

# Duurzame warmte in Wijdemeren

Loosdrecht-Noord



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 WKO, water/water warmtepompen en lucht/water warmtepompen 10	
5.2	70 °C warmtenet met collectieve lucht/water warmtepompen en gasketels; .....	10
5.3	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.....	20
7.1	Aanpassingen aan de woning .....	20
7.2	Geluid.....	20
7.3	Esthetiek .....	21
7.4	Mogelijkheid tot koeling .....	21
7.5	Organisatorische complexiteit.....	21
7.6	Inpassing op het elektriciteitsnet .....	22
8	Conclusies en aanbevelingen.....	24
8.1	Conclusies .....	24
8.2	Aanbevelingen .....	25
9	Bijlagen .....	26
9.1	Bijlage A: Oppervlakte per woningtype en bouwjaarcategorie .....	26
9.2	Bijlage B: Uitgangspunten benodigde isolatiemaatregelen per bouwjaar .....	27
9.3	Bijlage C: Kostenoverzicht voorbereidende maatregelen .....	28
9.4	Bijlage D: Technische uitgangspunten .....	29
9.5	Bijlage E: Financiële uitgangspunten .....	30
9.6	Bijlage F: Afwegingskader .....	32

# 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 Loosdrecht-Noord. Dit onderzoek geeft inzicht in de mogelijkheden en consequenties om Loosdrecht-Noord 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. Een 70 °C warmtenet met collectieve WKO (warmte-koudeopslag), lucht/water warmtepompen en water/water warmtepompen;
- B. Een 70 °C warmtenet met collectieve lucht/water warmtepompen en gasketels (als piekvoorziening);
- C. Individuele lucht/water warmtepompen op 50 °C.

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

	70 °C warmtenet (WKO en lucht)	70 °C warmtenet (lucht en gas)	Individueel L/W WP
<b>Betaalbaarheid</b>			
Totale levensduurkosten	59.800 €/woning	48.300 €/woning	59.500 €/woning
Eindgebruikerskosten per maand	244 - 274 €/woning	208 - 239 €/woning	188 - 300 €/woning
<b>Duurzaamheid</b>			
Elektriciteitsverbruik	3.600 kWh/woning	2.600 kWh/woning	2.100 kWh/woning
Aardgasverbruik	0 m <sup>3</sup> /woning	210 m <sup>3</sup> /woning	0 m <sup>3</sup> /woning
In de wijk	Technische ruimte 200 – 400 m <sup>2</sup> , 3 WKO-doubletten en 4 onderstations	Technische ruimte 200 – 400 m <sup>2</sup> en 4 onderstations	Geen impact op ruimtegebruik in de wijk
In de woning	0,6 x 0,3 x 0,5 m (afleverset)	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	Geen tot weinig extra isolatie, kleine installatietechnische aanpassingen	Extra isolatie, grote installatietechnische aanpassingen
Geluid	Weinig geluid	Weinig geluid	Buitendeel maakt geluid
Esthetiek	Afhankelijk van inpassing leidingen	Afhankelijk van inpassing leidingen	Vaak ervaren als onaantrekkelijk
Koeling	Niet mogelijk	Niet mogelijk	Mogelijk, mits WP en afgiftesysteem geschikt zijn
Organisatie	Complex, hoge participatiegraad en afstemming met veel partijen nodig	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.		

### **Beperkte opties voor 70 °C warmtenet**

Uit dit onderzoek is gebleken dat Loosdrecht-Noord zich qua schaalgrootte en bouwdichtheid in principe goed leent voor een 70 °C warmtenet. Deze oplossing geeft bewoners het voordeel dat woningen niet of beperkt geïsoleerd hoeven te worden en dat de huidige radiatoren grotendeels behouden kunnen blijven. Het beperkte formaat van de afleverset (kleiner dan een cv-ketel) die nodig is voor het leveren van warmte aan de woning, is ook een groot voordeel van deze oplossing.

Echter ontbreekt het in de omgeving aan warmtebronnen die geschikt zijn voor een warmtenet dat op efficiënte wijze 70 °C warmte kan leveren. Zo liggen aquathermie-bronnen bijvoorbeeld te ver weg en is er ook geen restwarmte aanwezig in de nabije omgeving. Bodemwarmte (middels WKO) is wel beschikbaar als bron voor een warmtenet, maar uit de uitwerking in dit onderzoek is gebleken dat dit systeem ruimtelijk zeer lastig ruimtelijk inpasbaar is, als gevolg van de beperkte vrije ruimte in de wijk en de aanwezigheid van een drinkwaterwinningsgebied in het oostelijke deel van Loosdrecht-Noord. Een warmtenet met WKO-systeem wordt met de kennis van nu daarom als niet haalbaar geacht. Er is ook onderzoek gedaan naar het gebruiken van de buitenlucht als bron voor een warmtenet, door gebruik te maken van grootschalige lucht/water warmtepompen. Dit systeem is mogelijk wel ruimtelijk inpasbaar en is financieel gezien relatief voordelig. Het nadeel is wel dat er nog steeds aardgas wordt gebruikt als piekvoorziening, waardoor deze oplossing een stuk minder duurzaam is dan alternatieven die werken op elektriciteit. Zonder piekvoorziening is deze warmtebron niet geschikt om warmte te leveren op 70 °C, omdat er dan zeer veel elektriciteit wordt verbruikt.

Kortom, een 70 °C warmtenet lijkt voor deze wijk op dit moment alleen haalbaar met buitenlucht als bron en aardgasketels als piekvoorziening. Wellicht zorgen toekomstige innovaties ervoor dat een 70 °C warmtenet alsnog haalbaar wordt.

