

Ontwerpstrategie op basis van levenscyclusbenadering

Duurzame woningbouw, hoe kan dat?

Tim de Jonge

Welke benaderingen bieden de beste kansen voor duurzame woningbouw? Een methode om daarachter te komen is het met elkaar vergelijken van LCC-berekeningen voor een aantal mogelijke strategieën.

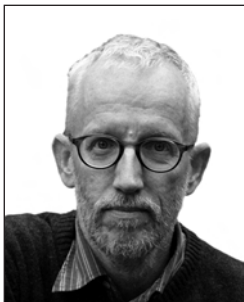
Door de ecokosten en de 'gewone' kosten in de levenscyclus van woningen volgens het model van de ecokosten/waardeverhouding naast elkaar te zetten, zijn enkele bruikbare conclusies getrokken: Ontwerpen gericht op minder energiegebruik met meer (binnenklimaat)comfort levert de beste resultaten voor duurzame nieuwbouw. Maar renoveren is minstens zo duurzaam. Combinatie van deze twee strategieën spant de kroon.

Of het nu gaat om woningbouw of utiliteitsbouw, om nieuwbouw of renovatie, steeds meer opdrachtgevers raken er van overtuigd dat je bij het ontwikkelen van een nieuwe 'huisvestingsvoorziening' niet alleen naar de investeringskosten moet kijken. Het is verstandig bij investeringsbeslissingen ook rekening te houden met de onderhoudskosten en de kosten van energie voor verwarming, warm water en luchtbehandeling gedurende het gebruik van een gebouw. Idealiter worden bij een investeringsbeslissing alle relevante kosten en baten van de hele levenscyclus van het gebouw in de overwegingen meegenomen. Die benadering heet in vakkringen LCC (Life Cycle Costing).

In een vorig artikel in dit blad heb ik een uiteenzetting gegeven over het bereik (de 'scope') van een LCC en de afbakening van het begrip levenscyclus bij gebouwen [1]. In dit artikel wil ik laten zien hoe LCC-berekeningen een rol kunnen spelen bij het bepalen van een strategie voor duurzame woningbouw.

LCC-berekeningen

De inspanningen op het gebied van duurzaam bouwen kunnen onderscheiden worden in drie verschillende benaderingen: het toepassen van 'milieuvriendelijke' materialen, het terugdringen van onderhoud en het verbeteren van de energieprestatie van woningen. Deze benaderingen zijn zowel bij nieuwbouw als bij renovatie mogelijk. Eerst ga ik in op de effecten die bij nieuwbouw van de verschillende maatregelen zijn te verwachten. Daarna komt ook renovatie aan de orde.



dr ir Tim de Jonge,
Winket voor de bouw,
TU Delft

De LCC-berekeningen worden hier gepresenteerd in de vorm van een woonlastenanalyse waarin de contante waarden van de belangrijkste kostensoorten waaruit woonlasten bestaan, zijn weergegeven. In alle tabellen zien we de verwervingskosten, de onderhoudskosten en de energiekosten. De verwervingskosten van de woning (gebouw) zijn conform NEN 2631 onderverdeeld in grondkosten (bij renovatie de kosten van het bestaande gebouw), bouwkosten en bijkomende kosten [2]. De energiekosten zijn onderverdeeld in 'energie (basis)', de genormaliseerde energiekosten voor verwarming, luchtbehandeling, warm water en verlichting, zoals die worden gehanteerd bij de berekeningen van de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van woningen [3], en 'overige energie', die door huishoudens wordt gebruikt voor allerlei huishoudelijke apparaten die niet direct te maken hebben met het functioneren van de woning. Die laatste soort energiekosten worden niet meegerekend in de EPC maar bijvoorbeeld wel bij berekeningen volgens het PHP-model [4], omdat het verbruik van die energie wel degelijk beïnvloed wordt door bepaalde voorzieningen in de woning. Zo maakt het verschil of een wasmachine is aangesloten op een warmwaterkraan (hot-fill) of op koud water.

