

Een dakkapel? Wat dacht je van een zonneboiler!

Remi ten Have

Bij elk nieuwbouwproject kunnen kopers kiezen uit prachtige opties, maar niet voor een zonneboiler of warmtepomp. VOF Stompetoren heeft daarom zes energiezuinige kopersopties ontwikkeld. Voor al deze kopersopties is vastgesteld wat de EPC-reductie, de energiebesparing, de CO₂-reductie en de terugverdientijd is. Dat is een unieke keuze, want wat is de terugverdientijd van een dakkapel?

In Stompetoren wordt het project 'Stompetoren Noord' door de Bouwcompagnie en Mulder Obdam (VOF Stompetoren Noord) ontwikkeld. Het project betreft 68 woningen in verschillende segmenten, variërend van starterswoningen tot vrijstaande herenhuizen.

De woningen voldoen bij verkoop uiteraard allemaal aan de EPC-eis van maximaal 0,80. Om de EPC-eis te realiseren worden standaard Rc-waarden van 3,5 – 4,0 m²K/W, hr⁺⁺-glas (Uglas = 1,1 W/m²K) en een geïsoleerde deur toegepast. Installatietechnisch zijn de woningen standaard uitgerust met een hr-combiketel van Intergas, type Kombi compact HRE 28/24, een Buva Vital Air II-ventilatiesysteem en indien nodig een Heitech/Technea-douchepijp-wtw-V2 voor douchewaterwarmteterugwinning.

VOF Stompetoren wilde kopers de gelegenheid geven hun woningen energiezuiniger te maken om de CO₂-uitstoot en de energierekening van de woning te verlagen. De energiezuinige kopersopties moesten op redelijk eenvoudige wijze worden ingepast in het bestaande ontwerp. In overleg met adviesbureau Earth zijn daarvoor de volgende zes energiezuinige kopersopties geselecteerd:

1. optimalisering van de thermische schil;
2. hybride ketel;
3. lucht-waterwarmtepomp voor verwarming, warm tapwater en koeling;
4. zonneboiler voor warmtapwaterbereiding;
5. pv-panelen voor opwekking van elektriciteit;
6. vraaggestuurde ventilatie met CO₂-sturing.



1. Vogelvluchtperspectief Stompetoren Noord. (bron: Mulder Obdam)

Per woningtype zijn voor elke kopersoptie de EPC-reductie, energiebesparing, CO₂-reductie, investering en terugverdientijd bepaald. In tabel 1 zijn de resultaten samengevat. In die tabel is gekozen de bandbreedte waarbinnen alle woningtypen vallen aan te geven. De resultaten uit tabel 1 worden verder toegelicht.

OPTIE 1 - OPTIMALE THERMISCHE SCHIL

Vanuit het standpunt van de Trias Energetica moet allereerst de energievraag worden gereduceerd. Goede thermisch isolatie vormt immers de basis voor een laag energiegebruik voor verwarming. Kopers hebben daarom de mogelijkheid

kopersoptie	EPC-reductie	besparing gas [m ³]	besparing elektriciteit [kWh]	extra elektriciteit [kWh]	besparing CO ₂ [kg/jaar]	besparing [€]	investering [€]	terugverdientijd o.b.v. woonlasten [jaar]
1. optimale thermische schil	0,04 - 0,05	85 - 170			150 - 300	45 - 90	3900 - 8800	23 - 29
2. hybride ketel	0,05 - 0,07	400 - 660		1.160 - 1.800	55 - 195	-65 - 95	7400 - 8500	-
3. lucht-waterwarmtepomp	0,04 - 0,07	840 - 1.580		2.950 - 5.250	-130 - 400	-195 - 350	19.000 - 22.000	-
4. zonneboiler	0,06 - 0,09	120 - 175			210 - 310	65 - 95	3.000 - 3.400	3 - 4
5. fotovoltaïsche cellen (pv)	0,06 - 0,11		690 - 745		390 - 420	175 - 185	7.800	5 - 7
6. vraaggestuurde ventilatie met CO ₂ -sturing	0,07 - 0,08	85 - 180			155 - 325	45 - 100	4.400 - 6.150	11 - 19

Tabel 1. Energetische en financiële kenmerken kopersopties.

