

Energiebesparing en woonlasten

Sinds de oliecrisis van 1973 stimuleert de overheid energiebesparing door middel van subsidies en strengere bouwvoorschriften. De voorschriften zijn sindsdien enkele malen verscherpt. Door de gedaalde olieprijs (en de daaraan gekoppelde aardgasprijs) is de vraag actueel of in de huidige situatie verdergaande energiebesparende maatregelen in huurwoningen nog tot woonlastenvermindering kunnen leiden. Volgens de auteurs van dit artikel is dit wel degelijk het geval. Zij concluderen dat het optimale investeringsniveau voor besparingsactiviteiten, op korte termijn minder afhankelijk is van de aardgasprijs dan tot nu toe werd aangenomen. Marktontwikkelingen op het gebied van energiebesparende technieken spelen een belangrijker rol.

DRS. W. GILIJAMSE – ING. J.C. KLOMP – DRS. C.A. WESTRA*

Bij het berekenen van besparingen op het gasverbruik in woningen worden meestal algemene aannamen gedaan over onder andere binnentemperatuur en ventilatieniveau. De binnentemperatuur en het ventilatieniveau worden voornamelijk door het bewonersgedrag bepaald.

In de praktijk kloppen de vooraf berekende gasverbruikscijfers vaak niet met het gemeten gasverbruik in gerealiseerde bouwprojecten. Daarom is een verbeterde rekenmethode ontwikkeld die gebaseerd is op het werkelijke bewonersgedrag. Bij deze methode wordt de binnentempe-

ratuur berekend aan de hand van het gemeten gasverbruik en bouwkundige gegevens van bestaande projecten. Op deze manier wordt indirect het woongedrag in de binnentemperatuur tot uitdrukking gebracht. Op basis van deze binnentemperatuur kunnen de mogelijkheden tot besparingen op het gasverbruik worden doorgerekend.

Na het berekenen van de besparingen op het gasverbruik worden de kosten van de maatregelen bepaald. Deze kosten worden doorberekend aan bewoners in huur en servicekosten. Er worden verschillende combinaties van maatregelen onderzocht. Deze maatregelen beïnvloeden elkaar. Zo zal bij voorbeeld een hoogrendementsketel (HR-ketel) in een matig geïsoleerde woning een veel grotere besparing op het gasverbruik opleveren dan dezelfde HR-ketel in een zwaar geïsoleerde woning.

De laatste onderzoeksstap is dan ook om uit alle mogelijke combinaties van maatregelen die combinatie te kiezen die tot minimale woonlasten leidt. Deze optimalisatie van maatregelen naar minimale woonlasten wordt met een door de IVAM ontwikkeld computerprogramma, MIN-LAST, uitgevoerd.

De gestapelde nieuwbouw

Er zijn drie bouwstromen onderzocht die bij elkaar een goed beeld geven van de totale huursector:

- de vooroorlogse etagebouw 1);
- na-oorlogse flatbouw 2);
- nieuwbouw (gestapelde- en laagbouw) 3).

Als voorbeeld worden in dit artikel de resultaten voor de *gestapelde nieuwbouw* gepresenteerd. Uitgangspunt is de huidige Amsterdamse bouwpraktijk, die zich kenmerkt door:

- isolatie volgens de Modelbouwverordening-normen uit 1986 4), aangevuld met de Amsterdamse eis van dubbele beglazing in de *hele* woning;
- verwarming en warm-tapwatervoorziening door middel van een cv-ketel met een tapspiraal (combi-ketel);
- natuurlijke ventilatie of mechanische afzuiging.

Een woning gebouwd volgens deze kenmerken zal verder worden aangeduid als de *referentiewoning*. Het gemeten gasverbruik in de referentiewoning is gemiddeld 1480 m³ per jaar. Dit verbruik kan als volgt worden onderverdeeld:

- koken 80 m³/jaar;
- warm water 220 m³/jaar;
- waakvlam- en stilstandsverliezen 350 m³/jaar;
- ruimteverwarming 830 m³/jaar.

Met de gegevens van de referentiewoning zijn de effecten van een aantal extra energiebesparende maatregelen onderzocht. Het gaat hier om maatregelen die tijdens de bouw genomen moeten worden.

* De auteurs zijn verbonden aan de Interfacultaire Vakgroep Milieukunde (IVAM) aan de Universiteit van Amsterdam. Dit artikel is een bewerking van een onderzoeksrapport van de vakgroep, *Energiebesparing en woonlastenvermindering in de nieuwbouw*, september 1986.

