

## Reële optietheorie over energiebesparing nieuwbouw

Nieuwbouw moet steeds energiezuiniger. Maar wie verder wil gaan dan het Lente-akkoord voorschrijft kan beter nog even wachten. Uitstellen loont, omdat de energieprijzen nog onvoldoende stijgen. Een woning waarvan je de energieprestaties ook op termijn kunt verbeteren is daardoor meer waard dan een van het begin af aan zeer energiezuinige woning.

door dr. Bas van de Griendt en Koen van Cann MSc

Op donderdag 28 juni 2012 hebben NEPROM, NVB, Bouwend Nederland, Aedes en toenmalig minister Spies van Binnenlandse Zaken het vernieuwde *Lente-akkoord energiezuinige nieuwbouw* ondertekend.<sup>1</sup> Dit akkoord actualiseert het oude convenant van vier jaar geleden. De ambities van het Lente-akkoord uit 2008 blijven onverminderd van kracht. In 2015 moet de nieuwbouw 50% energiezuiniger zijn dan in 2007. Dat betekent voor woningen een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0,4 in plaats van 0,8. Ten opzichte van de huidige EPC (0,6 sinds 2011) is dat een verbetering van een derde. Op langere termijn (2020) moet de nieuwbouw energie-neutraal zijn.

Daarmee staat de vastgoedsector voor een energieopgave die er niet om liegt. Vraag is hoe aan die energieopgave vorm te geven. Welke technieken verdienen de voorkeur en wat is de meerwaarde om, vooruitlopend op het Lente-akkoord, energieprestaties te leveren die beter zijn dan het Bouwbesluit voorschrijft?

Vastgoedprofessionals zijn zeer uitgesproken over welke technieken de voorkeur verdienen (Van de Griendt, 2011). Als het aan hun ligt worden de doelstellingen van het Lente-akkoord in eerste termijn (EPC 0,6 tot 2015) vooral gerealiseerd door woningen goed te isoleren en te verwarmen met gas. Pas in tweede instantie (EPC 0,4 na 2015 of wanneer gemeenten een betere energieprestatie voorschrijven) kiezen ze voor bodemenergie - individuele bodemwarmtewisselaars wel te verstaan - eventueel aangevuld met zonnepanelen (PV) of een zonneboiler. Over wat de meerwaarde is van betere energieprestaties hebben woonconsumenten eveneens een uitgesproken mening (Van de Griendt & Van Estrik, 2010). Energiezuinigheid en energielasten van een woning zijn op dit moment in Nederland nog nauwelijks een factor van betekenis bij de keuze en aankoop van een woning.<sup>2</sup> Veel belangrijker zijn de prijs, de grootte en vooral de omgeving van de woning. Bovendien zijn kopers pas bereid te betalen voor extra energiebesparende maatregelen als daar een financieel voordeel tegenover staat.

Dat roept de vraag op of het dan wel verstandig is om nu al extra energiebesparende maatregelen te nemen, wanneer bijvoorbeeld gemeenten daar om vragen. Denk aan een EPC die 10 of 20% lager is dan het Bouwbesluit voorschrijft of een energieprestatie die vooruitloopt op de 2015-doelstelling van het Lente-akkoord. Welke maatregelen moet je dan kiezen en hoe moet je die dan waarderen, financieel wel te verstaan? Daarbij gaat het niet alleen om kosten, maar ook om opbrengsten uit energiebesparingen en de waarde van woningen nu en op termijn. Welk concept levert de grootste gebruikswaarde op en heeft de grootste toekomstwaarde?

