

Duurzame warmte in Wijdemeren

Blijkpolder Nederhorst den Berg



Datum: 26 mei 2023

Projectnummer: 3344

Status: Definitief

Auteurs: Sven Korpershoek, Derko Budding en Robbert van Rijswijk

Merosch B.V.

E info@merosch.nl

I 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	Bronnet met collectieve WKO, TEO en individuele water/water warmtepompen	10
5.2	50 °C warmtenet met collectieve TEA en water/water warmtepompen	10
5.3	70 °C warmtenet met collectieve TEA en water/water warmtepompen	10
5.4	Individuele lucht/water warmtepompen	11
6	Uitwerking varianten	12
6.1	Technische analyse	12
6.2	Ruimtelijke analyse	15
6.3	Financiële analyse	20
7	Overige aandachtspunten.....	24
7.1	Aanpassingen aan de woning	24
7.2	Geluid.....	24
7.3	Esthetiek	25
7.4	Mogelijkheid tot koeling	25
7.5	Organisatorische complexiteit.....	26
7.6	Inpassing op het elektriciteitsnet	26
8	Conclusies en aanbevelingen.....	28
8.1	Conclusies	28
8.2	Aanbevelingen	29
9	Bijlagen	30
9.1	Bijlage A: Oppervlakte per woningtype en bouwjaarcategorie	30
9.2	Bijlage B: Uitgangspunten benodigde isolatiemaatregelen per bouwjaar	31
9.3	Bijlage C: Kostenoverzicht voorbereidende maatregelen	32
9.4	Bijlage D: Technische uitgangspunten	33
9.5	Bijlage E: Financiële uitgangspunten	34
9.6	Bijlage F: Afwegingskader	36

1 Samenvatting

Eind 2021 heeft de gemeente Wijdemeren de transitievisie warmte 'Op weg naar aardgasvrij' gepresenteerd. In deze visie schetst de gemeente een toekomstbeeld van een aardgasvrij Wijdemeren 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 Wijdemeren en gemeente Wijdemeren, heeft Merosch per verkenningbuurt een haalbaarheidsonderzoek naar duurzame warmtevoorzieningen uitgevoerd, waaronder dit onderzoek voor de buurt Blijkpolder Nederhorst den Berg. Dit onderzoek geeft inzicht in de mogelijkheden en consequenties om de Blijkpolder duurzaam te verwarmen. Op basis van dit onderzoek kan de energiecoöperatie Wijdemeren, samen met buurtbewoners en de gemeente Wijdemeren, 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:

- Een bronnet met collectieve WKO (warmte-koude opslag), TEO (thermische energie uit oppervlaktewater) en individuele water/water warmtepompen op 50 °C;
- Een 50 °C warmtenet met TEA (thermische energie uit afvalwater) en water/water warmtepompen;
- Een 70 °C warmtenet met TEA (thermische energie uit afvalwater) en water/water warmtepompen;
- Individuele lucht/water warmtepompen op 50 °C.

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

	Bronnet (TEO+WKO)	50 °C warmtenet (TEA)	70 °C warmtenet (TEA)	Individueel L/W WP
Betaalbaarheid				
Totale levensduurkosten	72.400 €/woning	71.700 €/woning	60.900 €/woning	58.500 €/woning
Eindgebruikerskosten per maand	*	*	265 - 286 €/woning	200 - 291 €/woning
Duurzaamheid				
Elektriciteitsverbruik	2.600 kWh/woning	3.200 kWh/woning	3.700 kWh/woning	2.400 kWh/woning
Ruimtegebruik				
In de wijk	Technische ruimte 50 – 100 m ² , 2 WKO-doubletten en uitkoppeling TEO	Technische ruimte 100 – 300 m ² en TEA uitkoppeling	Technische ruimte 100 – 300 m ² , 2 onderstations en TEA uitkoppeling	Geen impact op ruimtegebruik in de wijk
In de woning	1,0 x 1,0 x 2,0 m (binnenunit WP)	0,6 x 0,35 x 1,1 m (afleverset en booster)	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)
Overige aandachtspunten				
Aanpassingen in de woning	Extra isolatie, grote installatietechnische aanpassingen	Extra isolatie, grote installatietechnische aanpassingen	Geen tot weinig extra isolatie, kleine installatietechnische aanpassingen	Extra isolatie, grote installatietechnische aanpassingen
Geluid	Weinig geluid	Weinig geluid	Weinig geluid	Buitendeel maakt geluid
Esthetiek	Afhankelijk van inpassing leidingen	Afhankelijk van inpassing leidingen	Afhankelijk van inpassing leidingen	Vaak ervaren als onaantrekkelijk
Koeling	Mogelijk, mits WP en afgiftesysteem geschikt zijn	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	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.			

*De eindgebruikerskosten zijn voor dit type warmtenet niet nader onderzocht, omdat is gebleken dat dit type warmtenet relatief hoge levensduurkosten met zich mee brengt. De eindgebruikerskosten zouden daardoor ook relatief hoog zijn.

Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel collectieve als individuele oplossingen kansrijk zijn om de Blijkpolder van duurzame warmte te voorzien. Er wordt aanbevolen om te kiezen tussen een 70 °C warmtenet en individuele lucht/water warmtepompen, vanwege het aanzienlijke verschil in financiële haalbaarheid met andere alternatieven. 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 vrijwel direct kunnen worden aangesloten zonder dat daarvoor ingrijpende woningaanpassingen nodig zijn. Zo is er, met uitzondering van enkele oude woningen aan de Overmeerse weg, bijna nergens aanvullende isolatie nodig om 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 unieke warmtebron beschikbaar is in de nabije omgeving. Dat is namelijk thermische energie uit afvalwater (TEA), een vorm van aquathermie, waarbij warmte wordt gewonnen uit de persleiding die gezuiverd afvalwater vanaf RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer naar de Vecht brengt. De warmtebron ligt dichtbij de wijk en biedt, na opwaardering met een collectieve wijkwarmtepomp, voldoende capaciteit voor het verwarmen van alle woningen. Een groot voordeel is de constante temperatuur van de bron, waardoor geen tussentijdse opslag nodig is. Bovendien werkt de eigenaar van de bron (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht) graag mee aan de plannen. Een alternatieve bron zou thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) vanuit de Spiegelplas zijn. Deze bron lijkt echter minder kansrijk, doordat er een warmte-koude opslag (WKO) nodig is 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. Zo kan worden gedacht aan het toevoegen van een piekketel op aardgas, die alleen op zeer koude dagen wordt gebruikt. 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. Eventueel zouden de bewoners ook de uitdaging kunnen aangaan om de temperatuur (eventueel geleidelijk aan) te verlagen naar 60 °C, zodat nog duurzamer kan worden verwarmd. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om dit warmtenet (op termijn) uit te breiden naar wijken buiten de Blijkpolder.

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 Blijkpolder zijn 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. De Blijkpolder is specifiek gekozen, omdat deze buurt relatief nieuw is in vergelijking met andere delen van Wijdmeren. Daardoor zijn de benodigde maatregelen om aardgasvrij te worden relatief beperkt.

