

**Rapport E.2009.0697.00.R002**  
Aanscherpingsstudie EPC-woningbouw 2011

Deelrapport theoretische toets

Status: DEFINITIEF

Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software

lid  
  
info@dgmr.nl  
www.dgmr.nl

Van Pallandtstraat 9-11, Postbus 153  
NL-6800 AD Arnhem  
T +31 (0)26 351 21 41  
F +31 (0)26 443 58 36

Eisenhowerlaan 112, Postbus 82223  
NL-2508 EE Den Haag  
T +31 (0)70 350 39 99  
F +31 (0)70 358 47 52

Morra 2, Postbus 671  
NL-9200 AR Drachten  
T +31 (0)512 52 23 24  
F +31 (0)512 52 25 19

Geerweg 11, Postbus 640  
NL-6130 AP Sittard  
T +31 (0)46 411 39 30  
F +31 (0)46 411 39 31



## Colofon

<b>Rapportnummer:</b>	E.2009.0697.00.R002	
<b>Plaats en datum:</b>	Arnhem, 17 november 2009	
<b>Versie:</b>	002	Status: DEFINITIEF
<b>Opdrachtgever:</b>	SenterNovem Postbus 17 6130 AA SITTARD	
<b>Opdrachtnummer:</b>	KP 37090004	
<b>Contactpersoon:</b>	Telefoon: E-mail:	
<b>Uitgevoerd door:</b>	Informatie: E-mail: Telefoon: Fax:	
<b>Auteur(s):</b>		
<b>Eindverantwoordelijke:</b>		
<b>Secretariaat:</b>	LVE	

©DGMR Bouw B.V. Alle rechten voorbehouden. Wilt u (delen van) dit rapport kopiëren of vermenigvuldigen, vraagt u dan schriftelijk toestemming daarvoor bij DGMR Bouw B.V.

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>Pagina</b>
1. INLEIDING .....	4
2. AANPAK EN UITGANGSPUNTEN .....	5
2.1 Aanpak .....	5
2.2 Uitgangspunten energiebesparende maatregelen en kostenberekeningen .....	8
3. RESULTATEN .....	12
3.1 SenterNovem referentiewoningen.....	12
3.2 Maatregelpakketten EPC rond 0.6.....	16
3.3 Woonlasten .....	18
3.4 Binnenmilieu .....	19
4. VARIANTBEREKENINGEN MAATREGELPAKKETTEN.....	20
4.1 Gelijkwaardigheidsverklaring voor ventilatie.....	20
4.2 Geen zonwering .....	21
4.3 Oriëntatie op zuid.....	21
4.4 Buitenlucht als bron voor warmtepompen .....	21
4.5 Gevel- en dakisolatie op niveau van passiefhuis .....	21
5. LANDELIJKE EFFECTEN.....	23
5.1 Bouwprognose .....	23
5.2 Verdeling woningtypen.....	23
5.3 CO <sub>2</sub> -effect .....	24
6. VAKANTIEWONING.....	25
6.1 Aanpak .....	25
6.2 Referentie vakantiewoning .....	25
6.3 Maatregelpakketten .....	26
6.4 Resultaten vakantiewoning .....	27
7. CONCLUSIES THEORETISCHE TOETS .....	29

Bijlage 1: Resultaten doorgerekende maatregelpakketten

Bijlage 2: Kosteneffecten maatregelpakketten EPC 0.6

Bijlage 3: Gegevens referentie vakantiewoning

## 1. Inleiding

In het kader van het programma "Kompas" voert SenterNovem in opdracht van VROM/WWI activiteiten uit op het gebied van energiebesparing in de gebouwde omgeving. Onderdeel hiervan is het onderzoeken van de effecten van de verlaging van de energieprestatie voor nieuwbouwwoningen in 2011 naar 0.6. Na 2011 volgt naar verwachting nog een aanscherping in 2015 (naar EPC 0.4) met als doel om in 2020 energieneutrale woningen te ontwikkelen.

Om de effecten van de aanscherping te kunnen onderzoeken heeft VROM/WWI in samenspraak met SenterNovem begin dit jaar door DHV een methodiek voor de effectenstudie laten opstellen. Hierin is de aanpak vastgelegd voor de onderhavige aanscherpingsstudie EPC woningbouw die door DGMR Bouw B.V. in samenwerking met Techniplan Adviseurs is uitgevoerd.

In de aanscherpingsstudie wordt onderscheid gemaakt in een praktijktoets en een theoretische toets. De praktijktoets is uitgevoerd in juli 2009 en gerapporteerd in DGMR-rapport E.2009.0697.00.R001 (definitieve versie 001 van 2 november 2009). Het doel van de praktijktoets was om bij gerealiseerde projecten met een EPC van circa 0.6 inzicht te verwerven in de effecten op het binnenmilieu, de gerealiseerde energie- en CO<sub>2</sub>-besparing, de uitvoeringspraktijk in relatie tot de EPC en de investeringskosten, gebruikte subsidies en financieringswijze. Daarnaast zijn de ervaringen die opgedaan zijn bij de praktijktoets, gebruikt bij het samenstellen van de maatregelpakketten voor de theoretische toets.

In de theoretische toets zijn de energetische, CO<sub>2</sub>- en kostenconsequenties onderzocht van verschillende maatregelpakketten die toegepast kunnen worden voor het realiseren van een EPC van 0.6. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van de SenterNovem referentiewoningen.

De in de theoretische toets gehanteerde aanpak en uitgangspunten staan vermeld in hoofdstuk 2. De opstelde maatregelpakketten en de effecten hiervan op EPC, CO<sub>2</sub> en kosten zijn weergegeven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van een aantal doorgerekende varianten opgenomen. Het landelijke effect van de aanscherping van de EPC is op basis van de doorgerekende maatregelenpakketten toegelicht in hoofdstuk 5.

Aanvullend op de werkzaamheden uit de door DHV opgestelde methodiek voor de effectenstudie heeft DGMR onderzoek gedaan naar de effecten van een mogelijke aanscherping van de EPC voor een vakantiewoning, een 'niet in een logies gebouw gelegen verwarmde logiesfunctie' conform het Bouwbesluit. De resultaten hiervan staan vermeld in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 wordt met de conclusies van de theoretische toets afgesloten.

## 2. Aanpak en uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de aanpak van de theoretische toets en de gehanteerde uitgangspunten besproken.

### 2.1 Aanpak

In de theoretische toets is gewerkt met de SenterNovem referentiewoningen van december 2006. Deze woningen zijn op een aantal punten aangepast voordat de maatregelpakketten zijn samengesteld. Er is in deze studie onderscheid gemaakt in:

- nieuwe uitgangssituatie;
- maatregelpakketten.

In de analyse is gerekend met NEN 5128:2004 inclusief wijzigingsblad A1:2008. Er is niet gerekend met (een tussenversie van) de EPG. Zowel de EPG als de in ontwikkeling zijnde ventilatienorm 8088 zijn momenteel nog onvoldoende uitgekristalliseerd. Thans is van de EPG een groene versie beschikbaar. Binnen de aanscherpingsstudie is alleen gebruikgemaakt van de voorlopige forfaitaire rendementen voor micro-WKK, omdat deze techniek in NEN 5128 niet beschreven is.

Een definitieve versie van de EPG is gepland voor de eerste helft van 2010. Invoering van de EPG is voorzien voor januari 2011.

Het rekenen met NEN 5128:2004 brengt voor de aanscherpingsstudie als risico met zich mee dat de uitkomsten in de EPG straks anders kunnen zijn. Er zal in 2010 dus nog een vertaalslag gemaakt moeten worden om de resultaten van deze studie te kunnen omzetten naar de (energieprestatie indicator uit de) EPG-norm.

#### 2.1.1 Uitgangssituatie voor samenstelling maatregelpakketten

Conform de door DHV opgestelde methodiek voor deze studie zijn de SenterNovem referentiewoningen 90°C gedraaid, de zuidgevel is de westgevel geworden. Dit leidt tot hogere EPC's. Om hiervoor te corrigeren zijn de isolatiewaarden in deze studie verhoogd naar (tenminste) 3.5 m<sup>2</sup>.K/W voor de begane grondvloer, 4.0 m<sup>2</sup>.K/W de gevels en 5.0 m<sup>2</sup>.K/W voor het dak.  $U_{raam}$  is verlaagd naar (maximaal) 1.7 W/m<sup>2</sup>.K. Bij een deel van de SenterNovem referentiewoningen waren deze maatregelen reeds toegepast voor het bereiken van een EPC van 0.8.

Voor de uitgangssituatie is onderscheid gemaakt in twee typen ventilatiesystemen:

- gebalanceerde ventilatie met HR-WTW en gelijkstroomventilatoren;
- zelfregelende ventilatieroosters (forfaitair) met mechanische afzuiging via een gelijkstroomventilator.

Bij de woningen met zelfregelende roosters is alleen gebruikgemaakt van de forfaitaire rekenwaarden uit NEN 5128.

Er zijn geen kwaliteitsverklaringen beschikbaar voor deze maatregel, wel gelijkwaardigheidsverklaringen. Het effect van deze gelijkwaardigheidsverklaringen is echter niet meegenomen bij de samenstelling van de uitgangssituatie of de maatregelpakketten voor EPC 0.6 omdat er veel discussie is over deze gelijkwaardigheidsverklaringen. Wel is bij de variantberekeningen in paragraaf 4.1 gekeken naar de invloed van gelijkwaardigheidsverklaringen op de EPC, om zo een beeld te krijgen van het effect van deze gelijkwaardigheidsverklaringen.

In de woningen is verder een HR-combiketel aanwezig. Ten opzichte van de SenterNovem referentiewoningen brochure is het opwekkingsrendement voor warm tapwater voor de meeste referentiewoningen verder verhoogd op basis van beschikbare kwaliteitsverklaringen. Ook is rekening gehouden met een kwaliteitsverklaring voor hulpenergie. Er is steeds uitgegaan van waarden die in de praktijk haalbaar zijn met meerdere producten.

#### *Opwekkingsrendement warm tapwater HR-combiketels*

Voor opwekking van warm water is een rendement gehanteerd van 70% voor appartementen en galerijwoningen, 72.5% voor hoek- en tussenwoningen, 75% voor 2-onder-1 kap en vrijstaande woningen. Dit is veelal 2.5% hoger dan de rendementen waarmee in de SenterNovem referentiewoningen reeds rekening is gehouden. Voor een aantal referentiewoningen werd nog gerekend met het forfaitaire opwekkingsrendement.

De bovengenoemde rendementen zijn gebaseerd op zeven kwaliteitsverklaringen voor verschillende CW4 ketels van vijf grote producenten. Vrijwel alle geraadpleegde kwaliteitsverklaringen hebben voor de beschouwde referentiewoningen een gelijk of hoger opwekrendement. In een enkel geval is het opwekrendement volgens de kwaliteitsverklaring lager. Het gaat dan om maximaal 2.5% lager.

#### *Hulpenergie HR-combiketels*

Ook voor het hulpenergiegebruik van de HR-combiketel is gebruikgemaakt van een kwaliteitsverklaring. Uitgegaan is van een benedengemiddeld effect. Zes van de negen geraadpleegde kwaliteitsverklaringen (van vijf leveranciers) hadden een groter effect op de verlaging van de hoeveelheid hulpenergie dan gehanteerd in de berekeningen (conservatieve benadering). Er is gerekend met de kwaliteitsverklaring van een Nefit Topline Compact ketel.

### **2.1.2 Samenstelling maatregelpakketten**

Op basis van de woningen met de in paragraaf 2.1.1 aangegeven uitgangspunten zijn vervolgens maatregelpakketten samengesteld met HR-ketels en warmtepompen. Daarbij is onderscheid gemaakt naar woningen met balansventilatie en woningen met zelfregelende roosters. Per woningtype zijn dus vier verschillende hoofdpakketten opgesteld (balansventilatie met HR-ketel, balansventilatie met WP, zelfregelende roosters met HR-ketel en zelfregelende roosters met WP).

Voor deze combinatie van opwekking en ventilatie zijn achtereenvolgens de volgende maatregelen toegevoegd:

- extra isolatie:  $R_c = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  voor de gevel en  $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  voor het dak;
- douche-warmteterugwinning (DWTW);
- zonneboiler voor tapwater ( $2.8 \text{ m}^2$  collectoroppervlak) voor woningen met balansventilatie (woningen met zelfregelende roosters hebben al een zonneboiler(combi) in de uitgangssituatie);
- drievoudige beglazing en extra geïsoleerde deur:  $U_{\text{raam}}=1.3 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  met ZTA 0.5 en  $U_{\text{deur}}=1.2 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ;
- LT met vloer en/of wandverwarming;
- fotovoltaïsche cellen (PV) met 600 Wp ( $5 \text{ m}^2$  met  $120 \text{ Wp}/\text{m}^2$ ).

In paragraaf 2.2 wordt nader ingegaan op de gehanteerde uitgangspunten bij deze maatregelen.

### 2.1.3 Berekening woonlasten

De berekeningswijze voor de woonlasten (TCO, Total Cost of Ownership) is voorgeschreven in de door DHV opgestelde methode voor de onderhavige aanscherpingsstudie.

De woonlasten bestaan uit drie delen:

- hypotheeklasten;
- energiekosten;
- onderhoudskosten.

De maatregelpakketten hebben een verhoging van hypotheek- en onderhoudskosten tot gevolg, maar daar staat een verlaging van de energiekosten tegenover. Onderstaand is per onderdeel de berekeningswijze toegelicht.

#### *Hypotheeklasten*

Om de kosten van de meerinvesteringen ten gevolge van de energiebesparende maatregelen te kunnen vergelijken met de opbrengsten ten gevolge van de besparingen op energie, zijn de meerinvesteringen omgerekend naar jaarlijkse woonlasten. Deze omrekening is gebaseerd op een hypotheeklastberekening voor een spaarhypotheek met een looptijd van 30 jaar.

In deze berekening zijn twee uitgangspunten gevarieerd, te weten:

- rentepercentage hypotheek: 4%, 6%, 8%;
- grondquote: 0%, 30%.

De meerinvestering bij oplevering is meegenomen in de hypotheeklastenbepaling en zorgt voor een verhoging van het hypotheekbedrag. Er is hierin geen rekening gehouden met subsidies, eventuele herinvesteringen of restwaarde van maatregelen die een kortere of juist langere levensduur hebben dan de looptijd van de hypotheek (30 jaar). Om de invloed van deze aanname te kunnen bepalen, is een aparte berekening gemaakt waarin wel rekening wordt gehouden met herinvesteringen na 15 jaar.

Een eventuele waardeinstijging van energiezuinige woningen is ook niet in de beschouwing meegenomen.

### *Energiekosten*

Voor de bepaling van de baten is alleen gekeken naar de energiekosten. Het vastrecht blijft ongewijzigd en is buiten beschouwing gelaten.

In het bepalen van de woonlasten is eveneens het effect van een prijsstijging in de energie doorgerekend met drie varianten, te weten:

- prijsstijging energietarieven (over 30 jaar): 0%, 2%, 5% per jaar.

### *Onderhoudskosten*

De stijging van de onderhoudskosten is bepaald met behulp van een vast percentage over de meerinvestering. Het onderhoudspercentage is 5% voor installatiemaatregelen en 0% voor overige maatregelen.

### *Bepaling investeringskosten*

De kosten per maatregel zijn bepaald aan de hand van meerdere referenties. Deze referenties zijn offertes van diverse leveranciers en de EPA-kostenkennallen, zoals deze te vinden zijn op de website van SenterNovem. Voor iedere maatregel zijn tenminste twee referenties geraadpleegd. De gehanteerde investeringsbedragen zijn opgenomen in bijlage 3.

Bij de investeringskosten is geen rekening gehouden met subsidies en toekomstige prijsontwikkelingen. Er is uitgegaan van het huidige prijspeil.

## **2.2 Uitgangspunten energiebesparende maatregelen en kostenberekeningen**

### **2.2.1 Toegepaste maatregelen**

In deze studie is gerekend met de SenterNovem referentiewoningen. Uitgangspunten die voor deze woningen zijn vastgelegd zijn ook in deze studie gehanteerd, tenzij anders aangegeven. Een aantal uitgangspunten is voor alle woningen hetzelfde. Deze uitgangspunten staan vermeld onder aanpak in paragraaf 2.1.1.

Voor de toegepaste maatregelen is gerekend met onderstaande uitgangspunten:

- warmtepompen: individuele elektrische warmtepompen met als bron de bodem;
- rendement douche warmteterugwinning 55% voor verticale en 45% voor horizontale systemen op basis van kwaliteitsverklaringen;
- zonneboiler met 2.8 m<sup>2</sup> collectoroppervlak zonder kwaliteitsverklaring;
- fotovoltaïsche cellen (PV): 600Wp;
- verhoging R<sub>c</sub>-waarden: R<sub>c</sub> = 5 m<sup>2</sup>.K/W voor de gevel en 7 m<sup>2</sup>.K/W voor het dak;
- verlaagde U-waarde: U<sub>raam</sub> 1.3 en U<sub>deur</sub> 1.2 W.m<sup>2</sup>/K;
- LT-verwarming.

Onderstaand worden per maatregel de uitgangspunten besproken.



### **Warmtepompen**

Voor de woningen met een individuele elektrische warmtepomp is gerekend met de forfaitaire opwekkingsrendementen voor verwarming en tapwater (conform tabel B2). Als bron voor de warmtepomp is uitgegaan van de bodem. Er zijn geen correcties gemaakt voor de hulpenergie. Er is gerekend met een temperatuurniveau van 35-45°C en volledig vloer- en/of wandverwarming als afgiftesysteem. Daarnaast is ervan uitgegaan dat in de woningen met warmtepompen gedurende de zomerperiode vrije koeling plaats kan vinden.

#### *Douche-warmteterugwinning (DWTW)*

Op basis van twee beschikbare kwaliteitsverklaringen voor verticale DWTW is voor het rendement van de DWTW in grondgebonden woningen uitgegaan van 55%. Voor een horizontale DWTW voor appartementen en galerijwoningen was slechts één kwaliteitsverklaring beschikbaar. Er is gerekend met een rendement van 45%.

Bij de invoer in de EPC-berekening is rekening gehouden met aansluiting van de DWTW op zowel de koude douchekraan als op de combiketel. Dit geeft de hoogste benuttingsgraad.

#### *Zonneboiler*

De ingevoerde zonnecollector van 2.8 m<sup>2</sup> is relatief groot. Reeds vanaf een collectoroppervlak van circa 2 m<sup>2</sup> zijn zonneboilersystemen beschikbaar. Er is in deze studie aangesloten bij de grootte van de zonnecollectoren die reeds in de SenterNovem referentiewoningen met zelfregelende roosters waren toegepast. Opgemerkt wordt dat het gehanteerde oppervlak weliswaar groot is, maar dat geen gebruikgemaakt is van een kwaliteitsverklaring voor de zonneboiler.

In de vrijstaande woningen is een vergrote zonnecollector van 5.6 m<sup>2</sup> toegepast die ook wordt gebruikt voor ruimteverwarming (zonnegascombi).

