

**Project:** Haalbaarheid stadsverwarming referentiecomplexen  
Woonplus in Groenoord

**Datum:** 21 januari 2019

**Onderwerp:** Rijwoning 2013 Notenbalk

**Status:** Definitief

**Auteur:** ing. C.P. van der Wal

**Co-lezer:** ing. E. van Mourik

---

## 1 Inleiding

Binnen het projectteam 'Groenoord en Nieuwland op Duurzame Warmte' (GNDW) wordt momenteel gewerkt aan een breed haalbaarheidsonderzoek naar de mogelijkheden van stadsverwarming voor deze betreffende wijken. Parallel aan deze rapportage is door DWA een rapportage aangeleverd met de resultaten van het haalbaarheidsonderzoek voor twee andere referentiecomplexen. In deze notitie zijn de resultaten weergegeven van het referentiecomplex, de rijwoning uit het bouwjaar 2013.

### Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de samenvatting en de conclusie gegeven van de doorgerekende referentiewoning. In hoofdstuk 3 is de huidige situatie omschreven. In hoofdstuk 4 zijn een aantal afwegingen omschreven ten aanzien van de doorgerekende scenario's. In hoofdstuk 5 zijn de doorgerekende scenario's vergeleken.

Alle genoemde bedragen zijn **exclusief btw** en gebaseerd op **prijspeil 2018**.

## 2 Samenvatting en conclusies rijwoning 2013

### Huidige situatie

Voor het referentiecomplex: rijwoning uit de bouwperiode na 2005, is een rijwoning met twee bouwlagen en een plat dak doorgerekend. Het betreffen onder andere de woningen aan het Jacques Urlusplein in Schiedam. Als voorbeeld is een kopwoning genomen (Jacques Urlusplein 98). De woningen zijn gebouwd in 2013 en hebben een woonoppervlak van circa 95 m<sup>2</sup>. In de huidige staat zijn de woningen goed geïsoleerd daardoor zijn scenario B+: 'comfortverbetering' en scenario C: 'vergaande aanpak' voor dit woningtype niet doorgerekend. Installatietechnisch zijn de woningen voorzien van individuele gasketels en hoog temperatuur radiatoren.

### Investerings en CO<sub>2</sub>-uitstoot

In onderstaande tabel zijn de maatregelen per scenario samengevat en is een samenvatting gegeven van de resultaten ten aanzien van investeringen en de CO<sub>2</sub>-reductie. In de tabel is ook het all-electric referentiescenario opgenomen.

Tabel 2.1 Samenvatting resultaten aansluiten op stadsverwarming (rijwoning 2013) (exclusief btw)

Item	All-electric (referentie)	Scenario A	Scenario B
Omschrijving	Individuele lucht-waterwarmtepomp	Minimale aanpak - stadsverwarming	Standaardaanpak - stadsverwarming
Doelstelling	All-electric	Lage investeringen	Optimaal aansluiten op stadsverwarming
Koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken
Samenvatting maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lucht-watercombi-warmtepomp per woning.</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 50°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrische boiler en individuele stadsverwarmings-aansluiting voor ruimteverwarming</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 70°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warmte-unit en individuele stadsverwarmings-aansluiting.</li> <li>Aanvoertemperatuur radiatoren 70°C.</li> </ul>
Investeringskosten	€ 11.200,- (*)	€ 5.300,-	€ 6.000,-
Jaarlijkse rentelasten bij een rente van 3,6%	€ 400,- per jaar	€ 190,- per jaar	€ 220,- per jaar
CO <sub>2</sub> -reductie (zonder het effect van zonnepanelen)	-/- 6%	-/- 27%	41%

\* Bij het concept met een lucht-waterwarmtepomp per woning is nog gebruik te maken van de ISDE-subsidie. In deze investeringskosten is hier nog niet mee gerekend. Dit voordeel is ongeveer € 1.800,- per woning.

### Jaarlijkse lasten

In de onderstaande tabel is per scenario de vergelijking gegeven van de jaarlijkse lasten ten opzichte van de huidige situatie. De genoemde jaarlijkse lasten zijn exclusief de in de voorgaande tabel opgenomen rentelasten.

Tabel 2.2 Jaarlijkse lasten (exclusief btw)

Jaarlijkse lasten (exclusief hiervoor genoemde rentelasten)	All-electric Lucht -waterwarmtepomp per woning	Scenario A minimale aanpak	Scenario B standaardaanpak
Totale jaarlijkse kosten ten opzichte van de huidige situatie	<b>Nadeel</b> van € 290,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 290,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 40,- per jaar
Bewonerslasten ten opzichte van de huidige situatie	Voordeel van € 150,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 440,- per jaar	<b>Nadeel</b> van € 190,- per jaar
Corporatielasten ten opzichte van de huidige situatie (uitgaven - inkomsten)	<b>Verslechtering</b> van € 440,- per jaar	Verbetering van € 150,- per jaar	Verbetering van € 150,- per jaar

Bij de keuze voor stadsverwarming is scenario B een veel logischere keuze dan scenario A. Dit heeft een aantal redenen, te weten: het voordeel in de investeringskosten bij scenario A is erg klein, de CO<sub>2</sub>-uitstoot is hoger dan in de huidige situatie en de jaarlijkse lasten zijn vooral erg nadelig voor de bewoners.

### Conclusie

De afweging tussen all-electric en stadsverwarming valt op alle onderdelen uit in het voordeel van stadsverwarming, behalve ten aanzien van de bewonerslasten. Vanuit de woningcorporatie is er echter financiële ruimte om dit te corrigeren. Een belangrijk aandachtspunt bij deze keuze is de schaarste van stadsverwarming. Voor dit woningtype is all-electric nog redelijk concurrerend met stadsverwarming. Bij veel andere woningtypes (oudere woningen en hoogbouw) kan dit een stuk nadelig uitvallen. Dit kan ertoe leiden om hier toch te kiezen voor een all-electric concept.

### Zonnepanelen

Het plaatsen van zonnepanelen op het dak van de woningen is in de voorgaande resultaten niet meegenomen. Er is ruimte voor 25,6 m<sup>2</sup> aan zonnepanelen per woning. Dit vergt een investering van circa € 4.900,-, exclusief btw en levert (afhankelijk van het gekozen scenario) een besparing op van circa € 470,- tot € 630,- per woning per jaar. De CO<sub>2</sub>-reductie hiervan is circa 2.170 kg per jaar. Dat is meer dan de totale huidige gebouwgebonden CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning.

