

Issues

Wat komt kijken bij circulair bouwen

Het gebouw als product

De huidige bouwwereld is een statische sector, waarin het gebouw altijd samengaat met de onderliggende grond. Na een korte gebruiksperiode zijn de gebouwen functioneel vaak afgeschreven, waardoor sprake is van flinke afvalstroom. Dit zorgt ervoor dat de bouwsector tot een van de meest vervuilende industrieën gerekend kan worden.

Het benaderen van een gebouw als product maakt het mogelijk om gebouwen los te koppelen van de onderliggende grond en na te denken over de waarde van het gebouw zelf. Op deze manier kunnen hoogwaardige gebouwen tijdelijk op interessante locaties worden geplaatst. Dit komt de gebiedsontwikkeling ten goede en maakt het tevens mogelijk om het gebouw later, op een andere locatie, weer te hergebruiken.

Tijdelijke Rechtbank

In het kader van het gebouw als product ontwikkelde cepezedproject in samenwerking met Du Prie bouw & ontwikkeling de Tijdelijke Rechtbank in Amsterdam. Hier worden gedurende de bouw van de nieuwe rechtbank aan de Parnassusweg alle zittingen gehouden. De Rijksoverheid gunde de opdracht aan het consortium volgens een 'Design, Build, Maintain & Remove' contract. De Tijdelijke Rechtbank moet gedurende de gebruiksperiode als een volwaardig gebouw functioneren, waarbij onder andere de representatieve uitstraling en de complexe logistiek een belangrijke rol spelen. Na de gebruiksperiode van vier tot zes jaar wil de Rijksoverheid afval voorkomen om zo de restwaarde van het gebouw te maximaliseren.



De Tijdelijke Rechtbank in Amsterdam is na gebruik te demonteren en te hergebruiken op een nieuwe locatie.

Het gebouw is daarom in zijn geheel uit elkaar te halen en te verplaatsen naar een andere locatie. De afstand van deze nieuwe locatie speelt daarin een belangrijke rol. Als deze dichtbij de huidige locatie ligt, komt dat de transportkosten, en de kosten voor de verplaatsing in het algemeen, ten goede.

Remontabele materialen

Voor de Tijdelijke Rechtbank ontwikkelde cepezed een concept voor circulaire kanaalplaten. Hiervoor maakt het bureau gebruik van standaard vloerplaten die aan de uiteinden zijn voorzien van stalen schroefbussen. Deze zijn aan de stalen constructie gekoppeld, waardoor de platen demontabel en herbruikbaar zijn, oftewel remontabel. Twee van de schroefbussen zijn aan de kopse kant aan een stalen balk bevestigd, de andere twee zijn naar beneden gebogen en aan de constructie bevestigd. Op deze manier ontstaat een stijve vloer, die een gestorte dekvloer overbodig maakt. In plaats daarvan past cepezed een verhoogde computervloer toe,

die eveneens remontabel is. Van tevoren heeft het bureau nagedacht over het hergebruik van alle materialen. Deze zijn voorbereid op toekomstige aanpassingen, zodat ze in de toekomst nog steeds aan de veranderende regelgeving voldoen. Tegelijkertijd is nagedacht over het behoud van de materiaaleigenschappen, zodat deze daadwerkelijk zijn te hergebruiken. Op deze manier kan de rechtbank later dienstdoen als school of laboratorium.

Marieke Giele

- *Het gebouw als product koppelt het gebouw los van de onderliggende grond om de waarde van het gebouw in de toekomst te behouden.*
- *Bij een DBMR-contract staat niet alleen de gebruiksperiode centraal, maar ook het maximaliseren van de restwaarde van een gebouw.*
- *Door remontabele materialen toe te passen is het gebouw later te demonteren en hergebruiken.*



Dakakker op het Schieblock

In 2012 ontwikkelde en ontwierp bureau zUS (Zones Urbaines Sensibles) de eerste oogstbare dakakker op het Schieblock in Rotterdam. Er worden groenten, fruit en kruiden verbouwd en bijen gehouden. Het is een proefopstelling voor verschillende groene daken. De dakakker is een van de deelprojecten in het kader van het project De Luchtsingel.

Een kas op het dak

De afgelopen jaren is het Nederlandse landschap flink verstedelijkt. In 2025 zal naar verwachting 87 procent van de bevolking in de steden wonen. Dit levert nieuwe ontwerpogaven op rondom de geconcentreerde voedselvraag. Verschillende steden proberen hierop in te spelen met initiatieven rondom stadslandbouw, waarbij de productie, verwerking en het transport van voedsel dichterbij de stad wordt gebracht.

Het verschuiven van de voedselproductie naar de steden sluit aan bij het idee om voedsel meer lokaal te produceren. Er is minder transport nodig om het voedsel van de producent naar de consument te brengen, waardoor

het voedsel vers blijft. Daarnaast kan het groen in de stad bijdragen aan de vermindering van de vervuilende uitlaatgassen, wat de leefkwaliteit ten goede komt.