#### *Fotovoltaïsche cellen*

Voor fotovoltaïsche cellen (PV) is in deze studie uitgegaan van 600 Wp (5 m<sup>2</sup> van 120 Wp/m<sup>2</sup>). Bij grondgebonden woningen is het mogelijk een veelvoud hiervan te realiseren.

#### *Verhoging R<sub>c</sub>-waarden*

Als extra isolatiemaatregel is uitgegaan van een R<sub>c</sub> = 5 m<sup>2</sup>.K/W voor de dichte geveldelen en een R<sub>c</sub> = 7 m<sup>2</sup>.K/W voor hellende of platte daken.

#### *Verlaging U-waarde ramen en deuren*

Als energiebesparende maatregel is gekeken naar verlaging van de U-waarde voor ramen en deuren. Bij de maatregelpakketten is voor deuren reeds standaard uitgegaan van een U-waarde van 2.0 W/m<sup>2</sup>.K (geïsoleerde deur) en voor ramen van 1.7 W/m<sup>2</sup>.K. Deze waarde is forfaitair eenvoudig realiseerbaar bij het toepassen van houten of kunststof kozijnen met een forfaitaire U-waarde van 2.4 W/m<sup>2</sup>.K en HR<sup>++</sup>beglazing met een U-waarde van 1.1 W/m<sup>2</sup>.K.

Als energiebesparende maatregel is gekeken naar de toepassing van drievoudig glas, U-waarde 0.7 W/m<sup>2</sup>.K in een verdiept kozijnprofiel (U<sub>raam</sub> = 1.3 W/m<sup>2</sup>.K). Voor de deuren is rekening gehouden met een U-waarde van 1.2 W/m<sup>2</sup>.K.

Voor het bereiken van een  $U_{\text{raam}}$  van  $1.3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  is het overigens niet direct nodig om drievoudig glas toe te passen. Voor kunststof kozijnen bijvoorbeeld kan gebruikgemaakt worden van een verklaring waarin een U-waarde van  $1.4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  is vastgelegd (Vereniging Kunststof Gevelelementenindustrie, KeurKozijn). In combinatie met HR<sup>++</sup>beglazing met  $U_{\text{glas}} 1.1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  kan een  $U_{\text{raam}}$  van  $1.34 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  bereikt worden.

Bij de bepaling van de (meer)investeringskosten is rekening gehouden met drievoudig glas en verdiepte kozijnen.

#### *Lage temperatuurverwarming*

Er is in de woningen met een HR-ketel bij de maatregel lage temperatuurverwarming steeds uitgegaan van een laag temperatuursysteem (LT) in combinatie met een afgiftesysteem op basis van vloer- en/of wandverwarming. Bij de warmtepomp is altijd uitgegaan van toepassing van lage temperatuurverwarming met vloer- en/of wandverwarming.

### **2.2.2 Overlap met maatregelen uit SenterNovem referentiewoningen**

In de SenterNovem referentiewoningen die gehanteerd zijn als uitgangspunt waren in een aantal maatregelpakketten reeds een zonneboiler en/of lage temperatuurverwarming opgenomen. Onderstaand is toegelicht op welke wijze en in welke referentiewoningen deze maatregelen reeds waren toegepast.

#### *Zonneboiler*

In de maatregelpakketten voor de woningen met zelfregelende roosters was een zonneboiler met een collectoroppervlak van  $2.8 \text{ m}^2$  reeds opgenomen. Bij de appartementen en de galerijflat is de zonneboiler alleen aanwezig bij de woningen op de bovenste twee woonlagen. In de vrijstaande woningen is een zonnecollector van  $5.6 \text{ m}^2$  toegepast die ook wordt gebruikt voor ruimteverwarming (zonnegascombi).

Een zonneboiler kon in deze studie dus alleen nog toegevoegd worden aan de woningen met balansventilatie. Bij de appartementen en galerijwoningen is in deze studie eveneens rekening gehouden met plaatsing alleen bij de woningen op de bovenste twee woonlagen (conform de SenterNovem referentiewoningen).

#### *Lage temperatuurverwarming*

In de maatregelpakketten voor de woningen met zelfregelende roosters was in het appartement en de galerijflat, de 2-onder-1 kap woning en de vrijstaande woning reeds lage temperatuurverwarming opgenomen. In het appartement, de 2-onder-1 kap woning en de vrijstaande woning in combinatie met een afgiftesysteem op basis van vloerverwarming in combinatie met radiatoren.

### 2.2.3 Kosten

#### *Energietarieven*

Bij de berekening van de woonlasten zijn de energietarieven zoals weergegeven in tabel 1 gehanteerd. De energietarieven zijn gebaseerd op een gemiddeld tarief voor drie grote energieproducenten (Eneco, Nuon en Essent).

Tabel 1

Energietarieven, prijspeil 1 januari 2009

	<b>tarief</b>
gas	0.699 €/m <sup>3</sup>
elektriciteit	0.246 €/kWh

#### *Investeringskosten maatregelen*

Een overzicht van de investeringskosten die zijn gebruikt bij de bepaling van de woonlasten is opgenomen in bijlage 3.

### 3. Resultaten

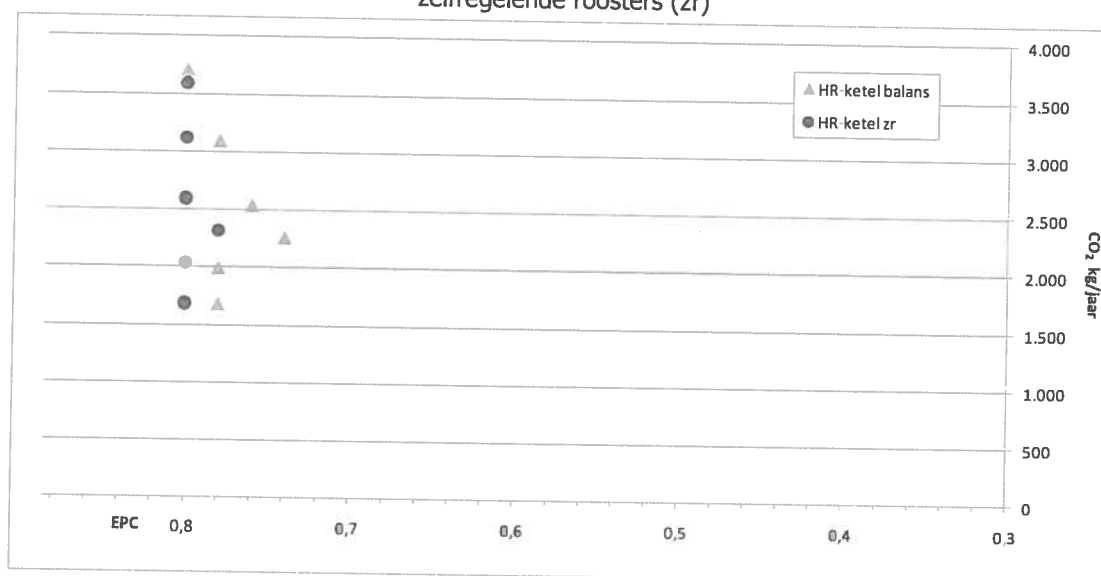
In dit hoofdstuk zijn de effecten weergegeven van de doorgerekende maatregelenpakketten op EPC, CO<sub>2</sub> en woonlasten.

#### 3.1 SenterNovem referentiewoningen

In figuur 1 is voor de SenterNovem referentiewoningen met een EPC van 0.8 de CO<sub>2</sub>-emissie uitgezet tegen de EPC. Deze resultaten vormen de referentie ten opzichte waarvan de CO<sub>2</sub>-reductie en woonlastenverandering bepaald worden. De gegevens van deze woningen staan eveneens vermeld in tabel 2, waarbij de resultaten per woningtype zijn gespecificeerd.

Figuur 1

CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van SenterNovem referentiewoningen met balansventilatie (balans) of zelfregelende roosters (zr)



Tabel 2

CO<sub>2</sub>-emissie (in kg) en EPC uitgangssituatie referentiewoningen

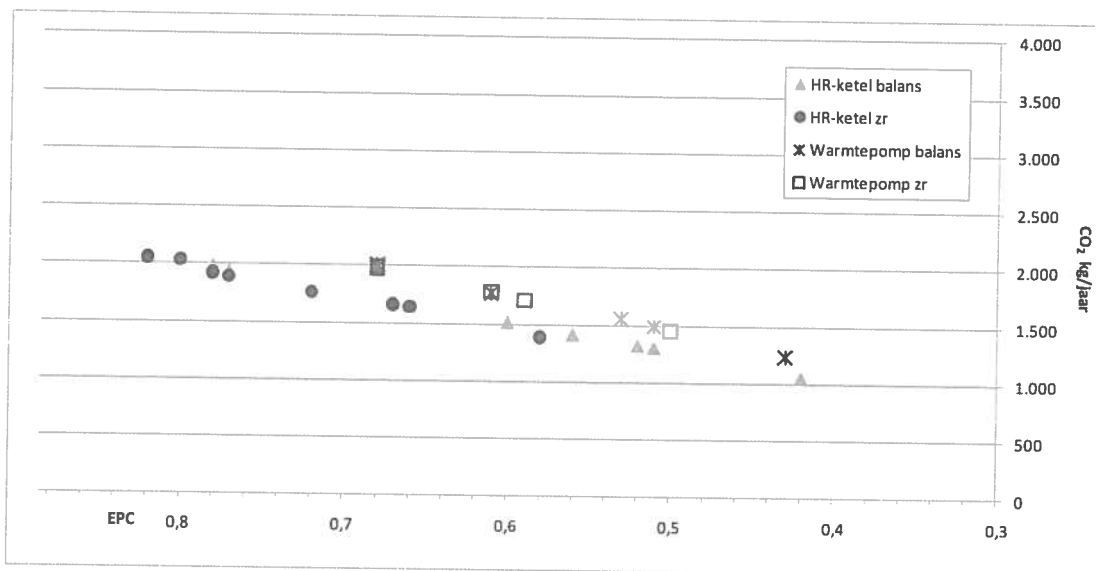
ventilatie		appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2 <sup>^</sup> 1 kap	vrijstaand
balans	EPC	0,78	0,78	0,74	0,76	0,78	0,80
	CO <sub>2</sub> -emissie	1.989	1.676	2.257	2.536	3.100	3.716
zelfregelend	EPC	0,80	0,80	0,78	0,80	0,80	0,80
	CO <sub>2</sub> -emissie	2.031	1.683	2.316	2.596	3.121	3.594

In figuur 2a tot en met 2f is per woningtype de CO<sub>2</sub>-emissie uitgezet tegen de EPC voor alle doorgerekende maatregelpakketten.

Onderscheid is gemaakt naar maatregelpakketten met HR-ketels en individuele elektrische warmtepompen en naar balansventilatie (balans) en zelfregelende roosters (zr). In de figuren is te zien dat de CO<sub>2</sub>-emissie van de maatregelpakketten met elektrische warmtepompen bij vergelijkbare EPC's hoger is ten opzichte van de maatregelpakketten met HR-ketels. Dit wordt veroorzaakt doordat de CO<sub>2</sub>-emissie van elektriciteit hoger is dan van gas per eenheid primaire energie.

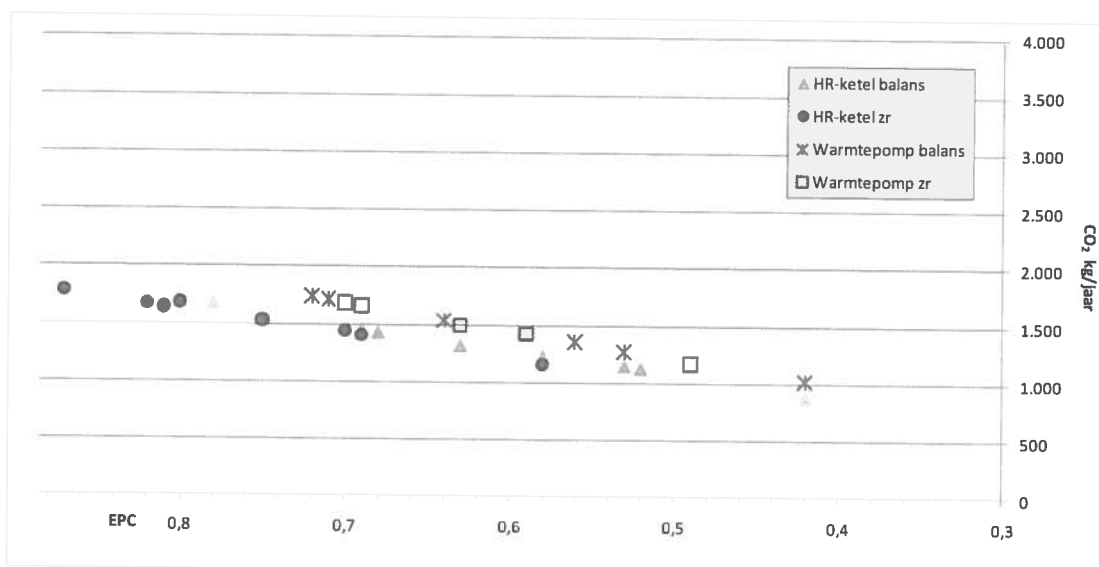
Figuur 2a

CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van doorgerekende maatregelpakketten in referentie appartement



Figuur 2b

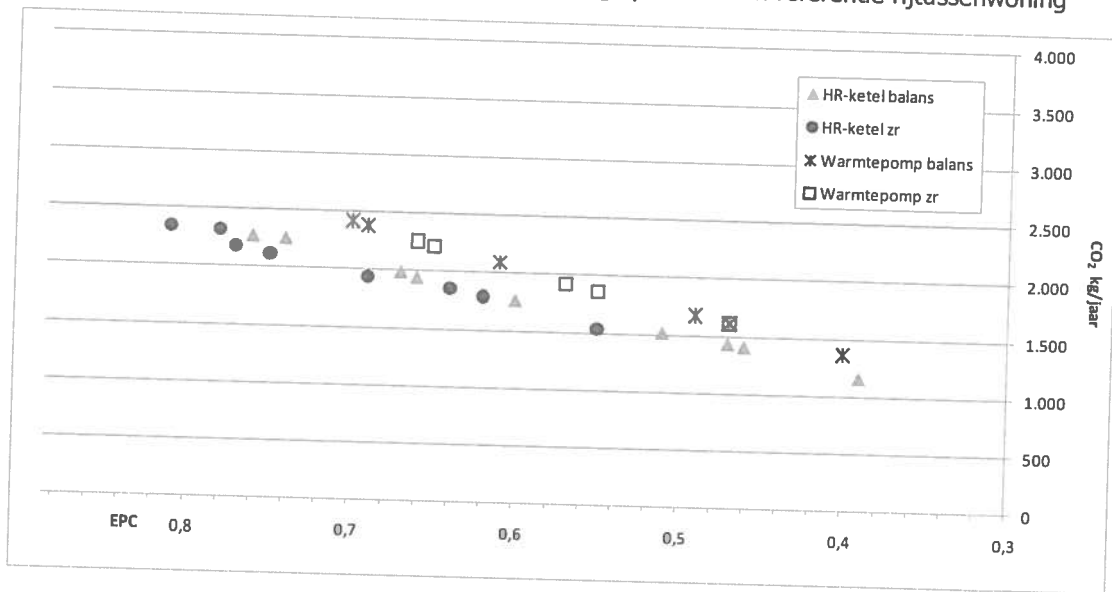
CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van doorgerekende maatregelpakketten in referentie galerijwoning



In de resultaten in figuur 2a tot en met 2f is een grote spreiding in EPC en CO<sub>2</sub>-emissie te zien doordat in sommige pakketten meer en in andere pakketten minder maatregelen zijn toegepast. De uitgangspunten en resultaten van alle doorgerekende maatregelpakketten zijn vermeld in bijlage 2.

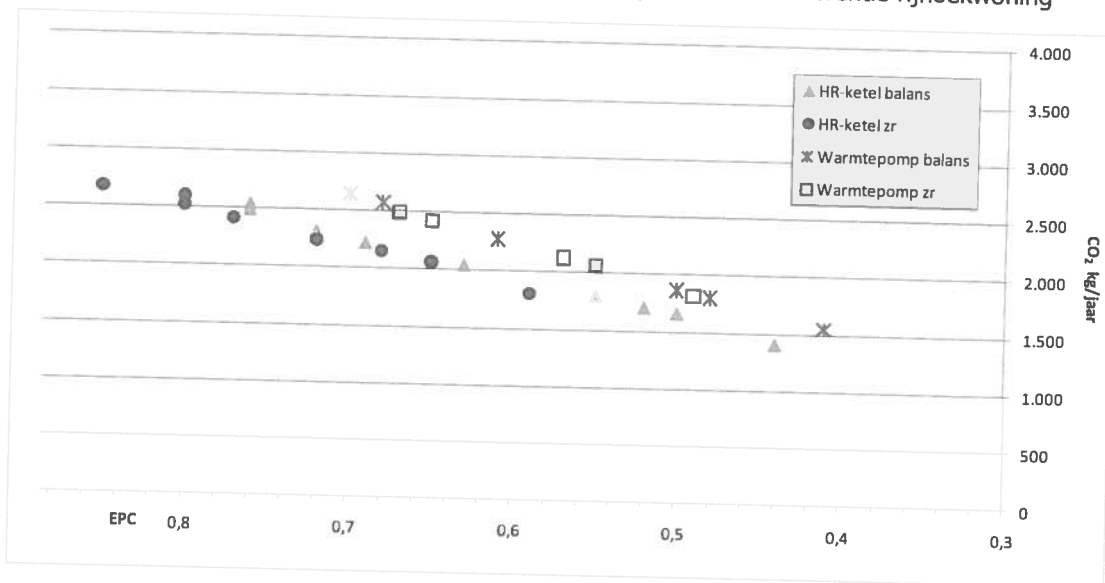
Figuur 2c

CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van doorgerekende maatregelpakketten in referentie rijtussenwoning



Figuur 2d

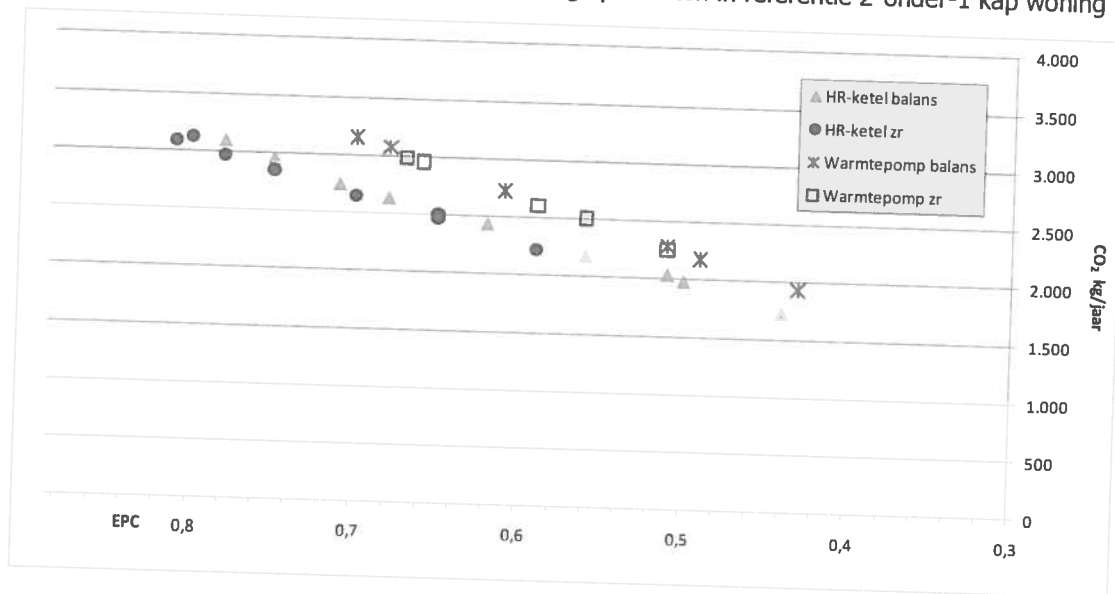
CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van doorgerekende maatregelpakketten in referentie rijhoekwoning



Uit bijlage 2 zijn voor alle zes de referentiewoningen pakketten geselecteerd waarmee een EPC van circa 0.6 wordt behaald. Deze pakketten zijn in deze studie nader onderzocht. In de volgende paragraaf wordt hier op ingegaan.

