

# Duurzame warmte in Wijdemeren

## Ankeveen-kern



Datum: 26 mei 2023

Projectnummer: 3344

Status: Definitief

Auteurs: Sven Korpershoek, Derko Budding en Robbert van Rijswijk

**Merosch B.V.**

E [info@merosch.nl](mailto:info@merosch.nl)

I [www.merosch.nl](http://www.merosch.nl)

Eendrachtsweg 3  
2411 VL Bodegraven  
0172 – 65 12 64

Brabantsestraat 17  
3812 PJ Amersfoort  
033 – 30 38 909

**KVK** 27311612  
**BTW** NL8224.23.066.B01  
**IBAN** NL80 TRIO 0197 8235 99

**Zet koers naar morgen!**



## Inhoudsopgave

1	Samenvatting .....	3
2	Inleiding.....	5
2.1	Aanleiding en doel .....	5
2.2	Leeswijzer .....	5
3	Selectie van warmtevoorzieningen .....	6
3.1	Stap 1: Buurtanalyse .....	6
3.2	Stap 2: Bronnenanalyse .....	6
3.3	Stap 3: Afwegingskader .....	6
3.4	Stap 4: Selectie op basis van afwegingskader en wensen uit de buurt .....	6
4	Buurtanalyse .....	7
5	Technische werking warmtevoorzieningen.....	10
5.1	70 °C warmtenet met collectieve TEA en water/water warmtepompen .....	10
5.2	Individuele lucht/water warmtepompen .....	10
6	Uitwerking varianten .....	11
6.1	Technische analyse .....	11
6.2	Ruimtelijke analyse .....	14
6.3	Financiële analyse .....	16
7	Overige aandachtspunten.....	21
7.1	Aanpassingen aan de woning .....	21
7.2	Geluid.....	21
7.3	Esthetiek .....	22
7.4	Mogelijkheid tot koeling .....	22
7.5	Organisatorische complexiteit.....	22
7.6	Inpassing op het elektriciteitsnet .....	23
8	Conclusies en aanbevelingen.....	25
8.1	Conclusies .....	25
8.2	Aanbevelingen .....	26
9	Bijlagen .....	27
9.1	Bijlage A: Oppervlakte per woningtype en bouwjaarcategorie .....	27
9.2	Bijlage B: Uitgangspunten benodigde isolatie per bouwjaar .....	28
9.3	Bijlage C: Kostenoverzicht voorbereidende maatregelen .....	29
9.4	Bijlage D: Technische uitgangspunten .....	30
9.5	Bijlage E: Financiële uitgangspunten .....	31
9.6	Bijlage F: Afwegingskader .....	33

# 1 Samenvatting

Eind 2021 heeft de gemeente Wijdmeren de transitievisie warmte ‘Op weg naar aardgasvrij’ gepresenteerd. In deze visie schetst de gemeente een toekomstbeeld van een aardgasvrij Wijdmeren in 2050 en de weg hiernaartoe. In deze warmtevisie zijn vier ‘verkenningbuurten’ aangewezen, waarin de mogelijkheden van de warmtetransitie gericht worden verkend en voorbereid. In opdracht van energiecoöperatie Wijdmeren en gemeente Wijdmeren, heeft Merosch per verkenningbuurt een haalbaarheidsonderzoek naar duurzame warmtevoorzieningen uitgevoerd, waaronder dit onderzoek voor de buurt Ankeveen-Kern. Dit onderzoek geeft inzicht in de mogelijkheden en consequenties om de Ankeveen-kern duurzaam te verwarmen. Op basis van dit onderzoek kan de energiecoöperatie Wijdmeren, samen met buurtbewoners en de gemeente Wijdmeren, een onderbouwd besluit nemen over de voorkeursoplossing die als uitgangspunt dient voor de verdere uitwerking in een wijkuitvoeringsplan (WUP).

In het onderzoek is allereerst een selectie gemaakt van de meest kansrijke warmtevoorzieningen voor deze buurt. Deze selectie is tot stand gekomen na het uitvoeren van een buurt- en warmtebronnenanalyse en in nauw overleg met de energiecoöperatie en de gemeente. Vervolgens zijn de kansrijke warmtevoorzieningen verder uitgewerkt, te weten:

- A. 70 °C warmtenet met collectieve TEA (thermische energie uit afvalwater) vanuit de effluentleiding van RWZI-Horstermeer en water/water warmtepompen
- B. Individuele lucht/water warmtepompen.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten, aan de hand van de onderzochte aspecten.

	70 °C warmtenet (TEA)	Individueel L/W WP
<b>Betaalbaarheid</b>		
Totale levensduurkosten	64.000 €/woning	62.500 €/woning
Eindgebruikerskosten per maand	263 - 300 €/woning	188 - 315 €/woning
<b>Duurzaamheid</b>		
Elektriciteitsverbruik	2.900 kWh/woning	2.100 kWh/woning
In de wijk	Technische ruimte 100 – 300 m <sup>2</sup> en TEA uitkoppeling	Geen impact op ruimtegebruik in de wijk
In de woning	0,6 x 0,3 x 0,5 m (afleverset)	1,0 x 1,0 x 2,0 m (binnenunit WP) en 1,0 x 0,4 x 0,8 (buitenunit WP)
<b>Overige aandachtspunten</b>		
Aanpassingen in de woning	Geen tot weinig extra isolatie, kleine installatietechnische aanpassingen	Extra isolatie, grote installatietechnische aanpassingen
Geluid	Weinig geluid	Buitendeel maakt geluid
Esthetiek	Afhankelijk van inpassing leidingen	Vaak ervaren als onaantrekkelijk
Koeling	Niet mogelijk	Mogelijk, mits WP en afgiftesysteem geschikt zijn
Organisatie	Complex, hoge participatiegraad en afstemming met veel partijen nodig	Eenvoudig, ieder voor zich
Inpassing op elektriciteitsnet	Grote kans dat verzwaring nodig is, mede afhankelijk van plannen voor zonnepanelen en elektrisch vervoer in de buurt. Vraagt nader onderzoek van Liander.	

## **70 °C warmtenet**

Uit dit onderzoek is gebleken dat een 70 °C warmtenet met TEA voor Ankeveen-kern, in vergelijking met andere wijken, vrij duur is om aan te leggen. Dit komt vooral door de lage bouwdichtheid en beperkte schaalgrootte van de wijk. Met andere woorden: er is relatief veel leidingwerk nodig voor relatief weinig woningen, waardoor de investering per woning vrij hoog wordt. Toch is gebleken dat, ondanks dat het warmtenet zelf kostbaar is, de totale kosten bijna net zo hoog uitkomen als individuele lucht/water warmtepompen per woning. Enerzijds komt dit door de WIS-subsidie waarvoor het warmtenet in aanmerking komt, maar anderzijds komt het ook doordat er bij een 70 °C warmtenet nauwelijks woningaanpassingen nodig zijn. Zo is er geen tot beperkte isolatie nodig en kunnen de huidige radiatoren grotendeels behouden kunnen blijven. Het belangrijkste voordeel ten opzichte van individuele warmtepompen is verder dat er maar zeer weinig ruimte in de woning nodig is voor het plaatsen van de woninginstallatie. Deze bestaat namelijk alleen maar uit een afleverset, die kleiner is dan een cv-ketel.

## **Individuele lucht/water warmtepompen**

Met een individuele lucht/water warmtepomp wordt op 50 °C verwarmd. De bewoner kan kiezen uit verschillende bronnen voor de warmtepomp (lucht, bodemlus of PVT). Over het algemeen zal de in dit onderzoek beschouwde bron (lucht) het goedkoopst zijn, maar dit is waarschijnlijk niet overal ruimtelijk inpasbaar en/of gewenst (bijv. in verband met geluid en esthetiek). Voordelen van de individuele warmtepomp zijn de hoge duurzaamheid en de mogelijkheid tot koelen.

Deze energiezuinige, lage temperatuur warmtevoorziening vraagt wel om ingrijpende woningaanpassingen. De woningen in de Ankeveen-Kern zijn vanuit de bouw niet voldoende geïsoleerd om op 50 °C verwarmd te kunnen worden. In de meeste woningen zal daarom extra isolatie nodig zijn. Daarnaast is een conventioneel afgiftesysteem met radiatoren niet geschikt, en moet dit worden vervangen voor vloerverwarming of lage temperatuur convectoren. Er is ook voldoende ruimte nodig in de woning om de warmtepomp te installeren, want het binnendeel van de warmtepomp heeft ongeveer het formaat van een koel/vriescombinatie. De verwachting is dat laatstgenoemde een belangrijk probleem kan vormen, met name in de hofjeswoningen waar minder ruimte beschikbaar is voor het plaatsen van warmtepompen. Niet in elke woning zal daar plaats zijn voor het installeren van een warmtepomp. Dit is waarschijnlijk minder een probleem in de lintbebouwing, waar de woningen groter zijn en de isolatie de grootste uitdaging vormt.

## **Inzetten op isoleren, individuele oplossingen en mini-warmtenetten**

Gezien de hogere duurzaamheid en vergelijkbare kosten van individuele oplossingen, wordt aanbevolen om de komende jaren in te zetten op isolatie en individuele warmtepompen (waar ruimtelijk mogelijk). In woningen waar dit niet mogelijk is wordt aanbevolen om de mogelijkheden voor mini-warmtenetten (of andere gezamenlijke oplossingen) verder te onderzoeken. Hierbij kan worden gedacht aan een collectieve luchtwarmtepomp of bodemwarmtepomp voor bijvoorbeeld één rijtje of hofje van woningen. Zo is er geen warmtepomp in elke woning nodig, maar één centrale gezamenlijke warmtepomp voor enkele woningen.

## 2 Inleiding

### 2.1 Aanleiding en doel

Eind 2021 heeft de gemeente Wijdmeren de transitievisie warmte 'Op weg naar aardgasvrij' gepresenteerd. In deze visie schetst de gemeente een toekomstbeeld van een aardgasvrij Wijdmeren in 2050 en de weg hiernaartoe. In deze warmtevisie zijn vier 'verkenningbuurten' aangewezen, namelijk Kortenhoef-Noord, Loosdrecht-Noord, Ankeveen-kern en Blijkpolder Nederhorst den Berg.

In de verkenningbuurten worden de mogelijkheden van de warmtetransitie gericht verkend en voorbereid middels een 'buurtverkenning'. Energiecoöperatie Wijdmeren is door de gemeente gevraagd om deze buurtverkenningen te begeleiden. Een belangrijk onderdeel van deze buurtverkenningen is om per buurt de meest kansrijke warmteoplossingen en hun consequenties in kaart te brengen. Merosch is gevraagd voor het uitwerken van een haalbaarheidsonderzoek voor elk van de verkenningbuurten, waaronder dit onderzoek voor de buurt Ankeveen-kern. Naast het onderzoek van Merosch is de energiecoöperatie ook bezig met parallelle trajecten binnen de buurtverkenningen, bijvoorbeeld op het gebied van isolatie en energieopwekking.

In dit haalbaarheidsonderzoek zijn enkele kansrijke warmtevoorzieningen tot op schetsontwerpniveau uitgewerkt op gebied van techniek, ruimtegebruik en financiën. Daarmee geeft dit onderzoek inzicht in de mogelijkheden en consequenties om Ankeveen-kern duurzaam te verwarmen. Op basis van dit onderzoek kan de energiecoöperatie Wijdmeren, samen met buurtbewoners en de gemeente Wijdmeren, een onderbouwd besluit nemen over de voorkeursoplossing die als uitgangspunt dient voor de verdere uitwerking in een wijkuitvoeringsplan (WUP).

### 2.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 3 omschrijft welke warmtevoorzieningen in dit onderzoek zijn uitgewerkt en hoe deze selectie tot stand is gekomen. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de belangrijkste buurt- en woningkenmerken. Hoofdstuk 5 geeft een korte omschrijving van de technische werking van de warmtevoorzieningen. Hoofdstuk 6 bevat de uitwerking van de warmtevoorzieningen op technisch, ruimtelijk en financieel gebied. Hoofdstuk 7 bevat een uitwerking van andere aandachtspunten die belangrijk zijn in de keuze voor een warmtevoorziening. Tot slot volgen in hoofdstuk 8 de conclusies en aanbevelingen.

