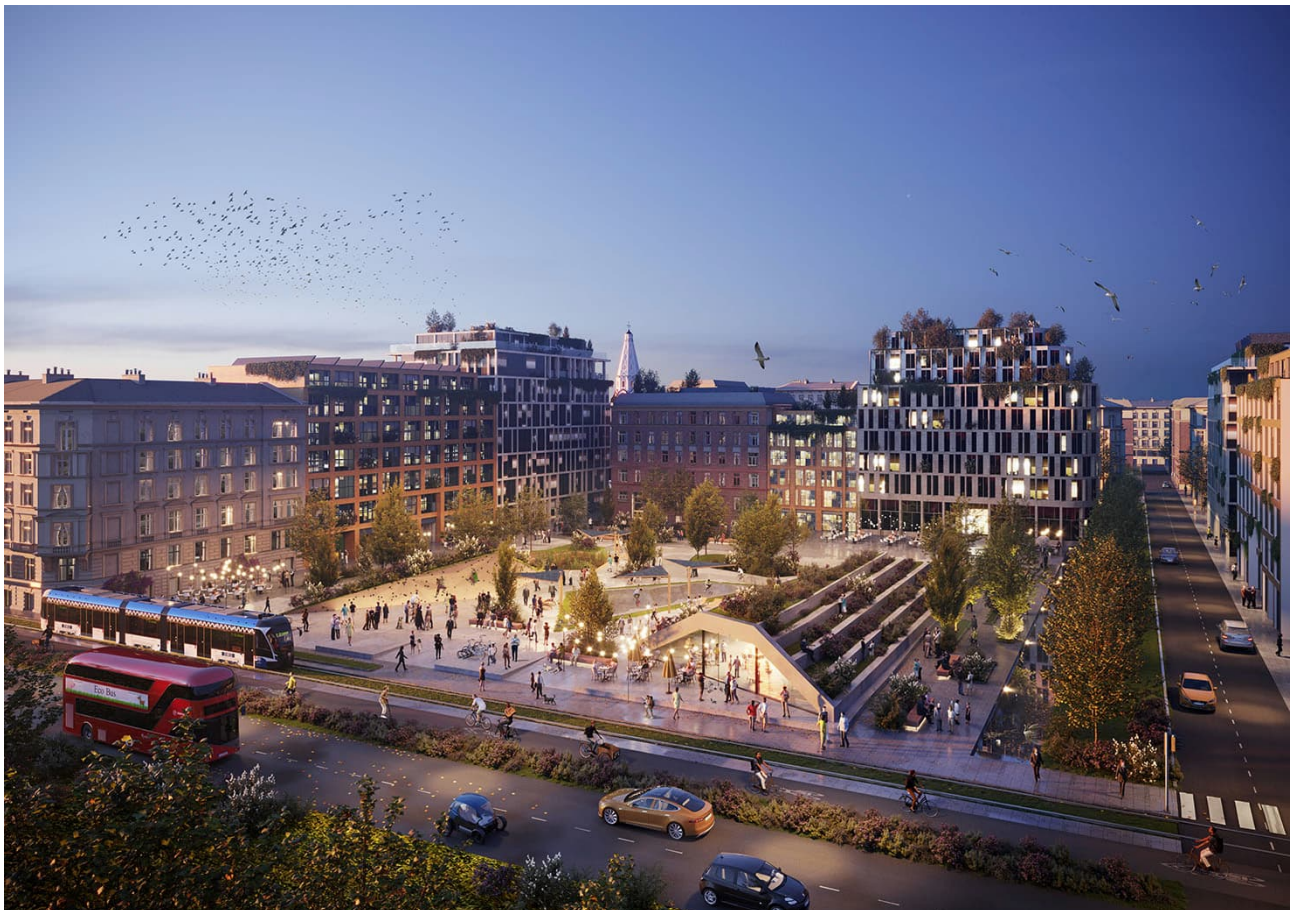


Onderzoek warmtetechnieken & resultaten

Wijken Polhaar, Pleijendal en Westerbouwlanden



Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door
1	11-09-2024	Eerste uitgave		
1.1	26-09-2024	Aanpassing van indexatie gasketel in alle TCO-berekeningen		
1.2	22-04-2025	Bijwerken opmerkingen	Niek Bouw	Joost Muusze

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp

Projectnummer
Klant
Auteur

Datum
Versie
Documentreferentie

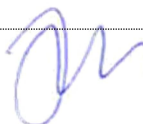
Handelsregister 30129769
Onderzoek warmtetechnieken & resultaten
51028782
Gemeente Dalfsen
Veerle Valkema, Niek Bouw,
Harrie van Brandenburg
22-04-2025
1.2
NL25-648800269-131498

Gecontroleerd door

Vrijgegeven door

Joost Muusze

Johan Merks

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Aanpak	5
2.1	Klankbordgroep wijkdialoog	5
2.2	Inventarisatie woningtypes en warmtebronnen	6
2.3	Verkenning van warmtetechnieken	6
2.4	Financiële haalbaarheid warmtetechnieken	7
3	Toelichting warmtetechnieken	9
4	Wijk Polhaar	10
4.1	Veelvoorkomende woningtypes Polhaar	10
4.2	Kansrijke warmte en energiebronnen	11
4.3	Doorrekening warmtetechnieken	11
4.4	Resultaten financiële haalbaarheid	12
4.5	Advies	15
5	Wijk Pleijendal	16
5.1	Veelvoorkomende woningtypes Pleijendal	16
5.2	Kansrijke warmtebronnen	17
5.3	Doorrekenen warmtetechnieken	17
5.4	Resultaten financiële haalbaarheid	17
5.5	Advies	21
6	Westerbouwlanden	22
6.1	Veelvoorkomende woningtypes	22
6.2	Kansrijke warmtebronnen	22
6.3	Doorrekening warmtetechnieken	22
6.4	Resultaten financiële haalbaarheid	23
6.5	Advies	26

Bijlage 1 Resultaten wijkdialoog

Bijlage 2 Uitgangspunten technisch onderzoek

Bijlage 3 Toelichting waterstof scenario

1 Inleiding

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van het onderzoek naar warmtetechnieken in de wijken Polhaar, Pleijendal en Westerbouwlanden. Elke wijk heeft unieke woning- en wijkkenmerken, en ook de aanwezigheid van (rest)warmtebronnen verschilt per gebied. Dit betekent dat sommige aardgasloze warmtetechnieken wel geschikt zijn voor bepaalde woningen, terwijl andere minder geschikt zijn.

De methodiek en aanpak van het onderzoek wordt beschreven in hoofdstuk 2 en 3. In hoofdstuk 4 tot en met 6 wordt per wijk specifiek gekeken naar de financiële haalbaarheid. Op verzoek van de gemeente heeft Sweco Nederland B.V. per wijk een beknopt technisch advies gegeven over de mogelijke vervolgstappen die ondernomen kunnen worden om tot een gedetailleerd wijk uitvoeringsplan te komen.

2 Aanpak

Onze aanpak bestaat uit de volgende stappen:

1. **Klankbordgroep wijkdialoog;** we zijn gestart met het verzamelen van input van de klankbordgroep over de kansen, zorgen en risico's met betrekking tot de toepassing van aardgasloze energievoorziening in de wijk. We hebben ook gevraagd om ideeën, randvoorwaarden en uitgangspunten voor dit technisch onderzoek. De resultaten van de wijkdialoog zijn te vinden in bijlage 1 'Resultaten wijkdialoog'.
2. **Inventarisatie woningtypes en warmtebronnen;** we hebben in deze fase de verschillende woningtypes in de wijk geïnterviewd. Daarnaast hebben we ook gekeken naar de beschikbare (rest)warmtebronnen in de wijk. De resultaten zijn meegenomen in stap 3 en 4.
3. **Verkenning van warmtetechnieken;** in deze fase hebben we een overzicht gemaakt van alle mogelijke warmtetechnieken in de wijk aan de hand van een kwalitatief afwegingskader. Op basis van verschillende aspecten zijn bepaalde warmtetechnieken afgevalen.
4. **Haalbaarheid van warmtetechnieken;** in deze fase hebben we gekeken naar de financiële haalbaarheid en maatschappelijke kosten van kansrijke warmtetechnieken in de wijken. De warmtetechnieken worden vergeleken met de huidige situatie waarin woningen worden verwarmd met een cv-ketel.

2.1 Klankbordgroep wijkdialoog

Per wijk is door middel van een dialoog input opgehaald voor dit onderzoek. Hierbij is de bewoners gevraagd:

- Welke kansen de klankbordgroep ziet om de wijken te verduurzamen. De response was van algemene aard, over de transitie in het algemeen tot en met praktische c.q. wijk- specifieke kenmerken die benut kunnen worden in verschillende warmteconcepten.
- Welke risico's en zorgen de klankbordgroep ziet tijdens de transitie naar aardgasloze energievoorzieningen in de wijk. Hieruit kwam naar voren dat de betaalbaarheid van de transitie een belangrijk aandachtspunt is voor de bewoners.

Een compleet overzicht van de resultaten is terug te vinden in bijlage 1 'Resultaten wijkdialoog'.

2.2 Inventarisatie woningtypes en warmtebronnen

Om in de volgende fase verschillende warmteconcepten te kunnen beoordelen zijn in deze fase de randvoorwaarden per wijk in kaart gebracht. Hiervoor is onder meer gekeken naar:

Paramater	Bron
Woningbestand in de wijk	Vivet-model. Wijkpaspoorten aangeleverd door de gemeente Dalfsen. warmteverliesberekeningen aangeleverd door de gemeente Dalfsen.
Mogelijke warmtebronnen per wijk	Warmteatlas. Google maps. Warmtetransitievisie van de gemeente Dalfsen.
Specifieke woningkenmerken	Google maps. Wijkdialoog.

2.3 Verkenning van warmtetechnieken

In de derde stap hebben wij verschillende warmtetechnieken verkend. Dit is een kwalitatieve afweging geworden van 10 tot 15 warmtetechnieken per wijk, deze zijn getoetst aan verschillende relevante aspecten. De aspecten die we afgewogen hebben zijn:

Ruimtelijke inpasbaarheid

'Alle technische oplossingen hebben ruimtelijke impact. Het versterken van het elektriciteitsnet betekent namelijk ook extra transformatorkastjes in de buurt. Warmtepompen hebben vaak buitenunits met geluid en beeld. Collectieve warmtepompen vereisen pompputten, die ergens een plek moeten krijgen. En warmtenetten zorgen dat een groot deel van de buurt op de schop gaat voor de aanleg ervan. En ook voor waterstof is een voorziening nodig, die ergens moet komen staan. Om de buurt leefbaar en netjes te houden is het aspect ruimtelijk inpasbaar opgenomen, zodat we de gevolgen van individuele en collectieve warmteoplossingen voor het collectief goed in beeld brengen.'