### 3 Huidige situatie

In deze paragraaf is de omschrijving van de huidige situatie van de rijwoning uit de bouwperiode na 2005 weergegeven. Het betreffen onder andere de woningen aan het Jacques Urlusplein in Schiedam. Als voorbeeld is een kopwoning doorgerekend (Jacques Urlusplein 98).

#### Kenmerken

In de onderstaande figuur is een foto weergegeven van de woning aan de Jacques Urlusplein 98 in Schiedam. De belangrijkste kenmerken zijn in tabel 5.3 weergegeven.



Figuur 3.1 Kopwoning Jacques Urlusplein 98

Tabel 3.1 Kenmerken rijwoning na 2005 (Jacques Urlusplein 98)

	Kenmerk	Waarde
Algemeen	Bouwjaar	2013
	Oppervlak	94,45
	Epc-score	0,60
	Gemiddeld energieverbruik	630 m <sup>3</sup> gas 2.450 kWh elektra
Bouwkundig	Voor- en achtergevels	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Kopgevel	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Paneelconstructie	U 1,65 W/m <sup>2</sup> K
	Vloer kruipruimte	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Plat dak	Rc 5,00 m <sup>2</sup> K/W
	Glas en kozijnen	U 1,28 (1,46 schuifpui) (ZTA 0,50)
Ventilatie & kierdichting	Buitendeur	U 1,65
	Ventilatiesysteem	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer op basis van tijdsturing (Buva VAS Q Time)
Opwekking & afgifte	Kierdichting (theoretische waarde)	Qv10 = 0,36 dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>
	Warmteopwekking	Individuele hr-combiketel (Intergas HRE 28-24)
	Warmteafgifte	Ht-radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C

Voor het gas- en elektraverbruik is uitgegaan van de beschikbare open data van Stedin op postcode-6 niveau. Postcode: 3122 EG en 3122 CK. Dit zijn de postcodes van woonblokken aan het Dirk Schäferplein en de Jan Damenstraat. De beide postcodes geven een vergelijkbaar energieverbruik.

## 4 Afwegingen en analyse energieconcept

In dit hoofdstuk is een aantal algemene afwegingen gegeven ten aanzien van de benodigde maatregelen per scenario. In hoofdstuk 4 van het genoemde haalbaarheidsonderzoek is een toelichting gegeven op de definitie van de scenario's.

### 4.1 Aansluitprincipe stadsverwarming

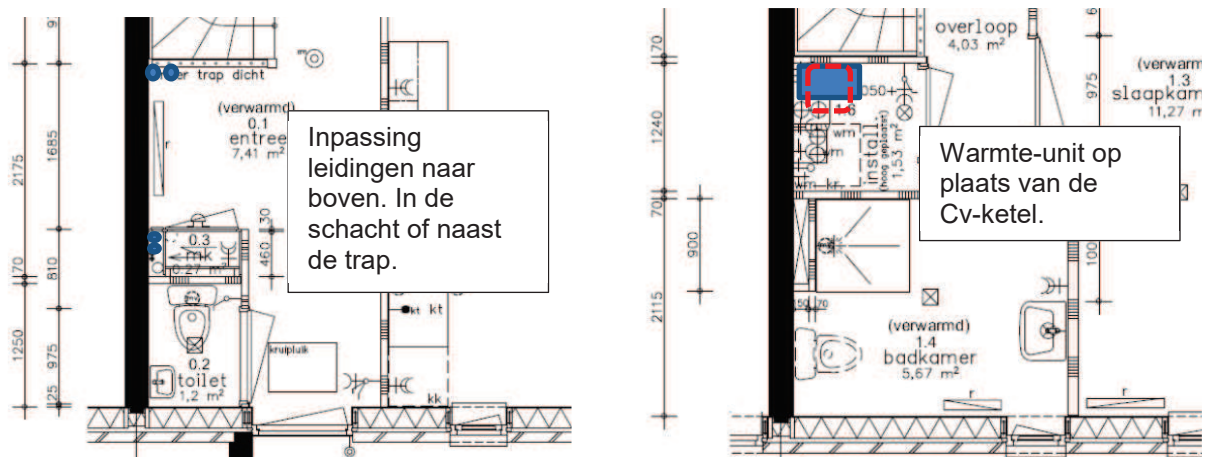
In de huidige situatie wordt de rijwoning verwarmd met een individuele combiketel die voorziet in ruimteverwarming en warm tapwater. Bij de aansluiting op stadsverwarming is een warmte-unit per woning het meest voor de hand liggend.

Voor het scenario met de minimale aanpak is gekozen voor een elektrische boiler. Het voordeel op de investeringen is beperkt (circa € 700,- per woning). Dit komt doordat er voor ruimteverwarming ook bij de minimale aanpak een afleverpunt per woning moet worden gerealiseerd.

Voor dit woningtype is bij de standaardaanpak (scenario B) gekozen voor een warmte-unit per woning als aansluitprincipe voor stadsverwarming.

#### Technische inpassing warmte-unit

Voor wat betreft de locatie van de warmte-unit is de huidige positie van de gasketel het meest voor de hand liggend. Dit omdat daar al ruimte vrijkomt bij het verwijderen van de gasketel. Nadeel is wel dat de aansluitleidingen vanuit de straat door de woning naar de verdieping moeten. Een aandachtspunt hierbij is dat de warmte-unit zich niet, conform voorschrift van de warmteleverancier bij nieuwbouwsituaties, op de begane grond nabij de voordeur bevindt.



Figuur 4.1 Ruimtelijke inpassing warmte-unit en leidingen (rood = elektrische boiler)

Voor scenario A en B is deze technische inpassing aangehouden voor de stadsverwarmingsaansluiting. Hierbij moet bij scenario A aanvullend een elektrische boiler in de berging worden geplaatst. Deze is in de bovenstaande figuur rood gestippeld weergegeven en kan boven of onder de warmte-unit worden geplaatst.