te kiezen voor een hogere isolatiewaarde in de gevel en het dak. De isolatiewaarde van de gevel stijgt van 3,5 naar 6,5 m²K/W. De dakisolatie stijgt van 4,0 naar 5,0 m²K/W. Dit is mogelijk zonder het bouwsysteem aan te passen door te kiezen voor een hoogwaardig isolatiemateriaal. De standaardisolatie is minerale wol, kiest een koper voor een optimale, thermische schil dan wordt dit PIR of resolschuim. Hierdoor blijft de constructiedikte gelijk. Voordeel van deze kopersoptie is dat deze geheel onderhoudsvrij is. Gedurende de gehele levensduur van de woning hebben de bewoners voordeel van een lagere energievraag.

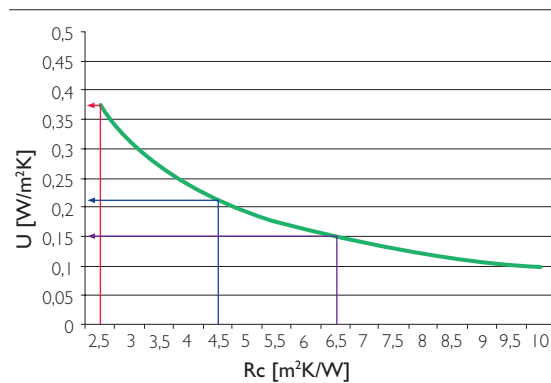
De EPC-reductie van deze kopersoptie is circa 0,04 – 0,05. De daling is beperkt, omdat de woning in de basis al goed is geïsoleerd. Dit effect kan worden verklaard aan de hand van afbeelding 2. De warmteweerstand (Rc) is omgekeerd evenredig met de warmtedoorgang (U-waarde), de maat voor energieverlies. Bij een Rc-waarde van 2,5 m²K/W is de warmtedoorgangscoefficiënt 0,37 W/m²K. Wanneer de Rc-waarde stijgt naar 4,5 m²K/W is de warmtedoorgangscoefficiënt 0,21 W/m²K, een daling van 44 procent. Als de Rc-waarde 6,5 m²K/W wordt, wordt de warmtedoorgangscoefficiënt 0,15 W/m²K, een daling van 28 procent ten opzichte van een Rc-waarde van 4,5 m²K/W. Bij een toenemende Rc-waarde daalt de U-waarde dus steeds minder.

Ondanks het in afbeelding 2 omschreven effect zijn de Rc-waarde van 6,5 m²K/W voor de gevel en de Rc-waarde 5,0 m²K/W voor het dak zinvol. De energiebesparing bedraagt, afhankelijk van het woningtype, 85 – 170 m³ per jaar aan aardgas, wat overeenkomt met een besparing van 45 – 90 euro per jaar. De terugverdientijd op basis van de woonlasten varieert tussen de 23 en 29 jaar; terwijl de maatregel effectief is gedurende de gehele levensduur van de woning.

OPTIE 2 - HYBRIDE KETEL

In plaats van een hr-ketel kan de koper kiezen voor een hybride ketel, de Daalderop CombinAir, een combinatie van een hr-ketel en een warmtepomp. De warmtepomp gebruikt warmte uit de lucht om cv-water op te warmen met een elektrische pomp. De warmtepomp verwarmt het cv-water tot 30 °C, waarmee de vloerverwarming op de begane grond wordt verwarmd. De warmtepomp voorziet in de basisverwarming van het cv-water en wordt ondersteund door de hr-ketel. De slaapkamers met radiatoren worden van warmte voorzien door de hr-ketel.

Om warmte uit de lucht te onttrekken, is het toestel voorzien van luchtkanalen. De bron van de warmtepomp is zowel buitenlucht als retourventilatielucht uit de woning.



2. Relatie tussen de Rc- en U-waarde. (bron: Earth).



3. Daalderop CombinAir.

Doordat buitenlucht gratis is en onuitputtelijk, is het warmtepompsysteem energiezuinig en duurzaam.