Sweco heeft dit criterium verder gespecificeerd door ruimtelijke inpasbaarheid te beoordelen bij de woning en in de openbare ruimte.

Technische uitvoerbaarheid

'Alle beschikbare technieken (individuele en collectieve warmtepompen en warmtenet) hebben zich technisch bewezen in de afgelopen jaren. Dat geldt in zekere zin ook voor waterstof, maar dat is nog in de pilotfase (met projecten in onder andere Lochem, Hoogeveen en Wagenborgen). Echter elke techniek heeft zijn specifieke eisen als het gaat om de staat van de gebouwen en de ruimte in gebouwen. De isolatiegraad van de woning is belangrijk, maar ook of er plaats is voor de warmwatervoorziening. De alternatieve technische variant moet dus passen bij de gebouwen in de betreffende buurt.'

Sweco heeft dit criterium vertaald in de subcriteria: volwassenheid warmtetechniek, afhankelijkheid derden, gemeentelijke betrokkenheid, organisatorische complexiteit, planning en meekoppelkansen. Deze criteria zijn per technologie kwalitatief beoordeeld.

Organisatorisch regelbaar

'Individuele oplossingen kun je vaak alleen regelen, zonder dat je je burens erin hoeft te betrekken. Bij collectieve oplossingen is dat wel aan de hand; van wie is de installatie, wie betaalt ervoor en wie mag beslissen als er onderhoud nodig is, als je met vijf woningeigenaren aan één bron voor warmte bent gekoppeld. De vorm van organisatie is dus belangrijk voor collectieve warmteoplossingen, zodat iedereen weet wie beslist over wat.'

Sweco heeft als technisch adviesbureau dit criteria opgenomen in de beoordeling van de technische uitvoerbaarheid. Per concept is bepaald van welke stakeholders succesvolle realisatie en exploitatie afhankelijk is.

Sociale toepasbaarheid

'Iedereen moet mee kunnen doen met de overstap van aardgasgestookte cv-ketel naar een duurzaam warmteoplossing. Of je nu miljonair bent, of leeft van een bijstandsuitkering, er wordt geen uitzondering gemaakt op basis van inkomen en/of vermogen van de eigenaar van het gebouw. Daarom brengen we in beeld wat de duurzame warmteoplossingen betekenen voor al onze inwoners. Met die uitkomsten kunnen we in een vervolgonderzoek gaan kijken naar de financieringsvormen die kunnen helpen bij de overstap.'

Sweco heeft dit criterium op basis van de input van de klankbordgroepen uitgebreid met het subcriterium, keuzevrijheid van de bewoners. Vanwege de sterke overlap met het criterium financiële haalbaarheid zijn ze integraal benaderd en komen de bovenstaande specifieke gegevens niet specifiek terug in de matrix.

Financiële haalbaarheid

'Dit criterium laat zien wat de kosten van de technische keuze zijn, gedurende de levensduur van de technische keuze. Als een installatie 15 jaar meegaat en een andere installatie 30 jaar meegaat dan rekenen we met de kosten van plaatsen, onderhoud en vervanging voor 30 jaar voor beide systemen. We noemen dat de 'total cost of ownership' (TCO). Daarnaast heeft elke technische oplossing een deel 'in de buitenruimte' en een deel 'in het gebouw'. Beide kostenposten willen we inzichtelijk hebben, zodat we beeld hebben bij de maatschappelijke kosten in de buitenruimte en de kosten voor de eigenaar van het gebouw.'

Het bepalen van de financiële gevolgen per warmteoplossing is in deze fase kwalitatief uitgevoerd door middel van een inschatting van een eerste inschatting. Voor een select aantal concepten is deze verder verdiept in de volgende fase.

Overige impact

Sweco heeft vanuit zijn technisch perspectief dit criterium toegevoegd. Hierbij is per subcriteria bepaald welke gevolgen dit heeft op de bodem en (oppervlakte)water, geluidsproductie, impact tijdens werkzaamheden.

De resultaten van de verkenning zijn in de aparte bijlage 'Longlist Dalfsen.xlsx' terug te vinden.

2.4 Financiële haalbaarheid warmtetechnieken

In de vierde stap hebben we de financiële haalbaarheid van de warmtetechnieken onderzocht. Hiervoor hebben we de Total Cost of Ownership (TCO) over een periode van 30 jaar in beeld gebracht. De TCO zijn de totale eigendomskosten die een bewoner (particuliere woningeigenaar) heeft voor een aardgasloos energiesysteem gedurende 30 jaar.

De TCO wordt berekend door de volgende kosten op te tellen.

Investeringskosten particulieren eigenaar

- Investeringskosten in de aanschaf en installatie van een individueel verwarmingssysteem of aansluiting op een warmtenet.
- Kosten voor aanpassingen aan de woning zoals isolatiemaatregelen, ventilatiesysteem, warmteafgiftesysteem en een elektrische kookplaat.
- Subsidies voor de aanschaf van een verwarmingssysteem, aansluiting op een warmtenet en isolatiemaatregelen. Subsidies verlagen de investeringskosten.

Operationele kosten particulieren eigenaar

- Kosten voor vervanging (ofwel de herinvestering) van (onderdelen van) een energiesysteem.
- Jaarlijkse onderhoudskosten gedurende 30 jaar.
- Jaarlijkse energiekosten.
- Kosten voor vastrechten aansluiting gedurende 30 jaar.

Operationele kosten huurders

Deze doelgroep is niet specifiek onderzocht. Op basis van de uitkomsten voor de particulieren kunnen deze wel als basis dienen voor een verdiepend onderzoek, of voor het opstarten van de dialoog met de woningcorporaties.

Maatschappelijke kosten

Dit zijn kosten die door overheidsinstellingen, zoals gemeente, waterschap en netbeheerder worden gemaakt om een warmtetechniek toe te passen. De maatschappelijke kosten worden meegenomen in onze berekeningen en omvatten:

- Kosten aanleg elektriciteitsnet
Een gemiddelde netverzwaring per woning opgenomen, vanwege de aangekondigde netverzwaring van de drie wijken (berekend door TNO).
- Kosten aanleg netwerk
Voor de ZLT -warmte – en waterstofnetten is een kostendeckingsbijdrage per woning opgenomen. Dit is het bedrag dat nodig is om de onrendabele top van het warmtenet te dekken, gebaseerd op betaalbare tarieven en een bijdrage aan aansluitkosten (BAK of AB genoemd) op het maximumbedrag van ACM. De maatschappelijke kosten van een warmtenet zijn een stuk hoger dan een individuele oplossing. In algemene zin is het niet duidelijk wie de maatschappelijke kosten voor een warmtenet (onrendabele top) moet betalen.
- Kosten behoud van het gasnet.

Het is uiteindelijk belangrijk om zowel de kosten voor de bewoners als de maatschappelijke kosten zo laag mogelijk te houden. We hebben de TCO van verschillende warmtetechnieken in de wijk berekend, dit is de TCO voor bewoners én maatschappij. De uitgangspunten van het technische onderzoek staan in bijlage 2 'Uitgangspunten technisch onderzoek'.

Belangrijk is om aan te geven dat de resultaten een algemeen inzicht geeft in de financiële haalbaarheid in vergelijking met andere warmtetechnieken. Verdiepend onderzoek is nodig is om de haalbaarheid van een warmtetechniek verder te onderzoeken.

3 Toelichting warmtetechnieken

Onderstaande tabel geeft een toelichting op de verschillende warmtetechnieken.

Warmtetechniek	Toelichting
<i>MT warmtenet</i>	Een warmtenet, ook wel stadsverwarming genoemd, is een collectieve oplossing om meerdere woningen te verwarmen. Een warmtenet is onderdeel van een totaal energiesysteem. Dit systeem is op te delen in een (grote centrale) warmtebron, distributienet en een afleverset in de woning. Een midden temperatuur (MT) warmtenet levert warmte met een temperatuur van circa 70°C zodat ook direct warm tapwater kan worden gemaakt.
<i>LT warmtenet</i>	Een lage temperatuur (LT) warmtenet is technisch vergelijkbaar met een MT warmtenet, alleen is de temperatuur van de warmtebron lager. De warmte in een LT warmtenet heeft een temperatuur tot 55°C. In de woning wordt een apparaat toegevoegd om het warm tapwater tot circa 60°C te kunnen opwarmen. Dat kan bijvoorbeeld een elektrische boiler zijn.
<i>Bronnet</i>	Een bronnet heeft een nog lagere temperatuur dan een LT warmtenet, namelijk tussen de 15°C en 20°C. In de woning wordt een water-water warmtepomp toegevoegd om de woning van de juiste temperatuur warmte en warmtapwater te voorzien. Omdat de temperatuur in het net volledig ongeschikt is voor directe warmtelevering, is eigenlijk geen sprake van een warmtenet of stadsverwarming.
<i>All-electric individueel</i>	Bij de individuele all-electric warmtetechniek wordt de volledige warmtevraag van woningen elektrisch ingevuld. Een all-electric oplossing werkt meestal met een warmtepomp, zoals een lucht-water warmtepomp. De all-electric warmtetechniek wordt bij een individuele woning toegepast, en niet voor meerdere woningen, zoals een warmtenet of bronnet.
<i>Duurzaam gas</i>	Duurzaam gas kan zowel waterstofgas als groen gas zijn. Waterstofgas is een energiedrager die aardgas kan vervangen met beperkte aanpassingen aan het gasnet en installaties. De duurzaamheid van waterstof hangt af van de (groene) productiewijze. In Nederland zijn duurzame gassen (waterstof, biogas en groen gas) in beperkte mate beschikbaar voor het verwarmen van gebouwen, ook op langere termijn, zoals na 2030. Groen gas is een gas op basis van biogas. Door verbetering en zuivering van het biogas, heeft groen gas dezelfde eigenschappen als aardgas en kan het worden getransporteerd door de bestaande gasleidingen.
<i>GBES</i>	Een gesloten bodem energiesysteem (GBES). Een GBES is een gesloten verticale bodemwarmtewisselaar, zogenoemde bodemlussen, voor één gebouw of één of meerdere woningen. Dit systeem verplaatst geen water in de bodem en is daardoor eenvoudiger te beheren door een klein collectief.

