

# Duurzame warmte in Wijdemeren

Kortenhoef-Noord



Datum: 20 juni 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	Omschrijving varianten .....	10
5.1	70 °C warmtenet met collectieve TEA, WKO en water/water warmtepompen.....	10
5.2	Individuele lucht/water warmtepompen .....	10
5.3	Combinatie van een 70 °C warmtenet en individuele lucht/water warmtepompen .....	10
6	Uitwerking varianten .....	11
6.1	Technische analyse .....	11
6.2	Ruimtelijke analyse .....	13
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 isolatie 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 Kortenhoef-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 TEA (thermische energie uit afvalwater), WKO (warmte-koudeopslag) en water/water warmtepompen;
- B. Individuele lucht/water warmtepompen;
- C. Een combinatie van een 70 °C warmtenet (A) en individuele lucht/water warmtepompen (B).

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

	70 °C warmtenet (TEA en WKO)	Individueel L/W WP	Combinatie warmtenet / individueel
<b>Betaalbaarheid</b>			
Totale levensduurkosten	58.300 €/woning	56.700 €/woning	60.100 €/woning
Eindgebruikerskosten per maand	250 - 278 €/woning	188 - 288 €/woning	*
<b>Duurzaamheid</b>			
Elektriciteitsverbruik	3.300 kWh/woning	2.100 kWh/woning	2.900 kWh/woning
In de wijk	Technische ruimte 200 – 400 m <sup>2</sup> , 5 WKO-doubletten en 3 onderstations	Geen impact op ruimtegebruik in de wijk	Technische ruimte 200 – 400 m <sup>2</sup> , 4 WKO-doubletten en 2 onderstations
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	Complex, voor het deel met een warmtenet is hoge participatiegraad en afstemming met veel partijen nodig
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.		

\* Afhankelijk van aansluiting op een collectief warmtenet of individuele warmtepomp, die allebei in deze variant voorkomen. Het grootste deel (ca. twee derde) van de wijk wordt in deze variant aangesloten op een warmtenet. Zie de betreffende kolommen.

Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel collectieve als individuele oplossingen kansrijk zijn om Kortenhoef-Noord van duurzame warmte te voorzien. Er wordt aanbevolen om te kiezen tussen een 70 °C warmtenet en individuele lucht/warmtepompen. De twee oplossingen kosten ongeveer hetzelfde, maar hebben beide onderscheidende voor- en nadelen. Afhankelijk van de wensen uit de buurt wordt aanbevolen om ten minste één van deze oplossingen verder uit te werken in een wijkuitvoeringsplan. Zeker voor het warmtenet is het belangrijk dat er voldoende draagvlak is om te komen tot een haalbaar plan.

### **70 °C warmtenet**

Een 70 °C warmtenet onderscheidt zich vooral doordat woningen relatief makkelijk kunnen worden aangesloten, doordat er relatief weinig woningaanpassingen nodig zijn. Zo is er geen tot nauwelijks isolatie nodig met 70 °C te kunnen verwarmen. De belangrijkste woningaanpassingen zijn het verwijderen van gas en de overgang op elektrisch koken. Soms kan het nodig zijn om enkele radiatoren/convectoren te vervangen voor een ander type met meer vermogen. Het beperkte formaat van de afleverset (kleiner dan een cv-ketel) die nodig is voor het leveren van warmte, is ook een groot voordeel van deze oplossing.

Dat een 70 °C warmtenet kansrijk is voor deze buurt, komt ook doordat er een goede warmtebron beschikbaar is in de nabije omgeving. Dat is namelijk aquathermie, waarbij 's zomers warmte wordt gewonnen uit de influentleiding die afvalwater vanaf richting RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer transporteert. In dit concept wordt warmte uit het afvalwater 's zomers opgeslagen in de bodem (WKO-systeem), zodat deze 's winters met wijkwarmtepompen kan worden gebruikt voor verwarming. Uit onderzoek van Waternet is gebleken dat deze oplossing geen problemen oplevert voor de waterzuiveringsinstallatie. Een alternatieve bron zou thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) vanuit de Kortenhoefse plas zijn, in combinatie met WKO. Deze bron lijkt echter minder interessant, omdat de plas deze verder van de wijk ligt en er een natuurtoets zou moeten worden uitgevoerd.

Hoewel deze oplossing nu al kansrijk lijkt, zijn er verdere optimalisaties mogelijk waardoor de haalbaarheid verder toeneemt. Een optimalisatie zou kunnen zijn om ook in de winter een deel van de warmte uit het afvalwater te benutten zodat het WKO-systeem kleiner kan worden uitgevoerd. Dit vraagt nadere afstemming met Waternet, omdat het effect op de waterzuivering in dat geval groter wordt en daardoor mogelijk ongewenst is. Andere mogelijke optimalisaties zijn het toevoegen van een piekketel op aardgas voor de koudste dagen van het jaar. Dit kan de kosten aanzienlijk verlagen en geeft ruimte om op lange termijn te zoeken naar een alternatieve piekvoorziening bij het verschijnen van nieuwe, innovatie technieken. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om dit warmtenet (op termijn) uit te breiden naar wijken buiten de Kortenhoef-Noord.

### **Individuele lucht/water warmtepomp**

Bewoners kunnen ook kiezen voor een individuele warmtepomp per woning, waarmee op 50 °C wordt verwarmd. Met deze oplossing kan de bewoner op zijn eigen tempo aardgasvrij worden en is er weinig afstemming nodig met andere partijen. De individuele warmtepomp is bovendien een zeer duurzame oplossing, doordat warmte op lage temperatuur wordt geproduceerd en er weinig distributieverliezen zijn. 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). Een voordeel van de individuele warmtepomp is dat er ook kan worden gekoeld.

Deze energiezuinige, lage temperatuur warmtevoorziening vraagt wel om ingrijpende woningaanpassingen. De woningen in de Kortenhoef-Noord zijn, op enkele uitzonderingen na, vanuit de bouw niet voldoende geïsoleerd om op 50 °C verwarmd te kunnen worden. In veel 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 een 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. Als de bewoners deze uitdaging aan willen gaan is de eerste stap om te investeren in isolatie.