### **3 Selectie van warmtevoorzieningen**

Er zijn diverse warmtevoorzieningen beschikbaar om een buurt van duurzame warmte te voorzien. In dit onderzoek zijn enkele warmtevoorzieningen uitgewerkt die voor deze buurt als meest kansrijk worden geacht. Het selecteren van de meest kansrijke warmtevoorzieningen heeft plaatsgevonden in nauwe afstemming met de energiecoöperatie en gemeente Wijdmeren. In dit hoofdstuk worden de stappen omschreven die genomen zijn om te komen tot deze selectie van kansrijke warmtevoorzieningen.

#### **3.1 Stap 1: Buurtanalyse**

Allereerst is er een buurtanalyse (zie hoofdstuk 4) uitgevoerd voor het in kaart brengen van buurt- en woningkenmerken. Hierin is gekeken naar aspecten als schaalgrootte, bouwdichtheid, gebruiksfuncties, gebouw- en woningtypes en bouwjaar. Aan de hand van deze kenmerken is de warmtevraag per woning en voor de gehele wijk in kaart gebracht.

#### **3.2 Stap 2: Bronnenanalyse**

Vervolgens is gekeken welke warmtebronnen er in de nabije omgeving liggen, die passen bij de schaalgrootte van de buurt en die voldoende potentie hebben om de buurt van duurzame warmte te voorzien. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van de Quickscans die in 2022 door Waternet zijn uitgevoerd.

#### **3.3 Stap 3: Afwegingskader**

Na het inventariseren van de buurtkenmerken en mogelijke warmtebronnen is een afwegingskader opgesteld (zie Bijlage F). Het afwegingskader bestaat uit twee vergelijkingstabellen, namelijk één voor het selecteren van een systeem en één voor het selecteren van een warmtebron die past bij het systeem. Het afwegingskader geeft de belangrijkste kenmerken weer van een groot aantal mogelijke systemen en warmtebronnen. Deze informatie is bedoeld om de energiecoöperatie handvatten te bieden voor het maken van een eerste selectie van warmtevoorzieningen.

#### **3.4 Stap 4: Selectie op basis van afwegingskader en wensen uit de buurt**

Vervolgens is het afwegingskader samen met de energiecoöperatie en de gemeente Wijdmeren besproken. Zij hebben, rekening houdende met de wensen uit de buurt, gekozen voor enkele warmteoplossingen die in dit onderzoek verder zijn uitgewerkt. Deze worden verder toegelicht in Hoofdstuk 5. In de daarop volgende hoofdstukken zijn de warmteoplossingen uitgewerkt op gebied van techniek, ruimtegebruik en financiën. Daarnaast zijn ook een aantal belangrijke aandachtspunten omschreven voor elk van de warmteoplossingen.

## 4 Buurtanalyse

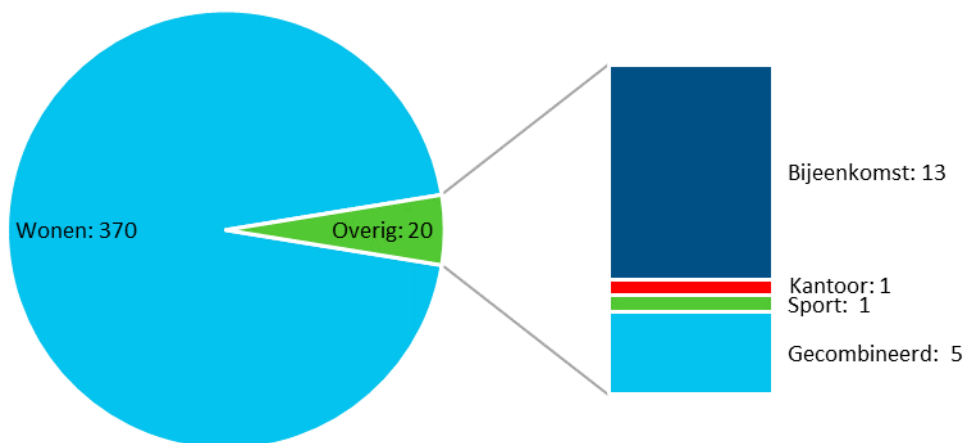
De verkenningebuurt Ankeveen-kern ligt in Ankeveen. De buurt heeft een oppervlakte van ongeveer 19,5 hectare en telt 394 woningequivalenten (WEQ)<sup>1</sup>. De bouwdichtheid van de buurt komt daarmee uit op ca. 20 WEQ/ha. Figuur 4.1 toont een kaart met daarop de demarcatie van de buurt.

*Figuur 4.1 – Demarcatie verkenningebuurt Ankeveen-kern*



Het grootste gedeelte van de buurt bestaat uit woningen (370, ca. 93%), waarvan 80 (ca. 22%) in bezit van woningcorporaties is. Figuur 4.2 geeft een overzicht van de aanwezige gebruiksfuncties in de buurt, uitgedrukt in aantal woningequivalenten.

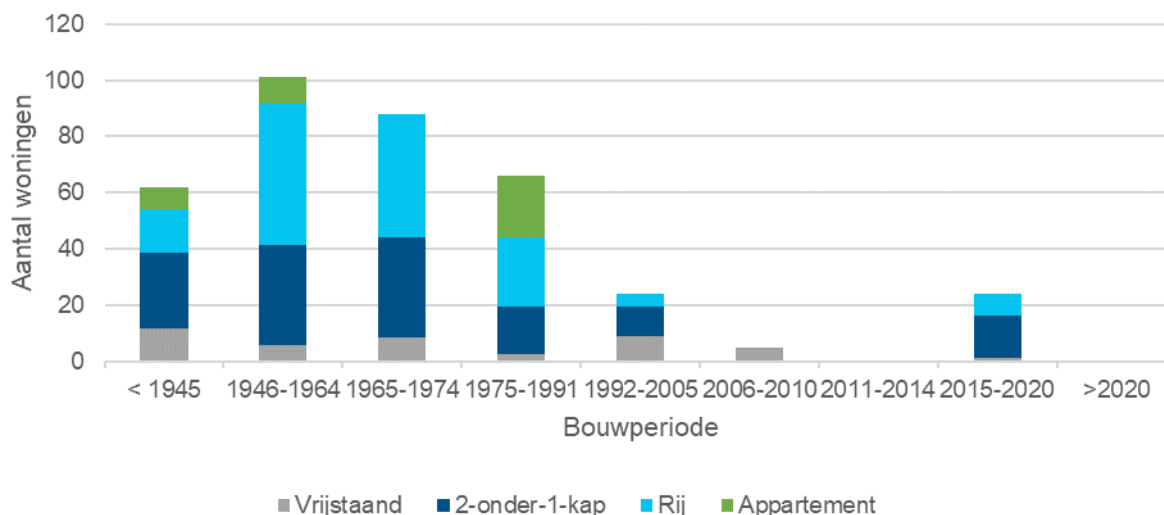
*Figuur 4.2 – Gebruiksfuncties uitgedrukt in woningequivalenten*



<sup>1</sup> Een woningequivalent (WEQ) staat gelijk aan één woning of circa 130 m<sup>2</sup> utiliteitsbouw. Het aantal woningequivalenten is bepaald met de Datavoorziening Energietransitie Gebouwde Omgeving (DEGO).

Er komen allerlei woningtypen voor in de buurt. Rijwoningen komen het meest voor (ca. 40%), gevolgd door twee-onder-één-kapwoningen (ca. 38%), vrijstaande woningen (ca. 12%) en appartementen (ca. 10%). De meeste woningen zijn gebouwd in de periode 1946 – 1964 (ca. 27%). De overige woningen zijn verdeeld over verschillende bouwperiodes. Figuur 4.3 geeft een overzicht van het aantal woningen uitgesplitst naar bouwperiode en woningtype. Hoewel niet specifiek weergegeven in deze figuur, dient te worden opgemerkt dat ca. 13% van de woningen vóór 1930 gebouwd is. In deze woningen is geen spouwmuur aanwezig, waardoor isoleren relatief uitdagend is.

*Figuur 4.3 – Aantal woningen uitgesplitst naar bouwperiode en woningtype<sup>2</sup>*



De woningen variëren in grootte. De gemiddelde gebruiksoppervlakte bedraagt 116 m<sup>2</sup>. In Bijlage A zijn de woningoppervlaktes ook per woningtype en bouwjaar inzichtelijk gemaakt.

Aan de hand van de hierboven genoemde aspecten (gebruiksfuncties, woningequivalenten, woningtypes, bouwjaar, oppervlakte), is de verwachte warmtevraag van de woningen en utiliteitsgebouwen in de buurt berekend. Hierbij is gebruik gemaakt van kengetallen. Naast de warmtevraag in de huidige situatie, is ook de warmtevraag van de toekomstige situatie ingeschat. De verwachte warmtevraag en warmtevraagdichtheid zijn weergegeven in Tabel 4.4.

*Tabel 4.4 – Warmtevraag en warmtevraagdichtheid*

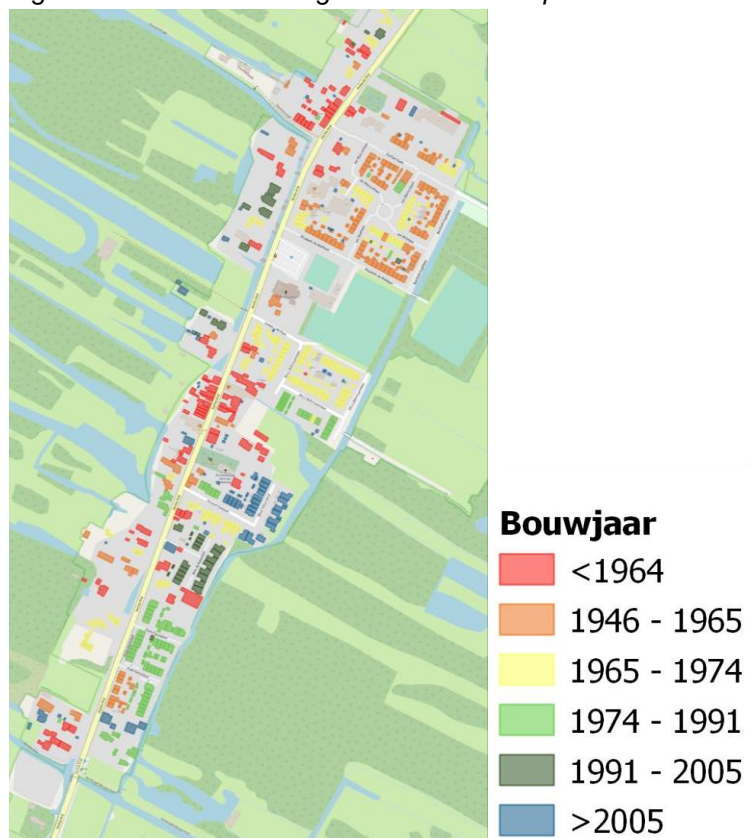
Onderdeel	Eenheid	Huidige situatie	70 °C niveau	50 °C niveau
Warmtevraag per WEQ	[GJ/WEQ/jaar]	42	30	26
Totale warmtevraag	[GJ/jaar]	16.475	11.896	10.187
Warmtevraagdichtheid	[GJ/ha/jaar]	845	610	522

<sup>2</sup> In de beschikbare dataset (DEGO) bleek een deel van de woningtypes onbekend. Er is aangenomen dat deze 'onbekende' groep, dezelfde verhouding in woningtypes heeft als de 'bekende' groep.

