

Staalframe-woningbouw op de weegschaal



(foto: Studio Fix, IJmuiden)



(foto: Valk Visuals, Amsterdam)

De milieuprestaties van een woningcasco, opgebouwd uit dunwandige, verzinkt stalen profielen zijn onlangs voor het eerst kwantitatief berekend. Dat gebeurde met Eco-Quantum, een geavanceerd rekenmodel dat de afgelopen jaren is ontwikkeld. Staalframebouw blijkt op de verschillende milieumaten ongeveer net zo goed te scoren als andere, gangbare bouwmethoden. Het onderzoek biedt aanknopingspunten om het ontwerpen met staalframebouw te optimaliseren.

Zo kan de milieubelasting van een woning nog flink omlaag.



Paul van Deelen
redactie

De eerste conclusie die uit het onderzoek kan worden getrokken is dat met de introductie van Eco-Quantum de discussies over milieuprestaties beter zijn te onderbouwen. De milieuprestaties van de ene bouwmethode zijn nu te vergelijken met die van andere op basis van cijfers.

De tweede conclusie is, dat een woning met een casco met dunwandige, verzinkt stalen profielen ongeveer even hoog scoort als een casco van beton, cellenbeton, kalkzandsteen of houtskeletbouw. Bij de milieumaat afval scoort het staal-frame casco bijna net zo goed als de beste van de andere bouwmethoden. Ook bij de emissies scoort het relatief goed. Op de milieumaat energie ligt de score van het staal-frame midden tussen die van de andere bouwmethoden; alleen de grondstofuitputting is hoger. Alles bijeen verdient staal-framebouw voortaan zeker zijn plaats in een afweging tussen de verschillende bouwmethoden.

Voor de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV) is deze conclusie aanleiding voortaan ook experimenten met staalframebouw te ondersteunen. Volgens de SEV kan staalframebouw bijdragen aan een duurzaam gebouwd Nederland. Conclusies over de toekomstige potenties van staalframebouw zijn uit het onderzoek niet goed te trekken. De berekeningen zijn namelijk uitgevoerd voor een traditionele standaardwoning die niet is geoptimaliseerd naar het staal-frame casco. Het is aannemelijk dat een woningontwerp, waarbij de sterke punten van staalframebouw goed worden benut, de milieubelasting nog omlaag kan brengen.

Eco-Quantum

Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van Eco-Quantum, een betrekkelijk nieuw instrument om de milieubelasting van gebouwen en bouwcomponenten kwantitatief vast te stellen. Deze methode berekent de milieu-effecten op basis van een levenscyclus-analyse (lca), uitgaande van gedetailleerde materiaal- en energiegegevens. De effecten gedurende de hele levensloop worden in de berekening betrokken, vanaf de winning van grondstoffen tot uiteindelijk sloop, recycling of hergebruik van componenten. Ook het energieverbruik en het onderhoud in de gebruiksfase tellen mee. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van het prototype van Eco-Quantum. Pas begin 1999 zijn alle instellingen van het rekenprogramma getest en komt de definitieve versie beschikbaar. De resultaten van dit onderzoek zijn daarom nog niet volledig betrouwbaar.

Ontwerp optimaliseren

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een standaardreferentiewoning. Dat heeft het voordeel dat de resultaten direct op de huidige praktijk van toepassing zijn, en dat verschillende bouwmethoden onderling goed kunnen worden vergeleken. Maar zo'n standaardwoning heeft ook een belangrijke nadeel: de sterke punten van de afzonderlijke bouwmethoden zijn in het ontwerp niet volledig benut.

'Er is een tamelijk traditionele referentiewoning gekozen, de Novem-tuinkamerwoning.', licht onderzoeker Jaap Kortman toe. 'Die heeft metselwerk gevelbekleding, betonnen dakpannen, een beton-

naal fundering en een betonnen ribcassettevloer op de begane grond. Met bijvoorbeeld meranti kozijnen en zinken dakgoten is het niet bepaald een duurzame woning. Daardoor is de bijdrage van het casco in de totale milieubelasting klein. Je zou dus kunnen concluderen dat het weinig uitmaakt welk casco je neemt. Maar liever zeg ik: optimaliseer het totale ontwerp vanuit het concept van het staal-frame.'