De Schilde

Sinds maart is op het dak van De Schilde in Den Haag de grootste stadsboerderij van Europa gehuisvest. Oorspronkelijk deed dit modernistische gebouw uit 1952, naar een ontwerp van Dirk Roosenburg, dienst als fabriek voor Philips Telecommunicatie. Later waren er verschillende kantoren in het pand gevestigd, maar gedurende de jaren nam de leegstand toe. In 2013 besloot de gemeente Den Haag het gebouw nieuw leven in te blazen. Ruim zeventig initiatieven werden aangemeld voor dit project, waaruit de gemeente onder andere koos

voor het stadslandbouwinitiatief van het Zwitserse UrbanFarmers en het Nederlandse space&matter. Dit leidde uiteindelijk tot de bouw van een kas op het dak van De Schilde.

De stadsboerderij maakt in de voedselproductie gebruik van de recirculatie van Aquaponics. Dit betekent dat de boerderij het kweken van vissen combineert met de verbouw van gewassen om op deze manier tot een efficiëntere voedingsoplossing te komen. De Schilde bestaat uit een dakkas van 1.200 vierkante meter voor gespecialiseerde groenten, een overdekte viskwekerij van 370 vierkante meter en een verwerkingsruimte van 250 vierkante meter. Het water met de afvalstoffen van de tilapiafilet dient als voedsel voor de planten, die het vervolgens filteren waarna het weer schoon naar het visbassin wordt

geleid. Dit levert een enorme waterbesparing op in het productieproces.

Voedselbewustzijn

De vraag rijst of stadslandbouw een groter aandeel kan gaan leveren aan de huidige en toekomstige voedselproductie. Het lijkt niet haalbaar om de volledige vraag naar voeding in de steden te produceren. Bij een consequente toepassing van kassen op de daken kan slechts aan twintig procent van de voedselvraag worden voldaan. Daarnaast is stadslandbouw niet perse duurzamer dan de traditionele landbouw. De kleine schaal brengt veel verliezen met zich mee, die niet altijd zijn te compenseren door het verminderde transport.

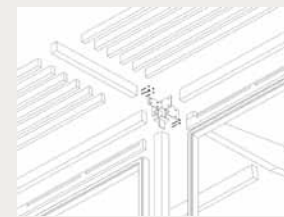
Toch lijkt stadslandbouw wel degelijk een bijdrage te leveren aan de maatschappij. De productie van voedsel is door de industrialisatie steeds verder van ons af komen te staan, waardoor het voedselbewustzijn is verdwenen. Mensen hebben tegenwoordig steeds minder besef van de herkomst van het eten op hun bord. Stadsboerderijen als De Schilde kunnen hier verandering in brengen door de voedselproductie weer dichterbij de stedelingen te brengen. Door mensen bewust te maken van dit hele proces gaan zij de waarde van hun eten weer inzien, waarmee stadslandbouw een belangrijke sociale bijdrage levert aan de maatschappij.

Marieke Giele



Stadsboerderij De Schilde levert het eten vanaf de kas op het dak in Den Haag. Foto Martijn Zegwaard

- De huidige voedselindustrie produceert veel voedsel ver van de consumenten.
- Stedelingen hebben daardoor steeds minder bewustzijn over de herkomst van hun eten.
- Stadslandbouw brengt voedsel weer dicht bij de consumenten door het lokaal te produceren.



Gebouw als materialenbank

De exponentiële bevolkingsgroei en de modernisering van de levensstandaard zorgen ervoor dat de vraag naar noodzakelijke goederen en diensten in de komende decennia met ten minste een factor twee zal toenemen. En terwijl er een exponentiële bevolkingsgroei is, nemen wereldwijd de noodzakelijke grondstoffen om deze groei te voeden af. Het World Resource Institute verwacht dat wanneer de wereldbevolking de komende vijftig jaar blijft groeien, de behoefte aan grondstoffen met driehonderd procent zal toenemen. Ruwe grondstoffen worden steeds schaarser en duurder, stortplaatsen raken vol waardoor de stortprijs stijgt, wat uiteindelijk het afvalmanagement buiten alle proporties duur maakt.

De fysieke impact van de stijgende bouwmasse in industriële en ontwikkelde delen van de wereld is onmiskenbaar. Daarnaast beantwoordt de kwaliteit van de bestaande bouwvoorraad niet aan de veranderende eisen van de gebruikers, omdat de meeste gebouwen in de afgelopen zestig jaar zijn gebouwd met als levenseinde de sloop en niet voor de aanpasbaarheid aan veranderende behoeften door de tijd heen. Projectontwikkelaars en vastgoedmakelaars waarschuwen dat er met betrekking tot het gebruik van gebouwen grote verschillen zijn tussen de huidige bouwvoorraad en de veranderende en dynamische eisen van de gebruikers, nu en in de toekomst. De bestaande bouwmethoden sluiten niet aan bij de dynamiek van de markt en ontwikkelingen in de maatschappij, demografie, schaarste aan

grondstoffen en technologie. Kortom, gebouwen zijn niet ontworpen en uitgevoerd voor een continue up-grading en aanpassing aan de nieuwe behoeften, regels en trends. Daardoor worden gebouwen gesloopt en wordt het materiaal met langere technische levensduur als afval gezien.