4 Wijk Polhaar

4.1 Veelvoorkomende woningtypes Polhaar

In Polhaar zijn totaal 868 woningen en 9 utiliteitsgebouwen, 177 woningen (20,2% van de gebouwen) zijn in woningcorporatiebezit. In dit onderzoek zijn twee woningtypes meegenomen die veel voorkomen in de wijk, namelijk:

- **Tussenwoning met energielabel A**; er zijn in deze woning een groot aantal verduurzamingsmaatregelen genomen die voldoen aan de huidige isolatiestandaard. In Polhaar zijn er in totaal 105 woningen zeer vergelijkbaar met deze modelwoning. In totaal zijn er 5, 2-onder-1 kapwoningen, 24 hoekwoningen en 76 tussenwoningen met een A-label.
- **Tussenwoning met energielabel C**; er zijn in deze woning een aantal verduurzamingsmaatregelen genomen, maar deze voldoen niet aan de huidige standaard. In Polhaar zijn er in totaal 124 woningen zeer vergelijkbaar met deze modelwoning. In totaal zijn er 13, 2-onder-1 kapwoningen, 38 hoekwoningen en 73 tussenwoningen met een A-label.



Figuur 4-1 Ter illustratie: tussenwoningen aan de Stickerstraat met energielabel C uit 1971 (links)¹ en tussenwoningen aan de Campferbeekstraat met energielabel A uit 1971 (rechts)². Het verschil in energielabel voor deze woningen is afhankelijk van de verduurzamingsmaatregelen die genomen zijn.

De woningen in Polhaar tonen veel overeenkomsten met de woningen in Pleijendal (qua bouwjaar en -typologie), wel zijn de woningen in Polhaar beter geïsoleerd. Daarom geeft het onderzoek van Pleijendal ook een goed beeld van de mogelijkheden in Polhaar.

De uitkomsten van dit onderzoek zijn het meest representatief voor de bovenstaande modelwoningen. De mogelijkheid bestaat om het onderzoek uit te breiden naar de overige woningen in Polhaar. Hiervoor dienen minimaal de onderstaande uitgangspunten uit de TCO-berekening te worden aangepast.

Uitgangspunt	Bron
Verandering van warmtevraag na labelsprong	CBS/PBL 2021
Oppervlakte van de gebouwschil	Voorbeeldwoningen RVO (2022)

¹ [Huis te koop: Stickerstraat 4 7721 DP Dalfsen \[funda\]](#)

² [Huis verkocht: Campferbeekstraat 4 7721 EM Dalfsen \[funda\]](#)

4.2 Kansrijke warmte en energiebronnen

Op circa 700 m afstand van Polhaar is een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) gelegen, de restwarmte kan mogelijk ingezet worden als warmtebron voor de woningen in Polhaar. Daarnaast bestaat in Polhaar de mogelijkheid om twee windmolens te bouwen om zo duurzaam elektriciteit op te wekken. Deze elektriciteit zou (deels) in de energiedrager waterstof omgezet kunnen worden. Voor dit onderzoek is aangenomen dat de windmolens en de waterstofproductie plaatsvinden in de omgeving van het RWZI.



Figuur 4-2 RWZI Dalfsen ligt op circa 700 m afstand van de woonwijk.

4.3 Doorrekening warmtetechnieken

Op basis van de inzichten uit de verkenning en in overleg met de gemeente en de klankbordgroep zijn de volgende warmtetechnieken doorgerekend:

1. Individuele lagetemperatuur (LT) lucht-water warmtepomp.
2. Bronnet met restwarmte uit de RWZI en een individuele water-water warmtepomp.
3. Gesloten Bodem Energie Systeem (GBES), met per straat collectief bodemplussen en een collectieve warmtepomp.
4. Waterstof scenario: middentemperatuur (MT) warmtenet met restwarmte van de electrolyser (via waterstof productie met windmolens). De financiering wordt mogelijk gemaakt met de verkoop van waterstof. Bij onvoldoende restwarmte kan waterstof gebruikt worden om een aantal woningen te voorzien van warmte.

Ter referentie is de individuele cv-ketel doorgerekend. Bijlage 2 geeft een uitgebreid overzicht van de uitgangspunten, randvoorwaarden, bronnen en kentallen van het technisch onderzoek.

4.4 Resultaten financiële haalbaarheid

Een TCO-berekening, of Total Cost of Ownership-berekening, is een financiële analyse die de totale kosten van een investering over een bepaalde periode in kaart brengt, in dit geval over 30 jaar.

Dit omvat niet alleen de initiële investeringen, zoals de kosten voor isolatie en installaties, maar ook de operationele kosten, onderhoudskosten en eventuele andere uitgaven die gedurende de levensduur van het project optreden. In de berekening worden verschillende totalen gepresenteerd, zoals het totaalbedrag dat is geïnvesteerd in isolatie en het totaalbedrag voor de installaties. Ook zijn de operationele kosten (opex) inzichtelijk gemaakt, waarin specifiek de verbruikskosten voor het eerste jaar zijn opgenomen. Daarnaast wordt rekening gehouden met subsidies die van toepassing zijn, wat de uiteindelijke kosten kan verlagen en een belangrijk aspect vormt van de totale eigendomskosten.

De TCO-berekeningen zijn een globale inschatting van de kosten van de warmtetechniek over de duur van 30 jaar. Let op deze kosten zijn een inschatting op basis van aannames, het kan in praktijk anders zijn, daarom is ook een ondergrens en bovengrens (20% marge) opgenomen in de resultaat tabellen. De bedragen zijn geïndexeerd (2% per jaar), op deze manier wordt gecorrigeerd voor inflatie.

Voor beide geselecteerde woningtypes is de TCO-berekening voor alle concepten uitgevoerd. De resultaten zijn hieronder in tabelvorm gepresenteerd. Ter referentie is de huidige methodiek van verwarmen, verbranden van aardgas, ook opgenomen in de resultaten.

Tabel 4-1: TCO-resultaten van de tussenwoning met energielabel A.

Categorie	Kostenpost	Eenheid	LT-warmtepomp	Bronnet RWZI	GBES	Waterstof	Aardgas referentie
	Waterstofgas/ aardgas	€/GJ	€ -	€ -	€ -	€ 150,00	€ 44,24
	Elektra	€/kWh	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ -	€ -
Isolatie	Dak	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Gevel	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Glas	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Vloer	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Deur	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Kierdichting	€/woning	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Totaal	€/woning	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Installaties	Warmtepomp (incl. boiler/vat)	€/stuk	€ 20.700	11.900	€ -	€ -	€ -
	Booster warmtepomp (incl. individuele boiler/vat)	€/stuk	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Afgiftesysteem aanpassingen		€ 2.300	€ -	€ -	€ -	€ -
	Bijdrage aansluitkosten (BAK) warmtenet	€/woning	€ -	€ 5.500	€ 5.500	€ 5.500	€ -
	Waterstofketel	€/stuk	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Ventilatiesysteem (zonder subsidie)	€/stuk	€ 6.900	€ 6.900	€ 6.900	€ -	€ -
	Elektrisch koken	€/stuk	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties	€/woning	€ 31.500	€ 25.900	€ 14.000	€ 7.100	€ -
Subsidies	ISDE-subsidie installaties & warmtenet (2024)	€	€ -2.900	€ -6.900	€ -4.300	€ -	€ -
	Totale investering isolatie + installaties inclusief subsidie	€/woning	€ 28.400	€ 18.800	€ 9.700	€ 7.100	€ -
Operationeel	Verbruikskosten	€ eerste jaar	€ 1.300	€ 1.000	€ 1.500	€ 1.200	€ 1.700
	Geraamde verbruikskosten over 30 jaar	€ voor 30 jaar	€ 53.500	€ 39.100	€ 61.500	€ 47.200	€ 70.400
	Vastrechtkosten	€ voor 30 jaar	€ -	€ 10.200	€ 31.900	€ 12.900	€ 12.900
	Onderhoudskosten	€ voor 30 jaar	€ 6.100	€ -	€ -	€ 8.200	€ 8.200
	Rentekosten	€ voor 15 jaar	€ 6.300	€ 4.200	€ 2.100	€ 1.600	€ -
	Vervangingskosten	€/stuk	€ 23.200	€ 12.000	€ 4.300	€ -	€ 3.800
	Totale operationele kosten	€/woning	€ 89.100	€ 65.500	€ 99.800	€ 69.900	€ 95.300
	Additionele verzekering elektriciteitsnet t.b.v. Individueel all-electric oplossing	€/woning	€ 2.900	€ -	€ -	€ -	€ -
	Verwijderen gasnet/ instandhouding gasnet	€/woning	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Onrendabele top	€/woning	€ -	€ 23.100	€ 38.900	€ 180.000	€ -
	Subsidies	€/woning	€ 2.900	€ 6.900	€ 4.300	€ -	€ -
	Maatschappelijke kosten (o.b.v. kengetallen)	€/woning	€ 5.900	€ 30.000	€ 43.200	€ 180.000	€ -
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies	€/woning	€ 117.500	€ 84.300	€ 109.500	€ 77.000	€ 95.400
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk	€/woning	€ 123.400	€ 114.300	€ 152.700	€ 257.000	€ 85.400
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - laag	€/woning	€ 98.800	€ 91.400	€ 122.100	€ 205.600	€ 76.320
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - hoog	€/woning	€ 148.200	€ 137.200	€ 193.100	€ 308.400	€ 114.400

Tabel 4-2: TCO-resultaten van de tussenwoning met energielabel C.