#### 4.1.1 Conceptkeuze all-electric

Voor het concept met all-electric is gekozen voor een individuele warmtepomp per woning. Hierbij zijn er grofweg twee mogelijkheden: een lucht-waterwarmtepomp of een water-waterwarmtepomp. De eerste onttrekt warmte uit de buitenlucht en de tweede onttrekt warmte uit de bodem met een bodemlus.

De warmtepomp met een bodemlus is vooral geschikt voor woningen waar ook behoefte is aan koeling. Deze koudelevering is nodig voor het in balans houden van de bodem (evenveel warmte in de bodem stoppen als dat eruit wordt gehaald). Voor het leveren van koude is een afgiftesysteem

noodzakelijk dat hiervoor geschikt is. Dit zou dan gaan om vloerverwarming/-koeling. Een voordeel van een warmtepomp met bodemlus is dat deze energetisch iets beter functioneert dan een warmtepomp met een buitenunit. Een nadeel is de hogere investering van circa € 3.500,- per woning.

Voor deze woningen is gekozen voor een systeem met een lucht-waterwarmtepomp met buitenunit. Deze buitenunit kan op het dak van de woning worden geplaatst. In de woning komt de warmtepomp met een boilervat voor warm tapwater. De investering voor de warmtepomp komt op circa € 8.500,- per woning. Dit is inclusief het realiseren van een dakdoorvoer.

#### 4.1.2 Afgiftesysteem en warmteverlies

##### Warmteverlies

Voor deze woning is een globale warmteverliesberekening op woningniveau opgesteld. Hierbij zijn de uitgangspunten aangehouden zoals genoemd in tabel 3.1. Het warmteverlies van de woning komt op circa 4,3 kW.

De woningen zijn recent opgeleverd (medio 2013). De woningen zijn goed geïsoleerd. Het nemen van isolerende maatregelen is daarom niet logisch en biedt voor deze woningen dan ook geen mogelijkheid om het warmteverlies verder te beperken.

##### Radiatoren

De woning is in de huidige situatie voorzien van radiatoren. In onderstaande tabel zijn de gegevens van deze radiatoren opgenomen.

Tabel 4.1 Radiatoren in de huidige situatie

Ruimte	Type radiator	Hoogte	Lengte	Vermogen in W bij 90/70°C
Woonkamer	22	700	960	2.407
Keuken	20	900	640	1.169
Hal	11	500	960	978
Slaapkamer 1	11	600	960	1.136
Slaapkamer 2	21	600	560	973
Slaapkamer 3	11	600	720	852
Badkamer	10	900	800	899
<b>Totaal</b>				<b>8.414</b>

Het totaal opgestelde afgiftevermogen van de radiatoren komt bij een temperatuurtraject van 90°C aanvoer en 70°C retour op 8,4 kW per woning.

##### Temperatuurverlaging

Bij keuze voor stadsverwarming of all-electric zal het temperatuurtraject worden verlaagd. Voor stadsverwarming is dit 70/50°C en voor all-electric is dit 50/40°C. Vooral bij all-electric geldt dat een lager temperatuurtraject direct voordeel oplevert in het rendement van de warmteopwekking.

- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 40%.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C in plaats van 90°C daalt het afgiftevermogen van de radiatoren met circa 70%.

##### Configuratie van het afgiftesysteem

In onderstaande tabel is inzicht gegeven in de verhouding tussen het afgiftevermogen en het warmteverlies bij verschillende situaties. Bij een percentage lager dan 100% is het warmteverlies hoger dan het vermogen van het afgiftesysteem. Bij lage buitentemperaturen kan dit leiden tot comfortklachten omdat de bewoners de woningen niet warm kunnen krijgen.

Tabel 4.2 Configuratie van de radiatoren

Bouwkundige maatregelen	Geen		
Temperatuurtraject [°C]	90/70°C	70/50°C	50/40°C
<b>Huidige radiatoren</b>			
Huidig [% ten opzichte van benodigd vermogen]	196%	116%	63%
<b>Radiatorvervanging</b>			
Type 22 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	317%	187%	102%
Type 33 [% ten opzichte van benodigd vermogen]	448%	264%	144%

#### Conclusies naar aanleiding van de tabel

- Bij de huidige radiatoren staat er circa 200% van het benodigd vermogen opgesteld. De radiatoren zijn dus overgedimensioneerd.
- Bij een aanvoertemperatuur van 70°C is het totaal opgestelde radiatorvermogen nog toereikend om in de warmtevraag van de woning te voorzien. Aandachtspunt is wel de warmteafgifte op ruimteniveau. In de investeringen is daarom rekening gehouden met het vervangen van de radiator in de woonkamer en de keuken. Dit vormt het uitgangspunt voor scenario A en B.
- Bij een aanvoertemperatuur van 50°C is het totaal opgesteld vermogen niet toereikend om in de warmtevraag van de woningen te voorzien. Er staat circa 63% van het benodigd vermogen opgesteld. Een groot deel van de radiatoren moet dan worden vervangen voor radiatoren met meer afgiftevermogen (type 22 of type 33). In de investeringen is rekening gehouden met het vervangen van alle radiatoren. Dit vormt het uitgangspunt voor de variant met een lucht-waterwarmtepomp per woning.

#### Vloerverwarming op de begane grond

Bij een concept met all-electric kan bij dit type woningen ook vloerverwarming nog worden overwogen. De aanvoertemperatuur kan dan verder naar beneden, wat het rendement van de warmteopwekker ten goede komt. De kosten voor het aanleggen van vloerverwarming op alleen de begane grond met de leidingen in de bestaande betonvloer komen op circa € 1.100,- per woning, exclusief btw. Hierbij dient men rekening te houden met veel stof en de nodige aanpassing aan de vloerafwerking. Wellicht is dit dan ook een maatregel die bij mutatie gedaan kan worden. In de investeringskosten is niet gerekend met vloerverwarming.

#### Stadsverwarming op lage temperatuur

Vooralsnog is het uitgangspunt bij de keuze voor stadsverwarming een aanvoertemperatuur van 70°C. Overwogen kan nog worden om ook bij stadsverwarming de aanvoertemperatuur te verlagen naar 50°C. Hierbij moeten de radiatoren worden vervangen door laagtemperatuurradiatoren zoals bij het all-electric concept. Verder moeten er voorzieningen worden getroffen om te voldoen aan de legionellawetgeving ten aanzien van warm tapwater. Dit kan bijvoorbeeld door de woningen te voorzien van warmte-units met een elektrische boostfunctie. Wat betreft investeringen, jaarlijkse lasten en CO<sub>2</sub>-uitsluit levert de keuze voor laagtemperatuurverwarming in combinatie met stadsverwarming geen voordelen op ten opzichte van een 70°C-systeem.