1) W. Gilijamse en J.C. Klomp, *Stookkostenverlaging Hoofddorpleinbuurt*, Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Amsterdam, 1984.

2) W. Gilijamse, J.C. Klomp en C.A. Westra, *Energiebesparing en woonlastenvermindering in de na-oorlogse flatbouw*, concept-rapport, Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Amsterdam, juni 1987.

3) W. Gilijamse en J.C. Klomp, *Energiezuinige nieuwbouw in de stadsvernieuwing*, Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Amsterdam, december 1985.

4) *Modelbouwverordening*, 20/21e supplement, december 1983.

Tabel 1. Samenstelling van pakketten isolatiemaatregelen

Maatregel	Gevel minerale wol	Glas plus-glas a)	Paneel pur-schuim	Vloer polystyreen schuim	Dak polystyreen schuim
Pakket					
1 (norm)	(4,5 cm)	(-)	(4 cm)	(4,5 cm)	(4 cm)
2	6 cm	-	6 cm	9 cm	6 cm
3	6 cm	wk/keu b)	6 cm	9 cm	6 cm
4	8 cm	wk/keu	6 cm	13 cm	6 cm
5	8 cm	wk/keu	6 cm	13 cm	7 cm
6	10 cm	wk/keu	7 cm	13 cm	7 cm
7	10 cm	wk/keu	8 cm	13 cm	8 cm
8	10 cm	hw c)	8 cm	13 cm	8 cm
9	12 cm	hw	10 cm	13 cm	10 cm

- a) Plus-glas is een gasgevulde beglazing met een onzichtbare metaallaag.
 b) wk/keu: toegepast in de woonkamer en de keuken.
 c) hw: toegepast in de hele woning.

Isolatiemaatregelen

Maatregelen op het gebied van isolatie, die in de huidige bouwpraktijk goed zijn toe te passen, werden onderzocht. Zo werden dak-, gevel- en vloerisolatie in samenhang met elkaar doorgerekend. Van deze maatregelen werden pakketten van maatregelen samengesteld naar een oplopende kosten/batenverhouding. De samenstelling van de pakketten zijn gegeven in tabel 1. De woonlastenvermindering en de kosten/batenverhouding zijn berekend in tabel 2.

Ventilatieverliezen

Ventilatie in woningen is noodzakelijk. Maar bij ventileren gaat energie (in de vorm van warmte) verloren. Dit energieverlies is te beperken door de warmte uit de afgevoerde lucht terug te winnen. Een systeem van 'gebalanceerde mechanische ventilatie' maakt warmteterugwinning mogelijk door het kanaliseren van de aan- en afgevoerde lucht. Bij de gebruikelijke wijze van ventileren door middel van het openen van ramen en roosters ('natuurlijk ventileren') is warmteterugwinning niet mogelijk.

De besparing op het gasverbruik door toepassing van warmteterugwinning valt tegen, zo blijkt uit ons onderzoek 5). Dit komt omdat natuurlijk ventileren minder energieverwendend is dan het lijkt, omdat er doorgaans minder geventileerd wordt. Gebalanceerde mechanische ventilatie leidt echter wél tot een verbetering van het binnenklimaat ten opzichte van natuurlijk ventileren. Een systeem van gebalanceerde mechanische ventilatie is eenvoudig uit te breiden tot een luchtverwarmingssysteem. De gebruikelijke radiatoren komen dan te vervallen.

Ten opzichte van natuurlijk ventileren blijkt gebalanceerde mechanische ventilatie (en luchtverwarming) tot een verhoging van de woonlasten te leiden van circa f. 200 per jaar. Dit komt omdat er tegenover de bescheiden besparing op het gasverbruik hogere kosten staan voor onderhoud en elektriciteitsverbruik.

Besparing in de warmteopwekking

Voor de referentiesituatie, de VR-combi-ketel, zijn twee alternatieven onderzocht:

- beperking van de stilstandsverliezen. Dit is mogelijk door het toepassen van een kleine waakvlamloze badgeiser voor de warmwatervoorziening én het toepassen van een waakvlamloze VR-ketel;
- verhoging van het rendement. Rendementsverhoging wordt bereikt door het toepassen van een HR-ketel. Voor de warmwatervoorziening wordt wederom een kleine waakvlamloze badgeiser toegepast.

Tabel 3 geeft een overzicht van de kosten en baten van deze varianten. Aanzienlijke besparingen op het gasverbruik blijken mogelijk. Bij de huidige lage gasprijs (46,1 cent) is een bescheiden woonlastenvermindering mogelijk.