Het zijn deze vragen die in 2011 - kort nadat de EPC voor woningen werd verlaagd naar 0,6 - de aanleiding vormden voor een onderzoek naar of en in hoeverre het voor ontwikkelaars verstandig is om energiezuiniger te bouwen dan het Bouwbesluit voorschrijft. Centrale vraag daarbij was wat, vanuit een zuiver financieel-economisch perspectief, het beste moment is om voor nieuwbouwwoningen extra te investeren in energiebesparende maatregelen.<sup>3</sup> Om die vraag te beantwoorden is gebruik gemaakt van de *reële optietheorie* (zie kader 1), die op deze manier en voor dit doeleinde in Nederland nog niet eerder was gebruikt. Maar behalve dat het onderzoek daarmee wetenschappelijk interessant is, kan het ook maatschappelijk betekenisvol zijn. Sinds dat in 2008 de financieel-economische crisis de kop opstak en er ook sprake is van een crisis op de woningmarkt, wordt door zowel publieke als private partijen druk gezocht naar nieuwe manieren voor het omgaan met duurzaamheid en energiezuinigheid in een nieuwe realiteit. Recente publicaties als 'Duurzame woningwaarde' (SEV, 2011), 'Toekomstwaarde nu!' (Agentschap NL & RVOB, 2011) en 'Investeren in gebiedsontwikkeling nieuwe stijl' (Ministerie van I&M, 2012) illustreren dat. Met deze publicatie wordt getracht om

aan deze voor de toekomst van vastgoed- en gebiedsontwikkeling belangrijke discussie een inhoudelijke en vooral financieel-economische bijdrage te leveren.

### Onzekerheid

Investeringen in energiebesparende maatregelen worden traditioneel gekarakteriseerd door voorafgaande investeringskosten en verwachte opbrengsten uit energiebesparingen. Investeringskosten zijn eenmalig en relatief groot. Ze zijn afhankelijk van de gekozen techniek en niet te vergeten installatie hiervan in de woning. Opbrengsten uit energiebesparingen komen jaarlijks terug. Behalve van de gekozen techniek hangen ze ook af van de energieprijzen. En het zijn juist deze energieprijzen die een belangrijke bron van onzekerheid vormen en waarmee bij traditionele investeringsbeslissingen vaak geen of onvoldoende rekening wordt gehouden.

Om dat te illustreren geeft figuur 1 de aardgasprijs voor huishoudens weer van begin deze eeuw tot juist voor aanvang van het onderzoek. Een energiebesparende maatregel die in 2009 misschien nog winstgevend was, kan plotseling verlieslijdend zijn als gevolg van een sterke daling (-25%) van de aardgasprijs in 2010. Met behulp van de *reële optietheorie* (zie kader 1) kan de vraag worden beantwoord of een investering in 2009 had moeten worden gedaan indien bekend was dat de aardgasprijs waarschijnlijk zou stijgen, maar ook kon dalen.

### Energiebesparende maatregelen

Gebaseerd op de eerder genoemde voorkeur van vastgoedprofessionals zijn drie energiebesparende maatregelen voor dit onderzoek in beschouwing genomen:

1. warmtepomp met bodemwisselaar
2. zonnepanelen
3. zonneboiler.

Deze maatregelen reduceren het primaire energieverbruik in een woning significant

## KADER 1 ► REËLE OPTIETHEORIE

Een optie is het recht, maar niet de verplichting, om een goed te kopen op een tijdstip naar keuze. Daarbij kun je een onderscheid maken tussen enerzijds financiële opties (bijvoorbeeld het recht om een aandeel te kopen) en anderzijds reële opties. Dat laatste is bijvoorbeeld de mogelijkheid van een bedrijf om een machine te kopen en vervolgens goederen te produceren en verkopen. Anders dan bij 'gewone' investeringsbeslissingen kijkt de reële optietheorie niet alleen naar de netto contante waarde van kosten en opbrengsten van een investering, maar ook naar de uitstelwaarde wanneer een investering niet direct maar op een later tijdstip wordt gedaan. Wat die uitstelwaarde is, wordt geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld. Daarbij gaat het om een bedrijf dat de mogelijkheid heeft om dit jaar of volgend jaar een machine te kopen en daarmee een product te maken en verkopen. De prijs van de machine is 1600. De operationele winst is dit jaar 200, maar stijgt volgend jaar naar 300 of daalt naar 100 met gelijke kansen. Daarna blijft de operationele winst constant. De discontovoet is 10 procent. Moet het bedrijf investeren in de machine dit jaar of wachten tot volgend jaar?

