

Jaarlijks 1500 euro besparen op een woning

Duurzaam renoveren loont

Per jaar kunnen de energiekosten van een woning tot

1500 euro omlaag.

Zelfs bij portiekflats kunnen duurzame maatregelen ruim 600 euro

per woning besparen. Dat blijkt

uit promotieonderzoek van Rona

Vreenegoor van de TU Eindhoven.

Helaas worden energiebesparende renovatiemaatregelen door gebrek

aan kennis vaak niet toegepast.

TEKST: Rona Vreenegoor

Tegenwoordig beseffen de meeste mensen wel dat energiebesparing nodig is. Enkele jaren geleden werden we nog wakker geschud door 'An inconvenient truth' van Al Gore. Hij liet zien hoe groot de invloed is van ons huidige energiegedrag op de aarde. Nu kan men geen krant meer openslaan zonder dat er gesproken wordt over energie en duurzaamheid.

Alle sectoren zullen actie moeten ondernemen om het energiegebruik terug te dringen. In Nederland is de gebouwde omgeving verantwoordelijk voor 40% van het totale energiegebruik. En daarmee een interessant gebied voor onderzoek naar energiebesparingmogelijkheden. De grootste energiewinst is te halen in de bestaande bouw. Woningbouwcorporaties bezitten een flink aantal woningen en renoveren grootschalige projecten. Dit biedt mogelijkheid voor een grote en snelle energiebesparing in de bestaande woningvoorraad. Ondanks dat woningbouwcorporaties positief staan tegenover energiebesparende renovatiemaatregelen, worden ze door gebrek aan kennis vaak niet (optimaal) toegepast.

Aantrekkelijk alternatief

Bij het renoveren van een hele straat of wijk neemt het aantal energiebesparende renovatiemaatregelen toe. Collectieve systemen kunnen een aantrekkelijk alternatief vormen, niet alleen energie- maar ook kostentechnisch. Het doel van het promotieonderzoek is om een wijkevaluatie model te ontwikkelen op basis van energieprestatie en kosten, om woningcorporaties te ondersteunen bij het kiezen van de optimale renovatieoplossing.

Het te ontwikkelen instrument zal in de eerste stap gegevens vragen van de te renoveren straat of wijk, zoals thermische isolatie van de gebouwschil en type installaties. In een volgende stap stelt de woningcorporatie enkele oplossingspakketten samen uit bouwkundige, installatietechnische en stedenbouwkundige maatregelen. Deze pakketten worden in de laatste stap geordend op basis van de energie- en kostenresultaten. Omdat de bewoners van belang zijn voor het slagen van de renovatie - er is immers meer dan 70% instemming nodig om de renovatie uit te mogen voeren - wordt aan hun gevraagd wat ze vinden van de oplossingspakketten. Dit geeft het instrument de mogelijkheid om de resultaten ook te ordenen volgens bewonerswensen. Uiteindelijk kiest de woningcorporatie zelf uit beide resultaatoverzichten de optimale oplossing.

Stappen

Er is een groot aantal renovatiemaatregelen mogelijk. De eerste stap is altijd proberen de energievraag te beperken. Isoleren van de buitenschil (vloer, gevel, dak) is ook bij renovaties een eerste vereiste. Daarnaast zijn er maatregelen op het gebied van instal-

laties die zorgen voor een drastische beperking van het energiegebruik. Zo is het mogelijk om de oude cv-ketel te vervangen door een HR-ketel. Ook is het mogelijk om een zonneboiler te gebruiken voor warmtapwater en/of ruimteverwarming. Er zijn ook warmtepompen in diverse toepassingen (warmtepompboiler, warmtepomp voor ruimteverwarming in combinatie met lage temperatuurverwarming). Nog een stap verder zijn mini- of micro-WKK's en WTW-installaties.

Zonne-energie kan een nuttige bijdrage leveren aan energiebesparing, verhoging van het wooncomfort en beheersing van de woonlasten en/of de onderhoudskosten. Het vervangen van een keukegeiser door een nieuw warmwatertoestel betekent een verbetering van het binnenmilieu en geeft meer douchecomfort. De combinatie met een zonneboiler (het benutten van actieve zonne-energie) maakt dat de energiekosten niet stijgen.

Een verglaasd balkon biedt in voor- en najaar extra ruimte om in de zon te zitten, voorkomt tocht en kou en draagt bij aan een betere isolatie van de buitengevel. Onderhoudskosten aan het achterliggende kozijn worden in de toekomst verminderd. Zonne-energie kan de verhuurbaarheid van de woningen verbeteren, de maatregelen zelf zijn relatief eenvoudig en vragen weinig onderhoud.