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 Blijkpolder Nederhorst den Berg. 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 de Blijkpolder 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

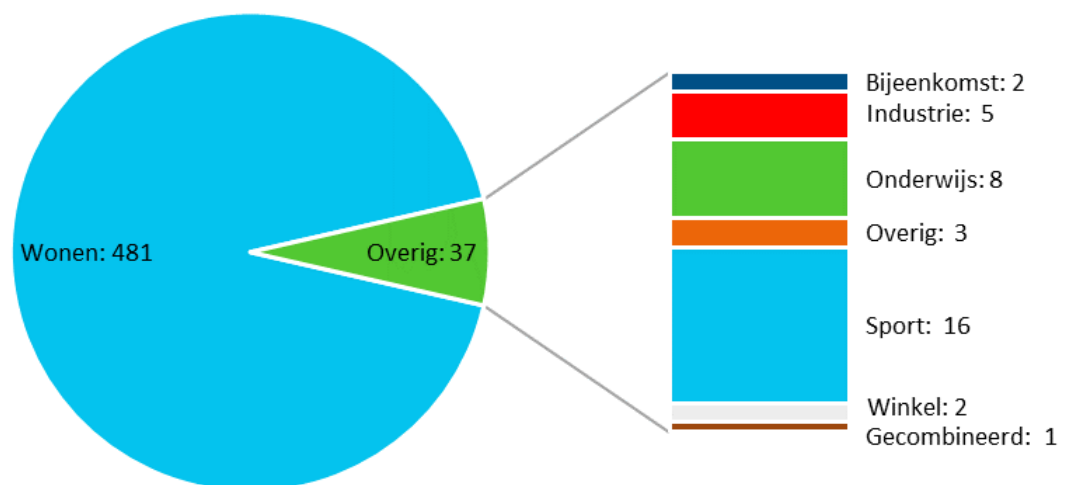
De verkenningbuurt Blijkpolder Nederhorst den Berg ligt in Nederhorst den Berg. De buurt heeft een oppervlakte van ongeveer 19,8 hectare en telt 518 woningequivalenten (WEQ)¹. De bouwdichtheid van de buurt komt daarmee uit op ca. 26 WEQ/ha. Figuur 4.1 toont een kaart met daarop de demarcatie van de buurt.

Figuur 4.1 – Demarcatie verkenningbuurt Blijkpolder Nederhorst den Berg



Het grootste gedeelte van de buurt bestaat uit woningen (481, ca. 93%), waarvan 100 (ca. 21%) in bezit van woningcorporaties is. Figuur 4.2 geeft een overzicht van de aanwezige gebruiksfuncties in de buurt, uitgedrukt in aantal woningequivalenten.

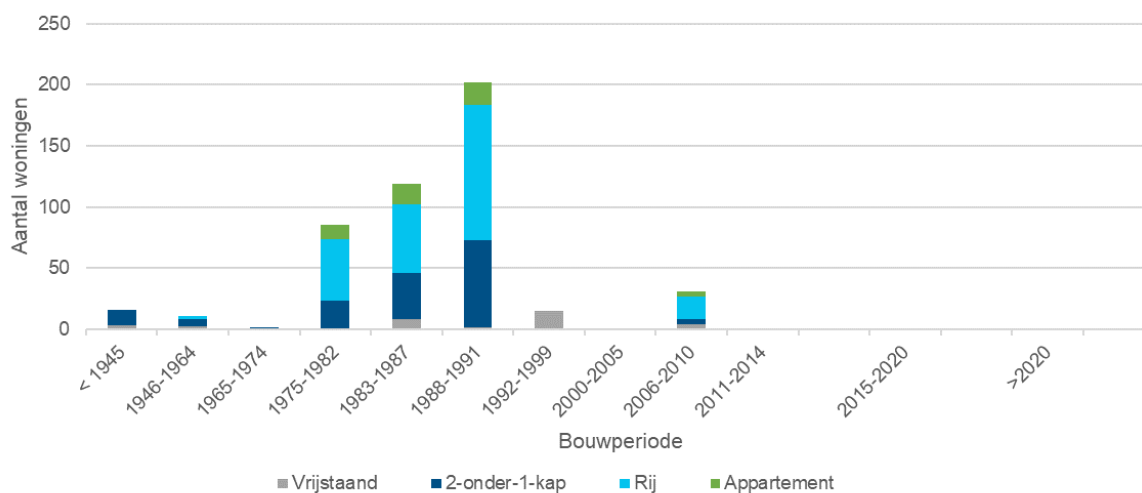
Figuur 4.2 – Gebruiksfuncties uitgedrukt in woningequivalenten



¹ Een woningequivalent (WEQ) staat gelijk aan één woning of circa 130 m² 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. 50%), gevolgd door twee-onder-één-kapwoningen (ca. 32%), appartementen (ca. 11%) en vrijstaande woningen (ca. 7%). De meeste woningen zijn gebouwd in de bouwperiodes 1988-1991 (ca. 42%). Daarna volgen de bouwperiodes 1983-1987 (ca. 25%) en 1975-1982 (ca. 18%). De overige woningen zijn verdeeld over verschillende bouwperiodes. Figuur 4.3 geeft een overzicht van het aantal woningen uitgesplitst naar bouwperiode en woningtype. Hoewel niet specifiek weergegeven in deze figuur, dient te worden opgemerkt dat ca. 1% 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 woningtype²



De woningen variëren in grootte. De gemiddelde gebruiksoppervlakte bedraagt 123 m². 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.

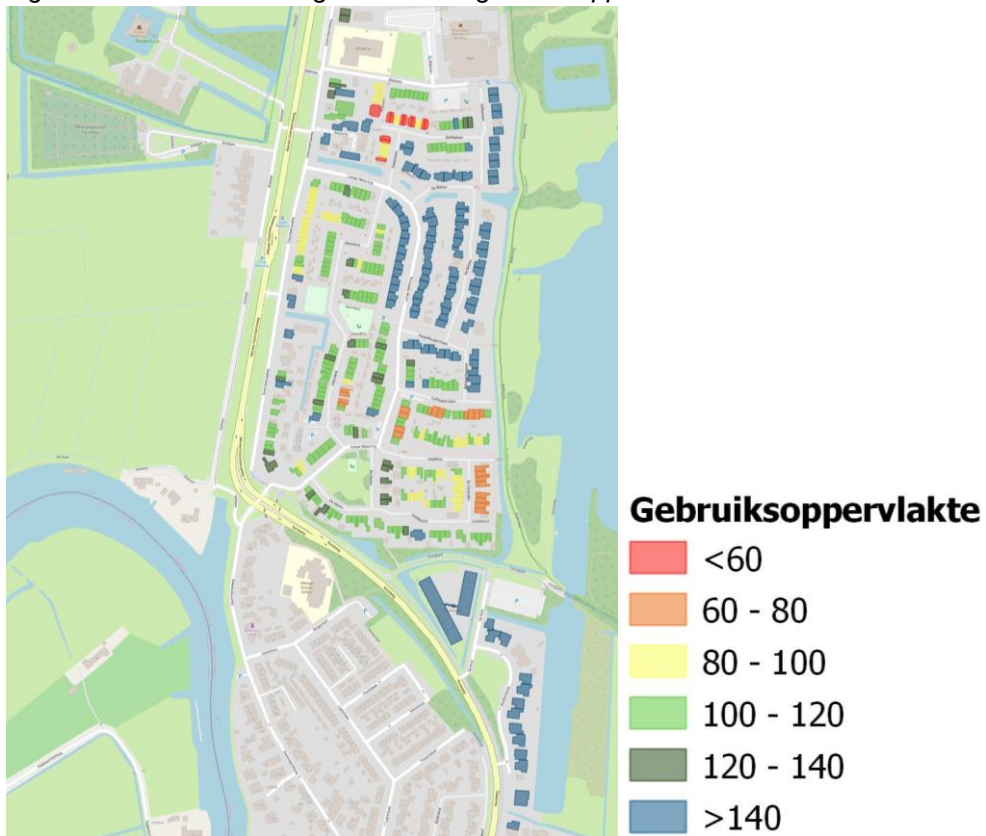
Tabel 4.4 – Warmtevraag en warmtevraagdichtheid