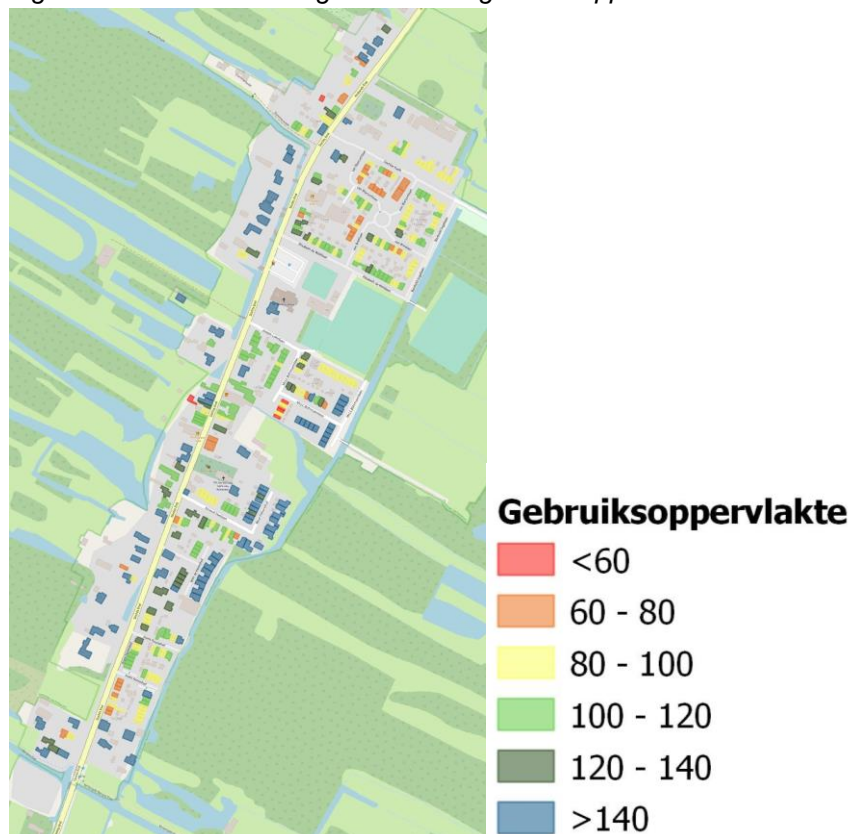


In onderstaande kaarten zijn de bouwperiodes en gebruiksoppervlakten van de woningen ook ruimtelijk in beeld gebracht.

*Figuur 4.5 – Gebouwen ingedeeld naar bouwperiode*



*Figuur 4.6 – Gebouwen ingedeeld naar gebruiksoppervlakte*



## 5 Technische werking warmtevoorzieningen

De volgende warmtevoorzieningen worden voor deze buurt het meest kansrijk en/of wenselijk geacht en zijn daarom uitgewerkt in het onderzoek (zie Hoofdstuk 3 voor doorlopen keuzeprocesses):

- C. 70 °C warmtenet met collectieve TEA (thermische energie uit afvalwater) en water/water warmtepompen;
- D. Individuele lucht/water warmtepompen.

### 5.1 70 °C warmtenet met collectieve TEA en water/water warmtepompen

In deze variant wordt zeer lage temperatuur warmte van ca. 10-25 °C gewonnen uit de effluentleiding van RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer. Dit is een potentieel interessante warmtebron vanwege de locatie nabij de wijk en de zeer constante temperatuur door het jaar heen, waardoor geen WKO-systeem benodigd is. Middels een warmtewisselaar wordt de warmte uit de effluentleiding overgedragen aan een leidingnet dat is verbonden met de techniekruimte. In de techniekruimte wordt de warmte middels collectieve warmtepompen opgewaardeerd naar ca. 70-80 °C en vervolgens overgedragen op het distributienet. Via het distributienet wordt de warmte getransporteerd door de wijk. De warmte wordt in elke woning op ca. 70 °C afgeleverd middels een individuele afleverset. Deze temperatuur is voldoende voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Dit is de variant die in het eerdere onderzoek van waternet en Qirion al is onderzocht. Zoals gezegd, is deze variant opnieuw in dit onderzoek meegenomen, ter toetsing en actualisatie. Er zijn echter twee belangrijke veranderingen in de configuratie van het warmtenet, ten opzichte van het eerdere onderzoek:

- Er is, in tegenstelling tot het eerdere onderzoek, geen piekkel met meegenomen in de onderzochte configuratie, vanwege de wens van de opdrachtgever om volledig aardgasvrij te zijn. Dit kan later, in een eventueel vervolgstadium, alsnog worden onderzocht.
- Het uitgangspunt is dat TEA niet op het RWZI-terrein, maar pas later in de effluentleiding wordt uitgekoppeld en dat de technische ruimte dichterbij de wijk wordt geplaatst. Dit komt de energetische efficiëntie van het systeem ten goede.

### 5.2 Individuele lucht/water warmtepompen

In deze variant wordt elke woning individueel verwarmd met een individuele lucht-/water combi-warmtepomp. De warmtepomp onttrekt warmte uit de buitenlucht en waardeert deze warmte op, zodat ruimteverwarming op een temperatuur van ca. 50 °C kan plaatsvinden. De warmtepomp voorziet tevens in de bereiding van warm tapwater, met behulp van een boiler en een elektrisch element.

## 6 Uitwerking varianten

### 6.1 Technische analyse

#### 6.1.1 Vorbereiden van de woningen

Om de woningen en gebouwen te kunnen verwarmen met één van de geschetste varianten, moeten de woningen eerst geschikt worden gemaakt door het treffen van de juiste voorbereidende maatregelen. Afhankelijk van het temperatuurniveau van de nieuwe warmtevoorziening (50 °C of 70 °C) kan een onderscheid worden gemaakt in de maatregelen die in de woning noodzakelijk zijn. Bij 50 °C verwarming zijn relatief veel aanpassingen nodig, bij 70 °C verwarming zijn relatief weinig aanpassingen nodig.

##### **50 °C verwarming**

In de variant met individuele lucht/water warmtepompen worden de woningen verwarmd met een temperatuur van circa 50 °C. Deze temperatuur is relatief laag vergeleken met de temperatuur die in bestaande woningen gangbaar is (75 – 90 °C). Om deze reden is 50 °C verwarming alleen geschikt voor goed geïsoleerde woningen. Vanuit de bouw zijn de meeste woningen in Ankeveen-kern niet goed genoeg geïsoleerd voor 50 °C verwarming. Daarom vraagt 50 °C verwarming in de meeste gevallen om verbetering van de bestaande isolatie en het toepassen van HR++ glas. Daarnaast moet doorgaans ook het warmteafgiftesysteem worden aangepast, zodat voldoende warmte kan worden afgegeven aan de binnenruimten. Denk hierbij aan het vervangen van radiatoren of convectoren voor LT-convectoren of vloerverwarming. Verder wordt een mechanisch ventilatiesysteem aanbevolen, om vochtproblematiek te voorkomen. Een deel van de woningen in Ankeveen-kern heeft al een mechanisch ventilatiesysteem.

De kosten voor de voorbereidende maatregelen zijn sterk afhankelijk van de maatregelen die bewoners zelf al hebben genomen, met name op gebied van isolatie en het warmteafgiftesysteem. Welke maatregelen er nog nodig zijn voor 50 °C verwarming verschilt dan ook per woning. Tabel 6.1 geeft een richtlijn voor de benodigde bouwkundige en installatietechnische vereisten. Dit betreft een indicatie. In praktijk is maatwerk nodig. Als wordt gekeken naar de bouwjaaren in de wijk, blijkt dat voor de gemiddelde woning in de Ankeveen-kern kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 25.200 euro om de woning voor te bereiden op 50 °C verwarming (zie bijlage B voor gehanteerde isolatiemaatregelen per bouwjaar). Dit bedrag wordt lager naarmate er al meer maatregelen zijn getroffen. In dit bedrag zijn, naast maatregelen op gebied van isolatie, ventilatie en warmteafgifte, ook de kosten voor het verwijderen van gas, het aanpassen van de meterkast en het installeren van een inductiekookplaat meegenomen. Dit bedrag betreft een indicatie en is inclusief BTW en na aftrek van ISDE-subsidies. Zie Bijlage C voor een uitsplitsing van deze kosten.

##### **70 °C verwarming**

In tegenstelling tot 50 °C verwarming, is het voor 70 °C verwarming (70 °C warmtenet) vaak niet of in beperkte mate nodig om extra te isoleren. Dit blijkt ook uit de 'Zet 'm op 60' campagne van Energiecoöperatie Wijdemeren. Soms kan het nodig zijn om radiatoren/convectoren te vervangen voor een ander type met meer vermogen.

Tabel 6.1 geeft een richtlijn voor de benodigde bouwkundige en installatietechnische vereisten. Dit betreft een indicatie. In praktijk is maatwerk nodig. Voor de gemiddelde woning in Ankeveen-kern kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 7.400 euro (incl. BTW, na subsidie) om de woning voor te bereiden op 70 °C verwarming (zie bijlage B voor gehanteerde isolatiemaatregelen per bouwjaar). Dit bedrag wordt lager naarmate er al meer maatregelen zijn getroffen. In bovengenoemde bedragen zijn naast maatregelen op gebied van isolatie, ventilatie en warmteafgifte, ook de kosten voor het verwijderen van gas, het aanpassen van de meterkast en het installeren van een inductiekookplaat meegenomen. Deze bedragen betreffen een indicatie en zijn inclusief BTW en na aftrek van ISDE-subsidies. Zie Bijlage C voor een uitsplitsing van deze kosten.

Tabel 6.1 – Richtlijn technische vereisten van de woning

	70 °C warmtenet (TEA)	Individuele lucht/water warmtepompen
<b>Isolatie</b>		
Vloerisolatie	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)	$R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 12 cm isolatie)
Gevelisolatie	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)	$R_c \geq 1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)
Dakisolatie	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)	$R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 12 cm isolatie)
Beglazing	$U_w \leq 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Min. Dubbel glas)	$U_w \leq 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Min. HR++ glas)
<b>Installatietechniek</b>		
Ventilatie	Geen vereisten	Mechanische ventilatie plaatsen als niet aanwezig
Warmteafgifte	Kleine aanpassingen aan bestaande radiatoren, convectoren of vloerverwarming	LT-convectoren of vloerverwarming nodig
Gasketel, -leidingen en -aansluiting verwijderen	Ja	Ja
Meterkast aanpassen	Ja	Ja
Inductiekookplaat	Ja	Ja

### 6.1.2 Techniek van de warmtevoorziening

In een technische analyse zijn berekeningen gemaakt om de energievraag en dimensionering van diverse componenten in de warmtevoorziening te bepalen. De technische uitgangspunten voor deze berekeningen worden weergegeven in Bijlage D. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 6.2.

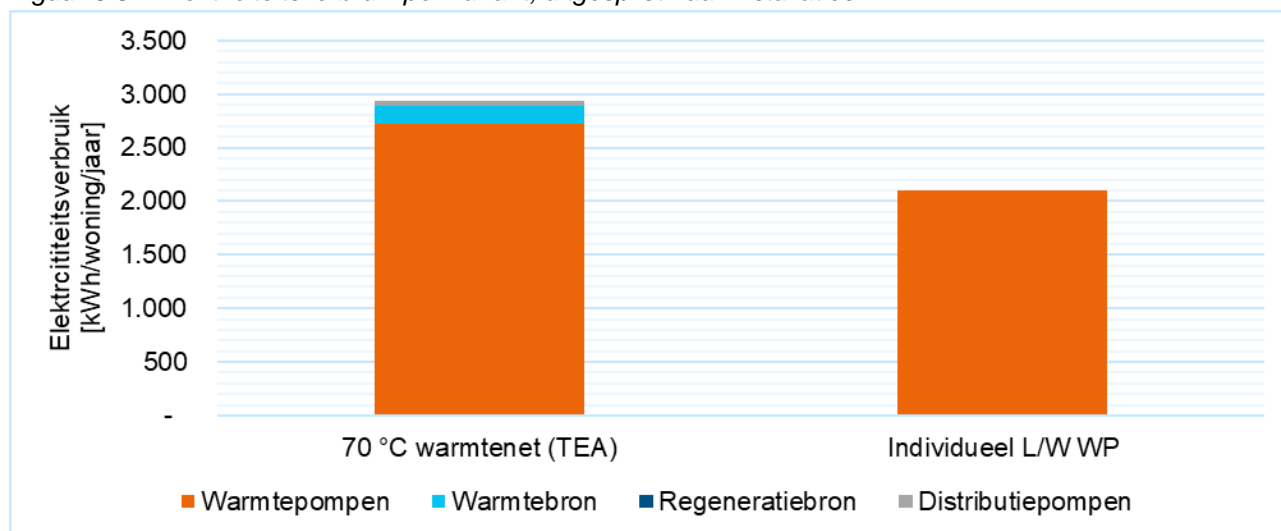
Tabel 6.2 – Energievraag en dimensionering van de installaties

Onderdeel	Eenheid	70 °C warmtenet (TEA)	Individueel L/W WP
<b>Energievraag</b>			
Warmtevraag woningequivalenten	GJ/jaar	10.441	9.023
Koudevraag woningequivalenten	GJ/jaar	-	-
Warmteproductie wijkwarmtepompen	GJ/jaar	13.051	-
Warmteproductie individuele warmtepomp	GJ/jaar	-	22,9
Warmtevraag TEA	GJ/jaar	9.183	-
<b>Dimensionering van installaties</b>			
Vermogen wijkwarmtepompen	kW <sub>th</sub>	2.207	2.565
Vermogen individuele warmtepompen	kW <sub>th</sub>	-	6,5
Vermogen TEA	kW <sub>th</sub>	1.415	-
Debiet TEA	m <sup>3</sup> /h	203	-
Elektrisch vermogen collectieve installaties	kW <sub>e</sub>	681	-

### 6.1.3 Duurzaamheid

In de technische analyse is het elektriciteitsverbruik per variant in kaart gebracht. Het elektriciteitsverbruik is van belang voor de operationele kosten en duurzaamheid van de warmtevoorziening. Hoe meer elektriciteit nodig is, hoe meer elektriciteit duurzaam moet worden opgewekt en niet elders niet kan worden ingezet. Figuur 6.3 toont het elektriciteitsverbruik per variant van de warmtevoorziening, uitgesplitst naar de diverse installaties. De individuele oplossing heeft het laagste elektriciteitsverbruik en is het meest duurzaam.