## 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 Kortenhoef-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 Kortenhoef-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.

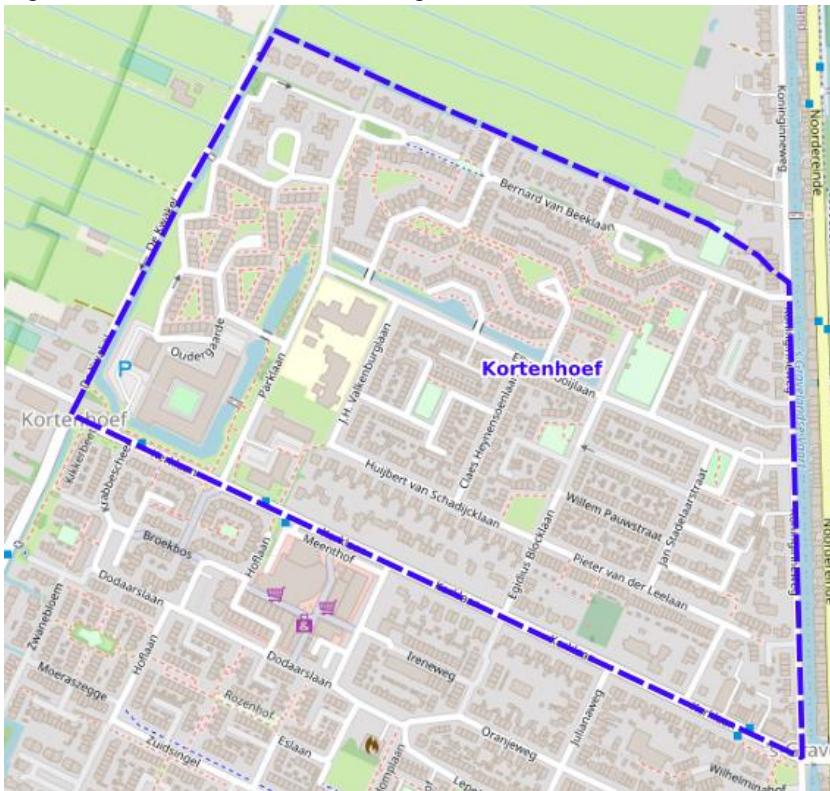
#### **3.4 Stap 4: Selectie op basis van afwegingskader en wensen uit de buurt**

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

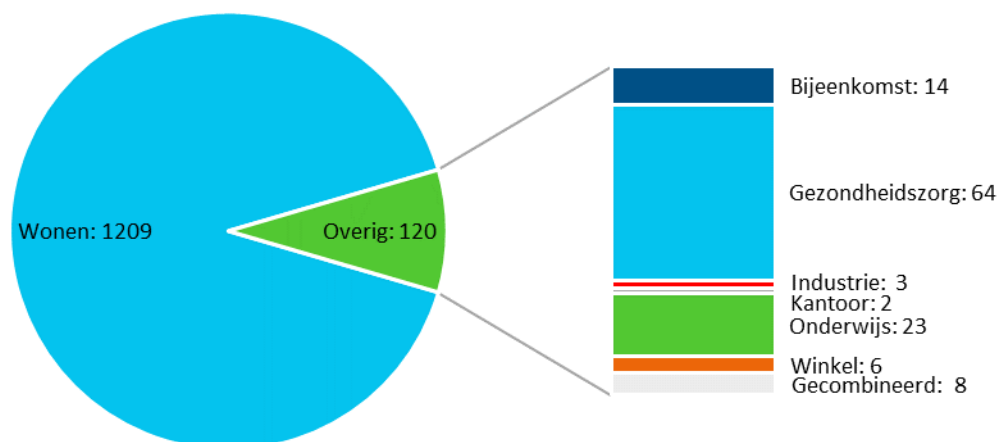
De verkenningbuurt Kortenhoef-Noord ligt in Kortenhoef. De buurt heeft een oppervlakte van ongeveer 36,5 hectare en telt 1.332 woningequivalenten (WEQ)<sup>1</sup>. De bouwdichtheid van de buurt komt daarmee uit op ca. 36 WEQ/ha. Figuur 4.1 toont een kaart met daarop de demarcatie van de buurt.

Figuur 4.1 – Demarcatie verkenningbuurt Kortenhoef-Noord



Het grootste gedeelte van de buurt bestaat uit woningen (1209, ca. 91%), waarvan 290 (ca. 24%) in bezit van woningcorporaties is. Figuur 4.2 geeft een overzicht van de aanwezige gebruiksfuncties in de buurt, uitgedrukt in aantal woningequivalenten.

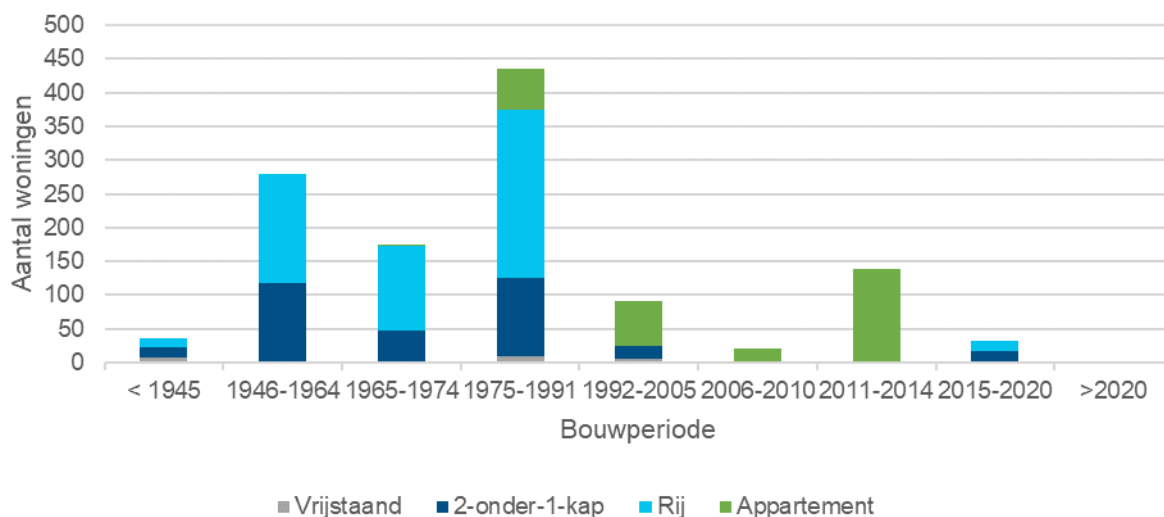
Figuur 4.2 – Gebruiksfuncties uitgedrukt in woningequivalenten