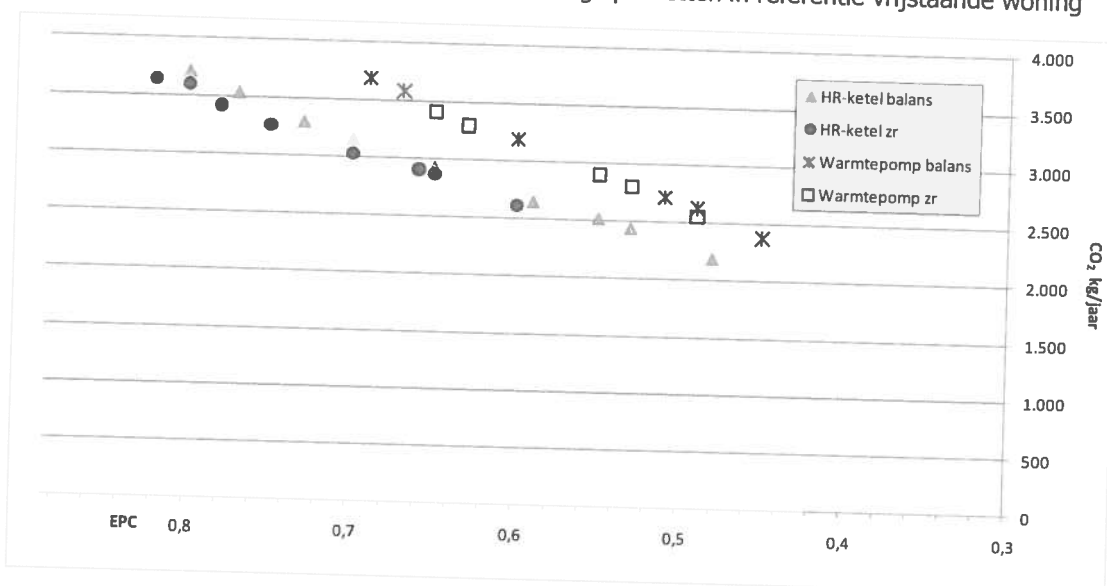
Figuur 2e

CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van doorgerekende maatregelpakketten in referentie 2-onder-1 kap woning



Figuur 2f

CO<sub>2</sub>-emissie en EPC van doorgerekende maatregelpakketten in referentie vrijstaande woning



### 3.2 Maatregelpakketten EPC rond 0.6

In deze studie zijn voor alle zes de SenterNovem referentiewoningen maatregelpakketten geselecteerd waarmee een EPC van circa 0.6 wordt behaald. Per woningtype is onderscheid gemaakt naar:

- opwekking met HR-ketel of warmtepomp;
- ventilatie met balansventilatie of zelfregelende roosters.

Per woningtype zijn dus vier maatregelpakketten geselecteerd. Daarnaast zijn twee maatregelpakketten doorgerekend met een micro-WKK in plaats van een HR-ketel.

In tabel 3 zijn voor de geselecteerde maatregelpakketten de energiebesparende maatregelen opgenomen voor het bereiken van een EPC van circa 0.6 per referentiewoning.

De EPC en CO<sub>2</sub>-emissie horend bij de maatregelpakketten in tabel 3 zijn weergegeven in tabel 4 en tabel 5.

Tabel 3

Aanvullende energiebesparende maatregelen voor bereiken van EPC van circa 0.6

maatregel	appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2 <sup>^</sup> 1 kap	vrijstaand
<b>HR-ketel</b>						
<i>balansventilatie</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler		X				X
<b>HR-ketel</b>						
<i>zelfregelende roosters</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler	X	X	X	X	X	X
- U <sub>raam</sub> 1,3 U <sub>deur</sub> 1,2	X	X	X	X	X	X
- vloerverwarming	X	X	X	X	X	X
- PV 600 Wp	X	X		X	X	X
<b>warmtepomp</b>						
<i>balansventilatie</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler		X				



<b>warmtepomp</b> <i>zelfregelende roosters</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler	X	X	X	X	X	X
- U <sub>raam</sub> 1.3 U <sub>deur</sub> 1.2		X				

Als variant in de warmteopwekking is bij de 2-onder-1 kapwoning met balansventilatie en de vrijstaande woning met zelfregelende roosters de HR-ketel vervangen door een micro-WKK. Er is uitgegaan van een thermisch opwekkrendement van 85% en elektrisch opwekkrendement van 5% conform de groene versie van NEN 7120.

Een overzicht van de gerealiseerde EPC's en de behaalde reducties van de CO<sub>2</sub>-emissie zijn weergegeven in tabel 4 en tabel 5. Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-emissie van de micro-WKK is in afwijking van de berekeningswijze in NEN 5128 rekening gehouden met een marginaal rendement van de elektriciteitscentrale van 50%.

Tabel 4

EPC van de maatregelpakketten uit tabel 3

opwekking	ventilatie	appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2 <sup>^</sup> 1 kap	vrijstaand
HR-ketel	balans	0.60	0.58	0.60	0.63	0.62	0.59
HR-ketel	ZR	0.58	0.58	0.62	0.59	0.59	0.60
warmtepomp	balans	0.61	0.56	0.61	0.61	0.61	0.60
warmtepomp	ZR	0.61	0.59	0.57	0.57	0.59	0.55
micro-WKK	balans					0.63	
micro-WKK	ZR						0.61

Tabel 5

Reductie CO<sub>2</sub>-emissie (kg/jaar per woning) van de maatregelpakketten uit tabel 3 ten opzichte van de SenterNovem referentiewoningen met EPC 0.8

opwekking	ventilatie	appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2 <sup>^</sup> 1 kap	vrijstaand
HR-ketel	balans	470	448	491	494	661	1.068
HR-ketel	ZR	642	526	527	787	900	985
warmtepomp	balans	223	321	167	257	373	536
warmtepomp	ZR	251	263	393	471	515	706
micro-WKK	balans					676	
micro-WKK	ZR						972

Toepassing van een micro-WKK leidt tot een circa 0.01 hogere EPC ten opzichte van hetzelfde maatregelpakket met een HR-ketel. Dit komt doordat het totale opwekkrendement van een micro-WKK lager is dan het opwekkrendement van een HR-ketel. De totale CO<sub>2</sub>-emissie blijft nagenoeg gelijk, afhankelijk van het ventilatiesysteem plus of min een 0.5%.

### 3.3 Woonlasten

Van de geselecteerde maatregelpakketten met een EPC van circa 0.6 zijn de woonlasten bepaald. Daarbij zijn drie uitgangspunten gevarieerd:

- hypotheekrente;
- grondquote;
- prijsstijging energie.

Rekening houdend met deze variaties, zijn er per maatregelpakket achttien varianten doorgerekend voor de woonlasten. In bijlage 3 zijn deze per woningtype weergegeven, uitgesplitst in woonlasten in het eerste jaar en gemiddeld over een periode van 30 jaar. De verandering van de woonlasten is uitgedrukt ten opzichte van de woonlasten bij de maatregelpakketten uit de SenterNovem referentiewoningen met een EPC van 0.8.

In tabel 6 is een samenvatting van de resultaten weergegeven, uitgaande van een hypotheekrente van 6%, een grondquote van 0% en prijsstijging van de energietarieven van 5% per jaar. Een 'minteken' in deze tabel betekent een daling van de jaarlijkse woonlasten.

Tabel 6

Stijging gemiddelde woonlasten over 30 jaar per woningtype, afhankelijke van warmteopwekking en ventilatiesysteem in euro/jaar (0% grondquote, 6% hypotheekrente, 5% stijging energieprijzen). Een minteken betekent een daling van de woonlasten.

opwekking	ventilatie	appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2 <sup>^</sup> 1 kap	vrijstaand
HR-ketel	balans	-213	-60	-165	-82	-165	-81
HR-ketel	ZR	-249	-148	-6	61	59	77
warmtepomp	balans	941	804	1.093	1.120	1.429	1.448
warmtepomp	ZR	865	811	904	854	1.210	1.155
micro-WKK	Balans					-67	
micro-WKK	ZR						182

De gemiddelde woonlasten dalen bij het merendeel van de doorgerekende maatregelpakketten met een HR-ketel. Alleen voor een rijhoek-, 2-onder-1 kap en vrijstaande woning met zelfregelende roosters stijgen de gemiddelde woonlasten met maximaal circa 100,-- euro per jaar. Toepassing van individuele warmtepompen heeft een grote invloed op de woonlasten van de bewoner. De stijging van de gemiddelde woonlasten varieert van circa 800,-- tot 1.400,-- euro per jaar.

Opgemerkt wordt dat bij grootschalige projecten toepassing van een collectieve warmtepomp mogelijk is met een veel lagere investering per woning. Collectieve energievoorzieningen vallen echter buiten de scope van de aanscherpingsstudie. Daarnaast beschikken de woningen met een warmtepomp over vrije koeling.

Bij de in bijlage 3 doorgerekende varianten met een grondquote van 30% stijgt de hypotheeklast door de hogere investeringskosten met 43%. Dit komt neer op een lastenverzwaring van circa 100,-- tot 450,-- euro per jaar.

Bovenstaande woonlasten zijn gemiddelde jaarlijkse kosten en gaan uit van een jaarlijkse kostenstijging voor energie van 5% per jaar. Wanneer wordt uitgegaan van een jaarlijkse kostenstijging van 2% per jaar, is de gemiddelde jaarlijkse besparingen op energiekosten circa 38% lager (zie bijlage 3).

In de woonlasten is de herinvestering van de installatietechnische maatregelen niet meegenomen. Het meenemen hiervan leidt dit niet tot een significant ander beeld voor de woonlasten. Wanneer de herinvestering wordt meegenomen stijgen de gemiddelde woonlasten met 5–70 euro per jaar voor woningen met een HR-ketel en met 90-135 euro per jaar voor woningen met een warmtepomp (zie bijlage 3).

### 3.4 Binnenmilieu

De in deze studie doorgerekende energiebesparende maatregelen zijn over het algemeen niet anders dan de maatregelen die ook zijn opgenomen in de SenterNovem referentiewoningen met EPC 0.8. Deze maatregelen waren ook aanwezig in de projecten die bezocht zijn in de praktijktoets.

Aanvullend is in deze studie gebruikgemaakt van warmtepompen, PV-panelen en douche warmteterugwinning. Naar verwachting heeft toepassing van deze drie maatregelen geen nadelig effect op het binnenmilieu.

Bij toepassing van de warmtepomp is er in de aanscherpingsstudie vanuit gegaan dat in de zomerperiode gebruikgemaakt wordt van vrije koeling. Dat betekent dat eventuele oververhittingsproblemen in de zomerperiode beperkt kunnen worden ten opzichte van traditionele warmteopwekking met een HR-ketel (waar geen mogelijkheid tot koelen van de woning aanwezig is).

Ook wordt er bij toepassing van een warmtepomp uitgegaan van lage temperatuur verwarming middels vloer- en/of wandverwarming. Toepassing van dergelijke vormen van stralingsverwarming leiden tot een gezonder binnenklimaat onder meer doordat er minder stofcirculatie optreedt. Toepassing van vloer- en/of wandverwarming ligt bij warmtepompen voor de hand, maar is echter niet vereist. Daarnaast is de toepassing ook mogelijk bij HR-ketels.

In deze theoretische studie is verder niet onderzocht wat het effect van de verschillende maatregelen is op het binnenmilieu. In de praktijktoets is wel gevraagd naar de beleving en ervaring van veertien bewoners in vier woningbouwprojecten, maar zijn geen metingen uitgevoerd.

Op grond van de in deze studie doorgerekende maatregelen zijn in de woningen geen andere effecten te verwachten dan reeds bekend. De praktijk heeft geleerd dat klachten over het binnenmilieu met name kunnen ontstaan door fouten die gemaakt worden in het ontwerp van een woning en bij de installatie van maatregelen. Daarnaast speelt een goede en uitgebreide voorlichting van bewoners over het gebruik van de woning een belangrijke rol. Deze aspecten mogen niet onderbelicht raken bij een verdere aanscherping van de EPC.

## 4. Variantberekeningen maatregelpakketten

Een aantal maatregelen is als variant nader onderzocht. Om te beginnen is inzichtelijk gemaakt wat de invloed kan zijn van het gebruik van gelijkwaardigheidsverklaringen voor zelfregelende roosters en daarvan afgeleide systemen met vraaggestuurde ventilatie.

Daarnaast is voor een galerijwoning en een tussenwoning op de bovenstaande maatregelpakketten met een EPC van 0.6 aangegeven wat de invloed is van:

- geen zonwering;
- oriëntatie van de gevels op zuid-noord in plaats van west-oost;
- buitenlucht als bron voor warmtepompen;
- gevel- en dakisolatie op niveau van passiefhuis.

### 4.1 Gelijkwaardigheidsverklaring voor ventilatie

In deze studie zijn de zelfregelende roosters in de EPC-berekening ingevoerd met forfaitaire waarden. Dit levert relatief veilige EPC-waarden op. Als variantberekening is onderzocht wat de maximale invloed is op de EPC van beschikbare gelijkwaardigheidsverklaringen voor zelfregelende roosters en verschillende daarvan afgeleide systemen met vraaggestuurde ventilatie.

Het maximale effect op de EPC kan op dit moment worden bereikt door gebruik te maken van een gelijkwaardigheidsverklaring voor CO<sub>2</sub>-gestuurde roosters. Het effect hiervan op de EPC is inzichtelijk gemaakt door de gelijkwaardigheidsverklaringen van twee leveranciers te gebruiken in de EPC-berekening van de verschillende SenterNovem referentiewoningen. Bij de berekening is rekening gehouden met een infiltratie van 1.0 l.s/m<sup>2</sup>. In de gelijkwaardigheidsverklaringen wordt veelal gerekend met een infiltratie van 0.625 l.s/m<sup>2</sup>. De hier gepresenteerde resultaten vallen dus conservatief uit.

Het effect van de toepassing van gelijkwaardigheidsverklaringen voor CO<sub>2</sub>-gestuurde roosters is voor twee situaties in beeld gebracht. Voor de SenterNovem referentiewoningen die voldoen aan een EPC van 0.8 en voor de doorgerekende maatregelpakketten, wanneer alle in deze studie toegepaste maatregelen zijn toegepast bij een EPC van circa 0.5 tot 0.4.

De weergegeven bandbreedte heeft betrekking op het woningtype. Tussen haakjes staan de gegevens op basis van de gelijkwaardigheidsverklaring van een andere leverancier. Het EPC effect is groter bij kleine woningen. Bij het gebruik van een warmtepomp blijkt het effect op de EPC kleiner te zijn dan bij toepassing van een HR-ketel.

Tabel 7

Maximaal EPC verlagend effect met gelijkwaardigheidsverklaring voor CO<sub>2</sub> gestuurde ventilatie ten opzichte van forfaitaire zelfregelende roosters

	vanaf EPC 0.8	vanaf EPC 0.5-0.4
HR-ketel	0.11 – 0.15 (0.15 – 0.18)	0.11 – 0.15 (0.14 – 0.18)
warmtepompen	-	0.08 – 0.10 (0.10 – 0.12)

Door toepassing van CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatiesystemen kan op een relatief goedkope wijze een grote EPC-reductie gerealiseerd worden.

#### 4.2 Geen zonwering

Geén zonwering verhoogt voor galerij- en tussenwoningen met HR-ketel de EPC met circa 0.02 tot 0.03. Bij de overige woningtypen is er een kleinere verhoging van circa 0.01 tot 0.02.

Bij woningen met individuele warmtepompen bedraagt de verhoging van de EPC maximaal circa 0.01. De verhoging is kleiner dan bij de woningen met een HR-ketel door de aanwezigheid van vrije koeling.

#### 4.3 Oriëntatie op zuid

Oriëntatie op zuid verlaagt bij galerij- en tussenwoningen met een HR-ketel de EPC met circa 0.05. Bij woningen met individuele warmtepompen bedraagt de verlaging van de EPC maximaal circa 0.02 tot 0.03.

#### 4.4 Buitenlucht als bron voor warmtepompen

In de huidige maatregelpakketten is uitgegaan van een warmtepomp met een gesloten bodemwarmtewisselaar. Het is ook mogelijk om voor de warmtepomp buitenlucht te gebruiken als bron. Deze warmtepompen hebben over het algemeen een minder goed rendement, maar zijn in sommige gevallen makkelijker toepasbaar dan warmtepompen met een bodemwarmtewisselaar. Het rendement is minder goed doordat de warmtepomp bij extremere lage temperaturen toch voldoende vermogen moet blijven leveren.

Bij de galerij- en tussenwoningen met zelfregelende roosters leidt een warmtepomp met buitenlucht als bron tot een verhoging van de EPC met circa 0.03, bij de woningen met balansventilatie met circa 0.01.

De meerkosten voor een warmtepomp met buitenlucht als bron bedragen ten opzichte van een warmtepomp met bodemcollector circa € 2.200,- tot 5.000,- is afhankelijk van het benodigde vermogen. Hierbij is ervan uitgegaan dat de warmtepomp het volledige benodigde verwarmingsvermogen levert. Ten opzichte van de systemen met een bodemwarmtewisselaar is er dus een warmtepomp met een groter vermogen nodig, die ook bij zeer lage buitentemperatuur nog voldoende vermogen kan leveren.

#### 4.5 Gevel- en dakisolatie op niveau van passiefhuis

Om te onderzoeken wat het effect op de EPC is als gevel- en dakisolatie op het niveau van passiefhuis wordt aangebracht, is voor de isolatie van de gevels uitgegaan van een R<sub>c</sub>-waarde van 8 m<sup>2</sup>.K/W en voor het dak van 10 m<sup>2</sup>.K/W. Andere passiefhuis maatregelen (zoals zomernachtventilatie en een zeer goede kierdichting) kunnen nog niet gewaardeerd worden in NEN 5128:2004 en zijn dus ook niet meegenomen.