Indien het bedrijf dit jaar investeert is de netto contante waarde van de investering de som van de prijs van de machine en de contante waarde van alle toekomstige operationele winsten. In dit voorbeeld is dat 600. Dat wordt als volgt berekend:

$$\text{NETTO CONTANTE WAARDE} = -1600 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{200}{(1,10)^t} = -1600 + 2200 = 600$$

Deze netto contante waarde is een verwachte waarde. Indien de winst volgend jaar stijgt, zal de netto contante waarde ook stijgen. Maar indien de winst volgend jaar daalt, zal ook de netto contante waarde dalen en kan deze zelfs negatief worden. Niettemin suggereert een positieve netto contante waarde dat het bedrijf dit jaar moet investeren.

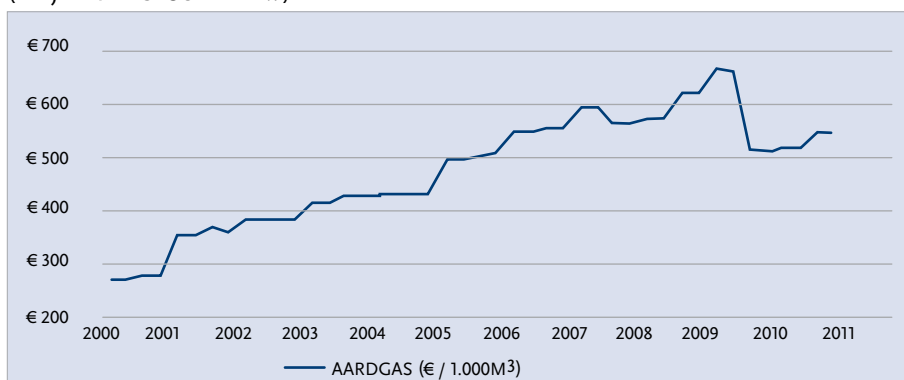
Indien het bedrijf echter wacht tot volgend jaar, dan is de optiewaarde de som van de netto contante waarde van de investeringsmogelijkheid volgend jaar bij een stijging dan wel daling van de winst, vermenigvuldigd met hun respectievelijke kansen. In dit voorbeeld zal het bedrijf alleen investeren als de operationele winst volgend jaar stijgt naar 300. Indien namelijk de winst daalt naar 100 is de investering verlieslijdend en zal het bedrijf niet investeren. Zodoende is de optiewaarde gelijk aan de netto contante waarde van de investeringsmogelijkheid bij een winststijging vermenigvuldigd met de kans op een winststijging. In dit voorbeeld is dat 773. Dat wordt als volgt berekend:

$$\text{OPTIEWAARDE} = 50\% \left[ \left( -1600 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{300}{(1,10)^t} \right) \frac{1}{1,10} \right] = 50\% * 1545 = 773$$

In dit voorbeeld is de optiewaarde (de waarde van het recht, maar niet de verplichting, om te investeren volgend jaar) 773 en de netto contante waarde (d.w.z. de waarde van investering indien dit jaar gedaan) slechts 600. Dat betekent dat de uitstelwaarde (de waarde van de flexibiliteit om te wachten op gunstigere omstandigheden) 173 is. Wachten genereert dus waarde. En dat komt omdat het de kans verkleint dat de investering verlieslijdend wordt wanneer de operationele winst daalt in de toekomst. Deze uitstelwaarde gaat verloren wanneer het bedrijf dit jaar investeert. Een volledig rationeel handelend bedrijf zal, op basis van de reële optietheorie, de investering daarom uitstellen tot volgend jaar.

BRON: DIXIT & PINDYCK (1994)

**FIGUUR 1 ► ENERGIEPRIJSVERLOOP AARDGAS VOOR KLEINVERBRUIKERS (PRIJZEN EXCLUSIEF BTW)**



BRON: CBS EN WWW.COMPENDIUMVOORDELEEFOMGEVING.NL

en kunnen worden aangemerkt als bestaande en bewezen technieken. Het zijn bovendien dezelfde technieken die ook gebruikt zijn in het woonconsumentenonderzoek 'Baat het niet, dan gaat het niet' (Van de Griendt & Van Estrik, 2010) en die in de nieuwbouw regelmatig worden gebruikt als vervanger van dan wel als aanvulling een op aardgas gestookte HR-ketel. Ten slotte is het voor dit onderzoek (en in de ogen van woonconsumenten) belangrijk dat het individueel, dus per afzonderlijke woning toepasbare technieken zijn die zowel *tijdens* als *na* de bouw van een woning kunnen worden toegepast.

