

**inenergie** •

*Managementrapportage*  
*Verduurzaming*  
*Wijk van de*  
*Toekomst*  
*Ermelo*

*augustus 2018*

• samen duurzaam ondernemen

*Met een heldere visie  
op de toekomst zijn  
oplossingen  
eenvoudig*

## *Inhoudsopgave*

<i>1. Inleiding</i>	<i>4</i>
<i>2. 'Wijk van de Toekomst'</i>	<i>5</i>
<i>3. Algemene stappen naar aardgasloos wonen</i>	<i>6</i>
<i>4. Duurzame warmtevoorziening varianten</i>	<i>12</i>
<i>5. Overzicht resultaten</i>	<i>20</i>
<i>6. Conclusie en vervolg</i>	<i>22</i>

# 1. Inleiding

*De ambitie van Ermelo is om in 2030 energieneutraal te zijn. Dit houdt in dat daarmee de uitstoot van CO<sub>2</sub> ophoudt. Een belangrijke stap hierin is het van het aardgas krijgen van bestaande woningen in zogenaamde Wijken van de Toekomst, zoals vastgelegd in het Gelders Energieakkoord.*

*Door de gemeente Ermelo, Alliander en woningcorporatie UWoon is vastgesteld dat een deel van wijk West (figuur 1) geschikt is om te starten met deze warmtetransitie. Dit heeft te maken met de samenstelling van de huizen in deze buurt, de combinatie van huur- en koopwoningen en de leeftijd van het gasnet.*

*De Wijk van de Toekomst bestaat uit 479 rijtjeswoningen uit de jaren '70, waarbij de warmtevoorziening plaats vindt vanuit individuele gasgestookte ketels.*

*De vraag van de gemeente aan Inenergie is om de technische / financiële consequenties in kaart te brengen indien wordt overgestapt van een conventionele naar een aardgasloze duurzame warmtevoorziening. Hierbij wordt ook de betaalbaarheid van de bijkomende kosten vanuit de bewoner/eigenaar beschouwd.*

*Een aantal 'aardgasloze energieopties' worden al onderzocht. In een proefwoning binnen de wijk wordt gestart met verwarming door middel van infraroodpanelen. Daarnaast wordt onderzocht in hoeverre een combinatie gemaakt kan worden met de duurzame warmtebron bij het nieuwe zwembad/ sportcentrum in de Zanderij. Dit onderzoek zal zich richten op een warmtekoudeopslag (WKO) optie in combinatie met warmtepompen (WP) voor de wijk.*

## 2. 'Wijk van de Toekomst'

De Wijk van de Toekomst is gelegen in Ermelo-West. De wijk bevat 479 woningen. Het bouwjaar van de verschillende woningen ligt tussen 1965 en 1975. Zo'n 450 woningen zijn tussenwoningen en 29 woningen zijn 2-onder-1-kapwoningen. Vanuit de literatuur blijkt dat woningen in soortgelijke wijken deels al zijn voorzien van isolatie en deels al zijn uitgevoerd met dubbel glas. De warmte-opwekking wordt verzorgd met gasketels. Ongeveer 70% van deze ketels zijn HR combi en ongeveer 30% zijn VR ketels. De 2-onder-1-kapwoningen uit de jaren '70 verbruiken gemiddeld gezien 2.800 m<sup>3</sup> aardgas. Tussenwoningen uit de jaren '70 verbruiken gemiddeld 1.700 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. In de wijk van de Toekomst zijn al sommige woningen geïsoleerd hierdoor is het daadwerkelijke gemiddelde huidige gasverbruik iets lager (ca. 10-20%).



Figuur 1: Plattegrond Wijk van de Toekomst Ermelo



Figuur 2: tussenwoning (links), 2-onder-1-kapwoning (rechts) in de Wijk van de Toekomst

# 3. Algemene stappen naar aardgasloos wonen

*Verduurzaming en het aardgasloos maken van de bestaande wijk is een forse ingreep. Woningen hebben momenteel gasgestookte ketels. Deze gasketels produceren hoog temperatuur (HT) warmte. De afgiftesystemen in de woningen zoals radiatoren zijn hierop ontworpen. Door de slechte schil hebben deze woningen een relatief hoge energievraag. Enige energiebesparing heeft in de loop van de tijd wel plaats gevonden, zoals dubbel glas en een HR-ketel, maar er is nog veel te winnen.*

*Een bestaande woning dient aan de gebouwszijde met enkele maatregelen te worden aangepast, zodat zo goed mogelijk op de levering van duurzame warmte wordt aangesloten. Als de gasaansluiting bij de woning wordt verwijderd, dient de bewoner ook over te schakelen op elektrisch koken. In het kort dienen de volgende stappen gevolgd te worden om te komen tot aardgasloze duurzame woningen:*