Onderdeel	Eenheid	Huidige situatie	70 °C niveau	50 °C niveau
Warmtevraag per WEQ	[GJ/WEQ/jaar]	37	32	27
Totale warmtevraag	[GJ/jaar]	18.941	16.352	13.945
Warmtevraagdichtheid	[GJ/ha/jaar]	957	826	704

² 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 is de gebruiksoppervlakte van de woningen ook ruimtelijk in beeld gebracht.

Figuur 4.5 – 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 bronnet met collectieve WKO (warmte-koudeopslag), TEO (thermische energie uit oppervlaktewater) en individuele water/water warmtepompen;
- B. Een 50 °C warmtenet met TEA (thermische energie uit afvalwater) en water/water warmtepompen;
- C. Een 70 °C warmtenet met TEA (thermische energie uit afvalwater) en water/water warmtepompen;
- D. Individuele lucht/water warmtepompen op 50 °C.

5.1 Bronnet met collectieve WKO, TEO en individuele water/water warmtepompen

In deze variant wordt gebruik gemaakt van warmte uit de nabijgelegen Spiegelplas. Dit is een potentieel interessante bron vanwege de ligging nabij de wijk. Er is een WKO-systeem nodig om de uit de Spiegelplas gewonnen warmte op te slaan. De WKO-bronnen leveren warmte van ca. 10-15 °C aan een leidingnet dat is verbonden met een techniekruimte. In de techniekruimte wordt de warmte uit de WKO-bronnen overgedragen op een bronnet waarmee de warmte door de buurt wordt getransporteerd. In de woningen wordt de warmte uit het bronnet met individuele water/water combi-warmtepompen opgewaardeerd naar een temperatuur die geschikt is voor ruimteverwarming (ca. 50 °C). De combi-warmtepomp zorgt daarnaast voor de bereiding van warm tapwater (met behulp van een boiler en een elektrisch element) en heeft tevens de mogelijkheid om te koelen. Koeling is in deze variant tegen hoog rendement mogelijk als gevolg van de lage temperatuur in het bronnet, ook in de zomer. Aangezien de woningen op jaarbasis meer warmte dan koude vragen, is regeneratie van de WKO-bronnen nodig. Dit wordt gedaan met thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Middels een innamepunt dat is gelegen in de Spiegelplas, wordt warm oppervlaktewater onttrokken en langs een warmtewisselaar gestuurd die de warmte aan de WKO-bronnen overdraagt. Het afgekoelde oppervlaktewater wordt middels een uitredepunt geloosd in de Spiegelplas.

5.2 50 °C warmtenet met collectieve TEA en water/water warmtepompen

In deze variant wordt zeer lage temperatuur warmte van ca. 10-15 °C gewonnen uit de effluentleiding van RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer. Dit is een potentieel interessante warmtebron vanwege de locatie nabij de wijk en de zeer constante temperatuur door het jaar heen, waardoor geen WKO-systeem benodigd is. Middels een warmtewisselaar wordt de warmte uit de effluentleiding overgedragen aan een leidingnet dat is verbonden met de techniekruimte. In de techniekruimte wordt de warmte middels collectieve warmtepompen opgewaardeerd naar ca. 50-60 °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. 50 °C afgeleverd middels een individuele afleverzet. Deze temperatuur is voldoende voor ruimteverwarming, maar niet voor warm tapwater. Voor de bereiding van warm tapwater heeft iedere woning dan ook een aparte tapwatervoorziening nodig, namelijk een TE-booster. Dit is een apparaat dat de warmte voor warm tapwater uit het warmtenet verder opwaardeert naar 55-60 °C (in verband met legionellapreventie).

5.3 70 °C warmtenet met collectieve TEA en water/water warmtepompen

In deze variant wordt eveneens zeer lage temperatuur warmte van ca. 10-15 °C gewonnen uit de effluentleiding van RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer. Middels een warmtewisselaar wordt de warmte uit de effluentleiding overgedragen aan een leidingnet dat is verbonden met de techniekruimte. In de techniekruimte wordt de warmte middels collectieve warmtepompen opgewaardeerd naar ca. 70-80 °C en vervolgens overgedragen op het distributienet. Via het distributienet wordt de warmte getransporteerd door de wijk. De warmte wordt in elke woning op ca. 70 °C afgeleverd middels een individuele afleverzet. Deze temperatuur is voldoende voor ruimteverwarming en warm tapwater.

5.4 Individuele lucht/water warmtepompen

In deze variant wordt elke woning individueel verwarmd met een individuele lucht-/water combi-warmtepomp. De warmtepomp onttrekt warmte uit de buitenlucht en waardeert deze warmte op, zodat ruimteverwarming op een temperatuur van ca. 50 °C kan plaatsvinden. De warmtepomp voorziet tevens in de bereiding van warm tapwater, met behulp van een boiler vat en een 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 drie van de vier geschetste varianten (bronnet, 50 °C warmtenet en individuele lucht/water warmtepomp) 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. Hoewel de meeste woningen in de Blijkpolder vanuit de bouw al redelijk goed geïsoleerd zijn, 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. Bijna alle woningen in Blijkpolder hebben 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 Blijkpolder kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 18.000 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 nodig om extra te isoleren. Verreweg de meeste woningen uit de Blijkpolder zijn vanuit de bouw voldoende geïsoleerd om met 70 °C te kunnen verwarmen. Dit blijkt ook uit de 'Zet 'm op 60' campagne van Energiecoöperatie Wijdemeren. Bij sommige, oudere woningen, kan aanvullende isolatie nodig zijn. Daarnaast kan het soms 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 de Blijkpolder kan worden gedacht aan een bedrag van 0 – 4. 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. Voor de woningen die vanaf 1983 zijn gebouwd zijn doorgaans helemaal geen extra isolatiemaatregelen nodig, waardoor de kosten voor die groep woningen eerder in de range van 0 – 3.300 euro uitkomen. 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

	Bronnet	50 °C warmtenet	70 °C warmtenet	Individuele lucht/water warmtepompen
Isolatie				
Vloerisolatie	$R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 12 cm isolatie)	$R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 12 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)	$R_c \geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)	$R_c \geq 1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 4 cm isolatie)
Dakisolatie	$R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 12 cm isolatie)	$R_c \geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ca. 12 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	$U_w \leq 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Min. HR++ glas)	$U_w \leq 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Min. HR++ 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)
Installatietechniek				
Ventilatie	Mechanische ventilatie plaatsen als niet aanwezig	Mechanische ventilatie plaatsen als niet aanwezig	Geen vereisten	Mechanische ventilatie plaatsen als niet aanwezig
Warmteafgifte	LT-convectoren of vloerverwarming plaatsen als niet aanwezig	LT-convectoren of vloerverwarming plaatsen als niet aanwezig	Soms kleine aanpassingen aan bestaande radiatoren of convectoren	LT-convectoren of vloerverwarming nodig
Gasketel, -leidingen en -aansluiting verwijderen	Ja	Ja	Ja	Ja
Meterkast aanpassen	Ja	Ja	Ja	Ja
Inductiekookplaat	Ja	Ja	Ja	Ja

6.1.2 Techniek van de warmtevoorziening

Voor elk van de varianten van de warmtevoorziening, is in een technische analyse uitgevoerd. In de 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.