Dit isolatieniveau verlaagt bij galerij- en tussenwoningen met HR-ketel de EPC met circa 0.01-0.02. Bij vrijstaande woningen met HR-ketel en balansventilatie wordt de EPC met maximaal circa 0.04 verlaagd.

Bij woningen met individuele warmtepompen bedraagt de verlaging van de EPC voor galerij- en tussenwoningen circa 0.01 en voor vrijstaande woningen met balansventilatie maximaal circa 0.02.

Aanvullende isolatie heeft steeds minder effect op het absolute transmissieverlies. Met de eerste isolatiemaatregelen wordt het grootste effect bereikt.

## 5. Landelijke effecten

Om het landelijke CO<sub>2</sub>-effect van de aanscherping van de EPC naar 0.6 inzichtelijk te maken, is in de theoretische toets de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie inzichtelijk gemaakt op basis van het verwachte woningbouwvolume.

### 5.1 Bouwprognose

Door VROM worden in 2009 70.000 nieuwe vergunningverleningen verwacht (zie bijlage 2, bladzijde 20). In het Rapport Bouwprognoses 2008-2013 (TNO-rapport 2008-D-R1180A van 2 december 2008) is aangegeven dat voor 2009 75.000 nieuw gebouwde woningen worden verwacht. In 2010 en 2011 neemt dat vervolgens af tot circa 70.000. In een laag scenario (groter effect kredietcrisis) wordt in de rapportage uitgegaan van minder dan 65.000 woningen.

Bij de berekening van het landelijke CO<sub>2</sub>-effect van de aanscherping van de EPC naar 0.6 is voor het aantal nieuw te bouwen woningen uitgegaan van de door VROM aangegeven 70.000 woningen.

### 5.2 Verdeling woningtypen

In tabel 8 is de procentuele verdeling weergegeven van de nieuw te bouwen woningen naar woningtype voor de jaren 2004, 2005 en 2006. De verdeling is gebaseerd op de Monitor Nieuwe Woningen, Jaarboek 2007 van 16 juni 2008 (Onderzoeksinstituut OTB, TU Delft). Voor 2008 of 2009 is deze (nog) niet beschikbaar.

Tabel 8

Ontwikkeling procentuele verdeling verkochte nieuwbouwwoningen [Monitor Nieuwe Woningen Jaarboek 2007, MNW Kwaliteitsmodule 2002-2006]

	2004	2005	2006
vrijstaand	7%	5%	6%
twee-onder-één-kap	17%	18%	19%
rijwoning	46%	42%	37%
appartement	30%	35%	38%

De gegevens laten een duidelijke ontwikkeling zien naar meer appartementen en 2-onder-1 kapwoningen, ten koste van het aantal rijwoningen.

Voor rijwoningen en appartementen is een aanname gedaan voor de verdeling van de gehanteerde SenterNovem referentiewoningen in deze studie. Bij rijwoningen is uitgegaan van blokken van zes woningen, vier rijtussen- en twee rijkopwoningen. In het geval van appartementen is uitgegaan van een verdeling van 25% galerijwoningen en 75% appartementgebouwen.

### 5.3 CO<sub>2</sub>-effect

Bij de berekening van het landelijke CO<sub>2</sub>-effect van de aanscherping van de EPC naar 0.6 is voor de verdeling van de woningtypen uitgegaan van de meest recente beschikbare gegevens over 2006.

Er is in de berekening onderscheid gemaakt in woningen met balansventilatie en met zelfregelende roosters. Daarnaast is er onderscheid gemaakt in woningen met een HR-ketel en met individuele elektrische warmtepompen. In tabel 9 staan de resultaten weergegeven voor een bouwprognose van 70.000 nieuw te bouwen woningen.

Tabel 9

Verwachte jaarlijkse CO<sub>2</sub> reductie (in kton) bij aanscherping van de EPC naar 0.6 afhankelijk van ventilatiesysteem en type warmteopwekking, uitgaande van 70.000 nieuwe woningen

reductie CO <sub>2</sub> (kton CO <sub>2</sub> per jaar)	HR-ketel	warmtepomp
balansventilatie	38	19
zelfregelende roosters	48	27

Wanneer rekening gehouden wordt met de verdeling van het woningtype varieert de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie bij nieuw gebouwde woningen door aanscherping van de EPC naar 0.6 van 270 tot 690 kg per woning per jaar, een en ander afhankelijk van het type opwekking en het ventilatiesysteem. Bij een bouwprognose van 70.000 woningen bedraagt deze reductie 19-48 kiloton CO<sub>2</sub> per jaar.



## 6. Vakantiewoning

Aanvullend op de werkzaamheden uit de door DHV opgestelde methodiek voor de effectenstudie heeft DGMR onderzoek gedaan naar de effecten van een mogelijke aanscherping van de EPC voor een vakantiewoning. Het gaat hierbij conform het Bouwbesluit om bouwwerken met een verwarmde logiesfunctie niet gelegen in een logiesgebouw. Voor deze woningen geldt thans een EPC-eis van 1.4.

Achtereenvolgens worden de aanpak, de opgestelde vakantie referentiewoning, de uitgewerkte maatregelpakketten en de resultaten besproken.

### 6.1 Aanpak

Voor een vakantiewoning was er geen (SenterNovem) referentiewoning beschikbaar. Om het effect van aanscherping van de EPC-eis voor vakantiewoningen inzichtelijk te maken, is voor de theoretische toets allereerst een referentiewoning opgesteld op basis van een kleine vrijstaande woning. Voor het vastleggen van de te hanteren uitgangspunten zijn gegevens opgevraagd bij partijen uit de praktijk.

Bij de beschouwing van de vakantiewoning is conform Bouwbesluit gebruikgemaakt van de NEN 5128.

Met behulp van de opgestelde referentiewoning zijn vervolgens een basispakket en twee energiebesparende maatregelpakketten opgesteld.

### 6.2 Referentie vakantiewoning

Voor het opstellen van de referentiewoning zijn gegevens opgevraagd bij vier grote recreatiebedrijven en één ontwikkelaar. Dit heeft voor het bepalen van de uitgangspunten slechts beperkte gegevens opgeleverd.

Van één recreatiebedrijf is een Programma van Eisen ontvangen. Door een ander recreatiebedrijf is aangegeven dat de nieuw door hen gebouwde woningen voldoen aan de Bouwbesluiteisen voor woningen met een woonfunctie.

Er is ook contact gelegd met de Recron, maar zij bieden hun leden geen ondersteuning bij de ontwikkeling van vakantiewoningen.

Het aantal nieuw te bouwen vakantiewoningen is bij de grote recreatiebedrijven beperkt. Een groot deel van de door hen aangeboden woningen zijn niet in eigendom, maar worden beheerd voor derden.

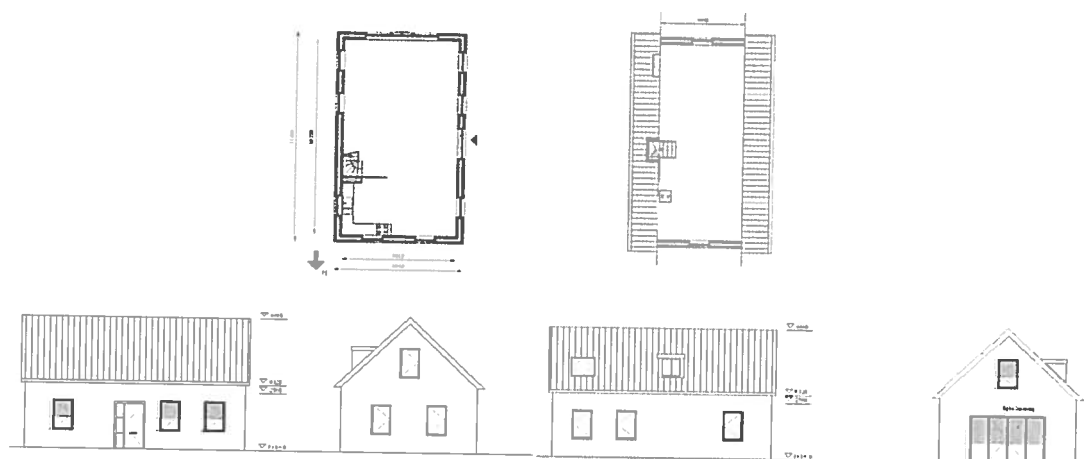
De vakantiewoningen die worden ontwikkeld lopen uiteen tussen alle grondgebonden woningtypes. Een vrijstaande woning met een zadeldak komt het meest voor. Op basis van de beschikbare informatie is de referentie vakantiewoning afgeleid van de SenterNovem vrijstaande referentiewoning.

De referentiewoning beschikt over twee bouwlagen: begane grond en eerste verdieping met badkamer en slaapvertrekken. De plattegronden en de gevelaanzichten zijn weergegeven in figuur 3.

De woning heeft een gebruiksoppervlakte van 108 m<sup>2</sup>. De indeling van de woning is niet nader vastgelegd. Voor deze studie was dat niet relevant. De uitgangspunten voor de referentiewoning zijn vastgelegd in bijlage 4.

Figuur 3

Plattegronden en gevelaanzichten van de opgestelde vakantie referentiewoning.



De uit de markt verkregen gegevens hebben niet geleid tot een aanpassing van de gevelindeling. Bij de woning hoort veelal een buitenberging. Deze berging kan ook op zichzelf staan en is daarom niet meegenomen bij de referentiewoning.

### 6.3 Maatregelpakketten

Voor de vakantiewoning is een basis maatregelpakket vastgesteld dat overeenkomt met de minimale eisen uit het Bouwbesluit en de huidige bouwwijze.

Vervolgens is een maatregelpakket opgesteld voor een woning met balansventilatie en een woning met zelfregelende roosters. Bij de maatregelpakketten is aansluiting gezocht bij de huidige maatregelpakketten uit de SenterNovem referentiewoningen voor balansventilatie en zelfregelende roosters.

### **Basispakket**

Voor het basispakket is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- isolatie dichte delen  $R_c$  2.5 m<sup>2</sup>.K/W (Bouwbesluit);
- HR<sup>++</sup>beglazing,  $U_{raam}$  1.8 W/m<sup>2</sup>.K;
- niet geïsoleerde voordeur;
- HR107-combiketel;
- ventilatie via natuurlijke toevoer en mechanische afvoer;
- wisselstroom ventilator;
- geen zonwering.

Om het basis maatregelpakket voor de vakantiewoning door verschillen in gekozen uitgangspunten niet teveel af te laten wijken van de SenterNovem referentiewoningen zijn daarnaast de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement tapwater van 70%;
- werkelijke leidinglengte voor tapwater;
- uitgebreide methode voor koudebruggen met opslag van 25%.

### **Energiezuinige pakketten**

In de energiezuinige pakketten zijn onderstaande maatregelen opgenomen:

- isolatie dichte delen  $R_c$  3.5 m<sup>2</sup>.K/W;
- HR<sup>++</sup>beglazing,  $U_{raam}$  1.7 W/m<sup>2</sup>.K;
- geïsoleerde voordeur  $U_{deur}$  2.0 W/m<sup>2</sup>.K;
- kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement tapwater van 72.5%;
- kwaliteitsverklaring voor hulpenergie verwarming (zie paragraaf 2.1.1 voor invoerwaarde);
- balansventilatie met:
  - hoogrendement warmteterugwinning 95%;
  - infiltratie 0.625 l.s/m<sup>2</sup>;
  - gelijkstroom ventilator;
- zelfregelende roosters (forfaitair) met gelijkstroomventilator:
  - zonneboiler voor tapwater, 2.8 m<sup>2</sup> collector.

## **6.4 Resultaten vakantiewoning**

### **6.4.1 Energie en CO<sub>2</sub> vakantiewoning**

In tabel 10 zijn de EPC's en de CO<sub>2</sub>-emissies vermeld voor de opgestelde maatregelpakketten.

De vakantiewoning komt met het toegepaste basispakket op een EPC van 1.16. Dit is veel lager dan de eis van 1.4.

Tabel 10

EPC en CO<sub>2</sub>-emissie van verschillende maatregelpakketten voor de referentie vakantiewoning

	<b>basis</b>	<b>balansventilatie</b>	<b>zelfregelende roosters</b>
EPC	1.16	0.81	0.93
CO <sub>2</sub> -emissie (kg/woning.jaar)	3.406	2.361	2.652

Voor de opgestelde vakantie referentiewoning is het op eenvoudige wijze mogelijk om de EPC te verlagen naar 1.0 of lager. Toepassing van de in de markt bekende en kosteneffectieve maatregelen uit de SenterNovem referentiewoningen met een EPC van 0.8 leidt reeds tot een EPC van 0.9–0.8.

Door aanvullende maatregelen zoals douche-warmteterugwinning en isolatie van het dak met een R<sub>c</sub> van 5 m<sup>2</sup>.K/W is voor de referentiewoning met balansventilatie een EPC van 0.75 haalbaar. Voor de woning met forfaitair meegenomen zelfregelende roosters is met deze maatregelen een EPC van 0.85 realiseerbaar.

Het EPC effect van een gelijkwaardigheidsverklaring voor vraaggestuurde ventilatiesystemen zoals bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-gestuurde roosters is hierin niet meegenomen. Hiermee worden nog lagere EPC-waardes bereikt. In paragraaf 4.1 is de invloed hiervan besproken voor de SenterNovem referentiewoningen.

#### 6.4.2 Kosten

De woonlasten zijn voor de vakantiewoning op dezelfde wijze bepaald als voor de overige referentiewoningen. Het effect op de woonlasten is weergegeven in tabel 11. Uitgebreide resultaten bij verschillen in grondquote en stijging van de energieprijzen staan vermeld in bijlage 3.

Tabel 11

Stijging gemiddelde woonlasten over 30 jaar voor de vakantiewoning, afhankelijke van warmteopwekking en ventilatiesysteem in euro/jaar (0% grondquote, 6% hypotheekrente, 5% stijging energieprijzen). Een minteken betekent een daling van de woonlasten.

vakantiewoning	
maatregelpakket balansventilatie	-450
maatregelpakket zelfregelende roosters	-176

Het maatregelpakket balansventilatie bestaat uit het toepassen van balansventilatie en verbetering van de isolatiewaarde van de schil. Dit pakket levert een grote energiebesparing op.

Het maatregelpakket met de zelfregelende roosters bestaat uit zelfregelende roosters, verbetering van de isolatiewaarde van de schil en toepassing van een zonnecollector.

De collector is een vrij dure investering, waardoor de woonlasten stijgen. Een mogelijk alternatief zou het toepassen van douchewater-warmteterugwinning zijn.

## 7. Conclusies theoretische toets

In de theoretische toets is voor de SenterNovem referentiewoningen het effect op woonlasten en CO<sub>2</sub>-emissie onderzocht van de aanscherping van de EPC-eis naar 0.6. Daarnaast is ook gekeken naar de effecten van een mogelijke aanscherping van de EPC-eis voor vakantiewoningen.

### SenterNovem referentiewoningen

#### *Energie en CO<sub>2</sub>*

Voor alle woningtypen blijkt het mogelijk om een EPC van 0.6 of lager te realiseren. Zowel voor woningen met balansventilatie als voor woningen met zelfregelende roosters kan een EPC 0.6 gerealiseerd worden. Voor de verwarming van de woningen behoren (bij beide typen ventilatiesystemen) HR-ketels en warmtepompen tot de mogelijkheden. Er zijn dus meerdere configuraties mogelijk om aan een EPC van 0.6 te voldoen.

Voor het bereiken van een EPC van circa 0.6 is in deze studie in alle maatregelpakketten ten opzichte van de huidige situatie aanvullende gevel- en dakisolatie en douchewarmteterugwinning toegepast. Afhankelijk van het woningtype en het ventilatiesysteem zijn daarnaast nog aanvullende maatregelen nodig. Doordat in deze studie voor de woningen met zelfregelende roosters geen gebruik is gemaakt van gelijkwaardigheidsverklaringen<sup>1</sup> moeten bij de woningen met een HR-ketel veel aanvullende maatregelen getroffen worden om de EPC van 0.6 te bereiken.

Door de aanscherping van de EPC naar 0.6 varieert de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie van 200 tot 1.000 kg per woning per jaar, afhankelijk van het type woning, het type opwekking en het ventilatiesysteem.

De CO<sub>2</sub>-emissie van de maatregelpakketten met elektrische warmtepompen is bij vergelijkbare EPC's hoger ten opzichte van de maatregelpakketten met HR-ketels. Dit wordt veroorzaakt doordat de CO<sub>2</sub>-emissie van elektriciteit hoger is dan van gas per eenheid primaire energie.

De inzet van micro-WKK in nieuwbouwwoningen leidt tot een geringe verhoging van de EPC (circa 0.01) doordat het overall rendement van een micro-WKK conform EPG lager is dan van een HR107 ketel. De CO<sub>2</sub>-emissie blijft nagenoeg gelijk.

#### *Landelijk effect*

<sup>1</sup> door gebruik te maken van gelijkwaardigheidsverklaringen voor ventilatiesystemen kunnen EPC-waarden gerealiseerd worden die 0.08 tot 0.18 beter zijn dan wanneer gebruikgemaakt wordt van forfaitaire waarden. Het gebruik van de gelijkwaardigheidsverklaringen voor ventilatiesystemen is echter omstreven. De komst van NEN 7120 en NEN 8088 (ventilatiernorm) moet dit probleem oplossen.

In de groene versie van NEN 7120 wordt verwezen naar de groene versie van NEN 8088. Deze normen zijn beiden nog in ontwikkeling, en aan de afstemming tussen NEN 7120 en NEN 8088 wordt op dit moment nog gewerkt. Op grond van de voorlopige forfaitaire waardes uit ontwerp NEN 8088, wordt van zelfregelende roosters een groter EPC effect verwacht ten opzichte van de huidige waardering van zelfregelende roosters in NEN 5128:2004. Pas bij de definitieve versie van NEN 7120 en NEN 8088 kan aangegeven worden hoe groot dit verschil daadwerkelijk zal zijn per woningtype.

Door aanscherping van de EPC naar 0.6 varieert, afhankelijk van het type opwekking en het ventilatiesysteem, de landelijke reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie bij nieuw gebouwde woningen van 19-48 kiloton CO<sub>2</sub> per jaar bij een bouwprognose van 70.000 woningen.

#### *Woonlasten*

Bij een hypotheekrente van 6%, een grondquote van 0% en een stijging van de energietarieven van 5% per jaar dalen de gemiddelde woonlasten bij het merendeel van de doorgerekende maatregelpakketten met een HR-ketel. Alleen voor een rijhoek-, 2-onder-1 kap en vrijstaande woning met zelfregelende roosters stijgen de gemiddelde woonlasten met maximaal circa 100,-- euro per jaar. Toepassing van individuele warmtepompen heeft een grote invloed op de woonlasten van de bewoner. De stijging van de gemiddelde woonlasten varieert van circa 800,-- tot 1.400,-- euro per jaar.

Bij een grondquote van 30% stijgt de hypotheeklast door de hogere investeringskosten met 43%. Dit komt neer op een lastenverzwaring van circa 100,-- tot 450,-- euro per jaar.

