



Variantenstudie Oranjewijk en Doeskwartier

Lambert den Dekker en Martijn Koop | 11 november 2019

Inhoudsopgave

Conclusie en samenvatting	4
1. Inleiding	5
1.1 Werkgroep Oranjewijk en Doeskwartier- West	5
1.2 Werkwijze	5
1.3 Leeswijzer	6
1.4 Vervolg	6
2 Context van de wijk	7
2.1 Kentallen	7
2.2 Warmtevraag	7
2.3 Woningbezoeken	8
2.4 Opvallend in de Oranjewijk	9
2.5 Inpassing alternatieven voor aardgas	10
3 Alternatieven voor aardgas	11
3.1 <i>Hernieuwbare gassen</i>	12
3.1.1 Biogas	12
3.1.2 Waterstof	12
3.1.3 Conclusie Hernieuwbare gassen	13
3.2 <i>Warmtenetten</i>	13
3.2.1 Diepe geothermie	15
3.2.2 Hoogtemperatuur restwarmte	15
3.2.3 Restwarmte lokale bedrijven	16
3.2.4 Biomassa	16
3.2.5 Ondiepe geothermie	17
3.2.6 Thermische energie uit water (oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater)	17
3.2.7 Afwegingen en conclusie Warmtenetten	17
3.3 <i>Verwarmen met elektriciteit</i>	19
3.3.1 Luchtwarmtepomp	19
3.3.2 Bodemwarmtepomp	20
3.3.3 Stralingspanelen (in combinatie met een oplossing voor warm tapwater)	21
3.3.4 Hybride warmtepompen	22
3.3.5 Conclusie Verwarmen met elektriciteit	22
3.4 <i>Conclusie alternatieven voor aardgas</i>	23
4. Technisch-inhoudelijke uitwerking van opties warmtenet en elektriciteit	24
4.1 <i>Warmtenet</i>	24
4.1.1 Variant 1a: aansluiten op een regionaal warmtenet	24
4.1.2 Variant 1b: een lokaal warmtenet met een lokale warmtebron	27
4.2 <i>Variant 2: individuele elektrische oplossingen</i>	30
5. Rekenen met de twee varianten	33
5.1 <i>Kosten</i>	33
5.1.1 Totale jaarlijkse kosten van de varianten ten opzichte van aardgas	33
5.1.2 Gevoeligheden totale kosten	34

5.1.3 Exploitatieberekening lokaal warmtenet	35
5.2 Bijdrage aan CO ₂ -reductie	36
5.3 Samenvatting en advies	37
6. Ontwikkelplan en bewonersperspectief	41
6.1 Variant 1a en 1b: regionaal of lokaal warmtenet	41
6.2 Variant 2: all electric	42
Bijlage I	43
I.1 uitgangspunten bij variantenvergelijking op CO ₂ -uitstoot	43
I.2 Uitgangspunten doorrekening varianten	44
Bijlage II Woningbezoeken	46
II.1 Inleiding	46
II.2 Woningtypes	46
II.3 Technische omschrijving	47
Afgiftesysteem	47
Ventilatie	47
Isolatiekwaliteit	48
Energieopwekking	48
Beschikbare ruimte voor installaties	49
II.4 Wisselende reacties van bewoners	50

Datum

21 november 2019

Status

Definitief

Opdrachtgever

Gemeente Leiderdorp, Achmed Achbari

Uitgevoerd door

DWA B.V.

E: martijn.koop@dwa.nl

T: 06-12829778

Auteurs

Lambert den Dekker, Martijn Koop, Pieter van der Wal en Coline Benjamin

Conclusie en samenvatting

Conclusie

In de voorliggende variantenvergelijking is naar de verschillende soorten *infrastructuur* (aardgasleidingen, warmtenetten en elektriciteitsnet) in combinatie met de verschillende *energiebronnen* die daarbij passen. Bij de uitvraag voor dit onderzoek werd bovendien een heldere *tijdlijn* meegegeven: eind 2019 zou een keuze gemaakt moeten worden over het 'meekoppelen' van de energietransitie met de vervanging van de riolering. Zo ontstaan een aantal *energieconcepten* die meer of minder kansrijk zijn.

Er is gevraagd om te kijken naar de kansen van een *collectief systeem*, waarvan de bron zowel *regionaal* (warmte uit Rotterdam) als *lokaal* (warmte uit de buurt) zou kunnen zijn. Daarnaast is een individuele oplossing op basis van elektriciteit (met individuele warmtepompen bijvoorbeeld) een realistische optie voor bewoners.