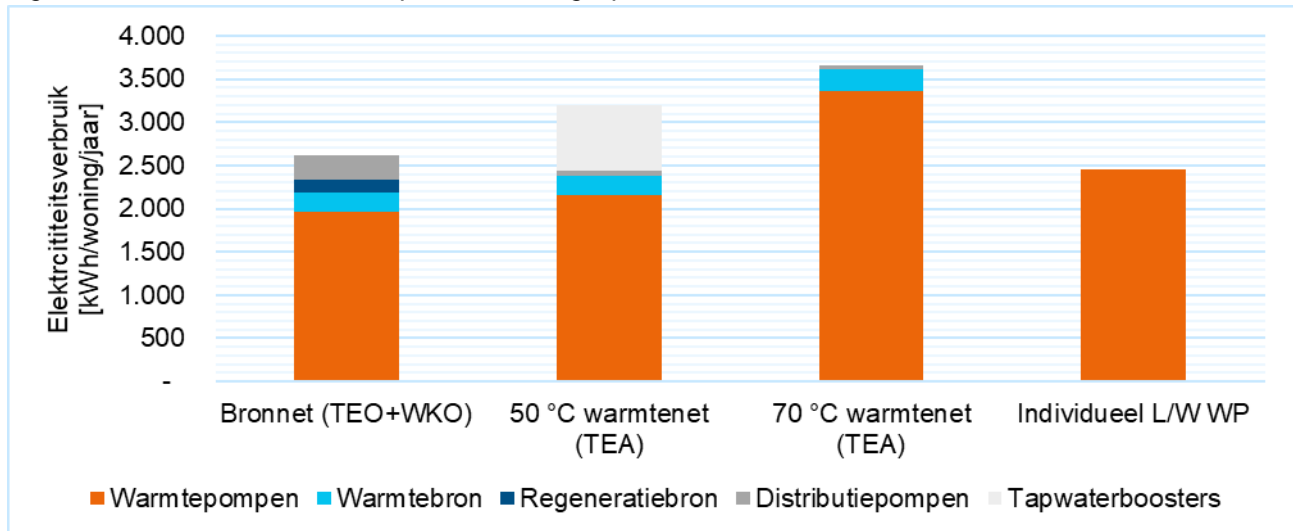
Tabel 6.2 – Energievraag en dimensionering van de installaties

Onderdeel	Eenheid	Bronnet (TEO en WKO)	50 °C warmtenet (TEA)	70 °C warmtenet (TEA)	Individueel LW WP
Energievraag					
Warmtevraag woningequivalenten	GJ/jaar	11.189	11.189	13.095	11.189
Koudevraag woningequivalenten	GJ/jaar	1.243	-	-	-
Warmteproductie wijkwarmtepomp	GJ/jaar	-	13.163	16.369	-
Warmteproductie individuele warmtepomp	GJ/jaar	27,0	-	-	27,0
Warmtevraag TEO/TEA	GJ/jaar	7.074	9.953	11.358	-
Warmtevraag WKO	GJ/jaar	8.318	-	-	-
Koudevraag WKO	GJ/jaar	1.243	-	-	-
Dimensionering van installaties					
Vermogen wijkwarmtepompen	kW _{th}	-	2.020	2.618	3.089
Vermogen individuele warmtepompen	kW _{th}	7,5	-	-	7,5
Vermogen TEO/TEA	kW _{th}	786	1.454	1.679	-
Debiet TEO/TEA	m ³ /h	135	208	241	-
Vermogen WKO	kW _{th}	1.270	-	-	-
Debiet WKO	m ³ /h	182	-	-	-
Aantal WKO-doubletten	st.	2	-	-	-

6.1.3 Duurzaamheid

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

Figuur 6.3 – Elektriciteitsverbruik per variant, uitgesplitst naar installaties



6.2 Ruimtelijke analyse

6.2.1 In de woning

70 °C warmtenet

In het geval van een 70 °C warmtenet wordt het grootste deel van de installatie buiten huis geplaatst. Echter is er in de woning nog steeds voldoende ruimte nodig voor het plaatsen van een afleverset. De afmetingen van de afleverset bedragen ongeveer 0,6 x 0,3 x 0,5 m (l x b x h), waarmee een afleverset vaak kleiner is dan een cv-ketel. 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



50 °C warmtenet

In het geval van een 50 °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. Daarnaast is er ook een TE-booster nodig. De afmetingen van de afleverset inclusief TE-booster bedragen ongeveer 0,6 x 0,35 x 1,1 m (l x b x h). Er zijn diverse mogelijkheden voor het plaatsen van de afleverset en TE-booster. Dit heeft invloed op het verloop van het leidingwerk zoals eerder omschreven (zie 70 °C warmtenet).

ZLT-bronnet

In deze variant wordt er combi water/waterwarmtepomp in de woning geplaatst, die gekoppeld is aan het bronnet in de wijk. De warmtepomp wordt 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). Er zijn diverse mogelijkheden voor het plaatsen van de warmtepomp. Dit heeft invloed op het verloop van het leidingwerk zoals eerder omschreven (zie 70 °C warmtenet).

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). Dit is vergelijkbaar met een koel/vriescombinatie. 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. 100 - 300 m² aan ruimte worden gereserveerd. Voor een bronnet is een kleinere centrale techniekruimte nodig van ca. 50 – 100 m². De locatie waar dit mogelijk zou kunnen binnen de wijk is zowel in het noordoosten nabij het strandje De Blijk (variant 1) of nabij de parkeerplaats dichtbij het bruggetje van het Googpad (variant 2 en 3).

Voor de variant met bronnet met WKO en TEO zijn in- en uitredepunten nodig in het oppervlaktewater, in dit geval de Spiegelplas. Deze moeten voldoende ver uit elkaar liggen om interferentie te voorkomen. De exacte afstand moet worden getoetst met modelberekeningen in nader onderzoek. Verder zijn er één tot twee WKO-doubletten benodigd. Om het aantal doubletten met zekerheid vast te stellen is nader geohydrologisch onderzoek nodig. Deze zijn nu voorzien aan de oever van de Spiegelplas, waar tevens de technische ruimte is voorzien. 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. Aangezien het gebied in Natura 2000 gebied ligt, is er tevens een natuurtoets nodig voor de WKO- en TEO-systemen. Voor de variant met 50 °C warmtenet en 70 °C warmtenet wordt een warmtewisselaar geplaatst bij de persleiding van de RWZI. Het hiervoor benodigde ruimtegebruik is beperkt (ca. 25 m²).