Verder is het voordeel voor de stadsverwarmingsleverancier naar verwachting vrij beperkt. Omdat deze keuze voor beide partijen naar verwachting niet of nauwelijks voordelen biedt, is dit scenario niet verder doorgerekend.

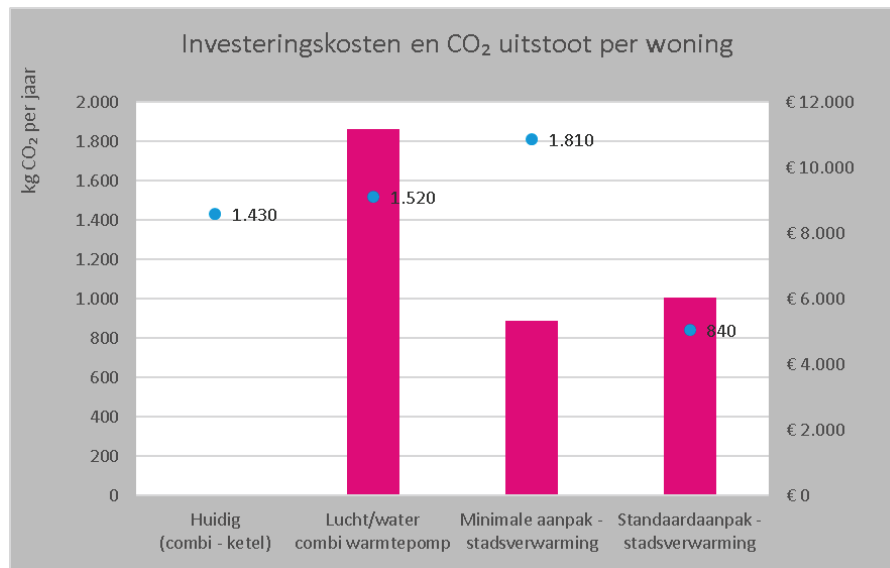


## 5 Vergelijking scenario's

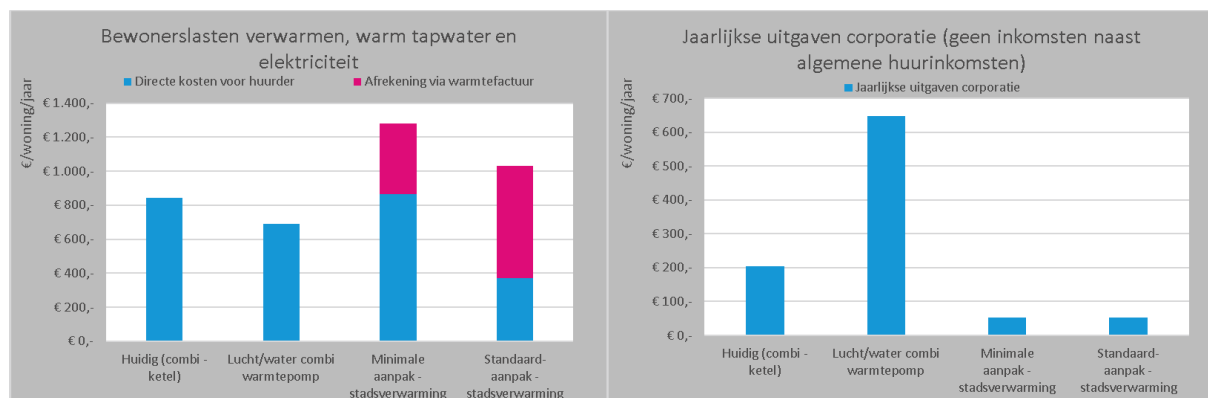
In deze paragraaf zijn de resultaten gegeven van de doorrekening van de rijwoning uit de bouwperiode na 2005 met twee verdiepingen en een plat dak.

### Visualisatie van de resultaten

De resultaten van de doorrekening zijn gevisualiseerd in de onderstaande figuren. De hier gegeven resultaten zijn exclusief de eventuele zonnepanelen op de woning. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning, zoals hieronder weergegeven, is exclusief het huishoudelijk elektriciteitsverbruik van circa 1.900 kWh per jaar.



Figuur 5.1 Investeringskosten en CO<sub>2</sub>-uitstoot per woning (exclusief btw)



Figuur 5.2 Bewonerslasten en jaarlijkse uitgaven voor de corporatie (exclusief btw)

Op de volgende pagina is een samenvatting gegeven van de maatregelpakketten en de bijbehorende investeringen, CO<sub>2</sub>-uitstoot en jaarlijkse lasten. In bijlage III is hier een verdere uitsplitsing van gegeven.

