

INSPIRATIEBOEK

WONINGBOUW IN HOUT



Inhoud

Voorwoord 3

Bergakker, Norg 4

Eva Lanxmeer, Culemborg 6

Plant-Je-Vlag, Nijmegen 8

Groen Velve Lindenhof, Enschede 10

Huis JB, Zutphen 12

Iewan, Nijmegen 14

Patch22, Amsterdam 16

De Karel Doorman, Rotterdam 18

Haut, Amsterdam 20

Pannenhoef-Leemerhoef, Eindhoven 22

G8, Utrecht 24

WonenZoals, 's-Hertogenbosch 26

Barli Base Uitzichtwoningen, Houten 28

NEZZT, Purmerend 30

Heijmans ONE 32

Optimus, Noord-Brabant 34

Nur Holz, Weert 36

Finch Buildings, Alkmaar 38

Toelichting 40

Colofon 41

Een nieuwe traditie in houtbouw

Gebouwen van hout staan flink in de belangstelling, maar er is nog maar een beperkt aantal woningbouwprojecten waarbij hout een belangrijk bouwmate-
riaal is. Met dit inspiratieboek wil ik laten zien dat woningbouw in hout kan. En
bovendien heel mooi en duurzaam kan zijn.

Bouwen met hout is niet nieuw, maar de kennis is vaak niet meer in voldoende
mate aanwezig omdat bouwen met beton, staal en steen in Nederland gangbaar-
der werd. Daarnaast is de recente ontwikkeling van kruislaags verlijmd hout heel
snel gegaan. Dat biedt nieuwe perspectieven en toepassingsmogelijkheden die
vroeger nog onbekend waren. Er is dus werk aan de winkel. De hele bouwketen
moet opnieuw kennis opdoen over bouwen met hout.

Bouwen met hout is geen doel op zich; het is een middel om duurzamer om te
gaan met producten en materialen ten einde de milieu-impact te verkleinen. Bou-
wen met hout kan hier een belangrijke bijdrage aan leveren. Maar houtbouw is
niet dé oplossing in alle situaties. Het is belangrijk om te realiseren dat de mate-
riaalkeuze afhankelijk is van de omstandigheden en de aard van het bouwwerk.
Soms werken andere circulaire of biobased materialen of een combinatie van
materialen beter.

Laat je inspireren door de artikelen en de mooie beelden. Er is veel mogelijk met
hout, het zou mooi zijn als we die mogelijkheden beter en vaker gaan benutten en
er een nieuwe traditie met duurzaam bouwen in hout ontstaat!

Ferdi Licher

Directeur Bouwen en Energie

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties





Opdrachtgever: Actium
 Architect: Archiview
 Locatie: Bergakker, Norg
 Realisatie: 2020
 Constructie: HSB

Bergakker, Norg

Grote ambities ten aanzien van duurzaam bouwen hoeven niet gepaard te gaan met hoge(re) kosten of concessies ten aanzien van het ontwerp. Dat tonen de huurwoningen van de Bergakker in Norg aan. Eind 2020 zijn de houten woningen opgeleverd. Een eerste stap naar een duurzame toekomst voor woningcorporatie Actium, die in 2050 alleen nog circulair wil bouwen. In deze woningen is aan alle nieuwe eisen van het Bouwbesluit ruimschoots voldaan. De ambities om milieuvriendelijk te bouwen met oog voor de gezondheid van bewoners werden waargemaakt.

Een aantal zaken vallen op, als je de Bergakker inrijdt. De subtiele verschillen in het gevelontwerp van de woningen en de hoge standaard qua afwerking. “Voor de architectuur krijgen we veel complimenten”, zegt projectleider nieuwbouw Johnny de Vries over het ontwerp van Archiview architecten. In de gevel worden de stenen onderbroken door verticale houten lamellen, die in iedere woning anders zijn toegepast. Maar het is niet zozeer de combinatie van materialen, als wel de toepassing en de hoogwaardige materiaalkeuzes die gemaakt zijn, waardoor de façade extra cachet krijgt. De keramische baksteenstrips van Vandersanden worden gecombineerd met Nobelwood, verwerkt in het duurzame ophangstelsel van Dera-ko en houten kozijnen met een aluminium bekleding aan de buitenzijde.

Kwaliteitskeuzes die heel bewust gemaakt zijn, volgens De Vries. “Deze woningen gaan we 85 jaar exploiteren; een aansprekende vormgeving, eersteklas

materialen, weinig onderhoudskosten en een stevige bevestiging zijn dan essentieel. Dat maakt de woningen toekomstbestendig.”

Passiefhuis

Vanaf het maaiveld zijn de huizen volledig in hout-skeletbouw opgetrokken. “We bouwden volgens de passiefnorm. Temperatuurbeheersing en luchtvochtigheid in huis zijn daarbij belangrijke criteria, maar ook de mate van kierdichting en isolatie. Dat de woningen bij oplevering een vijfsterren energiecertificaat kregen, daar zijn we trots op”, zegt De Vries over de woningen die door de optimale bouwschil een energievraag hebben van slechts 15 kWh/m², ruimschoots beter dan de huidige BENG 1-norm.

De hoge isolatiewaarden zijn mede bereikt door te kiezen voor cellulose-isolatie. Het isolatiemateriaal – het lijkt op papiervlokken – is 33 minuten brandwerend en heeft een lage lambda-waarde, dus hoge isolatiewaar-

de. Daarnaast is een Hectarvloer met een 25 centimeter dikke isolatielaag aan de onderzijde gebruikt. “Deze betonnen funderingsvloer is op zand gestort, maar vereist wel een lichte constructie zoals HSB.”

Installatietechniek

Die goede isolatie en kierdichting stelde Actium in staat om te besparen op de installatietechniek. “Warmte wordt vastgehouden, waardoor de zoninstraling en activiteiten in huis voldoende zijn voor de eerste opwarming van de ruimtes. In de rest van de warmtevraag voorziet een geavanceerd ventilatiesysteem.” In Norg is een balansventilatiesysteem door warmteterugwinning met naverwarming geïnstalleerd. De verse ‘voorverwarmde’ lucht wordt

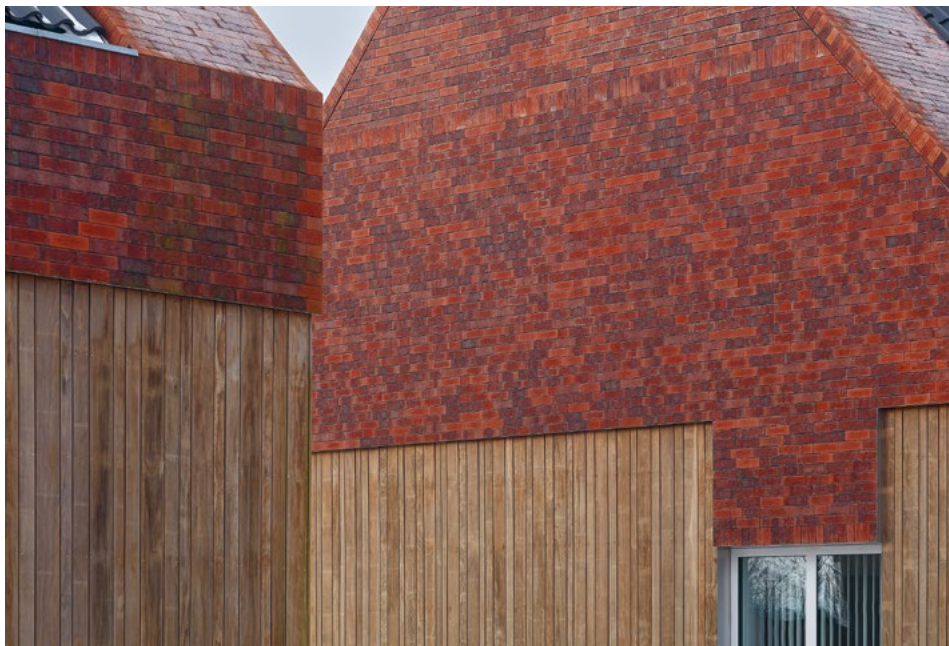
via roosters op vloerhoogte in de kamers gebracht. “Door te zoneren, CO₂ en vochtwaarden te meten ontstaat bovendien een gezond binnenklimaat.”

Minder transportbewegingen

De woningen zijn turnkey geleverd en kosten volgens Actium niet meer dan traditionele bouw. “Alle bouwkundige elementen – het dak, de gevel, de vloeren en woningscheidende wanden – zijn geprefabriceerd geleverd door Noviton. Door te kiezen voor prefabricage zijn kosten bespaard, konden we het aantal transportbewegingen beperken én perfecte aansluitingen creëren.” Dat laatste bleef niet bij mooie woorden. Tijdens het bouwproces is de kwaliteit van de details en aansluitingen constant getoetst

met een blowerdoortest, een warmtebeeldcamera en rookproeven. Met als resultaat een score van 0,4 van de blowerdoortest met 50Pa bij oplevering.

De energiezuinige milieuvriendelijke woningen zijn een opmaat voor Actium. “In 2050 moeten al onze woningen circulair gebouwd worden. Dit project in Norg is belangrijk voor ons. Het is geen testcase, maar een leertraject dat we ingaan. Wat zijn de plussen en minnen? Kunnen we betaalbare woningen realiseren die bijdragen aan de gezondheid van bewoners? Vooral dat laatste aspect willen we goed monitoren. Comfort wordt zo veel belangrijker, nu we luchtdicht bouwen.” Daarom besteedt Actium ook extra aandacht aan de bewoners. “Zij zijn essentieel voor het slagen van dit project, dus lichten we hen goed voor.”





Opdrachtgever: Kleurrijk Wonen, Zorgcentra De Betuwe

Architect: Buro Archi Service

Locatie: Paul Rodenkohof, Culemborg

Realisatie: 2000

Constructie: HSB

Eva Lanxmeer, Culemborg

Voor de ecologische wijk Eva Lanxmeer in Culemborg ontwierp architectenbureau Archi Service in 2008 een woonzorgcentrum en tien woningen in houtskeletbouw. Opdrachtgevers waren woningcorporatie Kleurrijk Wonen en Zorgcentra De Betuwe.

De eerste schetsen voor de hele wijk Eva Lanxmeer zijn getekend in de jaren negentig van de vorige eeuw. Deze tonen al goed de ambitie: veel ruimte, veel groen en water, een organisch ogend stratenplan. Het programma van eisen dat de initiatiefnemers vervolgens met de gemeente uitwerkten, mondde uit in enkele heldere uitgangspunten, zegt architect Renz Pijnenborgh. “Woningen moesten een minimale milieu-impact hebben en een zeer laag energieverbruik.”

Pijnenborgh zou je de nestor van het ontwerpen met hout in Nederland kunnen noemen. Al in 1986 ontwierp hij zestien houtmassiefbouwwoningen in Den Bosch en sindsdien doet het bureau weinig anders dan bouwen met hout. Met een drietal projecten in Eva Lanxmeer drukt hij een bescheiden esthetisch stempel op deze wijk. De woningen en het zorgcentrum dat hij ontwierp in opdracht van Kleurrijk Wonen, werden gebouwd in 2008.

Licht bouwen: fundering van schuimbeton

In Culemborg werkte Pijnenborgh samen met de inmiddels ter ziele gegane prefab timmerfabriek Houtskeletbouw Alphen. “De fundering is van schuim-

beton: een mengsel van zand, cement en een geschuimd dierlijk eiwit, wat resulteert in een goed isolerende maar vooral lichte en weinig milieubelastende funderingslaag”, zegt Pijnenborgh.

“Dit is een vorm van evenwichtsfundering: je haalt grond weg en stort daar het veel lichtere schuimbeton in. Het verschil in gewicht is wat je vervolgens als houtskeletbouwwoning op de fundering kan plaatsen. Bij Eva Lanxmeer is er sprake van een



zandbodem, maar deze techniek is ook toepasbaar op een veenbodem.”

De woningen hebben gevels van lariks en zijn geschilderd met verf op basis van lijnolie. Pijnenborgh: “Voor het onderhoud is dat een goede optie, omdat je die slechts een keer in de tien à vijftien jaar hoeft over te schilderen. Technisch gesproken zou dat nog niet eens hoeven, een nieuwe verflaag is een puur esthetische afweging, even schoonmaken is ook voldoende.” Op het dak ligt sedum.

Warmtenet en natuurlijke ventilatie

De bewoners van het zorgcentrum en van de woningen krijgen hun warmte van het wijkwarmtenet van Thermo Bello, dat op een temperatuur van ongeveer vijftig graden de woningen binnenkomt. In de woningen is vloerverwarming geïnstalleerd en in het zorgcentrum vindt de warmteafgifte plaats via wandverwarming. Pijnenborgh: “We maken bij het zorgcentrum gebruik van natuurlijke ventilatie, zowel op de toevoer als de afvoer, met roosters in de gevel en afvoeren in het dak. Een ventilatieluchtwarmtepomp in de woningen zorgt voor de afvoer van de ventilatielucht en maakt van de teruggewonnen warmte warm tapwater.” In de houtskeletbouwelementen zit isolatiemateriaal van houtvezel.