Figuren 6.5 t/m 6.7 geven meer inzicht in hoe de collectieve varianten er in praktijk uit zouden kunnen zien, zoals hierboven omschreven.

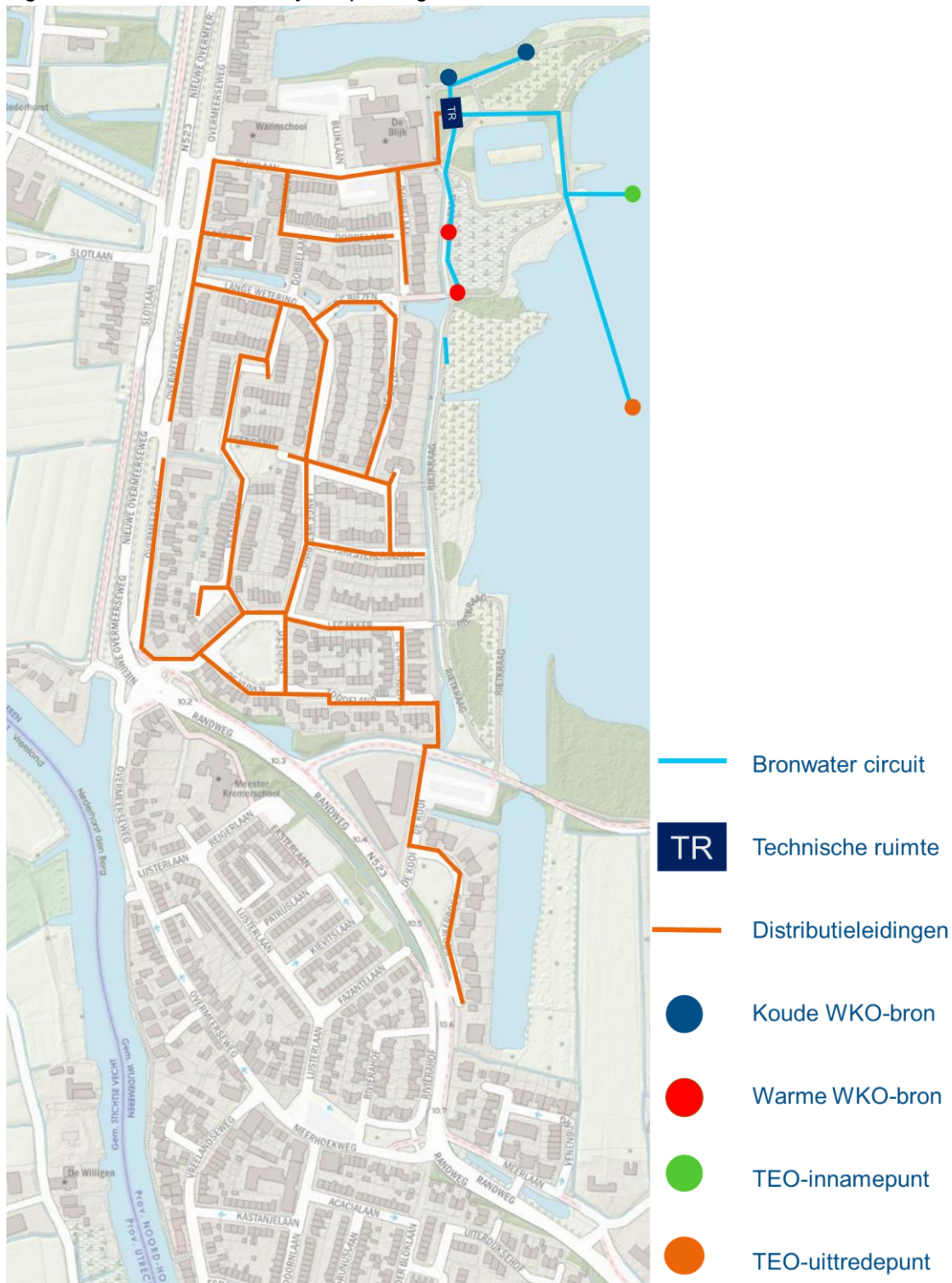
Op basis hiervan is tevens een inschatting gemaakt van de benodigde leidinglengtes, die van groot belang zijn voor de uitwerking van de business-case. Voor het bronnet zijn de volgende leidinglengtes berekend:

- Bron- en regeneratieleidingen: ca. 1.000 meter;
- Distributienet bronnet: ca. 2.850 meter;

Voor het 50 °C warmtenet en het 70 °C warmtenet met TEA zijn de volgende leidinglengtes berekend:

- Bronleidingen naar persleiding: ca. 500 meter;
- Distributienet 50 °C en 70 °C warmtenet: ca. 2.850 meter.

Figuur 6.5 – Indicatie ruimtelijke inpassing bronnet met TEO en WKO



Figuur 6.6 – Indicatie ruimtelijke inpassing 50 °C warmtenet met TEA



Figuur 6.7 – Indicatie ruimtelijke inpassing 70 °C warmtenet met TEA



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

Uitgangspunten financiële analyse

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

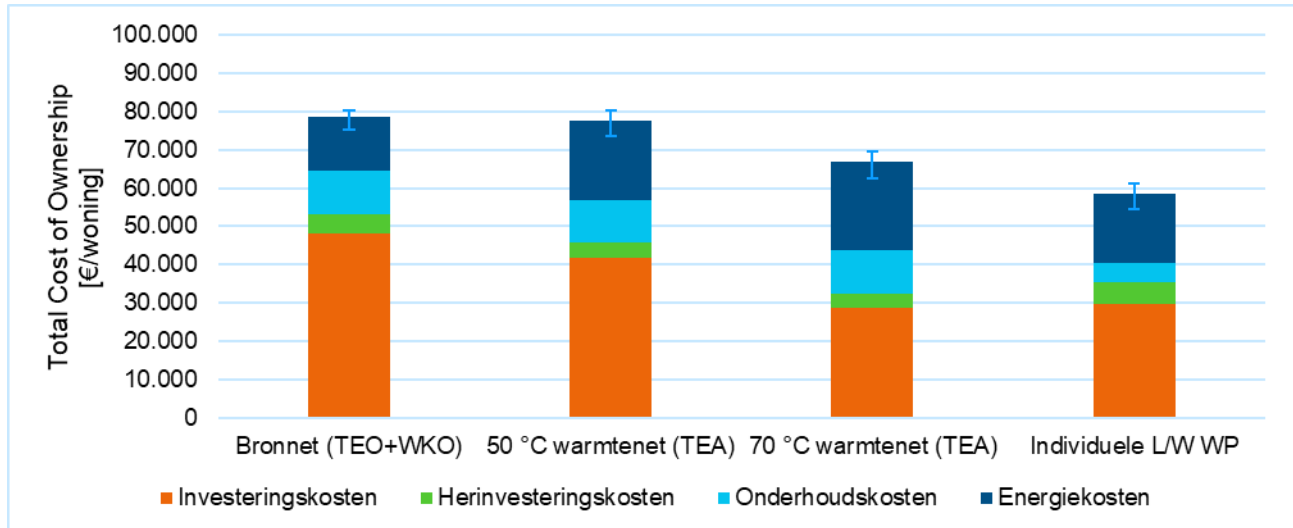
Belangrijkste financiële uitgangspunten:

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

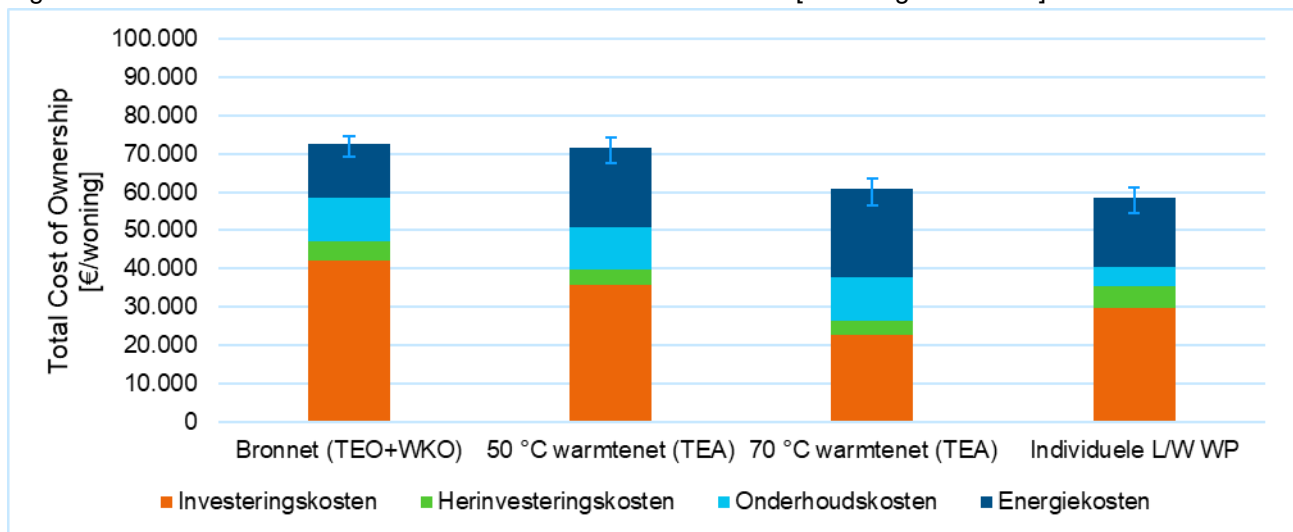
6.3.2 Totale levensduurkosten

Figuur 6.8 en Figuur 6.9 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 6.8 – Totale levensduurkosten excl. WIS-subsidie [€/woning excl. BTW]



Figuur 6.9 – Totale levensduurkosten incl. maximale WIS-subsidie [€/woning excl. BTW]



Zoals blijkt uit Figuur 6.8 en Figuur 6.9, hebben individuele lucht/water warmtepompen de laagste levensduurkosten. Van de collectieve varianten is het 70 °C warmtenet met TEA financieel het meest voordelig. In het geval dat er een maximale WIS-subsidie wordt uitgekeerd, zijn de totale levensduurkosten van het 70 °C warmtenet 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 exploitatiekosten. Voor lucht/water warmtepompen geldt juist het omgekeerde.

De andere warmtenetvarianten (bronnet en 50 °C warmtenet) vallen een stuk duurder uit. Dit komt vooral doordat er, naast het aanleggen van een nieuw warmtenet, ook veel aanpassingen in de woning nodig zijn op gebied van isolatie en het warmteafgiftesysteem. Daarnaast is er bij een bronnet sprake van individuele warmtepompen per woning, die bij elkaar duurder zijn dan collectieve warmtepompen voor de gehele wijk. Bij een 50 °C warmtenet zijn in iedere woning TE-boosters nodig, wat ook hoge kosten met zich meebrengt.

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). Als voor

een collectieve oplossing wordt gekozen, heeft het 70 °C warmtenet vanuit financieel oogpunt een sterke voorkeur boven een 50 °C warmtenet of een bronnet.

6.3.3 Eindgebruikerskosten

Tabel 6.10 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 de Blijkpolder 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 6.10 – Indicatie gemiddelde eindgebruikerskosten in €/woning incl. BTW

Indicatieve eenmalige investeringskosten	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Investeringskosten isolatiemaatregelen	0 - 1.100	0 - 10.800
Investeringskosten installatietechnische maatregelen	0 - 3.300	0 - 9.200
Investeringskosten warmtepomp resp. BAK bij warmtenet	16.900	15.100
Totaal eenmalige kosten	16.900 - 21.300	15.100 - 35.100
ISDE-subsidie isolatiemaatregelen	0 - 300	0 - 2.000
ISDE-subsidie warmtevoorziening	3.300	3.000
Totaal eenmalige kosten na subsidie	13.600 - 17.700	12.100 - 30.100
Afschrijving en rente op investering (na subsidie)	69 - 90	93 - 184
Indicatief energieverbruik per jaar	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Warmte [GJ/jaar]	31,6	-
Elektriciteit [kWh/jaar]	-	2.450
Indicatieve maandlasten (startjaar)	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Financieringskosten (afschrijving en rente op investering)*	69 - 90	93 - 184
Warmtekosten**	197	-
Elektriciteitskosten**	-	92
Onderhoud & beheer	-	15
Totaal per maand	265 - 286	200 - 291

*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.

Uit Tabel 6.10 blijkt dat de eindgebruikerskosten voor een warmtenet en een individuele lucht/water warmtepomp ongeveer gelijk zijn, ervan uitgaande dat alle voorbereidende maatregelen nog moeten worden getroffen (bovenkant van de bandbreedte). Wel is de opbouw van de maandlasten anders. Bij een individuele lucht/water warmtepomp bestaan de maandlasten voor het grootste deel uit financieringskosten, terwijl bij een warmtenet de energielasten de grootste kostenpost vormen.

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 geluidsdrukniveau 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 de warmtenetvarianten 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 componenten die zich wel in de woning bevinden, namelijk de afleverzet (bij het 70 °C en 50 °C warmtenet) en de TE-booster (alleen bij het 50 °C warmtenet), hebben een nagenoeg stille werking. Bij een bronnet is er nog wel individuele water/water warmtepomp nodig, maar het geluid hiervan is beperkt en vergelijkbaar met een koelkast.

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 afleverzet (70 °C warmtenet) en eventuele TE-booster (50 °C warmtenet) in de woning spelen hierin kleinere rol omdat deze vanwege hun formaat makkelijker kunnen worden weggewerkt. Bij een bronnet is er wel een individuele water/water warmtepomp nodig in de woning, die er qua vormgeving ongeveer hetzelfde uitziet als het binnendeel van de lucht/water warmtepomp.

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 afhankelijk van het type warmtenet, enkele tientallen tot honderden vierkante meters groot is. Daarnaast zijn er soms enkele onderstations nodig (gebouwen van ca. 25 – 50 m²) op verschillende plekken in de wijk.