Figuur 6.3 – Elektriciteitsverbruik per variant, uitgesplit naar installaties



## 6.2 Ruimtelijke analyse

### 6.2.1 In de woning

#### 70 °C warmtenet

In het geval van een 70 °C warmtenet wordt het grootste deel van de installatie buiten huis geplaatst. Echter is er in de woning nog steeds voldoende ruimte nodig voor het plaatsen van een afleverset. De afmetingen van de afleverset bedragen ongeveer 0,6 x 0,3 x 0,5 m (l x b x h). Er zijn diverse mogelijkheden voor het plaatsen van de afleverset, bijvoorbeeld in de meterkast of op zolder. Een afleverset in de meterkast zorgt voor een kortere lengte van de aansluitleiding (de warmteleiding die vanaf de straat naar de woning gaat), maar vraagt meer aanpassingen van het distributiesysteem in de woning. Bij een afleverset op zolder geldt het omgekeerde. In dat geval kan de aansluitleiding bijvoorbeeld via de gevel van een woning worden aangelegd.

Er zijn diverse aansluitmethoden voor het aanleggen van de aansluitleiding, zoals:

- Per woning ondergronds naar binnen via de kruipruimte;
- Per woning via verticale leidingen over de buitengevel (zie Figuur 6.4);
- In de lengterichting van een woonblok over het dak;
- In de lengterichting van een woonblok over de buitengevel (bijvoorbeeld onder de dakgoot);
- In de lengterichting van een woonblok door de kruipruimtes;
- In de lengterichting van een woonblok door de kapruimte/het knieschot.

*Figuur 6.4 – Voorbeeld aansluitleiding via gevel*



#### Individuele lucht-/water warmtepomp

In deze variant wordt er een lucht-/waterwarmtepomp, bestaande uit een binnen- en buitendeel, idealiter geplaatst op de plek waar in de huidige situatie ook de cv-ketel is opgesteld. Zo zijn er zo min mogelijk aanpassingen nodig aan het leidingwerk in de woning. Qua ruimtebeslag moet rekening worden gehouden van ca. 1,0 x 1,0 x 2,0 m (l x b x h). Voor de buitenunit kan ruimte gezocht worden op een het dak of naast de woning. Het heeft de voorkeur om het buitendeel niet te ver van het binnendeel te plaatsen.

## 6.2.2 In de wijk

De haalbaarheid van het 70 °C warmtenet hangt af van de beschikbare ruimte binnen de wijk. Dit is een aandachtspunt, aangezien de beschikbare ruimte vrij beperkt is. Het 70 °C warmtenet vraagt een techniekruimte met daarin de warmtepompinstallatie, buffervaten, trafo, warmtewisselaars, verdelers en regeltechniek. Hiervoor moet ca. 100-300 m<sup>2</sup> aan ruimte worden gereserveerd. Er kan worden gekozen om de warmte direct op het RWZI-terrein uit te koppelen en daar ook de technische ruimte te plaatsen. Echter heeft het, vanuit energetisch en financieel oogpunt, de voorkeur om verderop langs de effluentleiding uit te koppelen, op het punt waar deze zo dicht mogelijk langs de wijk loopt. Op deze manier wordt blijven leidinglengtes beperkt. Dit zorgt voor voordelen op gebied van kosten en duurzaamheid. De technische ruimte zou in dat geval mogelijk kunnen worden geplaatst aan de zuidkant van Ankeveen, nabij de Gele Brug.

Figuren 6.5 geeft meer inzicht in hoe de collectieve varianten er in praktijk uit zouden kunnen zien, zoals hierboven omschreven.

Op basis hiervan is tevens een inschatting gemaakt van de benodigde leidinglengtes, die van groot belang zijn voor de uitwerking van de business-case. Voor het 70 °C warmtenet zijn de volgende leidinglengtes berekend:

- Bronleidingen naar persleiding: ca. 500 meter;
- Distributienet 50 °C en 70 °C warmtenet: ca. 2.950 meter.

Figuur 6.5 – Indicatie ruimtelijke inpassing 70 °C warmtenet



## 6.3 Financiële analyse

### 6.3.1 Toelichting op financiële analyse

Er is een financiële analyse uitgevoerd om de kosten van elke variant inzichtelijk te maken. De uitgangspunten voor de financiële analyse zijn weergegeven in Bijlage E. De financiële analyse is uitgevoerd aan de hand van onderstaande stappen.

#### Stap 1: Berekening van totale levensduurkosten

Allereerst zijn de totale levensduurkosten per variant berekend. Dit is de optelsom van (her)investerings- en exploitatiekosten van de warmtevoorziening over een levensduur van 30 jaar, teruggerekend naar een netto contante waarde. De totale levensduurkosten omvatten alle benodigde kosten die alle partijen gezamenlijk moeten maken voor het realiseren van de warmtevoorziening, maar geven nog geen inzicht in de kosten voor de bewoner. De variant met de laagste levensduurkosten is vanuit financieel oogpunt de meest interessante optie.

Het berekenen van de totale levensduurkosten heeft twee doelen. Ten eerste, om te bepalen of het (voor alle partijen gezamenlijk) goedkoper is om te kiezen voor een of individuele oplossing of een collectief warmtenet. Ten tweede, om te bepalen welk type collectief warmtenet voor deze buurt financieel gezien het meest voordelig is (voor alle partijen gezamenlijk).

In de berekening van de totale levensduurkosten zijn de volgende kostenposten meegenomen:

- **De warmtevoorziening:** alle kosten voor de warmtevoorziening zelf, zoals warmtebronnen, warmtepompen, technische ruimtes en leidingwerk.
- **Kosten voor isolatie, ventilatie en warmteafgifte:** alle kosten voor het isoleren van de woning, het aanbrengen van mechanische ventilatie en het aanpassen van het van het warmte-afgiftesysteem. Deze kosten zijn afhankelijk van het temperatuurtraject (70 °C of 50 °C) en het bouwjaar van de woningen (zie Tabel 6.1). Het uitgangspunten is dat alle woningen sinds de bouw niet na-geïsoleerd zijn, maar dat er al wel overal dubbel glas is toegepast. Doordat een deel van de bewoners in de tussentijd al wel heeft na-geïsoleerd, kunnen de werkelijke kosten voor isolatie lager uitvallen dan berekend.
- **Kosten voor overige voorbereidende maatregelen:** dit zijn de kosten voor het verwijderen van de gasketel, -leidingen en aansluiting, het aanpassen van de meterkast en het koken op inductie.

In de totale levensduurkosten zijn geen subsidies voor de bewoner meegenomen. Wel is de WIS (warmtenet-investeringssubsidie) meegenomen. Dit is een subsidie voor warmtenetten in de bestaande bouw en wordt uitgekeerd aan de exploitant van het warmtenet. De hoogte van de subsidie bedraagt maximaal 6.000 €/aansluiting. In deze studie zijn de totale levensduurkosten twee keer doorgerekend, namelijk zonder WIS-subsidie en met de maximale WIS-subsidie (6.000 €/aansluiting). Deze subsidie is zeer nieuw en treedt (waarschijnlijk) in juni 2023 in werking.

#### Stap 2: Business-case warmtenet

De levensduurkosten zijn nuttig om systemen onderling te vergelijken, maar zeggen in het geval van warmtenetten nog niets over de betaalbaarheid voor bewoners. Dit heeft er mee te maken dat een warmtenet altijd een exploitant nodig heeft, die in het warmtenet investeert en dit langjarig exploiteert en hiervoor zowel eenmalige aansluitkosten als jaarlijkse warmtekosten in rekening brengt bij bewoners.

Om de kosten voor bewoners inzichtelijk te maken, is het daarom noodzakelijk om een business-case door te rekenen vanuit het oogpunt van een exploitant die in het warmtenet investeert en langdurig exploiteert (30 jaar). In dit geval wordt ervan uitgegaan dat Energiecoöperatie Wijdmeren ofwel een door bewoners opgericht warmtebedrijf de exploitant is, waarin bewoners zelf kunnen participeren. De business-case is alleen doorgerekend voor de variant met de laagste totale levensduurkosten, omdat die variant ook de laagste eindgebruikerskosten zal hebben.



In de business-case worden de investerings- en exploitatiekosten, maar ook de inkomsten (vastrecht, verkoop van warmte, etc.) voor de exploitant gedurende de looptijd meegenomen. De periodieke inkomsten van de exploitant, ofwel de kosten die de bewoner periodiek betaald, zijn afhankelijk van de gehanteerde warmtetarieven. In de business-case is gerekend met marktconforme tarieven (zie verderop in deze paragraaf). Ervan uitgaande dat de exploitant een bepaald projectrendement wil behalen (4% is het uitgangspunt), zal er na de doorrekening van de business-case een onrendabele top overblijven. Deze onrendabele top wordt verdeeld over de woningen. Dit is het bedrag dat de bewoner eenmalig investeert om aan te kunnen sluiten op het warmtenet en noemen we de bijdrage aansluitkosten (BAK). De BAK is dan ook de belangrijkste uitkomst van de business-case en bepaalt in hoge mate de betaalbaarheid voor bewoners om aan te sluiten op een warmtenet.

### Stap 3: Berekening eindgebruikerskosten

De eindgebruikerskosten zijn de kosten die bewoner betaald voor de warmtevoorziening en voorbereidende maatregelen, waarbij rekening is gehouden met subsidies. De eindgebruikerskosten bestaan uit investerings-, energie en onderhoudskosten en zijn uitgedrukt als maandbedrag. Daarbij is het uitgangspunt dat de investering met een lening wordt gefinancierd en maandelijks wordt afgeschreven. Er wordt uitgegaan van een lening bij het Nationaal Warmtefonds, tegen het nu geldende rentepercentage van 4,5%.

De maandlasten bestaan daarmee uit:

- **Financieringskosten:** de investeringskosten die de bewoner na aftrek van eventuele subsidies betaald voor de warmtevoorziening (in het geval van een warmtenet is dat de BAK) en daarvoor benodigde voorbereidende maatregelen (bijv. isolatie), vertaald naar een maandelijks afschrijving of maandelijks aflossing met een lening;
- **Energiekosten:** de energiekosten die de bewoner per maand betaald voor de warmtevoorziening;
- **Onderhoudskosten:** de onderhoudskosten die de bewoner per maand betaald voor de warmtevoorziening. In het geval van een warmtenet worden onderhoudskosten niet apart in rekening gebracht, maar zit dit al verrekend in de warmtetarieven.

### Uitgangspunten financiële analyse

De belangrijkste uitgangspunten voor de financiële analyse zijn hieronder weergegeven. Een compleet overzicht van de financiële uitgangspunten is weergegeven in Bijlage E.