De EPC-reductie van deze kopersoptie is circa 0,05 - 0,07. De gasbesparing is aanzienlijk, maar omdat de warmtepomp elektriciteit gebruikt, neemt de elektriciteitsvraag toe. Omdat elektriciteit duurder is dan gas (vergeleken qua energie-inhoud), stijgt de jaarlijkse energierekening met 65 - 95 euro. Hoewel deze kopersoptie dus energiezuiniger is en minder CO₂ uitstoot, wordt dit niet beloond in de energierekening. De investering van deze kopersoptie bestaat niet alleen uit de aanschafkosten van het toestel, maar bevat ook de vloerverwarming op de begane grond, de prefab schoorsteen voor de luchtkanalen en de bouwkundige ruimte die op de zolder moet worden gemaakt om het toestel te plaatsen (in verband met de geluidsproductie van het toestel).

OPTIE 3 - LUCHT-WATERWARMTEPOMP

Als alternatief voor de hr-ketel kan een koper kiezen voor een lucht-waterwarmtepomp van Daikin, type Altherma. Om warmte uit de buitenlucht te onttrekken, wordt een buitendeel aan de gevel gemonteerd. Met een elektrische compres-

	basisoptie (1e keus)					
	optie 1 – optimale thermische schil	optie 2 – hybride ketel	optie 3 – lucht-waterwarmtepomp	optie 4 – zonneboiler	optie 5 – pv-cellen	optie 6 – vraaggestuurde ventilatie
combineerbare opties (2e keus):						
optie 1 - optimale thermische schil	n.v.t.					
optie 2 - hybride ketel		n.v.t.				
optie 3 - lucht-waterwarmtepomp			n.v.t.			
optie 4 - zonneboiler				n.v.t.	let op m ²	
optie 5 - pv-cellen				let op m ²	n.v.t.	
optie 6 - vraaggestuurde ventilatie						n.v.t.

Tabel 2. Combinaties van kopersopties.

sor in de binnenunit wordt de temperatuur van het cv-water verhoogd naar circa 35 °C. Doordat de buitenlucht gratis is en onuitputtelijk, is dit systeem energiezuinig en duurzaam.

Voordeel van dit systeem is dat de woning niet alleen kan worden verwarmd, maar ook gekoeld. De afgifte geschiedt via vloerverwarming en vloerkoeling in de gehele woning.

Uit tabel 1 blijkt dat deze kopersoptie wel een EPC-reductie geeft, maar niet resulteert in een CO₂-reductie. De energierekening stijgt aanzienlijk. Dit wordt deels veroorzaakt door het elektriciteitsstarief. Een tweede oorzaak is het tapwaterrendement. Het warme tapwater wordt verwarmd met de lucht-waterwarmtepomp en opgeslagen in een boilervat van 300 liter. Het rendement van deze opwekking bedraagt 52,5 procent. Dit is de forfaitaire waarde uit NEN 5128 (de EPC-norm). Hoewel het werkelijke rendement hoogstwaarschijnlijk hoger ligt, is dit nog niet aangetoond met een in Nederland geldige verklaring (hier wordt wel aan gewerkt). Derhalve is een veilig rendement uit NEN 5128 aangehouden, dat aanzienlijk lager ligt dan het rendement van de aanwezige hr-combiketel. De energiebesparing die wordt gerealiseerd op verwarming gaat daardoor deels verloren op de warmtapwateropwekking.

Bij het bepalen van het effect op de investering en de jaarlijkse energierekening is er rekening mee gehouden dat de woning alleen een elektriciteitsaansluiting krijgt. De jaarlijkse vastrechtkosten voor een gasaansluiting vervallen daardoor.

OPTIE 4 - ZONNEBOILER

Een vierde optie is een zonneboiler: Die haalt warmte uit zonlicht en verwarmt daarmee het kraanwater. Indien de zon het water onvoldoende opwarmt, wordt het water naverwarmd door de hr-combiketel. De toegepaste zonneboiler van Dutch Solar Systems heeft een collector met een oppervlakte van 2,4 m² op het dak en een voorraadvat van 120 liter bij de hr-ketel. Hoewel de zonneboiler de laatste

jaren niet zo veel is toegepast, is hij een aantrekkelijke optie. De EPC-reductie bedraagt 0,06 – 0,09. De jaarlijkse energiebesparing en CO₂-reductie zijn significant. De terugverdientijd op basis van woonlasten varieert tussen drie en vier jaar.