Prefab douche-elementen, zowel voor vloer, wanden als plafond, bieden de mogelijkheid om snel een doucherenovatie uit te voeren en om een aantal lastige technische zaken als leidingaansluitingen en waterdichtheid van de douchevloer op te lossen. Doucherenovatie is op de traditionele manier een tijdrovende klus die zo'n twee weken in beslag kan nemen. Belangrijker nog is de overlast, doordat de bewoners niet kunnen douchen en regelmatig het water moet worden afgesloten. Door prefabricage en montage kan de doorlooptijd verkort worden tot 3,5 dag.

Optoppen

De constructie van bestaande gebouwen, zowel in de woningbouw als in de utiliteitsbouw, biedt soms de mogelijkheid om extra belasting toe te staan. Kantoren of andere utiliteitsgebouwen zijn berekend op de vloerbelasting behorend bij zakelijk of industrieel gebruik, zoals kantoor, archief, showroom, zwaar intern verkeer, etc. Ook bestaande middelhoogbouwflats hebben volgens de huidige berekeningsmethoden vaak een overmaat in draagkracht van de fundering. Dit biedt voor de bestemming woningen de mogelijkheid om extra verdiepingen te plaatsen op het gebouw (optoppen), zodat het rendement op de investering kan worden vergroot. Voorwaarde is dat de opbouw licht wordt uitgevoerd. Geschikte bouwmethoden hiervoor zijn houtskeletbouw (HSB) en staalframebouw. HR-dakbedekking, ook bekend onder de naam energiedak, is een combinatie van twee maatregelen: het vervangen van dakbedekking op platte daken gecombineerd met het aanbrengen van een warmtecollector. Door twee maatregelen te integreren, zorgt dit per saldo voor een versnelde toepassing. Het systeem bestaat uit een ondergrond van isolatiemateriaal, waarin spelingen zijn aangebracht. In deze spelingen wordt een slangensysteem bevestigd en vervolgens wordt de normale dakbedekking hierover aangebracht. De slangen worden door middel van een warmtewisselaar aangesloten op een warmtapwatersysteem dat voorziet in de warmwaterbehoefte van het gebouw. Eén van de voordelen van een ener-

giedak is dat de kosten van de collector relatief laag zijn, vooral voor grote oppervlakken. In de utiliteitsbouw zijn deze systemen al vaak toegepast; in de woningbouw zijn er met name mogelijkheden voor de platte daken van meergezinswoningen.

Gevoeligheidsanalyse

Om de energieprestatie van de huidige en nieuwe situatie te kunnen beoordelen, wordt in het promotieonderzoek ondermeer gebruik gemaakt van de EPA-rekenmethode (energieprestatie advies). Deze rekenmethode is tevens de basis van het huidige energielabel voor de bestaande bouw. Om de energie-index (EI) te kunnen bepalen, heeft de EPA-rekenmethode ongeveer 100 invoergegevens nodig. In het promotieonderzoek is onderzocht wat de invloed is van elk van deze invoerparameters op het energiegebruik, de CO₂-uitstoot en de EI.

De techniek die gebruikt is voor dit eerste onderzoek analyseert een enkele (single) invoerparameter. Elke invoerparameter ontvangt een minimale, maximale en tussengelegen waarde. Voor elk van deze waarden wordt de EI, het totale energiegebruik en de CO₂-uitstoot bepaald. Vervolgens wordt beoordeeld hoe groot de invloed is op de uitkomst.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de SenterNovem referentiewoningen bestaande bouw. In totaal zijn er negen verschillende woningen, bestaande uit vijf woningtypen en vier verschillende bouwperiodes voor een rijwoning, voor de analyse gebruikt.

Sommige invoerparameters zijn sterk afhankelijk van andere parameters, zoals het gebruiksoppervlak, geveloppervlak en glasoppervlak. Als het gebruiksoppervlak groter wordt, zal het geveloppervlak ook groter worden, maar onbekend is hoeveel groter. Voor deze afhankelijke invoerparameters is het niet nuttig om een single invoerparameter analyse te maken. Deze parameters worden daarom in dit artikel buiten beschouwing gelaten.