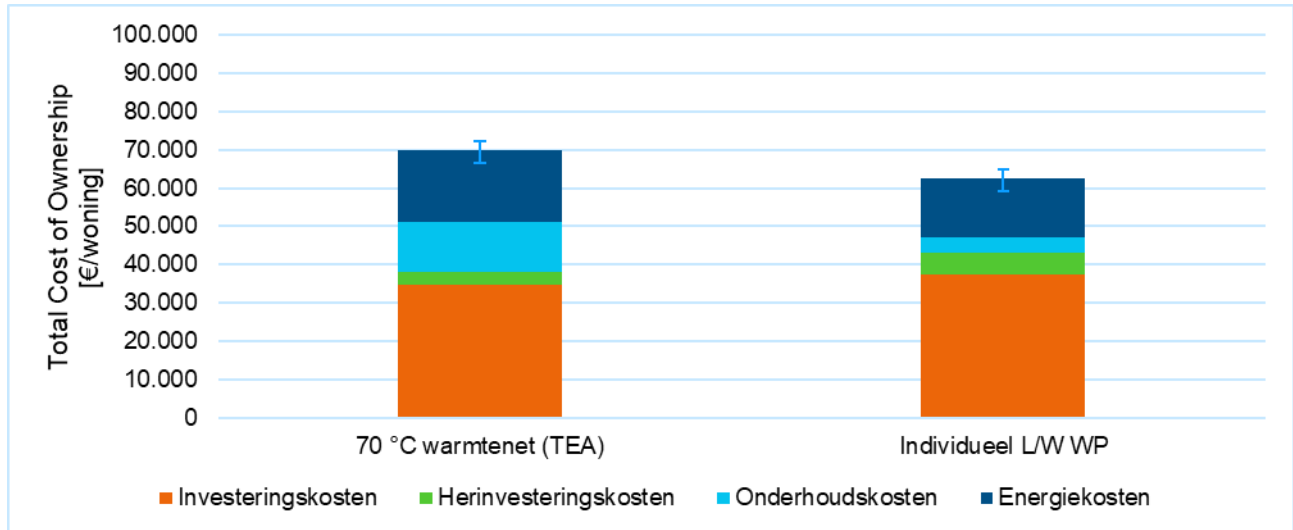
Belangrijkste financiële uitgangspunten:

- Looptijd: 30 jaar;
- Projectrendement: 4 %;
- Rente op investering voor bewoners: 4,5% (warmtefonds);
- Variabele energietarieven op basis van gemiddelden in het eerste semester van 2022:
  - Elektraprijs grootverbruik: 0,23 €/kWh excl. BTW;
  - Elektraprijs kleinverbruik 0,37 €/kWh excl. BTW en 0,45 €/kWh incl. BTW.
  - Warmtetarieven conform de maximale ACM-tarieven in 2022;
- Stijging van variabele energietarieven in de tijd:
  - Elektriciteit: 1% per jaar, daarnaast gevoeligheidstoets op -1% per jaar en 2% per jaar;
  - Warmte: 1,25% per jaar.
- Participatiegraad (in geval van warmtenetten): 80%;
- Maximale aansluitsnelheid (in geval van warmtenetten): 250 woningen per jaar;
- WIS-subsidie meegenomen, maar ook zonder WIS-subsidie inzichtelijk gemaakt.
- ISDE-subsidie meegenomen in eindgebruikerskosten (conform tarieven 2023 bij nemen van twee of meer maatregelen).

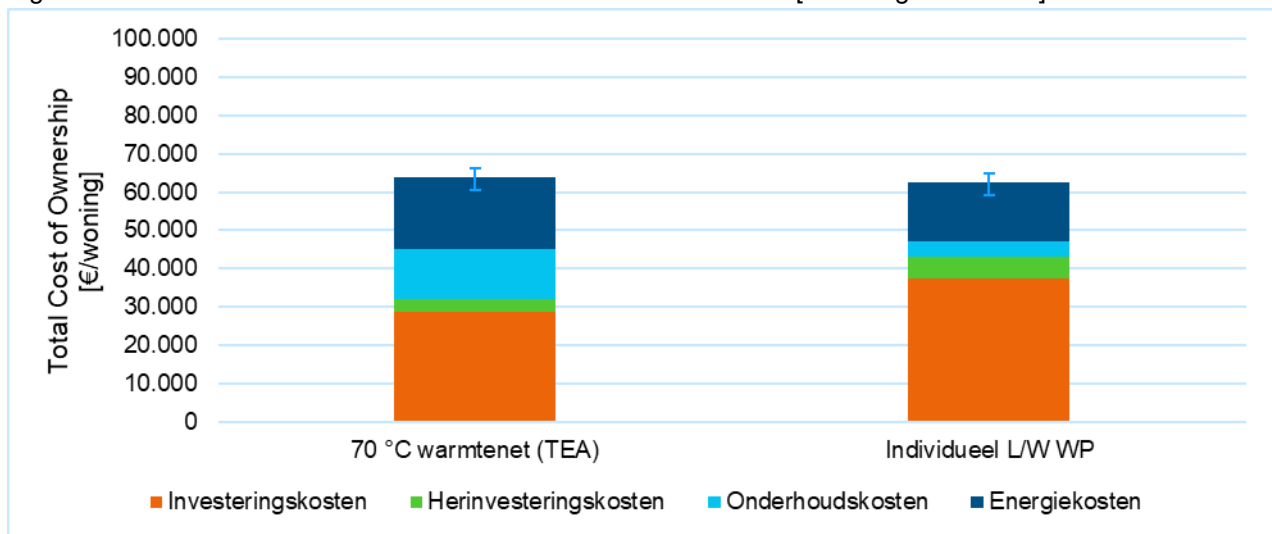
### 6.3.2 Totale levensduurkosten

Figuur 6.6 en Figuur 6.7 geven totale levensduurkosten weer per variant van de warmtevoorziening, respectievelijk zonder en met (maximale) WIS-subsidie. De in lichtblauw weergegeven bandbreedte geeft aan hoe de energiekosten veranderen bij een hogere of lagere energieprijsstijging in de toekomst.

Figuur 6.6 – Totale levensduurkosten excl. WIS-subsidie [€/woning excl. BTW]



Figuur 6.7 – Totale levensduurkosten incl. maximale WIS-subsidie [€/woning excl. BTW]



Zoals blijkt uit Figuur 6.6, hebben individuele lucht/water warmtepompen de laagste levensduurkosten, in het geval dat geen WIS-subsidie wordt meegenomen. Dit komt vooral doordat de exploitatiekosten relatief laag zijn. In het geval dat er wel een maximale WIS-subsidie wordt uitgekeerd, zijn de totale levensduurkosten van het 70 °C warmtenet ongeveer gelijkwaardig aan die van individuele lucht/water warmtepompen. Verder valt op dat beide oplossingen een vrij hoge investering vergen.

Er kan worden geconcludeerd dat er vanuit financieel oogpunt geen sterke voorkeur is voor een collectieve of individuele oplossing (ervan uitgaande dat de maximale WIS-subsidie voor het warmtenet wordt uitgekeerd).

### 6.3.3 Vergelijking met haalbaarheidsonderzoek Waterneten en Qirion

#### Investeringskosten

De totale investeringskosten voor het 70 °C warmtenet worden in het onderzoek van Waternet en Qirion geraamd op ca. 10,7 miljoen euro of 26.000 €/woning (excl. BTW). De in dit onderzoek geraamde investeringskosten komen uit op ca. 35.000 €/woning (excl. BTW) incl. voorbereidende maatregelen (isolatie, warmteafgifte, aanpassen meterkast, elektrisch koken, verwijderen gas etc.). Zonder deze voorbereidende maatregelen zouden de investeringskosten uitkomen op ca. 27.000 €/woning (excl. BTW).

De geraamde investeringskosten komen goed overeen tussen het onderzoek van Waternet/Qirion en het onderzoek van Merosch.

#### Onderhoudskosten

Waternet en Qirion gaan uit van 145.000 €/jaar (excl. BTW) aan onderhoudskosten, wat neerkomt op circa 350 €/woning (excl. BTW).

In dit onderzoek zijn de onderhoudskosten voor het warmtenet geraamd op circa 410 €/woning (excl. BTW). Dit is inclusief een post onvoorzien dit niet is meegenomen in het onderzoek van Waternet en Qirion. Zonder deze post zouden de onderhoudskosten uitkomen op circa 370 €/woning (excl. BTW), wat goed overeenkomt met de resultaten van Waternet en Qirion.

#### Levensduurkosten

De levensduurkosten van het warmtenet kunnen niet één-op-één worden vergeleken tussen beide onderzoeken, omdat er andere uitgangspunten zijn gehanteerd voor onder meer energieprijzen, indexeringen en rentepercentages. Wel blijkt uit het onderzoek van Waternet/Qirion, dat bij een warmtevraag van ca. 25 GJ/woning/jaar (vergelijkbaar met de 27,5 GJ/woning/jaar zoals gehanteerd in dit onderzoek), de levensduurkosten van een individuele lucht/water warmtepomp oplossing ca. 15-20% lager liggen dan die van een warmtenet.

Uit dit onderzoek komt een vergelijkbaar beeld naar voren. Zonder WIS-subsidie liggen de levensduurkosten van een individuele lucht/water warmtepomp bijna ongeveer 10% lager dan de levensduurkosten van de warmtenetvariant.

#### Conclusie

Al met al kan worden geconcludeerd dat de financiële resultaten tussen beide onderzoeken goed overeenkomen, ondanks dat er verschillende uitgangspunten zijn gehanteerd (bijv. piekketel, locatie uitkoppeling en technische ruimte, energieprijzen en indexeringen etc.).

### 6.3.4 Eindgebruikerskosten

Tabel 6.8 geeft een overzicht van de eindgebruikerskosten voor een gemiddelde woning in de wijk, in geval van een 70 °C warmtenet en een individuele lucht/water warmtepomp. Zoals eerder omschreven, kunnen deze kosten in de praktijk verschillen per woning als gevolg van woningtype en al getroffen voorbereidende maatregelen (bijv. op gebied van isolatie). Daarom zijn de kosten voor voorbereidende maatregelen als bandbreedte weergegeven in onderstaande tabel, waarbij de bovenkant van de bandbreedte de gemiddelde woning in Ankeveen-Kern vertegenwoordigt waar sinds de bouw geen maatregelen zijn genomen (uitgezonderd het plaatsen van dubbel glas). De onderkant van de bandbreedte vertegenwoordigt dezelfde gemiddelde woning, waar alle voorbereidende maatregelen al zijn getroffen. Voor woningen die afwijken van het gemiddelde, zoals zeer grote woningen, kan het bedrag ook hoger zijn dan de bovenkant van de bandbreedte. Zie bijlage C voor een uitsplitsing van de kosten van isolatiemaatregelen en installatietechnische maatregelen.

Tabel 6.8 – Indicatie gemiddelde eindgebruikerskosten in €/woning incl. BTW

<b>Indicatieve eenmalige investeringskosten</b>	<b>70 °C warmtenet</b>	<b>Individuele L/W warmtepomp</b>
Investeringskosten isolatiemaatregelen	0 – 5.300	0 – 17.700
Investeringskosten installatietechnische maatregelen	0 – 3.300	0 – 11.000
Investeringskosten warmtepomp resp. BAK warmtenet	21.000	15.100
<b>Totaal eenmalige kosten</b>	<b>21.000 – 29.600</b>	<b>15.100 – 43.800</b>
ISDE-subsidie isolatiemaatregelen	0 – 1.200	0 – 3.500
ISDE-subsidie warmtevoorziening	3.325	3.000
<b>Totaal eenmalige kosten na subsidie</b>	<b>17.700 – 25.100</b>	<b>12.100 – 37.300</b>
<b>Afschrijving en rente op investering (na subsidie)</b>	<b>90 – 127</b>	<b>93 – 220</b>
<b>Indicatief energieverbruik per jaar</b>	<b>70 °C warmtenet</b>	<b>Individuele L/W warmtepomp</b>
Warmte [GJ/jaar]	27,0	-
Elektriciteit [kWh/jaar]	-	2.100
<b>Indicatieve maandlasten (startjaar)</b>	<b>70 °C warmtenet</b>	<b>Individuele L/W warmtepomp</b>
Financieringskosten (afschrijving en rente op investering)*	90 – 127	93 – 220
Warmtekosten**	173	-
Elektriciteitskosten**	-	80
Onderhoud & beheer	-	15
<b>Totaal per maand</b>	<b>263 – 300</b>	<b>188 – 315</b>

\*Voor alle onderdelen wordt een afschrijftermijn van 30 jaar gehanteerd. Een uitzondering hierop is de warmtepomp, welke in 15 jaar wordt afgeschreven omdat die dan aan vervanging toe is. Er is uitgegaan van een rente van 4,5% op de investering, ongeveer gelijk aan de huidige rentes van een lening bij het warmtefonds.