#### *Binnenmilieu*

De in deze studie doorgerekende energiebesparende maatregelen zijn over het algemeen niet anders dan de maatregelen die ook zijn opgenomen in de SenterNovem referentiewoningen met EPC 0.8. Deze maatregelen waren ook aanwezig in de projecten die bezocht zijn in de praktijktoets.

Aanvullend is in deze studie gebruikgemaakt van warmtepompen, PV-panelen en douchewater warmteterugwinning. Naar verwachting heeft toepassing van deze drie maatregelen geen nadelig effect op het binnenmilieu. Door bij warmtepompen gebruik te maken van vrije koeling kunnen oververhittingsproblemen in de zomer beperkt worden.

Op grond van de in deze studie doorgerekende maatregelen zijn in de woningen geen andere effecten te verwachten dan reeds bekend. De praktijk heeft geleerd dat klachten over het binnenmilieu met name kunnen ontstaan door fouten die gemaakt worden in het ontwerp van een woning en bij de installatie van maatregelen. Daarnaast speelt een goede en uitgebreide voorlichting van bewoners over het gebruik van de woning een belangrijke rol. Deze aspecten mogen niet onderbelicht raken bij een (verdere) aanscherping van de EPC.

### **Vakantiewoning**

Toepassing van de in de markt bekende en kosteneffectieve maatregelen uit de SenterNovem referentiewoningen met een EPC van 0.8 leidt bij de referentie vakantiewoning reeds tot een EPC van 0.9–0.8. Aanvullende dakisolatie en toepassing van douche-warmteterugwinning kan de EPC verder verlagen tot 0.85–0.75. Aanscherping van de huidige EPC-eis van 1.4 naar 1.0 is zonder meer mogelijk.

Bij de doorgerekende maatregelpakketten dalen de gemiddelde jaarlijkse woonlasten tussen de 176 en 450 euro per jaar bij een hypotheekrente van 6%, een grondquote van 0% en een stijging van de energietarieven van 5% per jaar.

Arnhem, 17 november 2009  
DGMR Bouw B.V.

Resultaten en samenstelling doorgerekende maatregelpakketten



De in deze studie **uitgewerkte maatregelpakketten met een EPC van circa 0,6 zijn vetgedrukt** weergegeven.

### **Legenda:**

#### *woningtype*

Ap	appartement
Ga	galerij
Tw	rijtussenwoning
Hw	rijhoekwoning
2k	2-onder-1 kapwoning
V	vrijstaande woning

#### *maatregelen*

HR	HR ketel
WP	individuele elektrische warmtepomp met bodemwarmtewisselaar
mWKK	micro WKK
Snref	SN referentiewoning oorspronkelijk EPC 0,8
SNgedr	Snref gedraaid 90 graden: Zuid > west
bas(is)	bas(is) Rc gevel 4 Rc dak 5 Rc vloer 3,5 (R=4/5/3,5)
kwal	kwaliteitsverklaring voor rendement warm tapwater en hulpenergie
iso	Rc gevel 5 Rc dak 7 Rc vloer 3,5 (R=5/7/3,5)
i-dw(tw)	iso + douche warmteterugwinning (DWTW)
i-dw-zb	iso, DWTW, zonneboiler 2,8 m <sup>2</sup> voor tapwater; alleen bij vrijstaande woning met zelfregelende roosters gaat het om een zonneboilercombi 5,6 m <sup>2</sup>
i-dw-zb-U	i-dw-zb met extra lage U-waardes: drievoudige beglazing en extra geïsoleerde deur
i-dw-zb-U-LT	i-dw-zb-U met lage temperatuur verwarming via vloer en/of wandverwarming
i-dw-zb-U-LT-PV	i-dw-zb-U-LT met 600 Wp fotovoltaïsche panelen 5 m <sup>2</sup> van 120 Wp.

#### *ventilatie*

bal	balansventilatie
zr	zelfregelende roosters

#### *afgifte*

0	HT radiatoren
rad	LT radiatoren
wv	vloerverwarming

ID DGMR	woning type	omschrijving pakket	iso g/d/bg (m2.K/W))	zb (m2)	Uwaarde raam/deur	afgifte systeem	ventilatie type	EPC (-)	CO2 (kg)	gas (m3)	el (kWh)
2	Ap	HR SNref	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,78	1.989	660	1.445
3	Ap	HR SNref	4/5/3	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,8	2.031	748	1.242
4	Ga	HR SNref	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,78	1.676	572	1.166
5	Ga	HR SNref	4/5/4	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,8	1.683	628	1.003
6	TW	HR SNref	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,74	2.257	762	1.598
7	TW	HR SNref	3/4/3	2,8	1,8/2,0	0	zr	0,78	2.316	867	1.374
8	HW	HR SNref	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,76	2.536	919	1.598
9	HW	HR SNref	4/5/3	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,8	2.596	1.024	1.374
10	2k	HR SNref	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,78	3.100	1.141	1.898
11	2k	HR SNref	4/4/3	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,8	3.121	1.237	1.632
12	V	HR SNref	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,8	3.716	1.398	2.179
13	V	HR SNref	4/4/3	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,8	3.594	1.427	1.874
15	Ap	HR SNGedr	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,79	2.005	668	1.445
16	Ap	HR SNGedr	4/5/3	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,83	2.052	759	1.242
17	Ga	HR SNGedr	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,83	1.757	617	1.166
18	Ga	HR SNGedr	4/5/4	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,87	1.781	683	1.003
19	TW	HR SNGedr	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,79	2.353	816	1.598
20	TW	HR SNGedr	3/4/3	2,8	1,8/2,0	0	zr	0,84	2.438	935	1.374
21	HW	HR SNGedr	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,81	2.643	979	1.598
22	HW	HR SNGedr	4/5/3	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,86	2.715	1.091	1.374
23	2k	HR SNGedr	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,8	3.138	1.162	1.898
24	2k	HR SNGedr	4/4/3	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,83	3.160	1.259	1.632
25	V	HR SNGedr	3/4/3	0	1,8/2,0	0	bal	0,83	3.796	1.443	2.179
26	V	HR SNGedr	4/4/3	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,83	3.680	1.475	1.874
28	Ap	HR bas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,77	1.946	636	1.445
29	Ap	HR bas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,82	2.051	759	1.242
30	Ga	HR bas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,8	1.700	586	1.166
31	Ga	HR bas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,87	1.783	684	1.003
32	TW	HR bas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,76	2.270	769	1.598
33	TW	HR bas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,81	2.339	879	1.374
34	HW	HR bas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,76	2.485	890	1.598
35	HW	HR bas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,85	2.676	1.069	1.374
36	2k	HR bas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,75	2.958	1.061	1.898
37	2k	HR bas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,81	3.084	1.217	1.632
38	V	HR bas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,77	3.536	1.297	2.179
39	V	HR bas	4/5/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,82	3.630	1.447	1.874
41	Ap	HR kwal	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,67	1.680	562	1.203
42	Ap	HR kwal	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,78	1.920	759	1.012
43	Ga	HR kwal	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,69	1.456	508	980
44	Ga	HR kwal	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,82	1.668	676	827
45	TW	HR kwal	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,67	1.989	697	1.328
46	TW	HR kwal	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,77	2.176	869	1.118
47	HW	HR kwal	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,72	2.309	875	1.336
48	HW	HR kwal	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,8	2.517	1.058	1.126
49	2k	HR kwal	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,71	2.749	1.044	1.582
50	2k	HR kwal	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,78	2.966	1.246	1.331
51	V	HR kwal	4/5/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,73	3.296	1.278	1.815
52	V	HR kwal	4/5/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,78	3.411	1.435	1.525
54	Ap	HR iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,66	1.654	548	1.202
55	Ap	HR iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,77	1.892	743	1.011
56	Ga	HR iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,68	1.429	493	980
57	Ga	HR iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,81	1.637	659	826
58	TW	HR iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,66	1.942	671	1.327
59	TW	HR iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,75	2.117	836	1.116
60	HW	HR iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,69	2.218	824	1.334
61	HW	HR iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,77	2.412	1.000	1.124
62	2k	HR iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,68	2.640	984	1.579
63	2k	HR iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,75	2.847	1.180	1.328
64	V	HR iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,7	3.150	1.197	1.811
65	V	HR iso	5/7/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,75	3.256	1.349	1.521
67	Ap	HR i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,60	1.520	473	1.202
68	Ap	HR i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,72	1.758	668	1.011
69	Ga	HR i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,63	1.321	432	980
70	Ga	HR i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,75	1.529	598	826
71	TW	HR i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,60	1.767	572	1.327
72	TW	HR i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,69	1.942	738	1.116
73	HW	HR i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,63	2.043	725	1.334

ID DGMR	woning type	omschrijving pakket	iso g/d/bg (m2.K/W))	zb (m2)	Uwaarde raam/deur	afgifte systeem	ventilatie type	EPC (-)	CO2 (kg)	gas (m3)	el (kWh)
74	HW	HR i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,72	2.237	902	1.124
75	2k	HR i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,62	2.439	870	1.579
76	2k	HR i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,7	2.645	1.066	1.328
77	V	HR i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,65	2.919	1.067	1.811
78	V	HR i-dwtw	5/7/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,7	3.025	1.219	1.521
79	2k	mWKK i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	0	bal	0,63	2.424	928	1.312
80	Ap	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	bal	0,56	1.418	416	1.202
81	Ap	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,72	1.758	668	1.011
82	Ga	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	bal	0,58	1.228	379	980
83	Ga	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	rad	zr	0,75	1.529	598	826
84	TW	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	bal	0,51	1.517	432	1.327
85	TW	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,69	1.942	738	1.116
86	HW	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	bal	0,55	1.793	585	1.334
87	HW	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	zr	0,72	2.237	902	1.124
88	2k	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	bal	0,56	2.183	726	1.579
89	2k	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,7	2.645	1.066	1.328
90	V	HR i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	0	bal	0,59	2.647	914	1.811
91	V	HR i-dw-zb	5/7/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,7	3.025	1.219	1.521
93	Ap	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	bal	0,52	1.327	365	1.200
94	Ap	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,67	1.659	613	1.009
95	Ga	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	bal	0,53	1.146	334	978
96	Ga	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	rad	zr	0,7	1.443	550	824
97	TW	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	bal	0,47	1.434	386	1.325
98	TW	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	zr	0,64	1.856	690	1.114
99	HW	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	bal	0,52	1.705	536	1.332
100	HW	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	zr	0,68	2.149	853	1.121
101	2k	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	bal	0,51	2.039	646	1.576
102	2k	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,65	2.508	990	1.325
103	V	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	0	bal	0,55	2.516	841	1.808
104	V	HR i-dw-zb-u	5/7/3,5	5,8	1,3/1,2	vv	zr	0,66	2.903	1.151	1.518
106	Ap	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,51	1.308	354	1.200
107	Ap	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,66	1.641	603	1.009
108	Ga	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,52	1.125	322	977
109	Ga	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,69	1.409	531	823
110	TW	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,46	1.409	371	1.325
111	TW	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,62	1.790	653	1.113
112	HW	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,5	1.659	510	1.331
113	HW	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,65	2.061	804	1.119
114	2k	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,50	1.984	615	1.574
115	2k	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,65	2.474	971	1.325
116	V	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,53	2.439	798	1.806
117	V	HR i-dw-zb-u-It	5/7/3,5	5,8	1,3/1,2	vv	zr	0,65	2.861	1.128	1.518
119	Ap	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,42	1.056	354	754
120	Ap	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,58	1.389	603	563
121	Ga	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,42	872	322	531
122	Ga	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,58	1.157	531	377
123	TW	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,39	1.157	371	879
124	TW	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,55	1.537	653	667
125	HW	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,44	1.407	510	885
126	HW	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,59	1.809	804	673
127	2k	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,44	1.731	615	1.128
128	2k	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,59	2.222	971	879
129	V	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,48	2.187	798	1.360
130	V	HR i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	5,8	1,3/1,2	vv	zr	0,60	2.609	1.128	1.072
131	V	mWKK i-dw-zb-u-It-PV	5/7/3,5	5,8	1,3/1,2	vv	zr	0,61	2.622	1.261	562
28	Ap	WPbas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,68	2.000	0	3.535
29	Ap	WPbas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,68	1.993	0	3.522
30	Ga	WPbas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,72	1.732	0	3.062
31	Ga	WPbas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,70	1.676	0	2.963
32	TW	WPbas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,70	2.416	0	4.269
33	TW	WPbas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,66	2.257	0	3.989
34	HW	WPbas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,70	2.635	0	4.657
35	HW	WPbas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,67	2.491	0	4.402
36	2k	WPbas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,70	3.149	0	5.566
37	2k	WPbas	4/5/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,67	2.987	0	5.279
38	V	WPbas	4/5/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,69	3.679	0	6.502
39	V	WPbas	4/5/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,65	3.400	0	6.009

ID DGMR	woning type	omschrijving pakket	iso g/d/bg (m2.K/W)	zb (m2)	Uwaarde raam/deur	afgifte systeem	ventilatie type	EPC (-)	CO2 (kg)	gas (m3)	el (kWh)
54	Ap	WP iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,68	1.983	0	3.504
55	Ap	WP iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,68	1.972	0	3.486
56	Ga	WP iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,71	1.711	0	3.023
57	Ga	WP iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,69	1.655	0	2.925
58	TW	WP iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,69	2.384	0	4.213
59	TW	WP iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,65	2.217	0	3.918
60	HW	WP iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,68	2.572	0	4.546
61	HW	WP iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,65	2.419	0	4.275
62	2k	WP iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,68	3.075	0	5.435
63	2k	WP iso	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,66	2.955	0	5.222
64	V	WP iso	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,67	3.579	0	6.326
65	V	WP iso	5/7/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,63	3.288	0	5.811
67	Ap	WP i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,61	1.766	0	3.121
68	Ap	WP i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,61	1.780	0	3.145
69	Ga	WP i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,64	1.536	0	2.714
70	Ga	WP i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,63	1.497	0	2.646
71	TW	WP i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,61	2.091	0	3.695
72	TW	WP i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,57	1.924	0	3.400
73	HW	WP i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,61	2.279	0	4.028
74	HW	WP i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,57	2.126	0	3.757
75	2k	WP i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,61	2.727	0	4.819
76	2k	WP i-dwtw	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,59	2.607	0	4.607
77	V	WP i-dwtw	5/7/3,5	0	1,7/2,0	vv	bal	0,60	3.179	0	5.619
78	V	WP i-dwtw	5/7/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,55	2.888	0	5.104
80	Ap	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	bal	0,53	1.554	0	2.747
81	Ap	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,61	1.780	0	3.145
82	Ga	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	bal	0,56	1.354	0	2.393
83	Ga	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,63	1.497	0	2.646
84	TW	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	bal	0,49	1.673	0	2.956
85	TW	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,57	1.924	0	3.400
86	HW	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	bal	0,50	1.861	0	3.290
87	HW	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,57	2.126	0	3.757
88	2k	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	bal	0,51	2.283	0	4.034
89	2k	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	zr	0,59	2.607	0	4.607
90	V	WP i-dw-zb	5/7/3,5	2,8	1,7/2,0	vv	bal	0,51	2.709	0	4.789
91	V	WP i-dw-zb	5/7/3,5	5,8	1,7/2,0	vv	zr	0,55	2.888	0	5.104
93	Ap	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,51	1.490	0	2.633
94	Ap	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,59	1.706	0	3.016
95	Ga	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,53	1.271	0	2.247
96	Ga	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,59	1.420	0	2.510
97	TW	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,47	1.616	0	2.856
98	TW	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,55	1.865	0	3.296
99	HW	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,48	1.801	0	3.183
100	HW	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,55	2.066	0	3.651
101	2k	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,49	2.184	0	3.860
102	2k	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,56	2.507	0	4.431
103	V	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,49	2.619	0	4.630
104	V	WP i-dw-zb-u	5/7/3,5	5,8	1,3/1,2	vv	zr	0,53	2.800	0	4.949
119	Ap	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,43	1.238	0	2.187
120	Ap	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,50	1.454	0	2.570
121	Ga	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,42	1.019	0	1.801
122	Ga	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,49	1.168	0	2.064
123	TW	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,40	1.364	0	2.411
124	TW	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,47	1.612	0	2.850
125	HW	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,41	1.549	0	2.737
126	HW	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,49	1.814	0	3.205
127	2k	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,43	1.932	0	3.414
128	2k	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	zr	0,51	2.255	0	3.985
129	V	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	2,8	1,3/1,2	vv	bal	0,45	2.367	0	4.184
130	V	WP i-dw-zb-u-PV	5/7/3,5	5,8	1,3/1,2	vv	zr	0,49	2.548	0	4.503

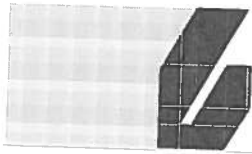
Kostenaspecten maatregelpakketten EPC 0.6

Rapportage Techniplan Adviseurs

LET OP: ten opzichte van de tabellen in het hoofdtekst van het rapport zijn de plus- en mintekens andersom weergegeven!

In deze bijlage:

-	rode opvulling	negatieve waarde	verhoging van de jaarlasten
+	groene opvulling	positieve waarde	verlaging van de jaarlasten



Project : **Aanscherpingstudie EPC woningbouw 2011**

Onderwerp : **Uitgangspunten kosten effectiviteitsbepaling**

1. **Inleiding**

In opdracht van de het ministerie van VROM en Senter Novem voeren DGMR en Techniplan Adviseurs een aanscherpingstudie uit voor de aanscherping van de EPC voor de woningbouw in 2011. De aanscherpingsmethodiek is vastgelegd in een rapport van DHV, d.d. 28 april 2009, in opdracht van SenterNovem. Deze methodiek bestaat uit een praktijktoets en een theoretische toets. DGMR is hierin penvoerder en verantwoordelijk voor de praktijktoets en het opstellen van maatregelenpakketten met bijbehorende consequenties op energieverbruik en comfort. Techniplan Adviseurs is ingeschakeld om de kosteneffectiviteit van de maatregelpakketten te bepalen.

De werkwijze is in hoofdlijnen als volgt: per woningtype is een aantal maatregelpakketten bepaald waarmee de EPC verlaagd wordt van 0,8 naar 0,6. Van elk maatregelpakket is berekend wat de invloed is op de woonlasten door te kijken naar de hypotheeklasten (waarin de meerinvestering is opgenomen), de onderhoudskosten en de energiekosten.

Deze nota geeft inzicht in de gehanteerde uitgangspunten bij het bepalen van de kosteneffectiviteit per maatregelpakket.

2. **Uitwerking kosteneffectiviteit**

2.1. **Bepaling investeringskosten maatregelen**

2.1.1. **Maatregelen**

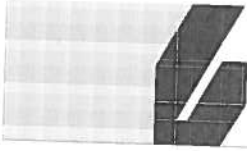
De te onderzoeken energiebesparende maatregelen en maatregelpakketten zijn aangeleverd door DGMR.

*Douchewaterwarmteterugwinning*

Afwijkend op de aangeleverde pakketten worden voor de gestapelde bouw worden horizontale douchewarmtewisselaars gehanteerd als uitgangspunt, aangezien verticale warmtewisselaars niet mogelijk zijn bij eenlaags appartementen. Voor de grondgebonden woningbouw worden verticale douchewarmtewisselaars gehanteerd.

initialen + paraaf

--	--



*CW-waarden*

Uitgangspunt voor de aangeleverde pakketten voor de dimensionering van de warmteopwekkers is een CW-waarde van 5 of hoger voor vrijstaande woningen en 4 voor alle andere woningtypes.