In de tabellen zijn behalve de 'gewone' kosten ook de ecokosten van de verschillende kostensoorten opgenomen en de EVR (Eco cost/Value Ratio) van de woonlasten. Beide begrippen worden toegelicht in de kadertekst 'Ecokosten en EVR als maat voor ecologische duurzaamheid'.

	normaal	dubo	optie 1	optie 2
Kosten				
grond	40.000	40.000	40.000	40.000
bouw	110.000	120.000	110.000	110.000
bijkomend	22.000	24.000	22.000	22.000
gebouw	172.000	184.000	172.000	172.000
onderhoud	30.000	30.000	30.000	30.000
energie (basis)	20.000	20.000	20.000	20.000
woonlasten (basis)	222.000	234.000	222.000	222.000
overig energie	10.000	10.000	10.000	10.000
woonlasten	232.000	244.000	232.000	232.000
Ecokosten				
grond	-	-	-	-
bouw	44.000	34.000	34.000	34.000
bijkomend	2.750	3.000	2.750	2.750
gebouw	46.750	37.000	36.750	36.750
onderhoud	8.100	8.100	8.100	8.100
energie (basis)	28.200	28.200	28.200	28.200
woonlasten (basis)	83.050	73.300	73.050	73.050
overig energie	12.500	12.500	12.500	12.500
woonlasten	95.550	85.800	85.550	85.550
EVR (basis)	37%	31%	33%	33%
EVR (totaal)	41%	35%	37%	37%
Prijspeil 1-1-2007 inclusief BTW, onderhoud en energie: contante waarde bij 3% reële rente en gebruiksperiode 30 jaar.				

Tabel 1. Milieuvriendelijke materialen

Milieuvriendelijke materialen

In tabel 1 zien we de opstelling van de levenscycluskosten waarin de effecten van het gebruik van milieuvriendelijke materialen is weergegeven. In de kolom 'normaal' zien we de stichtingskosten en de contante waarden van onderhoud en energie van een modale eengezinswoning (nieuwbouw met een EPC van 0,8). De contante waarde van de totale woonlasten bedraagt € 222.000 zonder en € 232.000 met 'overige energie'. De ecokosten (EVR), die met deze woonlasten gemoeid zijn, bedragen respectievelijk 37% en 41% van de genoemde woonlasten.

In de kolom 'dubo' zien we een toename van de bouwkosten met € 10.000 ten gevolge van het toepassen van milieuvriendelijke materialen. De ecokosten van de bouw zijn met eenzelfde bedrag afgenomen naar € 34.000. Het toepassen van milieuvriendelijke materialen, waarvan de meerkosten hoger zijn dan de besparing op ecokosten is niet rationeel. Men kan in dat geval beter elders in de samenleving maatregelen treffen om de beoogde preventie van de milieubelasting te bereiken. De maatregel, zoals gepresenteerd in de kolom 'dubo' leidt tot een verhoging van woonlasten, waardoor de woning financieel gezien niet meer bereikbaar is voor de modale doelgroep die ermee bediend moet worden. Theoretisch leidt het toepassen van milieuvriendelijke materialen tot een goed milieueffect; de EVR wordt een stuk lager, te weten 31% of 35%,

Ecokosten en EVR als maat voor ecologische duurzaamheid

De ecokosten van een product zijn de kosten van maatregelen die je elders in de economie zou moeten treffen, om de vervuiling van bodem, water en lucht en de uitputting van grondstoffen ten gevolge van dat product te compenseren. Zo zou er bijvoorbeeld voor elke 1000 kg CO₂-emissie voor € 135,- geïnvesteerd moeten worden in bijvoorbeeld windmolens in zee. Wanneer dat consequent wordt gevolgd, zou de totale CO₂-emissie uiteindelijk halveren ten opzichte van 1990. Het broeikas effect zou dan naar verwachting stabiliseren en de temperatuur zou uiteindelijk niet verder stijgen.

Men kan dergelijke berekeningen ook maken voor andere problemen van milieuvervuiling zoals verzuring, vermesting, vorming van zomersmog en stofvorming en voor verbruik van (zware) metalen, fossiele brandstoffen en grond (waaronder het regenwoud).