- 1. Reduceer de energievraag*
- 2. Zorg voor het aardgasloos maken van de woning*
- 3. Pas duurzame energie toe*
- 4. Zorg voor een efficiënte warmtevoorziening*

*In het volgende is dit stapsgewijs voor de wijk toegepast en zijn de financiële consequenties voor de bewoner bepaald.*

## 3.1. Energie besparende maatregelen

*Door de schil te isoleren kan de energievraag van woningen uit de jaren '70 met meer dan 50% worden gereduceerd. Het glas van de ramen wordt verbeterd naar HR++ en gevel, vloer en dak worden geïsoleerd. Door deze maatregelen wordt een labelsprong gemaakt van label E naar label B.<sup>1</sup>*

*Sommige woningen in de wijk hebben echter al een labelsprong gemaakt. Dit is te zien in onderstaand figuur*

---

<sup>1</sup> RVO 'Voorbeeldwoning 2011 bestaande woningen'



Figuur 3: Huidige energielabels in wijk van de toekomst (bron: energielabelatlas.nl)

Een labelsprong van E naar B zal ongeveer net zo duur zijn als een labelsprong van D naar B. Sommige woningen in de wijk zijn al Label B of zelfs al Label A. Er zal per woning moeten worden nagegaan welke maatregelen nodig zijn.

De energievraag voor ruimteverwarming van een gemiddelde rijtjeswoning wordt, in geval een labelsprong wordt gemaakt van label E naar label B gereduceerd van 47 GJ naar 24 GJ.



Figuur 4 Toepassing van dakisolatie

In de volgende tabel wordt aangegeven wat de maatregelen zijn voor een rijtjeswoning uit de jaren '70 om van label E naar label B te komen en welke kosten daarbij horen.

De gemiddelde investeringen voor de energiebesparende maatregelen staan weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Schatting van de kosten van de energie besparende maatregelen voor een sprong van label E naar label B voor 2-onder-1-kapwoningen en rijtjeswoningen.<sup>2</sup>

<i>Energievraag beperken Isolatiemaatregel van label E naar label B</i>	<i>Indicatie 2-onder-1- kapwoningen (incl. BTW)</i>	<i>Indicatie rijtjeswoningen (incl. BTW)</i>
Vloerisolatie	€ 1.300	€ 1.100
Dak isolatie	€ 6.500	€ 3.800
Gevelisolatie:	€ 2.300	€ 2.200
Glas naar HR ++	€ 4.700	€ 4.100
<b>Totale investering besparing maatregelen</b>	<b>€ 14.800</b>	<b>€ 11.100</b>

---

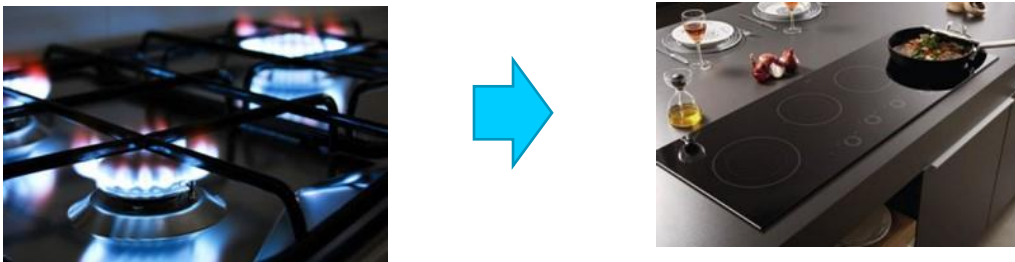
<sup>2</sup> Exacte kosten afhankelijk van lokale specifieke situatie.



### 3.2. Aardgasloos

Door de gasaansluiting te verwijderen en te elektrificeren vindt er geen directe CO<sub>2</sub> uitstoot vanuit de woning plaats. Als de gebruikte stroom duurzaam is opgewekt zal het koken CO<sub>2</sub>-vrij zijn. Hiervoor dienen de volgende maatregelen plaats te vinden:

- Weghalen van de bestaande ketel
- Weghalen van de gasaansluiting
- Weghalen van het gasfornuis en plaatsen van een elektrische kookplaat



Figuur 5: Aardgasloos: van koken met gas naar elektrisch koken

Duurzame bronnen hebben vaak een lagere aanvoertemperatuur dan de temperatuur vanuit een ketel. Om te zorgen dat laag temperatuur warmte de woningen voldoende warm krijgt dient het verwarmend oppervlak vergroot te worden. Bij voorkeur een vloerverwarming systeem. Bij nieuwbouw wordt dit al vaak toegepast. Bij bestaande bouw is dit echter ingrijpend. Doordat verbetering van de schil wordt toegepast is in de volgende beschouwing verondersteld dat de bestaande radiatoren behouden kunnen blijven als warmteafgiftesysteem. Het temperatuurniveau van deze warmte bestaat uit een midden-temperatuur (MT), een temperatuurniveau van 70 - 40 °C.