2.1.2. Investeringskostenbepaling

De kosten per maatregel zijn bepaald aan de hand van meerdere referenties. Deze referenties zijn offertes van diverse leveranciers en de EPA-kostenkennallen, zoals deze te vinden zijn op de website van SenterNovem. Voor iedere maatregel zijn tenminste twee referenties geraadpleegd.

2.2. **Bepaling jaarlijkse woonlasten**

De woonlasten bestaan uit drie delen:

- Hypotheeklasten
- Energiekosten
- Onderhoudskosten

De maatregelpakketten zullen een verhoging van hypotheek- en onderhoudskosten tot gevolg hebben, maar daar staat een verlaging van de energiekosten tegenover.

Onderstaand wordt per onderdeel de berekening en resultaten toegelicht.

2.2.1. Hypotheeklasten ten gevolge van meerinvestering

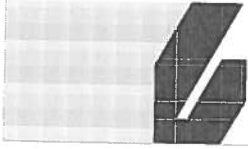
Om de kosten van de meerinvesteringen ten gevolge van de energiebesparende maatregelen te kunnen vergelijken met de opbrengsten ten gevolge van de besparingen op energie, worden de meerinvesteringen omgerekend naar jaarlijkse woonlasten. Deze omrekening is gebaseerd op een hypotheeklastberekening voor een spaarhypotheek met een looptijd van 30 jaar.

In deze berekening zijn een tweetal uitgangspunten gevarieerd, te weten:

- rentepercentage hypotheek: 4%, 6%, 8%;
- grondquote: 0%, 30%;

De meerinvestering bij oplevering is meegenomen in de hypotheeklastenbepaling en zorgt dus voor een verhoging van het hypotheekbedrag. Er is hierin geen rekening gehouden met eventuele herinvesteringen of restwaarde van maatregelen die een kortere of juist langere levensduur hebben dan de looptijd van de hypotheek (30 jaar). Om de invloed van deze aannamen te kunnen bepalen, is in de bijlage een variant toegevoegd waarin wel rekening wordt gehouden met herinvesteringen na 15 jaar.





DGA-102X1-E-RY001D

30 oktober 2009

blad 3 van 7

Tabel 1 Cashflow hypotheeklasten ten opzichte van de referentiewoning [Euro/woning/jaar]<sup>1</sup>

		Appar- tement	Galerij	Tussen- woning	Hoek- woning	2-onder-1- kap	Vrij- staand
HR-ketel	Balans	-141	-199	-230	-315	-372	-625
HR-ketel	ZR	-251	-250	-387	-534	-643	-732
Warmtepomp	Balans	-560	-537	-658	-743	-957	-1.068
Warmtepomp	ZR	-514	-562	-658	-654	-874	-953
WKK	Balans					-445	
WKK	ZR						-816

De grondquote verhoogt de hypotheeklasten met 43%. Uitgedrukt in Euro's per jaar komt dit neer op een lastenverzwaring van circa 50 tot ruim 500 Euro per jaar.

### 2.2.2. Energiekosten

Voor de bepaling van de baten zijn de energietarieven weergegeven in Tabel 2 als uitgangspunt gehanteerd. De energietarieven zijn gebaseerd op een gemiddeld tarief voor drie grote energieproducenten (Eneco, Nuon en Essent). Het vastrecht blijft ongewijzigd en is derhalve buiten beschouwing gelaten.

Tabel 2, Energietarieven

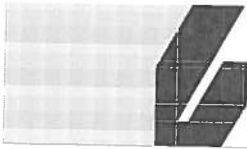
	Prijspeil 1 januari 2009
Tarief gas	0,699 €/m <sup>3</sup>
Tarief elektriciteit	0,246 €/kWh

In het bepalen van de woonlasten is eveneens het effect van een prijsstijging in de energie doorgerekend door drie varianten te bepalen, te weten:

- prijsstijging energietarieven (over 30 jaar): 0%, 2%, 5%.

---

<sup>1</sup> Negatief getal betekent hogere uitgaven, dus hogere hypotheeklasten



DGA-102X1-E-RY001D

30 oktober 2009

blad 4 van 7

**Tabel 3 Besparing energiekosten ten opzichte van referentiewoning bij een jaarlijkse energieprijstijging van 5% [Euro/woning/jaar]<sup>2</sup>**

		Appar- tement	Galerij	Tussen- woning	Hoek- woning	2-onder-1- kap	Vrij- staand
HR-ketel	Balans	396	375	414	417	557	891
HR-ketel	ZR	558	461	444	678	771	844
Warmtepomp	Balans	102	204	35	93	164	272
Warmtepomp	ZR	114	142	224	269	276	421
WKK	Balans					609	
WKK	ZR						912

Bovenstaande jaarlijkse energiebesparingen zijn gemiddelde jaarlijkse kosten en gaan uit van een jaarlijkse kostenstijging voor energie van 5% per jaar. Wanneer we uitgaan van een jaarlijkse kostenstijging van 2% per jaar, zullen de gemiddelde jaarlijkse besparingen circa 38% lager uitvallen.

### 2.2.3. Onderhoudskosten

De onderhoudskosten zijn bepaald met behulp van een percentage over de meerinvestering. Het gehanteerde onderhoudspercentage is 5% voor installatiemaatregelen en 0% voor overige maatregelen.

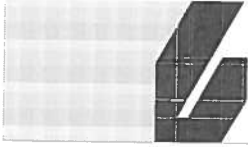
De onderhoudskosten blijven constant gedurende de looptijd, het onderhoudspercentage is over de investeringskosten prijspeil 1 januari 2009 berekend.

**Tabel 4 Cashflow onderhoudskosten ten opzichte referentiewoning [Euro/woning/jaar]<sup>3</sup>**

		Appar- tement	Galerij	Tussen- woning	Hoek- woning	2-onder-1- kap	Vrij- staand
HR-ketel	Balans	-42	-116	-20	-20	-20	-185
HR-ketel	ZR	-58	-62	-51	-205	-187	-189
Warmtepomp	Balans	-483	-471	-470	-470	-636	-652
Warmtepomp	ZR	-465	-391	-470	-470	-612	-624
WKK	Balans					-96	
WKK	ZR						-277

<sup>2</sup> Positief getal betekent positieve cashflow, dus besparing op de energiekosten

<sup>3</sup> Negatief getal betekent hogere uitgaven, dus meerkosten voor onderhoud



#### 2.2.4. Resulterende jaarlijkse woonlasten

Rekening houdende met de drie uitgangspunten die worden gevarieerd (hypotheekrente, grondquote en prijsstijging energie), zijn er per maatregelpakket 18 varianten doorgerekend voor de woonlasten. In de bijlage worden deze per woningtype weergegeven, uitgesplitst in woonlasten in het eerste jaar en gemiddeld over een periode van 30 jaar.

Onderstaand een samenvatting van de resultaten, uitgaande van een hypotheekrente van 6%, een grondquote van 0% en prijsstijging van de energietarieven van 5% per jaar.

Tabel 5 Vermindering woonlast ten opzichte van referentiewoning [Euro/woning/jaar]<sup>4</sup>

		Apparte- ment	Galerij	Tussen- woning	Hoek- woning	2-onder-1- kap	Vrijstaand
HR-ketel	Balans	213	60	165	82	165	81
HR-ketel	ZR	249	148	6	-61	-59	-77
Warmtepomp	Balans	-941	-804	-1.093	-1.120	-1.429	-1.448
Warmtepomp	ZR	-865	-811	-904	-854	-1.210	-1.155
WKK	Balans					67	
WKK	ZR						-182

Uit de bepaling van de jaarlijkse woonlasten, zijn de volgende algemene conclusies te trekken:

- Toepassen van een individuele warmtepomp voor woningen heeft een negatieve invloed op de woonlasten van de bewoner. Hierbij dient wel de kanttekening te worden gemaakt dat bij grootschaliger projecten toepassing van een collectieve warmtepomp mogelijk is met een veel lagere investering per woning. Daarbij komt dat door de toepassing van een elektrische warmtepomp het luxe niveau in de woning toeneemt. De warmtepomp maakt het mogelijk om naast verwarming ook koeling te leveren in de woning.
- Woningen met zelf regelende roosters kennen een hogere energievraag in de EPC-berekening, waardoor de meest kosteneffectieve energiebesparende maatregelen al in de basis worden toegepast, zodat voor de aanscherping naar 0,6 alleen nog de duurdere maatregelen 'over' zijn. In de varianten met HR-ketel is dit goed te zien. In de warmtepompvarianten bestaat voor zowel de balans- als de ZR-woningen het maatregelpakket uit een warmtepomp en verhoogde isolatie, zodat de kosteneffectiviteit redelijk gelijk is. In de praktijk worden zelfregelende roosters vaak toegepast met een tijd- of CO<sub>2</sub>-gestuurde regeling (met afzonderlijke herberekening in de EPC). Daarmee is tegen vrij lage meerkosten een behoorlijke besparing mogelijk.

<sup>4</sup> Negatief getal betekent een verhoging van de uitgaven en dus een verhoging van de woonlast.



### 2.2.5. Resultierende jaarlijkse woonlasten vakantiewoning

Op dezelfde wijze als bij de overige woningen zijn ook voor de vakantiewoning twee maatregelpakketten doorgerekend, één met zelfregelende roosters en één met mechanisch gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning. Aangezien de EPC-eis voor de vakantiewoning minder streng is, zijn er in de referentiewoning vrijwel geen energiebesparende maatregelen toegepast en bestaat het ventilatiesysteem uit natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.

De resultaten van deze woonlastenbepaling zijn als volgt (uitgaande van een hypotheekrente van 6%, grondquote van 0% en een jaarlijkse stijging van de energiekosten van 5%):

**Tabel 6 Vermindering woonlast vakantiewoning ten opzichte van referentie [Euro/woning/jaar]**

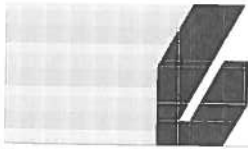
	Vakantiewoning
Maatregelpakket balansventilatie	450
Maatregelpakket zelfregelende roosters	176

Het maatregelpakket balansventilatie bestaat uit het toepassen van balansventilatie en verbetering van de isolatiewaarde van de schil. Dit pakket levert een grote energiebesparing op.

Het maatregelpakket met de zelfregelende roosters bestaat uit zelfregelende roosters, verbetering van de isolatiewaarde van de schil en toepassing van een zonnecollector. De collector is een vrij dure investering, waardoor de jaarlasten stijgen. Een mogelijk alternatief zou het toepassen van douchewater-warmteterugwinning zijn, we verwachten dat de jaarlasten daardoor zullen verbeteren.

### 2.3. **Varianten: warmtepomp met buitenlucht als bron**

In de huidige concepten is uitgegaan van een warmtepomp met een gesloten bodemcollector. Het is ook mogelijk om de warmtepomp aan te sluiten op buitenlucht. Het temperatuurniveau van de buitenlucht varieert veel meer dan die van de bodem, zodat de warmtepomp bij extremere temperaturen toch voldoende vermogen moet blijven leveren. De meerkosten voor een dergelijke warmtepomp bedragen ten opzichte van een warmtepomp met bodemcollector circa € 2.200 tot € 5.000 afhankelijk van het benodigde vermogen.



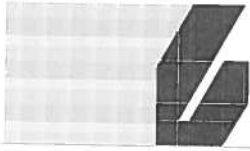
DGA-102X1-E-RY001D

30 oktober 2009

blad 7 van 7

**Bijlagen**

- Bijlage 1            Investeringskosten per woning en maatregelen
- Bijlage 2            Vermindering jaarlasten per maatregelpakket, onderverdeeld in:
- Totale jaarlasten
- Hypotheeklasten
- Energiekosten
- Onderhoudskosten
- Bijlage 3            Variantberekening met herinvestering na 15 jaar



**Bijlage 1**

Investeringskosten per woning en maatregelen



**Project : Kostencalculatie Energiebesparende maatregelen**  
**Onderwerp : Prijs per Woning (oppervlakte, luchtdebiet, vermogen)**  
**per energiebesparende maatregel**

Bouwkundig	Woningen					Vakantiewoning	Appartementen complex	Vakantiewoning	Bron 1	Bron 2	Berekeningwijze		
	Tussenwoning	Hoekwoning	Twee onder een kapwoning	Vrijstaande woning	garfcomplex								
Isolatie	Gevel	m2 gevel	gevelopp	Isolatie gevel Rc=2,5	2.604	7.637	8.869	13.216	84.315	52.108	7.602	TPA-kentallen	Berekening uitgevoerd door middel van interpolatie/extrapolatie
		m2 gevel	gevelopp	Isolatie gevel Rc=3,0	2.790	8.183	9.503	14.160	90.338	55.830	8.145	TPA-kentallen	
		m2 gevel	gevelopp	Isolatie gevel Rc=3,5	2.976	8.728	10.136	15.104	96.360	59.552	8.688	TPA-kentallen	
		m2 gevel	gevelopp	Isolatie gevel Rc=4,0	3.162	9.274	10.770	16.048	102.383	63.274	9.231	TPA-kentallen	
		m2 gevel	gevelopp	Isolatie gevel Rc=5,0	3.720	10.910	12.670	18.880	120.450	74.440	10.660	TPA-kentallen	
		m2 gevel	gevelopp	Isolatie gevel Rc=6,0	4.278	12.547	14.571	21.712	138.518	85.606	12.489	TPA-kentallen	
		m2 dak	dakopp	Isolatie dak Rc=2,5	2.128	2.128	2.587	2.874	22.883	23.377	2.853	ISO-techniek	Berekening uitgevoerd door interpolatie/extrapolatie
		m2 dak	dakopp	Isolatie dak Rc=3,5	3.040	3.040	3.695	4.105	32.690	33.395	4.075	ISO-techniek	
		m2 dak	dakopp	Isolatie dak Rc=4,0	3.466	3.466	4.212	4.660	37.267	38.070	4.646	ISO-techniek	
		m2 dak	dakopp	Isolatie dak Rc=5,0	4.256	4.256	5.173	5.747	45.766	46.753	5.705	ISO-techniek	
Vloer	m2 dak	dakopp	Isolatie dak Rc=7,0	6.892	6.892	8.499	9.442	75.187	76.809	9.373	ISO-techniek		
	m2 dak	dakopp	Isolatie dak Rc=10,0	9.120	9.120	11.085	12.315	98.070	100.185	12.225	ISO-techniek		
	m2 vloer	vloer opp	Isolatie vloer Rc=2,5	1.386	1.386	1.713	1.866	19.566	20.142	1.866	TPA-kentallen	Berekening uitgevoerd door middel van interpolatie/extrapolatie	
	m2 vloer	vloer opp	Isolatie vloer Rc=3,0	1.617	1.617	1.999	2.177	22.827	23.499	2.177	TPA-kentallen		
Deur	m2 vloer	vloer opp	Isolatie vloer Rc=3,5	1.756	1.756	2.170	2.364	24.784	25.513	2.364	TPA-kentallen		
	m2 vloer	vloer opp	Isolatie vloer Rc=4,0	1.940	1.940	2.398	2.612	27.392	28.199	2.612	TPA-kentallen		
	m2 deur	Deuropp	Isolatie deur U=1,2	1.140	1.140	2.755	1.140	66.833	21.375	1.663	TPA-kentallen		
	m2 deur	Deuropp	Isolatie deur U=2,0	360	360	870	360	21.105	6.750	525	TPA-kentallen	Berekening uitgevoerd door harde waarde en interpolatie/extrapolatie	
Ramen	m2 deur	Deuropp	Isolatie deur U=2,5	360	360	870	360	21.105	6.750	525	TPA-kentallen		
	m2 deur	Deuropp	Isolatie deur U=3,5	288	288	696	288	16.884	5.400	420	TPA-kentallen		
Glas	m2 raam	Drevoordige beglazing	Isolatie ramen U=1,3	2.759	2.886	2.519	4.742	74.704	80.712	3.032	EVM	Harde waarde	
	m2 raam	Vaste zonwering	Isolatie ramen U=1,7	647	889	774	1.456	22.936	24.780	931	Saint Gobain	Harde waarde	
Installatie	Appartementen	stuk	per woning	Horizontale WTW	-	391	391	-	30.357	22.768	-	Bron 2	Berekeningwijze
	Grondgebonden	stuk	per woning	Verticale WTW	391	391	391	391	3.087	3.087	391	Bries	Middeling
	PV panelen	m3/h	Elektriteit	Wp=600	3.087	3.087	3.087	3.087	3.087	3.087	3.087	Bries	Middeling
	Ventilatie	m3/h		Balansventilatie	4.237	4.237	5.034	5.778	111.365	103.438	3.687	Zon & co	Middeling
		m3/h		Zelfregelende roosters	2.723	2.723	3.235	3.713	71.961	66.468	2.369	Stork	Middeling
	CV-ketel	kwth	verw vermogen	Vraaggestuurde roosters	5.171	5.171	6.144	7.052	135.924	126.249	4.500	Stork	Middeling
	Afgrite	kwth	verw vermogen	HR-107 gasketel (CW-4)	2.246	2.246	2.669	3.063	59.037	54.836	1.951	Duco	Middeling
	Laag Temp. Radiatoren	kwth		HR-107 gasketel (CW-5/6)	186	186	222	254	4.901	4.552	162	Neft	Middeling
	Laag Temp. Systeem	kwth		LTPad (meerkosten tov HT)	622	622	739	848	16.337	15.174	540	Neft	Middeling
	Warmtepomp	kwth	P wp	LTV (meerkosten tov HT)	10.635	10.635	14.253	14.860	298.595	277.920	9.240	Jaga	Middeling
		kwth	P bron	Individuele WP-icm bodemcollectoren	14.405	14.405	20.514	19.643	378.644	351.700	12.516	Technico	Middeling
	Zonnepanelen	kwth	P wp warm	COP= 3,1	14.405	14.405	20.514	19.643	378.644	351.700	12.516	Siebel Eltron	Middeling
	Zonnepanelen	kwth	P bron	Warmtepomp + buitenlucht	3.304	3.304	3.304	3.304	6.844	52.864	3.304	HR-Solar	Middeling
	Micro WKK	kwth	Tapwatervermogen	Zonnepanelen voor ww	3.304	3.304	4.208	4.829	39.648	39.648	3.304	HR-Solar	Middeling
		kwth	verw vermogen	Micro WKK	3.304	3.304	4.208	4.829	39.648	39.648	3.304	EPA-kentallen	Middeling

De investeringskosten zijn opgevoerd bij aangegeven bronnen vervolgens gemiddeld en daarna zo nodig geïnterpoled/geëxtrapoleerd.  
 Deze prijzen zijn tengebreake toe een waarde per grootheid (bijvoorbeeld m2 geveloppervlakte).  
 Deze specifieke prijs per grootheid is vertaald naar een prijs per woningtype (welke in de tabel is weergegeven).