\*\*Berekend op basis van 53,95 €/GJ en vaste kosten van 653,21 €/jaar, conform ACM 2022 (incl. alle belastingen).

\*\*\*Berekend op basis van 0,45 €/kWh, vaste kosten gelijk aan huidige situatie.

## 7 Overige aandachtspunten

Voor het maken van een keuze in een bepaalde warmtevoorziening zijn, naast duurzaamheid en technische, ruimtelijke en financiële haalbaarheid, ook enkele andere aspecten van belang. In dit hoofdstuk worden deze aspecten beschreven.

### 7.1 Aanpassingen aan de woning

Er zijn woningaanpassingen nodig om de woning aardgasvrij te maken. Wat er precies moet gebeuren, verschilt per variant (zie paragraaf 6.1.1). In praktijk kan het zijn dat er meer of minder maatregelen noodzakelijk zijn. Dit verschilt per woning en is afhankelijk van welke maatregelen de bewoner al heeft toegepast.

De bewoner kan meerdere dagen overlast ondervinden van de werkzaamheden, bijvoorbeeld door geluidsoverlast en de noodzaak om thuis te blijven. Daarnaast kan het voorkomen dat bepaalde aanpassingen onwenselijk zijn, bijvoorbeeld doordat bepaalde maatregelen ruimte in beslag nemen of doordat ze invloed hebben op het uiterlijk van de woning en/of de buitenruimte daaromheen. Anderzijds kunnen de woningaanpassingen ook zorgen voor meer comfort. Het isoleren van de woning bevordert de luchtdichtheid, vermindert de kans op tochtklachten en zorgt voor een meer gelijkmatige verdeling van temperaturen in een ruimte.

### 7.2 Geluid

Geluid is vooral een aandachtspunt bij individuele lucht/water warmtepompen. Deze bestaan uit een binnen- en een buitendeel. Het binnendeel maakt weinig geluid en is qua geluidsniveau (ongeveer 40-50 dB) vergelijkbaar met een koelkast. Het buitendeel maakt een wat luider, brommend geluid van ongeveer 55-65 dB, doordat hierin de ventilator en compressor verwerkt zijn. Dit geluidsniveau is vergelijkbaar met dat van een koffiezetapparaat. Met name als het buiten erg koud is en als de thermostaat wat hoger wordt gezet, is het geluid van de buitendeel goed hoorbaar. Het kiezen van een goede locatie voor het buitendeel is dan ook erg belangrijk. Vanuit het Bouwbesluit worden eisen gesteld aan het maximale geluidsdrukkniveau op de erfgrans met de burens, namelijk maximaal 40 dB overdag (tussen 7:00 uur en 19:00) en 45 dB in de avonduren en 's nachts (tussen 19:00 en 7:00). Om dit te bereiken moet de buitenunit op enkele meters van de erfgrans met de burens worden geplaatst. De minimaal benodigde afstand verschilt sterk per situatie.

De volgende tips kunnen helpen om geluidshinder van het buitendeel te voorkomen:

- Kies voor een relatief stil buitendeel als geluid een belangrijk aandachtspunt is. Soms valt het buitendeel hierdoor wat groter uit, omdat er betere geluidsisolatie is ingebouwd;
- Kies voor een modulerende warmtepomp en/of een warmtepomp met nachtinstelling als geluid een belangrijk aandachtspunt is. Hierdoor heeft de warmtepomp de mogelijkheid om op verschillende snelheden kunnen draaien en/of kan hij 's nachts op minder vermogen functioneren;
- Plaats de buitenunit niet te dicht bij de burens;
- Plaats de buitenunit bij voorkeur niet aan gevels of daken die grenzen aan woon- of slaapkamers;
- Plaats de buitenunit niet te dicht bij ventilatieroosters of ramen die open kunnen;
- Vermijd plaatsen waar het geluid via meerdere muren kan weerkaatsen, zoals nissen;
- Richt de buitenunit naar de openbare ruimte, niet naar burens, gevels, terrassen of balkons;
- Zorg bij plaatsing op een plat dak, balkon of gevel voor voldoende trillingsdemping.

Bij een warmtenet speelt geluid een minder grote rol. Dit komt doordat een groot deel van de installaties zich niet in de woning, maar in de wijk bevindt (bijvoorbeeld in een technische ruimte). De component die zich wel in de woning bevindt, namelijk de afleverset, heeft een nagenoeg stille werking.

### 7.3 Esthetiek

Esthetiek, ofwel het uiterlijk van te treffen maatregelen speelt ook mee in de keuze voor de warmtevoorziening. Bij een lucht/water warmtepomp is dit een belangrijk aandachtspunt. Het buitendeel van de lucht/water warmtepomp ziet eruit als een het buitendeel van een airco en wordt vaak als 'lelijk' gezien. Dit probleem kan deels worden verholpen door de buitenunit zoveel mogelijk uit het zicht te plaatsen of door het plaatsen van een omkasting. Ook komen er steeds meer buitendelen op de markt die wat 'fraaier' zijn om te zien, bijvoorbeeld doordat ze antraciet van kleur, wat vergeleken met wit soms minder opvallend is. Er zijn ook buitendelen die op 'fraaie' wijze worden ingebouwd in het dak, bijvoorbeeld in de vorm van een schoorsteen of als paneel met luchtopeningen aan de zijkanten. In mindere mate is esthetiek een aandachtspunt voor het binnendeel van de warmtepomp. Deze heeft vaak een strakke vormgeving, zeker als wordt gekozen voor een model met geïntegreerd buffervat. In dat geval heeft de warmtepomp zowel qua formaat als vormgeving veel weg van een koel-/vriescombinatie.

Bij een warmtenet is esthetiek vooral een aandachtspunt bij de plaatsing van warmteleidingen en de technische ruimte(s). De afleverset in de woning speelt hierin kleinere rol omdat deze vanwege zijn formaat makkelijker kan worden weggewerkt.

Afhankelijk van hoe de warmteleidingen vanaf de straat worden verbonden met de binneninstallatie in de woning, verschilt ook de esthetische impact van het warmtenet. Er zijn verschillende aansluitmethoden die er allemaal anders uitzien, bijvoorbeeld:

- Per woning ondergronds naar binnen via de kruipruimte;
- Per woning via verticale leidingen over de buitengevel (ziet eruit als een regenpijp);
- In de lengterichting van een woonblok over het dak;
- In de lengterichting van een woonblok over de buitengevel (bijvoorbeeld onder de dakgoot);
- In de lengterichting van een woonblok door de kruipruimtes;
- In de lengterichting van een woonblok door de kapruimte/het knieschot.

Daarnaast vraagt een warmtenet om een technische ruimte in de wijk, die enkele honderden vierkante meters groot is. Daarnaast zijn er enkele onderstations nodig (gebouwen van ca. 25 – 50 m<sup>2</sup>) op verschillende plekken in de wijk.

### 7.4 Mogelijkheid tot koeling

De individuele lucht/water warmtepomp heeft als voordeel dat deze ook kan worden ingezet voor het koelen van de woning. Hiervoor gelden wel twee belangrijke voorwaarden:

- Het specifieke model warmtepomp moet geschikt zijn om te koelen. Hiervoor is een module nodig die het warmtepompproces 'omkeerbaar' maakt. Een warmtepomp die geschikt is voor zowel verwarmen als koelen wordt daarom ook wel een omkeerbare warmtepomp genoemd;
- Het warmteafgiftesysteem in de woning moet geschikt zijn om te kunnen koelen. Voorbeelden hiervan zijn vloerverwarming-/koeling en LT-convectoren (specifieke modellen die geschikt zijn voor verwarmen en koelen).

Met het 70 °C warmtenet kan niet worden gekoeld. Dit komt doordat het warmtenet maar twee leidingen (aanvoer en retour) heeft waar altijd warm water doorheen stroomt. Dat geldt ook voor de zomerperiode, omdat er dan altijd warmte beschikbaar moet zijn voor het gebruik van warm tapwater.

### 7.5 Organisatorische complexiteit

Het realiseren van een warmtenet is organisatorisch complex en is alleen haalbaar als het grootste deel van de wijk hierin meegaat. Hierin zijn verschillende organisatievormen mogelijk. Zo kan ervoor worden gekozen om de realisatie en exploitatie van het warmtenet onder te brengen bij een private marktpartij (bijv. een warmtebedrijf), een publieke partij (bijv. de gemeente) of het is mogelijk om als bewoners zelf een

warmtecoöperatie/-bedrijf op te richten. Het voordeel van de laatste optie is dat bewoners zelf zeggenschap en eigenaarschap kunnen krijgen in het warmtenet. Deze vorm heeft daarom de voorkeur vanuit de energiecoöperatie en de gemeente, mocht een warmtenet vanuit bewoners gewenst zijn. Tussenvormen van de genoemde organisatievormen (met verschillende eigenaren) zijn ook mogelijk.

Ongeacht de organisatievorm van het warmtenet moet er worden samengewerkt en/of worden afgestemd met veel verschillende partijen en disciplines, waaronder bewoners, woningcorporaties, energiecoöperatie, gemeenten, warmtebedrijven, netbeheerders, advies- en onderzoeksbureaus en uitvoerende partijen. Er gaat veel tijd zitten in het met elkaar toewerken naar een technisch ontwerp en haalbare business-case. Een belangrijk onderdeel hiervan is de planning voor de uitrol van het warmtenet, de zogenaamde 'fasering'. Hierin staat vastgelegd wanneer welke woningen/gebouwen aansluiten. Dit geeft de exploiterende partij houvast, maar vraagt van bewoners dat zij voor een bepaalde tijd klaar zijn om aan te sluiten. Dit houdt in dat alle voorbereidende maatregelen voor die tijd genomen moeten zijn, bijvoorbeeld op het gebied van isolatie en warmteafgiftesystemen.

Individuele oplossingen als lucht/water warmtepompen vragen minder organisatie. Bewoners kunnen op eigen tempo verduurzamen en zijn flexibeler in het moment van overgaan op een warmtepomp. Daarnaast is er weinig afstemming nodig met andere partijen.

## 7.6 Inpassing op het elektriciteitsnet

Een ander belangrijk aspect is de technische inpassing van warmteoplossingen op het bestaande elektriciteitsnet, aangezien de warmtevraag in alle varianten wordt geëlektrificeerd en het de vraag is of het net voldoende capaciteit beschikbaar heeft. Normaliter zijn er diverse aanpassingen nodig, zoals hieronder omschreven. In een latere fase zal dit met Liander verder moeten worden onderzocht.

### Huisaansluitingen

In de variant met een individuele lucht/water warmtepomp moet er op woningniveau opwaardering van de warmte plaatsvinden. Dit vraagt aanzienlijke elektrische vermogens waardoor er, mede door de combinatie met elektrisch koken, waarschijnlijk een 3-fase aansluiting nodig is in de meeste woningen. In een variant met 70 °C warmtenet zou een 1-fase aansluiting wellicht kunnen volstaan, maar op termijn zullen hier waarschijnlijk ook aanpassingen noodzakelijk zijn doordat bewoners zonnepanelen of laadpunten voor elektrisch vervoer willen gaan installeren.

### Grootverbruikaansluiting voor een warmtenet

Bij een warmtenet op 70 °C is er een technische ruimte nodig in de wijk die voorzien moet worden van een grootverbruikaansluiting. Gezien de huidige problematiek rondom netcongestie, kan het aanvragen van een nieuwe grootverbruikaansluiting tot beperkingen of vertraging leiden. Dit moet in de nadere uitwerking in overleg met Liander worden bepaald. Het goede nieuws is dat er, volgens de landelijke capaciteitskaart, op dit moment nog geen sprake is van transportschaarste in deze buurt. Er is nu dan ook geen directe aanleiding voor problemen op dit vlak.