“De woningen in Eva Lanxmeer zitten op een energieverbruik van 20 kWh/m²/jaar. Dat kon toen dus al”, zegt Pijnenborgh. “Vergelijk het eens met het huidige passiefhuisconcept. Dat zit er met een maximum van 15 kWh/m²/jaar niet eens zo ver vandaan.”



Bouwen in hout, liefst natuurlijk volledig demontabel, is niet per se moeilijk, zegt Pijnenborgh. “Maar je moet er als architect wel verstand van hebben. Je moet kunnen denken in prefab; de 3D-tekeningen gaan in BIM direct naar de machines van de timmerfabriek.” Het fijnste is, zegt Pijnenborgh, dat hij van-

uit bewoners in Eva Lanxmeer nog steeds positieve geluiden hoort over de woningen. “Wonen in een huis van hout is fijn en gezond. Daar kan je als woningcorporatie wat mee. Hout is een logische keuze en mijns inziens is het slechts een kwestie van tijd totdat iedereen wakker wordt.”



Opdrachtgever: CPO Plant-Je-Vlag
 Architect: Maatworks
 Locatie: Goethestraat, Nijmegen
 Realisatie: 2019
 Constructie: CLT

Plant-Je-Vlag, Nijmegen

Bouwen met hout is niet nieuw, maar de kennis is vervaagd omdat bouwen met beton en steen in Nederland gangbaarder werd. Nu de focus verlegd wordt naar circulariteit, zien we een hernieuwde belangstelling voor houtbouw en moeten we ambachtelijke kennis verenigen met nieuwe eisen en productiemethoden. Dat is de mening van Patrick Schreven van ECO+BOUW. Aan de hand van Plant-Je-Vlag in Nijmegen legt hij uit waarop bij houtbouw gelet moet worden.

Over bouwen met hout moet nog meer kennis opgebouwd worden. Bij opdrachtgevers, architecten en leveranciers, maar ook bij de aannemers. Zij brengen alle ambities en wensen samen en merken hoe belangrijk nauwkeurigheid is. Twee jaar geleden leverde Schreven CPO-project Plant-Je-Vlag in Nijmegen op. De vijf huizen op een rij hebben de uitstraling van één grote villa. “Het ontwerp van deze ecologische, biobased en circulaire woningen is van architectenbureau Maatworks. Het casco en de verdiepingsvloeren zijn opgetrokken uit CLT, Cross Laminated Timber. De houten panelen bestaan uit drie, vijf of zeven lagen gelijmde houten planken; iedere laag dwars op de voorgaande. Deze structurele panelen hebben een uitzonderlijke sterkte, dimensionale stabiliteit en stijfheid. En... ze zijn in de fabriek tot op de millimeter nauwkeurig CNC gefreesd.”

Daarmee geeft Schreven ook direct een heikel punt aan: de toleranties waarmee we in Nederland gewend zijn te bouwen. “Bij Plant-Je-Vlag is om kosten te besparen gekozen voor betonnen beganegrondvloeren. Waarop extra gelet moet worden, zijn de toleranties.

Slechts een kleine golving in de vloer kan ertoe leiden dat ankers niet loodrecht op de vloer geplaatst kunnen worden. Dat is een punt van aandacht bijvoorbeeld bij het trillen van de beganegrondvloer. En het vergt afstemming. Niet alleen tijdens het bouwproces, maar ook in de voorbereidende fasen. Plannen moesten nauwkeurig uitgewerkt worden en kritisch worden nagekeken.”

Voordelen van CLT

“Ieder (hout)product heeft andere eigenschappen. Eigenlijk is dat niet anders dan in de traditionele bouw. Ook dan geldt ‘houd je aan de voorgeschreven verwerkingsmethoden’, anders sluiten elementen niet goed”, vervolgt Schreven. Specifiek voor CLT is dat panelen zonder tolerantie koud op elkaar gemonteerd worden. Dat vergt precisie van alle partijen, maar ook het ontwerpproces moet erop afgestemd zijn. “Leidingen kan je bijvoorbeeld niet in de massief houten vloeren verwerken”, legt hij uit. “Daar staan echter andere voordelen tegenover. Met CLT kan je woningen in een en hetzelfde systeem bouwen. De vloer-, pla-

fond- en wandoppervlakken zijn mooi afgewerkt. CLT is maatvast en de panelen zijn snel te verwerken. En hout heeft een groot warmte-accumulerend vermogen. Daarnaast – voor opdrachtgevers belangrijk – is er minder geluidsoverdracht dan bijvoorbeeld met een houten ribbenvloer.” Daarmee zegt Schreven niet dat holle vloeren geen oplossing kunnen zijn. “Voor ieder project moeten andere afwegingen gemaakt worden. Wordt gekozen voor een holle vloer, dan kan daarmee ook aan de huidige eisen worden voldaan. De huidige houten ribbenvloeren zijn niet te vergelijken met de vloeren van vijftig jaar geleden. Alleen vergen deze holle vloeren een andere manier van verwerken. Ribbenvloeren moeten geïsoleerd worden en voorzien zijn van een zwevende dekvloer om geluidsoverdracht tot een minimum te beperken.” Voor CLT is een zwevende dekvloer overigens ook aan te raden. “Het is beter voor de akoestiek en lost ook installatietechnische uitdagingen op.”

Punten van aandacht

Schreven weet waarop gelet moet worden bij houtbouw en kan de verschillen met traditionele bouwmethoden goed duiden. “Houtbouw is echt een andere discipline en bovendien is het een bouwmethode die zich snel ontwikkelt”, zegt hij. “Iedere dag leer ik nog, de komende jaren gaan we nog veel meer kennis opbouwen en de kwaliteit beter borgen. De Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) zal daaraan een positieve bijdrage hebben. Alle partijen worden dan namelijk gedwongen om processen goed vast te leggen, zowel in de voorbereidende fase als in de uitvoering.”



De vraag is echter: draagt de opdrachtgever ook een verantwoordelijkheid als het gaat om kwaliteitsverbetering? “De Wkb is een instrument om de kwaliteit van bouwwerken aantoonbaar te verbeteren. Dat kan alleen als we in een vroegtijdig stadium met elkaar gaan samenwerken, uitvoerende en ontwerpende partijen. Deze wet dient als bescherming voor de opdrachtgever, maar die kan wel degelijk bijdragen aan de kwaliteitsverbetering. Bijvoorbeeld door ambities helder te formuleren.” Om de opdrachtgever daarbij te steunen starten medio 2021 cursussen in het Kenniscentrum Circulair Bouwen (KCCB) in Nijmegen.

Voorkom improviseren

Bij Plant-Je-Vlag verliep het ontwerp- en bouwproces – mede door de betrokkenheid van de bewoners – overigens prima. “De bewoners kozen bewust voor houtbouw en ervaren nu ook de gezondheidsvoordelen. Zo is het in huis minder vochtig, omdat hout vocht opneemt en op andere momenten weer afgeeft.” Eigenlijk is er maar een ding waarvan Schreven in retrospectief zegt dat hij het liever anders had aangepakt. “De beslissing om een luchtwaterwarmtepomp te installeren is laat genomen. Daardoor moesten we tijdens de bouw improviseren. Bij houtbouw wil je dat eigenlijk voorkomen.”



Opdrachtgever: De Woonplaats
 Architect: Beltman Architecten
 Locatie: Wattstraat, Enschede
 Realisatie: 2012
 Constructie: HSB
 Erkenning: PassiefBouwen Award 2013

Groen Velve Lindenhof, Enschede

Het Passivhaus-principe was leidend bij de ontwikkeling van 211 woningen in de wijk Groen Velve Lindenhof in Enschede. Woningbouwcorporatie De Woonplaats wilde tien jaar geleden de grootste passiefhuiswijk van Nederland realiseren. Het lukte Beltman Architecten om 82 passieve houtskeletbouwwoningen te realiseren. Dat was het maximaal haalbare aantal, omdat passiefhuizen een noord-zuid oriëntatie nodig hebben.

Koert Helmes van Beltman Architecten vertelt: “Groen Velve Lindenhof was in 2010 een ambitieus plan. Ruim tweehonderd sociale huurwoningen wilde De Woonplaats passief laten bouwen in houtskeletbouw. De lichte, duurzame woningen met hoge isolatiewaarden zijn voorzien van driedubbele beglazing, vloerverwarming op de gehele begane grond, warmteterugwininstallaties, zonnepanelen en een zonneboiler.” Inmiddels zijn veel elementen gemeengoed, maar tien jaar geleden waren de kaarten nog anders geschud. “Destijds was zomernachtventilatie nog nieuw in Nederland. Achter de roosters in de gevel kunnen luiken opengezet worden en in het dak is een luik geplaatst. Daardoor ontstaat een natuurlijke ventilatie en wordt warme lucht ’s nachts weggesluisd. Dat was toen een noviteit, maar tegenwoordig is TO^{juli} in de BENG-eisen opgenomen en is hiervoor veel meer aandacht.”

Houtskeletbouw

De woningen zijn opgetrokken in houtskeletbouw. Extra aandacht ging daarbij uit naar de aansluitingen.

“Kenmerkend voor passief bouwen is de driedubbele isolatie, maar ook de driedubbele kierdichting. De gevel is bijvoorbeeld voorzien van houtvezelplaten en een 360 millimeter dikke laag isolatie van minerale wol.” De buitengevel met een totale dikte van 532 millimeter is kloek, wat Helmes ook als een voordeel beschouwt. “Als een woningcorporatie in hout wil bouwen, moet zij ook rekening houden met de bewoners. Bij houtbouw denken huurders nog vaak aan Scandinavische woningen. Vooroordelen over houtbouw kan je voorkomen door bewoners mee te nemen in het verhaal, maar ook een robuuste gevel helpt daarbij.”

Vloeren

Behalve de gevel zijn de woningscheidende wanden en de verdiepingsvloeren van hout. “We maakten gebruik van houten kanaalplaten, waarmee grote overspanningen van vijf tot twaalf meter gerealiseerd kunnen worden. Door de holle opbouw en hoge trillingsstijfheid zijn deze vloeren efficiënter en comfortabeler dan traditionele gelamineerde constructies of



platen van CLT. Om geluidsoverdracht verder te beperken hebben de vloeren een zwevende dekvloer.”

Gevelontwerp

Aan de buitenzijde is niet zichtbaar hoe duurzaam de woningen zijn. De roosters van de nachtventilatie vallen op, maar door de combinatie van Trespa-beplating en bakstenen komt niet direct naar voren dat dit passiefhuizen zijn. “Alle woningen zijn duurzaam, zowel qua energie als materiaalgebruik, maar ze voldoen niet allemaal aan de Passivhaus-standaard. Dat is voorbehouden aan de woningen met een noord-zuid oriëntatie”, zegt Helmes. “Deze pas-



siefhuizen zijn aan de zuidzijde ‘open’ en hadden in het oorspronkelijke ontwerp een houten lamellenbekleding. De noordkant is voorzien van metselwerk en kleinere ramen om transmissieverlies tegen te gaan.” De houten lamellen zijn uiteindelijk geschraapt uit het ontwerp. “Vooral tegen het onderhouden van de houten façade zag de corporatie op, daarom hebben we het idee vertaald naar deze beplating die licht van gewicht is en weinig onderhoud vergt.”

Samenwerking

Groen Velve Lindenhof is gerealiseerd in de nadagen van het 2D-tekenwerk. Helmes: “Inmiddels is de tech-

niek op alle fronten geïnnoveerd. Architectenbureaus werken in 3D en kunnen daardoor veel nauwkeuriger werken. Daarnaast hebben we het eindbeeld nu beter onder controle.”

Door de steeds verdergaande digitalisering en de huidige stand van de techniek kunnen details bovendien veel beter uitgewerkt worden. “Inmiddels hebben we veel meer vlieguren gemaakt én werken we anders samen. Denk aan Design and Build-concepten. Die samenwerking tussen de architect en aannemer, waarbij iedereen in een vroeg stadium meedenkt, komt de kwaliteit van het eindproduct ten goede.”



Opdrachtgever: particulier
 Architecten: Nul Architecten
 Locatie: Laan van Neder Helbergen, Zutphen
 Realisatie: 2019
 Constructie: hybride, HSB en steen
 Erkenning: 2020 juryprijs meest duurzame huis van Nederland

Huis JB, Zutphen

In Zutphen staat Huis JB, een woning opgetrokken in houtskeletbouw, met daaromheen een stenen schil. Douwe Strating van Nul Architecten ontwierp deze demontabele woning met een houten dragende constructie en hoge isolatiewaarden. Het huis is onder andere geïnspireerd op Villa Tugendhat van Ludwig Mies van der Rohe.