### Economisch model

Om de optimale timing en de optiewaarde van de drie energiebesparende maatregelen te bepalen, is een economisch model ontwikkeld.<sup>4</sup> Het model veronderstelt onder andere dat alle parameters, met uitzondering van toekomstige energieprijzen, deterministisch zijn. Op die manier wordt alleen onzekerheid met betrekking tot de toekomstige energieprijzen beschouwd. Meer specifiek is verondersteld dat de groeifactor van de toekomstige energieprijzen normaal verdeeld is. Dat wil zeggen dat de kans dat de

prijzen sterker stijgen of dalen ten opzichte van de gemiddelde stijging, even groot is. Verder worden de energiebesparende maatregelen met een eindige tijdshorizon beschouwd, te weten 30 jaar. Dat komt overeen met de gebruikelijke looptijd van een hypotheek. Maar omdat de beschouwde tijdshorizon de winstgevendheid van een energiebesparende maatregel sterk kan beïnvloeden, zijn ook langere perioden beschouwd, variërend van 30 tot 60 jaar. Tabel 1 geeft een overzicht van de relevante kosten voor de energiebesparende maatregelen. Tabel 2 geeft de belangrijkste modelparameters van het economisch model weer.

### Resultaten

Figuur 2 geeft de berekende netto contante waarden, de uitstelwaarden en de optiewaarden weer voor een warmtepomp (WP) met bodemwisselaar, zonnepanelen en een zonneboiler.<sup>5</sup> Te zien is dat de optiewaarden voor alle drie de maatregelen positief zijn. Dat betekent dat de mogelijkheid om deze maatregelen in de toekomst te nemen waardevol is. Verder is te zien dat de netto contante waarde van de drie maatregelen negatief is bij een tijdshorizon van 30 jaar, maar positief bij een tijdshorizon van 60 jaar. Dat

**TABEL 1 ► RELEVANTE MEER/MINDERKOSTEN VOOR DE ONDERZOCHE TE ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN (PRIJSPEIL 1-1-11)**

KOSTENCOMPONENT	WARMTEPOMP MET BODEMWISSELAAR	ZONNEPANELEN	ZONNEBOILER
investeringskosten	€ 10.040	€ 11.400	€ 5.700
variabele energiekosten (per jaar)	-€ 150	-€ 502	-€ 126
vaste energiekosten (per jaar)	-€ 190	€ 0	€ 0
onderhoudskosten (per jaar)	€ 0	€ 42	€ 21
vervangingskosten (per jaar)	€ 60	€ 211	€ 105

BRON: VAN CANN (2011)

**TABEL 2 ► BELANGRIJKSTE MODELPARAMETERS VOOR HET ECONOMISCH MODEL**

MODELPARAMETER	WAARDE
gemiddelde index elektriciteitsprijs	5%
standaardafwijking index elektriciteitsprijs	9%
gemiddelde index aardgasprijs	7%
standaardafwijking index aardgasprijs	13%
index overige prijzen	2%
index investeringskosten	0%
discontovoet	7%
risicovrije rente	4%
<b>tijdshorizon</b>	<b>30 jaar</b>

BRON: VAN CANN (2011)

**TABEL 3 ► TOTAL COSTS OF OWNERSHIP VAN REFERENTIE-ENERGIESYSTEEM**

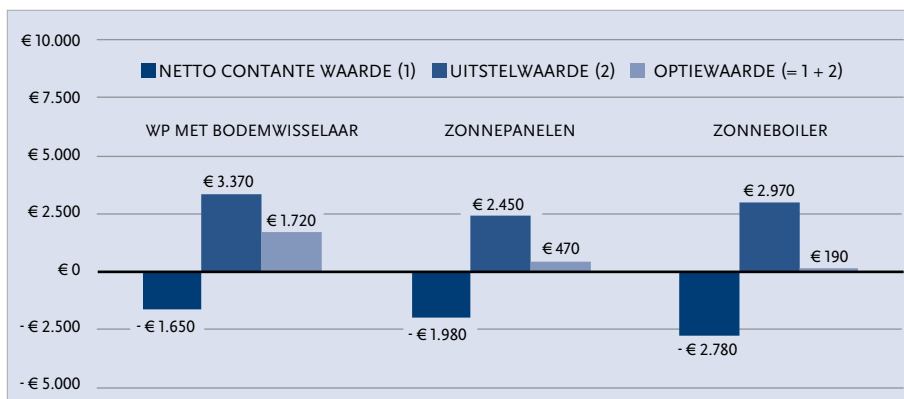
KOSTENCOMPONENT	OPTIES OPEN (op-de-toekomst-voorbereide woning)	OPTIES UITGEOEFEND (zeer energiezuinige woning)
Investeringskosten	€ 13.500,-	€ 39.800,-
Exploitatiekosten	€ 58.500,-	€ 31.100,-
Optiewaarden	-€ 8.900,-	€ 0,-
<b>total costs of ownership</b>	<b>€ 63.100,-</b>	<b>€ 70.900,-</b>