OPTIE 5 - PV-CELLEN

Pv-cellen zijn zonnepanelen waarmee elektriciteit kan worden opgewekt. Een pv-systeem bestaat uit zonnepanelen, een omvormer en elektriciteitskabels. In de zonnecellen heeft een omzetting van licht naar elektrische spanning plaats. Bij deze kopersoptie worden zes panelen van elk 1,3 m² geïnstalleerd. Het maximale vermogen van de panelen is 135 Wp/m².

Pv-cellen leveren een aantrekkelijke EPC-reductie van 0,06 – 0,11 op. De panelen wekken gezamenlijk ongeveer 700 kWh elektriciteit op, wat de energierekening met circa 180 euro per jaar verlaagt. De terugverdientijd op basis van woonlasten is vijf tot zeven jaar.

OPTIE 6 - VRAAGGESTEURDE VENTILATIE

Standaard wordt de woning uitgevoerd met een ventilatiesysteem dat lucht toevoert via roosters in de gevels en mechanisch lucht afzuigt in de keuken, badkamer en het toilet. Dit systeem ventileert alle vertrekken gelijktijdig, ook als er niemand in deze ruimten aanwezig is. Met een vraaggestuurd ventilatiesysteem worden alleen die ruimten geventileerd, waar personen aanwezig zijn.

Vanwege de inbouw in een bestaand ontwerp is gekozen voor het draadloze systeem van Heycop, type ClimaSmart 26. Dit systeem regelt de hoeveelheid ventilatie door meting van het CO₂-percentage in de lucht. Als een ingesteld CO₂-percentage wordt overschreden, wordt het ventilatierooster in het desbetreffende vertrek geopend en de afzuigventilator hoger gezet. Zodra het CO₂-percentage voldoende laag is, wordt het rooster weer dichtgezet en de afzuigventilator lager gezet. Op deze wijze wordt in elk vertrek naar behoefte geventileerd. De EPC-reductie, CO₂-reductie en gasbesparing van dit systeem zijn ongeveer gelijkwaardig aan dat van de zonneboiler. Het vraaggestuurde systeem is echter duurder dan de zonneboiler, waardoor de terugverdientijd op basis van woonlasten uitkomt op elf tot negentien jaar.

COMBINATIES

Toekomstige bewoners kunnen meer energiezuinige kopersopties kiezen. In tabel 2 is aangegeven welke opties te combineren zijn. Rood betekent niet te combineren. Dit geldt voor optie 2 (hybride hr-ketel) en optie 3 (lucht-waterwarmtepomp). Met groen is in tabel 2 aangegeven welke

jaar	jaarlijkse gasbesparing	cumulatieve gasbesparing	jaarlijkse rentelasten kopersoptie	cumulatieve rentelasten kopersoptie
1	€ 85,00	€ 85,00	€ 90,19	€ 90,19
2	€ 91,72	€ 176,72	€ 90,19	€ 180,38
3	€ 98,96	€ 275,68	€ 90,19	€ 270,57
4	€ 106,78	€ 382,45	€ 90,19	€ 360,76
5	€ 115,21	€ 497,67	€ 90,19	€ 450,95

Tabel 3. Terugverdientijd optie 4 - zonneboiler.

combinaties worden aanbevolen. Deze aanbevelingen zijn als volgt te verklaren. Met de energiezuinige kopersopties kunnen drie energiegebruiken worden gereduceerd:

1. het energiegebruik voor verwarming;
2. het energiegebruik voor warm tapwater;
3. het elektriciteitsverbruik.

Om optimaal van elke kopersoptie te profiteren, is het gunstig kopersopties te kiezen die verschillende energiegebruiken reduceren. Als de koper kiest voor meer opties die hetzelfde energiegebruik reduceren, kunnen de besparingen niet bij elkaar worden opgeteld.

TERUGVERDIENTIJD OP BASIS VAN WOONLASTEN

De terugverdientijd in het onderzoek is bepaald aan de hand van de woonlasten. Uitgangspunt is dat de energiezuinige kopersopties worden meegefinancierd met de hypotheek. Uitgaande van een bruto hypotheekrente van 5,0 procent is de netto hypotheekrente 2,9 procent (belastingstijf 3,42 procent).