Spaarrekening

In Europa is de bouwindustrie verantwoordelijk voor veertig procent van de totale afvalproductie en veertig procent van de totale CO₂-uitstoot. Vijftig procent van alle natuurlijke grondstoffen wordt in de bouw gebruikt. Een lineair patroon van de bouwproductie dat het gebruik van grondstoffen koppelt aan sloop als de enige 'end of life optie' van het gebouw, resulteert in de verarming van de maatschappij. Het 'environmental capital' van de aarde is net als een bankrekening. De uitdaging ligt in de vraag hoe we van dit 'environmental capital' een spaarrekening maken, zodat er genoeg grondstoffen overblijven voor toekomstige generaties. Hoe kunnen we het lineaire denken, uitgedrukt in de korte levensduur van gebouwen en

producten en met een maatschappij die zichzelf berooft van grondstoffen, transformeren naar een meer circulair denken, waar de productie van gebouwen en materialen gekoppeld is aan de continue opwaardering en aanvulling van grondstofbronnen? Door gebouwen te ontwerpen die een circulaire waardeketen mogelijk maken krijgen gebouwen een continue opwaardering. Bovendien behouden de materialen in de gebouwen hun waarde. Deze dynamisch en flexibel ontworpen gebouwen vormen de sleutel tot een circulaire economie. Gebouwen zijn niet langer de afvalbergen van de toekomst, maar bewaarplaatsen van waardevolle bouwmaterialen.

Materialenbank

'Gebouw als materialenbank' introduceert hiermee fundamentele vernieuwingen in de bouw. Een nieuwe ontwerpbenedering waar transformatie en hergebruik garant staan voor de toekomstwaarden van een gebouw en bouwmaterialen. Een benadering waar 'Reversibel Design' en 'Design voor Disassembly' vanaf het begin van het ontwikkelproces aandacht krijgen om hoogwaardig gebouw- en materiaalgebruik op de lange termijn te bevorderen. Een nieuwe ontwerpfilosofie, waarin het slopen van een gebouw als een fout in het ontwerp wordt gezien. Om de waarde van gebouwen en materialen op de lange termijn te garanderen moeten drie dimensies van transformatie gewaarborgd worden: de gebouw-, de structuur- en de materiaaldimensie. Oftewel de functionele aanpasbaarheid, de herbestemming van systemen en het hergebruik van materialen. Naast de klassieke functionele, technische en esthetische eisen zullen ook de eigenschappen 'Design for

Disassembly' en 'Reversibel Design' de kwaliteit en de waarde van een gebouw in de toekomst bepalen. Op basis van de drie dimensies die het transformatievermogen van een gebouw bepalen, wordt een koppeling met de toekomstwaarde van een gebouw gemaakt. Een gebouw dat een laag transformatievermogen heeft, is een gebouw dat geen aanpassingsvermogen kent. Dit resulteert in sloop, downcycling en afval. Duurzaam gebruik van het gebouw in de toekomst door verschillende generaties van gebruikers en zijn aanpassingsvermogen aan klimaat en technische eisen wordt niet alleen bepaald door de lijst van materialen, maar ook door de wijze waarop deze materialen geïntegreerd zijn in een functionele, fysieke en esthetische samenhang. Een van belangrijkste taken van een architect in de toekomst is niet een gebouw te ontwerpen voor een gebruik, volgens een vast maatstramen, maar scenario's voor hergebruik en dus de vitaliteit van een gebouw te kunnen waarborgen. Het Programma van Eisen integreren in de structuur en opbouwssystematiek, met een hoog transformatiepotentiaal en aanpassingsvermogen van de onderdelen. Niet slopen maar transformeren is een belangrijke slogan hiervan die moet zorgen voor de transitie van ontwerp voor sloop naar ontwerp voor opwaardering van gebouwen en bouwmaterialen. De nieuwe generatie gebouwen kenmerkt zich door de zeer karakteristieke en hoogwaardige bouwtechnische objecten en de demonteerbaarheid. Dergelijke gebouwen zorgen voor de continuïteit in de waarde van het gebruik en de materialen van een gebouw.

Elma Durmisevic

Bestaande voorraad

Er staan veel gebouwen leeg in Nederland. Om de potentie van bestaande gebouwen voor hergebruik of herbestemming in kaart te brengen, ontwikkelde ABT een quickscan. Dit instrument herbestemming maakt voor opdrachtgevers inzichtelijk welke waarde bestaande gebouwen hebben voor de toekomst. Het streven is om de cirkel zo klein mogelijk te houden. Onder het motto 'Repair, refurbish, remanufacture, recycle' wordt eerst gekeken naar hergebruik van het bestaande gebouw, dan naar herbestemming, tot aan grootschalige renovatie.

