantal relevante bouwmaterialen weer. Het doel van deze digitale versie is om op een **eenvoudige manier inzichtelijk te maken wat de relatieve duurzaamheid van verschillende bouwmaterialen is**. Tevens biedt de digitale versie een interactieve rekentool die de dialoog over materiaalgebruik voorziet van een visuele en rekenkundig basis.
- Houtbouwmythes ontkracht (boek). Klik [hier](#) (of [hier](#))



Connect

- Algemene vragen? Stuur een mail naar info@citydealccb.nl
- Inhoudelijke vragen? Stuur een mail naar jessica@citydealccb.nl

Blijf op de hoogte!



www.linkedin.com/company/citydealccb



www.citydealccb.nl



Pablo van der Lugt & Atto Harsta

Pablo van der Lugt & Atto Harsta

DE HOUTBOUW REVOLUTIE

DE HOUTBOUW REVOLUTIE

OP WEG NAAR EEN CIRCULAIRE TOEKOMST

MATERIAL
DISTRICT.

MATERIAL
DISTRICT.