Met die aanbeveling is Wim Verburg van het Staalbouw Instituut het van harte eens: 'Ik zie dit onderzoek vooral als beginpunt. Door het ontwerp te optimaliseren naar staal-framebouw, zowel in de materiaalkeuze als in het woningontwerp, is nog veel winst te boeken. Ik durf te stellen dat de milieubelasting ten opzichte van deze referentiewoning nog met de helft omlaag kan, door staal-framebouw uitgekend toe te passen.'

'Nu is bijvoorbeeld het energieverbruik tijdens de gebruiksfase buiten de berekening gehouden, omdat die voor alle varianten gelijk is gesteld. Maar juist bij skeletbouw kun je het isolatiepakket zonder veel extra inspanning veel dikker maken, tot een R_c van 5. Dat scheelt enorm op de milieumaat energie. Tegelijk biedt staalframebouw de mogelijkheid om de diversiteit in het woonlandschap te vergroten. Denk bijvoorbeeld aan het bouwen op plaatsen, waar heien niet wenselijk is, de zogenoemde light architecture, en het bebouwen van overkluisde infrastructuur zoals de spoor-tunnel in Delft.'

Behalve het energieverbruik tijdens de gebruiksfase is in het onderzoek nog een andere invloed buiten beschouwing

gelaten: de fundering. Bij lichte bouwmethoden, zoals staalframebouw, is winst te boeken bij goede ondergronden, wanneer heien achterwege kan blijven. In andere gevallen volstaan mogelijk minder of kortere heipalen.

Eerlijke berekeningen

Het nu gehouden onderzoek is een rechtstreeks vervolg op het 'Milieudossier stalen bouwproducten' dat het Staalbouw Instituut in 1996 publiceerde. Daarin stond nog te lezen dat de milieubelasting nog niet goed was te meten, bij gebrek aan een betrouwbaar meetinstrument en aan betrouwbare, algemeen aanvaarde cijfers over de milieueffecten van de productie van staal (zie *Bouwen met Staal* 129).

Met de introductie van Eco-Quantum is aan het eerste bezwaar tegemoetgekomen; ook zijn er inmiddels betrouwbare cijfers over de milieu-effecten. In dit onderzoek is daar voor het eerst gebruik van gemaakt. Zodoende zijn nu de meeste voorwaarden vervuld om goede berekeningen te maken en onderbouwde conclusies te trekken.

Het onderzoek is uitgevoerd door IVAM Environmental Research en WJE adviseurs duurzaam bouwen. Opdrachtgevers waren Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting, HSSP en Star Frame, beide onderdeel van de Hoogovens Groep, en het Staalbouw Instituut.

Rekenen

Met Eco-Quantum is de milieubelasting van de referentiewoning berekend en uitgedrukt in vier milieumaten: grondstofuitputting, emissies, energie en afval.

Deze milieumaten zijn onderling niet gewogen. Of anders gezegd: in het onderzoek is in het midden gelaten wat belangrijker is. Weging op wetenschappelijke argumenten is (nog) niet goed mogelijk; het stellen van prioriteiten is nu eenmaal subjectief. De emissie van CO_2 lijkt de laatste tijd het hoogst op de politieke agenda te staan; energieverbruik en afval krijgen meer aandacht dan de uitputting van grondstoffen.

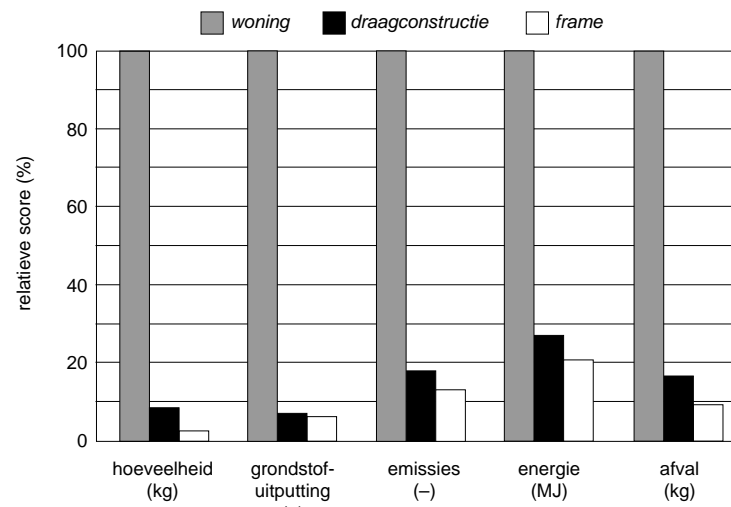
De vier milieumaten zijn berekend voor de complete referentiewoning, evenals de bijdrage daarin van het casco. Onder casco wordt verstaan: de woningscheidende muren, vloeren, dakplaten en binnenspouwbladen.