### **Individuele warmtepompen niet overal mogelijk**

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 Loosdrecht-Noord 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 veel '50 en '60 woningen in de Bomenbuurt. Niet in elke woning zal er plaats zijn voor het installeren van een warmtepomp.

### **Inzetten op isoleren en hybride warmtepompen**

Gezien de beperkte haalbaarheid van warmtenetten op dit moment, de matige isolatiegraad van de woningvoorraad en de beperkte beschikbaarheid van inpandige ruimte voor individuele warmtepompen, wordt aanbevolen om de komende jaren in te zetten op het isolatie en hybride warmtepompen. Op deze manier blijft er ruimte voor toekomstige ontwikkelingen, terwijl bewoners nu al wel aan de slag kunnen met het verlagen van het gasverbruik en het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (tot maximaal zo'n 70% met een hybride warmtepomp). Na vijftien jaar, als de hybride warmtepomp aan vervanging toe is, zijn er mogelijk nieuwe technieken beschikbaar op de markt, zoals nieuwe collectieve warmtebronnen of compactere individuele systemen.

## 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 Loosdrecht-Noord. 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 Loosdrecht-Noord 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

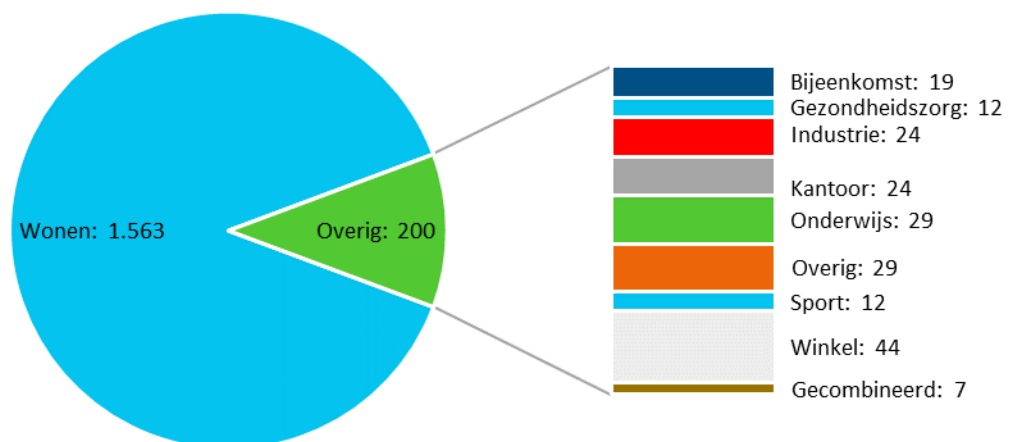
De verkenningbuurt Loosdrecht-Noord ligt in Loosdrecht. De buurt heeft een oppervlakte van ongeveer 68,8 hectare en telt 1.763 woningequivalenten (WEQ)<sup>1</sup>. De bouwdichtheid van de buurt komt daarmee uit op ca. 26 WEQ/ha. Figuur 4.1 toont een kaart met daarop de demarcatie van de buurt.

*Figuur 4.1 – Demarcatie verkenningbuurt Loosdrecht-Noord*



Het grootste gedeelte van de buurt bestaat uit woningen (1.563, ca. 89%), waarvan 325 (ca. 21%) 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*

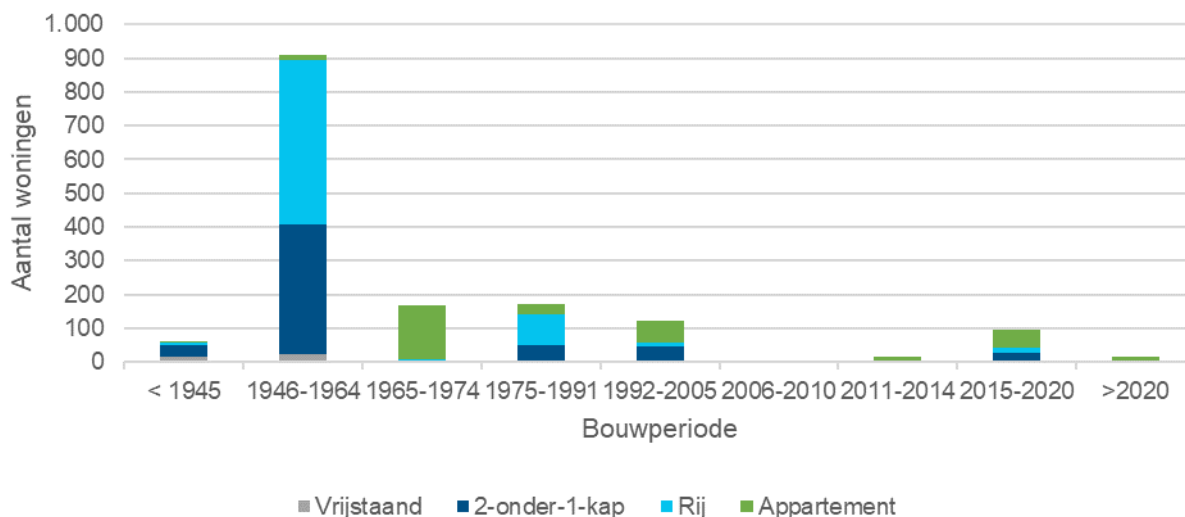


<sup>1</sup> Een woningequivalent (WEQ) staat gelijk aan één woning of circa 130 m<sup>2</sup> utiliteitsbouw. Het aantal woningequivalenten is bepaald met de Datavoorziening Energietransitie Gebouwde Omgeving (DEGO).