Tabel 2. Kosten en baten van pakketten isolatiemaatregelen

Pakket	Kosten/baten	Investering in gld. (1)	Extra huur (5%) in gld./jaar (2)	Besparing op gasrekening a) in gld./jaar (3)	Glasverzekering in gld./jaar (4)	Vermindering woonlasten in gld./jaar = (2) + (3) + (4) (5)	Kosten/batenverhouding = (1) / (3) + (4) (6)
1 (norm)	-	-	-	-	-	-	-
2	432	+ 22	- 38	-	-16	11,4	
3	857	+ 43	- 72	+ 6	-23	13,0	
4	1110	+ 55	- 86	+ 6	-25	14,2	
5	1228	+ 61	- 91	+ 6	-24	14,4	
6	1438	+ 72	- 98	+ 6	-20	15,6	
7	1564	+ 78	-101	+ 8	-17	16,4	
8	1922	+ 96	-115	+ 12	- 7	18,7	
9	2399	+ 120	-126	+ 12	+ 6	21,0	

a) Berekend met een gasprijs van f. 0,461 per m³ (april 1987).

Tabel 3. Kosten en baten van alternatieve verwarmingssystemen bij een gasprijs van 46,1 cent/m³

		VR + geiser	HR + geiser
Gasverbruik	(m ³ /jaar)	- 154	- 330
Elektr.verbruik	(kWh/jaar)	-	+ 40
Onderhoud	(gld./jaar)	+ 20	+ 7
Meerinvestering	(gld.)	+ 800	+ 45
Huur (+ 5%)		+ 40	+ 65
Vermindering woonlasten in gld./jaar		- 11	- 35

Optimalisatie

Uit de resultaten blijkt dat de belangrijkste besparingsmogelijkheden liggen op het gebied van isolatie en warmteopwekking. Combinaties van deze maatregelen zijn in figuur 1 weergegeven. De punten in figuur 1 zijn de acht isolatiepakketten uit tabel 1. In de drie curven worden ze gecombineerd met telkens een verwarmingssysteem, achtereenvolgens de VR-combiketel en de systemen van tabel 3. Bij het combineren van maatregelen zal slechts één bepaalde combinatie leiden tot een maximale woonlastenvermindering: de top van de curve. Bij verdergaan de maatregelen weegt het voordeel van lagere energiekosten niet meer op tegen de hogere huur.

Gevoeligheid

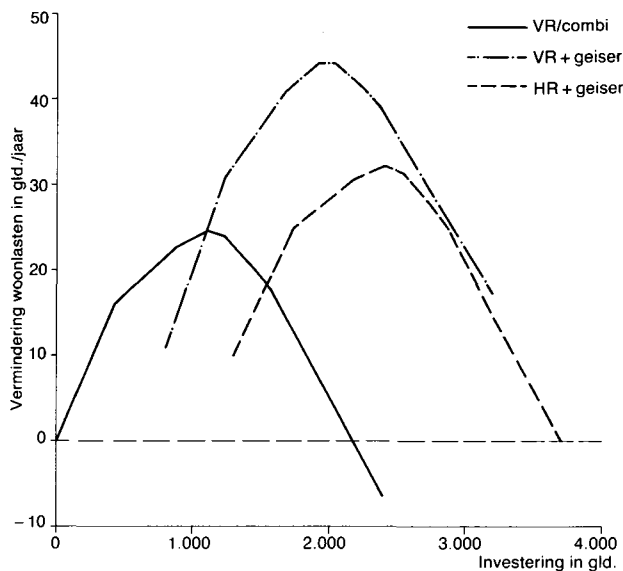
Beslissingen omtrent energiebesparende maatregelen worden meestal genomen op grond van de energieprijs en de hoogte van de investering. Ontwikkelingen op de bouwmarkt beïnvloeden doorgaans de hoogte van de investering. De gevolgen voor de woonlasten worden bepaald door de investering én de gasprijs. In figuur 1 wordt het verband tussen investering en woonlasten voor drie alternatieven weergegeven. Het combineren van maatregelen heeft geleid tot een optimaal pakket aan maatregelen. De vraag is nu of deze combinatie optimaal blijft als de aardgasprijs verandert of als ontwikkelingen op de bouwmarkt leiden tot een daling van de investering.