Ecokosten geven aan of het ene alternatief milieuvriendelijker is dan het andere. Als ontwerpen sterk van elkaar verschillen en dus moeilijk vergelijkbaar zijn (bijvoorbeeld

nieuwbouw versus renovatie), moeten we niet naar de ecokosten alleen kijken. De ecokosten/waardeverhouding – de EVR (Eco-cost/Value Ratio) – is dan de beste maat voor duurzaamheid. De waarde van een product is hier gedefinieerd als de prijs die men bereid is ervoor te betalen. Door de verhouding tussen ecokosten en waarde toe te passen, neemt men aspecten van kwaliteit, grootte, vormgeving en ligging van een woning mee, omdat dit type aspecten immers mede de waarde van een woning bepaalt. Hoe lager de EVR, hoe beter voor het milieu.

In dit artikel gaan we ervan uit dat de waarde van een 'woondienst' van een woning nagenoeg overeenkomt met het totaal van de (levenscyclus)kosten. We kunnen dan de EVR berekenen door de ecokosten te delen door de 'gewone' kosten.

Het rekensysteem van ecokosten en het model van de ecokosten/waardeverhouding zijn ontwikkeld aan de TU Delft [7] en vormen een wetenschappelijke benadering van het kwantificeren van de milieubelasting van producten en diensten.

afhankelijk van wel of niet meetellen van ‘overige energie’. Doordat de kosten echter hoger zijn dan wat de doelgroep redelijkerwijs kan opbrengen, is er geen sprake van een duurzame oplossing.

In de volgende kolommen wordt aangegeven wat er moet gebeuren om uit te komen op de oorspronkelijke woonlasten op het basisniveau (‘optie 1’) en op het totaalniveau (‘optie 2’). (Minder onderhoud of een lager energiegebruik worden buiten beschouwing gelaten; die komen verderop apart aan de orde.) Voor beide opties betekent dit, dat de bouwkosten teruggebracht moeten worden naar de oorspronkelijke € 110.000. Om een duurzaam resultaat te krijgen met milieuvriendelijke materialen, staan in principe twee wegen open: (1) alleen milieuvriendelijke materialen gebruiken die niet duurder zijn dan andere materialen, of (2) de meerkosten van milieuvriendelijke materialen compenseren door op andere aspecten van het plan te bezuinigen. Meestal zal het erop neerkomen dat de woning kleiner of eenvoudiger wordt. Voor de bewoner zal dat overkomen als minder ‘waar voor zijn geld’. Het is de vraag of zij bereid zullen zijn bijvoorbeeld woonoppervlakte in te leveren voor milieuvriendelijke ingrepen.

Het milieueffect kan niettemin aanzienlijk zijn. In de tabel gaat de EVR flink omlaag ten opzichte van de uitgangssituatie (‘normaal’). Als we als samenleving deze resultaten willen bereiken, zou hier een taak voor de overheid liggen. Die kan bijvoorbeeld een eco-tax invoeren op basis van ecokosten van materialen.

Onderhoud

In tabel 2 zien we de kostenopstelling met de effecten van de toepassing van onderhoudsarme materialen of constructies. In de kolom ‘normaal’ staan weer de (levenscyclus)kosten van de modale eengezinswoning met bijbehorende ecokosten en EVR.

In de kolom ‘onderhoud’ zijn de bouwkosten met € 10.000 verhoogd om de contante waarde van het onderhoud met € 12.000 te verlagen. Zo’n vermindering van onderhoudskosten kan voordelig zijn. Als we ervan uitgaan dat hogere bouwkosten tot een evenredige verhoging van de bijkomende kosten zullen leiden, moet de vermindering van de contante waarde van het onderhoud wel meer zijn dan de meerprijs (aan-

	normaal	onderhoud	optie 1	optie 2
Kosten				
grond	40.000	40.000	40.000	40.000
bouw	110.000	120.000	110.000	120.000
bijkomend	22.000	24.000	22.000	24.000
gebouw	172.000	184.000	172.000	184.000
onderhoud	30.000	18.000	18.000	13.000
energie (basis)	20.000	20.000	20.000	20.000
woonlasten (basis)	222.000	222.000	210.000	217.000
overig energie	10.000	10.000	10.000	10.000
woonlasten	232.000	232.000	220.000	227.000
Ecokosten				
grond	-	-	-	-
bouw	44.000	48.000	44.000	48.000
bijkomend	2.750	3.000	2.750	3.000
gebouw	46.750	51.000	46.750	51.000
onderhoud	8.100	5.040	5.040	3.640
energie (basis)	28.200	28.200	28.200	28.200
woonlasten (basis)	83.050	84.240	79.990	82.840
overig energie	12.500	12.500	12.500	12.500
woonlasten	95.550	96.740	92.490	95.340
EVR (basis)	37%	38%	38%	38%
EVR (totaal)	41%	42%	42%	42%
Prijspeil 1-1-2007 inclusief BTW, onderhoud en energie: contante waarde bij 3% reële rente en gebruiksperiode 30 jaar.				