betekent dat in het eerste geval (30 jaar) het verlieslijdend en in het tweede geval (60 jaar) het winstgevend is om deze maatregelen vandaag te nemen. De lengte van de tijdshorizon heeft dus grote invloed op de conclusie of een maatregel winstgevend dan wel verlieslijdend is. Verder is te zien dat de uitstelwaarden van alle drie de maatregelen positief is bij een tijdshorizon tussen de 30 en 60 jaar. De uitstelwaarde van een maatregel gaat verloren als die maatregel vandaag wordt genomen. Dat betekent dat,

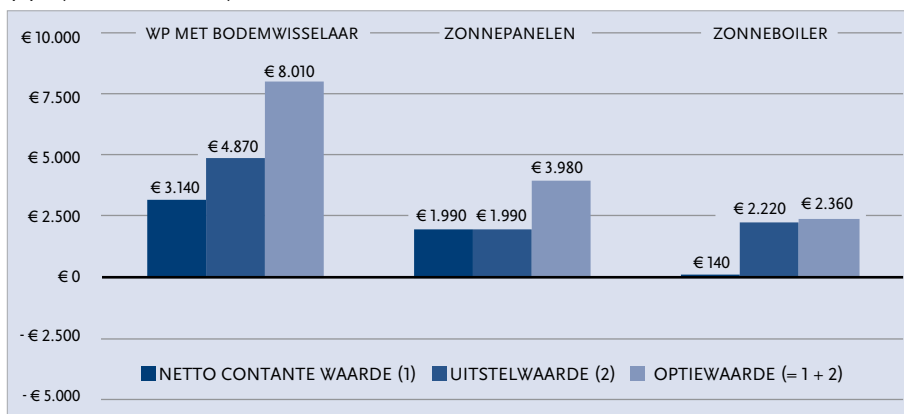
hoewel het winstgevend kan zijn om een maatregel vandaag reeds te nemen, het nog meer loont om deze maatregel uit te stellen en te wachten tot de energieprijzen verder zijn gestegen. Wachten genereert waarde, omdat het de kans op een mogelijk verlies bij dalende energieprijzen verkleint (zie ook het voorbeeld in kader 1). De lengte van de tijdshorizon heeft daarbij geen invloed op de conclusie dat het misschien slimmer is om de maatregelen uit te stellen. En dat betekent dus dat uitstellen loont!

**FIGUUR 2 ► NETTO CONTANTE WAARDEN, UITSTELWAARDEN EN OPTIEWAARDEN VAN ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN**

(A) Tijdshorizon = 30 jaar



(B) Tijdshorizon = 60 jaar



Het beste moment om voor nieuwbouwwoningen extra te investeren in energiebesparende maatregelen, wat de centrale vraagstelling is van dit onderzoek, is gedefinieerd als het energieprijsniveau waarbij de uitstelwaarde niet meer significant is ten opzichte van de netto contante waarde van een maatregel, ofwel kleiner dan vijf procent van de netto contante waarde. In dat geval is de extra winst die behaald kan worden door de investering uit te stellen verwaarloosbaar klein ten opzichte van de verwachte

winst van de investering wanneer die op dat moment wordt gedaan. De optimale investeringstiming van de drie maatregelen is een energieprijsniveau van ongeveer 200 procent ten opzichte van het niveau bij uitvoering van het onderzoek ofwel een verdubbeling van de prijzen. Gebaseerd op historische energieprijzontwikkeling wordt een dergelijk niveau naar verwachting bereikt in globaal 10 tot 15 jaar.