De aardgasprijschommelingen

De aardgasprijs voor kleinverbruikers is tussen eind 1985 en begin 1987 van bijna 70 ct/m³ gedaald naar een niveau iets boven de 45 ct/m³. Het beleid van de Nederland-

5) W. Gijljamse, J.C. Klomp en P. Prins, Gebalanceerd ventileren en luchtverwarming in nieuwe woningen, *Verwarming en Ventilatie*, april 1987.

Figuur 1. Woonlastenvermindering door energiebesparing in gestapelde bouw



se overheid is om deze aardgasprijs vast te stellen volgens het marktwaardeprincipe. Voor de kleinverbruikersmarkt streeft de overheid naar een koppeling tussen de aardgasprijs en de prijs van huisbrandolie. De prijs van huisbrandolie wordt weer bepaald door de prijs van ruwe olie in dollars, de koers van de dollar en de binnenlandse heffingen op huisbrandolie. Deze factoren zijn de laatste jaren aan sterke schommelingen onderhevig. Bij de prijsniveau van eind 1984 en volledige koppeling van de aardgasprijs aan de prijs van huisbrandolie zou de aardgasprijs ca. 75 ct/m³ bedragen. Medio 1986 was de situatie drastisch veranderd: zowel de dollar-notering van de ruwe olie als de dollarkoers waren sterk gedaald. Door de Nederlandse overheid is de daardoor veroorzaakte daling van de aardgasprijs – om budgettaire redenen – enigszins gematigd door het verhogen van de accijns op huisbrandolie. De huidige aardgasprijs bedraagt 46 ct/m³. Voor de komende jaren wordt er weer een opwaartse trend voorspeld.

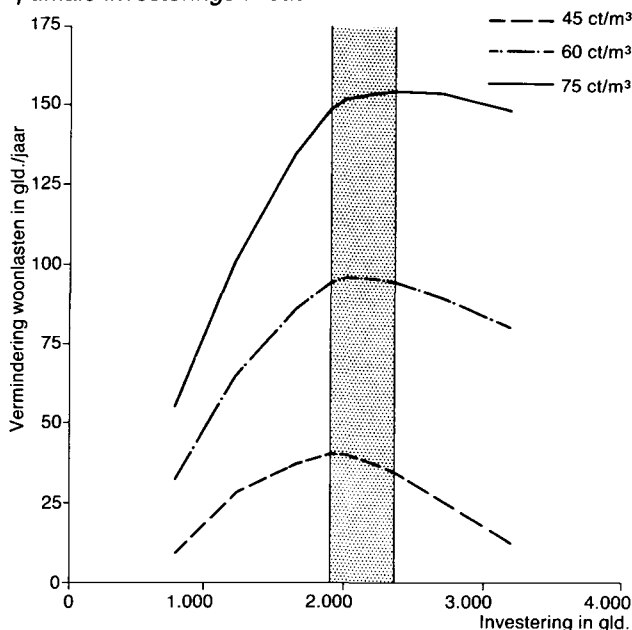
Om de invloed van de aardgasprijschommelingen van de laatste jaren op de optimale combinatie van maatregelen te onderzoeken is in figuur 2 voor drie aardgasprijzen (45, 60 en 75 ct/m³) de woonlastenvermindering uitgezet tegen de investering. Als voorbeeld is de curve 'VR-ketel met geiser' uit figuur 1 gehanteerd. Ook bij de laagste aardgasprijs blijken de voorgestelde maatregelen nog tot woonlastenvermindering te leiden. De vermindering is echter sterk afgenomen. Bij een afname van de vermindering in woonlasten blijkt echter het optimale investeringsniveau nauwelijks te zijn veranderd. De sterk wisselende gasprijs van de laatste jaren is dus nauwelijks van invloed op de keuze van een pakket energiebesparende maatregelen.

Het optimale investeringsniveau bij de drie gasprijzen schommelt met f. 300 (pakket 4 t/m 6) tussen investeringsniveaus van f. 2.000 en f. 2.300 (het gearceerde gebied in figuur 2). Ondanks de onzekerheid over de toekomstige gasprijs is in de huidige sociale woningbouw een pakket maatregelen ten bedrage van circa f. 2000 gerechtvaardigd.

Marktontwikkelingen

Interessant is te bezien wat er gebeurt wanneer de ontwikkelingen op de bouwmarkt zullen leiden tot goedkopere en andere technieken. Wat gebeurt er als je meer kunt doen voor minder geld? Sinds het midden van de jaren zeventig hebben zich al belangrijke ontwikkelingen voorgedaan: de introductie van dubbel glas; het goedkoper worden van woningsisolatie; en de ontwikkeling van verwarmingsketels met een beter rendement. Energiebesparende maatregelen die nu standaard worden toegepast kostten 10 jaar geleden nog een veelvoud van wat ze nu kosten.