Categorie	Kostenpost	Eenheid	LT-warmtepomp	Bronnet RWZI	GBES	Waterstof	Aardgas referentie
	Waterstofgas/ aardgas	€/GJ	€ -	€ -	€ -	€ 150,00	€ 44,24
	Elektra	€/kWh	0,40	0,40	0,40	€ -	€ -
Isolatie	Dak	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Gevel	€/m2 (zonder subsidie)	€ 28	€ 28	€ 28	niet nodig	niet nodig
	Glas	€/m2 (zonder subsidie)	€ 247	€ 247	€ 247	niet nodig	niet nodig
	Vloer	€/m2 (zonder subsidie)	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Deur	€/m2 (zonder subsidie)	€ 1.033	€ 1.033	€ 1.033	niet nodig	niet nodig
	Kierdichting	€/woning	€ 575	€ 575	€ 575	niet nodig	niet nodig
	Totaal	€/woning	€ 13.000	€ 13.000	€ 13.000	€ -	€ -
Installaties	Warmtepomp (incl. boiler vat)	€/stuk	€ 20.700	€ 11.900	€ -	€ -	€ -
	Booster warmtepomp (incl. individuele boiler vat)	€/stuk	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Afgiftesysteem aanpassingen		€ 2.300	€ -	€ -	€ -	€ -
	Bijdrage aansluitkosten (BAK) warmtenet	€/woning	€ -	€ 5.500	€ 5.500	€ 5.500	€ -
	Waterstofketel	€/stuk	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Ventilatiesysteem (zonder subsidie)	€/stuk	€ 6.900	€ 6.900	€ 6.900	€ -	€ -
	Elektrisch koken	€/stuk	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties	€/woning	€ 44.500	€ 38.900	€ 27.000	€ 7.100	€ -
Subsidies	ISDE-subsidie installaties & warmtenet (2024)	€	€ -2.900	€ -6.900	€ -4.300	€ -	€ -
	ISDE-subsidie isolatie (2023)	€	€ -5.600	€ -5.600	€ -5.600	€ -	€ -
	Totale investering isolatie + installaties inclusief subsidie	€/woning	€ 36.000	€ 26.400	€ 17.100	€ 7.100	€ -
Operationeel	Verbruikskosten	€ eerste jaar	€ 1.600	€ 1.200	€ 1.900	€ 1.500	€ 2.100
	Geraamde verbruikskosten over 30 jaar	€ voor 30 jaar	€ 63.600	€ 47.100	€ 75.200	€ 59.700	€ 85.200
	Vastrechtkosten	€ voor 30 jaar	€ -	€ 10.200	€ 31.900	€ 12.900	€ 12.900
	Onderhoudskosten	€ voor 30 jaar	€ 6.100	€ -	€ -	€ 8.200	€ 8.200
	Rentekosten	€ voor 15 jaar	€ 7.900	€ 5.800	€ 3.800	€ 1.600	€ -
	Vervangingskosten	€/stuk	€ 23.200	€ 12.000	€ -	€ -	€ 3.800
	Totale operationele kosten	€/woning	€ 100.800	€ 75.100	€ 115.200	€ 82.400	€ 110.100
	Additionele verzwarende elektriciteitsnet t.b.v. Individueel all-electric oplossing	€/woning	€ 2.900	€ -	€ -	€ -	€ -
	Verwijderen gasnet/ instandhouding gasnet	€/woning	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Onrendabele top	€/woning	€ -	€ 23.100	€ 38.900	€ 180.000	€ -
	Subsidies	€/woning	€ 8.500	€ 12.500	€ 9.900	€ -	€ -
	Maatschappelijke kosten (o.b.v. kengetallen)	€/woning	€ 11.500	€ 35.600	€ 48.800	€ 180.000	€ -
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies	€/woning	€ 136.800	€ 101.600	€ 132.300	€ 82.400	€ 110.100
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk	€/woning	€ 148.300	€ 137.100	€ 181.100	€ 268.500	€ 110.100
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - laag	€/woning	€ 110.600	€ 109.700	€ 144.800	€ 215.600	€ 80.000
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - hoog	€/woning	€ 178.000	€ 164.500	€ 217.200	€ 323.400	€ 132.120

4.5 Advies

De woningvoorraad in Polhaar is gemiddeld tot goed geïsoleerd, dit betekent dat er in de wijk lage(re) temperatuur warmtetechnieken toepasbaar zijn in de woningen. Ook betekent het dat er relatief weinig geïsoleerd moet worden. Wel zal uiteindelijk per woning onderzocht moeten worden hoeveel isolatiemaatregelen er genomen moeten worden.

Het waterstof scenario valt af vanwege de (enorm) hoge investeringen, dit scenario weegt niet op tegen de alternatieve warmtetechnieken. In Bijlage 3 wordt een uitgebreide toelichting gegeven op het waterstof scenario.

De resultaten laten zien dat het bronnet met restwarmte vanuit de RWZI het meest interessante scenario is om verder uit te werken. Aanvullend zou het interessant kunnen zijn om in plaats van een bronnet een MT warmtenet met restwarmte vanuit de RWZI in te zetten. Vervolgonderzoek zou moeten uitwijzen welke variant interessanter is. De RWZI van Dalfsen ligt op slechts 700 m afstand van de wijk. Hoe dichterbij de warmtebron, hoe beter de business case. De potentie van de restwarmte vanuit de RWZI moet verder onderzocht worden, ga hierover ook in gesprek met het waterschap Groot Salland.

De individuele LT lucht-water warmtepomp blijkt ook een kansrijke warmtetechniek bij de woningen in Polhaar. Daarbij is een aandachtspunt dat een luchtwarmtepomp een buitendeel heeft en geluid produceert. Omdat er in Polhaar veel rijwoningen zijn, zal er bij grootschalige toepassing van de individuele LT lucht-warmtepomp beleid voor geluid en ruimtelijke inpassing moeten komen.

De warmtetechniek met GBES en per straat collectief bodemplussen en een collectieve warmtepomp lijkt minder geschikt. Dit heeft vooral te maken met de hoge investeringskosten van het systeem omdat er zowel buizen benodigd zijn vanuit de bodemplussen naar de warmtepomp als vanaf de warmtepomp een warmtenet naar de woningen. Mogelijk is het systeem met individuele bodem warmtepompen in de woningen interessanter, omdat dan enkel leidingen vanaf de bodemplussen naar de huizen toe nodig zijn.

Vervolgstappen Polhaar

- Verdieping op technisch-financiële haalbaarheid kansrijke warmtetechnieken:
 - verdieping op de technisch-financiële haalbaarheid van de kansrijke warmtetechnieken individuele all-electric warmtetechniek en bronnet, doorgerekend voor de hele wijk;
 - potentie restwarmte uit RWZI.
- In gesprek met stakeholders, onder andere:
 - woningcorporatie(s) in Polhaar over (renovatie)plannen bij de woningen en toepassing aardgasloze warmtetechnieken;
 - waterschap Groot Salland over mogelijkheden uitkoppeling restwarmte RWZI Dalfsen;
 - netbeheerder Enexis over toepassing van verschillende warmtetechnieken in de wijk en beleidskaders.
- Uitwerken wijkuitvoeringsplan.

5 Wijk Pleijendal

5.1 Veelvoorkomende woningtypes Pleijendal

In Pleijendal zijn in totaal 660 woningen en 15 utiliteitsgebouwen, 221 woningen (32,7% van de gebouwen) zijn in woningcorporatiebezit. In dit onderzoek zijn twee woningtypes meegenomen die veel voorkomen in de wijk:

- **Tussenwoning met energielabel C;** in Pleijendal zijn er in totaal 104 woningen zeer vergelijkbaar met deze modelwoning. In totaal zijn er 17, 2-onder-1 kapwoningen, 36 hoekwoningen en 51 tussenwoningen met een C-label.
- **Tussenwoning met energielabel E;** er zijn in deze woning geen tot weinig isolatiemaatregelen genomen. In Pleijendal zijn er in totaal 35 woningen zeer vergelijkbaar met deze modelwoning. In totaal zijn er 10, 2-onder-1 kapwoningen, 12 hoekwoningen en 13 tussenwoningen met een E-label.



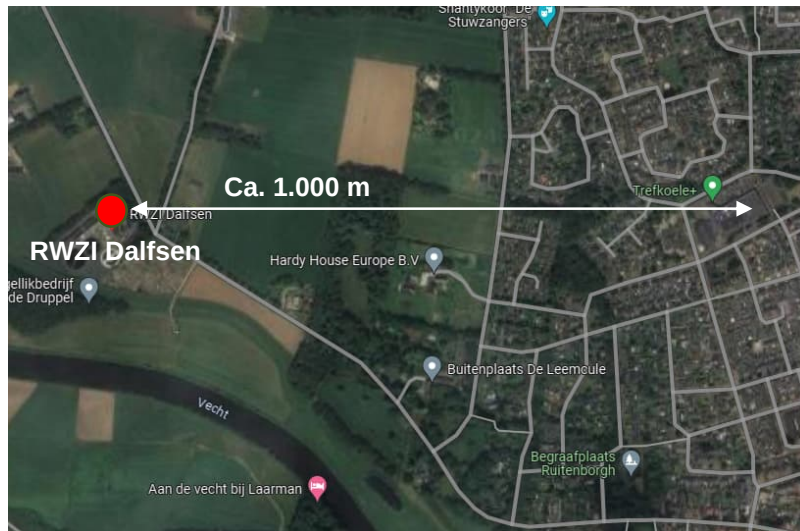
Figuur 5-13 Ter illustratie: rijwoningen aan de Koestraat met energielabel E uit 1969³.

De woningen in Pleijendal tonen veel overeenkomsten met de woningen in Polhaar (qua bouwjaar en bouwtypologie). Daarom geeft het onderzoek van Polhaar ook een goed beeld van de mogelijkheden in Pleijendal.

³ [Huis te koop: Koestraat 4 A 7721 CR Dalfsen \[funda\]](#)

5.2 Kansrijke warmtebronnen

De afstand tussen voorgenoemde RWZI en Pleijendal is 1.000 m.



Figuur 5-14 RWZI Dalfsen ligt op circa 1.000 m afstand van de woonwijk.

5.3 Doorrekenen warmtetechnieken

Op basis van de inzichten uit de verkenning en in overleg met de gemeente en de klankbordgroep zijn de volgende warmtetechnieken doorgerekend:

1. Individuele MT lucht-water warmtepomp.
2. Bronnet met restwarmte uit de RWZI en een individuele MT water-water warmtepomp.
3. Gesloten Bodem Energie Systeem (GBES), met per straat collectief bodemlussen en een collectieve warmtepomp.

Ter referentie is de individuele cv-ketel doorgerekend. Bijlage 2 geeft een uitgebreid overzicht van de uitgangspunten, randvoorwaarden, bronnen en kentallen van het technisch onderzoek.

5.4 Resultaten financiële haalbaarheid

Een TCO-berekening, of Total Cost of Ownership-berekening, is een financiële analyse die de totale kosten van een investering over een bepaalde periode in kaart brengt, in dit geval over 30 jaar. Dit omvat niet alleen de initiële investeringen, zoals de kosten voor isolatie en installaties, maar ook de operationele kosten, onderhoudskosten en eventuele andere uitgaven die gedurende de levensduur van het project optreden. In de berekening worden verschillende totalen gepresenteerd, zoals het totaalbedrag dat is geïnvesteerd in isolatie en het totaalbedrag voor de installaties. Ook zijn de operationele kosten (opex) inzichtelijk gemaakt, waarin specifiek de verbruikskosten voor het eerste jaar zijn opgenomen. Daarnaast wordt rekening gehouden met subsidies die van toepassing zijn, wat de uiteindelijke kosten kan verlagen en een belangrijk aspect vormt van de totale eigendomskosten.

De TCO-berekeningen zijn een globale inschatting van de kosten van de warmtetechniek over de duur van 30 jaar. Let op deze kosten zijn een inschatting op basis van aannames, het kan in praktijk anders zijn, daarom is ook een ondergrens en bovengrens (20% marge) opgenomen in de resultaat tabellen. De bedragen zijn geïndexeerd (2% per jaar), op deze manier wordt gecorrigeerd voor inflatie.

Voor beide geselecteerde woningtypes is de TCO-berekening voor alle concepten uitgevoerd. De resultaten zijn hieronder in tabelvorm gepresenteerd. Ter referentie is de huidige methodiek van verwarmen, verbranden van aardgas, ook opgenomen in de resultaten.