Verklaring afkortingen:  
 Ag = gebruiksoppervlakte in m2  
 m3/h = ventilatiebelasting in m3/h  
 kwth = verwarmingsvermogen in kW  
 x = al aanwezig in referentie situatie



## Bijlage 2

Vermindering jaarlasten per maatregelpakket, onderverdeeld in:

Totale jaarlasten

Hypotheeklasten

Energiekosten

Onderhoudskosten



**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op jaarlasten**

**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning**  
 (Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Ap		Ap		Ap		Ga		Ga		Ga	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)
4%	0%	0%	27	-7	-918	-855	-107	-57	-837	-808	-107	-57	-837	-808
4%	30%	0%	-26	-100	-1.125	-1.045	-181	-150	-1.036	-1.017	-181	-150	-1.036	-1.017
4%	0%	2%	82	72	-904	-839	-54	8	-808	-788	-54	8	-808	-788
4%	30%	2%	30	-21	-1.111	-1.029	-128	-85	-1.007	-997	-128	-85	-1.007	-997
4%	0%	5%	232	283	-865	-796	87	182	-731	-735	87	182	-731	-735
4%	30%	5%	180	190	-1.073	-986	13	89	-930	-943	13	89	-930	-943
6%	0%	0%	8	-41	-994	-924	-134	-91	-910	-884	-134	-91	-910	-884
6%	30%	0%	-53	-148	-1.234	-1.144	-220	-198	-1.140	-1.125	-220	-198	-1.140	-1.125
6%	0%	2%	63	38	-979	-908	-81	-26	-881	-864	-81	-26	-881	-864
6%	30%	2%	3	-70	-1.219	-1.128	-167	-133	-1.111	-1.105	-167	-133	-1.111	-1.105
6%	0%	5%	213	249	-941	-865	60	148	-804	-811	60	148	-804	-811
6%	30%	5%	152	141	-1.181	-1.085	-25	41	-1.034	-1.052	-25	41	-1.034	-1.052
8%	0%	0%	-16	-82	-1.086	-1.008	-167	-132	-998	-977	-167	-132	-998	-977
8%	30%	0%	-86	-207	-1.365	-1.265	-266	-257	-1.265	-1.257	-266	-257	-1.265	-1.257
8%	0%	2%	40	-3	-1.071	-992	-114	-67	-969	-957	-114	-67	-969	-957
8%	30%	2%	-30	-128	-1.350	-1.249	-213	-192	-1.237	-1.237	-213	-192	-1.237	-1.237
8%	0%	5%	190	207	-1.033	-950	28	107	-892	-903	28	107	-892	-903
8%	30%	5%	119	82	-1.312	-1.206	-72	-18	-1.160	-1.183	-72	-18	-1.160	-1.183

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
Ap	Appartementen
Ga	Gallerijwoningen
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op jaarlasten**

**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning**  
 (Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	TW		TW		TW		HW		HW		HW					
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)				
4%	0%	0%	-19	-172	-1.022	-931	-92	-341	-1.068	-906	-104	-315	-1.266	-1.175	-208	-539	-1.343	-1.148
4%	30%	0%	39	-109	-1.017	-899	-33	-245	-1.055	-868	46	-253	-1.261	-1.143	-150	-443	-1.330	-1.110
4%	0%	5%	196	59	-1.004	-815	124	11	-1.020	-766	111	-85	-1.247	-1.059	8	-187	-1.295	-1.008
4%	30%	5%	111	-85	-1.247	-1.059	8	-187	-1.295	-1.008	-50	-224	-1.111	-1.020	-134	-413	-1.168	-994
6%	0%	0%	-50	-224	-1.111	-1.020	-134	-413	-1.168	-994	-149	-390	-1.393	-1.302	-269	-642	-1.487	-1.274
6%	30%	0%	-149	-390	-1.393	-1.302	-269	-642	-1.487	-1.274	8	-161	-1.106	-988	-76	-317	-1.155	-956
6%	0%	2%	8	-161	-1.106	-988	-76	-317	-1.155	-956	-90	-327	-1.388	-1.270	-211	-546	-1.474	-1.236
6%	30%	2%	-90	-327	-1.388	-1.270	-211	-546	-1.474	-1.236	165	6	-1.093	-904	82	-61	-1.120	-854
6%	0%	5%	165	6	-1.093	-904	82	-61	-1.120	-854	66	-160	-1.375	-1.186	-53	-290	-1.439	-1.135
6%	30%	5%	66	-160	-1.375	-1.186	-53	-290	-1.439	-1.135	-88	-288	-1.219	-1.128	-186	-501	-1.290	-1.101
8%	0%	0%	-88	-288	-1.219	-1.128	-186	-501	-1.290	-1.101	-203	-481	-1.547	-1.456	-343	-767	-1.661	-1.427
8%	30%	0%	-203	-481	-1.547	-1.456	-343	-767	-1.661	-1.427	-29	-225	-1.214	-1.096	-127	-405	-1.277	-1.063
8%	0%	2%	-29	-225	-1.214	-1.096	-127	-405	-1.277	-1.063	-144	-418	-1.542	-1.424	-284	-671	-1.648	-1.389
8%	30%	2%	-144	-418	-1.542	-1.424	-284	-671	-1.648	-1.389	127	-57	-1.201	-1.012	30	-149	-1.242	-962
8%	0%	5%	127	-57	-1.201	-1.012	30	-149	-1.242	-962	12	-250	-1.529	-1.340	-127	-416	-1.613	-1.288
8%	30%	5%	12	-250	-1.529	-1.340	-127	-416	-1.613	-1.288								

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
TW	Tussenwoning
HW	Hoekwoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op jaarlasten**
**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijstijging	2k			2k			2k			V		
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (wkk)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)
4%	0%	0%	-74	-372	-1.384	-1.235	-188	-297	-416	-1.445	-1.245	-544		
4%	30%	0%	-211	-610	-1.739	-1.559	-353	-528	-687	-1.841	-1.598	-846		
4%	0%	2%	5	-263	-1.361	-1.196	-103	-171	-297	-1.406	-1.186	-415		
4%	30%	2%	-133	-501	-1.716	-1.520	-268	-403	-568	-1.802	-1.539	-718		
4%	0%	5%	215	28	-1.299	-1.092	127	165	22	-1.304	-1.027	-71		
4%	30%	5%	77	-210	-1.654	-1.415	-38	-66	-249	-1.700	-1.380	-374		
6%	0%	0%	-124	-459	-1.514	-1.353	-249	-381	-515	-1.589	-1.374	-654		
6%	30%	0%	-283	-734	-1.924	-1.727	-440	-649	-829	-2.047	-1.782	-1.004		
6%	0%	2%	-45	-350	-1.490	-1.314	-163	-255	-396	-1.551	-1.315	-526		
6%	30%	2%	-205	-626	-1.901	-1.689	-354	-523	-710	-2.009	-1.723	-876		
6%	0%	5%	165	-59	-1.429	-1.210	67	81	-77	-1.448	-1.155	-182		
6%	30%	5%	5	-334	-1.839	-1.584	-124	-187	-391	-1.906	-1.564	-531		
8%	0%	0%	-185	-564	-1.670	-1.496	-322	-484	-635	-1.764	-1.530	-788		
8%	30%	0%	-371	-885	-2.148	-1.932	-544	-796	-1.000	-2.297	-2.005	-1.195		
8%	0%	2%	-106	-455	-1.647	-1.457	-236	-358	-516	-1.726	-1.471	-660		
8%	30%	2%	-292	-776	-2.125	-1.893	-458	-670	-881	-2.259	-1.946	-1.067		
8%	0%	5%	104	-164	-1.585	-1.353	-6	-22	-197	-1.623	-1.312	-315		
8%	30%	5%	-82	-485	-2.063	-1.789	-228	-333	-562	-2.156	-1.787	-723		

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
2k	2 onder 1 kap woning
V	Vrijstaande woning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp
(wkk)	Micro-Warmtekracht koppeling

**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning**  
(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Vak		ZR (HR)	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (HR)	ZR (HR)
4%	0%	0%	49	-111		
4%	30%	0%	-76	-215		
4%	0%	2%	171	-23		
4%	30%	2%	45	-126		
4%	0%	5%	496	214		
4%	30%	5%	371	111		
6%	0%	0%	3	-149		
6%	30%	0%	-141	-268		
6%	0%	2%	125	-61		
6%	30%	2%	-20	-180		
6%	0%	5%	450	176		
6%	30%	5%	305	57		
8%	0%	0%	-52	-195		
8%	30%	0%	-221	-334		
8%	0%	2%	69	-106		
8%	30%	2%	-99	-245		
8%	0%	5%	395	131		
8%	30%	5%	226	-8		

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
Vak	Vakantiewoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op hypotheeklasten**
**Vermindering hypotheeklasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaartlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Ap			Ga			Bal			Ga			Zr			Ga																
			Bal (HR)	ZR (HR)	Ap (WP)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Ap (WP)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Ap (WP)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Ap (WP)	Bal (WP)	ZR (WP)												
4%	0%	0%	-122	-217	-484	-444	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486
4%	30%	0%	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694
4%	0%	2%	-122	-217	-484	-444	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486
4%	30%	2%	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694
4%	0%	5%	-122	-217	-484	-444	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486
4%	30%	5%	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694	-172	-216	-464	-486	-174	-310	-691	-635	-246	-309	-663	-694
6%	0%	0%	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562
6%	30%	0%	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803
6%	0%	2%	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562
6%	30%	2%	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803
6%	0%	5%	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562	-141	-251	-560	-514	-199	-250	-537	-562
6%	30%	5%	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803	-201	-359	-799	-734	-285	-357	-767	-803
8%	0%	0%	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654
8%	30%	0%	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934
8%	0%	2%	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654
8%	30%	2%	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934
8%	0%	5%	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654	-164	-292	-651	-598	-232	-291	-625	-654
8%	30%	5%	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934	-234	-418	-930	-854	-331	-416	-892	-934

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
Ap	Appartementen
Ga	Gallerijwoningen
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op hypotheeklasten**
**Vermindering hypotheeklasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijstijging	TW		TW		TW		HW		HW		HW	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)
4%	0%	0%	-199	-335	-569	-569	-569	-273	-642	-642	-565	-565	-642	-565
4%	30%	0%	-284	-478	-812	-812	-812	-389	-660	-918	-807	-807	-918	-807
4%	0%	2%	-199	-335	-569	-569	-569	-273	-642	-642	-565	-565	-642	-565
4%	30%	2%	-284	-478	-812	-812	-812	-389	-660	-918	-807	-807	-918	-807
4%	0%	5%	-199	-335	-569	-569	-569	-273	-642	-642	-565	-565	-642	-565
4%	30%	5%	-284	-478	-812	-812	-812	-389	-660	-918	-807	-807	-918	-807
6%	0%	0%	-230	-387	-658	-658	-658	-315	-534	-743	-654	-654	-743	-654
6%	30%	0%	-329	-553	-939	-939	-939	-450	-763	-1.061	-934	-934	-1.061	-934
6%	0%	2%	-230	-387	-658	-658	-658	-315	-534	-743	-654	-654	-743	-654
6%	30%	2%	-329	-553	-939	-939	-939	-450	-763	-1.061	-934	-934	-1.061	-934
6%	0%	5%	-230	-387	-658	-658	-658	-315	-534	-743	-654	-654	-743	-654
6%	30%	5%	-329	-553	-939	-939	-939	-450	-763	-1.061	-934	-934	-1.061	-934
8%	0%	0%	-268	-451	-765	-765	-765	-367	-622	-865	-761	-761	-865	-761
8%	30%	0%	-382	-644	-1.093	-1.093	-1.093	-524	-888	-1.235	-1.087	-1.087	-1.235	-1.087
8%	0%	2%	-268	-451	-765	-765	-765	-367	-622	-865	-761	-761	-865	-761
8%	30%	2%	-382	-644	-1.093	-1.093	-1.093	-524	-888	-1.235	-1.087	-1.087	-1.235	-1.087
8%	0%	5%	-268	-451	-765	-765	-765	-367	-622	-865	-761	-761	-865	-761
8%	30%	5%	-382	-644	-1.093	-1.093	-1.093	-524	-888	-1.235	-1.087	-1.087	-1.235	-1.087

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
TW	Tussenwoning
HW	Hoekwoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Vermindering hypotheeklasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijstijging	2k			2k			2k			V			V																	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (wkk)	ZR (WP)	Bal (wkk)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)							
4%	0%	0%	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706
4%	30%	0%	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706
4%	0%	2%	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706
4%	30%	2%	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706
4%	0%	5%	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706
4%	30%	5%	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-460	-794	-1.182	-1.080	-550	-772	-905	-1.320	-1.177	-1.008	-322	-556	-827	-756	-385	-541	-633	-924	-824	-706
6%	0%	0%	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816
6%	30%	0%	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166
6%	0%	2%	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816
6%	30%	2%	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166
6%	0%	5%	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816	-372	-643	-957	-874	-445	-625	-732	-1.068	-953	-816
6%	30%	5%	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166	-532	-919	-1.367	-1.249	-636	-893	-1.046	-1.526	-1.361	-1.166
8%	0%	0%	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950
8%	30%	0%	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357
8%	0%	2%	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950
8%	30%	2%	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357
8%	0%	5%	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950	-433	-749	-1.114	-1.017	-518	-728	-852	-1.244	-1.109	-950
8%	30%	5%	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357	-619	-1.069	-1.591	-1.453	-740	-1.040	-1.218	-1.777	-1.584	-1.357

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
2k	2 onder 1 kap woning
V	Vrijstaande woning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp
(wkk)	Micro-Warmtekracht koppeling

**Vermindering hypotheeklasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijstijging	Vak		ZR (HR)	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (HR)	ZR (HR)
4%	0%	0%	-292	-241	-292	-241
4%	30%	0%	-417	-344	-417	-344
4%	0%	2%	-292	-241	-292	-241
4%	30%	2%	-417	-344	-417	-344
4%	0%	5%	-292	-241	-292	-241
4%	30%	5%	-417	-344	-417	-344
6%	0%	0%	-338	-278	-338	-278
6%	30%	0%	-483	-398	-483	-398
6%	0%	2%	-338	-278	-338	-278
6%	30%	2%	-483	-398	-483	-398
6%	0%	5%	-338	-278	-338	-278
6%	30%	5%	-483	-398	-483	-398
8%	0%	0%	-393	-324	-393	-324
8%	30%	0%	-562	-463	-562	-463
8%	0%	2%	-393	-324	-393	-324
8%	30%	2%	-562	-463	-562	-463
8%	0%	5%	-393	-324	-393	-324
8%	30%	5%	-562	-463	-562	-463

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
Vak	Vakantiewoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp



**Vermindering energielasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Ap		Ap		Ap		Ga		Ga		Ga	
			Bal (HR)	ZR (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)
4%	0%	0%	190	268	49	55	181	222	98	68	181	222	98	68
4%	30%	0%	190	268	49	55	181	222	98	68	181	222	98	68
4%	0%	2%	246	347	63	71	234	287	127	88	234	287	127	88
4%	30%	2%	246	347	63	71	234	287	127	88	234	287	127	88
4%	0%	5%	396	558	102	114	375	461	204	142	375	461	204	142
4%	30%	5%	396	558	102	114	375	461	204	142	375	461	204	142
6%	0%	0%	190	268	49	55	181	222	98	68	181	222	98	68
6%	30%	0%	190	268	49	55	181	222	98	68	181	222	98	68
6%	0%	2%	246	347	63	71	234	287	127	88	234	287	127	88
6%	30%	2%	246	347	63	71	234	287	127	88	234	287	127	88
6%	0%	5%	396	558	102	114	375	461	204	142	375	461	204	142
6%	30%	5%	396	558	102	114	375	461	204	142	375	461	204	142
8%	0%	0%	190	268	49	55	181	222	98	68	181	222	98	68
8%	30%	0%	190	268	49	55	181	222	98	68	181	222	98	68
8%	0%	2%	246	347	63	71	234	287	127	88	234	287	127	88
8%	30%	2%	246	347	63	71	234	287	127	88	234	287	127	88
8%	0%	5%	396	558	102	114	375	461	204	142	375	461	204	142
8%	30%	5%	396	558	102	114	375	461	204	142	375	461	204	142

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
Ap	Appartementen
Ga	Gallerijwoningen
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

 <b>technipian adviseurs bv</b> <small>HAARLEM INGENIEURSBUREAU</small>	<b>Project : Aanscherpingsstudie EPC</b> <b>Onderwerp : Kostenconsequenties</b> <b>Effect op jaariaasten (energie)</b>
--	--

### Vermindering energielasten per maatregelpakket per woning

(Negatief getal: vermeerdering van de jaariaasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	TW		TW		TW		HW		HW		HW	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)
4%	0%	0%	199	214	17	108	201	326	45	130	201	326	45	130
4%	30%	0%	199	214	17	108	201	326	45	130	201	326	45	130
4%	0%	2%	258	276	22	139	259	422	58	168	259	422	58	168
4%	30%	2%	258	276	22	139	259	422	58	168	259	422	58	168
4%	0%	5%	414	444	35	224	417	678	93	269	417	678	93	269
4%	30%	5%	414	444	35	224	417	678	93	269	417	678	93	269
6%	0%	0%	199	214	17	108	201	326	45	130	201	326	45	130
6%	30%	0%	199	214	17	108	201	326	45	130	201	326	45	130
6%	0%	2%	258	276	22	139	259	422	58	168	259	422	58	168
6%	30%	2%	258	276	22	139	259	422	58	168	259	422	58	168
6%	0%	5%	414	444	35	224	417	678	93	269	417	678	93	269
6%	30%	5%	414	444	35	224	417	678	93	269	417	678	93	269
8%	0%	0%	199	214	17	108	201	326	45	130	201	326	45	130
8%	30%	0%	199	214	17	108	201	326	45	130	201	326	45	130
8%	0%	2%	258	276	22	139	259	422	58	168	259	422	58	168
8%	30%	2%	258	276	22	139	259	422	58	168	259	422	58	168
8%	0%	5%	414	444	35	224	417	678	93	269	417	678	93	269
8%	30%	5%	414	444	35	224	417	678	93	269	417	678	93	269

#### Legenda

Afkorting	Betekenis
TW	Tussenwoning
HW	Hoekwoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Vermindering energielasten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaariaasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	2k			2k			V			V					
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (wkk)	ZR (wkk)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (wkk)	
4%	0%	0%	268	371	79	133	293	429	406	131	203	439	429	406	131	203	439
4%	30%	0%	268	371	79	133	293	429	406	131	203	439	429	406	131	203	439
4%	0%	2%	346	480	102	172	379	555	525	169	262	567	555	525	169	262	567
4%	30%	2%	346	480	102	172	379	555	525	169	262	567	555	525	169	262	567
4%	0%	5%	557	771	164	276	609	891	844	272	421	912	891	844	272	421	912
4%	30%	5%	557	771	164	276	609	891	844	272	421	912	891	844	272	421	912
6%	0%	0%	268	371	79	133	293	429	406	131	203	439	429	406	131	203	439
6%	30%	0%	268	371	79	133	293	429	406	131	203	439	429	406	131	203	439
6%	0%	2%	346	480	102	172	379	555	525	169	262	567	555	525	169	262	567
6%	30%	2%	346	480	102	172	379	555	525	169	262	567	555	525	169	262	567
6%	0%	5%	557	771	164	276	609	891	844	272	421	912	891	844	272	421	912
6%	30%	5%	557	771	164	276	609	891	844	272	421	912	891	844	272	421	912
8%	0%	0%	268	371	79	133	293	429	406	131	203	439	429	406	131	203	439
8%	30%	0%	268	371	79	133	293	429	406	131	203	439	429	406	131	203	439
8%	0%	2%	346	480	102	172	379	555	525	169	262	567	555	525	169	262	567
8%	30%	2%	346	480	102	172	379	555	525	169	262	567	555	525	169	262	567
8%	0%	5%	557	771	164	276	609	891	844	272	421	912	891	844	272	421	912
8%	30%	5%	557	771	164	276	609	891	844	272	421	912	891	844	272	421	912