De kosten van de besproken maatregelen worden in tabel 2 gepresenteerd.

Tabel 2: Overzicht van de kosten om tot aardgasloze woningen te komen voor verschillende varianten.

Maatregelen	Kosten per woning (incl. BTW)
Weghalen bestaande ketel	€ 450
weghalen gasaansluiting	€ 750
weghalen gasfornuis en plaatsen elektrische kookplaat	€ 1400
<b>Totale investering aardgasloos</b>	<b>€ 2600-3200<sup>3</sup></b>

Daarnaast zal het elektrisch koken extra elektraverbruik vergen (211 kWh). Dit kost zo'n € 42,- per woning per jaar. Een zonnepaneel van 270 watt zal al meer stroom opwekken in een jaar (ca. 250 kWh) dan nodig is voor het koken.

<sup>3</sup> Kosten afhankelijk van lokale installatie tarieven

### 3.3. Duurzame energie

Na het aardgasloos maken van de woning, blijft er een vraag bestaan naar elektrische energie. Elektrische energie is noodzakelijk voor verlichting en voeding van apparaten. In de aardgasloze woning zal er zelfs een toename van het elektriciteitsgebruik ontstaan door het overstappen naar elektrisch koken en de toepassing van een warmtevoorziening op elektriciteit. Een WKO systeem is een zeer efficiënte wijze van warmteopwekking, maar vraagt jaarlijks nog wel elektriciteit.

Voor de verduurzaming van de woning is het noodzakelijk dat de elektrische energie zo duurzaam mogelijk wordt opgewekt. Er is verondersteld dat elke woning wordt voorzien met zonnepanelen. Hierbij is uitgegaan van 27 m<sup>2</sup> per woning, waarop een zon-PV systeem van 4,6 kWp kan worden geplaatst. Jaarlijks wordt met een dergelijk zon-PV systeem per woning circa 4.000 kWh opgewekt.

Het gemiddelde elektriciteitsverbruik in Nederland is 3.500 kWh per huishouden. Er zal per woning moeten worden nagegaan of het betreffende verbruik overeenkomt met de berekende opwek.

In geval dat woningen zelfstandig elektrisch worden verwarmd zal het elektriciteitsverbruik flink stijgen. Met hoeveel is onder meer afhankelijk van isolatiegraad en de grootte van de woning.

De investeringskosten, jaarlijkse opbrengsten en onderhoudskosten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3: Overzicht van de kosten en opbrengsten voor plaatsen van zonnepanelen plus onderhoud per woning

Plaatsen zonnepanelen	Bedrag per woning (incl. BTW)
Investering Zon-Pv systeem (incl. BTW teruggave)	€ 5.300
Onderhoud per jaar (0,8% )	€ 40
Opbrengst verkoop elektriciteit (€ 0,21/kWh)	€ 850

Na 12-15 jaar zal ook de omvormer moeten worden vervangen. Hiervoor zal een bedrag van ongeveer 500-700 euro over de looptijd moeten worden gereserveerd.

Er is van uitgegaan dat saldering plaatsvindt. De waarde van de stroom is hierbij gelijk aan de inkoop van de stroom bij de woningen (incl. BTW). Na 2020 zal deze salderingsregeling aangepast worden naar een terugleversubsidie. De overheid heeft aangegeven dat de 'terugleversubsidie' hoog genoeg zal zijn om de investering in zonnepanelen binnen zeven jaar terug te verdienen.<sup>4</sup> Dit betekent inhoudelijk dat de business case voor particulieren die zonnepanelen gaan aanschaffen voor hun woning met een kleinverbruik aansluiting niet veel zal veranderen ten opzichte van de huidige situatie.

Door het plaatsen van zonnepanelen zouden de opgeleverde Label B woningen uit paragraaf 3.1 een sprong maken naar label A woning.