Tabel 5-1 TCO-resultaten van de tussenwoning met energielabel C

Categorie	Kostenpost	Eenheid	MT-warmtepomp	Bronnet RWZI	GBES	Aardgas referentie
	Waterstofgas/ aardgas	€/GJ	€ -		€ -	€ 44,24
	Elektra	€/kWh	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ -
Isolatie	Hellend dak	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Gevel	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Glas	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Vloer	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Deur	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Kierdichting	€/woning	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Totaalbedrag	€/woning	€ -	€ -	€ -	€ -
Installaties	Warmtepomp (incl. boiler)vat	€/stuk	€ 19.800	€ 11.900	€ -	€ -
	Booster warmtepomp (incl. individuele boiler)vat	€/stuk	€ -	€ 4.200		€ -
	Afgiftesysteem aanpassingen		€ -	€ -	€ -	€ -
	Bijdrage aansluitkosten (BAK) warmtenet	€/woning	€ -	€ 5.500	€ 5.500	€ -
	Waterstofketel	€/stuk	€ -	€ -	€ -	€ -
	Ventilatiesysteem (zonder subsidie)	€/stuk	€ 5.400	€ 5.400	€ 5.400	€ -
	Elektrisch koken	€/stuk	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties	€/woning	€ 26.800	€ 28.600	€ 12.500	€ -
Subsidies	ISDE-subsidie installaties & warmtenet (2024)	€	€ -2.900	€ -6.900	€ -4.300	€ -
	ISDE-subsidie isolatie (2023)	€	€ -	€ -	€ -	€ -
	Totale investering isolatie + installaties inclusief subsidie	€/woning	€ 23.900	€ 21.700	€ 8.200	€ -
Operationeel	Verbruikskosten	€ eerste jaar	€ 1.400	€ 1.400	€ 1.700	€ 2.000
	Geraamde verbruikskosten over 30 jaar	€ voor 30 jaar	€ 58.200	€ 58.100	€ 68.900	€ 112.100
	Vastrechtkosten	€ voor 30 jaar	€ -	€ 10.200	€ 31.900	€ 12.900
	Onderhoudskosten	€ voor 30 jaar	€ 6.100	€ -	€ -	€ 8.200
	Rentekosten	€ voor 15 jaar	€ 5.300	€ 4.800	€ 1.800	€ -
	Vervangingskosten	€/stuk	€ 20.000	€ 16.300	€ -	€ 3.800
	Totale operationele kosten	€/woning	€ 89.600	€ 89.400	€ 102.600	€ 137.000
	Additionele verzwarende elektriciteitsnet t.b.v. Individueel all-electric oplossing	€/woning	€ 2.900	€ -	€ -	€ -
	Verwijderen gasnet/ instandhouding gasnet	€/woning	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Onrendabele top	€/woning	€ -	€ 21.000	€ 42.000	€ -
	Subsidies	€/woning	€ 2.900	€ 6.900	€ 4.300	€ -
	Maatschappelijke kosten (o.b.v. kengetallen)	€/woning	€ 5.900	€ 27.900	€ 46.300	€ -
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies	€/woning	€ 113.500	€ 111.100	€ 110.800	€ 137.100
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk	€/woning	€ 116.400	€ 139.000	€ 157.100	€ 137.100
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - laag	€/woning	€ 95.400	€ 111.100	€ 125.700	€ 109.680
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - hoog	€/woning	€ 143.100	€ 166.700	€ 188.500	€ 164.520

Tabel 5-2: TCO-resultaten van de tussenwoning met energielabel E

Categorie	Kostenpost	Eenheid	MT-warmtepomp	Bronnet RWZI	GBES	Aardgas referentie
	Waterstofgas/ aardgas	€/GJ	€ -		€ -	€ 44,24
	Elektra	€/kWh	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ -
Isolatie	Hellend dak	€/m2	€ 100	€ 100	€ 100	€ 100
	Gevel	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Glas	€/m2	€ 203	€ 203	€ 203	€ 203
	Vloer	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Deur	€/m2	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Kierdichting	€/woning	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig
	Totaalbedrag	€/woning	€ 11.100	€ 11.100	€ 11.100	€ 11.100
Installaties	Warmtepomp (incl. boiler vat)	€/stuk	€ 19.800	€ 11.900	€ -	€ -
	Booster warmtepomp (incl. individuele boiler vat)	€/stuk	€ -	€ 4.200		€ -
	Afgiftesysteem aanpassingen		€ -	€ -	€ -	€ -
	Bijdrage aansluitkosten (BAK) warmtenet	€/woning	€ -	€ 5.500	€ 5.500	€ -
	Waterstofketel	€/stuk	€ -	€ -	€ -	€ -
	Ventilatiesysteem (zonder subsidie)	€/stuk	€ 5.400	€ 5.400	€ 5.400	€ -
	Elektrisch koken	€/stuk	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties	€/woning	€ 37.900	€ 39.700	€ 23.600	€ -
Subsidies	ISDE-subsidie installaties & warmtenet (2024)	€	€ -2.900	€ -6.900	€ -4.300	€ -
	ISDE-subsidie isolatie (2023)	€	€ - 5.600	€ - 5.600	€ - 5.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties inclusief subsidie	€/woning	€ 29.400	€ 27.200	€ 13.700	€ -
Operationeel	Verbruikskosten	€ eerste jaar	€ 1.700	€ 1.700	€ 2.100	€ 2.400
	Geraamde verbruikskosten over 30 jaar	€ voor 30 jaar	€ 70.400	€ 70.900	€ 84.100	€ 136.400
	Vastrechtkosten	€ voor 30 jaar	€ -	€ 10.200	€ 31.900	€ 12.900
	Onderhoudskosten	€ voor 30 jaar	€ 6.100	€ -	€ -	€ 8.200
	Rentekosten	€ voor 15 jaar	€ 6.500	€ 6.000	€ 3.000	€ -
	Vervangingskosten	€/stuk	€ 20.000	€ 16.300	€ -	€ 3.800
	Totale operationele kosten	€/woning	€ 103.000	€ 103.400	€ 119.000	€ 161.300
	Additionele verzwarende elektriciteitsnet t.b.v. Individueel all-electric oplossing	€/woning	€ 2.900	€ -	€ -	€ -
	Verwijderen gasnet/ instandhouding gasnet	€/woning	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Onrendabele top	€/woning	€ -	€ 21.000	€ 42.000	€ -
	Subsidies	€/woning	€ 8.500	€ 12.500	€ 9.900	€ -
	Maatschappelijke kosten (o.b.v. kengetallen)	€/woning	€ 11.400	€ 33.500	€ 51.900	€ -
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies	€/woning	€ 132.400	€ 130.600	€ 132.700	€ 161.300
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk	€/woning	€ 143.800	€ 164.100	€ 184.600	€ 161.300
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - laag	€/woning	€ 114.700	€ 131.200	€ 147.700	€ 129.040
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - hoog	€/woning	€ 172.100	€ 196.800	€ 221.500	€ 193.560

5.5 Advies

De woningvoorraad in Pleijendal is slecht tot gemiddeld geïsoleerd, dit betekent dat er in de wijk MT-warmtetechnieken nodig zijn in de woningen. Daarnaast betekent dit dat de (meeste) woningen geïsoleerd moeten worden. Uiteindelijk zal per woning onderzocht moeten worden hoeveel isolatiemaatregelen er daadwerkelijk genomen moeten worden.

De financiële haalbaarheid is het meest gunstig bij toepassing van de individuele MT lucht-water warmtepomp. Wanneer woningen goed geïsoleerd worden is een LT lucht-water warmtepomp ook goed toepasbaar. Daarbij is een aandachtspunt dat een lucht-water warmtepomp een buitendeel heeft en geluid produceert.

Ook de financiële haalbaarheid van het bronnet met de RWZI als restwarmte-bron is positief. De RWZI van Dalfsen ligt op 1.000 m afstand van de wijk, waardoor dit een interessante restwarmtebron is. De potentie van de restwarmte vanuit de RWZI moet verder onderzocht worden. In Pleijendal is een redelijk hoog woningcorporatiebezit (32,7%), hierdoor is de toepassing van een collectieve warmtetechniek kansrijk. Ook is in de wijk (openbare) ruimte beschikbaar voor collectieve warmtepompen of andere installaties, vanwege de aanwezigheid van 'oude warmtehuisjes'. De haalbaarheid van een bronnet behoeft vervolgonderzoek en afstemming met bepalende stakeholders.

De oplossing die bestaat uit een GBES, met per straat collectief bodemlussen en een collectieve warmtepomp lijkt minder geschikt. Dit heeft vooral te maken met de hoge investeringskosten van het systeem omdat er zowel buizen benodigd zijn vanuit de bodemlussen naar de warmtepomp als vanaf de warmtepomp een warmtenet naar de woningen. Mogelijk is het systeem met individuele bodem warmtepompen in de woningen interessanter, omdat dan enkel leidingen vanaf de bodemlussen naar de huizen toe nodig zijn.

Vervolgstappen Pleijendal

- Verdieping op technisch-financiële haalbaarheid kansrijke warmtetechnieken:
 - verdieping op de technisch-financiële haalbaarheid van de kansrijke warmtetechnieken individuele all-electric warmtetechniek en bronnet, doorgerekend voor de hele wijk;
 - potentie restwarmte uit RWZI.
- In gesprek met stakeholders, onder andere:
 - woningcorporatie(s) in Pleijendal over (renovatie)plannen bij de woningen en toepassing aardgasloze warmtetechnieken;
 - waterschap Groot Salland over mogelijkheden uitkoppeling restwarmte RWZI Dalfsen;
 - netbeheerder Enexis over toepassing van verschillende warmtetechnieken in de wijk en beleidskaders.
- Uitwerken wijkuitvoeringsplan.

6 Westerbouwlanden

6.1 Veelvoorkomende woningtypes

In Westerbouwlanden zijn totaal 541 woningen en 2 utiliteitsgebouwen, 100 van deze woningen (18,4% van de gebouwen) zijn in woningcorporatiebezit. Een deel van de woningen in Westerbouwlanden zijn al aardgasvrij gebouwd, waardoor hier geen maatregelen meer genomen hoeven te worden, deze woningtypes zijn daarom niet meegenomen in dit onderzoek. Er zijn twee woningtypes meegenomen die veel voorkomen in de wijk, en nog een cv-ketel hebben:

- **Twee-onder-een kapwoning met energielabel A (2010 - 2020);** gebouwd in de periode 2010 - 2020. Tijdens de bouw zijn deze woningen goed geïsoleerd, daarmee voldoen ze aan de huidige isolatiestandaard. De isolatie van woningen die na 2010 zijn gebouwd is beter dan de woningen die tussen 1996 en 2010 zijn gebouwd, hierdoor is de energiebehoefte lager voor de nieuwere woningen.
- **Twee-onder-een kapwoning met energielabel A (1996 – 2010);** gebouwd in de periode 1996 - 2010. Tijdens de bouw zijn deze woningen goed geïsoleerd en voldoen daarmee aan de huidige isolatiestandaard.