Verder denken dan de oplevering

De circulaire economie is de nieuwste en tot nu toe meest omvattende benadering van mensen omgevingsvriendelijk bouwen. Ze gaat uit van een geheel nieuw economisch model, waarin grondstoffen continu in een bruikbare vorm in het systeem blijven. Dit staat in tegenstelling tot de lineaire economie, waarin een proces van grondstofwinning, productie, gebruik en wegwerpen wordt doorlopen. De circulaire economie vraagt om een fundamenteel andere benadering van het productieproces, waarin herbruikbaarheid centraal staat.

De vele vragen die het begrip circulair oproept, kennen even zovele antwoorden en leiden tot een brede definitie. Een feit is dat het begrip grote groepen mensen aanspreekt. Misschien omdat circulair letterlijk kringloop betekent: een natuurlijk fenomeen dat herkenning oproept. Misschien ook doordat de weg is geëffend door het lange werken met begrippen als duurzaamheid, energie-neutraal, en, iets korter, biologisch. Hoewel het gedachtegoed van eindeloze kringlopen voor de hand liggend en aansprekend is en hoewel het begrip circulair al vijf jaar breed rondzingt in de markt, wordt tot nu toe aan weinig circulaire gebouwen gewerkt. Ook de vraag naar dit type gebouwen is er nog nauwelijks. De op dit vlak meest geroemde, vooruitstrevende gebouwen in Nederland zijn vaak slechts op kleine onderdelen vooruitstrevend en voor meer dan negentig procent standaard. Dat zegt veel over de uitdaging die circulair bouwen biedt. Maar ook over de geneidheid van de mens om zich

in te spannen voor zijn omgeving. Dit is vergelijkbaar met energieneutraal bouwen. Want hoewel het begrip energieneutraal al meer dan twintig jaar boven de markt hangt, is de crisis, samen met de aangescherpte regelgeving, de echte 'incentive' geweest om het te doen dalen naar gebruiksniveau. Terwijl opdrachtgevers tot de crisis betaalbare gebouwen wilden die precies aan de EPC voldeden, vragen ze nu vooral om energieneutrale gebouwen. Want bijna energieneutraal is ondertussen verplicht en volledig energieneutraal is daarna maar een klein stapje extra dat zichzelf terugverdient.

Wij verwachten dat ook de circulaire economie pas echt zal losbarsten als de wet- en regelgeving dat eist of als het financiële winst oplevert. Bijvoorbeeld door verplichte inname van producten aan het eind van hun levensduur door leveranciers, eisen aan de milieubelasting van de gebruikte materialen in een gebouw of het toepassen van een vorm van statiegeld.

Vroege voorbeelden

Twintig jaar geleden gaven ISSO en SBR een jaar of vijf subsidies voor Industriële, Flexibele en Demontabele (IFD) gebouwen. Een van de toen gerealiseerde IFD-gebouwen is ons eigen kantoor in Delft (ontwerp Henket & partners). Dit voldoet nog prima en niemand heeft de aanvechting om het uit elkaar te schroeven. Maar wat als we dat wel zouden doen? Zijn de verschillende elementen dan herbruikbaar of verdwijnen ze alsnog naar de afvalberg? Gescheiden en deels gerecycled, dat wel, maar niet optimaal benut zoals dit in de circulaire economie of bij Cradle to Cradle is gewenst? Volledig hergebruik was niet het uitgangspunt van IFD, maar stel dat dit



Het gebouw van ABT in Delft is een van de vroege voorbeelden van IFD-gebouwen. Het twintig jaar oude gebouw wordt nog steeds als voorbeeldproject gebruikt.

wel het geval zou zijn geweest, hadden we dan andere keuzen gemaakt? Kunnen we eigenlijk wel voorzien of een bouwkundig element voldoende herbruikbaar is? Denk alleen maar aan de ontwikkelingen in glas. Wat is over ruwweg vijftig jaar de standaard? Heeft ieder nieuw gebouw dan een PowerWindow of gaan we nog verder? En wat doen we dan met het HR++ glas of 'triple' glas dat op dit moment de standaard is? Hergebruiken is dan niet meer interessant. Maar ook de specifieke maatvoering en esthetische overwegingen maken optimaal hergebruik van bouwkundige elementen lastig. Niet voor niets lijkt ook Cradle to Cradle niet echt van de grond te komen.

Voorwaarden voor circulariteit

De eerste stappen naar circulair bouwen worden inmiddels gezet. Door gebouwen een overcapaciteit te geven kunnen ze in de toekomst worden uitgebreid, of in de toekomst worden opgesplitst in meerdere verhuurbare units. Deze flexibiliteit zorgt ervoor dat het gebouw zich kan aanpassen aan de wensen van de gebruiker, wat de levensduur van het