7.4 Mogelijkheid tot koeling

Sommige warmtevoorzieningen hebben als voordeel dat ze ook kunnen worden ingezet voor het koelen van de woning. Dit geldt voor de individuele lucht/water warmtepomp en voor een bronnet. 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 en het 50 °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 varianten met een bronnet, 50 °C warmtenet en individuele lucht/water warmtepomp 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 50 °C of 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 leidingen. 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 verzwared. 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 bekijkt 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-panels 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 Blijkpolder Nederhorst den Berg:

- Een 70 °C is financieel gezien één van de meest voordelige oplossingen, ervan uitgaande dat er een maximale WIS-subsidie wordt toegekend. Zowel de levensduurkosten als eindgebruikerskosten zijn in dat geval ongeveer gelijkwaardig aan die van individuele lucht/water warmtepompen. 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, is de organisatie ervan complex en is er geen mogelijkheid om te koelen.
- Een individuele lucht/water warmtepomp is financieel gezien één van de meest voordelige oplossingen, samen met het 70 °C warmtenet. Daarnaast is dit de meest duurzame warmtevoorziening. Deze oplossing biedt als voordelen dat koeling mogelijk wordt en dat er geen complexe organisatie nodig is zoals dat bij een warmtenet wel het geval is. Daarnaast vraagt deze oplossing geen ruimtebeslag in de wijk. Nadelen van deze oplossing zijn dat er veel aanpassingen aan de woning nodig zijn, dat de geluidsproductie van het buitendeel een aandachtspunt vormt en dat het buitendeel esthetisch vaak als onaantrekkelijk wordt gezien. Daarnaast is er zowel in de woning (binnendeel) als rondom de woning (buitendeel) ruimte nodig voor het plaatsen van de warmtepomp.
- Een bronnet heeft als voordelen dat koeling mogelijk wordt, dat het systeem een vrijwel stille werking heeft en dat het goed scoort op esthetiek. Bovendien is het de meest duurzame collectieve warmtevoorziening, maar minder duurzaam dan individuele lucht/water warmtepompen. Het bronnet is echter de duurste oplossing voor deze buurt en vraagt veel aanpassingen aan de woning. Er is ruimte in de woning nodig voor het plaatsen van de warmtepomp. Daarnaast brengt deze variant een hoge organisatorische complexiteit met zich mee.
- Een 50 °C warmtenet scoort goed op gebied van geluid en esthetiek en vraagt weinig ruimte in de woning. Op gebied van zowel kosten als duurzaamheid scoort deze variant relatief slecht. Daarnaast vraagt deze variant veel aanpassingen in de woning, een complexe organisatie en kan er niet worden gekoeld.
- De inpassing van warmtevoorzieningen op het elektriciteitsnet is een aandachtspunt. De verwachting is dat de infrastructuur van het elektriciteitsnet op meerdere punten moet worden verzwakt, ongeacht de variant van de nieuwe warmtevoorziening. De specifieke consequenties kunnen nader worden uitgewerkt door Liander zodra een variant is gekozen.

8.2 Aanbevelingen

Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel collectieve als individuele oplossingen kansrijk zijn om de Blijkpolder van duurzame warmte te voorzien. Er wordt aanbevolen om te kiezen tussen een 70 °C warmtenet en individuele lucht/water warmtepompen, vanwege het aanzienlijke verschil in financiële haalbaarheid met andere alternatieven. 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 vrijwel direct kunnen worden aangesloten zonder dat daarvoor ingrijpende woningaanpassingen nodig zijn. Zo is er, met uitzondering van enkele oude woningen aan de Overmeerse weg, bijna nergens aanvullende isolatie nodig om 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 unieke warmtebron beschikbaar is in de nabije omgeving. Dat is namelijk aquathermie, waarbij warmte wordt gewonnen uit de persleiding die gezuiverd afvalwater vanaf RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Horstermeer naar de Vecht brengt. De warmtebron ligt dichtbij de wijk en biedt, na opwaardering met een collectieve wijkwarmtepomp, voldoende capaciteit voor het verwarmen van alle woningen. Een groot voordeel is de constante temperatuur van de bron, waardoor geen tussentijdse opslag nodig is. Bovendien werkt de eigenaar van de bron (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht) graag mee aan de plannen. Een alternatieve bron zou thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) vanuit de Spiegelplas zijn. Deze bron lijkt echter minder kansrijk, doordat er een warmte-koude opslag (WKO) nodig is 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. Zo kan worden gedacht aan het toevoegen van een piekketel op aardgas, die alleen op zeer koude dagen wordt gebruikt. 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. Eventueel zouden de bewoners ook de uitdaging kunnen aangaan om de temperatuur (eventueel geleidelijk aan) te verlagen naar 60 °C, zodat nog duurzamer kan worden verwarmd. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om dit warmtenet (op termijn) uit te breiden naar wijken buiten de Blijkpolder.

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 Blijkpolder zijn 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 m²

	< 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1982	1983-1987	1988-1991	1992-1999	2000-2005	2006-2010	2011-2014	2015-2020	>2020	Gem.
Vrijstaand	150	137			137	191	201		211				172
2-onder-1-kap	140	136		108	120	147			191				134
Rij		129		100	108	118			144				114
Appartement				78	89	95			140				93
Gemiddeld	142	135	0	100	111	127	201		158				123

9.2 Bijlage B: Uitgangspunten benodigde isolatiemaatregelen per bouwjaar

Isolatiemaatregelen MT-niveau (70 °C) per bouwjaar

	<1946	1946-1964	1965-1974	1975-1982	1983-1987	1988-1991	1992-1999	2000-2005	2006-2012	>2012
Vloer isoleren	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Spouwmuur isoleren	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Gevel isoleren binnen-/buitenzijde	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dak isoleren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HR++ glas plaatsen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Maatregelen LT-niveau (50 °C) per bouwjaar

	<1946	1946-1964	1965-1974	1975-1987	1983-1987	1988-1991	1992-1999	2000-2005	2006-2012	>2012
Vloer isoleren	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Spouwmuur isoleren	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Gevel isoleren binnen-/buitenzijde	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dak isoleren	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
HR++ glas plaatsen	1	1	1	1	1	1	1	0	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 - 400	0 - 2.300
Gevelisolatie	0 - 700	0 - 700
Dakisolatie	-	0 - 2.100
Glas vervangen voor HR++ glas	-	0 - 5.700
Totaal isolatiemaatregelen	0 - 1.100	0 - 10.800
ISDE isolatiemaatregelen	0 - 300	0 - 2.000
Totaal isolatiemaatregelen (na subsidie)	0 - 800	0 - 8.800
Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
LT-convectoren plaatsen	-	0 - 7.100
Radiatoren aanpassen	0 - 1.400	-
Mechanische ventilatie plaatsen	-	0 - 200
Gasketel, -leidingen en -aansluiting verwijderen	0 - 200	0 - 200
Elektra aanpassen in meterkast	0 - 500	0 - 500
Inductiekookplaat	0 - 1.200	0 - 1.200
Totaal installatietechnische maatregelen	0 - 3.300	0 - 9.200
Indicatieve kosten installatietechnische maatregelen	70 °C warmtenet	Individuele L/W warmtepomp
Totaal voorbereidende maatregelen (na subsidie)	0 - 4.100	0 - 18.000