De terugverdientijd is vervolgens berekend door vast te stellen wanneer de cumulatieve baten van een lagere energierekening hoger zijn dan de kosten van de extra hypotheekrente. In tabel 3 is een voorbeeld gegeven van een bepaling van de terugverdientijd van een zonneboiler.

Uit tabel 3 blijkt dat de terugverdientijd drie jaar is, omdat de cumulatieve gasbesparing van de eerste drie jaar in het derde jaar hoger is dan de cumulatieve rentelasten van de kopersoptie.

Hoewel deze benadering van het begrip terugverdientijd niet traditioneel is, is het wel een reële benadering. Voor bewoners zijn lagere woonlasten belangrijker dan de vraag wanneer er zoveel energie is bespaard dat dit gelijk is aan de totale investering. De investering is immers helemaal niet door de koper gedaan, maar gefinancierd met een hypotheek. Aflossing van de hypotheek zal geen problemen opleveren, omdat de energiezuinige kopersoptie bij verkoop nog steeds (een deel van) zijn waarde heeft en doordat onroerend goed (dus ook de kopersoptie) op lange termijn altijd in waarde stijgt.

PRIJSONTWIKKELING ELEKTRICITEIT EN GAS

De jaarlijkse energieprijsstijging is een belangrijke factor bij de bepaling van de terugverdientijd. Zoals bekend is, stijgen

jaar	gas per m ³ [€]	stijging [%]	elektriciteit per kWh [€]	stijging [%]
2000	0,302		0,138	
2001	0,347	14,90	0,156	13,04
2002	0,371	6,92	0,158	1,28
2003	0,416	12,13	0,162	2,53
2004	0,428	2,88	0,168	3,70
2005	0,503	17,52	0,184	9,52
2006	0,555	10,34	0,196	6,52
2007	0,581	4,68	0,213	8,67
2008	0,598	2,93	0,215	0,94
2009	0,591	-1,17	0,267	24,19
gemiddelde jaarlijkse stijging		7,90		7,82

Tabel 4. Energietarieven 2000 – 2009.

de kosten van energie snel. Om de terugverdientijden te bepalen is de ontwikkeling van de elektriciteits- en gasprijzen in de periode 2000 – 2009 geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in tabel 4.

Uit tabel 4 blijkt dat gas jaarlijks gemiddeld 7,9 procent is gestegen en elektriciteit 7,8 procent. In werkelijkheid verloopt de stijging behoorlijk grillig en fluctueert de stijging jaarlijks sterk. Ook gaan de gas- en elektriciteitstarieven niet altijd gelijk op. Een extreem voorbeeld hiervan is 2009. De gemiddelde gasprijs is licht gedaald en de elektriciteitsprijs is sterk gestegen. Door deze ontwikkeling presteren de kopersopties 2 en 3 met warmtepompen negatief. Vóór 1 januari 2009 resulteerden lucht-waterwarmtepompen wel in een lagere energierekening.

CONCLUSIE

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan worden geconcludeerd dat er diverse aantrekkelijke energiezuinige kopersopties zijn waarmee energie wordt bespaard, de CO₂-uitstoot wordt gereduceerd en de kopers na enkele jaren lagere woonlasten hebben.

Op basis van lagere woonlasten zijn vooral de volgende kopersopties aantrekkelijk:

- optie 4 – zonneboiler voor warmtapwaterbereiding;
- optie 5 – pv-panelen voor de opwekking van elektriciteit.

Kopersoptie 1, het 'verbetering van de thermische schil', wordt ook aanbevolen. Hoewel de terugverdientijd lang is, is deze kopersoptie geheel onderhoudsvrij en de levensduur gelijk aan die van de woning. Gedurende de gehele levensduur van de woning zal de extra isolatie haar werk doen.

De hybride ketel en de lucht-waterwarmtepomp zijn sinds 1 januari 2009 financieel niet aantrekkelijk vanwege gewijzigde energietarieven. Op 1 januari 2010 zijn de energietarieven in het voordeel van warmtepompen gewijzigd. Deze wijziging is onvoldoende om de conclusie te veranderen. Nieuwe prijswijzigingen en doorontwikkeling van deze toestellen kunnen deze conclusie op termijn weer achterhalen.

Auteur

ing. Remi ten Have, energieadviseur adviesbureau Earth, ontwikkelaar EPC-programma Uniec