<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. 47%), gevolgd door twee-onder-één-kapwoningen (ca. 27%), appartementen (ca. 24%) en vrijstaande woningen (ca. 2%). De meeste woningen zijn gebouwd in de periode 1975 – 1991 (ca. 36%). De overige woningen zijn veelal ouder (vooral grondgebonden woningen), maar een kleinere groep is juist nieuwer (vooral appartementen). 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 bedraagt 104 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

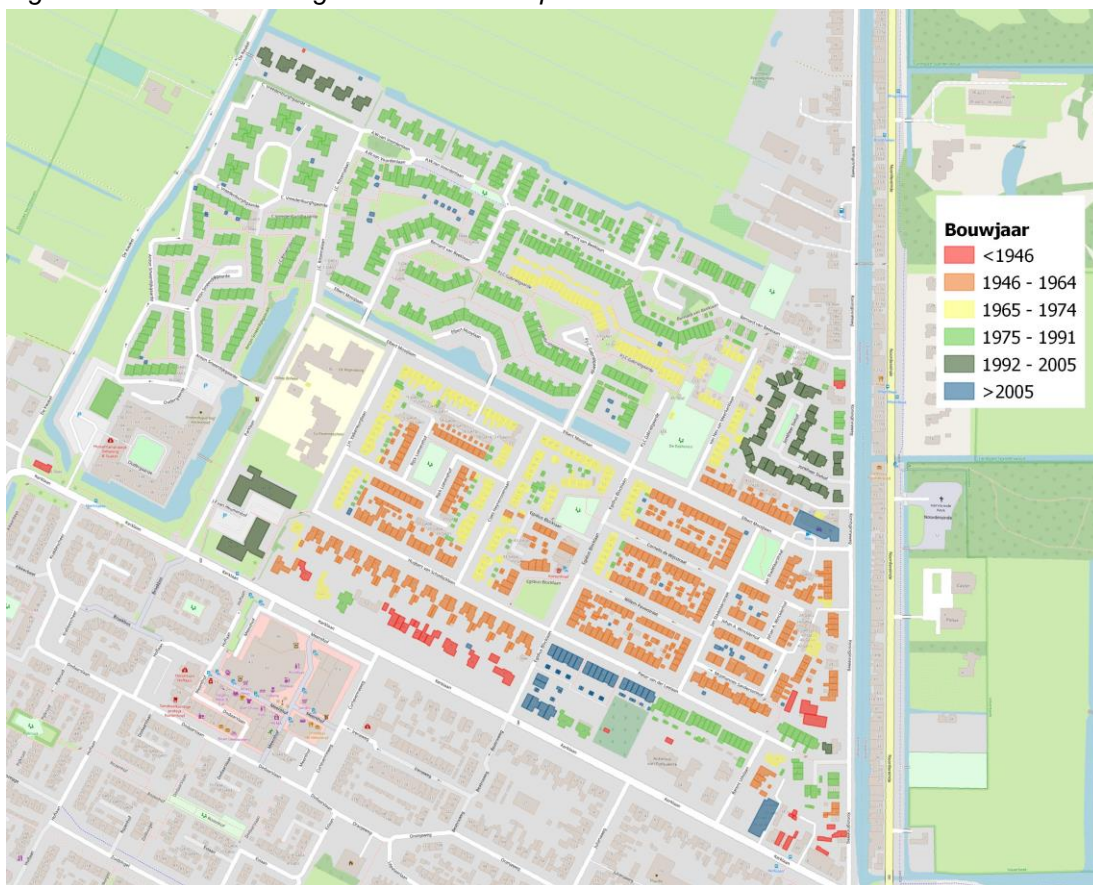
Onderdeel	Eenheid	Huidige situatie	70 °C niveau	50 °C niveau
Warmtevraag per WEQ	[GJ/WEQ/jaar]	34	26	23
Totale warmtevraag	[GJ/jaar]	45.137	35.201	30.320
Warmtevraagdichtheid	[GJ/ha/jaar]	1.223	954	822

<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.