Tabel 2. Minder onderhoud

neemsom ‘in het werk’) van de onderhoudsarme materialen of constructies.

Het ruilen van onderhoudskosten tegen bouwkosten, zoals in de kolom ‘onderhoud’, leidt tot een (kleine) verhoging van de milieulast, omdat onderhoud in het algemeen lagere ecokosten heeft dan bouw; er zit meer arbeid in onderhoud.

Om het milieueffect van geringer onderhoud te verbeteren, zijn twee routes mogelijk:

1. de bouwkosten en de ecokosten niet hoger laten worden dankzij onderhoudsbesparende keuzes, en
2. het bespaarde bedrag aan onderhoud hoger laten uitvallen dan de verhoging van de bouwkosten.

Beide routes leiden per saldo tot lagere woonlasten, zoals te zien is in de kolommen ‘optie 1’ en ‘optie 2’. Beide routes leveren ook een (beperkte) vermindering van ecokosten op, maar het totale milieueffect daarvan kan tenietgedaan worden, wanneer het vrijkomende geld (ten gevolge van de lagere woonlasten) milieuonvriendelijk wordt uitgegeven. We zien dat weerspiegeld in een gelijkblijvende EVR.

	normaal	passief	optie 1	optie 2
Kosten				
grond	40.000	40.000	40.000	40.000
bouw	110.000	128.000	114.500	116.600
bijkomend	22.000	25.600	22.900	23.300
gebouw	172.000	193.600	177.400	179.900
onderhoud	30.000	34.000	33.000	33.000
energie (basis)	20.000	12.000	11.600	11.600
woonlasten (basis)	222.000	239.600	222.000	224.500
overig energie	10.000	7.500	7.500	7.500
woonlasten	232.000	247.100	229.500	232.000
Ecokosten				
grond	-	-	-	-
bouw	44.000	51.200	45.800	46.640
bijkomend	2.750	3.200	2.865	2.915
gebouw	46.750	54.400	48.665	49.555
onderhoud	8.100	9.520	9.240	9.240
energie (basis)	28.200	16.200	15.660	15.660
woonlasten (basis)	83.050	80.120	73.565	74.455
overig energie	12.500	9.375	9.375	9.375
woonlasten	95.550	89.495	82.940	83.830
EVR (basis)	37%	33%	33%	33%
EVR (totaal)	41%	36%	36%	36%
Prijspeil 1-1-2007 inclusief BTW, onderhoud en energie: contante waarde bij 3% reële rente en gebruiksperiode 30 jaar.				

Tabel 3. Energiebesparing (passiefhuis-concept)

	normaal	passief	optie 1	optie 2
Kosten				
bestaand pand	60.000	60.000	60.000	60.000
bouw (renovatie)	90.000	108.000	95.000	97.000
bijkomend	18.000	21.600	19.000	19.500
gebouw	168.000	189.600	174.000	176.500
onderhoud	30.000	34.000	34.000	34.000
energie (basis)	25.000	15.000	15.000	15.000
woonlasten (basis)	223.000	238.600	223.000	225.500
overig energie	10.000	7.500	7.500	7.500
woonlasten	233.000	246.100	230.500	233.000
Ecokosten				
bestaand pand	-	-	-	-
bouw (renovatie)	22.500	27.000	23.750	24.250
bijkomend	2.250	2.700	2.375	2.440
gebouw	24.750	29.700	26.125	26.690
onderhoud	8.100	9.520	9.520	9.520
energie (basis)	35.250	20.250	20.250	20.250
woonlasten (basis)	68.100	59.470	55.895	56.460
overig energie	12.500	9.375	9.375	9.375
woonlasten	80.600	68.845	65.270	65.835
EVR (basis)	31%	25%	25%	25%
EVR (totaal)	35%	28%	28%	28%
Prijspeil 1-1-2007 inclusief BTW, onderhoud en energie: contante waarde bij 3% reële rente en gebruiksperiode 30 jaar.				