De milieubelasting van het casco is apart berekend, om te kunnen nagaan hoe groot de bijdrage daarvan is op het totaal, en in hoeverre het dus zin heeft daarin verbeteringen te zoeken. Om dezelfde reden is het casco ook weer uitgesplitst naar het kale frame en de overige onderdelen.

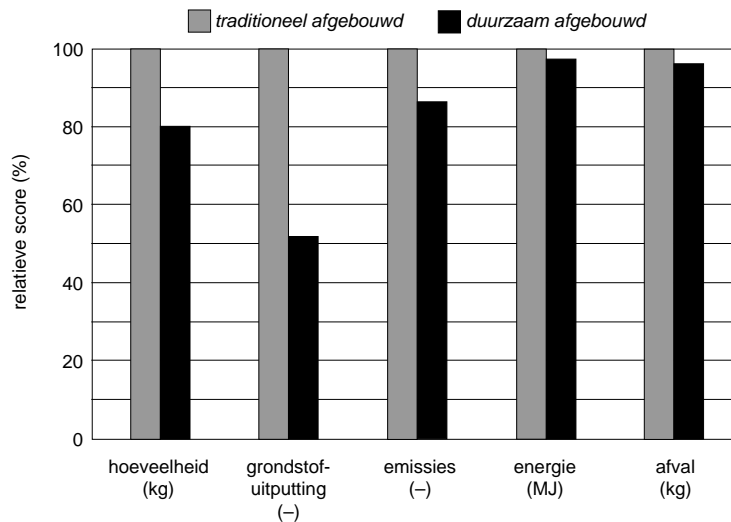
Verschiedende varianten zijn doorgerekend: een woning met een meer duurzame afwerking, verschillende scenario's voor recycling en hergebruik en een frame met een dunner of helemaal geen zinklaag. Ten slotte is het staalframe-casco vergeleken met een casco van beton, cellenbeton, kalkzandsteen en houtskeletbouw.

In dit artikel blijven enkele onderdelen van het onderzoek buiten beschouwing. Bijvoorbeeld de gevoeligheidsanalyses voor uitloging van zink op de stortplaats en de schadelijkheid van zink. Hetzelfde geldt voor een woning met een kortere respectievelijk langere levensduur dan

Milieubelasting van de woning, het casco en het kale frame voor de vier milieumaten.



Vergelijking van de milieubelasting van de hele woning met traditionele afwerking en meer duurzame afwerking.



de standaard vijftig jaar. Ook de uitsplitsing van de milieubelasting naar bouwdeelen (zoals het complete dak, de gevels en de installaties) blijft hier onbesproken.

Standaardwoning met staalframe

Eerst is de milieubelasting berekend van de standaard referentiewoning en de bijdragen daarin van het casco en het kale frame (zie grafiek). Globaal over de vier milieumaten draagt het casco ongeveer 5 tot 25% bij aan de milieubelasting van de hele woning. Bij een aandeel van 5% heeft het weinig zin, optimaliseringsen eerst in het casco te zoeken; zelfs de meest rigoureuze maatregelen hebben dan een marginaal effect. Bij een aandeel van 25% tellen verbeteringen aan het casco wel wezenlijk mee in de totale milieubelasting.

- Aan de uitputting van grondstoffen draagt het casco slechts 6% bij; het leeuwendeel komt voor rekening van het meranti uit niet duurzaam beheerde bossen en het gebruik van schaarse metalen zoals koper (voor o.m. de waterleiding) en zink.
- Aan de emissies draagt het casco ongeveer 20% bij. Dat komt vooral voor rekening van de steenwol en het gips in de binnenwanden.
- Ongeveer 25% van het energieverbruik komt voor rekening van het casco

(let op: daarbij gaat het om de energie bij productie en transport van de bouwdeelen; verwarming is niet meegerekend). Het verzinkte staal en het gips leveren hierin de grootste bijdrage.