Resultaten

Voor elke invoerparameter is de uitkomst voor de minimum en maximum waarde bepaald. Het verschil tussen deze uitkomsten is vervolgens gedeeld door de uitkomst van de referentiewoning. Dit is gedaan om de uitkomsten van verschillende woningtypen met elkaar te kunnen vergelijken. Onderstaande vergelijking laat zien hoe de gevoeligheidsscore van een invoerparameter wordt bepaald. Voor de uitkomsten totale energiegebruik en de CO₂-uitstoot geldt een vergelijkbare formule.

$$\text{gevoeligheidsscore}_{EI} = \frac{EI_{\min} - EI_{\max}}{EI_{ref}}$$

Waarbij:	
gevoeligheidsscore EI	= waarde voor de invloed van de invoerparameter op de uitkomst
Elmin	= energie-index uitgaande van de minimum invoerparameter
Elmax	= energie-index uitgaande van de maximum invoerparameter
Elref	= energie-index uitgaande van de SenterNovem referentiewoning



Hoe hoger de gevoeligheidsscore, des te groter is de invloed op de uitkomst. De gevoeligheidsscore verschilt per woningtype. Dit komt bijvoorbeeld doordat een vrijstaande woning veel meer gebouwschil heeft dan een appartement met boven- en onderburen. Indien de thermische isolatie van de voorgevel wordt veranderd, dan heeft dat een veel grotere invloed op het appartement dan op de vrijstaande woning. Omdat de gevoeligheidsscore verschilt per woningtype is de gemiddelde waarde bepaald van de negen doorgekende woningen.

Tabel 1 laat zien welke invoerparameters de grootste invloed hebben op de uitkomst. Hieruit kan afgelezen worden welke renovatiemaatregelen het beste toegepast kunnen worden om een zo groot mogelijk effect op de EI, het totale energiegebruik of de CO₂-uitstoot te realiseren.

De resultaten laten zien dat het isoleren van dak en gevel nog de grootste invloed hebben op de uitkomsten. Voor de gemiddelde binnentemperatuur, nummer twee in de tabel, is een minimum van

10 °C en een maximum van 20 °C gekozen. Indien voor het minimum een aannemelijkere waarde wordt gekozen, zoals 16 °C, komt de gevoeligheidsscore dichterbij de buurt van de parameters 'aantal bewoners' en 'ventilatie correctiefactor' te liggen.

Opvallend is dat de parameters welke te maken hebben met de bewoners, zoals het ventilatie- en stookgedrag en het aantal bewoners, in de top tien staan. Dit betekent dat verandering in gebruikersgedrag nog een aardige energiewinst kan opleveren.

Voorbeeld

Ter illustratie van de mogelijke energie- en kostenreductie bij renovatie worden er drie verschillende renovatiepakketten toegepast op vijf verschillende woningtypen. Tabel 2 laat zien welke woningtypen gebruikt zijn. De berekeningen zijn gemaakt met behulp van de EPA-rekenmethode; formulestructuur EI woningbouw, november 2006.

Voor de huidige situatie wordt uitgegaan van een matig geïsoleerd dak (Rc = 1,97 m²K/W), een ongeïsoleerde vloer (Rc = 0,15 m²K/W)

Tabel 1: Invoerparameters met de grootste invloed op de uitkomst

	Invoerparameter	Energie index [-]	Totale energiegebruik [-]	CO ₂ -uitstoot [-]
1	Dakisolatie	0,981	0,980	0,953
2	Gemiddelde binnentemperatuur	0,885	0,885	0,862
3	Gevelisolatie	0,578	0,578	0,560
4	Interne warmteproductie	0,445	0,473	0,459
5	Type verwarmingssysteem	0,448	0,448	0,547
6	Ventilatie correctiefactor	0,314	0,315	0,306
7	Begrenzing begane grondvloer	0,269	0,405	0,303
8	Aantal bewoners	0,227	0,239	0,233
9	Glasisolatie	0,167	0,167	0,162
10	Glasoppervlak	0,145	0,146	0,141
11	Ventilatie systeem	0,131	0,131	0,136
12	Type warm tapwater toestel	0,128	0,130	0,138



Tabel 2: Woningtypen

	Bouwjaar	A _{gebruik} [m ²]	A _{verlles} [m ²]	Aantal	
				Woningen	[% van totale woningvoorraad]
Rijwoning (tussen)	1946 - 1965	95,8	136,7	669.000	10
2-onder-1	< 1966	109,6	234,3	393.000	6
Vrijstaand	< 1966	210,6	453,9	206.000	3
Maisonnette*	< 1966	89,1	108,9	203.000	3
Portiekflat**	< 1966	59,4	35,6	458.000	7

*een tussenwoning met een dak

**een appartement met boven- en onderburen

een weinig geïsoleerde gevels (Rc = 0,36 m²K/W) en ramen waarbij het enkel glas deels is vervangen door dubbel glas. Voor verwarmen en het bereiden van warm tapwater wordt uitgegaan van een HR-100 ketel bij de vrijstaande woning, een lokale gasverwarming, een keukengeiser bij de portiekflat en een VR-ketel bij alle andere woningtypen. Ventilatie vindt plaats via een natuurlijk ventilatiesysteem.