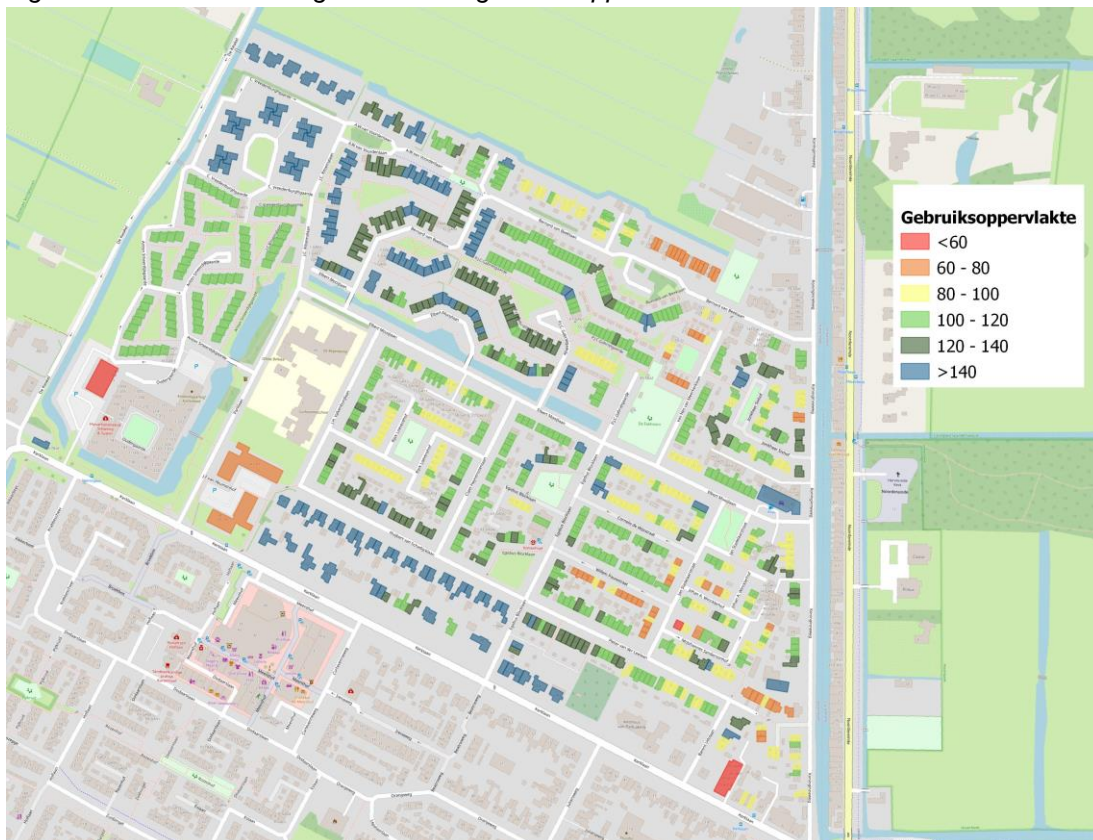


In onderstaande kaarten zijn de bouwperiodes en gebruiksoppervlakten van de woningen ook ruimtelijk in beeld gebracht.

*Figuur 4.5 – Gebouwen ingedeeld naar bouwperiode*



*Figuur 4.6 – Gebouwen ingedeeld naar gebruiksoppervlakte*



## 5 Omschrijving varianten

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 TEA (thermische energie uit afvalwater), WKO (warmte-koudeopslag) en water/water warmtepompen;
- B. Individuele lucht/water warmtepompen;
- C. Een combinatie van een 70 °C warmtenet (A) en individuele lucht/water warmtepompen (B).

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

In deze variant wordt gebruik gemaakt van een combinatie van bodemwarmte en warmte uit afvalwater. Voor het gebruik van bodemwarmte 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 water/water 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 thermische energie uit afvalwater (TEA). Middels een warmtewisselaar wordt warmte gewonnen uit de influentleiding van RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer en overgedragen aan de WKO-bronnen. Deze influentleiding loopt langs de westzijde van Kortenhoef-Noord.

Uit onderzoek van Waternet is gebleken dat warmteonttrekking vanuit de afvalwater influentleiding geen negatieve impact heeft op hun rioolwaterzuiveringsinstallatie. Dat is goed nieuws, aangezien dit bij TEA een belangrijk aandachtspunt is. Een belangrijke voorwaarde voor het benutten van de TEA influentleiding is hierbij wel dat alleen 's zomers warmte wordt onttrokken. De combinatie met WKO (bodemenergie) is dus niet alleen noodzakelijk vanuit energetisch oogpunt, maar ook vanuit van het zuiveringsproces van Waternet. Een optimalisatie zou kunnen zijn om ook in de winter een deel van de warmte uit het afvalwater te benutten zodat het WKO-systeem kleiner kan worden uitgevoerd. Dit vraagt nadere afstemming met Waternet, omdat het effect op de waterzuivering in dat geval groter wordt. Dit is nu niet meegenomen in de berekeningen.

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

### 5.3 Combinatie van een 70 °C warmtenet en individuele lucht/water warmtepompen

Deze variant is een combinatie van bovengenoemde varianten. Woningen die ouder zijn dan 1992 worden verwarmd met een 70 °C warmtenet, terwijl nieuwere woningen worden verwarmd met een individuele lucht/water warmtepomp. Een uitzondering op deze regel zijn de grotere vrijstaande en 2-onder-1-kap woningen aan de noord- en noordwestzijden van Kortenhoef-Noord. In deze variant worden ook deze woningen verwarmd met een individuele lucht/water warmtepomp.

## 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 Kortenhoef-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 Kortenhoef-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 Kortenhoef-Noord kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 19.800 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 Kortenhoef-Noord kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 5.500 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 en WKO)	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 uitgangspunten voor deze berekeningen worden weergegeven in Bijlage A. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 6.2.

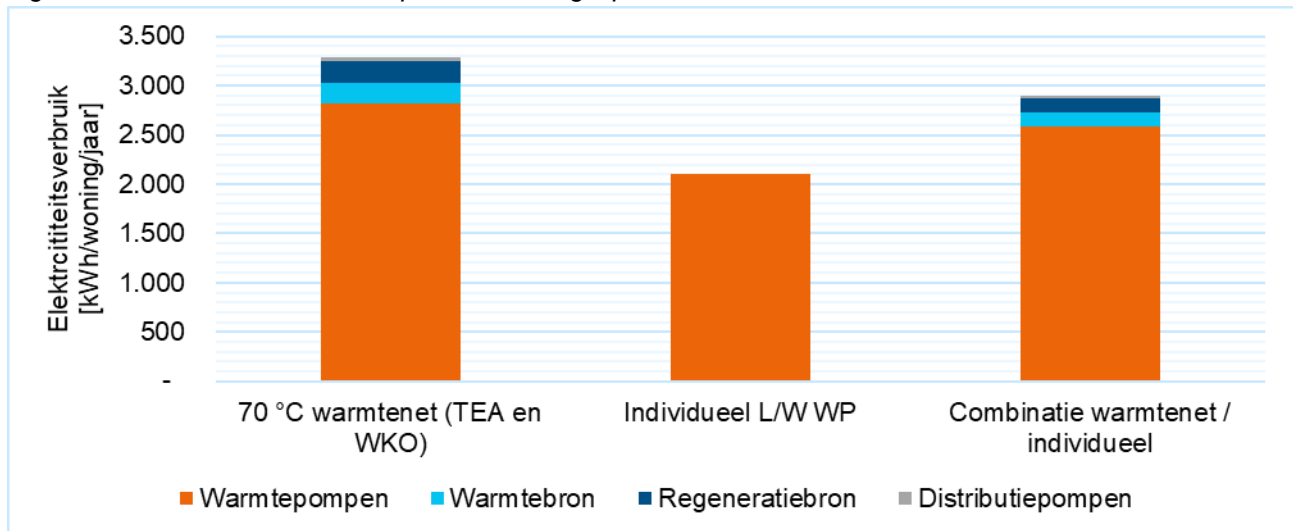
Tabel 6.2 – Energievraag en dimensionering van installaties