De opdrachtgevers wensten een duurzaam huis. Zowel qua materiaalgebruik, energie als onderhoud. Maar ook de beleving van de omgeving was een belangrijk uitgangspunt. Door meer aandacht te besteden aan de buitenruimte ontstaat een zachte overgang. Maar ook in huis vloeien ruimtes in elkaar over en zorgt de textuur en geur van de gebruikte materialen (hout) voor een natuurlijke prikkeling van de zintuigen.

Inspiratiebron

Villa Tugendhat – een meesterwerk van modernistische architectuur uit 1930 – is beroemd om de schijnbaar ongedwongen verbinding tussen binnen en buiten. Maar dat was niet de enige inspiratiebron. “Ook het werk Lacaton & Vassal is heel interessant. Zij zijn onder meer bekend van de extra schil die ze om gebouwen construeren”, legt Strating uit. De invloed van Mies van der Rohe is terug te zien in de grote onverwarmde serre die aan de woonkamer grenst, maar het is de tweede schil die Huis JB kenmerkt. “De twee bouwschillen staan constructief los van elkaar en zijn visueel duidelijk te onderscheiden. De houten gevel is de energetische bouwschil. Tussen het dak

en de houten gevel zijn alleen rubbers geplaatst. Onder andere daardoor is de woning circulair. En – voor de bewoners belangrijk – de gevel is onderhoudsarm. Doordat de dakoverstekken zijn gedimensioneerd op de geveloriëntatie, worden ze nooit nat en blijft het hout in goede conditie.”

Extreem luchtdicht

Wat deze woning interessant maakt, is dat het laat zien dat door de combinatie van stenen kaders en hout hoge energiewaarden te behalen zijn. “Dit huis heeft geen Passivhaus-certificering, maar doet er energetisch niet voor onder met Rc-waarden van 10.5, 8,5 en 6 m²K/W voor respectievelijk het dak, de gevel en de vloer. Het is bovendien extreem luchtdicht, de qv-waarde bedraagt 0,14 dm³/s.m².”

Strating legt uit dat deze manier van bouwen bovendien geschikt is voor de renovatie van bestaande woningen. “Er kan per ruimte geïsoleerd worden. Dat is energetisch heel efficiënt, maar biedt ook mogelijkheden om de façade te verfraaien. Bijvoorbeeld door de gevel iets terug te plaatsen en zo extra buitenruimte te realiseren in de vorm van een veranda of balkon.”



Opbouw wanden

De binnenwanden in Zutphen zijn afgewerkt met Fins vuren hout. Achter het wandoppervlak is een eerste isolatielaag van jute verwerkt met ruimte voor het leidingwerk. “Door die toevoeging hoefden we geen concessies te doen aan de luchtdichtheid”, legt Strating uit. De constructieve houtskeletbouw is opgevuld met cellulose-isolatie, afgewerkt met een houtvezelplaat. Daarop is een Douglasgevel gemonteerd. De totale dikte van de gevel bedraagt 45 centimeter, maar volgens de architect is het ook mogelijk om te kiezen voor slankere oplossingen. “Het woonoppervlak van Huis JB liet het toe om te kiezen voor maximale isolatie en duurzaamheid. Dit zou ook dunner kunnen door bijvoorbeeld te werken met steenwol of te isoleren conform de eisen van de BENG in plaats van de passiehuishnorm te volgen.”





Opdrachtgever: Talis
 Architect: ORIO Architecten
 Locatie: Laauwikstraat, Nijmegen
 Realisatie: 2015
 Constructie: HSB en strobouw

Iewan, Nijmegen

Zo'n tien jaar geleden werd woningbouwcorporatie Talis benaderd door de woongroep Iewan. In Nijmegen-Noord wilden de initiatiefnemers een ecologisch complex realiseren. “Net op het moment dat wij in ons ondernemingsplan schreven: we willen meer inzetten op participatie”, zegt Michel Pott, projectmanager bij Talis.

“Iewan is in alle facetten een bijzonder project. Het was onze kennismaking met houtbouw en bij de ontwikkeling trokken we samen op met de bewoners, de architect en de aannemer”, legt Pott uit. En vooral in het begin was dat even aftasten naar de mogelijkheden. “Zo waren de eerste schetsen mooi, maar als woningcorporatie schrokken we van het idee van ronde woningen die na dertig jaar één worden met de natuur. Dat was voor ons niet realistisch; we hebben namelijk een sociale opgave ten aanzien van volkshuisvesting en we moeten de exploitatiekosten in het oog houden. Woningen kunnen we niet in dertig jaar volledig afschrijven”, verduidelijkt hij.

Programma van eisen

Toch zette Talis de gesprekken met Iewan voort. “We zijn gestart met een onderzoek waarvoor ORIO Architecten is benaderd. Zij stelden het programma van eisen op; ecologisch was het uitgangspunt en we hadden de wens om de woningen op te trekken in hout en stro.” Al snel bleek echter dat het eerste ontwerp te duur werd. Maar, de initiatiefnemers en Talis gaven niet op. Pott: “De ambitie om ecologisch te bouwen

bleef overeind, zelfs al betekende het dat we van de gebaande paden moesten afwijken.” Zo werd er bijvoorbeeld voor gekozen om de stap met de bouwadviseur over te slaan en direct de markt te benaderen met de vraag: welke aannemer wil meewerken in dit bouwteam én met de bewoners het ontwerp uitwerken? “Door de economische crisis (tien jaar geleden) waren er veel geïnteresseerden, waaronder Vastbouw uit Rijssen.”

Aannemer in de ontwerpfase

De stap om in de ontwerpfase met de aannemer om tafel te zitten bleek lonend. “Nog steeds waren de plannen duurder dan begroot, maar door de praktische insteek van de bouwer kwamen we al veel dichterbij elkaar.” Zoveel dichterbij, dat Talis besloot haar rekenmethoden aan te passen. “Als wij de lagere exploitatiekosten meenamen, een beroep konden doen op subsidiegelden van de provincie én de gemeente en onze eigen uren beschouwden als leergeld, dan was dit project haalbaar.” Mede omdat Talis berekende dat de beheerkosten beperkt zijn. “Iewan zorgt zelf voor inning van de huurgelden en bij mutaties voor



nieuwe bewoners. En door de gemaakte materiaalkeuzes zijn er ook weinig onderhoudskosten.”

Concessies

Toch moesten er wel concessies worden gedaan. Pott: “De belangrijkste onderdelen van het PvE bleven: bouwen met hout en stro, leemstuc op de wanden en een helofytenveld voor de waterzuivering. Maar om enkele aanpassingen ten aanzien van het oorspronkelijke ontwerp konden we niet heen. Bijvoorbeeld voor de beganegrondvloer. Deze vloer en de stabilisatiewan-

den zijn opgetrokken uit beton en kalkzandsteen voor de constructieve stijfheid. Daarnaast is extra tijd besteed aan de houten vloeren. Deze voldoen nu aan de technische eisen in het Bouwbesluit ten aanzien van brandwerendheid en geluid. Wel hebben we bij de bewoners aangegeven dat er kans is op meer burengeluid, omdat hout werkt en er in de toekomst naden kunnen ontstaan.”

Een andere uitdaging was om in de gevel stro te verwerken. “In de Nederlandse normen is strobouw nog niet opgenomen. Daarom heeft goedkeuring van de

plannen plaatsgevonden op basis van een Duitse gelijkwaardigheidsverklaring van het Passivhaus.”

Vergrijzend hout

Pott geeft aan dat de meningen over het gebouw van Iewan soms verdeeld zijn, vooral over de gevelafwerking. “Het Accoyahout vergrijst. Het was een bewuste keuze om niet te schilderen, maar daardoor treedt wel verkleuring op. Voor ons als woningcorporatie brengt dat voordelen met zich mee. Het schilderwerk is een grote onderhoudspost om de acht à tien jaar, deze vervalt nu. Bovendien zijn de bewoners er blij mee; zo krijgt het gebouw een duurzame uitstraling.”

Positief gevoel

Terugkijkend heeft Talis een positief gevoel. “Door de hands-onmentaliteit van de woongroep is Iewan snel gerealiseerd en zijn alle woonwensen waargemaakt. Wat me daarnaast opviel, is hoeveel deze manier van bouwen bijdraagt aan een gezond binnenklimaat. Dat merk je direct als je er bent; het voelt echt anders.” Gevraagd naar de nadelen, zegt Pott: “Door de subsidie en omdat we bouwden in de crisisperiode was het economisch haalbaar, maar de kosten voor houtbouw moeten omlaag, pas dan is het in de reguliere woningbouw een oplossing.” Dat heeft Talis er echter niet van weerhouden om meer houtbouwprojecten te realiseren. Pott: “Het was zeker niet eenmalig. De afgelopen jaren hebben we vaker met hout gebouwd. Bijvoorbeeld bij een renovatieproject, woningen die helemaal nieuw opgebouwd zijn vanaf de fundering. Het beperkte gewicht van de constructie gaf op die locatie de doorslag om voor hout te kiezen.”



Ontwikkelaar: Lemniskade
 Architect: Frantzen et al
 Locatie: Johan van Hasseltkade, Amsterdam
 Realisatie: 2014
 Constructie: CLT
 Erkenning: Gouden Piramide 2018

Patch22, Amsterdam

Flexibel ontwerpen in combinatie met houtbouw levert toekomstbestendige woningen op, volgens Tom Frantzen. Frantzen is de architect en ontwikkelaar van Patch22 in Amsterdam Buiksloterham. Door twee rollen te vervullen kon hij een gebouw creëren met een duidelijke identiteit en duurzaamheid naar een nieuw niveau tillen. Daarbij kreeg niet alleen de installatietechnische kant zijn aandacht, hij zocht vooral naar mogelijkheden om de CO₂-footprint te beperken en naar vergaande flexibiliteit.

Patch22 is ontwikkeld tussen 2009 en 2014, midden in de economische crisis. De gemeente Amsterdam schreef voor Buiksloterham een tender uit waarbij de duurzaamheidsscore 100% leidend was bij de gunning. “Dit was mijn kans. Een uitvraag waarbij het niet uitsluitend ging om geld, maar waar kwaliteit de doorslag gaf”, vertelt Frantzen. “Alle mogelijkheden om te verduurzamen – waarvan ik wist dat ze er waren – kon ik inzetten.”

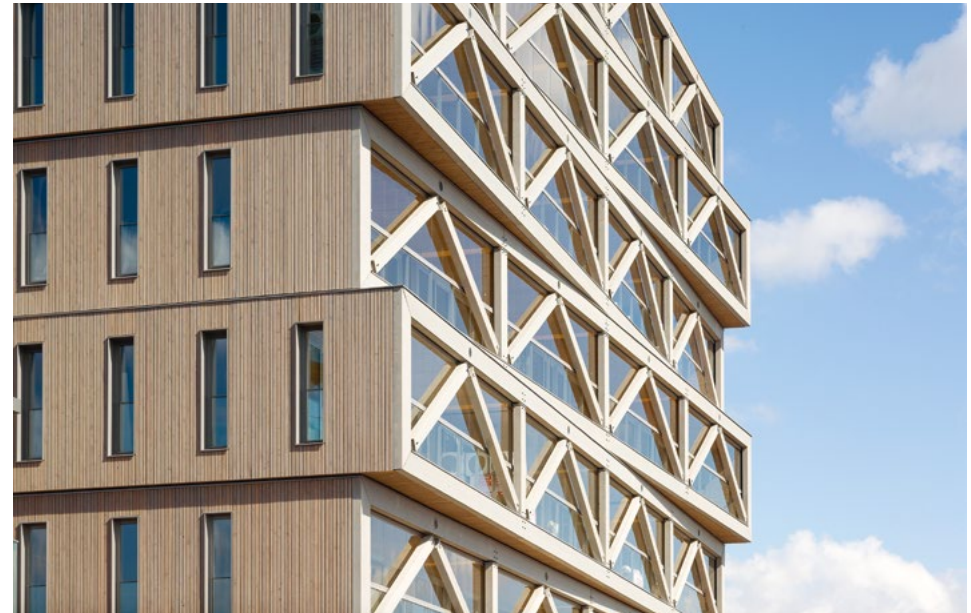
Hoge ambities

De vraag is echter waarom hij als architect die kansen tot vergroening niet eerder inzette? “De ambitie bij opdrachtgevers ontbrak vaak. Hier was dat anders. Door de rol van ontwikkelaar op me te nemen en de regie te voeren, kon ik zelf bepalen wat ik het belangrijkste vond.” Het resultaat in 2009 was een gebouw met een GPR-score van 8,9 en een EPC van 0,2. Om die hoge waarden te bereiken is het dak volledig gevuld met PV-panelen. Warmte wordt opge-

wekt met pelletketels. Het regenwater wordt opgevangen en hergebruikt in een grijswatercircuit. Maar hij zette niet – zoals vaak in die tijd – alleen in op installatietechniek. “Milieuwinst is behaald door cradle-to-cradle als uitgangspunt te nemen en te bouwen met natuurlijke materialen.”