Er komen allerlei woningtypen voor in de buurt. Rijwoningen komen het meest voor (ca. 39%), gevolgd door twee-onder-één-kapwoningen (ca. 35%), appartementen (ca. 23%) en vrijstaande woningen (ca. 3%). De meeste woningen zijn gebouwd in de periode 1946 – 1964 (ca. 58%). De overige woningen zijn veelal nieuwer, maar een kleinere groep is juist ouder.

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. 2% 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 van de woningen bedraagt 102 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]	38	27	23
Totale warmtevraag	[GJ/jaar]	67.000	47.544	40.768
Warmtevraagdichtheid	[GJ/ha/jaar]	974	691	593

<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 keuzeproces):

- A. Een 70 °C warmtenet met collectieve WKO (warmte-koudeopslag), water/water warmtepompen en lucht/water warmtepompen;
- B. Een 70 °C warmtenet met collectieve lucht/water warmtepompen en gasketels (als piekvoorziening);
- C. Individuele lucht/water warmtepompen op 50 °C.

### 5.1 70 °C warmtenet met collectieve WKO, water/water warmtepompen en lucht/water warmtepompen

In deze variant wordt gebruik gemaakt van warmte uit de bodem en warmte uit de buitenlucht. Hierbij leveren WKO-bronnen warmte van ca. 10-15 °C aan een leidingnet dat is verbonden met een 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.

Aangezien de woningen op jaarbasis meer warmte- dan koude vragen, is regeneratie van de WKO-bronnen nodig. Dit wordt gedaan met collectieve lucht/water warmtepompen. Zij zullen met name s 'zomers in werking zijn, omdat zij dan een hoog rendement kunnen draaien als gevolg van hogere buitentemperaturen. Naast de regeneratie van WKO-bronnen, voorziet de lucht/water warmtepomp ook in de piekvraag van het warmtenet.

### 5.2 70 °C warmtenet met collectieve lucht/water warmtepompen en gasketels;

In deze variant wordt gebruik gemaakt van warmte uit de buitenlucht middels collectieve lucht/water warmtepompen. Daarnaast worden er gasketels ingezet als piekvoorziening, die alleen bijspringen op de koudste dagen van het jaar. Het voordeel van een systeem met pieksetels is dat de kosten aanzienlijk kunnen worden verlaagd ten opzichte van een systeem zonder pieksetels. Op termijn is het mogelijk om de pieksetel te voeden met groen gas of om een alternatieve piekvoorziening te installeren (bijvoorbeeld als er nieuwe technieken op de markt komen).

In deze variant is er een techniekruimte in de in de wijk waar de warmtepompen en pieksetels warmte produceren van ca. 70-80 °C. Vervolgens wordt deze warmte overgedragen 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.

### 5.3 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 met op een temperatuur van ca. 50 °C kan plaatsvinden. De warmtepomp tevens in de bereiding van warm tapwater, met behulp van een boiler en elektrisch element.

## 6 Uitwerking varianten

### 6.1 Technische analyse

#### 6.1.1 Voorbereiden 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 Loosdrecht-Noord 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 Loosdrecht-Noord 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 Loosdrecht-Noord kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 22.100 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 Loosdrecht-Noord kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 6.000 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 (WKO en lucht)	70 °C warmtenet (lucht en gas)	Individuele lucht/water warmtepompen
<b>Isolatie</b>			
Vloerisolatie	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (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)	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (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)	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (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)	$U_w \leq 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Min. Dubbel glas)	$U_w \leq 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Min. HR++ glas)
<b>Installatietechniek</b>			
Ventilatie	Geen vereisten	Geen vereisten	Mechanische ventilatie plaatsen als niet aanwezig
Warmteafgifte	Kleine aanpassingen aan bestaande radiatoren, convectoren of vloerverwarming	Soms kleine aanpassingen aan bestaande radiatoren of convectoren	LT-convectoren of vloerverwarming nodig
Gasketel, -leidingen en -aansluiting verwijderen	Ja	Ja	Ja
Meterkast aanpassen	Ja	Ja	Ja
Inductiekookplaat	Ja	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.

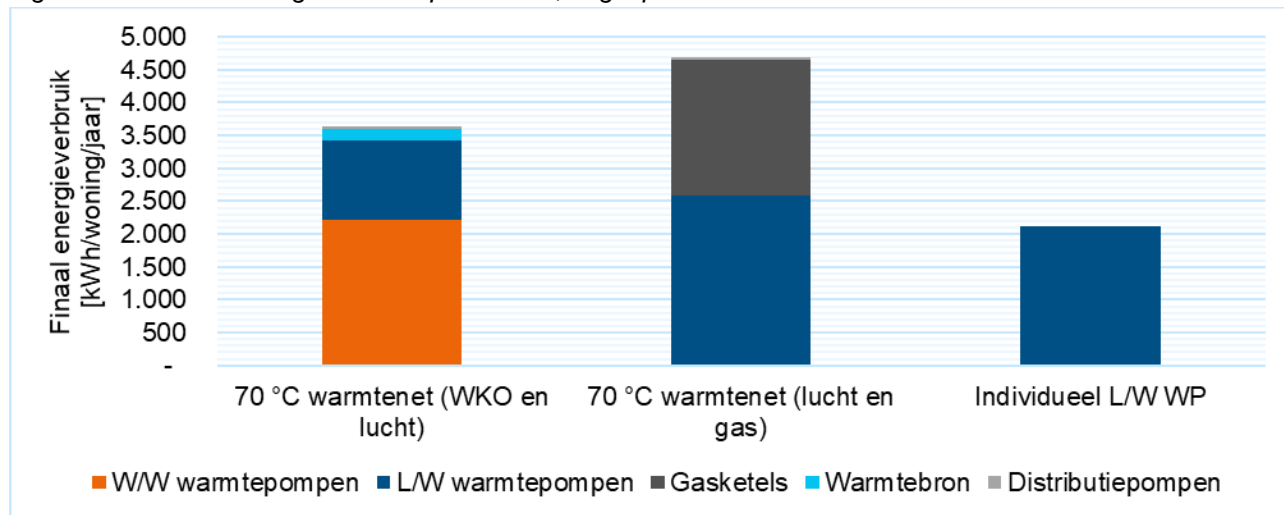
Tabel 6.2 – Energievraag en dimensionering van de installaties