<sup>4</sup> 'Kamerbrief Stimuleringsbeleid lokale hernieuwbare elektriciteitsproductie', 15 juni 2018



*Figuur 6: zonnepanelen geplaatst bij een 2-onder-1-kapwoning*

# 4. Duurzame warmtevoorziening varianten

*Nadat de energiebesparende maatregelen zijn toegepast, zijn er verschillende varianten om een woning van duurzame warmte te voorzien. De volgende concepten zijn voor de wijk beschouwd:*

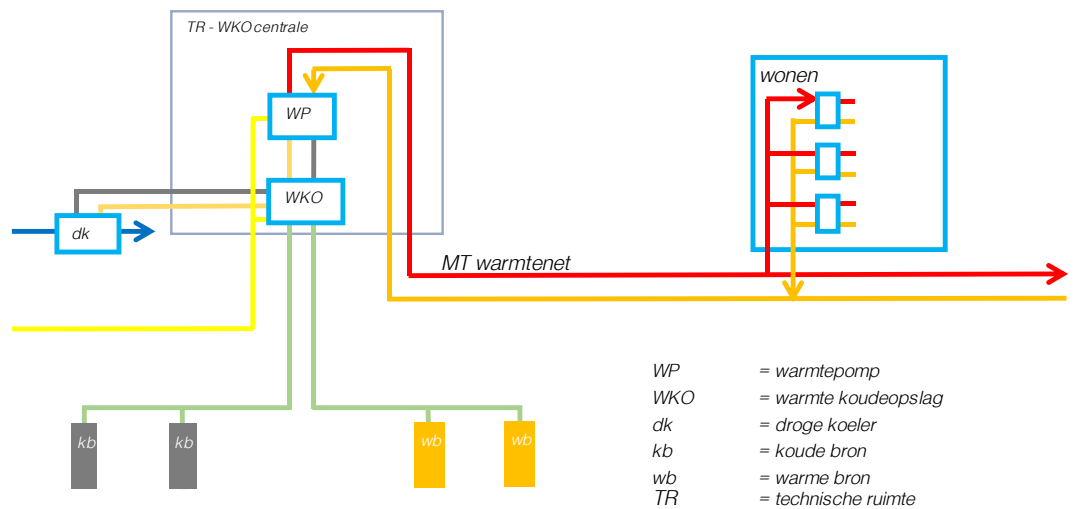
1. *Warmte Koude Opslag (WKO) centraal*
2. *WKO units*
3. *WKO ESCO*
4. *lucht-water warmtepomp*
5. *Infrarood panelen*

*Er zijn daarnaast nog andere varianten. Dit betreft een warmtenet variant met een bron van buiten de wijk (SWECO variant). Restwarmte komend van een nieuw te bouwen duurzaam zwembad in de buurt wordt gebruikt om de woningen in de wijk te verwarmen.*

*Onderstaand worden de bovengenoemde varianten toegelicht en is de financiële haalbaarheid bepaald.*

## 4.1. WKO centraal

*WKO en warmtepomp (WP-) installaties voor de wijk: Vanuit één centrale in de wijk wordt midden temperatuur (MT-) warmte geleverd aan de woningen. Door de warmte van 70-40° C te leveren kan direct in de woning warm tapwater worden bereid. De temperatuur is hoog genoeg om de woning te verwarmen met de bestaande radiatoren in een geïsoleerd huis. In de wijk wordt één centrale gebouwd met daarin WP-installaties en warmtewisselaars om energie uit de bodem over te dragen aan een secundair net. Warmte uit de bodem wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan de WP die vervolgens aan de condensorzijde MT-warmte produceert. Deze warmte wordt door middel van een warmtenet aan de woningen geleverd. In de woning komt een afleverset waar de warmte aan de woning wordt geregistreerd. De bewoners investeren in deze variant zelf in hun eigen warmtenet. In figuur 7 is een WKO centrale variant afgebeeld.*



Figuur 7: Centrale WKO schema

Een WKO systeem bevat een koude bron (kb) en een warme bron (wb). In de winter wordt warmte van de warme bron via een warmtewisselaar aan een warmtepomp overgedragen. Deze warmtepomp maakt vervolgens MT warmte. De koude bron kan gebruikt worden om woningen te koelen indien er koelvraag is. Naast het warmtenet dient er dan wel een aanvullend koudenet aangelegd te worden. Aangezien er geen koelvraag in de woning aanwezig is, wordt vanuit deze variant alleen warmte geleverd. Tijdens de levering van warmte door de WP aan de woningen ontstaat er koeling in de bodem. Deze koeling dient geregenereerd te worden. Dit kan door oppervlakte water of door middel van dry coolers. Voor deze wijk is voor het weer in energetisch balans brengen van de bronnen uitgegaan van dry coolers.