gebouw verlengt. Een andere voorwaarde om écht flexibel en circulair te bouwen, is dat de bouwdelen zodanig zijn gedetailleerd dat zij tot op grondstofniveau kunnen worden gedemonteerd en op nieuwe wijzen hergebruikt. Want, zoals Thomas Rau terecht zegt, wie weet nu wat je over honderd jaar wilt van een gebouw? Belangrijk lijkt voorts de verdere ontwikkeling van BIM en daaraan gekoppeld 'the internet of things'. Informatie is namelijk cruciaal in de circulaire economie. BIM moet verdergaan dan de perfect uitgewerkte 3D-modellen die we nu maken. Want om elementen efficiënt te kunnen hergebruiken moet je weten hoe ze zijn samengesteld. Hoe zijn de verschillende materialen met elkaar verbonden, hoe oud zijn ze, hoe zijn ze onderhouden? Door de aanwezige materialen in een gebouw goed te documenteren en terugvindbaar te maken, vergroot je de kans dat ze kunnen worden hergebruikt. Het combineren van data van verschillende gebouwen geeft een beeld van de materiaalvoorraad in gebouwen. Deze en andere data zijn

goed te koppelen met de elementen in een 3D-model.

Buildings as a service

In de IT is het concept van 'software as a service' (SAAS) breed geaccepteerd. Hierbij huur je software, en hoeft je niet zelf grote investeringen te doen voor bijvoorbeeld servers. In de bouw zie je deze ontwikkeling ook. Zo heeft Philips het concept van 'circular lighting' geïntroduceerd. Je huurt de armaturen van Philips en als je andere wilt, ruil je ze in. Geen hoge investeringskosten en maximale flexibiliteit.

Maar ook DBFM0-projecten waarbij een consortium verantwoordelijk is voor het hele proces van ontwerp, bouw en gebruik gedurende een bepaalde periode, sluiten hierbij aan. Het is dan namelijk in het belang van het consortium om een flexibel, energiezuinig en goed te onderhouden gebouw te ontwerpen, omdat het consortium zelf verantwoordelijk is voor de exploitatie. Je wordt gedwongen verder te denken dan de oplevering.

De volgende stap hierin is nog een letter toe te voegen: de R van recycle. Hetzelfde consortium is dan verantwoordelijk voor de inname van de materialen aan het einde van de levensduur van het gebouw. Dan wordt restwaarde opeens een stuk interessanter.

Nieuwe materialen

Nederland groeit, en daarmee de vraag naar bouwmaterialen. Een vraag die je niet alleen kunt invullen met hergebruikte materialen uit sloopprojecten. Daarom moet je zoeken naar nieuwe materialen, op basis van hernieuwbare grondstoffen. In het gebruik van 'biobased' composieten in de bouw zit een grote potentie. Daarmee krijg je duurzame gebouwen

die het geitenwollensokkenimago van zich af geschud hebben en die high-tech, comfortabel en duurzaam zijn. Dit vereist dat je zelf actief de markt opgaat om samen met leveranciers te onderzoeken wat maakbaar is.

Drempels op weg naar de circulaire economie

Een lagere CO₂-uitstoot en minder milieubelasting zijn bekende voordelen van circulair bouwen. Maar er is ook een groot economisch voordeel. McKinsey&Company' voorspelt een economisch voordeel van 1,8 biljoen euro voor Europa wanneer het de overstap maakt naar een circulaire economie. Toch zijn er nog maar weinig opdrachtgevers, architecten, adviseurs en bouwers die echt circulair willen bouwen. Waarom niet? Een veelvoorkomend vooroordeel is dat circulair bouwen duur is. Het vereist een andere manier van werken en bouwen, buiten de comfortzone van veel bedrijven. Nieuw is risicovol. En zolang de grondstofprijzen niet de pan uitrijzen, is het weinig aantrekkelijk om te kiezen voor gerecyclede of hergebruikte materialen.

Een andere drempel is die van aansprakelijkheid. Als je een gebouw, element of materiaal hergebruikt, wie is dan aansprakelijk voor de prestatie daarvan? De producent? De vorige eigenaar? Of de nieuwe gebruiker? Tot slot hebben hergebruikte materialen ook een imagoprobleem. Wij associëren tweedehands vaak met mindere kwaliteit. We vinden hergebruikte vloerbedekking vies of goedkoop. Veel mensen prefereren een nieuwbouwwoning, bedrijven willen een nieuw schitterend hoofdkantoor. Om circulair bouwen echt te laten werken is een andere mindset nodig, ook van opdrachtgevers. Ondanks alle drempels zijn er voldoende mogelijkheden om circulair bouwen vergaand

toe te passen. Dat is een mooie uitdaging die ook wij graag aangaan.