Onderdeel	Eenheid	70 °C warmtenet (WKO en lucht)	70 °C warmtenet (lucht en gas)	Individueel L/W WP
<b>Energievraag</b>				
Warmtevraag woningequivalenten	GJ/jaar	37.940	37.940	32.580
Koudevraag woningequivalenten	GJ/jaar	-	-	-
Warmteproductie wijkwarmtepomp (W/W)	GJ/jaar	37.940	37.940	-
Warmteproductie wijkwarmtepomp (L/W)	GJ/jaar	9.485	-	-
Warmteproductie individuele warmtepomp	GJ/jaar	-	-	23,1
Warmtevraag regeneratie L/W warmtepomp	GJ/jaar	26.694	-	-
Warmtevraag WKO	GJ/jaar	26.694	-	-
Koudevraag WKO	GJ/jaar	-	-	-
<b>Dimensionering van installaties</b>				
Vermogen wijkwarmtepompen (W/W)	kW <sub>th</sub>	2.069	2.069	-
Vermogen wijkwarmtepompen (L/W)	kW <sub>th</sub>	4.828	4.828	-
Vermogen gasketels	kW <sub>th</sub>	-	-	-
Vermogen individuele warmtepompen	kW <sub>th</sub>	-	-	6,4
Vermogen WKO	kW <sub>th</sub>	1.854	-	-
Debiet WKO	m <sup>3</sup> /h	266	-	-
Aantal WKO-doubletten	st.	3	-	-
Elektrisch vermogen collectieve installaties	kW <sub>e</sub>	3.178	938	-
Aansluitvermogen gas	st.	-	549	-

### 6.1.3 Duurzaamheid

In de technische analyse is het elektriciteits- en gasverbruik per variant in kaart gebracht. Dit is van belang voor de duurzaamheid en operationele kosten van het systeem. Figuur 6.3 toont het finaal energieverbruik (elektriciteits- en gasverbruik) per variant van de warmtevoorziening, uitgesplitst naar de diverse installaties die erin voorkomen. Er wordt alleen gas verbruikt in de variant met lucht/water warmtepompen en gasketels. In de figuur wordt het aardgasverbruik van deze variant weergegeven in kWh, wat neerkomt op ca. 212 m<sup>3</sup>/woning/jaar.

Figuur 6.3 – Finaal energieverbruik per variant, uitgesplitst naar installaties



## 6.2 Ruimtelijke analyse

### 6.2.1 In de woning

#### 70 °C warmtenet (met WKO en lucht of met lucht en gas)

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 de warmtenetvarianten hangt af van de beschikbare ruimte binnen de wijk. Dit is een belangrijk aandachtspunt, omdat de beschikbare ruimte in deze wijk zeer beperkt is. Voor de techniekruimte met daarin de warmtepompinstallatie, buffervaten, trafo, warmtewisselaars, verdelers en regeltechniek, moet ca. 200-400 m<sup>2</sup> aan ruimte worden gereserveerd. De locatie waar dit mogelijk zou kunnen binnen de wijk is naast de parkeerplaats van het gemeentehuis van Gemeente Wijdemeren. Deze ligt aan de overkant van de Rading. Voor de WKO-bronnen is het van belang dat deze op voldoende afstand van elkaar worden gepositioneerd, zodat er geen interferentie kan plaatsvinden tussen de warme en koude bron. Bij de dimensionering van het WKO-systeem zoals beoogd in deze studie, moet de bronafstand minimaal 100 m zijn. De warmtebronnen (en koude bronnen) mogen voor de doubletten een afstand tussen elkaar hebben van minimaal 25 meter. In een eventuele ontwerpfase moet dit worden getoetst met een definitieve (model)berekening. Naast de onderlinge afstand tussen de WKO-bronnen moeten de bronnen op voldoende afstand vanaf de gebouwfunderingen worden geplaatst. Voor Loosdrecht-Noord zijn 3 WKO-doubletten benodigd. Er is (nog) geen goede locatie gevonden om het WKO-systeem te realiseren. Er is bijna nergens vrije ruimte binnen de wijk, met uitzondering van Landgoed Eikenrode waar het systeem zeer waarschijnlijk niet geplaatst mag worden. Verder ligt het oostelijke deel van Loosdrecht-Noord in een drinkwaterverbodsgebied, wat waarschijnlijk tot gevolg heeft dat open bodemsystemen met WKO daar verboden zijn. Er zijn ook een aantal onderstations nodig in de wijk, die eveneens moeilijk plaatsbaar zijn als gevolg van beperkte ruimte.