Tabel 4. Renovatie met energiebesparing

Energiegebruik

Veel mensen staan sceptisch tegenover de mogelijkheid van verdere energiebesparing door een (nog) verdere verlaging van de EPC van woningen. Het domweg vergroten van isolatiediktes van de gebouwschil zal waarschijnlijk maar een beperkt resultaat hebben. In de landen om ons heen is een zeker enthousiasme te ontwaren voor een nieuw woningconcept: het zogenaamde passiefhuis. Ook in Nederland lijkt dit concept langzaam maar zeker terrein te winnen. Het is gebaseerd op een drastische vermindering van het energiegebruik en een gelijktijdige verbetering van het (binnenklimaat)comfort. (Zie kadertekst 'Passiefhuis').

In de kolom 'passief' van tabel 3 zien we een verhoging van € 18.000 euro aan bouwkosten ten opzichte van de kolom 'normaal'. De verschillen tussen een passiefhuis en een gewone woning zijn van dien aard, dat ook de onderhoudskosten hoger worden [5]. De energiekosten gaan echter flink naar beneden. Toch weegt, bij de huidige energieprijzen, de besparing op energie niet op tegen de meerkosten (aan bouw en onderhoud). Het milieueffect is echter groot. Niet alleen gaan de ecokosten in absolute zin omlaag, ook – en dat is belangrijker – de EVR daalt aanzienlijk.

Nog meer dan bij de toepassing van milieuvriendelijke materialen, gaan de woonlasten per saldo behoorlijk omhoog. Dat kan eigenlijk alleen gecompenseerd worden door de woning kleiner te maken ('optie 1' en 'optie 2').

Toch zou het passiefhuisconcept een goed 'verkoopbaar' product kunnen zijn, vooral als de 'overige energie' in de LCC-berekening wordt betrokken. Bij gelijkblijvende woonlasten ('optie 2') kan de investering met ca. 5% omhoog, terwijl de vermindering in oppervlakte (10%-15%) wordt gecompenseerd met een behoorlijke verbetering van het comfort. Het concept kan bovendien worden beschouwd als een 'verzekering' tegen een hoge energierekening in de toekomst (bij een stijging van energieprijzen).

Door het lage energiegebruik is het milieueffect goed. Bij een goede marketing zou dit product zichzelf moeten kunnen verkopen.

Renovatie

In tabel 4 zien we kostenopstellingen die betrekking hebben op de renovatie van een eengezins-

Passiefhuis

Het passiefhuisconcept is een bouwstandaard voor woningen met een comfortabel binnenklimaat, zowel in de zomer als in de winter, met een beperkt verwarmingssysteem en zonder toepassing van actieve koeling. In principe kunnen passiefhuizen gemaakt worden met de in Nederland gangbare bouwsystemen: gietbouw, kalkzandsteen en hout-skeletbouw. Een passiefhuis wijkt vooral in isolatie en installaties af van de gebruikelijke nieuwbouwwoningen met een EPC van 0,8.

De isolatie van gevels, dak en beganegrondvloer is veel hoger (een R_c tussen 6,5 en 10 W/m^2K in plaats van 3,5 tot 4 W/m^2K). Extra aandacht wordt besteed aan de goede aansluiting van isolatiematerialen, zodat de thermische schil om de woning geen lekken heeft. Belangrijk is een detaillering zonder koudebruggen. Het concept vraagt om beter isolerende gevelkozijnen dan standaardkozijnen, met bijvoorbeeld driedubbele beglazing. Uitstekende luchtdichting is essentieel.

De kern van de installatie van een passiefhuis bestaat uit een ventilatiesysteem met warmteterugwinning. In combinatie met de isolatie en kierdichting zorgt dit systeem voor een zo beperkt mogelijk warmteverlies, zodat slechts incidenteel (in de winter) aanvullende ruimteverwarming nodig is. Dat kan bijvoorbeeld met een kleine HR-ketel en radiatoren, of door extra warmte aan de ventilatielucht toe te voegen met een kleine luchtverwarmer. De installatie wordt gecombineerd met een energiezuinig systeem voor warm tapwater, zoals een zonneboiler.