Tabel 3 ten slotte geeft de *total costs of owner-*

## KADER 2 ► OP-DE-TOEKOMST-VOORBEREIDE WONING

Een op-de-toekomst-voorbereide woning is een woning met een robuust doch intelligent casco met een goed geïsoleerde schil. Daarbij kan de consument zelf allerlei extra energiebesparende maatregelen kiezen, *plug and play*. Dat kan op het moment van aankoop en bij de bouw, maar ook in de jaren na oplevering. Of en wanneer een koper een optie uitoefent is mede afhankelijk van de ontwikkelingen die de energieprijzen doormaken en vooral de eigen wensen van de koper. Voor een ontwikkelaar, bouwer en consument zijn aan een dergelijk casco nauwelijks of geen meerkosten verbonden en het staat toekomstige keuzes niet in de weg.<sup>6</sup>



De Groene Kreek in Zoetermeer

*ship* van een energiesysteem in een nieuwbouwwoning weer met de opties van de drie energiebesparende maatregelen nog open en al uitgeoefend. Het energiesysteem met de opties nog open wordt beschouwd als een 'op-de-toekomst-voorbereide woning' (zie kader 2) en het energiesysteem met de opties reeds uitgeoefend als een 'zeer energiezuinige woning'. De *total costs of ownership* bestaat uit de investerings- en exploitatiekosten van het initiële systeem plus de waarde van de opties om in de toekomst de energiezuinigheid van het systeem te verbeteren. Te zien is dat de *total costs of ownership* van het toekomstvoorbereide systeem bijna 8.000 euro lager zijn dan van het zeer energiezuinige systeem. Dat betekent dat een op-de-toekomst-voorbereide woning dus waardevoller is dan een zeer energiezuinige woning.

Het concept van een 'op-de-toekomst-voorbereide woning' is overigens niet nieuw. In de wijk De Groene Kreek in Zoetermeer bijvoorbeeld werden een aantal jaren geleden al eens 65 van dergelijke woningen ontwikkeld. In aanleg zijn al deze wonin-

gen energie neutraal, maar nog niet in alle woningen zijn de aanwezige opties door de bewoners uitgeoefend.

### Discussie

Uitgaande van volkomen rationeel handelende partijen en rekening houdend met onzekerheden in verwachte energieprijstijgingen, rekt het hiervoor beschreven onderzoek af met de veel gehoorde vooronderstelling dat een energiezuiniger huis meer waard is. Het laat zien dat, wanneer energieprijzen onvoldoende snel stijgen of zelfs dalen, additionele investeringskosten voor extra energiebesparende maatregelen niet of pas op zeer lange termijn worden terugverdiend door opbrengsten uit energiebesparingen en dat bovendien de uitstelwaarde verloren gaat. Een woning daarentegen die voldoet aan het vigerend Bouwbesluit heeft meer waarde, mits deze de flexibiliteit heeft om extra energiebesparende maatregelen te nemen wanneer de energieprijzen daar aanleiding toe geven, maar deze ook kan uitstellen wanneer de energieprijzen dalen of minder hard stijgen dan verwacht. Bijkomend voordeel van

een dergelijke op-de-toekomst-voorbereide woning is bovendien dat de voorafgaande investeringskosten laag zijn. Dit maakt een op-de-toekomst-voorbereide woning niet alleen goedkoper, maar vermoedelijk ook beter verkoopbaar onder de huidige omstandigheden op de woningmarkt. Daar komt bij dat kopers maar in beperkte mate bereid zijn te betalen voor extra energiebesparende maatregelen, tenzij deze meerinvesteringen binnen afzienbare tijd (< 10 jaar) kunnen worden terugverdiend (Van de Griendt & Van Estrik, 2010).