#### 4.1.1 Initiële investeringen WKO centraal

De investering voor deze WKO variant met verschillende onderdelen is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Overzicht van de totale investeringskosten voor WKO centraal

Investering	Prijs per unit	WKO centraal woningen
Warmte Pomp HT	€ 168 / kW	€ 411.000
Bronnen	€ 3000 / m <sup>3</sup> /h	€ 560.000
Regeneratie (opp.water pomp/dry cooler, inlaat/ uitlaat)	€ 90 / kWth	€ 128.000
Technische ruimte	€ 100.000/ WKO	€ 100.000
Onvoorzien	10% van voorgaande investeringskosten	€ 120.000
Warmtenet + Aansluitingen + Transport voor 2-onder-1-kapwoning	€ 6500 / woning	€ 189.000
Warmtenet + Aansluitingen + Transport voor rijtjeswoning	€ 5500 / woning	€ 2.475.000
<b>Totale investering</b>		<b>€ 3.983.000</b>

De gemiddelde investering voor de WKO centraal installatie is geraamd op € 8.300 per woning.

#### 4.1.2 Jaarlijkse exploitatiekosten WKO centraal

De jaarlijkse exploitatiekosten voor de WKO centraal variant staat weergegeven tabel 5:

Tabel 5: jaarlijkse exploitatiekosten WKO centraal

	Prijs	Verbruik	WKO centraal
Elektriciteitskosten	€ 0,08 per kWh (zakelijk tarief)	1.845 MWhe	€ 148.000

Per woning worden de elektriciteitskosten € 310 per jaar. Deze kosten worden vooral gemaakt om warmte op te wekken middels de warmtepompen.

#### 4.1.3 Onderhoud en Beheer WKO centraal

De totale onderhoud en beheerkosten voor de WKO variant is weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Overzicht van de onderhoudskosten voor WKO

Investering	Prijs	WKO centraal
Warmtepomp HT	4,0% van initiële investering	€ 16.400
Bronnen	1,0% van initiële investering	€ 5.600
Regeneratie (opp.water pomp, inlaat/ uitlaat)	1,0% van initiële investering	€ 1.300
Distributienet	1,0% van initiële investering	€ 1.900
Klantenservice & Voorlichting woningen	€ 50 / woning	€ 24.000
Diversen - Overhead	5,0% van omzet	€ 30.000
Diversen - Debiteurenrisico	0,5% van omzet	€ 3.000
<b>Totaal</b>		<b>€ 82.200</b>

Gemiddeld per woning worden de onderhouds- en beheerkosten € 170. Zoals eerder vermeld zijn deze kosten ook voor de exploitant.

#### 4.1.4 Totale jaarlijkse kosten WKO centraal

De totale jaarlijkse kosten komen gemiddeld uit op € 480 per jaar per woning.

## 4.2. WKO units

WKO en WP voor kleinere clusters: deze optie is gelijk aan variant 1 (zie figuur 6), echter wordt gekozen voor meerdere WKO WP units in de wijk in plaats van één grote centrale. In deze variant is er vanuit gegaan dat er 4 technische ruimtes zijn met warmtepompen (4 units). Het voordeel van deze variant is dat minder voorinvesteringen worden gedaan in 1 grote centrale. De WKO-units worden pas geplaatst als voldoende woningen op het warmtenet zijn aangesloten. Deze variant heeft de mogelijkheid om modulair aangelegd te worden hoewel de investering voor het slaan van de bronnen uitgaat van uiteindelijk volledige benutting van de bronnen. De bewoners investeren in deze variant zelf in hun eigen warmtenet.

#### 4.2.1 Initiële investeringen WKO Units

De investering voor deze WKO variant met verschillende onderdelen is weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Overzicht van de totale investeringskosten voor WKO units

Investering	Prijs per unit	WKO units per unit
Warmte Pomp HT	€ 220 / kW	€ 162.900
Bronnen	€ 5500 / m3/h	€ 170.300
Regeneratie (opp.water pomp/dry cooler, inlaat/ uitlaat)	€ 90 / kWth	€ 32.000
Technische ruimte	€ 100.000/ WKO	€ 30.000
Onvoorzien	10% van voorgaande investeringen	€ 39.500
Warmtenet + Aansluitingen + Transport voor 2-onder-1-kapwoning	€ 6500 / woning	€ 47.100
Warmtenet + Aansluitingen + Transport voor rijtjeswoning	€ 5500 / woning	€ 618.700
<b>Totale investering per unit</b>		<b>€ 1.100.500</b>
<b>Totale investering 4 units</b>		<b>€ 4.402.000</b>

De investering voor de WKO centraal installatie is geraamd op € 9200 per woning.

#### 4.2.2 Jaarlijkse exploitatiekosten WKO Units

De jaarlijkse exploitatiekosten voor de WKO centraal variant staat weergegeven tabel 8:

Tabel 8: jaarlijkse exploitatiekosten WKO centraal

	Prijs	Verbruik	WKO units per unit
Elektriciteitskosten	€ 0,08 per kWh	461 MWhe	€ 36.900

Voor het totale systeem van 4 units zouden de elektriciteitskosten € 147.600 zijn.