Juridische flexibiliteit

“Als ze in Oostenrijk met hout appartementengebouwen kunnen realiseren, waarom doen we dat dan niet in Nederland”, vroeg Frantzen zich in 2009 af. Het project heeft tot nieuwe inzichten geleid. Niet alleen op het terrein van de bouwtechniek, ook qua flexibiliteit en op juridisch vlak. “Een flexibel gebouw is in mijn ogen een gebouw dat in de toekomst van functie kan wijzigen, bijvoorbeeld doordat vloeroppervlakken aangepast kunnen worden. In Patch22 zijn nu vijf eengezinswoningen en 26 totaal verschillende woon-werkruimtes gerealiseerd, variërend van veertig tot tweehonderd vierkante meter. Dat kunnen er meer of minder wor-



den. Woningen en werkruimtes kunnen bij elkaar worden getrokken of gesplitst. Daarom hebben de grotere appartementen meerdere kadastrale nummers.” Dat klinkt eenvoudig, maar deze manier van splitsen vergt een meewerkende opstelling van alle partijen. “Functies zijn in de toekomst alleen eenvoudig te wijzigen, als deze in de splitsingsakte én in de bestemmingsplannen goed omschreven zijn.”

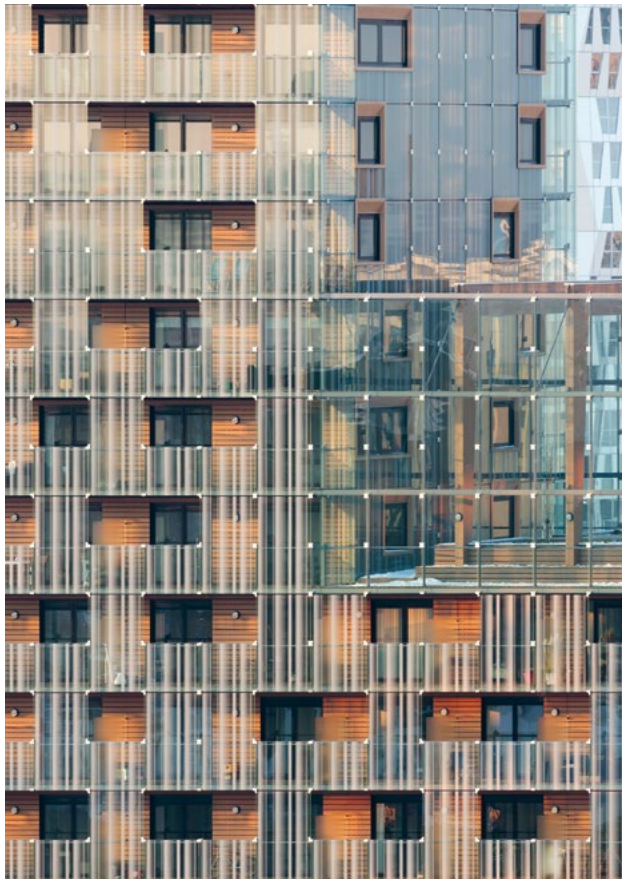
Bouwkundige flexibiliteit

Bouwkundige flexibiliteit bereikte Frantzen door in Patch22 holle vloeren met een demontabele topvloer toe te passen. Hierdoor zijn leidingen altijd bereikbaar en zijn bewoners volledig vrij bij het bepalen van de indeling. Bij de berekening van de vloeren is zelfs rekening gehouden met voldoende afschot van de riole-

ring, waardoor een toilet eventueel in de uiterste hoek van het appartement kan worden geplaatst. “De gebouwkern is van beton en we gebruikten slimline vloeren, betonnen vloeren met stalen profielen aan de bovenzijde.” Als Frantzen verder praat, blijkt de keuze voor beton weloverwogen te zijn. “Mijn voorkeur gaat uit naar hout, maar hoogbouw uitsluitend met hout bouwen heeft ook beperkingen. Hout heeft extra stabiliteitsvoorzieningen nodig, denk aan dragende wanden. De afweging is dan: kies je voor 100% hout of voor flexibiliteit? Wij kozen voor flexibiliteit omdat we de levensduur van het gebouw willen verlengen”, legt hij uit. Daarnaast speelde op deze locatie de windbelasting een belangrijke rol bij de afwegingen; bij extreme storm moet een gebouw voldoende massa hebben om de wind te trotseren.

Nauwkeurig werken

De draagconstructie van Patch22 is van hout; dragende CLT-buitenwanden, kolommen en balken van Gluelam. Elementen die anders met elkaar verbonden worden dan we in Nederland gewend zijn. “Bouwen met hout is complexer dan bouwen in beton, het vergt een andere aanpak. De detaillering is iets waarmee de architect rekening moet houden. Traditioneel los je geluidsoverdracht op door massa toe te voegen, bij hout kan dat niet. De enige mogelijkheid is om elementen akoestisch te scheiden met rubbers, wat we hier ook hebben gedaan”, aldus Frantzen. “Daarnaast is nauwgezet en voorzichtig werken op de bouwplaats een vereiste, hout is namelijk wel gevoeliger voor schade, maar de maatvoering is veel exacter waardoor er minder uitvoeringsfouten ontstaan.”



Opdrachtgever: DW Nieuwbouw, Rotterdam
 Architect: Ibelings van Tilburg architecten
 Locatie: Crispijnstraat, Rotterdam
 Realisatie: 2012
 Constructie: hybride, staal en hout
 Erkenning: Publieksprijs BNA Gebouw van het Jaar 2013, Publieksprijs Nederlandse Bouwprijs 2013, Publieksprijs Houtprijs 2014, Fiabci Prix d'Excellence 2013

De Karel Doorman, Rotterdam

In alle opzichten was De Karel Doorman een gebouw dat zijn tijd ver vooruit was. De optopping van warenhuis Ter Meulen in Rotterdam met een appartementengebouw van hout en staal sprak tien jaar geleden tot de verbeelding en is in retrospectief het boegbeeld van circulair bouwen.

“Destijds waren er plannen om het oude warenhuis te slopen. Dat ging Aat (red.: Van Tilburg) en mij als Rotterdammers en architecten aan het hart. Dit is het eerste gebouw van de wederopbouw, het is nog voor de Lijnbaan gerealiseerd. Bovendien betekende sloop dat er 15.000 ton beton afgevoerd moest worden”, vertelt architect Marc Ibelings, eigenaar van Ibelings van Tilburg architecten. “Het idee van ons en de constructeur was: we zetten een nieuwe constructie op de kolommen van het bestaande gebouw.” Dit stelde hem tevens in staat om het oorspronkelijke ontwerp van Van den Broek (Broekbakema) in oude luister te herstellen. “Het gerenoveerde pand werd ons fundament om De Karel Doorman op te bouwen.”

Circulair avant la lettre

Circulariteit was toen nog geen term die in de bouw gebruikt werd, maar terugkijkend gaf Ibelings invulling aan veel vragen die op dit moment leven. “Afvalstromen zijn tot een minimum beperkt, we droegen bij aan de verdichting van de stad en door de keuze voor recyclebare en natuurlijke materialen was de milieufootprint klein.” Deze innovatieve aanpak zorgde echter ook voor hoofdbrekens. “Hoe doe je dat con-

structief? Wat zijn de ethische mogelijkheden? De bovenbouw mocht bijvoorbeeld niet concurreren met de onderbouw en moest zich voegen in het stedelijke patroon. Zo kwamen we uit op de U-vorm; twee volumes van zestien en dertien verdiepingen en een verbindende daktuin op de negende etage.”

Lichte constructie

Het appartementengebouw De Karel Doorman bestaat uit een lichte staalconstructie ingevuld met houtskeletbouwgevels, houten vloeren en niet-dragende metalstud/gipsen binnenwanden. Daarmee is het vijf keer lichter dan een betonnen constructie. Ibelings: “Alleen de schachten zijn opgetrokken uit beton en aan het tussenstuk – met het dakterras – is beton toegevoegd voor de gewichtsverdeling.” Materiaalkeuzes die overigens niet alleen gemaakt werden op basis van gewicht. “Deze locatie biedt weinig ruimte voor een bouwplaats. Door het gebouw als meccano in elkaar te zetten konden we veel efficiënter bouwen, er was nauwelijks een bouwplaats nodig.” Het klinkt nu eenvoudig, maar de bouw kende ook tegenslagen. Zo bleek de constructie niet stijf genoeg, waardoor de vloeren trilden als iemand in de



woonkamer op en neer sprong. Hierdoor lag de bouw stil tussen 2007 en 2010, terwijl achter de schermen werd doorgewerkt. “We hebben er alles aan gedaan om de geluidseisen tussen de woningen optimaal te houden bij het stijver maken van de constructie. De vloerbalken werden verdubbeld, rubberen noppen anders geplaatst, er kwamen extra verstijvingsschotten tussen de stalen liggers en extra stalen kolommen in de woningscheidende wanden, waardoor we toch verder konden en het comfort van bewoners gewaarborgd is.”



Hout en stadsnatuur

Voor de galerijen en loggia's koos Ibelings Bilingahout, terwijl de gevels van de buitenruimtes zijn voorzien van horizontale Oregon pine-delen met aan de achterzijde zwart Firedoek. “Deze delen zijn blind bevestigd op prefab rekken, brandwerend geïmpregneerd met Burnstop (klasse 2) en rondom behandeld met een sealer. De delen lopen op de galerijen in één lijn door over de deuren.” Doordat de hemelwaterafvoeren in de HSB-gevels zijn weggewerkt, ontstaat een strak beeld.

Het meest tot de verbeelding spreekt de grote daktuin, een oase in het hart van Rotterdam. “We wilden de houten sfeer doorzetten en alle bewoners een dakterras bieden. Beeldbepalend voor de buitenruimte zijn de vier grote doorgekoppelde portaalspanten van gelamineerd inlands lariks die via stalen stangen de glasafscheidings aan weerszijden op hun plaats houden. In de dekken en zitelementen van Bilingahout kwamen twee 1,50 meter hoge rechthoekige perken voor de ‘stadsnatuur’.” Hier maakte Ibelings een groot gebaar door zes bomen te planten.



Opdrachtgever: HAUT CV
 Architecten: Lingotto, Team V, Arup
 Locatie: Amstelbeststraat, Amsterdam
 Realisatie: 2021
 Constructie: hybride
 Erkenning: International BREEAM Award 2018

Haut, Amsterdam

Er kan veel met hout en daardoor zal de populariteit toenemen. Vijf jaar geleden viel houtbouw nog in de categorie 'specials', maar door de ontwikkeling van technieken en de vraag naar klimaatbestendige en circulaire ontwerpen wordt houtbouw steeds meer gezien als dé oplossing. Zoals in Haut, de 73 meter hoge woontoren in het Amstelkwartier, ontwikkeld, ontworpen en gerealiseerd door Lingotto, Arup, Team V en JP van Eesteren.

"Lang werd bij circulair bouwen voornamelijk naar de technische cyclus gekeken. Er werden keuzes gemaakt: hergebruik of biogeen. Nu er meer inzicht komt stappen we af van dat of-of-scenario, dat is een positieve ontwikkeling", zegt Mathew Vola, directeur Arup. "Hout past namelijk in beide strategieën. Door de droge verbindingen wordt het veel eenvoudiger om demontabel te bouwen." Alleen het kostenaspect belemmert houtbouw volgens Vola nog. "Maar we zijn druk bezig om het financiële gat met de traditionele bouw te overbruggen. Bij Haut was het verschil nog significant, maar bij plannen van de huidige generatie nog maar een paar procent. Als CO₂ anders wordt belast – en opgeslagen CO₂ meegenomen wordt in de MPG-berekening waardoor het waarde krijgt – dan zijn we er."

BREEAM Outstanding

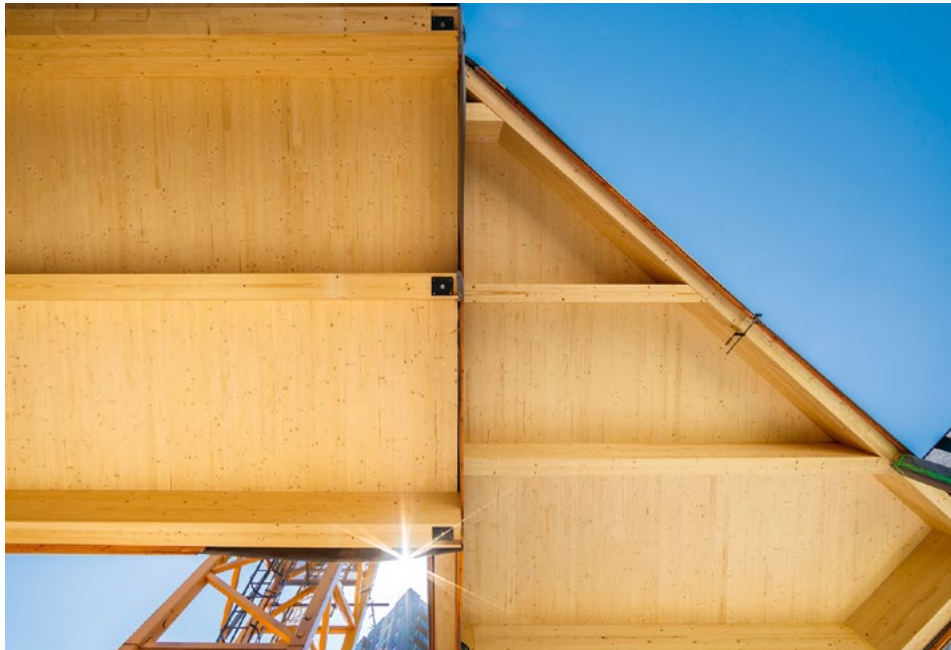
De tender die de gemeente Amsterdam uitschreef voor het Amstelkwartier, bood Arup en Team V dé kans om hun ambities waar te maken. Vola: "Gevraagd werd naar een gebouw met een BREEAM

Outstanding-certificaat. Door waar mogelijk hout in het ontwerp op te nemen en hierbij een intuïtief duurzaam gebouw voor te stellen, wisten we dat de kans groot was om de tender te winnen."