Onderdeel	Eenheid	70 °C warmtenet (TEA en WKO)	Individueel L/W WP	Combinatie warmtenet / individueel
<b>Energievraag</b>				
Warmtevraag woningequivalenten	GJ/jaar	28.175	24.347	26.936
Koudevraag woningequivalenten	GJ/jaar	-	-	-
Warmteproductie wijkwarmtepomp	GJ/jaar	35.219	-	23.824
Warmteproductie individuele warmtepomp	GJ/jaar	-	22,9	22,9
Warmtevraag TEA	GJ/jaar	24.437	-	16.531
Warmtevraag WKO	GJ/jaar	24.437	-	16.531
Koudevraag WKO	GJ/jaar	-	-	-
<b>Dimensionering van installaties</b>				
Vermogen wijkwarmtepompen	kW <sub>th</sub>	5.379	6.921	3.770
Vermogen individuele warmtepompen	kW <sub>th</sub>	-	6,5	6,5
Vermogen TEA	kW <sub>th</sub>	3.394	-	2.296
Debiet TEA	m <sup>3</sup> /h	730	-	494
Vermogen WKO	kW <sub>th</sub>	3.449	-	2.417
Debiet WKO	m <sup>3</sup> /h	494	-	346
Aantal WKO-doubletten	st.	5	-	4
Elektrisch vermogen collectieve installaties	kW <sub>e</sub>	2.158	-	1.510

### 6.1.3 Duurzaamheid

In de technische analyse is tevens in kaart gebracht wat het elektriciteitsverbruik per variant zal zijn. Het elektriciteitsverbruik van de warmtevoorziening is van belang voor de duurzaamheid en operationele kosten van het systeem. Figuur 6.3 toont het elektriciteitsverbruik per variant van de warmtevoorziening, uitgesplitst naar de diverse installaties die erin voorkomen.

Figuur 6.3 – Elektriciteitsverbruik per variant, uitgesplitst naar installaties



## 6.2 Ruimtelijke analyse

### 6.2.1 In de woning

#### 70 °C warmtenet met TEA en WKO

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 aandachtspunt, aangezien de beschikbare ruimte vrij 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 een aan de westzijde naast de parkeerplaats nabij Veenstaete Verpleeghuis.

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.

Figuur 6.5 en 6.6 geven meer inzicht in hoe het warmtenet er in praktijk uit zou kunnen zien, zoals hierboven omschreven. 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.

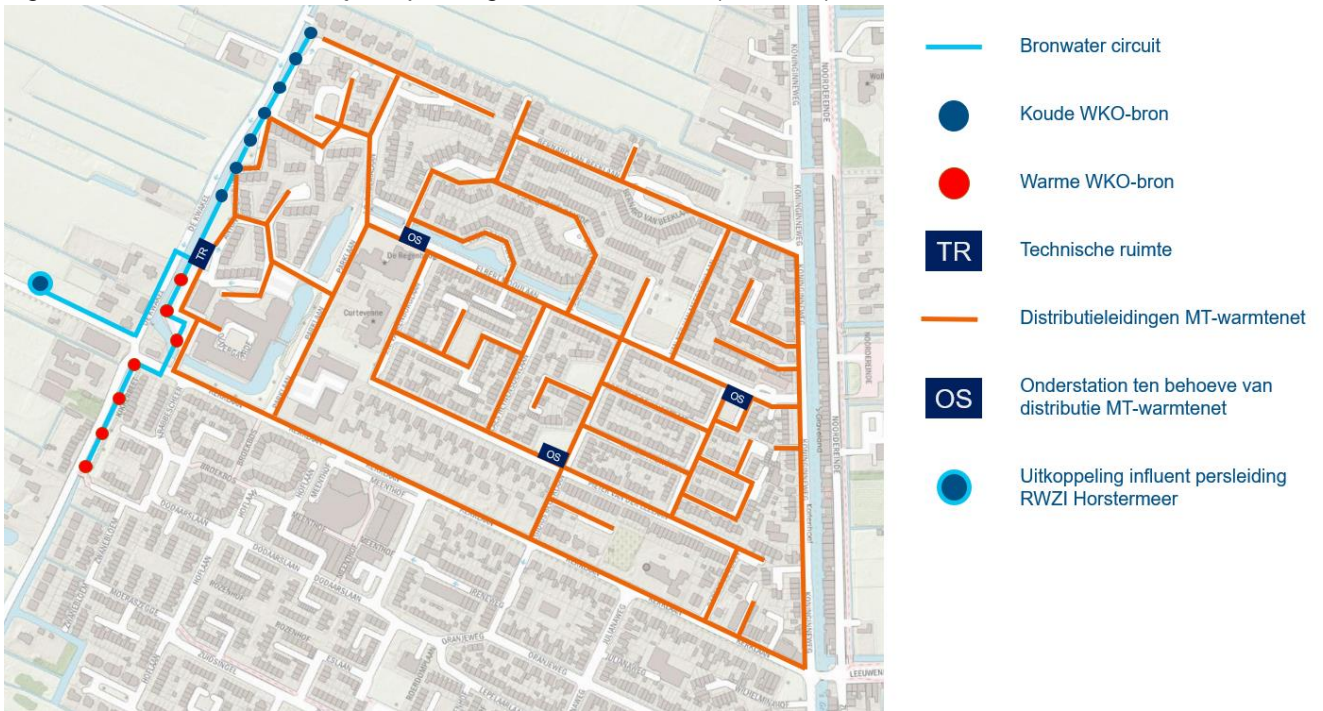
Voor het 70 °C warmtenet voor de gehele wijk (variant 1) zijn de volgende leidinglengtes berekend:

- Bron- en regeneratieleidingen: ca. 900 meter;
- Distributienet 70 °C warmtenet: ca. 6800 meter;

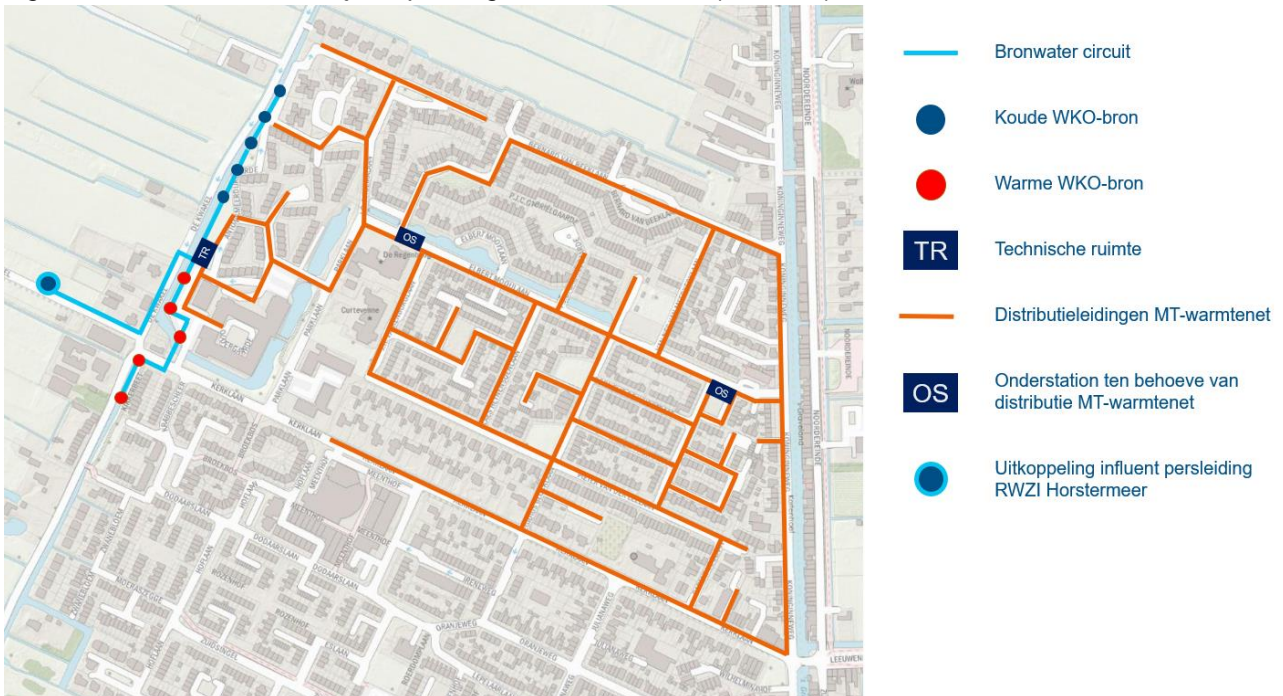
Voor het 70 °C warmtenet voor gedeelte van de wijk (variant 3) zijn de volgende leidinglengtes berekend:

- Bron- en regeneratieleidingen: ca. 800 meter;
- Distributienet 70 °C warmtenet: ca. 6100 meter;

*Figuur 6.5 – Indicatie ruimtelijke inpassing 70 °C warmtenet (variant 1)*



*Figuur 6.6 – Indicatie ruimtelijke inpassing 70 °C warmtenet (variant 3)*



## 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-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 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 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.

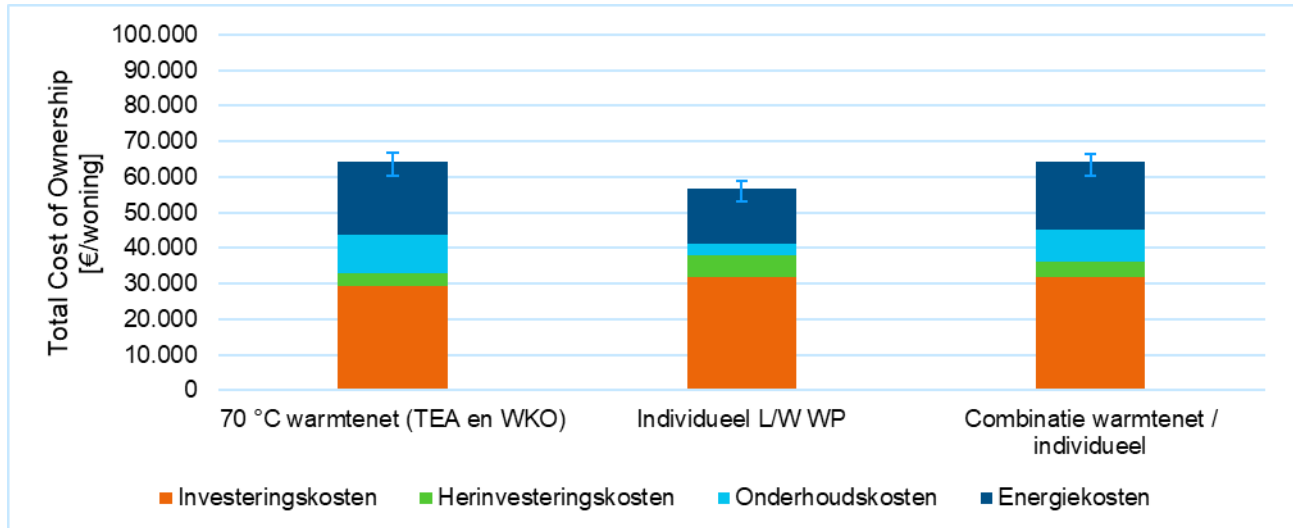
Belangrijkste financiële uitgangspunten:

- 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;
  - 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).