Figuur 6-1 Ter illustratie: een twee-onder-een-kapwoning aan de Vechtland met energielabel A uit 2006⁴ en een twee-onder-een-kap woning aan de Snoekbaars met energielabel A uit 2011⁵.

6.2 Kansrijke warmtebronnen

Sinds 2021 zijn er in Nieuwleusen twee windmolens die duurzaam elektriciteit opwekken. Deze elektriciteit zou (deels) in de energiedrager waterstof omgezet kunnen worden. Waterstof kan onder andere als (rest)warmtebron ingezet worden.

6.3 Doorrekening warmtetechnieken

Op basis van de inzichten uit de verkenning en in overleg met de gemeente en de klankbordgroep zijn de volgende warmtetechnieken doorgerekend:

1. Individuele lagetemperatuur (LT) lucht-water warmtepomp.
2. Lagetemperatuur (LT) warmtenet gevoed door een collectieve lagetemperatuur (LT) lucht-water warmtepomp.
3. Waterstofproductie door de bestaande windmolens en toekomstige zonnepanelen van de industrie. Restwarmte verkopen aan de industrie. Waterstof via de bestaande gasleidingen gebruiken om de woningen te verwarmen.

⁴ [Huis te koop: Vechtland 48 7711 VB Nieuwleusen \[funda\]](#)

⁵ [Huis te koop: Snoekbaars 2 7711 VT Nieuwleusen \[funda\]](#)

Ter referentie is de individuele cv-ketel doorgerekend. Bijlage 2 'Uitgangspunten technisch onderzoek' geeft een uitgebreid overzicht van de uitgangspunten, randvoorwaarden, bronnen en kentallen van het technisch onderzoek.

6.4 Resultaten financiële haalbaarheid

Een TCO-berekening, of Total Cost of Ownership-berekening, is een financiële analyse die de totale kosten van een investering over een bepaalde periode in kaart brengt, in dit geval over 30 jaar. Dit omvat niet alleen de initiële investeringen, zoals de kosten voor isolatie en installaties, maar ook de operationele kosten, onderhoudskosten en eventuele andere uitgaven die gedurende de levensduur van het project optreden. In de berekening worden verschillende totalen gepresenteerd, zoals het totaalbedrag dat is geïnvesteerd in isolatie en het totaalbedrag voor de installaties. Ook zijn de operationele kosten (opex) inzichtelijk gemaakt, waarin specifiek de verbruikskosten voor het eerste jaar zijn opgenomen. Daarnaast wordt rekening gehouden met subsidies die van toepassing zijn, wat de uiteindelijke kosten kan verlagen en een belangrijk aspect vormt van de totale eigendomskosten.

De TCO-berekeningen zijn een globale inschatting van de kosten van de warmtetechniek over de duur van 30 jaar. Let op deze kosten zijn een inschatting op basis van aannames, het kan in praktijk anders zijn, daarom is ook een ondergrens en bovengrens (20% marge) opgenomen in de resultaat tabellen. De bedragen zijn geïndexeerd (2% per jaar), op deze manier wordt gecorrigeerd voor inflatie.

Voor beide geselecteerde woningtypes is de TCO-berekening voor alle concepten uitgevoerd. De resultaten zijn hieronder in tabelvorm gepresenteerd. Ter referentie is de huidige methodiek van verwarmen, verbranden van aardgas, ook opgenomen in de resultaten.

Tabel 6-1 TCO-resultaten van de twee-onder-een kapwoning uit de bouwperiode 2010-2020.

Categorie	Kostenpost	Eenheid	LT-warmtepomp	Waterstof	LT warmtenet	Aardgas referentie
	Waterstofgas/ aardgas	€/GJ	€ -	€ 150,00	€ -	€ 44,24
	Elektra	€/kWh	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ -
Installaties	Warmtepomp (incl. boiler vat)	€/stuk	€ 20.700	€ -	€ -	€ -
	Booster warmtepomp (incl. individuele boiler vat)	€/stuk	€ -	€ -	€ 4.200	€ -
	Afgiftesysteem aanpassingen		€ 2.300	€ -	€ -	€ -
	Bijdrage aansluitkosten (BAK) warmtenet	€/woning	€ -	€ -	€ 5.500	€ -
	Waterstofketel	€/stuk	€ -	€ 3.300	€ -	€ -
	Ventilatiesysteem (zonder subsidie)	€/stuk	€ 6.900	€ 6.900	€ 6.900	€ -
	Elektrisch koken	€/stuk	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties	€/woning	€ 31.500	€ 11.800	€ 18.200	€ -
Subsidies	ISDE-subsidie installaties & warmtenet (2024)	€	€ -2.900	€ -	€ -4.300	€ -
	Totale investering isolatie + installaties inclusief subsidie	€/woning	€ 28.600	€ 11.800	€ 13.900	€ -
Operationeel	Verbruikskosten	€ eerste jaar	€ 1.500	€ 6.300	€ 1.600	€ 1.900
	Geraamde verbruikskosten over 30 jaar	€ voor 30 jaar	€ 59.200	€ 254.400	€ 65.600	€ 78.500
	Vastrechtkosten	€ voor 30 jaar	€ -	€ 12.900	€ 31.900	€ 12.900
	Onderhoudskosten	€ voor 30 jaar	€ 6.100	€ 8.200	€ -	€ 8.200
	Rentekosten	€ voor 15 jaar	€ 6.300	€ 2.600	€ 3.100	€ -
	Vervangingskosten	€/stuk	€ 23.200	€ 3.400	€ 4.300	€ 3.800
	Totale operationele kosten	€/woning	€ 94.800	€ 281.500	€ 104.900	€ 103.400
	Additionele verzwarende elektriciteitsnet t.b.v. Individueel all-electric oplossing	€/woning	€ 2.900	€ -	€ -	€ -
	Verwijderen gasnet/ instandhouding gasnet	€/woning	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Onrendabele top	€/woning	€ -	€ 150.000	€ 15.500	€ -
	Subsidies	€/woning	€ 2.900	€ -	€ 4.300	€ -
	Maatschappelijke kosten (o.b.v. kengetallen)	€/woning	€ 5.900	€ 150.000	€ 19.900	€ -
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies	€/woning	€ 123.400	€ 293.300	€ 119.800	€ 103.000
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk	€/woning	€ 129.300	€ 443.300	€ 138.700	€ 103.000
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - laag	€/woning	€ 103.100	€ 354.400	€ 111.100	€ 82.400
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - hoog	€/woning	€ 154.700	€ 531.600	€ 166.700	€ 123.600

Tabel 6-2 TCO-resultaten van de twee-onder-een kapwoning uit de bouwperiode 1996-2010.

Categorie	Kostenpost	Eenheid	LT-warmtepomp	Waterstof	LT warmtenet	Aardgas referentie
	Waterstofgas/ aardgas	€/GJ	€ -	€ 150,00	€ -	€ 44,24
	Elektra	€/kWh	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ -
Installaties	Warmtepomp (incl. boiler vat)	€/stuk	€ 20.700	€ -	€ -	€ -
	Booster warmtepomp (incl. individuele boiler vat)	€/stuk	€ -	€ -	€ 4.200	€ -
	Afgiftesysteem aanpassingen		€ 2.300	€ -	€ -	€ -
	Bijdrage aansluitkosten (BAK) warmtenet	€/woning	€ -	€ -	€ 5.500	€ -
	Waterstofketel	€/stuk	€ -	€ 3.300	€ -	€ -
	Ventilatiesysteem (zonder subsidie)	€/stuk	€ 6.900	€ 6.900	€ 6.900	€ -
	Elektrisch koken	€/stuk	€ 1.600	€ 1.600	€ 1.600	€ -
	Totale investering isolatie + installaties	€/woning	€ 31.500	€ 11.800	€ 18.200	€ -
Subsidies	ISDE-subsidie installaties & warmtenet (2024)	€	€ -2.900	€ -	€ -4.300	€ -
	Totale investering isolatie + installaties inclusief subsidie	€/woning	€ 28.600	€ 11.800	€ 13.900	€ -
Operationeel	Verbruikskosten	€ eerste jaar	€ 1.600	€ 6.900	€ 1.800	€ 2.100
	Geraamde verbruikskosten over 30 jaar	€ voor 30 jaar	€ 64.700	€ 280.300	€ 73.100	€ 86.500
	Vastrechtkosten	€ voor 30 jaar	€ -	€ 12.900	€ 31.900	€ 12.900
	Onderhoudskosten	€ voor 30 jaar	€ 6.100	€ 8.200	€ -	€ 8.200
	Rentekosten	€ voor 15 jaar	€ 6.300	€ 2.600	€ 3.100	€ -
	Vervangingskosten	€/stuk	€ 23.200	€ 3.400	€ 4.300	€ 3.800
	Totale operationele kosten	€/woning	€ 100.300	€ 307.400	€ 112.400	€ 111.400
	Additionele verzwaring elektriciteitsnet t.b.v. Individueel all-electric oplossing	€/woning	€ 2.900	€ -	€ -	€ -
	Verwijderen gasnet/ instandhouding gasnet	€/woning	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Onbekend
	Onrendabele top	€/woning	€ -	€ 150.000	€ 15.500	€ -
	Subsidies	€/woning	€ 2.900	€ -	€ 4.300	€ -
	Maatschappelijke kosten (o.b.v. kengetallen)	€/woning	€ 5.900	€ 150.000	€ 19.900	€ -
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies	€/woning	€ 128.900	€ 319.200	€ 126.300	€ 112.000
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk	€/woning	€ 134.900	€ 469.200	€ 146.200	€ 112.000
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - laag	€/woning	€ 108.000	€ 375.200	€ 116.700	€ 89.600
	Totaal TCO (30 jaar) incl. subsidies & maatschappelijk - hoog	€/woning	€ 162.800	€ 562.800	€ 175.100	€ 134.400

6.5 Advies

De woningvoorraad in Westerbouwlanden is (zeer) goed geïsoleerd, dit betekent dat er in de wijk lage temperatuur warmtetechnieken toepasbaar zijn in de woningen. De woningen behoeven geen aanvullende isolatie. Mogelijk moet bij het oudere woningtype (gebouwd vóór 2000) het warmteafgiftesysteem aangepast worden, dit zal onderzocht moeten worden.

Het waterstof scenario valt af vanwege de (enorm) hoge investeringen en hoge verbruikskosten (ofwel energiekosten van de bewoner), dit scenario weegt niet op tegen de alternatieve warmtetechnieken. In bijlage 3 'Toelichting waterstof scenario' wordt een uitgebreide toelichting gegeven op het waterstof scenario.