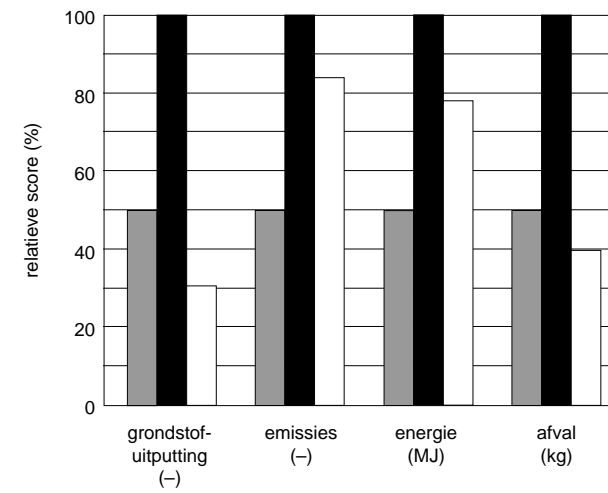
- Van de hoeveelheid afval is ongeveer 15% afkomstig van het casco. Dit komt vooral voor rekening van het verzinkte staal (bij winning van ertsen) en het gips (omdat dat na sloop moeilijk herbruikbaar is).

Meer duurzame afbouwvariant

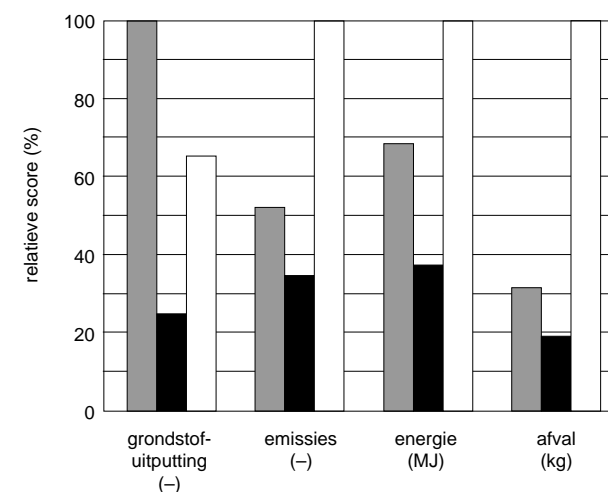
Vervolgens is een meer duurzame variant van de woning onderzocht, waarbij het casco hetzelfde bleef. Er is niet gestreefd naar de meest duurzame oplossing, omdat dat weinig realistisch zou zijn. In deze woning is een groot aantal maatregelen uit het Nationaal Pakket Woningbouw toegepast, zoals minder tropisch hout, minder metalen, een kanaalplaat in plaats van een ribcassettevloer op de begane grond, een hogere warmte-isolatie en HR-verwarming. De winst blijkt vooral in de grondstofuitputting; die halveert ongeveer (zie grafiek). Dat betekent dat de bijdrage aan deze milieumaat van het staalframe-casco toeneemt van 6 tot 11%. De emissies gaan ongeveer 15% omlaag, vooral veroorzaakt door de begane-grondvloer. Afval en energie dalen slechts weinig.

Andere afvalscenario's

In de laatste jaren leefden verschillende opvattingen over de manier waarop de productie en recycling van staal in rekening moesten worden gebracht bij de milieubelasting. Daarvoor is in dit onderzoek een oplossing gevonden. Om de recycling van staal in rekening te brengen, besloot de begeleidingscommissie gebruik te maken van een zogenoemde 'open loop'. Dit model beschrijft de huidige mondiale staalproductie tamelijk goed. Er wordt vanuit gegaan dat 95% van het bij sloop vrijkomende staal wordt gerecycled; dat levert staal, dat voor ongeveer 45% in de totale vraag voorziet. De rest is 'nieuw' staal, gemaakt uit erts. Het verschil tussen 95% en 45% zit in de groei van de hoeveelheid staal die in de kringloop wordt gebracht. Het zink wordt bij de recycling van verzinkt staal gescheiden, en opgewerkt tot zink dat opnieuw is te gebruiken. Ter vergelijking met dit mondiale model zijn de berekeningen ook uitgevoerd voor een 'closed loop'. Daarbij kan recycling van 95% van het schroot voorzien in 95% van de vraag naar staal. Dit model beschrijft dus een vrijwel stationaire situatie, waarbij het aanbod van schroot voldoende is, om aan de vraag naar nieuw staal te voldoen. In dit scena-



Vergelijking van verschillende afvalscenario's voor het kale frame. De 'open loop', (scenario 2) beschrijft de huidige mondiale staalproductie het best en is op 100% gesteld.



rio wordt maximaal geprofiteerd van de winst die recycling op kan brengen; voor de huidige praktijk heeft het echter beperkte betekenis.