**Project: Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groenoord**

Projectnummer: 17030

Opdrachtgever: Woonplus

Datum: 13 november 2018

**Rijwoning 2013, Notenbalk, Schiedam**

Scenario's	Eenheid	Huidige situatie	All- electric	A	B
omschrijving	-	Huidig (combi - ketel)	Lucht/water combi w armtepomp	Minimale aanpak - stadsverwarming	Standaardaanpak - stadsverwarming
Doelstelling	-	-	All- electric	Lage investeringen	Alleen installatie-technische aanpassingen
<b>Maatregelpakketten</b>					
<b>Isolatie</b>					
Voor- en achtergevels	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Kopgevel	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Vloer kruipruimte	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Plat dak	m <sup>2</sup> K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Paneelconstructie	W/m <sup>2</sup> K (U)	1,65	1,65	1,65	1,65
Glas en kozijnen	W/m <sup>2</sup> K (U)	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46
Buitendeur	W/m <sup>2</sup> K (U)	1,65	1,65	1,65	1,65
<b>Ventilatie en kierdichting</b>					
Kierdichting (theoretische waarde)	dm <sup>3</sup> /s/m <sup>2</sup>	0,36	0,36	0,36	0,36
Ventilatiesysteem	-	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing
<b>Warmteopwekking en afgifte</b>					
Warmteopwekking	-	Individuele HR combi-ketel (Intergas HRE 28-24)	Individuele lucht/water armtepomp	Stadsverwarming-aansluiting per woning	Stadsverwarming-aansluiting per woning
Warmteafgifte	-	HT radiatoren, aanvoertemperatuur 90°C	Nieuwe vergrootte radiatoren, aanvoertemperatuur 50°C	Beperkt aantal radiatoren vervangen, aanvoertemperatuur 70°C	Beperkt aantal radiatoren vervangen, aanvoertemperatuur 70°C
Warm tapwater	-	Individuele HR combi-ketel (Intergas HRE 28-24)	Voorraadvat per woning tbv armtepomp	Elektrische boiler	Warmte-unit per woning
<b>Koken</b>	-	Koken op gas	Elektrisch koken	Elektrisch koken	Elektrisch koken
<b>Investeringskosten (exclusief btw)</b>					
Verwarmen, ventileren en elektrisch koken	€	€ 0	€ 11.200	€ 5.300	€ 6.000
Isolatiemaatregelen	€	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Overige bouw kundige maatregelen	€	PM	PM	PM	PM
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 11.200</b>	<b>€ 5.300</b>	<b>€ 6.000</b>
<b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot</b>					
Warmteverbruik vanuit stadsverwarming	GJ/woning	0,0	0,0	10,0	16,5
Gasverbruik	m <sup>3</sup> /woning	630	0	0	0
Elektraverbruik gebouw gebonden	kWh/woning	550	2.679	2.756	750
Elektraverbruik huishoudelijk (stelpost)	kWh/woning	1.900	1.900	1.900	1.900
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot (excl. huishoudelijk verbruik)</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>1.430</b>	<b>1.520</b>	<b>1.810</b>	<b>840</b>
CO <sub>2</sub> reductie	%	0%	-6%	-27%	41%
<b>Totale jaarlijkse kosten voor verwarmen, warm tapwater en ventileren (exclusief btw)</b>					
Onderhoud en instandhoudingskosten	€/woning	€ 203	€ 648	€ 213	€ 53
Energiekosten	€/woning	€ 841	€ 690	€ 1.120	€ 1.030
Overige kosten	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
<b>Integrale jaarlijkse lasten (exclusief btw)</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 1.045</b>	<b>€ 1.338</b>	<b>€ 1.333</b>	<b>€ 1.083</b>
<b>Jaarlijkse bewonerslasten voor verwarmen, warm tapwater en elektriciteit (exclusief btw)</b>					
Directe kosten voor huurder	€/woning	€ 841	€ 690	€ 863	€ 373
Afrekening via warmtefactuur	€/woning	€ 0	€ 0	€ 417	€ 657
<b>Bewonerslasten</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 841</b>	<b>€ 690</b>	<b>€ 1.280</b>	<b>€ 1.030</b>
Voordeel zon PV als 100% voor bewoner	€/woning	€ 473	€ 632	€ 632	€ 496
<b>Bewonerslasten inclusief voordeel zon PV</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 368</b>	<b>€ 58</b>	<b>€ 648</b>	<b>€ 534</b>
<b>Jaarlijkse uitgaven en inkomsten voor Woonplus (exclusief btw)</b>					
Onderhoud en instandhouding	€/woning	€ 203	€ 648	€ 53	€ 53
Energiekosten	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Overige kosten	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
<b>Jaarlijkse uitgaven corporatie</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 203</b>	<b>€ 648</b>	<b>€ 53</b>	<b>€ 53</b>
Inkomsten warmtefactuur en servicekosten (elektra)	€/woning	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
<b>Resultaat jaarlijkse inkomsten - uitgaven</b>	<b>€/woning</b>	<b>-€ 203</b>	<b>-€ 648</b>	<b>-€ 53</b>	<b>-€ 53</b>
Dit resultaat dient gedekt te worden vanuit de algemene huurinkomsten.					
Rentelasten bij 3,6% rente over de investering	€/woning	€ 0	€ 400	€ 190	€ 220
De rentelasten zijn ter informatie weergegeven en verder niet meegenomen in de bovenstaande berekeningen.					



### All-electric

De belangrijkste conclusies bij deze referentiewoning zijn de volgende.

- De totale investering voor dit concept komt op circa € 11.200,- per woning, exclusief btw en exclusief het voordeel van de ISDE-subsidie (circa € 1.800,-).
- De CO<sub>2</sub>-uitstoot bij het all-electric concept is 6% hoger dan de huidige situatie door het hoge elektriciteitsverbruik en de relatief hoge uitstoot per kWh elektriciteit.
- De totale jaarlijkse lasten (los van wie wat betaalt) komen circa € 290,- hoger uit dan in de huidige situatie. Dit is exclusief de rentekosten van de investering. Deze rentekosten bedragen circa € 400,- per jaar bij een rente van 3,6%.

### Uitgangspunten/opmerkingen bij de samenvattende tabel

- Voor de onderhouds- en instandhoudingskosten zijn de kosten uit de vastgoedwijzer exploitatiekosten van 2018 aangehouden.
- De afsluitkosten voor de individuele gasaansluitingen bedragen voor ondergrondse aansluitingen bij Stedin circa € 530,- per woning, exclusief btw. Deze post is bijgevoegd in de berekeningen.
- Overige kosten voor het stopzetten van de gaslevering zijn niet meegenomen. Het gaat hierbij om een eventuele opzegvergoeding van de leveringscontracten.
- De jaarlijkse uitgaven en inkomsten van de corporatie zijn inclusief de onderhoudskosten van de ventilatievoorziening en de verwarmingsinstallatie. Een deel van deze kosten valt echter onder de algemene huurkosten en niet onder de warmteafrekening of de servicekosten. In de beoordeling van het resultaat tussen uitgaven en inkomsten dient dat te worden meegewogen.
- Verondersteld is dat de warmteafrekening bij scenario A en B niet via de corporatie wordt gedaan maar rechtstreeks door de warmteleverancier. Voor de investeringen is als **demarcatie** het punt van binnenkomst van de leidingen vanuit de straat aangehouden.
- Voor scenario A is gerekend met een lager vastrecht warmte omdat er vanuit de stadsverwarmingaansluiting geen warm tapwater wordt geleverd. Het vastrecht warmte is vastgesteld op € 238,- per woning per jaar, exclusief btw (ten opzichte van circa € 362,- per woning per jaar, exclusief btw).
- Alle genoemde bedragen in de samenvattende tabel zijn exclusief btw.