Gyuszi Florian

(bouwkundig adviseur),

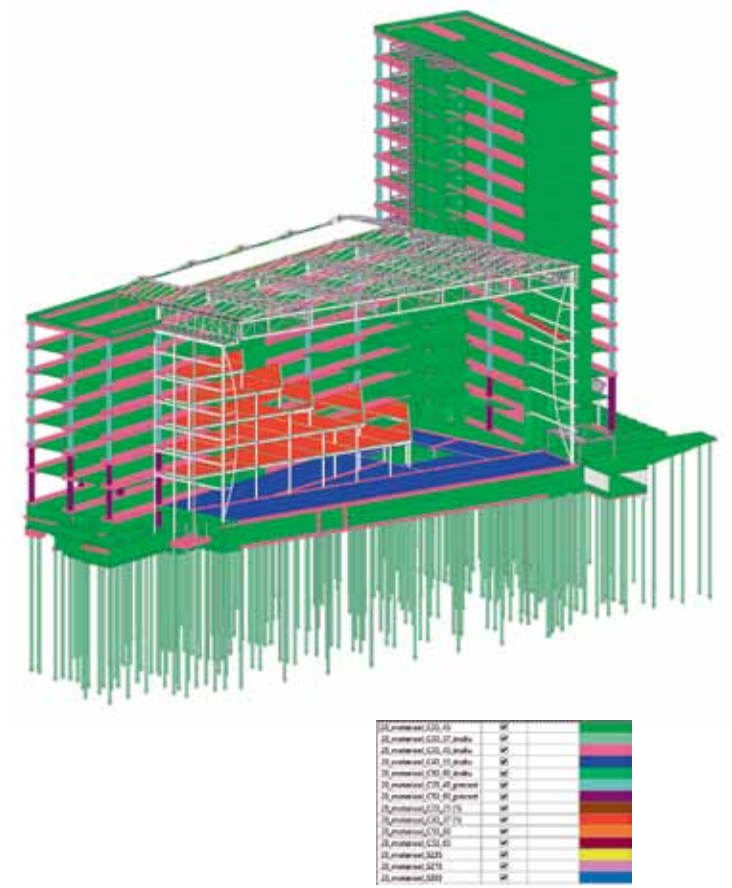
Eric Bouten (installatiedeskundige) en

Annebeth Muntinga (bouwfysicus)

Allen zijn werkzaam bij ABT.

1. Architect Daan Bruggink wil dat materiaalgebruik hoger wordt gewaardeerd in de BREEAM-score. Dat zal een goede 'incentive' zijn. Zie het interview in 'Helden', elders in dit nummer.
2. Zie www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/europes-circular-economy-opportunity.

- Het begrip circulair is bekend, maar wordt nog weinig toegepast in de bouw.
- Circulaire economie zal pas echt losbarsten als de wet- en regelgeving dat eist of als het financiële winst oplevert.
- Om circulair bouwen echt te laten werken is een andere mindset nodig, ook van opdrachtgevers.



Hogeschool van Amsterdam, Conradhuis. In het BIM-model van dit gebouw is al informatie over de materialen toegevoegd. De kleuren staan in de legenda.

Energiezuinig ontwerpen

Ons dagelijks leven wordt steeds meer beïnvloed door digitalisering. De bouw vormt daarop geen uitzondering. Tekenen gebeurt met 3D-tekenprogramma's en berekeningen worden gemaakt met simulaties. Worden de mogelijkheden van deze instrumenten optimaal gebruikt of zijn er meer voordelen te behalen? Kan het ontwerpproces van architecten voor energiezuinige woningen worden verbeterd als gebruik wordt gemaakt van een bouwfysisch simulatieprogramma tijdens de eerste fase van het ontwerpproces?

De energieprestatie van een woning speelt een belangrijke rol tijdens het ontwerpproces. Dit is het gevolg van strenge Europese richtlijnen, in de praktijk vaak gekoppeld aan de EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt). Vanaf 2020 moeten alle nieuw te bouwen woningen in Nederland een EPC-score van nul halen. Dit staat gelijk aan energieneutraal bouwen. Door deze lage EPC-score worden architecten gedwongen om de focus van hun ontwerpproces te verbreden en energie hierin nadrukkelijker te betrekken. Dit geldt ook voor kleinschalige projecten waarbij niet altijd een energiespecialist is betrokken. Uit onderzoek van Hensen (2004) blijkt dat beslissingen in de vroege fase van het ontwerpproces een grotere impact hebben op de energieprestaties



Twee voorbeelden van binnen het onderzoek gemaakte ontwerpen

van een ontwerp, dan maatregelen in een latere ontwerpfase of tijdens het bouwen. Daarom is het van belang dat architecten al in de eerste fase van het ontwerpproces aandacht besteden aan de energieprestatie van de woningen.

De meeste architecten die energiezuinige woningen ontwerpen, maken gebruik van een bouwfysisch adviseur. Echter als alle architecten energiezuinige woningen moeten ontwerpen, zullen ze niet allemaal een bouwfysisch adviseur inhuren. In dat geval kan de architect gebruikmaken van bouwfysische richtlijnen of van een bouwfysisch simulatieprogramma. Recente ontwikkelingen maken het gebruik van dergelijke programma's in de vroege ontwerpfase steeds toegankelijker. Geeft het gebruik van dergelijke programma's een meerwaarde voor de energieneutraliteit? Wat is het effect op de architectuur? En hoe zit het met andere aspecten zoals daglicht?