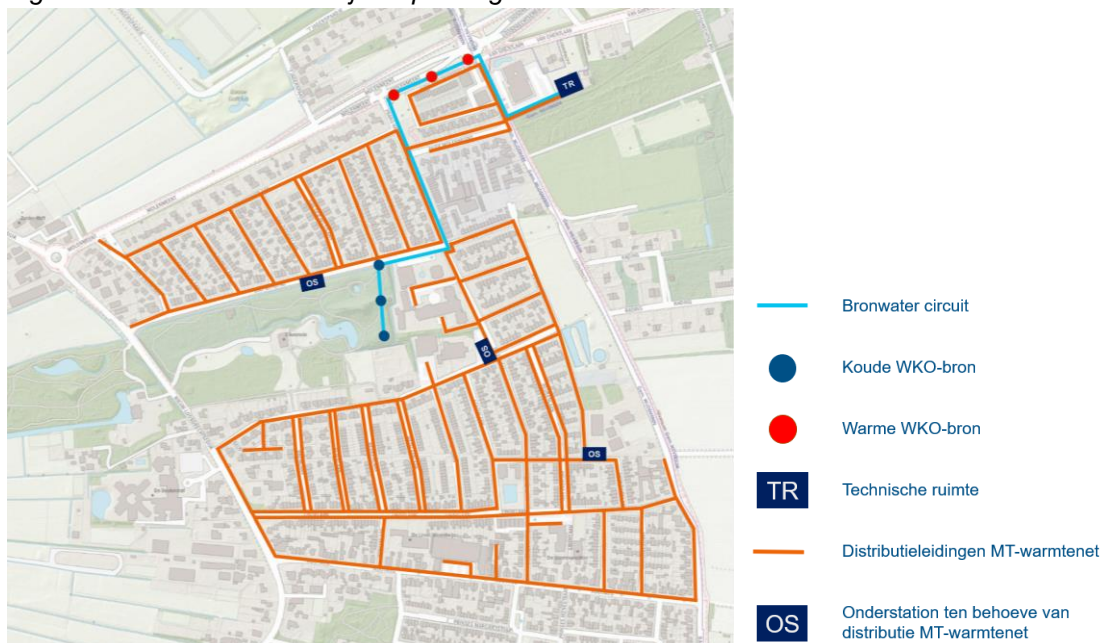
Kortom, om bovengenoemde redenen wordt de ruimtelijke haalbaarheid van een warmtenet (vooral met WKO-systeem) laag ingeschat. Desalniettemin wordt deze variant toch onderzocht, mocht er later toch ruimte worden gevonden.

Figuur 6.5 geeft meer inzicht in hoe het warmtenet eruit zou kunnen zien, ervan uitgaande dat plaatsing van doubletten op Landgoed Eikenrode mogelijk is (dat is het in praktijk waarschijnlijk niet). Op basis van deze schets 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:

- Bron- en regeneratieleidingen: ca. 1.000 meter;
- Distributienet 70 °C warmtenet: ca. 10.000 meter;

In deze figuur is uitgegaan van de variant met WKO en lucht. In de variant met lucht en gas zou het plaatje er hetzelfde uitzien, behalve dat er dan geen WKO-bronnen zouden zijn. Laatstgenoemde variant is mogelijk beter ruimtelijk haalbaar, maar dan zijn er nog altijd onderstations nodig in de wijk die lastig plaatsbaar zullen zijn. Daarnaast heeft de variant met gasketels een hogere CO<sub>2</sub>-uitstoot.

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 uitgangspunt 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-investeringsubsidie) 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 ermee 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 betaalt 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 betaalt voor de warmtevoorziening;
- **Onderhoudskosten:** de onderhoudskosten die de bewoner per maand betaalt 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.

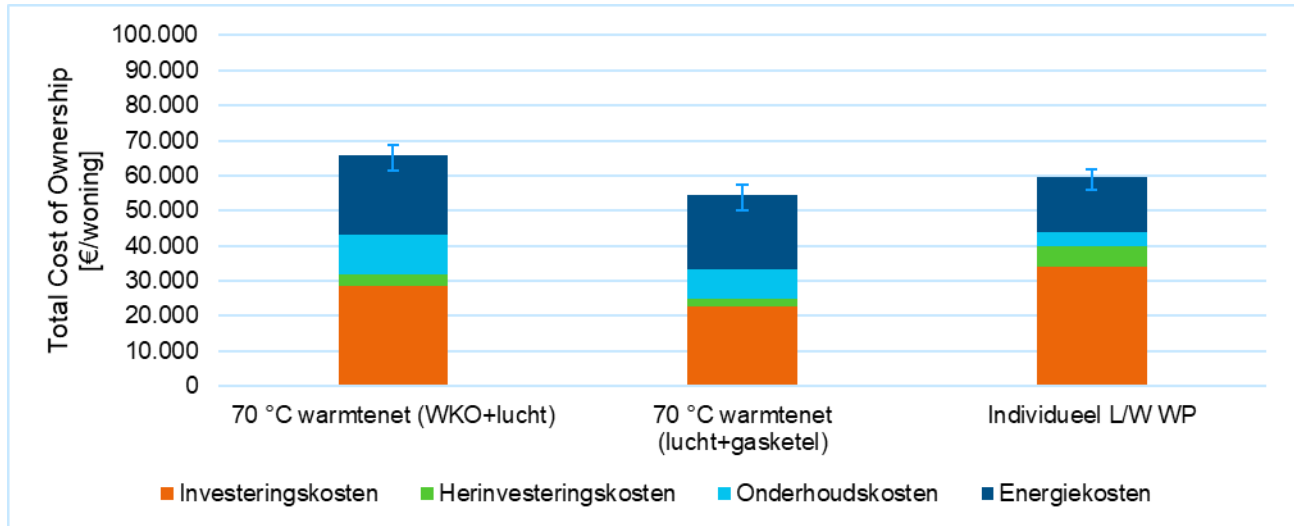
Belangrijkste financiële uitgangspunten:

- 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;
  - Gas: 1,5% per jaar, daarnaast gevoeligheidstoets op 0% per jaar en 2,5% 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).