9.4 Bijlage D: Technische uitgangspunten

Onderdeel	Waarde	Eenheid
Vraagzijde		
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C vrijstaand	0,17	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C twee-onder-een-kap	0,16	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C rij	0,15	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C appartement	0,12	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 70 °C vrijstaand	0,23	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C twee-onder-een-kap	0,20	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C rij	0,19	GJ/m ² /jaar
Warmtevraag ruimteverwarming 50 °C appartement	0,13	GJ/m ² /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 ²
Vermogen ruimteverwarming 70 °C	70	W/m ²
Vermogen warm tapwater individuele warmtepomp	1,0	kW
Vermogen warm tapwater afleveret warmtenet (CW4)	26,2	kW
Dimensionering		
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 bronnet	5	K
Delta T distributie 50 °C warmtenet	20	K
Delta T distributie 70 °C warmtenet	30	K
Maximaal debiet per WKO-bron	100	m ³ /h
Vollasturen aquathermie	2.500	h
Benodigd vermogen individuele warmtepomp t.b.v. tapwater	1,0	kW
Energieprestatie		
SCOP _{RV} individuele warmtepomp bronnet	4,5	-
SCOP _{TW} individuele warmtepomp bronnet	2,9	-
SCOP _K individuele warmtepomp bronnet	20,0	-
SCOP _{RV} collectieve warmtepomp 50 °C warmtenet	4,1	-
SCOP _{TW} collectieve warmtepomp en booster 50 °C warmtenet	3,0	-
SCOP _{RV,TW} collectieve warmtepomp 70 °C warmtenet	3,3	-
SCOP _{RV} individuele lucht/water warmtepomp	3,4	-
SCOP _{TW} individuele lucht/water warmtepomp	2,5	-
SCOP WKO	30	-
SCOP aquathermie	30	-
Distributierendement 70 °C warmtenet	0,80	-
Distributierendement 50 °C warmtenet	0,85	-
Distributierendement bronnet	1,00	-
Energieverbruik transport- en distributiepompen	0,20	kWh/m ³ /jaar

9.5 Bijlage E: Financiële uitgangspunten

Genoemde bedragen zijn excl. BTW.

Onderdeel	Waarde	Eenheid
Investeringskosten		
Bron- en regeneratieleidingen (DN 250)	1.743	€/m
Distributieleidingen warmtenet (75% open, 25% dichte verharding)	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.
Individuele water/water warmtepomp	8.000	€/st.
Collectieve water/water warmtepomp	500	€/kW _{th}
WKO-doublet (opstartkosten)	115.000	€/doublet
WKO-doublet (variabele kosten)	2.300	€/m ³ /h
Aquathermie	1.000	€/m ³ /h
Bouwkundig technische ruimtes	1.100	€/m ²
Elektra technische ruimtes	700	€/m ²
Overige installaties collectief (buffers, meet- en regeltechniek etc.)	30	% van WP
Onvoorzien kosten warmtevoorziening	10	% van CAPEX
Vorbereidingskosten warmtevoorziening	15	% van CAPEX
Elektriciteitsaansluiting grootverbruik (incl. trafo/schakelaar)	100	€/kW _e
Gasketel-, leidingen en aansluiting verwijderen	150	€/WEQ
Elektrische kookplaat (incl. aansluiting)	1.000	€/WEQ
Aanpassen elektriciteitsaansluiting	500	€/WEQ
Vloerisolatie	45	€/m ² bg vloer
Gevelisolatie (spouwmuur)	30	€/m ² gevel
Gevelisolatie (overig)	150	€/m ² gevel
Dakisolatie (plat)	200	€/m ² dak
Dakisolatie (hellend)	110	€/m ² dak
HR++ glas in bestaand kozijn	250	€/m ² raam
Afgiftesysteem aanpassen LT	50	€/WEQ
Afgiftesysteem aanpassen MT (woning <80 m ²)	700	€/WEQ
Afgiftesysteem aanpassen MT (woning 80-140 m ²)	1.200	€/WEQ
Afgiftesysteem aanpassen MT (woning >140 m ²)	1.700	€/WEQ
Ventilatiesysteem C2 (woning <80 m ²)	2.500	€/WEQ
Ventilatiesysteem C2 (woning 80-140 m ²)	3.000	€/WEQ
Ventilatiesysteem C2 (woning >140 m ²)	3.500	€/WEQ
Onderhoudskosten		
Individuele 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
Herinvesteringskosten (na 15 jaar)		
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	80,0%	% van CAPEX
Energieprijzen		
Vastrecht elektriciteitsaansluiting grootverbruik	70	€/kW/jaar
Variabel leveringstarief elektriciteit grootverbruik (incl. EB)	0,27	€/kWh
Variabel leveringstarief elektriciteit kleinverbruik (incl. EB)	0,37	€/kWh
Discontovoet en indexering		
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
Looptijd en fasering		
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 ² (technische ruimte)	100-200 m ² (technische ruimte)	25-50 m ² (technische ruimte)	n.v.t.	n.v.t.
	In het gebouw*	2-10 m ² (afleverstation)	2-10 m ² (afleverstation)	25-50 m ² (collectieve WP)	25-50 m ² (collectieve WP)	25-50 m ² (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	Ja	Relatief grote afstand tot effluent rioolpersleiding (ca. 400 m) in vergelijking met TEO (direct naast de wijk)
	Warmtenet met WKO, TEA en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	TEA kan in deze buurt ook zonder WKO
	Warmtenet met WKO, TEO en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Ja	Ja	Vergunningen, ecologie
	Warmtenet met WKO, TED en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 200 WEQ	Nee	Nee	Drinkwaterkwaliteit
	Warmtenet met WKO, droge koelers en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m MT	> 50 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie en ruimtebeslag droge koelers (bij voorkeur plaatsing op dak)
	Warmtenet met WKO, zonthermie en wijkwarmtepompen	ZLT-warmte	ZLT t/m HT	> 50 WEQ	Ja	Ja	Groot ruimtebeslag zonnecollectoren
	Warmtenet met biomassaketels	Verbranding	MT en HT	> 1.000 WEQ	Ja	Ja	Luchtvervuiling, omstreden duurzaamheid, leveringszekerheid lange termijn
Warmtenet met groene waterstofketels	Verbranding	MT en HT	> 100 WEQ	Nee	Nee	Waterstofproductie is duur en energie-intensief	
Individueel (woning/ gebouw)	Warmtepompen met (Z)LT-warmtenet als bron (bronnnet)	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Relatief duur bij veel laagbouw
	Warmtepompen met buitenlucht als bron (lucht/lucht)	ZLT-warmte	LT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie, geschikt voor 1-2 verblijfsruimtes (niet voor een hele woning)
	Warmtepompen met buitenlucht als bron (lucht/water)	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Geluidsproductie
	Warmtepompen met bodemlus(sen) als bron	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Impact tuin/terrein, duurder dan lucht-WP
	Warmtepompen met PVT-panelen als bron	ZLT-warmte	LT en MT	> 1 WEQ	Ja	Ja	Dakoppervlak, duurder dan lucht-WP
	Groene waterstofketels	Verbranding	MT en HT	> 1 WEQ	Nee	Nee	Waterstofproductie is duur en energie-intensief
	Biomassaketels	Verbranding	MT en HT	> 1.000 WEQ	Ja	Ja	Luchtvervuiling, omstreden duurzaamheid, leveringszekerheid lange termijn



Merosch

Merosch B.V.
Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven

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

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

Zet koers naar morgen!