### Conclusie

Samenvattend kan daarom worden gesteld dat, onder de huidige omstandigheden, het aanbeveling verdient om woningen niet energiezuiniger te bouwen dan vereist door de nationale bouwvoorschriften, maar ook (en misschien nog veel belangrijker) om opties niet uit te sluiten om de energiezuinigheid van de woning in de toekomst te verbeteren. Daarbij zijn in dit onderzoek de toekomstige energieprijzen, en daarmee de verwachte opbrengsten uit energiebesparingen, als stochastische variabele aangenomen. De ontwikkeling van de effectiviteit en met name investeringskosten van energiebesparende maatregelen is daarbij niet expliciet beschouwd. Aangenomen is dat innovatie en inflatie elkaar opheffen (zie tabel 2, index investeringskosten). Zonnepanelen echter hebben de afgelopen jaren laten zien dat de investeringskosten ook sterk kunnen dalen. Sinds de aanvang van dit onderzoek namelijk zijn de prijzen per Watt piek bijna gehalveerd.<sup>7</sup> Hierdoor wordt de terugverdientijd voor zonnepanelen gereduceerd van meer dan 15 naar minder dan 10 jaar. Maar ook dat onderschrijft de conclusie van dit onderzoek, namelijk dat uitstellen loont. Tot welke prijs echter de panelen nog verder zou moeten dalen, opdat het lonend is ze reeds bij de bouw en niet later op een nieuwe woning aan te brengen, is overigens (nog) niet onderzocht.

### OVER DE AUTEURS

**Dr. J.S. van de Griendt** is als milieu-manager verantwoordelijk voor de duurzaamheidsagenda van Bouwfonds Ontwikkeling. **K. van Cann MSc** was in 2011 student-stagiair bij Bouwfonds Ontwikkeling. Eind 2011 studeerde hij af op het onderzoek 'Postponement Pays!' aan de TU Eindhoven.



## VOETNOTEN

- 1 Zie [www.lente-akkoord.nl](http://www.lente-akkoord.nl) voor meer informatie.
- 2 In bijvoorbeeld Duitsland en Frankrijk ligt dat anders. Dat blijkt uit het Bouwfonds-onderzoek 'Woningmarkten in perspectief' (2012). Waar in Nederland nauwelijks meer dan de helft van de consumenten het eens is met de stelling dat toekomstige energiekosten een rol spelen bij hun woningkeuze, ligt dat met circa 85% in Duitsland en Frankrijk veel hoger.
- 3 Het onderzoek werd uitgevoerd door Koen van Cann voor zijn MSc-opleiding Operations Management & Logistics aan de Technische Universiteit Eindhoven. De volledige MSc-thesis 'Postponement pays!' is te downloaden van het internet via <http://repository.tue.nl/724600>.
- 4 Dit model is gebaseerd op een binomiaal optiewaarderingsmodel, oorspronkelijk ontwikkeld door Cox et al (1979) voor de waardering van financiële opties. Zie Van Cann (2011) voor meer informatie.
- 5 Voor alle berekeningen in van dit onderzoek is uitgegaan van een referentiehokwoning van SenterNovem. Zie [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl) voor meer informatie.
- 6 Daarmee refereert een op-de-toekomst-voorbereide woning aan wat je de oerdefinitie kunt noemen van het begrip duurzaam ontwikkelen. Volgens het VN Brundtland-rapport 'Our Common Future' (1987) is duurzaam dat "een ontwikkeling is die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen".
- 7 Zie o.a. [www.solarbuzz.com](http://www.solarbuzz.com).

## REFERENTIES

- Cox, J.C. , S.A. Ross & M. Rubinstein (1979): Options pricing: a simplified approach, *Journal of Financial Economics* Vol. 7 1979.
- Dixit, A.K. & R.S. Pindyck (1994): *Investment under uncertainty*. Princeton University Press.
- Van Cann, K. (2011): *Postponement Pays – The real option theory applied to determine the optimal investment timing of energy saving measures available to newly-build dwellings*. Master thesis, Technical University of Eindhoven.
- Van de Griendt J.S. (2011), Voorkeur voor gas en individuele bodemwarmtewisselaars. NEPROM-cursisten spreken zich uit over energieopgave Lente-akkoord. Artikel op [www.lente-akkoord.nl](http://www.lente-akkoord.nl). Gepubliceerd d.d. 26 april 2011.
- Van de Griendt J.S. & Van Estrik G.J.B. (2010), Consument en duurzaamheid: Baat het niet dan gaat het niet. *Real Estate Research Quarterly* pp. 42 -48, december 2010.