De totale TCO voor de LT lucht-water warmtepomp en het LT warmtenet liggen relatief dichtbij elkaar. De TCO voor het LT warmtenet is lager, maar inclusief maatschappelijke kosten komt deze weer wat hoger uit dan de LT lucht-water warmtepomp. Op basis van de TCO-resultaten zijn beide varianten interessant.

De individuele all-electric oplossing is interessant voor de wijk Westerbouwlanden, vanwege de ruimte opzet van de wijk. Een individuele LT lucht-water warmtepomp of individuele LT-bodem warmtepomp lijkt ruimtelijk goed inpasbaar bij de woningen en in de grond (in het geval van de bodem warmtepomp). Bij toepassing van een individuele all-electric oplossing wordt de belasting op het elektriciteitsnet een stuk hoger, ga hierover in gesprek met netbeheerder Enexis. Daarnaast is het van belang de woningcorporatie(s) in Nieuwleusen goed mee te nemen en te onderzoeken of samen opgetrokken kan worden. Het is daarom van belang stakeholders goed mee te nemen.

Vanuit onze ervaringen is een bronnet, als variant op het LT warmtenet, ook een financieel interessante oplossing voor de wijk. Het bronnet wordt toegelicht in hoofdstuk 3 'Toelichting warmtetechnieken'. Er zijn minder warmteverliezen in een bronnet ten opzichte van een LT warmtenet, daarnaast werkt een bronnet efficiënter en is goedkoper. Omdat de wijk ruim is opgezet is er ook relatief meer ruimte voor de bodemplussen. Deze variant is niet meegenomen als warmtetechniek in het onderzoek, maar is aan te bevelen bij een vervolg.

Vervolgstappen Westerbouwlanden

- Verdieping op technisch-financiële haalbaarheid kansrijke warmtetechnieken:
 - verdieping op de technisch-financiële haalbaarheid van de kansrijke warmtetechnieken individuele all-electric warmtetechnieken (LT lucht-water warmtepomp LT-bodem warmtepomp) en het bronnet, doorgerekend voor de hele wijk.
- In gesprek met stakeholders, onder andere:
 - woningcorporatie(s) in Nieuwleusen (en specifiek Westerbouwlanden) over (renovatie)plannen bij de woningen en toepassing aardgasloze warmtetechnieken;
 - netbeheerder Enexis over toepassing van verschillende warmtetechnieken in de wijk en beleidskaders, zoals de gevolgen voor de infrastructuur bij toepassing van all-electric in de wijk en LT warmtenet.
- Uitwerken wijkuitvoeringsplan.

Bijlage 1 Resultaten wijkdialoog

Wijkdialoog met klankbordgroep Polhaar

Datum: 3 juni 2024

Locatie: gemeentehuis Dalfsen

Kansen	Actie
Afhankelijkheid gas verkleinen.	Meegenomen in onderzoek alle warmteconcepten maken gebruik van fossielvrije energie.
Stop warmtebedrijf/coöperatie is gemiste kans voor draagvlak bewoners (besluit gemeenteraad vorige week).	Niet meegenomen in het onderzoek.
Kostenreductie (of zelfs kosten positiviteit) in de toekomst.	Meegenomen in het onderzoek (financiële haalbaarheid).
Zorgen en risico's	Acties
Laatste 10% besparing kost het meest (bijvoorbeeld isolatie).	Meegenomen in onderzoek (financiële haalbaarheid), niet alle geselecteerde concepten vereisen een A-label isolatie schil.
Er bestaat geen 'one size fits all oplossing', er zijn veel verschillende woningtypes in Polhaar.	Niet meegenomen in onderzoek. Het detailniveau van dit onderzoek is niet op individueel woningniveau.

Wijkdialoog met klankbordgroep Pleijendal

Datum: 3 juni 2024

Locatie: gemeentehuis Dalfsen

Technisch onderzoek:

- Randvoorwaarden moeten geborgd worden.
- TCO in beeld brengen.
- Garantie energielevering: hoe ga je dat doen?
- Goede kaders aanleveren, zoals juiste temperatuurregimes.

Kansen	Actie
Overstappen op één energiedrager (elektriciteit), onafhankelijk van andere energiebronnen.	Meegenomen in onderzoek (verkenningfase), onderzochte warmtetechnieken voor haalbaarheidsfase afgestemd met klankbordgroep.
Zorgen en risico's	Acties
Vloeren in veel woningen kunnen niet worden gefreesd of geïsoleerd, vanwege VANEG-woningen in Pleijendal.	Meegenomen in onderzoek (financiële haalbaarheid), geselecteerde isolatie maatregelen zijn niet destructief voor de woning.
Arbeids- en materiële kosten meenemen en serieuze inschatting van maken ook richting de toekomst.	Meegenomen in onderzoek (financiële haalbaarheid), Geschatte materiaal en arbeidskosten worden jaarlijks geïndexeerd met 2%.
Hoe gaan we garanderen dat de resultaten van dit onderzoek en uitgangspunten (kosten etc.) richting de realisatie ook gehandhaafd worden? Continuering moet vastgelegd worden.	Niet meegenomen in onderzoek.

Wijkdialoog met klankbordgroep Westerbouwlanden

Datum: 26 juni 2024

Locatie: De Spil, Nieuwleusen

In onderstaande tabel zijn de vervolgacties opgenomen die ondernomen zijn met de input vanuit de wijkdialoog. Een groot deel van de input is meegenomen in de verkenningsfase, haalbaarheidsfase en/of als randvoorwaarde voor het onderzoek. Niet alle input is meegenomen, omdat dit niet binnen de scope viel of het budget daarvoor niet toereikend was.

Kansen	Actie
Gebruik van nieuwe (innovatieve) technieken.	Meegenomen in onderzoek (verkenningsfase), onderzochte warmtetechnieken voor haalbaarheidsfase afgestemd met klankbordgroep.
Kostenbesparing op verbruik.	Meegenomen in onderzoek. Door een besparing op het jaarverbruik voor ruimteverwarming mee te nemen ten opzichte van het aardgas uitgangspunt.
Zonnepanelen die waterstof produceren op daken (voorbeeld Leuven).	Niet meegenomen in onderzoek, onderzochte warmtetechnieken afgestemd met klankbordgroep.
Energie coöperatie met twee windmolens; winst maken vanuit stroomlevering. Kan ingezet worden voor betaalbare warmtevoorziening. Kan ook stroom leveren voor WKO of omzetting naar waterstof.	Meegenomen in onderzoek (verkenningsfase en haalbaarheidsfase).
Energietransitie blijft in ontwikkeling. Kans om gasinfrastructuur te laten liggen, zodat je flexibel blijft?	Niet meegenomen in onderzoek, mogelijkheid voor vervolg.
Gebruik blijven maken van de huidige gasinfrastructuur.	Niet meegenomen in onderzoek, Omdat de kosten niet herleidbaar zijn uit het vastrecht. Het huidige vastrecht is nu voldoende om de verwijdering mee te bekostigen. Nader onderzoek is een mogelijkheid voor vervolg.
Verder kijken dan alleen de wijk, richting het hele dorp.	Niet meegenomen in onderzoek, mogelijkheid voor vervolg.
Zorgen en risico's	Actie
Betaalbaarheid voor iedereen. Hoge investering voor bewoners.	Meegenomen in onderzoek. Betaalbaarheid is een van de criteria in de eerste fase geweest.
Stabiliteit elektriciteitsnet en warmtenet.	Meegenomen in onderzoek. Door rekening te houden met de noodzakelijke kosten voor netverzwaring (electriciteit). Alle collectieve oplossingen worden ontwikkeld op de huidige warmtevraag, de verwachting is dat deze blijft reduceren, door aanvullende isolerende maatregelen en gedrag veranderingen.
Bij volledig elektrisch: stijging kWh-prijs door marktwerking.	Niet meegenomen in onderzoek.
Kapitaalvernietiging verwijderen gasnet.	Meegenomen in onderzoek (maatschappelijke kosten).
Tunnelvisie en afhankelijkheid; tunnelvisie richting all-electric, hoge investeringen.	Meegenomen als randvoorwaarde voor onderzoek.

Opwarming/interferentie van de bodem (bijvoorbeeld bij kleinschalige bodemlussen).	Meegenomen in onderzoek (verkenningfase), hier is gekeken of de bodem geschikt is voor opslag en of voldoende bronnen/ lussen met de juiste tussenafstanden gerealiseerd kunnen worden.
Geluidsoverlast door warmtepompen.	Meegenomen in onderzoek.
Warmtenet rendabel voor de wijk? En voor heel het dorp?	Niet meegenomen in onderzoek, mogelijkheid voor vervolg.
Weinig interesse en deelname vanuit de wijk.	Niet meegenomen in onderzoek, mogelijkheid voor vervolg (participatie).
Betrouwbaarheid overheid.	Meegenomen in onderzoek. Door concepten te wegen op de benodigde participatie van de gemeente. Een hogere mate van zelfstandigheid van de eindgebruiker leidt tot een hogere waardering. Veranderend rijksoverheid beleid is niet meegenomen (verkenningfase).
Gaan we nu niet te snel?	Meegenomen in onderzoek. Door zowel concepten te introduceren die compleet zelfstandig kunnen op een natuurlijk moment, tot concepten die hoge initiële participatie vereisen.
Technisch onderzoek	Actie
Benutten twee windmolens, Nieuwleusen Synergie vragen om mee te denken.	Meegenomen in onderzoek, onderzochte warmtetechnieken afgestemd met klankbordgroep.
Meenemen: hoe ziet de energiemarkt erover 10 jaar uit?	Indexatie meegenomen in onderzoek (haalbaarheidsfase).
TCO-berekening: aardgas meenemen als referentie.	Meegenomen in onderzoek (haalbaarheidsfase).
Hoe duurzaam is all-electric en hoe afhankelijk wordt de bewoner?	Meegenomen in onderzoek.
Hoe kan het huidige gasnet ingezet worden?	Niet meegenomen in onderzoek, mogelijkheid voor vervolg.
Vergelijkbaarheid.	Meegenomen als randvoorwaarde voor onderzoek
Schaalvoordeel dorp.	Niet meegenomen in onderzoek, mogelijkheid voor vervolg.
Wat is nodig om deels of geheel over te gaan op waterstof?	Meegenomen in onderzoek.
Accuopslag.	Meegenomen in onderzoek (verkenningfase), maar geen volwassen technologie, warmtetechnieken voor haalbaarheidsfase afgestemd met klankbordgroep.

Bijlage 2 Uitgangspunten technisch onderzoek

In deze bijlage zijn de verschillende kostenposten en invoerwaarden voor de technische business case berekeningen voor de collectieve oplossingen weergegeven.