Ook is een gunstiger afvalscenario door-gerekend, waarbij na sloop de helft van het staal de 'open loop' doorloopt en de andere helft in hun geheel wordt hergebruikt als profielen. Zulk hergebruik van complete bouwcomponenten komt nu in de praktijk wel voor, maar nog niet systematisch op grotere schaal. Van concrete initiatieven of stimulering door de industrie is nog weinig sprake. De winst voor beide scenario's blijkt op het niveau van het kale frame aanzienlijk (zie grafiek). De conclusie op dit punt moet luiden dat producthergebruik en een door recycling meer gesloten kringloop de milieubelasting van een casco nog flink omlaag kunnen brengen. Voor de toekomst zijn dit opties om niet uit het oog te verliezen. Maar het belangrijkste resultaat van dit onderdeel van de studie is misschien dat er nu een objectieve discussie mogelijk is over de milieubelasting van staal, door de overeenstemming die is bereikt over de te hanteren cijfers en rekenmodellen.

Dunnere zinklaag

Van het frame is de zinklaag op de profielen voor een groot deel verantwoor-

delijk voor de milieubelasting op de milieumaat grondstofuitputting. Daarom is onderzocht, wat de effecten zijn van een laag van 37,5 gr/m², ofwel 5 µm (het technisch haalbare minimum) in plaats van de standaarddikte van 50 gr/m² ofwel 7 µm. In dat geval blijkt het kale frame 20% beter te scoren op de milieumaat grondstoffen.

Ook is het effect onderzocht, als de zinklaag geheel achterwege blijft. Dan zou de grondstofuitputting van het kale frame met maar liefst 65% dalen. Maar in de praktijk blijft enige bescherming tegen corrosie noodzakelijk, zeker voor bijvoorbeeld profielen in de gevel en het dak, waar incidenteel lekkage of condensatie kan optreden. De haalbaarheid van deze maatregel is in het onderzoek niet nagegaan; ook zijn alternatieven voor zink niet in de berekening betrokken.

Vergelijking met andere bouwmethoden Om een casco met stalen te profielen te vergelijken met enkele andere bouwmethoden, is dezelfde referentiewoning doorgerekend, maar dan met een casco van beton, cellenbeton, kalkzandsteen en houtskeletbouw (zie grafiek).

Op het niveau van de hele woning zijn de verschillen klein, doordat de afbouw voor alle varianten gelijk blijft. Op het niveau van het casco worden de ver-

schillen beter zichtbaar. Bij de milieumaat afval scoort het bijna net zo goed als de beste van de andere bouwmethoden. Ook bij de emissies scoort het staalframe relatief goed. Op de milieumaat energie ligt de score van het staalframe midden tussen die van de andere bouwmethoden; alleen de grondstofuitputting is hoger. Dat komt voor 80% voor rekening van het zink.

Begeleidingscommissie van het onderzoek

In de begeleidingscommissie van het onderzoek hadden zitting:

ir. D. Annink	WJE adviseurs duurzaam bouwen
drs. R. Boulonois	Hoogovens Staal Infrastructuur en Services
drs. A.F. Gelinck	SEV
ir. J. Kortman	IVAM Environmental Research
ir. R. Noort	Hoogovens, HSSP
drs. A.G. Reinen	Hoogovens, Star-Frame
ir. W.H. Verburg	Staalbouw Instituut
ir. W.A.C. de Vries Robbé	Staalbouw Instituut

Eindrapport

Het eindrapport van de studie 'Berekening van de milieueffecten van een woning met een staalframe met behulp van Eco-Quantum' is verkrijgbaar bij IVAM Environmental Research University of Amsterdam, tel. (020) 5255080 of fax (020) 5255850. Het rapport kost f 40,00 (incl. verzendkosten, excl. BTW).