**Legenda**

Alfkorting	Betekenis
2k	2 onder 1 kap woning
V	Vrijstaande woning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp
(wkk)	Micro-Warmtekracht koppeling

 <b>techniplan adviseurs bv</b> <small>ARCHITECTEN-INGENIEURSBUREAU</small>	<b>Project : Aanscherpingsstudie EPC</b> <b>Onderwerp : Kostenconsequenties</b> <b>Effect op Jaarlasten (energie)</b>
--	---

### Vermindering energielasten per maatregelpakket per woning

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Vak	
			Bal (HR)	ZR (HR)
4%	0%	0%	415	302
4%	30%	0%	415	302
4%	0%	2%	536	390
4%	30%	2%	536	390
4%	0%	5%	861	627
4%	30%	5%	861	627
6%	0%	0%	415	302
6%	30%	0%	415	302
6%	0%	2%	536	390
6%	30%	2%	536	390
6%	0%	5%	861	627
6%	30%	5%	861	627
8%	0%	0%	415	302
8%	30%	0%	415	302
8%	0%	2%	536	390
8%	30%	2%	536	390
8%	0%	5%	861	627
8%	30%	5%	861	627

Legenda	
Afkorting	Betekenis
Vak	Vakantiewoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp



**techniplan adviseurs bv**  
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op onderhoudskosten**

### Vermindering onderhoudskosten per maatregelpakket per woning

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijstijging	Ap		Ap		Ga		Ga		Ga	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)		
4%	0%	0%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
4%	30%	0%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
4%	0%	2%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
4%	30%	2%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
4%	0%	5%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
4%	30%	5%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
6%	0%	0%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
6%	30%	0%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
6%	0%	2%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
6%	30%	2%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
6%	0%	5%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
6%	30%	5%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
8%	0%	0%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
8%	30%	0%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
8%	0%	2%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
8%	30%	2%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
8%	0%	5%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	
8%	30%	5%	-42	-42	-58	-483	-465	-116	-62	-471	-391	

#### Legenda

Afkorting	Betekenis
Ap	Appartementen
Ga	Gallerijwoningen
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsetel
(WP)	Warmtepomp

**Vermindering onderhoudskosten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijstijging	TW		TW		TW		HW		HW		HW	
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (WP)	ZR (WP)
4%	0%	0%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
4%	30%	0%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
4%	0%	2%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
4%	30%	2%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
4%	0%	5%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
4%	30%	5%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
6%	0%	0%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
6%	30%	0%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
6%	0%	2%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
6%	30%	2%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
6%	0%	5%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
6%	30%	5%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
8%	0%	0%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
8%	30%	0%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
8%	0%	2%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
8%	30%	2%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
8%	0%	5%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470
8%	30%	5%	-20	-51	-470	-470	-20	-205	-470	-470	-470	-470	-470	-470

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
TW	Tussenwoning
HW	Hoekwoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Vermindering onderhoudskosten per maatregelpakket per woning**

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	2k			2k			V			V		
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (wkk)	ZR (wkk)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (wkk)	ZR (wkk)
4%	0%	0%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
4%	30%	0%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
4%	0%	2%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
4%	30%	2%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
4%	0%	5%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
4%	30%	5%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
6%	0%	0%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
6%	30%	0%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
6%	0%	2%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
6%	30%	2%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
6%	0%	5%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
6%	30%	5%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
8%	0%	0%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
8%	30%	0%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
8%	0%	2%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
8%	30%	2%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
8%	0%	5%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		
8%	30%	5%	-20	-187	-636	-612	-96	-185	-189	-652	-624	-277		

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
2k	2 onder 1 kap woning
V	Vrijstaande woning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp
(wkk)	Micro-Warmtekracht koppeling

**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning**

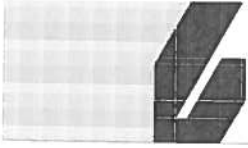
(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Vak	
			Bal (HR)	ZR (HR)
4%	0%	0%	-73	-173
4%	30%	0%	-73	-173
4%	0%	2%	-73	-173
4%	30%	2%	-73	-173
4%	0%	5%	-73	-173
4%	30%	5%	-73	-173
6%	0%	0%	-73	-173
6%	30%	0%	-73	-173
6%	0%	2%	-73	-173
6%	30%	2%	-73	-173
6%	0%	5%	-73	-173
6%	30%	5%	-73	-173
8%	0%	0%	-73	-173
8%	30%	0%	-73	-173
8%	0%	2%	-73	-173
8%	30%	2%	-73	-173
8%	0%	5%	-73	-173
8%	30%	5%	-73	-173

**Legenda**

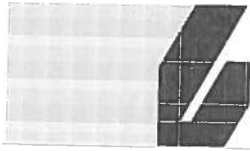
Afkorting	Betekenis
Vak	Vakantiewoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp





**Bijlage 3**

Variantberekening woonlasten met herinvestering na 15 jaar



Project : Aanscherpingstudie EPC woningbouw 2011

Onderwerp : Bijlage 3 Woonlastenberekening met herinvestering na 15 jaar

Zoals weergegeven in de rapportage is in de aanscherpingsmethodiek aangenomen dat installatietechnische maatregelen een levensduur van 15 jaar en bouwkundige maatregelen een levensduur van 50 jaar hebben. De woonlastenberekening beschouwt echter alleen de woonlasten als onderdeel van de hypotheek gedurende 30 jaar, zodat hierin geen herinvestering is meegenomen voor de installatietechnische maatregelen.

Om een indicatie te geven van het effect van dit uitgangspunt, hebben we als variant de woonkosten nogmaals doorgerekend, maar nu met een extra spaarpotje voor de herinvestering in de installaties. Hierbij is er vanuit gegaan dat de bewoner in jaar 0 begint met het opbouwen van een spaarpot om daaruit in jaar 15 de herinvestering in de installatietechnische maatregelen te kunnen betalen. Het rentepercentage wat over dit spaarbedrag wordt berekend, is gelijk gesteld aan dat van de spaarhypotheek.

De afschrijvingstermijn van de bouwkundige maatregelen is gesteld op 50 jaar. In de huidige hypotheekberekening worden deze kosten opgenomen in de hypotheeklastenberekening en daarmee over 30 jaar verrekend. Om rekening te houden met de afschrijvingstermijn van 50 jaar in deze berekening, zou aan het einde van de looptijd een restwaarde meegenomen moeten worden. Omdat dit echter afwijkt van wat de bewoner werkelijk aan woonlasten ervaart, hebben we ervoor gekozen dit niet in de berekening mee te nemen.

**Tabel B1 Verschil hypotheeklasten ten opzichte van de referentiewoning [Euro/woning/jaar]**

		Appar- tement	Galerij	Tussen- woning	Hoek- woning	2-onder- 1-kap	Vrij- staand
HR-ketel	Balans	195	12	158	75	158	7
HR-ketel	ZR	228	128	0	-131	-129	-147
Warmtepomp	Balans	-1.050	-926	-1.191	-1.218	-1.564	-1.584
Warmtepomp	ZR	-975	-902	-1.002	-952	-1.346	-1.291
WKK	Balans					29	
WKK	ZR						-287

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op jaarlasten**
**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning (met herinvestering)**  
 (Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Gronquote	Prijstijging	Ap			Ga			Ap			Ga		
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)
4%	0%	0%	6	-30	-1.045	-982	-163	-80	-978	-915				
4%	30%	0%	-47	-123	-1.253	-1.172	-237	-173	-1.177	-1.123				
4%	0%	2%	61	48	-1.031	-966	-110	-15	-950	-895				
4%	30%	2%	9	-45	-1.238	-1.156	-184	-108	-1.148	-1.103				
4%	0%	5%	211	259	-992	-923	31	159	-873	-841				
4%	30%	5%	159	166	-1.200	-1.113	-42	66	-1.072	-1.050				
6%	0%	0%	-11	-61	-1.103	-1.034	-182	-111	-1.031	-976				
6%	30%	0%	-71	-169	-1.343	-1.254	-268	-218	-1.261	-1.217				
6%	0%	2%	45	18	-1.089	-1.018	-129	-46	-1.002	-956				
6%	30%	2%	-15	-90	-1.329	-1.238	-215	-153	-1.232	-1.197				
6%	0%	5%	195	228	-1.050	-975	12	128	-926	-902				
6%	30%	5%	134	121	-1.290	-1.195	-73	21	-1.156	-1.143				
8%	0%	0%	-31	-99	-1.179	-1.102	-208	-149	-1.102	-1.055				
8%	30%	0%	-101	-225	-1.458	-1.359	-308	-274	-1.369	-1.335				
8%	0%	2%	25	-21	-1.165	-1.086	-155	-84	-1.073	-1.035				
8%	30%	2%	-45	-146	-1.444	-1.342	-255	-209	-1.341	-1.315				
8%	0%	5%	174	190	-1.126	-1.043	-14	90	-996	-982				
8%	30%	5%	104	65	-1.406	-1.300	-113	-35	-1.264	-1.262				

**Legenda**
**Afkorting**

Ap	Appartementen
Ga	Gallerijwoningen
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

**Betekenis**

Ap	Appartementen
Ga	Gallerijwoningen
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

techniplan adviseurs bv BUREAU VOOR INGENIEURSBUREAU		Project : Aanscherpingsstudie EPC Onderwerp : Kostenconsequenties Effect op jaarlasten																	
Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning (met herinvestering)																			
(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)																			
Rente	Grondquote	Prijstijging	TW			TW			HW			HW							
			Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)	Bal (HR)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (WP)					
4%	0%	0%	-27	-112	-179	-1.136	-1.045	-99	-422	-1.182	-1.019	-112	-323	-1.136	-1.045	-99	-422	-1.182	-1.019
4%	30%	0%	-112	-112	-323	-1.379	-1.289	-216	-620	-1.457	-1.262	-112	-323	-1.379	-1.289	-216	-620	-1.457	-1.262
4%	0%	2%	32	32	-117	-1.131	-1.013	-41	-326	-1.169	-982	32	-117	-1.131	-1.013	-41	-326	-1.169	-982
4%	30%	2%	-54	-54	-260	-1.374	-1.257	-158	-524	-1.444	-1.224	-54	-260	-1.374	-1.257	-158	-524	-1.444	-1.224
4%	0%	5%	188	188	51	-1.118	-929	117	-70	-1.134	-880	188	51	-1.118	-929	117	-70	-1.134	-880
4%	30%	5%	103	103	-93	-1.361	-1.173	0	-268	-1.409	-1.122	103	-93	-1.361	-1.173	0	-268	-1.409	-1.122
6%	0%	0%	-57	-57	-231	-1.209	-1.118	-141	-483	-1.266	-1.092	-57	-231	-1.209	-1.118	-141	-483	-1.266	-1.092
6%	30%	0%	-155	-155	-397	-1.491	-1.400	-276	-712	-1.585	-1.372	-155	-397	-1.491	-1.400	-276	-712	-1.585	-1.372
6%	0%	2%	2	2	-168	-1.204	-1.086	-82	-387	-1.253	-1.054	2	-168	-1.204	-1.086	-82	-387	-1.253	-1.054
6%	30%	2%	-97	-97	-334	-1.486	-1.368	-217	-616	-1.571	-1.334	-97	-334	-1.486	-1.368	-217	-616	-1.571	-1.334
6%	0%	5%	158	158	0	-1.191	-1.002	75	-131	-1.218	-952	158	0	-1.191	-1.002	75	-131	-1.218	-952
6%	30%	5%	60	60	-166	-1.472	-1.284	-60	-360	-1.537	-1.232	60	-166	-1.472	-1.284	-60	-360	-1.537	-1.232
8%	0%	0%	-94	-94	-293	-1.303	-1.212	-192	-560	-1.374	-1.185	-94	-293	-1.303	-1.212	-192	-560	-1.374	-1.185
8%	30%	0%	-208	-208	-486	-1.631	-1.540	-349	-827	-1.745	-1.511	-208	-486	-1.631	-1.540	-349	-827	-1.745	-1.511
8%	0%	2%	-35	-35	-231	-1.298	-1.180	-133	-465	-1.361	-1.147	-35	-231	-1.298	-1.180	-133	-465	-1.361	-1.147
8%	30%	2%	-150	-150	-424	-1.626	-1.508	-290	-731	-1.731	-1.473	-150	-424	-1.626	-1.508	-290	-731	-1.731	-1.473
8%	0%	5%	121	121	-63	-1.284	-1.096	24	-209	-1.326	-1.046	121	-63	-1.284	-1.096	24	-209	-1.326	-1.046
8%	30%	5%	7	7	-256	-1.612	-1.424	-133	-475	-1.696	-1.372	7	-256	-1.612	-1.424	-133	-475	-1.696	-1.372

## Legenda

## Afkorting

TW

HW

Bal

ZR

(HR)

(WP)

## Betekenis

Tussenwoning

Hoekwoning

Balansventilatie

Zelf regelende roosters

Hoog rendementsketel

Warmtepomp

**Project : Aanscherpingsstudie EPC**  
**Onderwerp : Kostenconsequenties**  
**Effect op jaarlasten**

**Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning (met herinvestering)**  
 (Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	2k		2k		2k		2k		V		V		V	
			ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (HR)	Bal (WP)	ZR (HR)	Bal (WP)
4%	0%	0%	-81	-453	-1.542	-1.393	-233	-383	-497	-1.602	-1.403	-667	-497	-1.602	-1.403	-667
4%	30%	0%	-219	-691	-1.897	-1.717	-398	-614	-768	-1.998	-1.756	-969	-768	-1.998	-1.756	-969
4%	0%	2%	-3	-344	-1.519	-1.354	-147	-257	-378	-1.564	-1.343	-538	-378	-1.564	-1.343	-538
4%	30%	2%	-141	-582	-1.874	-1.678	-312	-489	-649	-1.960	-1.697	-841	-649	-1.960	-1.697	-841
4%	0%	5%	207	-53	-1.457	-1.250	83	79	-59	-1.461	-1.184	-194	-59	-1.461	-1.184	-194
4%	30%	5%	69	-291	-1.812	-1.574	-82	-152	-330	-1.857	-1.537	-497	-330	-1.857	-1.537	-497
6%	0%	0%	-131	-528	-1.650	-1.489	-287	-455	-585	-1.725	-1.510	-760	-585	-1.725	-1.510	-760
6%	30%	0%	-290	-804	-2.060	-1.863	-478	-723	-898	-2.183	-1.918	-1.110	-898	-2.183	-1.918	-1.110
6%	0%	2%	-52	-420	-1.626	-1.450	-201	-330	-465	-1.687	-1.450	-632	-465	-1.687	-1.450	-632
6%	30%	2%	-212	-695	-2.037	-1.825	-392	-598	-779	-2.144	-1.859	-981	-779	-2.144	-1.859	-981
6%	0%	5%	158	-129	-1.564	-1.346	29	7	-147	-1.584	-1.291	-287	-147	-1.584	-1.291	-287
6%	30%	5%	-1	-404	-1.975	-1.720	-162	-261	-461	-2.042	-1.699	-637	-461	-2.042	-1.699	-637
8%	0%	0%	-191	-624	-1.787	-1.613	-354	-547	-695	-1.881	-1.647	-879	-695	-1.881	-1.647	-879
8%	30%	0%	-376	-945	-2.264	-2.049	-576	-859	-1.060	-2.414	-2.122	-1.286	-1.060	-2.414	-2.122	-1.286
8%	0%	2%	-112	-515	-1.764	-1.574	-268	-422	-576	-1.842	-1.587	-750	-576	-1.842	-1.587	-750
8%	30%	2%	-298	-836	-2.241	-2.010	-491	-733	-941	-2.375	-2.062	-1.157	-941	-2.375	-2.062	-1.157
8%	0%	5%	98	-224	-1.702	-1.470	-39	-85	-257	-1.740	-1.428	-406	-257	-1.740	-1.428	-406
8%	30%	5%	-88	-545	-2.179	-1.906	-261	-397	-622	-2.273	-1.903	-813	-622	-2.273	-1.903	-813

**Legenda**

Afkorting	Betekenis
2k	2 onder 1 kap woning
V	Vrijstaande woning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp
(wkk)	Micro-Warmtekracht koppeling



techniplan adviseurs bv  
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project : Aanscherpingsstudie EPC  
Onderwerp : Kostenconsequenties  
Effect op jaarlasten

### Vermindering jaarlasten per maatregelpakket per woning (met herinvestering)

(Negatief getal: vermeerdering van de jaarlasten)

Rente	Grondquote	Prijsstijging	Vak	
			Bal (HR)	ZR (HR)
4%	0%	0%	31	-192
4%	30%	0%	-94	-295
4%	0%	2%	152	-103
4%	30%	2%	27	-206
4%	0%	5%	478	134
4%	30%	5%	352	30
6%	0%	0%	-12	-218
6%	30%	0%	-157	-337
6%	0%	2%	109	-130
6%	30%	2%	-36	-249
6%	0%	5%	434	107
6%	30%	5%	290	-12
8%	0%	0%	-66	-254
8%	30%	0%	-234	-393
8%	0%	2%	56	-165
8%	30%	2%	-113	-304
8%	0%	5%	381	71
8%	30%	5%	213	-67

#### Legenda

Afkorting	Betekenis
Vak	Vakantiewoning
Bal	Balansventilatie
ZR	Zelf regelende roosters
(HR)	Hoog rendementsketel
(WP)	Warmtepomp

Gegevens referentie vakantiewoning

Tabel 1

## Kenmerken van de referentie vakantiewoning

<b>kenmerken van de woning</b>	
beukmaat	6.0 m
woningdiepte	10.2 m
verdiepingshoogte(m)	2.6 m
gebruiksoppervlakte	108.0 m <sup>2</sup>
verliesoppervlakte	263.7 m <sup>2</sup>
verhouding $A_g/A_{verlies}$	0.4

Tabel 2

## Bouwkundige gegevens van de referentie vakantiewoning

<b>bouwkundige gegevens</b>		
	variant met mechanische afzuiging	
R <sub>c</sub> -waarde gevel	2.5 m <sup>2</sup> K/W	
R <sub>c</sub> -waarde dak	2.5 m <sup>2</sup> K/W	
R <sub>c</sub> -waarde begane grondvloer	2.5 m <sup>2</sup> K/W	
U-waarde ramen	1.8 W/m <sup>2</sup> K	
U-waarde voordeur	3.4 W/m <sup>2</sup> K	
Buitenzonwering	geen	