Algemene uitgangspunten voor de berekeningen zijn:

- Het NPLW/ ECW businesscasemodel is gebruikt als rekentool.
- Alle invoerwaarden zijn gebaseerd op kengetallen vanuit expertise en ervaring van Sweco.
- Er is aangenomen dat 100% van alle sociale huurwoningen en 70% van alle particuliere woningen in de wijk aansluiten op een collectieve oplossing.
- Van de totale investeringskosten van het collectieve systeem is 70% geleend tegen 4% rente.
- Voor het RWZI bronnet en LT warmtenet is de WIS subsidie meegenomen. Dit is een subsidiebedrag van € 6.000 per aangesloten woning.
- Voor het LT warmtenet is een SDE++ subsidie meegenomen die aangevraagd kan worden voor de collectieve warmtepomp. Dit komt neer op een totaalbedrag van € 690.000 over 15 jaar.

Westerbouwwanden

LT warmtenet op basis van collectieve WP

Invoerwaarde	Waarde
Totale investeringskosten voor de gehele wijk.	€ 10.270.000
Totale operationele kosten (na aansluiting alle woningen).	€ 303.500/ jaar
Totale lengte warmtenet (distributienet).	8,1 km
Aansluitkosten grondgebonden woning (inclusief leiding van straat tot gevel van de woning).	€ 9.920/ woning
Aansluitkosten gestapelde woning (inclusief leiding van straat tot gevel van de woning).	€ 3.072/ woning
Vastrecht & meettarief.	€ 624,86/ jaar
Warmtetarief.	€ 32,80/ GJ

Bijlage 3 Toelichting waterstof scenario

In beide waterstof scenario's, voor Polhaar en Westerbouwlanden, komen de geschatte kosten per huishouden op een niet betaalbaar niveau, daarom zijn om budgettaire redenen de totale kosten niet tot in detail berekend. In deze bijlage zijn wel de componenten en kosten voor opwek van waterstof en warmte op een rij gezet.

Het basisuitgangspunt is elektriciteit opgewekt door twee windturbines omzetten in waterstof. Het potentieel aan windenergie is: 2 turbines van 4,2 MW, totale productie 25,5 GWh/jaar, dit komt uit de productiegegevens van de huidige twee windturbines.

Componenten voor productie en opslag van waterstof en opwek van MT-warmte:

- Electrolyser (60% efficiëntie).
- Grote opslag van waterstof, voor toepassing van centrale warmte opwek of via waterstofleiding naar huishoudens.
- Faciliteiten voor overslag naar containers voor verkoop en transport van waterstof.
- WKO-seizoensopslag van restwarmte.
- Warmtepomp om temperatuur restwarmte van 40-45 °C en vanuit de WKO naar MT-temperatuurniveau te brengen.
- Piek- en back-up voorziening met waterstof als brandstof.

De potentiële waterstof productiecapaciteit met electrolyser is:

- Vereiste: tenminste 4.800 vollasturen per jaar.
- Windenergie 25,5 GWh/jaar gedeeld door 4.800 vollasturen = 5,3 MW opgesteld vermogen waterstof, dit is 3,1 MW lager (37% lager) dan opgesteld vermogen windenergie, 8,4 MW.
- Piek opwek windturbines kan daardoor niet benut worden.
- Het niet kunnen benutten van de piek-opwek van de windturbines zal een reductie in waterstofproductie (en restwarmte) betekenen van circa 10 - 15%.
- 5 MW electrolyser productiecapaciteit circa 420 min deze 10% á 15% = 370 ton H₂/jaar.
- Restwarmteproductie: circa 9.600 min deze 10% à 15% = 8.400 MWh/jaar dit komt overeen met 30.240 GJ/jaar.

Vertaling naar warmte:

- Er bestaat een onbalans (ongelijktijdigheid) tussen warmtevraag en warmteopwekking en dat betekent:
 - dat de warmte moet worden opgeslagen in bijvoorbeeld een WKO-seizoensopslag, door verliezen is nog maar 27.250 GJ /jaar beschikbaar;
 - toepassing waterstofopslag, naar schatting zal circa 60 ton opslagcapaciteit benodigd zijn, dit vraagt circa 210 MWh /jaar elektriciteit.
- Toepassing van een warmtepomp brengt de restwarmte/ WKO op MT-temperatuur (70°C), dit zal het warmte potentieel op totaal circa 36.350 GJ/jaar brengen, dit vraagt circa 2.530 MWh /jaar elektriciteit.
- Voor de piekvraag zal een piekkelstel benodigd zijn dat op waterstof draait:
 - basislast is circa 80%, dit komt met WP direct uit restwarmte of WKO;
 - piek is circa 20% => circa 9.100 GJ/ jaar piek opwek hiervoor moet 45 ton H₂/ jaar worden geconsumeerd.
- Het gehele systeem wekt hiermee ongeveer 45.500 GJ/ jaar aan warmte op.

- Transportverlies is ongeveer 23% => netto levering aan woningen wordt daarmee 35.000 GJ/jaar.

Polhaar:

- Deze warmtepotentie is te weinig voor Polhaar (43.000 GJ/jaar warmtevraag) en kan met extra inzet van de piek- en back-up voorziening aangevuld worden => circa 52 ton H₂/ jaar extra benodigd.
- De elektriciteitsvraag van warmtepomp en waterstof opslag betekent een reductie van 54 ton H₂/ jaar, dit betekent ook vermindering van restwarmte.
- Waterstof beschikbaar voor verkoop: $370 - 52 - 54 = 264$ ton H₂/ jaar.
- Naast het waterstof-warmte opwek- en opslagsysteem, is nog het gehele warmtenet met afleversets benodigd.

Westerbouwlanden:

- Er is een effectief te benutten warmtepotentie van 39.000 GJ/ jaar om netto af te leveren en te verkopen.
- De extra elektriciteitsvraag warmtepomp en waterstof opslag betekent een reductie van 54 ton H₂/jaar.
- De warmtevraag van 21.500 GJ/jaar betekent 110 ton H₂/ jaar.
- Waterstof beschikbaar voor verkoop: $370 - 54 - 110 = 206$ ton H₂/ jaar, als er geen warmte geleverd wordt is er 270 ton H₂/ jaar beschikbaar.
- Naast het waterstof-warmte opwek- en opslagsysteem, is nog de ombouw, aanpassing, afkoppeling en eilandbedrijf van een waterstof gasnet benodigd.

Investeringsen en prijzen:

- Prijs H₂ per kg: TNO⁶ meldt een LCOH (kostprijs) van 13,69 €/kg H₂ voor een 100 MW-plant, vanwege de kleinere schaal zal de prijs hoger liggen: circa 17 €/kg H₂.
- Ter referentie: op dit moment kost waterstof tanken⁷ €20,87. Dit betekent dat er onrealistisch weinig marge overblijft voor de tankstation exploitant + transport + aanvullende compressie etc.
- De waterstofprijs in GJ is op basis van 17 €/kg H₂ oftewel 150 €/GJ, terwijl de prijs voor aardgas nu 45 €/GJ is, voor een huishouden zal er ook netwerkkosten bij moeten komen en een bijdrage in de opslagcapaciteit.
- MT-warmte kan tegen gereguleerde prijzen verkocht worden, gebruikelijk met een korting⁸ van 5%-15%.
- Korte schatting van de jaarlijkse onderhoudskosten op de benodigde apparatuur zijn dusdanig hoog dat deze niet gedekt worden door de potentiële opbrengsten. Hierbij zijn niet de financieringskosten, winsten van de exploitant en de kosten voor het aanpassen van het gasnetwerk meegenomen.

Verdere overwegingen:

- Waterstofproductie en –opslag kan niet zondermeer geplaatst worden, kans is dat deze schaal onder industrieklasse categorie 4.2a valt.

⁶ Evaluation of the levelised cost of hydrogen based on proposed electrolyser projects in the Netherlands- 13-05-2024-R10766

⁷ <https://www.anwb.nl/auto/brandstof/waterstof-tanken>- geraadpleegd op 26-03-2025

⁸ Gebaseerd op ervaring met collectieve warmtenetten in publieke handen zonder winsttoegmerk

- Uitgebreid vergunningen traject is noodzakelijk.
- Een aparte wateraansluiting met zeer puur (demi) water moet worden gerealiseerd in overleg met het lokale waterschap.
- In deze korte businesscase gaan we ervan uit dat de particulieren afnemers bereid zijn marktconforme prijzen te betalen. Socialisering van deze prijzen moet betaald worden door de opbrengsten van zakelijk verkoop.
- De wens om waterstof zelf te willen gebruiken voor verwarming van de particulieren woningen resulteert in enorme kosten voor waterstof opslag. Dit beperkt de financiële haalbaarheid van dit project.

Kostenraming⁹:

	Geschatte kosten		
	Westerbouwlanden	Polhaar	
Investeringsen			
Electrolyser	€ 25.000.000	25.000.000	
Opslag	€ 31.000.000	25.000.000	
Warmtepomp	€ 3.000.000	3.000.000	
WKO	€ 1.900.000	1.900.000	
MT-warmtenet	€ 12.500.000	15.000.000	
Waterstof net	nader te bepalen	-	
Piek en back-up voorziening op waterstof	€ 500.000	500.000	
Totaal aan investeringen	€ 73.900.000	70.400.000	
OPEX			
OPEX <i>exclusief elektriciteit</i>	€ 7.390.000	7.040.000	
Elektriciteitskosten	nader te bepalen	n.t.b.	
Totaal OPEX per jaar excl. E-kosten	€ 7.390.000	€ 7.040.000	
Opbrengsten			
H ₂ om te verkopen	206.000	264.000	kg
Tarief	17	17	€/kg
H ₂ verkoop	€ 3.502.000	4.488.000	
H ₂ eigen verbruik	110.000	54.000	kg
Tarief	17	-	€/kg
H ₂ eigen verbruik verkoop	€ 1.870.000	-	
Warmte om te verkopen	39.000	43.000	GJ
Tarief	€ 39,69	40	€/GJ
Totaal potentieel warmte verkoop	€ 1.547.832	1.706.584	
Totaal aan potentiële opbrengsten per jaar	€ 6.919.832	6.194.584	

⁹ Gebaseerd op aanbiedingen bekend bij Sweco.

Kansen:

- Directe aansluiting op de waterstof backbone. Hierdoor is geen grote waterstof opslag nodig. Wel moet rekening gehouden worden met extra investeringen in compressie en aansluitleiding (afstand onbekend).
- Mogelijke subsidies om de waterstof productie in Nederland te stimuleren. Hiervoor zijn voor particuliere toepassingen geen concrete toepassingen. Er is op dit moment geen ontwikkeling gaande zo ver daarover gepubliceerd/gecommuniceerd is.
- Geen eigen verbruik of warmte toepassing waterstof, maar transporteren en verkoop per truck, hierdoor is geen opslag benodigd wat enorme besparing op uitgaven geeft, maar nog steeds geen verdienmodel biedt.