Gemiddeld per woning worden de elektriciteitskosten € 310, net zoals bij de vorige variant.



### 4.2.3 Onderhoud en Beheer WKO Units

De totale onderhoud en beheerkosten voor de WKO variant is weergegeven in tabel 9.

Tabel 9: Overzicht van de onderhoudskosten voor WKO units

Investering	Prijs	WKO units per unit
Warmtepomp HT	4,0% van initiële investering	€ 6.500
Bronnen	1,0% van initiële investering	€ 1.700
Regeneratie (opp.water pomp, inlaat/uitlaat)	1,0% van initiële investering	€ 320
Distributienet	1,0% van initiële investering	€ 470
Klantenservice & Voorlichting woningen	€ 50 / woning	€ 6.000
Diversen - Overhead	5,0% van omzet	€ 7.500
Diversen - Debiteurenrisico	0,5% van omzet	€ 750
<b>Totaal</b>		<b>€ 23.200</b>

Voor het totale systeem van 4 units zijn de onderhouds- en beheerkosten € 93.000. Gemiddeld per woning is dit € 190 per jaar.

### 4.2.4 Totale jaarlijkse kosten WKO units

De totale jaarlijkse kosten komen gemiddeld uit op € 500 per jaar per woning.

## 4.3. WKO ESCO

WKO centraal, zie variant 1, waarbij de exploitatie van de installaties plaatsvinden door een Energy Service Company, ESCO. Een warmteleveringsbedrijf levert duurzame warmte aan de bewoners. De hoogte van de warmtetarieven is gelijk aan de kosten die de bewoner had gehad indien zij zelf een gsgestookte ketel hadden gehad, het zogenaamde niet-meer-dan-anders (NMDA-) principe. Het warmtebedrijf vraagt in dit geval een:

- Een éénmalige aansluitbijdrage: de hoogte is gelijk aan de investering van de bewoner in een nieuwe ketel
- Een GJ-tarief: een variabel tarief dat overeenkomt met de gaskosten van het voorgaande jaar. De maximale hoogte van dit tarief wordt vastgesteld door de ACM.
- Een vast bedrag per jaar: dit bedrag is vergelijkbaar met de onderhoud en beheerskosten van de gas ketelsituatie.

Een voordeel voor het toepassen van een ESCO is dat mogelijke hoge initiële investeringen niet door bewoners hoeven te worden gedaan, maar door de ESCO, die deze gedurende de exploitatie van het WKO systeem weer terugverdiend. Vanuit het oogpunt van de bewoner heeft deze geen extra kosten voor de centrale WKO variant.

#### 4.3.1 Initiële investering ESCO

De investering voor de bewoners bedraagt in dit geval de aansluitbijdrage van € 2400.

#### 4.3.2 Jaarlijkse kosten ESCO

De jaarlijkse vaste kosten voor vastrecht zijn per woning € 350. De variabele kosten voor warmtelevering zijn per bewoner € 900. Bij elkaar zijn de jaarlijkse kosten per woning € 1250,-, ofwel ongeveer 100 euro per maand.

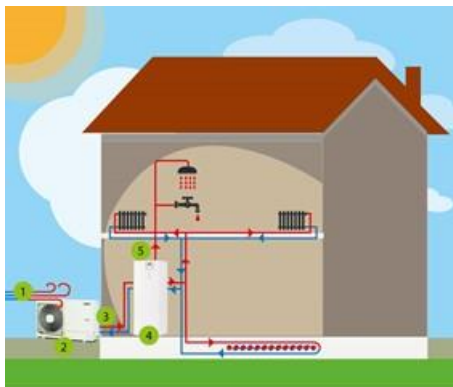
#### 4.3.3 Onderhoud en Beheer ESCO

Wat betreft de ESCO zijn er geen onderhouds- en beheerkosten voor de bewoners.

### 4.4. Lucht-water WP

Bij de Individuele lucht-water WP in de woning zijn er geen centrale voorzieningen noodzakelijk in de wijk. In de woning komt een lucht-water WP. Deze WP onttrekt zijn warmte uit de buitenlucht. Zelfs als het buiten -10 °C is kan er vanuit de WP nog warmte worden onttrokken. Vervolgens kript de WP de warmte op naar een bruikbaar temperatuurniveau. Doordat de temperatuursprong van deze lucht-water WP hoger is dan een water-water WP van de vorige varianten is het rendement van de installatie lager. In deze variant heeft elke woning een eigen lucht-water warmtepomp. Per woning moet rekening gehouden worden met het ruimtebeslag voor de individuele warmtepomp van een grote koelkast. Het ruimtebeslag is aanzienlijk groter dan de centrale varianten waar alleen een afleverset, voor de registratie van de afgenomen warmte, in de woning wordt geplaatst. Tevens moet rekening worden gehouden met een aparte unit die buiten wordt opgesteld voor het invangen van de warmte (zie figuur 8). Bij toepassing van een lucht-water warmtepomp moet voor de voeding worden gerekend op een extra groep in de elektriciteitskast.