### Laagspanningsnet en middenspanningsruimtes

Wanneer de wijk aardgasvrij wordt moeten het laagspanningsnet en bovenliggende middenspanningsruimtes meestal worden verzwakt. In plaats van verzwaring van bestaande middenspanningsruimtes is het ook mogelijk dat middenspanningsruimtes worden bijgeplaatst. Dit geldt, zeker op termijn, voor alle varianten (individueel en collectief). De ervaring leert namelijk dat naast de warmtevoorziening in meerdere mate ook laadpunten voor elektrisch vervoer en zonnepanelen bepalend zijn voor de benodigde uitbreidingen op het elektriciteitsnet. De netbeheerder kijkt dit integraal. Het is in dit stadium lastig te bepalen welke aanpassingen er precies in het elektriciteitsnet nodig zijn. Hiervoor zou Liander een nettoets moeten uitvoeren voor een bepaald type warmtevoorziening, waarbij Liander ook kijkt naar de verwachte ontwikkelingen op het gebied van PV-panelen en laadpunten voor elektrisch vervoer in de wijk.

Kortom, de verwachting is dat elektriciteitsaansluitingen en de infrastructuur van het elektriciteitsnet op meerdere punten moet worden verzaamd, ongeacht het type warmtevoorziening. Aangezien er nog geen transportschaarste geldt voor deze buurt, is er nu geen directe aanleiding voor problemen op dit vlak. Zodra er een variant gekozen is, kan Liander een specifiekere nettoets uitvoeren, waarbij er precies wordt aangegeven welke werkzaamheden noodzakelijk zijn. Dit kan gevolgen hebben voor de doorlooptijd en planning van de energietransitie in de buurt.



## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Conclusies

Op basis van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken over de haalbaarheid van verschillende duurzame warmtevoorzieningen in Ankeveen:

- Een 70 °C warmtenet op basis van TEA is qua kosten vergelijkbaar met een individuele oplossing. De warmtenetvariant heeft als voordelen dat woningaanpassingen en ruimtegebruik in de woning relatief beperkt zijn en dat deze oplossing goed scoort op gebied van geluid en esthetiek. Daarentegen is deze variant de minst duurzame oplossing, is de organisatie ervan complex en is er geen mogelijkheid om te koelen.
- Een individuele lucht/water warmtepomp is de meest duurzame warmtevoorziening en is qua kosten vergelijkbaar met het 70 °C warmtenet. Deze oplossing biedt als voordelen dat koeling mogelijk wordt en dat er geen complexe organisatie nodig is zoals dat bij een warmtenet wel het geval is. Daarnaast vraagt deze oplossing geen ruimtebeslag in de wijk. Nadelen van deze oplossing zijn dat er veel aanpassingen aan de woning nodig zijn, dat de geluidsproductie van het buitendeel een aandachtspunt vormt en dat het buitendeel esthetisch vaak als onaantrekkelijk wordt gezien. Daarnaast is er zowel in de woning (binnendeel) als rondom de woning (buitendeel) ruimte nodig voor het plaatsen van de warmtepomp.
- De inpassing van warmtevoorzieningen op het elektriciteitsnet is een aandachtspunt. De verwachting is dat de infrastructuur van het elektriciteitsnet op meerdere punten moet worden verzwakt, ongeacht de variant van de nieuwe warmtevoorziening. De specifieke consequenties kunnen nader worden uitgewerkt door Liander zodra een variant is gekozen.

## 8.2 Aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek wordt aanbevolen om:

1. De haalbaarheid van alternatieve warmtevoorzieningen verder te verkennen. Uit gesprekken met de energiecoöperatie is namelijk gebleken dat beide onderzochte oplossingen grote nadelen hebben. Zo is het 70 °C warmtenet relatief duur voor deze wijk, terwijl individuele warmtepompen in veel woningen lastig inpasbaar zouden zijn als gevolg van beperkte beschikbaarheid van ruimte.

Qua type alternatieve warmtevoorzieningen wordt gedacht aan klein-collectieve oplossingen voor circa 5-100 woningen, bijvoorbeeld op de schaal van een straat of hofje. Enkele mogelijke denkrichtingen voor klein-collectieve warmtevoorzieningen zijn:

- Klein-collectieve warmtepompen met bodemlussen als warmtebron ;
- Klein-collectieve warmtepompen met gesloten aquathermie-warmtewisselaars in oppervlaktewater als bron;
- Klein-collectieve lucht/water warmtepompen.

Bij elk van bovengenoemde mogelijkheden is het vinden van ruimte in de wijk een belangrijk aandachtspunt. Daarnaast verdient ook de exploitatievorm aandacht. Bij collectieve warmtelevering zal er namelijk een exploitant moeten zijn, terwijl dat bij individuele warmtepompen met een collectieve bron niet per se het geval hoeft te zijn. Het is dan ook de vraag in hoeverre deze klein-collectieve systemen financieel gezien ook interessant zijn voor de bewoner.

2. Daarna een keuze te maken tussen een collectief warmtenet, klein-collectieve oplossingen (zie aanbeveling 1) en individuele oplossingen, al dan per gedeelte van de wijk.
3. Vervolgens het ontwerp nader te specificeren en af te stemmen met directe betrokkenen (bijv. Liander ,Waternet en woningcoöperaties), afhankelijk van de keuze voor collectief, klein-collectief of individueel:
  - Indien de voorkeur uitgaat naar een collectief warmtenet wordt aanbevolen om een 70 °C warmtenet met TEA verder uit te werken. Het kan (o.a. financieel) interessant zijn om te kijken naar ontwerptimalisaties, zoals het aansluiten het opnemen van een piekvoorziening. Mocht aardgas een breed gedragen optie zijn (als piekvoorziening), dan is het wellicht ook de moeite waard om de mogelijkheid voor een 70 °C warmtenet met lucht/water warmtepompen en piekketels op aardgas te verkennen.
  - Indien de voorkeur uitgaat naar een individuele oplossing, wordt aanbevolen om te kiezen voor individuele warmtepompen per woning. Vervolgens kan per woning worden gekeken welke bron het beste past (bijv. lucht, PVT of bodem) afhankelijk van de woonsituatie en de wensen van de bewoner. Over het algemeen zal de in dit onderzoek beschouwde bron (lucht) het goedkoopst zijn, maar dit is waarschijnlijk niet overal ruimtelijk inpasbaar en/of gewenst (bijv. in verband met geluid en esthetiek).
  - Indien de voorkeur uitgaat naar klein-collectieve oplossingen (zie aanbeveling 1), wordt aanbevolen om eerst te kijken welke delen van de wijk hiervoor in aanmerking komen en om hiervoor vervolgens een ontwerp te maken. Gezien de opzet van de wijk met deels vrij grote woningen die ver uit elkaar liggen, hebben individuele warmtepompen daar de voorkeur boven klein-collectieve oplossingen.
4. In de tussentijd alvast te beginnen met het treffen van isolatiemaatregelen in de woning, te beginnen met de isolatiemaatregelen die voor alle varianten van de warmtevoorziening noodzakelijk zijn: namelijk goede vloer- en gevelisolatie en overal minimaal dubbel glas. Mocht er op bepaalde plekken in de woning nog enkel glas zitten, dan wordt aanbevolen om dit te vervangen voor HR++ glas in plaats van normaal dubbel glas, HR-glas of HR+-glas. Zodra bekend is welke warmtevoorziening het gaat worden, kunnen de overige maatregelen worden genomen die voor daarvoor noodzakelijk zijn (zie Tabel 6.2 ter indicatie). Door het hanteren van deze stapsgewijze aanpak, kunnen bewoners nu al in actie komen zonder dat zij achteraf spijt hebben van genomen maatregelen die later overbodig blijken te zijn.

## 9 Bijlagen

### 9.1 Bijlage A: Oppervlakte per woningtype en bouwjaarcategorie

Tabel bevat gebruiksoppervlakte in m<sup>2</sup>

	< 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005	2006-2010	2011-2014	2015-2020	>2020	Gemiddeld
Vrijstaand	151	106	153	109	178	192		202		155
2-onder-1-kap	125	98	111	116	146			159		119
Rij	121	99	110	108	137			137		109
Appartement	111	82		89						92
<b>Gemiddeld</b>	<b>127</b>	<b>98</b>	<b>114</b>	<b>104</b>	<b>156</b>	<b>192</b>		<b>154</b>		<b>116</b>

## 9.2 Bijlage B: Uitgangspunten benodigde isolatie per bouwjaar

### Isolatiemaatregelen MT-niveau (70 °C) per bouwjaarklasse

	<1946	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005	2006-2012	>2012
Vloer isoleren	1	1	1	1	0	0	0
Spouwmuur isoleren	0	1	1	0	0	0	0
Gevel isoleren binnen-/buitenzijde	1	0	0	0	0	0	0
Dak isoleren	0	0	0	0	0	0	0
HR++ glas plaatsen	0	0	0	0	0	0	0

### Maatregelen LT-niveau (50 °C) per bouwjaarklasse

	<1946	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005	2006-2012	>2012
Vloer isoleren	1	1	1	1	0	0	0
Spouwmuur isoleren	0	1	1	0	0	0	0
Gevel isoleren binnen-/buitenzijde	1	0	0	0	0	0	0
Dak isoleren	1	1	1	1	0	0	0
HR++ glas plaatsen	1	1	1	1	1	0	0

### 9.3 Bijlage C: Kostenoverzicht voorbereidende maatregelen

Genoemde bedragen zijn indicatief voor een gemiddelde woning in deze buurt en zijn incl. BTW.

<b>Indicatieve kosten isolatiemaatregelen</b>	<b>70 °C warmtenet</b>	<b>Individuele L/W warmtepomp</b>
Vloerisolatie	0 - 2.100	0 - 2.100
Gevelisolatie	0 - 3.200	0 - 3.200
Dakisolatie	-	0 - 6.600
Glas vervangen voor HR++ glas	-	0 - 5.800
<b>Totaal isolatiemaatregelen</b>	<b>0 - 5.300</b>	<b>0 - 17.700</b>
ISDE isolatiemaatregelen	0 - 1.200	0 - 3.500
<b>Totaal isolatiemaatregelen (na subsidie)</b>	<b>0 - 4.100</b>	<b>0 - 14.200</b>
<b>Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen</b>	<b>70 °C warmtenet</b>	<b>Individuele L/W warmtepomp</b>
LT-convectoren plaatsen	-	0 - 6.700
Radiatoren aanpassen	0 - 1.400	-
Mechanische ventilatie plaatsen	-	0 - 2.400
Gasketel, -leidingen en -aansluiting verwijderen	0 - 200	0 - 200
Elektra aanpassen in meterkast	0 - 500	0 - 500
Inductiekookplaat	0 - 1.200	0 - 1.200
<b>Totaal installatietechnische maatregelen</b>	<b>0 - 3.300</b>	<b>0 - 11.000</b>
<b>Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen</b>	<b>70 °C warmtenet</b>	<b>Individuele L/W warmtepomp</b>
<b>Totaal voorbereidende maatregelen (na subsidie)</b>	<b>0 - 7.400</b>	<b>0 - 25.200</b>

## 9.4 Bijlage D: Technische uitgangspunten

Onderdeel	Waarde	Eenheid
<b>Vraagzijde</b>		
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C vrijstaand	0,17	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C twee-onder-een-kap	0,16	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C rij	0,15	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C appartement	0,12	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 70 °C vrijstaand	0,23	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C twee-onder-een-kap	0,20	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C rij	0,19	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C appartement	0,13	GJ/m <sup>2</sup> /jaar
Warmtevraag warm tapwater vrijstaand	11	GJ/jaar
Warmtevraag warm tapwater twee-onder-een-kap	10	GJ/jaar
Warmtevraag warm tapwater rij	7	GJ/jaar
Warmtevraag warm tapwater appartement	6	GJ/jaar
Vermogen ruimteverwarming 50 °C	50	W/m <sup>2</sup>
Vermogen ruimteverwarming 70 °C	70	W/m <sup>2</sup>
Vermogen warm tapwater individuele warmtepomp	1,0	kW
Vermogen warm tapwater afleveret warmtenet (CW4)	26,2	kW
<b>Dimensionering</b>		
Participatiegraad warmtenet	80	%
Gelijktijdigheidsfactor warmtenet ruimteverwarming	0,55	-
Gelijktijdigheidsfactor warmtenet tapwater	1/√n	-
Vermogensverlies warmtenetten	5	%
Vermogensfractie warmtepomp	1,00	-
Energiefractie warmtepomp	1,00	-
Delta T aquathermie	5	K
Delta T distributie 70 °C warmtenet	30	K
Maximaal debiet per WKO-bron	100	m <sup>3</sup> /h
Vollasturen aquathermie	2.500	h
Benodigd vermogen individuele warmtepomp t.b.v. tapwater	1,0	kW
<b>Energieprestatie</b>		
SCOP <sub>RV,TW</sub> collectieve w/w warmtepomp	3,4	-
SCOP <sub>RV</sub> ruimteverwarming individuele lucht/water warmtepomp	3,4	-
SCOP <sub>TW</sub> warm tapwater individuele lucht/water warmtepomp	2,5	-
SCOP aquathermie	30	-
Distributierendement 70 °C warmtenet	0,80	-
Energieverbruik transport- en distributiepompen	0,20	kWh/m <sup>3</sup> /jaar

## 9.5 Bijlage E: Financiële uitgangspunten

Genoemde bedragen zijn excl. BTW.