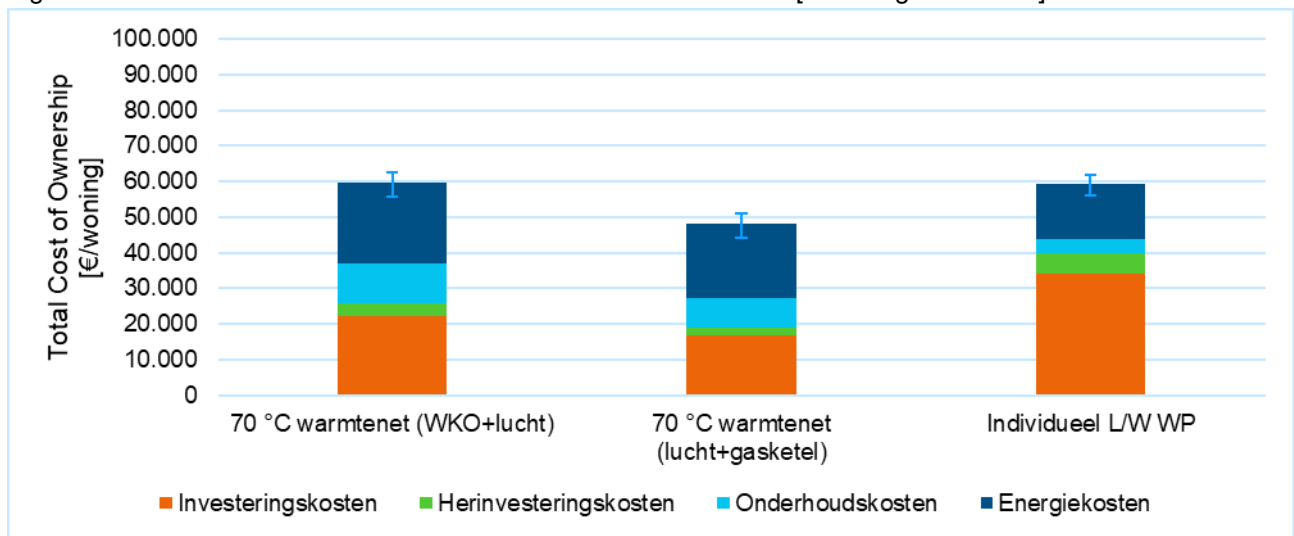
### 6.3.2 Totale levensduurkosten

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 en Figuur 6.7, is het 70 °C warmtenet met WKO en lucht de duurste warmtevoorziening, vooral als geen WIS-subsidie wordt meegenomen. Als er wel een maximale WIS-subsidie wordt uitgekeerd, is het 70 °C warmtenet met WKO qua kosten ongeveer gelijkwaardig aan lucht/water warmtepompen. Het 70 °C met lucht en gas is financieel gezien het meest voordelig, zowel met als zonder WIS-subsidie. Uit Figuur 6.6 en Figuur 6.7 valt verder op dat warmtenetten relatief lage investeringskosten en relatief hoge investeringskosten met zich mee brengen. Voor individuele lucht/water warmtepompen geldt juist het omgekeerde.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat er vanuit financieel oogpunt een voorkeur is voor het 70 °C warmtenet met lucht en gasketels. Echter wordt er in deze optie nog wel aardgas verbruikt, waardoor de vergelijking niet helemaal eerlijk is met de overige twee oplossingen. Als wordt gekeken naar de overige opties die wel volledig op elektriciteit werken, blijkt dat er geen sterke voorkeur is voor een collectieve of individuele oplossing.

### 6.3.3 Eindgebruikerskosten

Tabel 6.8 geeft per type warmtevoorziening een overzicht van de eindgebruikerskosten voor een gemiddelde woning in de wijk. 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 de Loosdrecht-Noord 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

Indicatieve eenmalige investeringskosten	70 °C warmtenet (WKO + lucht)	70 °C warmtenet (lucht + gas)	Individuele L/W warmtepomp
Investeringskosten isolatiemaatregelen	0 – 3.600	0 – 3.600	0 – 14.700
Investeringskosten installatietechnische maatregelen	0 – 3.200	0 – 3.200	0 – 10.300
Investeringskosten warmtepomp resp. BAK warmtenet	16.900	9.900	15.100
<b>Totaal eenmalige kosten</b>	<b>16.900 – 23.700</b>	<b>9.900 – 16.700</b>	<b>15.100 – 40.100</b>
ISDE-subsidie isolatiemaatregelen	0 – 800	0 – 800	0 – 2.900
ISDE-subsidie warmtevoorziening	3.300	3.300	3.000
<b>Totaal eenmalige kosten na subsidie</b>	<b>13.600 – 19.600</b>	<b>6.600 – 12.600</b>	<b>12.100 – 34.200</b>
<b>Afschrijving en rente op investering (na subsidie)</b>	<b>69 – 99</b>	<b>33 – 64</b>	<b>93 – 205</b>
Indicatief energieverbruik per jaar	70 °C warmtenet (WKO + lucht)	70 °C warmtenet (lucht + gas)	Individuele L/W warmtepomp
Warmte [GJ/jaar]	27,0	27,0	-
Elektriciteit [kWh/jaar]	-	-	2.100
Indicatieve maandlasten (startjaar)	70 °C warmtenet (WKO + lucht)	70 °C warmtenet (lucht + gas)	Individuele L/W warmtepomp
Financieringskosten (afschrijving en rente op investering)*	69 – 99	33 – 64	93 – 205
Warmtekosten**	175	175	-
Elektriciteitskosten**	-	-	81
Onderhoud & beheer	-	-	15
<b>Totaal per maand</b>	<b>244 – 274</b>	<b>208 – 239</b>	<b>188 – 300</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 de woning ook kan koelen. Er zijn wel twee belangrijke voorwaarden om met deze systemen daadwerkelijk te kunnen koelen:

- 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 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 individuele lucht/water warmtepompen moet er op woningniveau opwaardering van de warmte plaatsvinden. Dit vraagt aanzienlijke elektrische vermogens waardoor er in deze varianten, 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 verzwakt, 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 Loosdrecht-Noord:

- Een 70 °C warmtenet met WKO, water/water warmtepompen en lucht/water warmtepompen blijkt lastig ruimtelijk inpasbaar in Loosdrecht-Noord, als gevolg van de beperkte vrije ruimte en het drinkwaterwinningsgebied aan de oostkant van de wijk. Mocht er toch ruimte worden gevonden binnen de wijk, dan is deze variant qua kosten vergelijkbaar met een individuele oplossing. Op gebied van duurzaamheid ligt deze variant tussen de andere varianten in. Voordelen van deze oplossing zijn dat woningaanpassingen en ruimtegebruik in de woning relatief beperkt zijn en dat deze oplossing goed scoort op gebied van geluid en esthetiek. Nadelen zijn, naast de lage ruimtelijke haalbaarheid, de complexe organisatie en het gebrek aan mogelijkheden voor koeling.
- Een 70 °C warmtenet met lucht/water warmtepompen en gasketels is ruimtelijk waarschijnlijk inpasbaar, mits er ruimte kan worden gevonden voor het plaatsen van onderstations in de wijk. Deze oplossing is vanuit financieel oogpunt het meest voordelig. Andere voordelen van deze oplossing zijn 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 (vooral doordat er nog steeds gas wordt verbruikt als piekvoorziening), is de organisatie ervan complex en is er geen mogelijkheid om te koelen.
- Een individuele lucht/water warmtepomp is de meest duurzame warmtevoorziening. Op financieel vlak scoort deze variant ongeveer hetzelfde als het 70 °C warmtenet met WKO, water/water warmtepompen en lucht/water warmtepompen. Hoewel de investeringskosten voor de bewoner relatief hoog zijn, staan daar relatief lage exploitatiekosten tegenover. Deze oplossing biedt verder 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. In een deel van de woningen is die ruimte er vermoedelijk niet.
- De inpassing van warmtevoorzieningen op het elektriciteitsnet is een aandachtspunt. De verwachting is dat de infrastructuur van het elektriciteitsnet op meerdere punten moet worden verzaagd, ongeacht de variant van de nieuwe warmtevoorziening. De specifieke consequenties kunnen nader worden uitgewerkt door Liander zodra een variant is gekozen.



## 8.2 Aanbevelingen

### **Beperkte opties voor 70 °C warmtenet**

Uit dit onderzoek is gebleken dat Loosdrecht-Noord zich qua schaalgrootte en bouwdichtheid in principe goed leent voor een 70 °C warmtenet. Deze oplossing geeft bewoners het voordeel dat woningen niet of beperkt geïsoleerd hoeven te worden en dat de huidige radiatoren grotendeels behouden kunnen blijven. Het beperkte formaat van de afleverset (kleiner dan een cv-ketel) die nodig is voor het leveren van warmte aan de woning, is ook een groot voordeel van deze oplossing.

Echter ontbreekt het in de omgeving aan warmtebronnen die op efficiënte wijze 70 °C warmte kunnen leveren. Zo liggen aquathermie-bronnen bijvoorbeeld te ver weg en is er ook geen restwarmte aanwezig in de nabije omgeving. Bodemwarmte (middels WKO) is wel beschikbaar als bron voor een warmtenet, maar uit de uitwerking in dit onderzoek is gebleken dat dit systeem ruimtelijk zeer lastig ruimtelijk inpasbaar is, als gevolg van de beperkte vrije ruimte in de wijk en de aanwezigheid van een drinkwaterwinningsgebied in het oostelijke deel van Loosdrecht-Noord. Een warmtenet met WKO-systeem wordt met de kennis van nu daarom als niet haalbaar geacht. Er is ook onderzoek gedaan naar het gebruiken van de buitenlucht als bron voor een warmtenet, door gebruik te maken van grootschalige lucht/water warmtepompen. Dit systeem is mogelijk wel ruimtelijk inpasbaar en is financieel gezien relatief voordelig. Het nadeel is wel dat er nog steeds aardgas wordt gebruikt als piekvoorziening, waardoor deze oplossing een stuk minder duurzaam is dan alternatieven die werken op elektriciteit. Zonder piekvoorziening is deze warmtebron niet geschikt om warmte te leveren op 70 °C, omdat er dan zeer veel elektriciteit wordt verbruikt.

Kortom, een 70 °C warmtenet lijkt voor deze wijk op dit moment alleen haalbaar met buitenlucht als bron en aardgasketels als piekvoorziening. Wellicht zorgen toekomstige innovaties ervoor dat een 70 °C warmtenet alsnog haalbaar wordt.

### **Individuele warmtepompen niet overal mogelijk**

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 Loosdrecht-Noord 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 veel '50 en '60 woningen in de Bomenbuurt. Niet in elke woning zal er plaats zijn voor het installeren van een warmtepomp.

