

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 energie-specialist is betrokken. Uit onderzoek van Hensen (2004) blijkt dat beslissingen in de vroege fase van het ontwerpproces een grotere impact hebben op de energieprestaties



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 ontwerp-fase 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



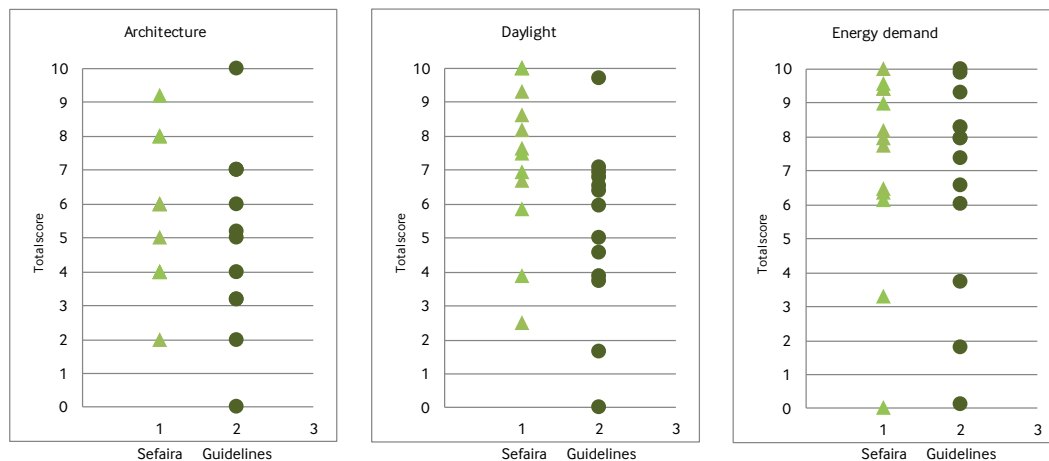
daglicht. In figuur 3 is te zien dat een correlatie bestaat tussen de score voor energievraag en het aantal vierkante meters raamoppervlak. De trendlijn kan verklaard worden door het verschil in isolatiewaarde. Ramen hebben een slechtere isolatiewaarde dan gesloten geveldelen, waardoor meer transmissieverlies 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-Withney 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,

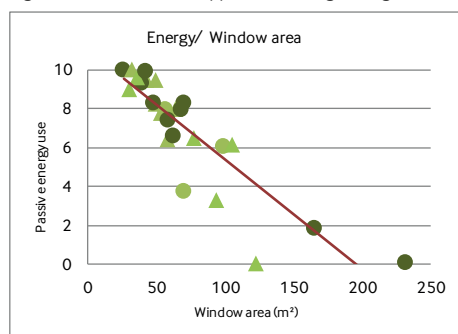
Twee voorbeelden van binnen het onderzoek gemaakte ontwerpen



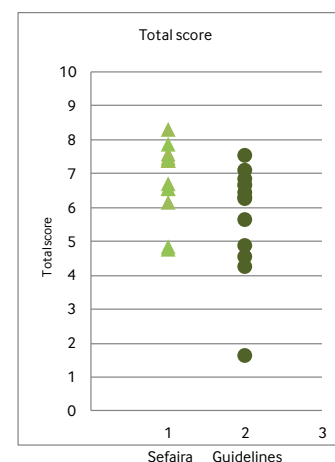
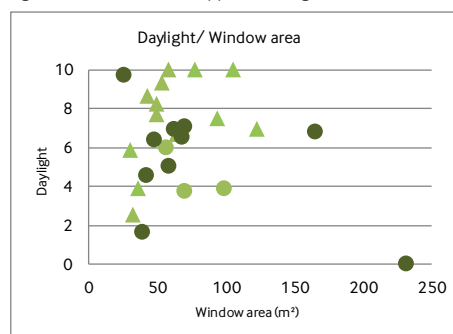
Links figuur 2. Genormaliseerde score voor energievraag, architectuur & daglicht uitgesplitst naar ontwerpen op basis van richtlijnen en met gebruik van simulaties. De streep geeft de gemiddelde waarde aan.

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

Figuur 3. Correlatie raampoppervlak/ energievraag



Figuur 4. Correlatie raampoppervlak/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.