Onderdeel	Waarde	Eenheid
<b>Investeringskosten</b>		
Bron- en regeneratieleidingen (DN 250)	2.129	€/m
Distributieleidingen warmtenet	748	€/m
Aansluitingen individueel laagbouw	5.000	€/st.
Aansluitingen individueel hoogbouw	2.000	€/st.
Individuele afleverset (incl. warmtemeter)	1.700	€/st.
Individuele afleverset met TE-booster (incl. warmtemeter)	3.000	€/st.
Individuele lucht/water warmtepomp	10.000	€/st.
Collectieve water/water warmtepomp	500	€/kW <sub>th</sub>
Aquathermie	1.000	€/m <sup>3</sup> /h
Bouwkundig technische ruimtes	1.100	€/m <sup>2</sup>
Elektra technische ruimtes	700	€/m <sup>2</sup>
Overige installaties collectief (buffers, meet- en regeltechniek etc.)	30	% van WP
Elektriciteitsaansluiting grootverbruik (incl. trafo/schakelaar)	100	€/kW <sub>e</sub>
Gasketel-, leidingen en aansluiting verwijderen	150	€/WEQ
Elektrische kookplaat (incl. aansluiting)	1000	€/WEQ
Aanpassen elektriciteitsaansluiting	500	€/WEQ
Vloerisolatie	45	€/m <sup>2</sup> bg vloer
Gevelisolatie (spouwmuur)	30	€/m <sup>2</sup> gevel
Gevelisolatie (overig)	150	€/m <sup>2</sup> gevel
Dakisolatie (plat)	200	€/m <sup>2</sup> dak
Dakisolatie (hellend)	110	€/m <sup>2</sup> dak
HR++ glas in bestaand kozijn	250	€/m <sup>2</sup> raam
Afgiftesysteem aanpassen LT	50	€/WEQ
Afgiftesysteem aanpassen MT (woning <80 m <sup>2</sup> )	700	€/WEQ
Afgiftesysteem aanpassen MT (woning 80-140 m <sup>2</sup> )	1.200	€/WEQ
Afgiftesysteem aanpassen MT (woning >140 m <sup>2</sup> )	1.700	€/WEQ
Ventilatiesysteem C2 (woning <80 m <sup>2</sup> )	2.500	€/WEQ
Ventilatiesysteem C2 (woning 80-140 m <sup>2</sup> )	3.000	€/WEQ
Ventilatiesysteem C2 (woning >140 m <sup>2</sup> )	3.500	€/WEQ
<b>Onderhoudskosten</b>		
Individuele lucht/water warmtepomp	1,5%	% van CAPEX/jaar
Aquathermie	3,0%	% van CAPEX/jaar
Collectieve warmtepompen	4,0%	% van CAPEX/jaar
Overige installaties (buffers, meet- en regeltechniek etc.)	3,0%	% van CAPEX/jaar
Technische ruimte (bouwkundig en elektra)	0,5%	% van CAPEX/jaar
Elektriciteitsaansluiting	0,0%	% van CAPEX/jaar
Bron-/regeneratieleidingen	1,8%	% van CAPEX/jaar
Distributieleidingen	1,8%	% van CAPEX/jaar
Aansluitingen (deel warmtebedrijf)	1,8%	% van CAPEX/jaar
Aansluitingen (deel woning-/gebouweigenaar)	2,5%	% van CAPEX/jaar
Afleversets / afleverstations	2,7%	% van CAPEX/jaar
Onvoorzien onderhoud	0,0%	% van CAPEX/jaar
Administratie	70	€/aansluiting/jaar
<b>Herinvesteringskosten (na 15 jaar)</b>		
Aquathermie	20,0%	% van CAPEX
Warmtepompen	80,0%	% van CAPEX
Overige installaties (buffers, meet- en regeltechniek etc.)	80,0%	% van CAPEX
Technische ruimte (bouwkundig en elektra)	0,0%	% van CAPEX
Elektriciteitsaansluiting	0,0%	% van CAPEX
Bron-/regeneratieleidingen	0,0%	% van CAPEX
Distributieleidingen	0,0%	% van CAPEX
Aansluitingen (deel warmtebedrijf)	0,0%	% van CAPEX
Aansluitingen (deel woning-/gebouweigenaar)	0,0%	% van CAPEX
Afleversets / afleverstations	100,0%	% van CAPEX

<b>Energieprijzen</b>		
Vastrecht elektriciteitsaansluiting grootverbruik	70	€/kW/jaar
Variabel leveringstarief elektriciteit grootverbruik (incl. EB)	0,27	€/kWh
Variabel leveringstarief elektriciteit kleinverbruik (incl. EB)	0,37	€/kWh
<b>Discontovoet en indexering</b>		
Discontovoet	4,0	%
Index algemeen	2,0	%/jaar
Index elektra	1,0	%/jaar
Index elektra (gevoeligheid laag)	-1,0	%/jaar
Index elektra (gevoeligheid hoog)	2,0	%/jaar
Index warmte	1,25	%/jaar
<b>Looptijd en fasering</b>		
Looptijd exploitatieperiode	30	jaar
Maximale aansluitsnelheid warmtenetten	250	WEQ/jaar



## 9.6 Bijlage F: Afwegingskader

### Afwegingskader deel 1 – systeemkeuze

Onderdeel	Collectief			Individueel		
	MT-warmtenet	LT-warmtenet	ZLT-bronnet	LT-warmtepomp	MT-warmtepomp	
Benodigde techniek	Collectieve warmtepomp	Ja, behalve bij MT/HT-bron	Alleen bij ZLT-bron	Nee	Nee	
	Individuele warmtepomp	Nee	Optioneel (MT-WP)	Ja, MT- of LT-WP	Ja	
	Tapwaterbooster	Nee	Ja, behalve bij MT-WP	Alleen bij LT-WP	Nee	Nee
Ruimtebeslag	In de wijk	100-200 m <sup>2</sup> (technische ruimte)	100-200 m <sup>2</sup> (technische ruimte)	25-50 m <sup>2</sup> (technische ruimte)	n.v.t.	n.v.t.
	In het gebouw*	2-10 m <sup>2</sup> (afleverstation)	2-10 m <sup>2</sup> (afleverstation)	25-50 m <sup>2</sup> (collectieve WP)	25-50 m <sup>2</sup> (collectieve WP)	25-50 m <sup>2</sup> (collectieve WP)
	In de woning	0,6 x 0,3 x 0,5 m (afleverzet)	0,6 x 0,35 x 1,1 m (afleverzet en tapwaterbooster)	1,0 x 1,0 x 2,0 m (individuele WP)	1,0 x 1,0 x 2,0 m (individuele WP)	1,0 x 1,0 x 2,0 m (individuele WP)
Duurzaamheid	Energievraag	Hoog	Gemiddeld	LT-WP: laag MT-WP: gemiddeld	Laag	Gemiddeld
Overig	Koeling mogelijk	Nee	Nee	Ja, optioneel	Ja, optioneel	Ja, optioneel
	Benodigde elektra	Grote wijkaansluiting	(Middel)grote wijkaansluiting	Woningaansluiting > 3x25A	Woningaansluiting > 3x25A	Woningaansluiting > 3x25A
	Aandachtspunten	-	-	Duur bij veel laagbouw / individuele aansluitingen	-	Beperkte beschikbaarheid
Haalbaarheid	Isolatie niveau	Redelijk geïsoleerd (Rc gem. 2,5) en minimaal dubbel glas (ca. label B / bouwjaar > 1992)	Goed geïsoleerd (Rc gem. 3,5) en minimaal HR++ glas (ca. label A / bouwjaar > 2006)	Bij LT-WP: goed geïsoleerd, HR++ glas (Label A / >2006) Bij MT-WP: redelijk geïsoleerd (Label B / >1992)	Goed geïsoleerd (Rc gem. 3,5) en minimaal HR++ glas (ca. label A / bouwjaar > 2006)	Redelijk geïsoleerd (Rc gem. 2,5) en minimaal dubbel glas (ca. label B / bouwjaar > 1992)
	Afgiftesysteem	Bestaand afgiftesysteem, soms enkele aanpassingen	LT-radiatoren/LT-convectoren of vloerverwarming	Afhankelijk van type warmtepomp (LT of MT)	LT-radiatoren/LT-convectoren of vloerverwarming	Bestaand afgiftesysteem, soms enkele aanpassingen
	Bouwdichtheid	> 30 woningen/ha			-	-
	Warmtevraagdichtheid	> 600 GJ/ha/jaar			-	-

\* 'In het gebouw' slaat op de algemene ruimte van een appartementencomplex of utiliteitsgebouw en kan worden genegeerd voor toepassing bij grondgebonden woningen



Afwegingskader deel 2 – bronkeuze

Warmteoplossing		Type bron	Type aanvoer	Minimale schaalgrootte	Beschikbaar	Voldoende potentie	Aandachtspunten
Categorie	Technologie en bron/energiedrager						
Collectief (wijk)	Warmtenet met geothermie	MT/HT-warmte	LT t/m HT	> 4.000 WEQ	Ja	Onzeker	Slecht faseerbaar, vergunningen
	Warmtenet met MT-restwarmte	MT-warmte	LT t/m HT	> 4.000 WEQ	Nee	Nee	Leveringszekerheid, slecht faseerbaar
	Warmtenet met LT-restwarmte (en wijkwarmtepompen)	LT-warmte	ZLT t/m HT	> 1.000 WEQ	Nee	Nee	Leveringszekerheid
	Warmtenet met TEA en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	-
	Warmtenet met WKO, TEA en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	TEA kan in deze buurt ook zonder WKO
	Warmtenet met WKO, TEO en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	Vergunningen, ecologie
	Warmtenet met WKO, TED en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Nee	Nee	Drinkwaterkwaliteit
	Warmtenet met WKO, droge koelers en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 50 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie en ruimtebeslag droge koelers (bij voorkeur plaatsing op dak)
	Warmtenet met WKO, zonthermie en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m HT	> 50 WEQ	Ja	Ja	Groot ruimtebeslag zonnecollectoren
	Warmtenet met biomassaketels	Verbranding	MT en HT	> 1.000 WEQ	Ja	Ja	Luchtvervuiling, omstreden duurzaamheid, leveringszekerheid lange termijn
Warmtenet met groene waterstofketels	Verbranding	MT en HT	> 100 WEQ	Nee	Nee	Waterstofproductie is duur en energie-intensief	
Individueel (woning/gebouw)	Warmtepompen met (Z)LT-warmtenet als bron (bronnet)	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Relatief duur bij veel laagbouw
	Warmtepompen met buitenlucht als bron (lucht/lucht)	ZLT-warmte	LT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie, geschikt voor 1-2 verblijfsruimtes (niet voor een hele woning)
	Warmtepompen met buitenlucht als bron (lucht/water)	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie
	Warmtepompen met bodemlus(sen) als bron	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Impact tuin/terrein, duurder dan lucht-WP
	Warmtepompen met PVT-panelen als bron	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Dakoppervlak, duurder dan lucht-WP
	Groene waterstofketels	Verbranding	MT en HT	> 1 WEQ	Nee	Nee	Waterstofproductie is duur en energie-intensief
	Biomassaketels	Verbranding	MT en HT	> 1.000 WEQ	Ja	Ja	Luchtvervuiling, omstreden duurzaamheid, leveringszekerheid lange termijn



# Merosch

Merosch B.V.  
Eendrachtsweg 3  
2411 VL Bodegraven

**T** 0172 - 65 12 64  
**E** info@merosch.nl  
**I** merosch.nl

**KVK** 27311612  
**BTW** NL8224.23.066.B01  
**IBAN** NL80 TRIO 0197 8235 99

Zet koers naar morgen!