In de initiële plannen werd uitgegaan van een staal-houten hybride constructie, maar: "de benodigde hoeveelheid staal was zo groot, dat het milieutechnisch voordeliger was om te kiezen voor een beton-houten hybride. Bijkomend voordeel: door de inzet van beton is het eenvoudiger om aan de brandwerende eisen te voldoen. En het extra gewicht maakt de toren beter bestand tegen hinderlijke windtrillingen."

Transparant

Aan de buitenzijde valt niet op dat het hier een houten gebouw betreft. Aan de binnenkant wel. "De houten plafonds blijven zichtbaar", wat een heel bewuste keuze blijkt, als Vola verder praat. "Bewezen is dat die connectie met natuurlijke materialen bijdraagt aan het geestelijk welbevinden." Voor de wanden was het echter niet mogelijk om het hout te tonen.



“De woningscheidende wanden zijn beschermd met brandwerende beplating. Dat heeft alles te maken met de brandveiligheidsfilosofie. In Nederland gaan we uit van het ‘stay put principe’. Dat houdt in: iedereen blijft bij brand in zijn eigen appartement en wacht daar totdat de brandweer aangeeft dat het gebouw verlaten kan worden. Dat stelt hogere eisen aan de woningscheidende wanden.”

Hybride vloeren

Omdat het zicht op de houten plafonds een belangrijk uitgangspunt was, moesten er voor de bovenzijde van de vloeren maatregelen getroffen worden om aan de technische eisen te voldoen. “Gekozen is voor hybride vloeren; Cross Laminated Timber (CLT) met

een betonnen afwerklaag en een zwevende dekvloer. Door de aard van het gebouw is losmaakbaarheid minder belangrijk en met de hybride vloeropbouw wordt ruimschoots voldaan aan de brandtechnische en akoestische eisen van het Bouwbesluit.” Een ander voordeel is dat door de hybride oplossing vloeren en wanden gestapeld kunnen worden: “De wanden zijn licht, dat maakt het lastig om flanking van geluid te voorkomen. Door op de knooppunten – waar de vloeren op de wanden liggen – beton te gebruiken ontstaat een betere akoestische scheiding.”

Afwegingen

De voorbeelden die Vola aanhaalt, tonen hoeveel afwegingen er gemaakt moeten worden bij houtbouw.

“Het vergt rationalisatie van het hele bouwproces. Hout is namelijk niet vergevingsgezind en heeft zijn eigen ontwerpregels. Ieder detail moet helemaal uitgewerkt worden en getoetst zijn op alle disciplines, denk aan brand, akoestiek en het verwerken van de installatietechniek. Bovendien hebben alle disciplines invloed op elkaar, waardoor er meer berekeningen nodig zijn.” Dat laatste punt is vaak de bottleneck. “Er is een tekort aan technici die deze gebouwen goed kunnen engineeren”, zegt Vola. Maar het positieve is: “Aan hout is geen gebrek. In Europa is er zelfs sprake van een overcapaciteit aan duurzaam geproduceerd hout. Dat is echt anders dan in bijvoorbeeld de Verenigde Staten. Door de wijze waarop in Europa het bos beheerd wordt, groeit het jaarlijkse bosareaal.”



Opdrachtgever: Sint Trudo
 Architect: FAAM architects
 Locatie: Landgoed Eikenburg, Eindhoven
 Realisatie: 2021
 Constructie: CLT

Pannenhoef-Leemerhoef, Eindhoven

Nieuwe afwegingen maken, anders detailleren en het gebouw onderdeel laten zijn van de omgeving. Achter het ontwerp van paviljoen Pannenhoef-Leemerhoef voor Sint Trudo in Eindhoven gaan al die elementen verborgen. FAAM architects werkte vanuit de ontwerpstrategie regeneratief ontwerpen. De nieuwste ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid zijn meegenomen in een appartementencomplex dat bijdraagt aan de gezondheid van bewoners en waarbij de afvalstromen tijdens de bouw tot een minimum zijn beperkt.

Pannenhoef-Leemerhoef is gelegen op landgoed Eikenburg in Eindhoven, in de bosrijke omgeving van een voormalig klooster. Hier, op de plek van een oud paviljoen, realiseert woningcorporatie Sint Trudo een nieuw appartementencomplex; 28 woningen opgetrokken uit massiefhout, Cross Laminated Timber (CLT), en met gebruik van restmaterialen. “Transformatie – zoals bij het kloostergebouw – was geen optie omdat in de vloeren asbest verwerkt was”, vertelt architect Jáchym van Erning van FAAM.

Dat neemt niet weg dat er nog tal van bruikbare elementen bewaard bleven. “Het staalskelet is gedemonteerd en opnieuw ingezet. Dat is wel bijzonder, want in de nieuwbouw blijven de sporen van het vorige gebruik in de profielen nog zichtbaar. Daarnaast zag de sloper, Van Liempd, mogelijkheden om de oude gipsplaten te gebruiken als onderlaag van de wandafwerking. En de stenen gevel is vermalen en dient nu als onderlaag in de paden op het terrein. Zo hebben we de afvalstromen tot een minimum beperkt.” Daarnaast

was het werken met CLT een belangrijke factor om nieuwe afvalstromen te voorkomen.

Op de millimeter nauwkeurig

Werken met CLT is precisiewerk, legt Van Erning uit. “De houtbouwer verzekerde ons: als jullie op de millimeter nauwkeurig tekenen, dan werk ik het op de millimeter nauwkeurig uit. Zo gebeurde het ook; ze zetten het uit met een laser en alle elementen passen exact.” Die exacte maatvoering voorkomt kieren, maar ook de voorbehandeling van de panelen draagt daaraan bij. “De laag aan de binnenzijde is anders gedroogd dan de laag aan de buitenkant van de panelen; ze hebben een ander vochtpercentage. Op de bouw worden de elementen tegen elkaar gezet en trekken de lagen dicht, waardoor ze perfect aansluiten”, vult Emile van Vugt van FAAM aan. “Ook voor de akoestiek is dat heel belangrijk.” Maar het bureau ging niet over een nacht ijs. “Geluidsoverdracht is een belangrijk aandachtspunt. Bij dit project hebben we daarom ook een akoes-

tisch adviesbureau betrokken. En we zorgen we dat er ruimschoots voldaan wordt aan de hedendaagse eisen. Bijvoorbeeld door de vloeren extra zwevend te maken. Standaard is een isolatielaag van twee centimeter, maar hieraan hebben we een laag van vijf centimeter minerale wol toegevoegd.”

Indrukwekkend snel

De keuze voor CLT kwam voort uit een ambitieuze vraag van de opdrachtgever. Van Erning: “Maar ook de omgeving en de vorm van het gebouw waren bepalend. Het is een complexe vorm met uitkragende delen en meerdere onderdoorgangen. Terwijl de appartementen flexibele plattegronden kregen. CLT is dan van meerwaarde; er is minder isolatie nodig en minder dragende wanden. Bouwfysisch heeft het bovendien als voordeel dat hout meer ademt en akoestisch ‘zachter’ is, wat het wooncomfort ten goede komt.”

Door te bouwen met CLT werd de bouwtijd verkort. “In drieënhalve week is het casco van de woningen neergezet. Het is indrukwekkend om dat te zien. De CLT-platen overspannen drie appartementen; in een dag leggen ze de vloeren voor acht appartementen. Het is een kwestie van neerleggen, bevestigen en klaar.” De schroeven – die zo lang zijn als een onderarm – worden kruislings geschroefd om werking op termijn tegen te gaan. “De vloeren die zich boven de buitenruimte bevinden, zijn aan de wanden erboven opgehangen. Hier zijn de schroeven diagonaal verwerkt om krachten horizontaal op te vangen.”

Bewuste materialisatie

Ondanks dat op Eikenburg met CLT gebouwd is, geeft Van Vugt aan geen persoonlijke voorkeur te hebben voor houtskeletbouw of massieve houtbouw. “Er is geen heilige houten graal, het gaat erom hoe invulling

wordt gegeven aan de vraag. Onlangs hebben we voor een woonensemble in Eindhoven HSB ingezet. Daar werd gevraagd naar een modulaire oplossing. Door een HSB-systeem als basis te gebruiken en het ontwerp vervolgens aan te passen aan het gebied konden we invulling aan de vraag geven.”

De locatie, ambities en brede context zijn bepalend voor de keuzes die FAAM architects maakt. De aard van de constructie is ‘slechts’ de uitkomst van de weg die het architectenbureau aflegt richting duurzaam bouwen. Van Vugt: “Het verduurzamen van de bouw vergt innovatie en een brede aanpak. Niet het esthetische ontwerp is de centrale vraag, het gaat om de wijze waarop invulling wordt gegeven aan het ontwerp. Wat is de impact van een gebouw op bewoners en het ecosysteem? Hoe is CO₂-reductie te realiseren? Materiaalkeuzes moeten bewust gemaakt worden vanuit het oogpunt van gezondheid en circulariteit.”





Opdrachtgever: Mitros, Portaal
 Architect: Zecc Architecten
 Locatie: Leidsche Rijn Centrum, Utrecht
 Realisatie: 2022
 Constructie: hybride, beton en HSB

G8, Utrecht

De ambitie om met hout te bouwen ziet Zecc Architecten steeds vaker. Maar het kostenaspect is vaak een struikelblok. Hybride bouwen, zoals bij G8 in Utrecht, kan dan een oplossing zijn. Zecc koos in samenspraak met BAM Wonen en opdrachtgevers Mitros en Portaal voor een houten gevel en een betonnen draagconstructie. De voordelen: de gevel is opgebouwd uit hernieuwbare materialen en is met weinig energie geproduceerd ten opzichte van een reguliere gevel in baksteen. Bovendien wordt de bouwtijd verkort én kon door de houten gevel de betonconstructie lichter uitgevoerd worden. Hier is milieuwinst gehaald.

In Leidse Rijn Centrum, op kavel G8, verrijst een complex met 178 sociale huurwoningen. Vormgegeven zoals woonblokken in de grote Europese steden, met twee bouwvolumes van zes en negen lagen, een plint, een middendeel en een dakbeëindiging. Zecc en Bureau-VanEig lieten zich inspireren door de baksteenarchitectuur van de Italiaanse architect Giovanni Muzio. Muzio's invloed is terug te vinden in brede penanten, vlakken met baksteenreliëf, verschillende metselverbanden en een afwijkende hoge plint. Achter die 'baksteenfaçade' schuilt echter een houten gevelconstructie.

Beter dan BENG was de eis

"Houtbouw was geen specifieke eis", vertelt projectarchitect Jos van der Linde van Zecc. "Ons werd gevraagd om een woningbouwcomplex te ontwerpen dat beter scoorde dan de reguliere BENG-eisen met slechts 25 KWh/m². En ... om een visie op duurzaamheid. Naar aanleiding van die uitvraag heb-

ben we de mogelijkheden verkend." De gevel met een Rc-waarde van 6,5 voldoet ruimschoots aan de BENG-eisen die begin 2021 van kracht werden, maar extra aandacht voor de detaillering was noodzakelijk.



“Zowel esthetisch als technisch”, legt Van der Linde uit. “Brandveiligheid en isolatie zijn technische aandachtspunten. De gevelelementen zijn losgekoppeld van elkaar. Dat draagt behalve aan de brandveiligheid ook bij aan het voorkomen van geluidsoverdracht. Daarnaast is duurzaam gevelisolatiemateriaal gebruikt, glaswol voor 80% bestaand uit gerecycled glas.” In een extra zekerheid ten aanzien van de brandveiligheid voorzag gevelbouwer WEBO. Hun gevelelementensysteem is geschikt voor hoogbouw tot zeventig meter en heeft op deze constructie een brandklassecertificaat B.