Voor alle renovatiepakketten geldt een verbeterde thermische isolatie: Rc; vloer = 2,65 m²K/W, Rc; gevel = 1,36 m²K/W, Rc; dak = 1,97 m²K/W en Uraam = 2,00 W/m²K. Ook de kierdichting wordt verbeterd. Onderstaand worden de renovatiepakketten in meer detail beschreven.

Pakket 1

Een HR-107 ketel voor ruimteverwarming en een warmtepompboiler voor het bereiden van warm tapwater. Het natuurlijke ventilatiesysteem wordt vervangen door een vraaggestuurd systeem met een gelijkstroomventilator. De hoge temperatuurverwarming wordt gehandhaafd.

Pakket 2

Een HR-107 ketel voor zowel ruimteverwarming als bereiden van warm tapwater aangevuld met een zonneboiler van 2,7 m² gericht op het zuiden onder een hoek van 30 graden. Het natuurlijke ventilatiesysteem wordt vervangen door een vraaggestuurd systeem met een gelijkstroomventilator. De hoge temperatuurverwarming wordt gehandhaafd.

Pakket 3

Een HR-107 ketel voor zowel ruimteverwarming als bereiden van warm tapwater. Het natuurlijke ventilatiesysteem wordt vervangen door een gebalanceerd ventilatiesysteem met warmterugwinning (95%) en gelijkstroomventilatoren.

Resultaten

In tabel 3 zijn per woningtype de resultaten te vinden van de renovatiepakketten. Pakket 2 en 3 scoren nagenoeg gelijk op basis van de energielabels. Indien de CO₂-uitstoot maatgevend is, scoort pakket 2 het beste. Terwijl op basis van de energiebesparing, uitgedrukt in euro's per jaar, pakket 1 het beste scoort.

Het effect van de renovatiepakketten verschilt per woning. Des te groter de woning, des te groter is de besparingspotentie.

Rona Vreenegoor (1980) heeft Bouwkunde gestudeerd aan de Technische Universiteit van Eindhoven (TU/e) met als afstudeerrichting Fysische Aspecten van de Gebouwde Omgeving. In juni 2007 is ze gestart met een promotieonderzoek aan de TU/e. Het doel van haar onderzoek is een instrument voor woningbouwcorporaties te ontwikkelen om ze te ondersteunen bij het maken van een renovatieplan voor een wijk, met optimale energiebesparing en acceptatie door de bewoners. Daarnaast is Vreenegoor werkzaam als bouwfysisch adviseur bij De Twee Snoeken Bouwplantoets in Den Bosch.

Tabel 3: Energie-, CO₂- en kostenresultaten van renovatiemaatregelen voor verschillende woningtypen

	Basis		Pakket 1				Pakket 2				Pakket 3			
	E-label	EI [-]	E-label	EI [-]	CO ₂ [%]	E-besparing* [euro/jr]	E-label	EI [-]	CO ₂ [%]	E-besparing* [euro/jr]	E-label	EI [-]	CO ₂ [%]	E-besparing* [euro/jr]
Rijwoning	F	2,05	B	1,17	38	908,66	A	0,94	52	804,09	A	0,99	50	766,33
2-onder-1	F	2,49	B	1,22	47	1515,47	A	1,05	56	1391,08	B	1,08	55	1352,28
Vrijstaand	F	2,23	B	1,18	44	2082,63	B	1,05	51	1997,63	B	1,05	51	1985,40
Maisonnette	D	1,96	B	1,17	34	779,27	A	0,91	52	686,95	A	0,96	49	649,18
Portiekflat	E	2,20	C	1,31	34	614,19	A	0,85	59	572,53	A	0,95	55	530,62

*Voor de energieprijzen is gerekend met 22 eurocent per kWh en 67 eurocent per m³ gas (prijzspeel 2008), exclusief BTW en exclusief vastrecht.