### Conclusies ten aanzien van rijwoning na 2005

#### 1 Scenario A: minimale aanpak

- a De minimale investering om aan te sluiten op stadsverwarming is circa € 5.300,- per woning.
- b Door de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het elektraverbruik van de elektrische boiler is de CO<sub>2</sub>-uitstoot bij dit scenario hoger dan in de huidige situatie (27% hoger).
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 290,- per jaar hoger uit dan in de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 440,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 150,- ten opzichte van de huidige situatie.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) zijn in dit scenario min of meer gelijk aan de situatie met een individuele lucht-waterwarmtepomp.

#### 2 Scenario B: standaard aanpak

- a Met alleen installatietechnische maatregelen is het mogelijk aan te sluiten op het stadsverwarmingssysteem met een aanvoertemperatuur van 70°C. De investering voor dit scenario bedraagt circa € 6.000,- per woning.
- b De CO<sub>2</sub>-reductie is circa 41% ten opzichte van de huidige situatie.
- c De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 40,- per jaar hoger uit dan in de huidige situatie.
- d Voor de bewoner nemen de kosten met circa € 190,- toe ten opzichte van de huidige situatie.
- e Voor de corporatie verbetert het verschil tussen uitgaven en inkomsten met circa € 150,- ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt doordat de kosten voor het onderhoud en de instandhouding van de verwarmingsinstallatie nu rechtstreeks bij de bewoner terechtkomen via het vastrecht warmte. In de huidige situatie worden deze kosten door de corporatie betaald als onderhoud en instandhouding van de individuele gasketel.
- f De totale jaarlijkse kosten (los van wie wat betaalt) komen in dit scenario circa € 260,- per jaar lager uit dan in de situatie van een individuele lucht-waterwarmtepomp.

Gezien de goede bouwkundige staat van de woningen zijn scenario B+: 'Comfortverbetering' en scenario C: 'Vergaande aanpak' voor dit woningtype niet doorgerekend.

### Zonnepanelen

In de onderstaande tabel is de maximale CO<sub>2</sub>-reductie die met zonnepanelen kan worden behaald, weergegeven. Verder zijn de hierbij behorende investeringen en jaarlijkse lasten bepaald. Deze kosten en opbrengsten zijn niet meegenomen in de samenvattende overzichten zoals hiervoor weergegeven. Dit is gedaan omdat de keuze voor zonnepanelen los staat van de keuze tussen de eerdergenoemde scenario's.

Tabel 5.1 Zonnepanelen (bedragen zijn exclusief btw)

Item	Waarde	Toelichting
Zonnepanelen per woning	25,6 m <sup>2</sup> per woning	Op het dak is ruimte voor ongeveer 16 panelen van 1,6 m <sup>2</sup>
Jaarlijkse opbrengst	3.840 kWh per woning	
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	Afhankelijk van het elektraverbruik en daarmee afhankelijk van het gekozen scenario	Bepaald in onderstaande tabel
Investering zonnepanelen	€ 4.900,- per woning	
CO <sub>2</sub> -reductie	2.170 kg per jaar	

In de onderstaande tabel is per scenario het effect van het toevoegen van zonnepanelen weergegeven.

Tabel 5.2 Effect zonnepanelen per scenario

Zonnepanelen	Eenheid	Huidige situatie	Referentie	A	B
Omschrijving	-	Combi-ketel + zonnepanelen	All-electric + zonnepanelen	Minimale aanpak + zonnepanelen	Standaardaanpak + zonnepanelen
Maximaal oppervlakte aan zonnepanelen per woning	m <sup>2</sup> /woning	25,6 m <sup>2</sup>	25,6 m <sup>2</sup>	25,6 m <sup>2</sup>	25,6 m <sup>2</sup>
Investering zonnepanelen	€/woning	€ 4.900,-	€ 4.900,-	€ 4.900,-	€ 4.900,-
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen (*)	€/woning	€ 470,-	€ 630,-	€ 630,-	€ 500,-
Eenvoudige terugverdientijd	Jaren	10,4	7,8	7,8	9,9
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	kg/woning	2.170	2.080	1.790	2.760
Totale CO <sub>2</sub> -reductie inclusief zonnepanelen	%	152%	145%	125%	193%

\* De jaarlijkse opbrengst is afhankelijk van het elektriciteitsverbruik. Het elektriciteitsverbruik varieert per scenario. Als de opbrengst van de zonnepanelen hoger is dan het elektriciteitsverbruik van de woning is er gerekend met een teruglevergoeding van € 0,05 per kWh.

In de huidige situatie is met de plaatsing van zonnepanelen een CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren van circa 2.170 kg, die overeenkomt met 152% van de huidige CO<sub>2</sub>-uitstoot van het gebouwgebonden energiegebruik. Bij combinaties met het referentiescenario (all-electric) of de scenario's met stadsverwarming is een reductie van 125% tot 193% te realiseren. De investering voor de zonnepanelen komt op circa € 4.900,- per woning, exclusief btw.

Bij de in de bovenstaande tabel berekende terugverdientijd is als uitgangspunt aangehouden dat de inkomsten van de opgewekte elektriciteit geheel ten goede komen aan degene die in de zonnepanelen investeert. Bij huurwoningen is dat echter niet altijd het geval omdat de corporatie investeert en de bewoner de opbrengsten int door een lagere energierekening. De corporatie kan er dan voor kiezen om via een vast bedrag per maand de investering terug te verdienen. Vaak heeft de bewoner dan echter ook een voordeel waardoor de terugverdientijd voor de corporatie langer wordt.