Dilataties

Daarnaast moeten grote, in het oog springende dilataties in de gevel voorkomen worden. Van der Linde: “Belangrijk is om de aannemer – en in dit geval ook de gevelbouwer – vroeg bij het ontwerpproces te betrekken. Met WEBO en BAM onderzochten we

de mogelijkheden. We bezochten referentieprojecten om een nog helderder beeld te krijgen: waar zitten de dilataties en toleranties in deze geventileerde gevelconstructies? Dat stelde ons in staat om de dilataties verdekt weg te werken. Zoals in de schaduwvoegen van penanten, het reliëf en bij de gevelbanden.” In combinatie met het creatief inpassen van minerale steenstrips ontstaat een esthetisch hoogwaardige gevel. Die bovendien nauwkeurig is uitgevoerd.

Snelle ontwikkeling

“De ontwikkelingen in houtbouw gaan snel”, merkt Van der Linde op. “Dat komt mede door de wijze waarop prefab gevelbouwers anticiperen op de bouwwerkzaamheden. Is het beton in het werk gestort, dan wordt de gevel opnieuw 3D ingemeten, waardoor maattoleranties in het casco ondervangen worden. Daarnaast zijn de stelankers doorontwikkeld,

waardoor elementen veel nauwkeuriger geplaatst kunnen worden en beter op elkaar aansluiten.”

Steigerloos bouwen: snel en veilig

Bouwen met hout brengt echter meer voordelen met zich mee in stedelijke gebieden. Bij G8 is bijvoorbeeld de locatie uitdagend. Het pand staat op een relatief kleine kavel en is gesitueerd direct naast de Stadsbaantunnel. “Een traditionele steiger met metselaars vlak naast een drukke weg brengt veiligheidsrisico's met zich mee, steigerloos bouwen is dan de beste optie. Bovendien zijn er geen veiligheidszones nodig én het bouwproces wordt versneld.” Van der Linde schat in dat de tijdswinst enkele maanden is. “Van ontwerp tot realisatie is de doorlooptijd drieënhalve jaar, waarvan de bouwtijd twee jaar in beslag neemt. Door de houten prefab gevel zijn er kosten bespaard en is de uitstoot gereduceerd.”





Opdrachtgever: BrabantWonen
 Architect: WY.architecten
 Locatie: Mozartsingel, 's-Hertogenbosch
 Realisatie: 2021
 Constructie: hybride, CLT en HSB

WonenZoals, 's-Hertogenbosch

BrabantWonen realiseert aan de Mozartsingel in 's-Hertogenbosch een woonvoorziening voor achttien jongeren met een lichte verstandelijke of lichamelijke beperking. Zij gaan hier zelfstandig maar toch samen wonen, met 24-uurs zorg en begeleiding. Voor de woningcorporatie was nul-op-de-meter het uitgangspunt bij de ontwikkeling, maar bij de architectenselectie gaf zij ook aan dat circulariteit meegenomen moest worden in het ontwerp. Het resultaat is een gebouw waarin zowel Cross Laminated Timber (CLT) als houtskeletbouw (HSB) verwerkt is.

“Op dit terrein stond een school in het groen. Een gebouw met emotionele waarde voor omwonenden, aan wiens wensen we niet voorbij wilden gaan”, vertelt projectleider Marijn van Zelst. “Daarom is dit echt een gezamenlijk project geworden. De ouders die het initiatief namen en zich verenigden in WonenZoals, de gemeente, de woningcorporatie, de architect, maar ook de buurtbewoners waren erbij betrokken. Voor de omwonenden was bijvoorbeeld de inpassing van het bouwvolume in de omgeving belangrijk. Voor ons speelde naast het realiseren van goede woningen voor de doelgroep, duurzaamheid een grote rol.”

Ambities die tot uitdrukking komen in de gevel. De gevelbekleding is van keramisch materiaal, maar met een vulling van populierenhout van Nederlandse bomen. Deze natuurlijke elementen zijn verweven in het ontwerp van WY.architecten en geven het gebouw een warme uitstraling. De dakbedekking is van circulair bitumen.

Kennis uit de markt

De zonnepanelen op het dak leveren voldoende stroom op voor het energiegebruik. Bodemwarmtepompen zorgen voor verwarming, koeling en warm water. Ondergrondse tanks vangen regenwater op voor toiletspoeling. Allemaal beproefde installatietechnieken. Om invulling te geven aan de milieuaspecten maakte BrabantWonen al snel kenbaar graag de expertise van de markt te gebruiken. “Binnen onze organisatie is er een grote bereidheid om die omslag richting circulariteit te maken, zowel top-down als bottom-up. Toen duidelijk werd dat we dit gebouw in hout zouden optrekken, werd dat meteen breed gedragen.”

Nieuw terrein

Bouwen met hout was echter nog relatief onontgonnen terrein voor BrabantWonen. “Ervaring hadden we al wel opgedaan met houten gevels, maar bij dit project gaan we echt een stap verder.” Reden om



al in een vroegtijdig stadium, tijdens de ontwerpfase, te besluiten tot het formeren van een bouwteam. “Alle expertise is nodig, ook van de aannemer. Hij is van toegevoegde waarde voor de prijsvorming en het uitwerken van de details.”

Samenwerking

Daarnaast werden de leveranciers betrokken. “De constructie is namelijk van CLT. De niet-dragende elementen – zoals de gevel – zijn van houtskeletbouw. Voor de aansluitingen is het belangrijk dat de verschil-

lende leveranciers samenwerken”, verduidelijkt Van Zelst. Daarnaast is een akoestisch adviseur ingeschakeld. “Brand en akoestiek zijn belangrijke aandachtspunten. Vanwege de inbranddiepte van massief hout is een houten hoofddraagconstructie brandveiliger dan gewapend beton of staal. Om geluidsoverdracht te voorkomen zijn de wanden afgewerkt met gerecyclede gipsplaten en de vloeren verzwaaard met een cementdeklaag waarin ook de vloerverwarming is verwerkt.” De plafonds en de gangen maken echter wel duidelijk dat het om houtbouw gaat. “De ‘ruwe’ mate-

rialen blijven op zo veel mogelijk plaatsen in het zicht, waardoor het hout veel meer beleefd wordt.”

Gevraagd naar de lessen die Van Zelst leerde, zegt hij: “Met hout bouwen is wezenlijk anders. Vanaf het ontwerp moet rekening gehouden worden met de installatietechniek. Waar worden de leidingen geplaatst? Deze zijn niet in de CLT-panelen te verwerken, moeten dus altijd op of onder de vloer geplaatst worden. In verband met het afschot van bijvoorbeeld de riolering, zijn de keukens en badkamers zo veel mogelijk gegroepeerd.”



Opdrachtgever: Viveste
 Ontwikkelaar: Barli
 Architect: LA Architecten en Ingenieurs
 Locatie: Hoge Schaft, Houten
 Realisatie: 2017
 Constructie: HSB

Barli Base Uitzichtwoningen, Houten

In Houten realiseerde woningcorporatie Viveste 25 tijdelijke prefab houtskeletbouwwoningen voor gezinnen, waarbij er enkele zijn gereserveerd voor statushouders. Om de bewoners, ondanks de beperkte afmetingen van hun woning, een ruimtelijk gevoel te geven, is gekozen voor de woonkamer op de verdiepingsvloer. Slaapkamers, badkamer en de technische ruimte bevinden zich op de begane grond. Hierdoor kijken bewoners niet aan tegen het naastgelegen spoor scherm of aangebouwde fietsschuurtjes. En door de schuine kap en de grote gevelopeningen is de beleving van lucht en ruimte gecreëerd.

Viveste kreeg het onbebouwde industrieterrein Hoge Schaft in 2016 voor tien jaar in bruikleen van de gemeente Houten om huisvesting te kunnen bieden aan urgent woningzoekende gezinnen. De oplevering ging in twee fases. In 2017 kregen de eerste zes gezinnen de sleutel van hun nieuwe woning en een jaar later werd de rest gerealiseerd. “We hebben de Barli Base Uitzichtwoningen speciaal voor deze locatie ontwikkeld”, zegt Menno Top, architect bij LA Architecten en Ingenieurs. “Na tien jaar kunnen ze verplaatst worden naar een andere plek. De woningen kunnen met gemak dertig jaar meegaan; ze voldoen aan dezelfde eisen als permanente bouw.”

LA Architecten en Ingenieurs werkt samen met prefab bouwer Barli uit Uden. Voor Hoge Schaft werd de benedenverdieping in zijn geheel in de fabriek gemaakt

en op locatie met een kraan op de betonnen fundering gehesen. De tweede bouwlaag is er vervolgens opgebouwd met prefab wandschijven. Top: “Bij latere projecten, zoals recent in Grave, leveren we ook de tweede bouwlaag volledig prefab op de bouwplaats aan. Dan gaat de bouw nóg sneller en kunnen we een rij van acht woningen in één dag doen.” Die tijdsinschatting is overigens exclusief de funderingsvoorbereidingen en het afwerken van gevel en aansluitingen binnen in de woning.

Transport is beperkende factor

Door het transport van prefab woningen heeft de ontwerper te maken met een aantal voorschriften en beperkingen. Ten eerste moet een bepaalde stijfheid bereikt worden, omdat kleine ongewenste bewegin-



gen tijdens het transport kunnen leiden tot bijvoorbeeld scheurtjes in het tegelwerk van de badkamer. Top: “In een normale HSB-woning is het plafond tegelijk de vloer van de bovenverdieping. Maar bij deze prefab woningen hebben we voor de benodigde stijfheid een extra plafond gemaakt.” Een tweede uitdaging waarvoor een architect zich gesteld ziet, zijn de afmetingen. “Een lengte van twintig meter is haalbaar, lastiger zijn de hoogte en de breedte. Breder dan 4,50 meter is – zonder extra vergunningen – niet mogelijk. En qua hoogte mag de woning inclusief de hoogte

van de oplegger niet boven de 4,20 meter uitkomen. Dat zijn de beperkingen.”

Zoninval

Eén van de uitdagingen waarvoor de woningcorporatie en de architect bij de Hoge Schaft een oplossing moesten vinden, was de zoninval. De woningen hebben overstekken, maar door de transportbeperkingen zijn die niet diep genoeg. Dat probleem speelt vooral in de lente en de herfst, wanneer de zon laag staat maar nog wel veel warmte produ-

ceert. “We zagen dat bewoners dit probeerden op te lossen door kranten tegen de ramen te plakken”, zegt Peter van Dongen, projectleider bij Viveste. “Na lang puzzelen kozen we voor vaste buitenzonwering van horizontale aluminium lamellen die van binnen-uit elektrisch te bedienen zijn.”

Voorkomen van oververhitting

Oververhitting is een issue dat de laatste jaren prominenter in beeld is gekomen bij architecten en woningcorporaties. Door de hete zomers tikt de thermometer binnenshuis al snel de dertig graden aan. In het vernieuwde Bouwbesluit is met de oververhittingseis TO^{juli} daarvoor meer aandacht gekomen. “Maar het brengt wel dilemma’s met zich mee”, zegt Van Dongen. “Maatregelen zijn niet altijd gemakkelijk te nemen en kosten geld.”

Passieve maatregelen

Menno Top is het daarmee eens. “Eigenlijk wil je passieve maatregelen. Bijvoorbeeld een zomernachtventilatieluik, maar daar zit een elektrische motor aan die stuk kan. Dat wil je als corporatie voorkomen. Soms kiezen corporaties daarom voor elektrische airconditioning, maar vanuit energetisch oogpunt is dat zonde.” Is oververhitting een probleem dat vooral speelt in houtbouw? “Niet per definitie, we komen het ook in andere projecten tegen”, aldus Van Dongen. Hij gelooft dan ook dat met hout bouwen de toekomst is. “Alleen moeten er binnen organisaties een paar mensen zijn die van hout houden. Is dat het geval, dan kunnen er stappen gezet worden. Wat mij betreft is hout echt de richting die we moeten inslaan.”



Opdrachtgever: gemeente Purmerend
 Ontwikkelaar: Bouwbedrijf De Meeuw
 Locatie: Karekietpark, Etserstraat, Kanaaldijk en
 Westerveg in Purmerend
 Realisatie: 2020
 Constructie: hybride, staal en hout

NEZZT, Purmerend

Om de woningnood snel het hoofd te bieden, is een andere mindset nodig. Flexibel bouwen, waarin het woonconcept NEZZT voorziet, kan dan een uitkomst zijn. Voor de gemeente Purmerend bouwde De Meeuw woningen voor spoedzoekers. Deze zijn circulair en demontabel ontworpen én hebben een korte bouwtijd. Bovendien kunnen de units niet alleen ingezet worden als woningen; ook een (tweede) leven met een andere functie is mogelijk.