Een voordeel is wel dat er geen voorinvesteringen zijn in centrale voorzieningen. Er wordt pas geïnvesteerd, nadat de schil van de woning verbeterd is en de gasketel wordt vervangen door een WP installatie.



Figuur 8: Lucht-Water warmtepomp

#### 4.4.1 Initiële investeringen lucht-water WP

De totale investering voor de bewoners bedraagt ca € 9.700 per woning. Dit is inclusief een extra groep elektriciteit van ca. € 600. Momenteel is er een aanzienlijke subsidie vanuit de ISDE<sup>5</sup> voor particulieren beschikbaar. Voor een dergelijk individuele WP ca. € 2.100, waardoor de netto investering uitkomt op ca. € 7.600 per woning.

#### 4.4.2 jaarlijkse gebruikskosten lucht-water WP

De jaarlijkse elektriciteitskosten voor de warmtevoorziening zijn per woning € 690. Dit komt overeen met ongeveer 3300 kWh. Ca. 13 zonnepanelen zijn benodigd om dit verbruik op te wekken.

#### 4.4.3 Onderhoud en Beheer lucht-water WP

De jaarlijkse onderhouds- en beheerskosten zijn per woning € 100.

### 4.5. Infrarood panelen in de woning

Door middel van infraroodpanelen wordt gericht warmte in de woningen geleverd. Doordat niet de gehele woning wordt opgewarmd maar alleen met stralingswarmte de personen die zich in de woning bevinden, is de warmtevraag aanzienlijk kleiner dan in de vorige optie. Mogelijk is wel een basis warmtevoorziening nodig om de woning op 15 graden Celsius te houden. Warm tapwater wordt verzorgd vanuit een warmtepompboiler.



Figuur 9: infrarood paneel

#### 4.5.1 Initiële investeringen infrarood panelen

De totale investering voor de bewoners (incl. BTW en 10% onvoorzien) bedraagt in dit geval voor het infrarood systeem (€ 9.300) + installatie (€ 1.700) + warmtepomp boiler (€ 2.000) + ventilatie (€ 400). De totale initiële investering in deze variant komt uit op € 13.400 per woning.

#### 4.5.2 jaarlijkse gebruikskosten infrarood panelen

De jaarlijkse elektriciteitskosten voor de warmtevoorziening zijn per woning € 840. Dit komt overeen met ongeveer 4400 kWh. Ca. 16 zonnepanelen zijn benodigd om dit verbruik op te wekken.

#### 4.5.3 Onderhoud en Beheer infrarood panelen

De jaarlijkse onderhouds- en beheerskosten zijn per woning € 270.

---

<sup>5</sup> ISDE = Investering Subsidie Duurzame Energie

# 5. Overzicht resultaten

*Een totaal overzicht van de indicatieve kosten per woning (incl. BTW) samen met de gasketel referentie situatie staat weergegeven in tabel 10.*

*In de tabel zijn de kosten en opbrengsten van alle maatregelen gesommeerd. Stapsgewijs wordt er in de tabel per kolom aangegeven wat er extra geïnvesteerd moet worden om van de huidige gassituatie naar een aardgasloze duurzame situatie te komen. Per variant worden naast de éénmalige investeringen ook de jaarlijkse kosten weergegeven voor de elektrische energie die door de variant nog wordt gevraagd en de onderhoud en beheer kosten. De éénmalige investeringen leiden wel tot lagere jaarlijkse kosten dan de huidige situatie. Isolatie leidt tot een kleinere warmtevraag, de toepassing van zonnepanelen leidt tot extra elektriciteitsopbrengsten en efficiëntere warmte opwekvarianten leiden tot lagere jaarlijkse energiekosten.*

*De meerinvesteringen zijn het verschil tussen de investering behorende bij een variant minus de investering behorende bij de huidige situatie met gasketel.*

*Deze meerinvesteringen worden gedeeld door de jaarlijkse besparing van de betreffende variant. Op deze manier wordt een eenvoudige terugverdientijd berekend.*

*In de tabel is rekening gehouden met kosten die bij de bewoner worden gemaakt en kosten die centraal worden gemaakt. Uit de tabel blijkt dat van de beschouwde varianten een centrale WKO tot de laagste terugverdientijd leidt.*

Tabel 10: Totaal overzicht van de kosten per woning (incl. BTW) van de varianten samen met gasketel referentie situatie