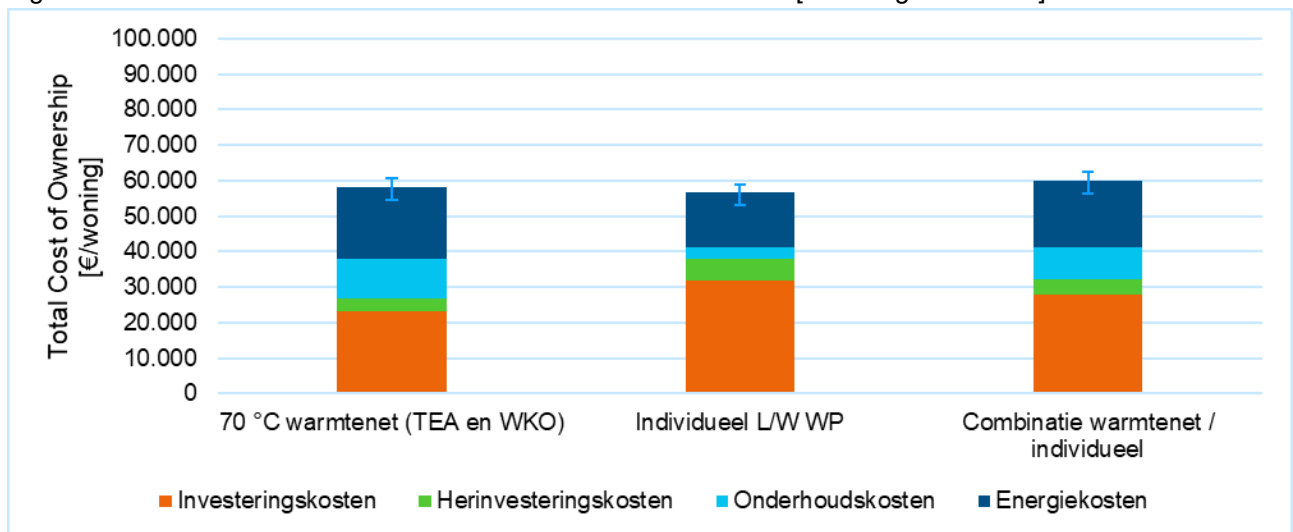
### 6.3.2 Totale levensduurkosten

Figuur 6.7 en Figuur 6.8 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 6.7 – Totale levensduurkosten excl. WIS-subsidie [€/woning excl. BTW]



Figuur 6.8 – Totale levensduurkosten incl. maximale WIS-subsidie [€/woning excl. BTW]



Zoals blijkt uit Figuur 6.7 en Figuur 6.8, hebben individuele lucht/water warmtepompen de laagste levensduurkosten, als geen WIS-subsidie wordt meegenomen. Echter, indien er een maximale WIS-subsidie wordt uitgekeerd, zijn de totale levensduurkosten van het 70 °C warmtenet bijna gelijkwaardig aan die van individuele lucht/water warmtepompen. Wel zijn de kosten anders verdeeld over de levensduur. Een 70 °C warmtenet heeft relatief lage investeringskosten en relatief hoge energiekosten. Voor lucht/water warmtepompen geldt juist het omgekeerde.

Uit de resultaten blijkt verder dat er weinig financieel voordeel optreedt door onderscheid te maken tussen warmtenet of individuele warmtepomp voor bepaalde delen van de wijk (combinatievariant). De levensduurkosten van het 70 °C warmtenet en combinatievariant zijn bijna gelijk aan elkaar.

Samenvattend 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 haalbaar is).

### 6.3.3 Eindgebruikerskosten

De totale levensduurkosten zijn geschikt om de warmtevoorzieningen onderling met elkaar te vergelijken. Tabel 6.9 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 Kortenhoef-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 6.9 – Indicatie gemiddelde eindgebruikerskosten in €/woning incl. BTW

Indicatieve eenmalige investeringskosten	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Investeringskosten isolatiemaatregelen	0 – 2.900	0 – 13.200
Investeringskosten installatietechnische maatregelen	0 – 3.200	0 – 9.300
Investeringskosten warmtepomp resp. BAK warmtenet	18.500	15.100
<b>Totaal eenmalige kosten</b>	<b>18.500 – 24.600</b>	<b>15.100 – 37.600</b>
ISDE-subsidie isolatiemaatregelen	0 – 600	0 – 2.700
ISDE-subsidie warmtevoorziening	3.325	3.000
<b>Totaal eenmalige kosten na subsidie</b>	<b>15.200 – 20.700</b>	<b>12.100 – 31.900</b>
<b>Afschrijving en rente op investering (na subsidie)</b>	<b>77 – 105</b>	<b>93 – 193</b>
Indicatief energieverbruik per jaar	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Warmte [GJ/jaar]	27,0	-
Elektriciteit [kWh/jaar]	-	2.100
Indicatieve maandlasten (startjaar)	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Financieringskosten (afschrijving en rente op investering)*	77 – 105	93 – 193
Warmtekosten**	173	-
Elektriciteitskosten**	-	80
Onderhoud & beheer	-	15
<b>Totaal per maand</b>	<b>250 – 278</b>	<b>188 – 288</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 verzwaard, 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 Kortenhoef-Noord:

- Een 70 °C warmtenet op basis van WKO en TEA is financieel gezien ongeveer gelijkwaardig met individuele lucht/water warmtepompen, ervan uitgaande dat de maximale WIS-subsidie wordt toegekend. Daarbij zijn de investeringskosten voor de bewoner relatief laag en de exploitatiekosten juist relatief hoog. 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, 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 gelijk met het warmtenet. 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.
- Er is geen tot weinig financieel voordeel te behalen door binnen de wijk onderscheid te maken tussen het type warmtevoorziening (individuele warmtepomp of warmtenet).
- De inpassing van warmtevoorzieningen op het elektriciteitsnet is een aandachtspunt. De verwachting is dat de infrastructuur van het elektriciteitsnet op meerdere punten moet worden verzaamd, ongeacht de variant van de nieuwe warmtevoorziening. De specifieke consequenties kunnen nader worden uitgewerkt door Liander zodra een variant is gekozen.