Onderzoek in Shenzhen

Voor het onderzoek zijn door 26 masterstudenten architectuur van de TU/e ontwerpen gemaakt voor een energiezuinige gezinswoning van 150 vierkante meter in het subtropische klimaat van Shenzhen (China). Dertien ontwerpen zijn gemaakt met behulp van de richtlijnen van de Trias Energetica en op basis van de richtlijnen volgens het passiefhuisconcept. De overige ontwerpen zijn gemaakt met behulp van een bouwfysisch si-

mulatieprogramma. In dit onderzoek is gebruikgemaakt van Sefaira als bouwfysisch simulatieprogramma. Voor alle individuele ontwerpen maximaal was zestig uur beschikbaar. Alle ontwerpen zijn onderling vergeleken op energievraag, daglicht en architectuur, en vervolgens gesimuleerd met behulp van Sefaira. Hierbij is aangenomen dat ze gebouwd zijn op maaiveldniveau zonder omliggende gebouwen. Dit is gedaan omdat de locatie afhankelijk was van de masterprojecten van de studenten. Naast de locatie zijn ook de u-waarden van de vloer, het dak en de gevels gelijkgetrokken. Het verbeteren van de u-waarde heeft veel invloed op de uiteindelijke score voor de energievraag. Zij kan normaal gesproken worden verbeterd zonder afbreuk te doen aan het ontwerpconcept. De energievraag van de individuele ontwerpen en de hoeveelheid daglicht in het ontwerp zijn uit de simulaties afgeleid. Daarnaast zijn de ontwerpen beoordeeld op architectuur.

Met alle scores voorhanden zijn de resultaten met elkaar vergeleken. In figuur 2 is dit gedaan voor de drie indicatoren, waarbij steeds een splitsing is gemaakt tussen de ontwerpen op basis van de richtlijnen en die met behulp van Sefaira. De scores per woning en indicator zijn steeds geschaald tussen 0 en 10. De minimum en maximumwaarden voor alle ontwerpen tezamen zijn voor de schaling gebruikt. Het grootste onderlinge verschil is gehaald bij de score voor

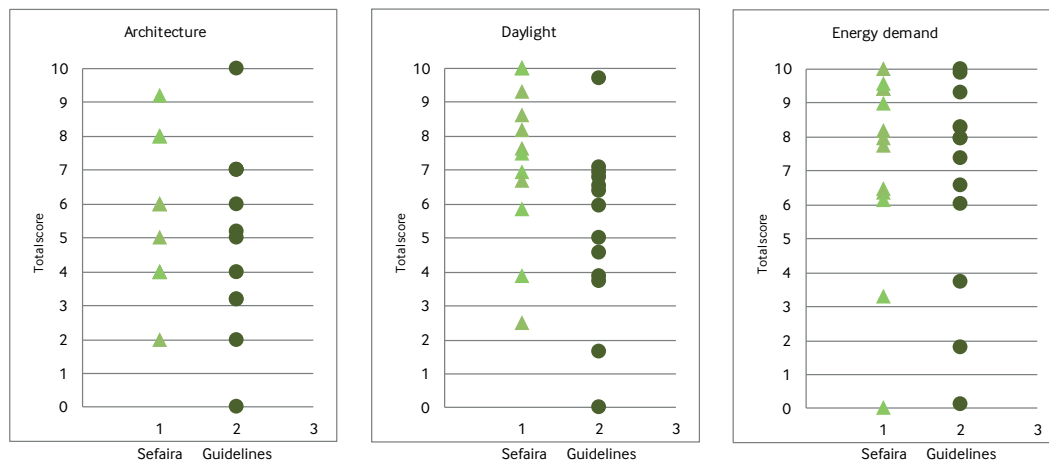


daglicht. In figuur 3 is te zien dat een correlatie bestaat tussen de score voor energievraag en het aantal vierkante meters raamoppervlak. De trendlijn kan verklaard worden door het verschil in isolatiewaarde. Ramen hebben een slechtere isolatiewaarde dan gesloten geveldelen, waardoor meer transmissieverlies via de ramen plaatsvindt. Daarnaast speelt de zonbijdrage in het warme klimaat van Shenzhen een negatieve rol. In figuur 4 is het aantal vierkante meter raamoppervlak uitgezet tegen de score voor daglicht. Hier is geen correlatie te vinden. De score voor energievraag kan worden verbeterd door minder raamoppervlak te gebruiken, terwijl voldoende daglicht in het gebouw komt. Deze keuze gaat wel voorbij aan de mogelijke invloed van daglicht op de architectonische kwaliteit.

Energievraag is belangrijk

Naast deze individuele scores zijn de ontwerpen vergeleken met een totaalscore. Deze laatste is opgebouwd uit de onderlinge scores voor energievraag, daglicht en architectuur. De scores voor deze onderdelen zijn gerant van 0 tot 10 en daarna verwerkt in de totaalscore. Hierbij is de keuze gemaakt om de energievraag voor veertig procent te laten meewegen en daglicht en architectuur beide voor dertig procent. Deze keuze is arbitrair, maar laat zien dat de energievraag een belangrijke component is.