Indicatieve kosten per woning (incl. BTW)	huidige situatie met gasketel	renovatie label B met gasketel	renovatie label A WKO centraal	renovatie label A WKO units	renovatie label A ESCO WKO centraal	renovatie label A lucht-water WP	Infrarood panelen
Investering energiebesparing (BTW 6%)		€ 11.400	€ 11.400	€ 11.400	€ 11.400	€ 11.400	€ 11.400
Investering van aardgasloos			€ 2.600	€ 2.600	€ 2.600	€ 3.200	€ 2.600
Investering zon - pv (BTW teruggave)		€ 5.300	€ 5.300	€ 5.300	€ 5.300	€ 5.300	€ 5.300
Investering installatie	€ 2.400	€ 2.400				€ 9.700	€ 13.400
Subsidie lucht-water WP						€ -2.100	
Aansluitbijdrage Warmte					€ 2.400	€ 0	
<b>centraal niveau</b>							
Investering installatie			€ 8.300	€ 9.200			
Subsidie							
<b>Netto investering</b>	<b>€ 2.400</b>	<b>€ 19.100</b>	<b>€ 27.600</b>	<b>€ 28.500</b>	<b>€ 21.700</b>	<b>€ 27.500</b>	<b>€ 32.700</b>
<b>Jaarlijkse kosten woning niveau</b>							
Elektriciteitskosten koken + warmte installatie			€ 40	€ 40	€ 40	€ 730	€ 880
Elektriciteitsopbrengsten zon PV		€ -850	€ -850	€ -850	€ -850	€ -850	€ -850
Gaskosten	€ 1.190	€ 900					
Onderhoud en beheer	€ 350	€ 390	€ 40	€ 40	€ 40	€ 140	€ 310
Warmtekosten - variabel					€ 900		
Warmtekosten - vast					€ 350		
<b>centraal niveau</b>							
Elektriciteitskosten			€ 310	€ 310			
Onderhoud en beheer			€ 170	€ 190			
<b>Jaarlijkse kosten</b>	<b>€ 1.540</b>	<b>€ 440</b>	<b>€ -290</b>	<b>€ -270</b>	<b>€ 480</b>	<b>€ 20</b>	<b>€ 340</b>
<b>Jaarlijkse besparing</b>		<b>€ 1.100</b>	<b>€ 1.830</b>	<b>€ 1.810</b>	<b>€ 1.060</b>	<b>€ 1.520</b>	<b>€ 1.200</b>
<b>Besparing over 20 jaar (indicatie)</b>		<b>€ 22.000</b>	<b>€ 36.600</b>	<b>€ 36.200</b>	<b>€ 21.200</b>	<b>€ 30.400</b>	<b>€ 24.000</b>
<b>Terugverdientijd</b>		15,2	13,8	14,4	18,2	16,5	25,2

# 6. Conclusie en vervolg

## 6.1. Conclusie

*In deze studie zijn de mogelijkheden onderzocht om de Wijk van de Toekomst te Ermelo gasloos te maken en te verduurzamen. De stappen die nodig zijn om te komen duurzame aardgasloze woningen staan weergegeven in deze rapportage. Deze stappen bestaan uit verdere energiebesparing door middel van extra isolatiemaatregelen, het weghalen van de gasaansluiting, het opwekken van duurzame energie door middel van het plaatsen van zonnepanelen en het efficiënt opwekken van de resterende warmtevraag. Efficiënt opwekken van warmte kan op verschillende manieren. In deze studie zijn verschillende varianten met elkaar vergeleken. Er zijn collectieve, centrale varianten met WKO die vanuit een gezamenlijke warmtevoorziening de woningen in de wijk van warmte voorzien. Daarnaast zijn er twee varianten waarbij elke woning apart een eigen warmte opweksysteem heeft.*

*Deze verschillende varianten zijn qua investeringskosten en jaarlijkse besparingen vergeleken met de huidige gasketel situatie. Uit de beschouwing van de verschillende varianten blijkt de variant WKO centraal als de meest rendabele optie met een terugverdientijd van circa 14 jaar.*

## 6.2. Vervolg

*In de studie zijn de stappen tot verduurzaming en van gas-los krijgen van de woningen in de Wijk besproken en is vanuit financieel economisch oogpunt de voorkeur bepaald voor de wijze van warmteopwekking. Of deze wijze voor de wijk de meest aantrekkelijk optie is dient verder te worden bepaald. Naast financieel economisch zijn er andere aspecten die vanuit de belanghebbende - bewoners, corporatie, gemeente - belangrijk zijn voor de uiteindelijke keuze.*

*Op korte termijn worden werkgroepen samengesteld die de verschillende varianten verder gaan uitwerken. Deze studie biedt hiervoor een basis.*