Figuur 2. Effect van schommelingen in de gasprijs op het optimale investeringsniveau



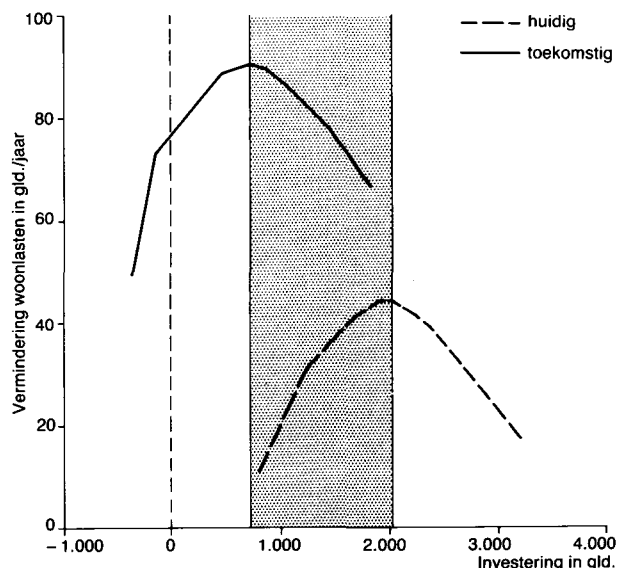
Ook ontwikkelingen op de bouwmarkt gaan door. Door het op grotere schaal toepasbaar maken van nieuwe technieken zal een aantal maatregelen in de komende jaren goedkoper worden:

- 'plus-beglazing' (- 50%);
- buitengevelisolatie (- 20%);
- beperking van stilstandsverliezen in verwarmingsketels (- 75%).

Met deze te verwachten prijsverlagingen zijn opnieuw voor een aantal combinaties van maatregelen de woonlastenconsequenties berekend. In figuur 3 zijn de resultaten van deze berekeningen weergegeven. De onderste curve is dezelfde als die uit figuur 2 bij een gasprijs van 46,1 ct/m³. De bovenste curve laat zien welke woonlastenvermindering mogelijk is bij de verwachte prijsontwikkeling

(vervolg op blz. 728)

Figuur 3. Effect van prijsverlagingen voor bouwproducten



gen. Met ongeveer duizend gulden minder investeringen is een hoger isolatieniveau te bereiken. De woonlasten zullen daardoor ca. f. 100 per jaar verder dalen. Het optimale investeringsniveau zal zich de komende jaren dus bewegen in het gearceerde gebied.

Conclusies

Ook bij de huidige – lage – energieprijzen kunnen in nieuwe woningen energiebesparende maatregelen die verder gaan dan de huidige praktijk, tot woonlastenvermindering leiden. Een optimale combinatie van maatregelen, die tot minimale woonlasten leidt, kost ca. f. 2.000 per woning en omvat:

- verzwaarde isolatie, met diktes variërend van 7 – 13 cm;
- plus-beglazing in woonkamer en keuken;
- verwarmingsketel en geiser, beide zonder waakvlam.

De meest recente verscherping van de isolatienormen voor nieuw te bouwen woningen behelst alleen de onderdelen gevel en dak 6), en leidt dan ook nog niet tot een optimale situatie.

De genoemde optimale keuze van maatregelen is op korte termijn niet erg gevoelig voor schommelingen in de gasprijs. Bij een stijging van de gasprijs tot 75 ct/m³ wordt slechts een beperkt aantal verdergaande maatregelen aantrekkelijk. De te bereiken woonlastenvermindering zal wel sterk stijgen. De animo om deze maatregelen toe te passen zal daardoor groter worden.

Een optimale keuze uit energiebesparende maatregelen is wel erg gevoelig voor ontwikkelingen op de bouwmarkt. De vele innovaties op de markt van energiebesparing bepalen voornamelijk de verdere mogelijkheden van energiebesparende maatregelen in de sociale woningbouw.

In dit artikel hebben we ons beperkt tot de gestapelde nieuwbouw. Voor de bestaande bouw komen we in ons onderzoek tot dezelfde conclusies. Het energieverbruik in woningen zal blijven dalen.

W. Gilijamse
J.C. Klomp
C.A. Westra