## **Bijlage I Uitsplitsing energie en kosten rijwoning na 2005**

# Project: Haalbaarheidsonderzoek referentiecomplexen aansluiten op stadsverwarming in Groenord

Projectnummer: 17030  
Opdrachtgever: Woonplus  
Datum: 13 november 2018



## Rijwoning 2013, Notenbalk, Schiedam

Scenario's	Eenheid	Huidige situatie	All- electric	A	B
Omschrijving		Huidig (combi - ketel)	Lucht/water combi warmtepomp	Minimale aanpak - stadsverwarming	Standaard-aanpak - stadsverwarming
Doelstelling		-	All- electric	Lage investeringen	Alleen installatietechnische aanpassingen
<b>Maatregelpakketten</b>					
<b>Isolatie</b>					
Voor- en achtergevels	m²K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Kopgevel	m²K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Vloer kruipruimte	m²K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Plat dak	m²K/W (Rc)	5,00	5,00	5,00	5,00
Paneelconstructie	W/m²K (U)	1,65	1,65	1,65	1,65
Glas en kozijnen	W/m²K (U)	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46	1,28 - 1,46
Buitendeur	W/m²K (U)	1,65	1,65	1,65	1,65
<b>Ventilatie en kierdichting</b>					
Kierdichting (theoretische waarde)	dm³/s/m²	0,36	0,36	0,36	0,36
Ventilatiesysteem	-	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer met tijdssturing
<b>Warmteopwekking en afgifte</b>					
Warmteopwekking	-	Individuele HR combi-ketel (Intergas HRE 28-24)	Individuele lucht/water warmtepomp	Stadsverwarmings-aansluiting per woning	Stadsverwarmings-aansluiting per woning
Warmteafgifte	-	HT radiatoren, aanvoer-temperatuur 90°C	Nieuwe vergrootte radiatoren, aanvoer-temperatuur 50°C	Beperkt aantal radiatoren vervangen, aanvoer-temperatuur 70°C	Beperkt aantal radiatoren vervangen, aanvoer-temperatuur 70°C
Warm tapwater	-	Individuele HR combi-ketel (Intergas HRE 28-24)	Voorraadvat per woning tbv warmtepomp	Elektrische boiler	Warmte-unit per woning
<b>Investeringskosten</b>					
<b>Investeringskosten installatietechniek</b>					
Stadsverwarmingsaansluiting (stelpost)	€			€ 1.930,-	€ 1.930,-
All-electric warmteopwekking (warmtepomp en bijbehorende techniek)	€		€ 8.500,-		
Distributienet in de woning van begane grond naar verdieping	€			€ 450,-	€ 450,-
Vorbereidingskosten elektrische boiler (groep, e-aansluiting)	€			€ 300,-	
Warmte-unit, warmtemeter en aansluitingen per woning	€			€ 500,-	€ 1.500,-
Vervangen radiatoren door vergrootte radiatoren (exclusief leidingwerk)	€		€ 1.050,-	€ 525,-	€ 525,-
Aanpassingen leidingwerk warm tapwater in de woningen	€		€ 150,-	€ 150,-	€ 150,-
Afsluitkosten gasaansluiting	€		€ 530,-	€ 530,-	€ 530,-
Overstap van koken op gas naar elektrisch koken	€		€ 950,-	€ 950,-	€ 950,-
<b>Verwarmen, ventileren en elektrisch koken</b>	<b>€</b>	<b>€ 0,-</b>	<b>€ 11.180,-</b>	<b>€ 5.335,-</b>	<b>€ 6.035,-</b>
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 11.180</b>	<b>€ 5.335</b>	<b>€ 6.035</b>
<b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot</b>					
<b>Warmteverbruik</b>					
Warmteverbruik ruimteverwarming	GJ/woning	10,0	10,0	10,0	10,0
Warmteverbruik warm tapwater	GJ/woning	6,5	6,5	6,5	6,5
<b>Totaal warmteverbruik</b>	<b>GJ/woning</b>	<b>16,5</b>	<b>16,5</b>	<b>16,5</b>	<b>16,5</b>
Warmteverlies distributienet	GJ/woning	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Warmteverbruik inclusief warmteverlies in pandig distributienet</b>	<b>GJ/woning</b>	<b>16,5</b>	<b>16,5</b>	<b>16,5</b>	<b>16,5</b>
Rendement gasketel ruimteverwarming		90%			
Rendement gasketel warm tapwater (individueel)		70%			
COP elektrische boiler				90%	
COP elektrische warmtepomp (lucht/water) ruimteverwarming			3,00		
COP elektrische warmtepomp (lucht/water) warm tapwater			1,80		
<b>Warmteverbruik vanuit stadsverwarming</b>	<b>GJ/woning</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,0</b>	<b>16,5</b>
<b>Geleverde warmte op woningniveau vanuit stadsverwarming</b>	<b>GJ/woning</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,0</b>	<b>16,5</b>
Gasverbruik koken op gas	m³/woning	50			
Elektraverbruik elektrisch koken	kWh/woning		200	200	200
Gasverbruik individueel	m³/woning	630			
Gasverbruik collectief	m³/woning				
<b>Gasverbruik</b>	<b>m³/woning</b>	<b>630</b>			

Scenario's	Einheid	Huidige situatie	All- electric	A	B
<b>Elektraverbruik</b>					
Elektraverbruik elektrische boiler	kWh/woning			2.006	
Elektraverbruik warmteopwekking (all-electric)	kWh/woning		1.929		
Elektraverbruik elektrisch koken	kWh/woning		200	200	200
Elektraverbruik overige gebouwgebonden	kWh/woning	550	550	550	550
<b>Elektraverbruik gebouwgebonden</b>	<b>kWh/woning</b>	<b>550</b>	<b>2.679</b>	<b>2.756</b>	<b>750</b>
<b>Elektraverbruik huishoudelijk (stelpost)</b>	<b>kWh/woning</b>	<b>1.900</b>	<b>1.900</b>	<b>1.900</b>	<b>1.900</b>

<b>CO<sub>2</sub> uitstoot (excl. huishoudelijk verbruik)</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>1.430</b>	<b>1.520</b>	<b>1.810</b>	<b>840</b>
CO <sub>2</sub> reductie	%	0%	-6%	-27%	41%

<b>Energie-index (energielabel)</b>	-	<b>0,73 (A+)</b>	<b>0,65 (A+)</b>	<b>0,84 (A)</b>	<b>0,43 (A++)</b>
-------------------------------------	---	------------------	------------------	-----------------	-------------------