Het zomercomfort in passiefhuizen wordt verkregen door het aanbrennen van zonwering en voldoende spuiopeningen. Inbraakveilige zomernachtventilatie blijkt in combinatie met de hoge warmte-isolatie een effectieve manier om zonder mechanische koeling ook 's zomers een comfortabel binnenklimaat te handhaven.



woning. Het resultaat van die renovatie is een woning die in waarde vergelijkbaar is met de nieuwbouwwoning uit de eerdere voorbeelden. (Strikt genomen is die gelijkwaardigheid niet nodig om de gehanteerde methodieken te kunnen toepassen, maar dit maakt het verhaal wel begrijpelijker.)

Een goede renovatie levert voor veel mensen een waardevol resultaat op: de kinderziekten zijn uit de woning en de wijk waarin de woning staat is meestal mooi volgroeid. Een probleem is wel, dat aan niet-gerenoveerde woningen veelal een te hoge (verkoop)prijs wordt toegekend, door de nog steeds grote vraag naar woningen. Dat resulteert per saldo in een relatief minder gunstige kosten/kwaliteitverhouding van de gerenoveerde woning. Zo'n (te) dure niet-gerenoveerde woning slopen is echter ook onvoordelig en levert bij een eventueel te realiseren nieuwbouwwoning een vergelijkbare ongunstige verhouding tussen kosten en kwaliteit op.

In de kolom 'normaal' valt meteen al op, dat de EVR van een volgens de huidige praktijk gerenoveerde woning (met een EPC van 1,3) vergelijkbaar is met die van een nieuwbouw passiefhuis. Dat komt doordat de ecokosten van renovatie op een veel lager niveau liggen dan de ecokosten van nieuw bouwen [6].

Voor de toepassing van milieuvriendelijke of onderhoudsarme materialen bij renovatie geldt hetzelfde als bij nieuwbouw. Het passiefhuisconcept toepassen bij renovatie leidt in principe tot nog mooiere resultaten dan bij nieuwbouw, vanwege de nog lagere EVR. Hoe compenseer je echter de kostenstijging ten gevolge van de voor het concept noodzakelijke aanpassingen aan de renovatiemaatregelen?

Welke 'gewone' renovatie-ingrepen zou je achterwege kunnen laten? In de praktijk is renovatie vaak al een scherp uitgekiende ingreep.

Als we het passiefhuisconcept willen toepassen bij renovatie en op dezelfde woonlasten willen uitkomen, moeten we op de gebruikelijke renovatiekosten ongeveer 10% bezuinigen. Als we vasthouden aan alle eisen die we momenteel aan woonruimte stellen, zal dat niet meevallen. Eigenlijk zou je bij renovatie ook een iets kleinere woning willen realiseren dan gebruikelijk, maar dat kan niet op dezelfde manier als bij nieuwbouw. Misschien kan het wel door bijvoorbeeld minder stringent vast te houden aan de minimaal vereiste afmetingen van de vertrekken. Dan zou je bij eengezinswoningen vaker kunnen rooveren zonder een uitbouw aan de woning te maken. En bij meergezinshuizen is dan wellicht samenvoegen minder vaak nodig.

Als we deze richting uit willen, is onderzoek naar de acceptatie van kleinere woningen, met kleinere vertrekken maar met meer (binnenklimaat)comfort, gewenst.

Referenties

1. Jonge, T. de. 'LCC voor ontwerpers'. *Bouwkostenkunde & Huisvestingseconomie*, nr. 2 (juni/juli 2006): 12-20.
2. Nederlands Normalisatie-instituut. *NEN 2631, investeringskosten van gebouwen; begripsomschrijving en indeling*. Delft, 1979.
3. Zie bijvoorbeeld: www.senternovem.nl
4. Boonstra, Ch., Clocquet, R. & Joosten, L. *Passiefhuizen in Nederland*. Boxtel: Aeneas, 2006.
5. Jonge, T. de. Ecosten van passiefhuizen, Woningconcept bekeken door een EVR bril. *BouwIQ*, nr. 6 (oktober 2007): 21-25.
6. Jonge, T. de. *Cost effectiveness of sustainable housing investments*. Delft: SUA, 2005.
7. Zie voor uitgebreide details: www.ecocostsvalue.com.