Frank van Ooijen is duurzaamheidsmanager bij De Meeuw en Mark van de Ven technisch manager. “De nood is hoog en het woningtekort loopt nog steeds op”, zegt Van Ooijen. “Dat komt mede omdat we te veel in klassieke concepten denken. Door een andere aanpak en het omarmen van industrieel bouwen kunnen we grote stappen zetten; niet alleen bij tijdelijke huisvesting, ook als het gaat om permanente woningen.” De Meeuw kan in beide voorzien. “De One Platform-modules zijn de basis van NEZZT. De modules voldoen aan alle eisen van het Bouwbesluit. Ze zijn te leasen, huren en kopen. Bovendien bieden we een terugkoopgarantie aan. Woningen worden dan teruggehaald naar ons bedrijf, we renoveren ze en zetten ze vervolgens elders in. Dat kan zijn in een ander woningbouwproject, maar we kunnen de units ook samenvoegen tot een school of zorggebouw.”

Verplaatsbaar

Verdeeld over vier plekken in Purmerend, staan de 118 woningen die de gemeente aankocht voor men-

sen die dringend op zoek zijn naar woonruimte. Het zijn tijdelijke locaties, maar door de aard van de woningen kan de gemeente – indien gewenst – ze na verloop van tijd verplaatsten. Aan de buitenzijde is dat overigens niet zichtbaar, de hoogwaardige afwerking en uitstraling verbergen de ‘tijdelijkheid’. En ook op energetisch vlak doen de all-electric woningen niet onder voor standaard nieuwbouw. De isolatiewaarden voldoen ruimschoots aan de eisen in het Bouwbesluit met Rc-waarden van 6,5 m²K/W voor het dak, 5 voor de gevel en 5 voor de vloer.

Losneembaar

“Achter de gevel, binnen het stalen skelet, hebben de woningen een houten invulling”, legt Van de Ven uit. “Een van de grote voordelen van werken met hout is dat het een biobased materiaal is. Een ander voordeel van bouwen met hout is de losneembaarheid. Aanpassingen zijn eenvoudig te maken, omdat we er bij de detaillering al rekening mee hielden dat eisen in de toekomst kunnen veranderen.”



Met de modules is bovendien een grote verscheidenheid aan gebouwen te maken. “Er zijn zes standaard maten, variërend van 3,15 x 3,15 meter tot 3,60 x 7,20 meter. Omdat de units vrijdragend zijn, is de indeling flexibel; wanden zijn eenvoudig te plaatsen of weg te nemen. Dat is prettig bij interne verbouwingen én het vergroot de toepassingsmogelijkheden.”

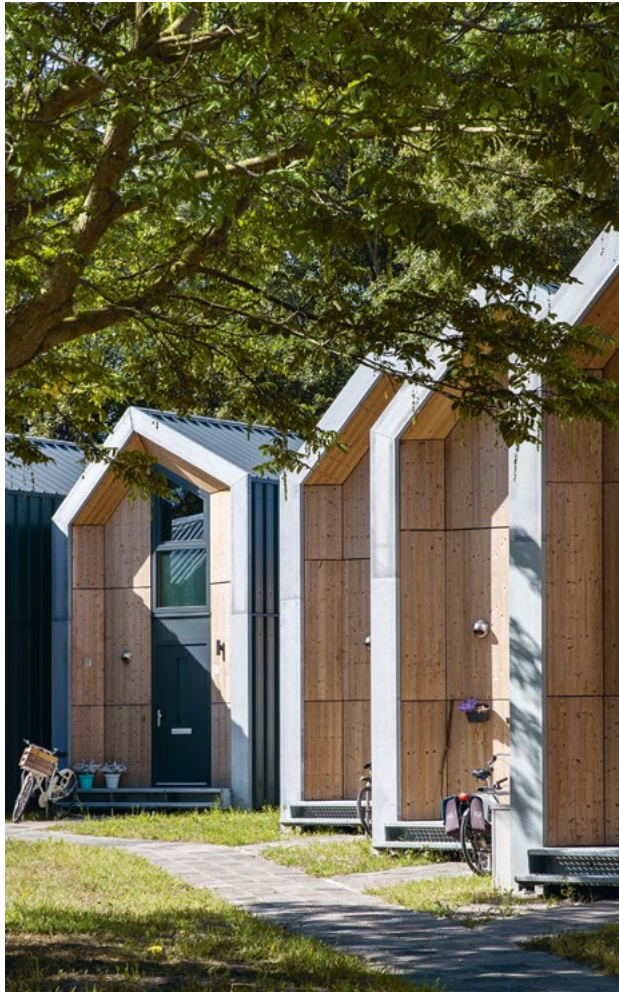
Doorontwikkeling

Door de keuze voor flexibiliteit moesten er op materiaalgebied echter concessies gedaan worden. “Dat is altijd een afweging: kiezen we voor biobased of voor flexibel? Waar is de meeste milieuwinst te halen?”, zegt Van de Ven. “Wij kozen voor een toekomstbestendig concept, maar binnen dat kader ontwikkelen we door. Zo spannen we ons in om de CO₂-footprint van het beton te verminderen. Door het aandeel cement te reduceren en de vloeren een dag langer te laten drogen kunnen we een volgende milieuwinst behalen.” Maar daar houdt het innovatietraject niet op.

Houten dakconstructie

“Een van de meest recente doorontwikkelingen aan ons bouwsysteem is dat we een deel van de stalen dakconstructie vervangen door hout. SGS Search maakte voor ons de calculaties en concludeerde dat we daardoor op drie terreinen milieuwinst boeken: meer gebruik van biobased materialen, minder uitstoot bij het vervoer en hogere isolatiewaarden, omdat hout betere isolerende eigenschappen heeft dan staal.”





Opdrachtgevers: diverse woningcorporaties
 Ontwikkelaar: Heijmans
 Locatie: diverse, waaronder Sneek, Rosmalen, Nijmegen en Veldhoven
 Realisatie: 2016 - heden
 Constructie: hybride, staal en hout

Heijmans ONE

In 2030 telt Nederland volgens de prognoses van het CBS 3,5 miljoen eenpersoonshuishoudens. Bijna een half miljoen meer dan nu. Heijmans ONE speelt in op de groeiende vraag van deze huishoudens. Het woonconcept van 39 vierkante meter is geschikt voor één persoon of twee mensen die veel van elkaar houden. Het is verplaatsbaar en opgetrokken in hout. Daardoor komt het ook tegemoet aan de wensen van woningcorporaties die circulair willen bouwen en op zoek zijn naar flexibiliteit.

In 2016 werd Heijmans ONE geïntroduceerd. De eenpersoonshuizen zijn all-electric en leverbaar met verschillende optiepakketten, waaronder zonnepanelen met monitorsysteem. “We spelen in op de vraag van woningcorporaties die versnelling en verduurzaming zoeken. De tiny houses geven aan beide invulling. De woningen worden verwarmd met infraroodpanelen die hun warmte afgeven aan de wanden, vloeren en het plafond”, legt Niels Struijcken, manager bij Heijmans, uit.

Verplaatsbaar

“De constructie is opgetrokken uit gelamineerd massief hout. Alleen de gevelkaders aan de voor- en achterzijde zijn van staal, zodat de Heijmans ONE verplaatst kan worden. Voor de dak- en gevelbekleding zijn geïsoleerde sandwichpanelen gebruikt. Daardoor hoefden we niets te verlijmen en zijn de woningen volledig demontabel.”





Snelheid

Inmiddels staan er bijna tweehonderd Heijmans ONE's in diverse gemeenten. Met een snelheid die tot de verbeelding spreekt zijn deze gebouwd. “De productietijd in de fabriek bedraagt drie weken, vanaf de ontvangstdatum van de CLT-panelen. En we kunnen er acht op een dag plaatsen. Het is vaak de voorbereiding van het terrein die het langst duurt”, aldus Struijcken. “Staan de woningen op hun plaats, dan zijn er nog twee weken nodig om alles aan te sluiten en de woningen in te richten, en dan kunnen de nieuwe bewoners hun intrek nemen.”

Exploitatie

Ondanks de grote belangstelling, was het voor woningbouwcorporaties de afgelopen jaren een grote stap om Heijmans ONE daadwerkelijk aan te schaffen. “Maar daarin is verandering gekomen. Werd er bij bestemmingsplannen voor tijdelijke huisvesting eerst uitgegaan van tien jaar, tegenwoordig is dat vijftien jaar. Die extra tijd geeft meer ruimte in de exploitatieberekeningen en betekent dat woningen – uitgaande van een economische levensduur van dertig jaar – maar één keer verplaatst worden. Ook dat scheelt in de kosten.”

Gevraagd naar de motivatie van woningcorporaties om Heijmans ONE aan te schaffen, zegt Struijcken: “De urgentievraag weegt voor de meeste het zwaarst. Lange wachtlijsten, sloop, grote vraag van young professionals of de huisvesting van vrijwilligers en tijdelijke arbeidskrachten, wordt vaak als reden genoemd. Met deze woningen kunnen we de druk op de huizenmarkt verlichten. Meestal worden de woningen verhuurd voor de duur van twee jaar; er is dus een hoge omloopsnelheid.” En daarop zijn ze berekend, de woningen hebben een praktische indeling die veel mensen aanspreekt.



Ontwikkelaars: Bazalt Wonen, Kleurrijk Wonen, Compaen Woningstichting, Woonstichting 'Thuis
 Architect: NBArchitecten
 Locatie: Noord-Brabant
 Realisatie: 2021
 Constructie: hybride, CLT en HSB

Optimus, Noord-Brabant

Met vier woningbouwcorporaties en een timmerfabriek ontwikkelde NBArchitecten een concept voor flexibele sociale huurwoningen genaamd Optimus. De woningen zijn volledig – van de vloer tot de nok – opgetrokken in Cross Laminated Timber (CLT) met een houtskeletbouwschil voorzien van hennepisolatie. Circulair, biobased, energieleverend en natuurinclusief evenals een snel bouwproces waren de uitgangspunten. Dit wordt het nieuwe normaal, daar zijn de ontwikkelaars van overtuigd.

“We moeten de volgende stap zetten qua verduurzaming. Tradities loslaten en de wijze waarop we bouwen veranderen, anders hebben we straks woningen met weinig waarde. Bovendien moeten we die omslag snel maken, want de CO₂-uitstoot bedreigt onze toekomst en in de woningbouw explodeert de vraag”, zegt Harold van de Ven, architect bij NBArchitecten.

Vier corporaties

In 2017 ging NBArchitecten met drie corporaties aan de slag, waarna al snel een vierde zich aansloot. “Uniek is dat Optimus voor, door en met de corporaties tot stand is gekomen. Met Woonlinie (tegenwoordig Bazalt Wonen), Kleurrijk Wonen, Compaen Woningstichting en Woonstichting ‘Thuis zaten we om tafel om de wensen te bepalen.” Duidelijk was dat de neuzen dezelfde kant op stonden; iedereen gaf aan woningen te willen realiseren die op alle terreinen duurzaam zijn én in de fabriek gebouwd worden. Duidelijk werd echter ook dat iedereen eigen ideeën over de invulling had.

“Dan kan er een middenweg gezocht worden óf we beginnen blanco waarbij alle partijen hun wensen op tafel leggen en wij vervolgens een modulair systeem creëren; een systeem met ruime keuzemogelijkheden.”

Denken in oplossingen

Dat deze flexibele invulling er kwam, is ook de verdienste van Timmerfabriek Frank van Roij. “Doordat zij denken in oplossingen en niet in producten, is Optimus een breed inzetbaar concept geworden. De woning staat op poeren, is losmaakbaar en verplaatsbaar en heeft een basismaat van 4,8 x 9,6 meter. Verschillende configuraties zijn mogelijk, grondgebonden woningen, maar ook appartementen voor diverse kleine huishoudens. Zelfs de balkons en trapenhuisen worden geprefabriceerd.”

Brede visie

Optimus is volledig opgetrokken in hout, ook de vloer op de begane grond. “Circulair, biobased, energiele-

verend en natuurinclusief waren de uitgangspunten, maar ook een snel bouwproces is wenselijk omdat de druk op de woningmarkt groot is”, legt Van de Ven uit. “In de fabriek bouwen is dé oplossing. Faalkosten worden teruggedrongen, de arbeidsomstandigheden zijn beter, de stikstofproductie is minimaal en processen zijn beter op elkaar afgestemd. Bovendien ben je niet afhankelijk van de seizoenen.” En er wordt veel tijd bespaard. “Nadat de modules de fabriek verlaten, verrijst in een paar uur een compleet afgewerkte nieuwe woning op de locatie. “

Nieuwe materialen

Die industriële bouwmethode vergt echter dat het huis opnieuw uitgevonden moet worden. “En we op zoek moesten naar ‘nieuwe’ materialen die op korte en lange termijn niet schadelijk zijn voor de mens. Daarom kozen we voor natuurlijke producten die ademen en gezonder zijn voor de bewoners.” Optimus heeft een CLT-constructie en een HSB-schil met hennepisolatie, maar ook over de installatietechniek is nagedacht.