## 8.2 Aanbevelingen

Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel collectieve als individuele oplossingen kansrijk zijn om Kortenhoef-Noord van duurzame warmte te voorzien. Er wordt aanbevolen om te kiezen tussen een 70 °C warmtenet en individuele lucht/warmtepompen. De twee oplossingen kosten ongeveer hetzelfde, maar hebben beide onderscheidende voor- en nadelen. Afhankelijk van de wensen uit de buurt wordt aanbevolen om ten minste één van deze oplossingen verder uit te werken in een wijkuitvoeringsplan. Zeker voor het warmtenet is het belangrijk dat er voldoende draagvlak is om te komen tot een haalbaar plan.

### 70 °C warmtenet

Een 70 °C warmtenet onderscheidt zich vooral doordat woningen relatief makkelijk kunnen worden aangesloten, doordat er relatief weinig woningaanpassingen nodig zijn. Zo is er geen tot nauwelijks isolatie nodig met 70 °C te kunnen verwarmen. De belangrijkste woningaanpassingen zijn het verwijderen van gas en de overgang op elektrisch koken. Soms kan het nodig zijn om enkele radiatoren/convectoren te vervangen voor een ander type met meer vermogen. Het beperkte formaat van de afleverset (kleiner dan een cv-ketel) die nodig is voor het leveren van warmte, is ook een groot voordeel van deze oplossing.

Dat een 70 °C warmtenet kansrijk is voor deze buurt, komt ook doordat er een goede warmtebron beschikbaar is in de nabije omgeving. Dat is namelijk aquathermie, waarbij 's zomers warmte wordt gewonnen uit de influentleiding die afvalwater vanaf richting RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer transporteert. In dit concept wordt warmte uit het afvalwater 's zomers opgeslagen in de bodem (WKO-systeem), zodat deze 's winters met wijkwarmtepompen kan worden gebruikt voor verwarming. Uit onderzoek van Waternet is gebleken dat deze oplossing geen problemen oplevert voor de waterzuiveringsinstallatie. Een alternatieve bron zou thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) vanuit de Kortenhoefse plas zijn, in combinatie met WKO. Deze bron lijkt echter minder interessant, omdat de plas deze verder van de wijk ligt en er een natuurtoets zou moeten worden uitgevoerd.

Hoewel deze oplossing nu al kansrijk lijkt, zijn er verdere optimalisaties mogelijk waardoor de haalbaarheid verder toeneemt. Een optimalisatie zou kunnen zijn om ook in de winter een deel van de warmte uit het afvalwater te benutten zodat het WKO-systeem kleiner kan worden uitgevoerd. Dit vraagt nadere afstemming met Waternet, omdat het effect op de waterzuivering in dat geval groter wordt en daardoor mogelijk ongewenst is. Andere mogelijke optimalisaties zijn het toevoegen van een piekketel op aardgas voor de koudste dagen van het jaar. Dit kan de kosten aanzienlijk verlagen en geeft ruimte om op lange termijn te zoeken naar een alternatieve piekvoorziening bij het verschijnen van nieuwe, innovatie technieken. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om dit warmtenet (op termijn) uit te breiden naar wijken buiten de Kortenhoef-Noord.

### Individuele lucht/water warmtepomp

Bewoners kunnen ook kiezen voor een individuele warmtepomp per woning, waarmee op 50 °C wordt verwarmd. Met deze oplossing kan de bewoner op zijn eigen tempo aardgasvrij worden en is er weinig afstemming nodig met andere partijen. De individuele warmtepomp is bovendien een zeer duurzame oplossing, doordat warmte op lage temperatuur wordt geproduceerd en er weinig distributieverliezen zijn. 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). Een voordeel van de individuele warmtepomp is dat er ook kan worden gekoeld.

Deze energiezuinige, lage temperatuur warmtevoorziening vraagt wel om ingrijpende woningaanpassingen. De woningen in de Kortenhoef-Noord zijn, op enkele uitzonderingen na, vanuit de bouw niet voldoende geïsoleerd om op 50 °C verwarmd te kunnen worden. In veel 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 een 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. Als de bewoners deze uitdaging aan willen gaan is de eerste stap om te investeren in isolatie.

## 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	124	159		188	204					171
2-onder-1-kap	120	108	111	119	116		119	146		115
Rij	121	102	110	119				137		113
Appartement			90	79	85	49	59			69
<b>Gemiddeld</b>	<b>121</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>99</b>	<b>49</b>	<b>59</b>	<b>142</b>		<b>104</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.

Indicatieve kosten isolatiemaatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Vloerisolatie	0 - 1.900	0 - 1.900
Gevelisolatie	0 - 1.000	0 - 1.000
Dakisolatie	-	0 - 5.800
Glas vervangen voor HR++ glas	-	0 - 4.500
<b>Totaal isolatiemaatregelen</b>	<b>0 - 2.900</b>	<b>0 - 13.200</b>
ISDE isolatiemaatregelen	0 - 600	0 - 2.700
<b>Totaal isolatiemaatregelen (na subsidie)</b>	<b>0 - 2.300</b>	<b>0 - 10.500</b>
Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
LT-convectoren plaatsen	-	0 - 6.000
Radiatoren aanpassen	0 - 1.300	-
Mechanische ventilatie plaatsen	-	0 - 1.400
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 - 3.200</b>	<b>0 - 9.300</b>
Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
<b>Totaal voorbereidende maatregelen (na subsidie)</b>	<b>0 - 5.500</b>	<b>0 - 19.800</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 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	3,3	-
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	-
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 300)	2.129	€/m
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>
WKO-doublet (opstartkosten)	115.000	€/doublet
WKO-doublet (variabele kosten)	2.300	€/m <sup>3</sup> /h
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
WKO-bronnen	2,0%	% 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>		
WKO-bronnen	20,0%	% van CAPEX
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	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	Onzeker of TEA influent bruikbaar is (vereist afstemming met Waternet)
	Warmtenet met WKO, TEA en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	Vergunningen, onzeker of TEA influent bruikbaar is (vereist afstemming met Waternet)
	Warmtenet met WKO, TEO en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	Vergunningen, ecologie, relatief grote afstand tot Kortenhoefse Plassen (ca. 700 m) in vergelijking met TEA (direct naast de wijk)
	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 (bronnnet)	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Relatief duur bij veel laagbouw/individuele aansluitingen
	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!