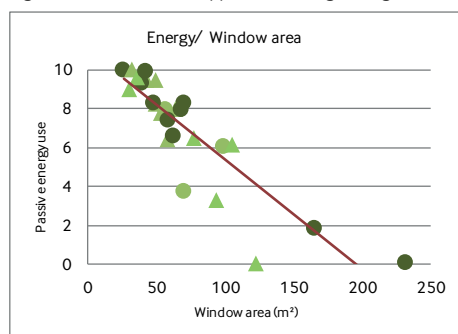
Of beide groepen ontwerpen significant van elkaar verschillen voor de totaalscore, is berekend met de Mann-Whitney u-test en de T-test. Uit de analyse blijkt dat de twee gemiddelden verschillend zijn en dat de ontwerpen niet uit identieke populaties komen. Het gebruik van een bouwfysisch simulatieprogramma in het ontwerpproces,



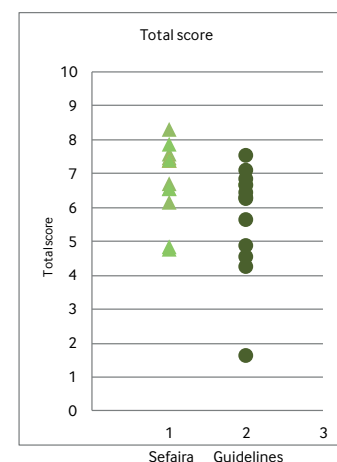
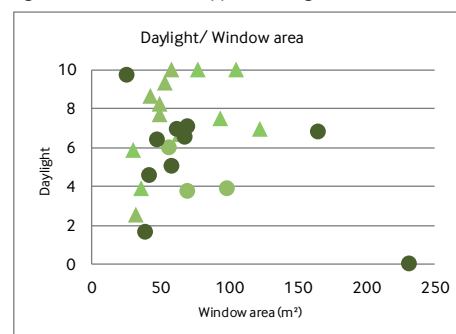
Links figuur 2. Genormaliseerde score voor energievraag, architectuur & daglicht uitgesplitst naar ontwerpen op basis van richtlijnen en met gebruik van simulaties. De streep geeft de gemiddelde waarde aan.

Onder figuur 5. Totaal score per ontwerp (gewogen gemiddelde voor energievraag (40%), daglicht (30%) en architectuur (30%).

Figuur 3. Correlatie raamoppervlak/energievraag



Figuur 4. Correlatie raamoppervlak/daglicht



in dit geval Sefaira, kan dus een positieve bijdrage leveren aan het ontwerp. Het leidt immers tot een ontwerp dat gecombineerd op het gebied van energievraag, daglicht en architectuur beter scoort dan een ontwerp dat alleen is gebaseerd op standaardrichtlijnen. Tot slot is onderzocht of het ontwerp-proces (richtlijnen of gebouwsimulatie) zichtbaar is in de gemaakte ontwerpen. Daarvoor zijn alle 26 ontwerpen in een vragenlijst gezet die is rondgestuurd naar architecten en bouwfysici. Bij elk ontwerp moesten de respondenten aangeven of zij dachten dat het ontwerp gemaakt was met behulp van een bouwfysisch simulatieprogramma of met behulp van richtlijnen. In de meeste gevallen

kan men het verschil niet zien. Bij slecht negen van de 26 ontwerpen is een duidelijke voorkeur voor één van de ontwerpprocessen af te leiden. Echter, bij drie van die negen ontwerpen hadden de respondenten een voorkeur voor het ontwerpproces dat niet was gebruikt. De conclusie luidt dat een significant verschil bestaat tussen de totale score (energievraag, architectuur en daglicht) van ontwerpen die gemaakt zijn met behulp van richtlijnen en ontwerpen die gemaakt zijn met behulp van een simulatieprogramma. De laatste scoren gemiddeld beter. Voor architecten van kleinschalige projecten waarbij geen energiespecialist is betrokken, biedt het gebruik van een bouwfysisch simu-

latieprogramma tijdens de eerste fase van het ontwerpproces van energiezuinige woningen dan ook een meerwaarde. De resultaten laten ook zien dat daarmee de architectuur niet per definitie verloren gaat. Bovenstaand artikel is gebaseerd op een gecombineerd afstudeerproject van de afdelingen Architectuur en Bouwfysica & Installaties aan de Technische Universiteit Eindhoven.
M.L. Bron, M.G.L.C. Loomans, J.L.M. Hensen
 Technische Universiteit Eindhoven

Referenties
 M.L. Bron, *Energy efficient design. Comparing energy efficient houses designed with or without the use of a building energy simulation program,*

TU/e, Eindhoven 2015.
 J.L.M. Hensen, *Towards more effective use of building performance simulation in design*, TU/e, Eindhoven 2004.
<http://sefaira.com/resources>

- Worden de mogelijkheden van digitalisering in het ontwerpproces optimaal gebruikt of zijn er meer voordelen te behalen?
- Het is van belang dat architecten al in de eerste fase van het ontwerpproces aandacht besteden aan de energieprestatie van de woningen.
- Ontwerpen die gemaakt zijn met behulp van een simulatieprogramma, scoren gemiddeld beter.