### **Inzetten op isoleren en hybride warmtepompen**

Gezien de beperkte haalbaarheid van warmtenetten op dit moment, de matige isolatiegraad van de woningvoorraad en de beperkte beschikbaarheid van inpandige ruimte voor individuele warmtepompen, wordt aanbevolen om de komende jaren in te zetten op het isolatie en hybride warmtepompen. Op deze manier blijft er ruimte voor toekomstige ontwikkelingen, terwijl bewoners nu al wel aan de slag kunnen met het verlagen van het gasverbruik en het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (tot maximaal zo'n 70% met een hybride warmtepomp). Na vijftien jaar, als de hybride warmtepomp aan vervanging toe is, zijn er mogelijk nieuwe technieken beschikbaar op de markt, zoals nieuwe collectieve warmtebronnen of compactere individuele systemen.

## 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	149	137	184	151	174	149				147
2-onder-1-kap	130	118	143	114	161					116
Rij	114	109	128	104	116					106
Appartement	115	100	73	73	112		111			69
<b>Gemiddeld</b>	<b>131</b>	<b>113</b>	<b>76</b>	<b>102</b>	<b>131</b>	<b>149</b>	<b>111</b>			<b>102</b>

## 9.2 Bijlage B: Uitgangspunten benodigde isolatiemaatregelen 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.

Indicatieve kosten isolatiemaatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Vloerisolatie	0 - 1.800	0 - 1.800
Gevelisolatie	0 - 1.800	0 - 1.800
Dakisolatie	-	0 - 5.800
Glas vervangen voor HR++ glas	-	0 - 5.300
<b>Totaal isolatiemaatregelen</b>	<b>0 - 3.600</b>	<b>0 - 14.700</b>
ISDE isolatiemaatregelen	0 - 800	0 - 2.900
<b>Totaal isolatiemaatregelen (na subsidie)</b>	<b>0 - 2.800</b>	<b>0 - 11.800</b>
Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen	Warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
LT-convectoren plaatsen	-	0 - 5.900
Radiatoren aanpassen	0 - 1.300	-
Mechanische ventilatie plaatsen	-	0 - 2.500
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 - 3.200</b>	<b>0 - 10.300</b>
Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
<b>Totaal voorbereidende maatregelen (na subsidie)</b>	<b>0 - 6.000</b>	<b>0 - 22.100</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 (variant zonder gasketel)	1,00	-
Vermogensfractie warmtepomp (variant met gasketel)	0,30	-
Energiefractie warmtepomp (variant zonder gasketel)	1,00	-
Energiefractie warmtepomp (variant met gasketel)	0,80	-
Delta T WKO	6	K
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,TW</sub> collectieve l/w warmtepomp (variant WKO en lucht)	2,7	-
SCOP <sub>RV,TW</sub> collectieve l/w warmtepomp (variant lucht en gas)	2,9	-
SCOP <sub>RE</sub> collectieve l/w warmtepomp	10,0	-
SCOP <sub>RV</sub> ruimteverwarming individuele lucht/water warmtepomp	3,4	-
SCOP <sub>TW</sub> warm tapwater individuele lucht/water warmtepomp	2,5	-
SCOP WKO	30	-
Opwekrendement gasketel	0,90	-
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 350)	2.377	€/m
Distributieleidingen warmtenet	748	€/m
Aansluitingen individueel laagbouw	5.000	€/st.
Aansluitingen individueel hoogbouw	2.000	€/st.
WOS/onderstations	105.500	€/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>
Collectieve lucht/water warmtepomp	600	€/kW <sub>th</sub>
Collectieve gasketel	100	€/kW <sub>th</sub>
WKO-doublet (opstartkosten)	115.000	€/doublet
WKO-doublet (variabele kosten)	2.300	€/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>
Gasaansluiting hoge druk (100 t/m 400 m <sup>3</sup> /h)	29.279	€/kW <sub>th</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
WKO-bronnen	2,0%	% van CAPEX/jaar
Collectieve warmtepompen	4,0%	% van CAPEX/jaar
Collectieve gasketels	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
Gasaansluiting	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>		
WKO-bronnen	20,0%	% van CAPEX
Warmtepompen	80,0%	% van CAPEX
Collectieve gasketels	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
Gasaansluiting	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
Vastrecht gasaansluiting grootverbruik	10.356	€/jaar
Variabel leveringstarief gas grootverbruik (incl. EB)	1,39	€/m <sup>3</sup>
<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 gas	1,5	%/jaar
Index gas (gevoeligheid laag)	0,0	%/jaar
Index gas (gevoeligheid hoog)	2,5	%/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	Isolatieniveau	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	Nee	-
	Warmtenet met WKO, TEA en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Nee	Vergunningen, verbodsgebied WKO in oostelijk deel van de buurt
	Warmtenet met WKO, TEO en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	Vergunningen, ecologie, grote afstand tot Loosdrechtse Plassen (ca. 3 km), petgaten (sloten) als bron onwenselijk, verbodsgebied WKO in oostelijk deel van de buurt
	Warmtenet met WKO, TED en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Nee	Drinkwaterkwaliteit, verbodsgebied WKO in oostelijk deel van de buurt
	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), verbodsgebied WKO in oostelijk deel van de buurt
	Warmtenet met WKO, zonthermie en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m HT	> 50 WEQ	Ja	Ja	Groot ruimtebeslag zonnecollectoren, verbodsgebied WKO in oostelijk deel van de buurt
	Warmtenet met biomassaketels	Verbranding	MT en HT	> 1.000 WEQ	Ja	Ja	Luchtvervuiling, omstreken 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, omstreken 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!