### Bewonerslasten

<b>Directe kosten voor huurder</b>					
Huur geiser/e-boiler	€/woning			€ 160,-	
Vastrecht gas individueel	€/woning	€ 157,-			
Variabele gaskosten individueel	€/woning	€ 345,-			
Vastrecht elektra individueel	€/woning	€ 245,-	€ 245,-	€ 245,-	€ 245,-
Variabele elektrakosten inclusief koken en e-boiler/booster	€/woning	€ 403,-	€ 754,-	€ 767,-	€ 436,-
Heffingskorting elektra-aansluiting	€/woning	-€ 309,-	-€ 309,-	-€ 309,-	-€ 309,-
<b>Directe kosten voor huurder</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 841,-</b>	<b>€ 690,-</b>	<b>€ 863,-</b>	<b>€ 373,-</b>
<b>Afrekening via warmtefactuur</b>					
Vastrecht warmte (inclusief meetkosten (en huur afleverset))	€/woning			€ 238,-	€ 362,-
Variabele kosten geleverde warmte op woningniveau	€/woning			€ 179,-	€ 295,-
<b>Afrekening via warmtefactuur</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 0,-</b>	<b>€ 0,-</b>	<b>€ 417,-</b>	<b>€ 657,-</b>
<b>Bewonerslasten verwarmen, warm tapwater en elektriciteit</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 841,-</b>	<b>€ 690,-</b>	<b>€ 1.280,-</b>	<b>€ 1.030,-</b>

### Jaarlijkse uitgaven corporatie

<b>Onderhoud en instandhouding</b>					
All-electric warmteopwekking	€/woning		€ 595,-		
Combi ketel	€/woning	€ 150,-			
Ventilatie	€/woning	€ 53,-	€ 53,-	€ 53,-	€ 53,-
<b>Onderhoud en instandhouding</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 203,-</b>	<b>€ 648,-</b>	<b>€ 53,-</b>	<b>€ 53,-</b>
<b>Jaarlijkse uitgaven corporatie</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 203,-</b>	<b>€ 648,-</b>	<b>€ 53,-</b>	<b>€ 53,-</b>
<b>Resultaat jaarlijkse inkomsten - uitgaven</b>	<b>€/woning</b>	<b>-€ 203,-</b>	<b>-€ 648,-</b>	<b>-€ 53,-</b>	<b>-€ 53,-</b>

### Totale jaarlijkse kosten voor verwarmen, warm tapwater en ventileren (exclusief btw)

<b>Onderhoud en instandhoudingskosten</b>					
Huur geiser/e-boiler	€/woning	€ 0,-	€ 0,-	€ 160,-	€ 0,-
All-electric warmteopwekking	€/woning	€ 0,-	€ 595,-	€ 0,-	€ 0,-
Combi ketel	€/woning	€ 150,-	€ 0,-	€ 0,-	€ 0,-
Ventilatie	€/woning	€ 53,-	€ 53,-	€ 53,-	€ 53,-
<b>Onderhoud en instandhoudingskosten</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 203,-</b>	<b>€ 648,-</b>	<b>€ 213,-</b>	<b>€ 53,-</b>
<b>Energiekosten</b>					
Vastrecht gas individueel	€/woning	€ 157,-	€ 0,-	€ 0,-	€ 0,-
Variabele gaskosten individueel	€/woning	€ 345,-	€ 0,-	€ 0,-	€ 0,-
Vastrecht elektra individueel	€/woning	€ 245,-	€ 245,-	€ 245,-	€ 245,-
Variabele elektrakosten inclusief koken en e-boiler/booster	€/woning	€ 403,-	€ 754,-	€ 767,-	€ 436,-
Heffingskorting elektra-aansluiting	€/woning	-€ 309,-	-€ 309,-	-€ 309,-	-€ 309,-
Variabele kosten geleverde warmte op woningniveau	€/woning	€ 0,-	€ 0,-	€ 179,-	€ 295,-
Vastrecht warmte (inclusief meetkosten (en huur afleverset))	€/woning	€ 0,-	€ 0,-	€ 238,-	€ 362,-
<b>Energiekosten</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 841,-</b>	<b>€ 690,-</b>	<b>€ 1.120,-</b>	<b>€ 1.030,-</b>
<b>Integrale jaarlijkse lasten (exclusief btw)</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 1.045,-</b>	<b>€ 1.338,-</b>	<b>€ 1.333,-</b>	<b>€ 1.083,-</b>

Rentelasten bij 3,6% over investering (exclusief effect ISDE)		€ 0,-	€ 402,-	€ 192,-	€ 217,-
---	--	-------	---------	---------	---------

### Effect van zonnepanelen op de bewonerslasten (als PV opbrengst 100% voor bewoners)

Huidige bewonerslasten	€/woning	€ 841,-	€ 690,-	€ 1.280,-	€ 1.030,-
Maximale opbrengst van zonnepanelen	€/woning	€ 473,-	€ 632,-	€ 632,-	€ 496,-
<b>Netto bewonerslasten inclusief effect zonnepanelen</b>	<b>€/woning</b>	<b>€ 368,-</b>	<b>€ 58,-</b>	<b>€ 648,-</b>	<b>€ 534,-</b>

### Zonnepanelen

Beschikbaar dakoppervlak	m <sup>2</sup>	42,5	42,5	42,5	42,5
Zonnepanelen op het dak (60% van het dakoppervlak)	m <sup>2</sup>	25,6	25,6	25,6	25,6
Zonnepanelen per woning	m <sup>2</sup> /woning	25,6	25,6	25,6	25,6
Jaarlijkse opbrengst	kWh/woning	3.840	3.840	3.840	3.840
Jaarverbruik woning (salderen tegen inkoopstarief)	kWh/woning	2.450	3.840	3.840	2.650
Teruglevering (0,05 per kWh)	kWh/woning	1.390	0	0	1.190
Jaarlijkse opbrengst zonnepanelen	€/woning	€ 473	€ 632	€ 632	€ 496
Investering zonnepanelen	€/woning	€ 4.900	€ 4.900	€ 4.900	€ 4.900
Eenvoudige terugverdientijd	jaren	10,4	7,8	7,8	9,9
CO <sub>2</sub> -reductie	kg/woning	2.170	2.170	2.170	2.170
Totale CO <sub>2</sub> reductie inclusief zonnepanelen	kg/woning	2.170	2.080	1.790	2.760
Totale CO <sub>2</sub> reductie inclusief zonnepanelen	%	152%	145%	125%	193%