Nederlands fabricaat

Het balansventilatiesysteem met WTW en de warmtepomp zijn van Nederlands fabricaat. Daar gaat een brede visie achter verscholen. “We kijken naar de mens en naar de wereld. Bij voorkeur betrekken we producten van eigen bodem, want ook daardoor is veel CO₂-winst te behalen. En om aan de directe omgeving en natuur een bijdrage te leveren, zijn de gevels voorzien van nestvoorzieningen en groen.”





Opdrachtgever: Wonen Limburg
 Ontwikkelaar: Nur Holz
 Locatie: Sportstraat, Weert
 Realisatie: 2020
 Constructie: CLT

Nur Holz, Weert

Wonen Limburg heeft in Weert zestien grondgebonden houten woningen gebouwd, gesitueerd in een groene omgeving. In september 2020 kregen de bewoners de sleutels overhandigd. De bewoners zijn er content mee, alleen de hogere prijs van de woningen staat een grootschalige uitrol nog in de weg.

“Duurzaamheid houdt voor ons meer in dan alleen energie en milieu. Wij willen voor onze bewoners ook graag echt gezonde woningen maken”, zegt Ger Peeters, bestuurder bij Wonen Limburg. “Een maand nadat de bewoners erin getrokken waren, kwamen wij nog eens langs om te vragen hoe de woning beviel. Een moeder vertelde dat haar twee drukke zoons, nooit goede slapers, in hun nieuwe huis ineens slapen als een roos. Dit is slechts een enkele anekdote, geen evaluatie op basis van harde data, maar toch vond ik het mooi om te horen.”

Stroomversnelling

De plannen voor houten woningen kwamen bij Wonen Limburg in een stroomversnelling na een bezoek aan het kantoor van Geelen Counterflow in Haalen, bij Roermond. Dat massiefhouten gebouw uit 2015 met een BREEAM-score van 99,94% staat nog steeds internationaal aan kop in de lijst met duurzame gebouwen. Peeters: “Je voelde in dat gebouw de rust en je hoorde van gebruikers hoe tevreden ze waren. Dat wilden wij ook voor onze bewoners.”

De Nur Holz woningen zijn gemaakt van in de fabriek vervaardigde delen kruislaag vurenhout (Cross Laminated Timber, CLT). De verschillende lagen zijn niet verlijmd, maar door middel van gepatenteerde beukenhouten schroeven aan elkaar bevestigd; een techniek die Dowel Laminated Timber (DLT) wordt genoemd. “De beukenhouten schroeven hebben een iets lager vochtpercentage dan het hout waarin ze bevestigd worden, waardoor ze later iets uitzetten en alles muurvast komt te zitten”, vult projectadviseur Jos Wagemans aan. “Het gebruik van houten schroeven in plaats van lijm heeft twee grote voordelen. Ten eerste is het hout beter te hergebruiken. Zonder lijmresten passen de houten componenten in een later stadium zowel in de technische als biologische kringloop. Dat maakt ze 100% cradle-to-cradle. Een tweede voordeel is dat in de woning geen giftige vluchtige stoffen aanwezig zijn die de kwaliteit van de binnenlucht aantasten.”

Niet schroeven, niet behangen

Om de duurzaamheid en de recyclebaarheid van de woning te garanderen is het niet toegestaan om



de houten binnen- en buitenzijde te verven, beitsen, stuccen of behangen. Ook boren in de houten muren is niet toegestaan. Alleen de gipsplaatwanden mogen geveerd of behangen worden.

Voorlichting

Bewoners zijn hierover van tevoren uitgebreid geïnformeerd, zegt Peeters. “Ze kenden de voorwaarden. Uitgebreide voorlichting geven we overigens bij alle nieuwbouw- en renovatieprojecten, zoals NOM-woningen. Mensen weten niet hoe ze zich moeten ge-

dragen in energiezuinige woningen, of ze wel of niet een raampje mogen openen, hoe ze met de ventilatie moeten omgaan. Daarbij helpen we hen.”

In Weert klopt het totale plaatje, want niet alleen is de woning duurzaam en circulair, ook de omgeving is groen en klimaatadaptief. Zo zijn bijvoorbeeld alle regenwaterafvoeren aangesloten op een centrale wadi, waardoor het riool bij zware regenbuien niet overbelast raakt. Al is de wadi vanwege de slechte infiltratiecapaciteit van de bodem alsnog voorzien van een overloop op het gemeenteriool.

Door alle aspecten mee te nemen ligt de kostprijs voor de woningen 15.000 euro boven budget. Peeters: “We kregen subsidies van RVO, de gemeente en de provincie. In dit ene geval is dat prima, maar als we willen opschalen, dan is kostenreductie essentieel. Het gaat om sociale woningbouw; extra kosten kunnen we niet doorberekenen aan de bewoners.” Ziet Peeters daarvoor een oplossing? “Standaardisering, opschaling, groot inkopen. Eigenlijk moeten we als corporaties de handen ineen slaan.”



Opdrachtgever: Woonwaard
 Ontwikkelaar: Finch Buildings
 Locatie: Bergerweg, Alkmaar
 Realisatie: 2020
 Constructie: CLT

Finch Buildings, Alkmaar

Voor woningcorporatie Woonwaard in Alkmaar produceerde Finch Buildings 38 woonstudio's. De woningen staan aan de Bergerweg in Alkmaar, naast de studentencampus. Het duurzame bouwsysteem is modulair en 'plug and play' opgeleverd. De modules zijn energieneutraal, verplaatsbaar en kunnen volledig worden hergebruikt. Daardoor zijn ze breed inzetbaar. Woonwaard exploiteert de jongerenwoningen voor minimaal vijftig jaar, maar ook toepassingen als hotel, kantoor of appartementen zijn mogelijk. De marktvraag, bewonerswensen en omgeving bepalen de invulling.

In de studio's aan de Bergerweg wonen jongeren van 17 tot en met 28 jaar. De helft van deze jonge mensen zet volledig zelfstandig de stap naar een eigen huis, de andere helft van de jongeren wordt daarbij begeleid via het project 'Start me up'. Woonwaard exploiteert de woningen voor een periode van minstens vijftig jaar. Hierdoor is het mogelijk de huur zo laag mogelijk te houden. Mocht na vijftig jaar worden besloten de woonstudio's niet meer te verhuren, dan worden deze gedemonteerd en kan een groot gedeelte van de modules opnieuw worden ingezet als grondstof in de bouw. Dit past bij de ambitie van de Woonwaard om waar mogelijk circulair te bouwen.

Opgetrokken uit CLT

Op verschillende locaties worden de massief houten studio's geëxploiteerd. Eerdere projecten met Finch Buildings staan in Hoofddorp, Leiden, Tilburg, Vierhouten en Amsterdam. De woningen zijn volledig opgetrokken uit Cross Laminated Timber (CLT) en wor-

den modulair gebouwd in de fabriek van De Groot Vroomshoop, een dochter van VolkerWessels.

Deze Start me up-woningen zijn met een snelheid van twee per dag geproduceerd en er werden er tien per dag geplaatst. Daardoor nam de bouwtijd van het gehele project – van grondwerkzaamheden tot oplevering – slechts drie maanden in beslag.



In het gebruikte hout van dit project is zo'n 478 ton aan CO₂ opgeslagen. Terwijl er tijdens de bouw circa 568 ton CO₂ is bespaard. Voor het gebruikte hout geldt dat voor elke drie gebruikte bomen er vijf bomen zijn terug geplant.

Breed toepasbaar

De toepassingen van het Finch-systeem zijn legio: van een studio, twee- of driekamerappartement, kantoor, zorgappartement tot compleet hotel. De modules zijn schakelbaar en tot zeven lagen hoog te stapelen. Met een hulpconstructie kan het zelfs nog hoger. De modules worden opgeleverd met een keuze in het type badkamer, keuken, kozijnen, verwarming, vloerafwerking en domotica. Door de units van hout – met een natuurlijke vochtregulerende werking – te maken, zeggen de ontwikkelaars dat er een gezond en comfortabel leefklimaat ontstaat. Door de goede isolerende eigenschappen van hout wordt bovendien de warmtevraag beperkt.





Houtbouwsystemen

In het inspiratieboek komen diverse houtbouwsystemen aan de orde. Hier vindt u een beknopte samenvatting. De systemen worden nader toegelicht in de projectbeschrijvingen.

Cross Laminated Timber (CLT)

Cross Laminated Timber is een kruislings verlijmd houtconstructie en wordt tegenwoordig ook wel kruislaagshout genoemd. In constructies wordt CLT daarnaast vaak aangeduid als massief hout. De CLT-platen bestaan meestal uit drie tot acht lagen. Deze lagen worden onderling verlijmd of met houten pluggen verbonden. Doordat de lagen kruislings verwerkt zijn ontstaat een sterk, stabiel en stijf element. Het aantal lagen is afhankelijk van de gebruikte houtsoort en de toepassing. Voor projecten kunnen complete casco's met vloeren en dragende gevels in

CLT worden uitgevoerd. Doordat hout in vergelijking met steen goed isoleert, zijn hoge isolatiewaarden te behalen. De gebruikte lijm bepaalt in belangrijke mate de milieuvriendelijkheid.

Houtskeletbouw (HSB)

Zoals de naam al aangeeft, wordt bij houtskeletbouw een geraamte van hout gebouwd. Het is een lichte constructie die ook dragend kan worden toegepast in laagbouw. In de open ruimtes worden isolatiematerialen verwerkt. Een voordeel van HSB is dat er een lichte fundering nodig is, waardoor het ook goed toepasbaar is bij renovatie. HSB wordt veel toegepast in gevels en wanden, maar ook in combinatie met CLT.

In Nederland wint houtskeletbouw aan populariteit, maar is het nog niet zo'n beproefde methode als bijvoorbeeld in Canada of Scandinavië, waar 90% van de woningen in HSB is opgetrokken.

Hybride constructies

Er wordt steeds meer ervaring opgedaan met houtbouw, maar er kunnen redenen zijn – zoals de constructie of akoestiek bij hoogbouw – om hout te combineren met beton of staal. In de projecten Haut, De Karel Doorman en Patch22 leggen ingenieurs en architecten uit welke keuzes hierbij zijn gemaakt.

CO₂ opslag in hout

Met de rekenmodule van het Centrum Hout op basis van EN 16449 is te berekenen hoeveel CO₂ is opgeslagen in houtproducten. Deze producten kunnen uit één houtsoort bestaan, maar ook zijn samengesteld uit meerdere houtsoorten of -producten.

De rekenmodule op basis van de EN 16449 beperkt zich tot de opnamecapaciteit gedurende de gebruiksduur. Dat is anders dan de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken van Stichting NMD, deze is gebaseerd op de NEN-EN 15804.

Colofon

Het Inspiratieboek Woningbouw in hout is een uitgave van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie. Deze uitgave is financieel mogelijk gemaakt door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Hoofredactie

Katja van Roosmalen

Ontwerp en opmaak

Richard van Zijll de Jong (Studio de Marcos)

Eindredactie

Marianne Lahr

Redactie

Katja van Roosmalen en Tijdo van der Zee

Copyright © maart 2021 Transitieteam Circulaire Bouweconomie

Alle rechten voorbehouden. Teksten uit deze uitgave mogen met bronvermelding verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt worden. Beeldrechten zijn auteursrechtelijk beschermd. Voor het in enige vorm of op enigerlei wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier gebruiken van beelden is voorafgaand toestemming nodig van de auteursrechthebbende.

Disclaimer

Bij de samenstelling van deze uitgave is getracht alle rechthebbenden te achterhalen. Diegenen die desondanks menen rechten te kunnen doen gelden, worden verzocht contact met de uitgever op te nemen.



4

Bergakker, Norg

Beeld: Gerard van Beek



6

Eva Lanxmeer, Culemborg

Beeld: Walter Frisart



8

Plant-Je-Vlag, Nijmegen

Beeld: Katja van Roosmalen



10

Groen Velve Lindenhof, Enschede

Beeld: Laurens Kuipers



12

Huis JB, Zutphen

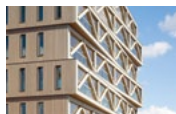
Beeld: Loes van Duijvendijk



14

Iewan, Nijmegen

Beeld: Katja van Roosmalen



16

Patch22, Amsterdam

Beeld: Luuk Kramer



18

De Karel Doorman, Rotterdam

Beeld: Ossip van Duivenbode



20

Haut, Amsterdam

Beeld: Team V Architectuur



22

Pannenhoeft-Leemerhoeft, Eindhoven

Beeld: FAAM Architects



24

G8, Utrecht

Beeld: Zecc Architecten



26

WonenZoals, 's-Hertogenbosch

Beeld: WY.architecten



28

Barli Base Uitkijkwoningen, Houten

Beeld: Barli



30

NEZZT, Purmerend

Beeld: De Meeuw



32

Heijmans ONE

Beeld: Heijmans



34

Optimus, Noord-Brabant

Beeld: NBArchitecten



36

Nur Holz, Weert

Beeld: Wonen Limburg



38

Finch Buildings, Alkmaar

Beeld: Finch