De conclusie van de voorliggende analyse is dat van de verschillende varianten, en de alternatieven daarbinnen, het ontwikkelen van een *collectief, lokaal warmtenet vanuit financieel perspectief het meest kansrijk lijkt*.

De gemeente Leiderdorp heeft de ambitie om in navolging van de afspraken in het Klimaatakkoord in 2050 een aardgasvrije, en volledig CO₂-neutrale gemeente te zijn. Dat geeft de gemeente tijd om, samen met bewoners, op zoek te gaan naar de meest kansrijke alternatieven voor aardgas voor elke wijk. Dat krijgt vorm in de Transitievisie Warmte (TVW) waaraan nu gewerkt wordt. Ondertussen is het zo dat voor de Oranjewijk en het Doeskwartier-West¹ een concrete aanleiding is om nú al te onderzoeken of een transitie naar aardgasvrij kansrijk is. Aanleiding is dat de riolering slecht is en op korte termijn op de planning staat om vervangen te worden.

De gemeente Leiderdorp wil met deze studie onderzoeken wat de potentie is om tegelijkertijd met de vervanging van de riolering de wijk aardgasvrij te maken. De Oranjewijk lijkt een geschikte wijk om als pilot te dienen voor de warmtetransitie in Leiderdorp. De gemeente, een werkgroep van bewoners en DWA hebben in overleg besloten twee kansrijke varianten uit te werken als alternatief voor verdergaan op aardgas:

Variant 1: Een collectief warmtenet, met twee alternatieven: 'regionaal' en 'lokaal'.

Variant 2: Een individuele 'all electric' oplossing, met twee alternatieven: met warmte uit de buitenlucht en met warmte uit de bodem.

Referentie: Voorlopig de huidige situatie in stand houden.

Na een woningbezoek aan zeventien woningen, om globaal te inventariseren wat de 'staat van de wijk' is, worden in deze rapportage deze drie varianten uitgewerkt. Deze rapportage is geschreven voor de gemeente, als opdrachtgever, en de werkgroep vanuit de wijk als goed ingevoerde gesprekspartner.

¹ Voor het leesgemak refereren we aan dit gebied als 'de Oranjewijk'. Wanneer niet nader gespecificeerd gaan dan uit van het gehele gebied.

1. Inleiding

De riolering in de Oranjewijk en het Doeskwartier-West in Leiderdorp is aan vervanging toe. Dit betekent dat de straten opengebroken moeten worden en ondergrondse infrastructuur (zoals de aardgasleiding en waterleiding) ook wordt vervangen. Daarnaast wordt de hele openbare ruimte klimaatadaptief ingericht. Tegelijkertijd is de gemeente Leiderdorp bezig om invulling te geven aan de opgave: op welke manier de gebouwde omgeving aardgasvrij gemaakt kan worden. Dit met het oog op de verplichtingen uit het klimaatakkoord om in 2050 aardgasloos te zijn in Nederland en om de ambitie zoals vastgelegd in de Leiderdorpse duurzaamheidsagenda te realiseren om in 2050 volledig CO₂-neutraal te zijn.

De vraag is dan ook of het aan elkaar koppelen van de vervangingswerkzaamheden en het aanleggen van een alternatieve energie-infrastructuur aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Zo hoeft de straat maar één keer open, en wordt de overlast voor bewoners beperkt. Koppelen van werkzaamheden kan zodoende ook kosten besparen. Met name met betrekking tot graafwerkzaamheden. Kortom: zouden de werkzaamheden aan de riolering een kans kunnen zijn voor het nu al volledig aardgasvrij maken van de wijk? Wat zijn nu logische alternatieven voor aardgas in de Oranjewijk, wat zijn de financiële gevolgen en wat betekent het voor woningen en voor de bewoners? In dit rapport wordt hier een antwoord op gegeven.

1.1 Werkgroep Oranjewijk en Doeskwartier- West

Voor het begeleiden van deze studie wordt de gemeente ondersteund door een werkgroep van actieve en betrokken bewoners. De vervanging van de riolering biedt kansen voor de energietransitie. De werkgroep komt een keer in de twee weken bij elkaar om de alternatieven en het communicatietraject te bespreken. De gemeente is deelnemer van de werkgroep. De uitvraag voor deze opdracht is samen met de werkgroep en de gemeente opgesteld.

De verleiding is groot om voor elk van deze oplossingen door te rekenen tot op het niveau van 'woonlasten' voor de individuele bewoner. Zo ver reikt het detailniveau van dit onderzoek nog niet. We maken hier een eerste inventarisatie van technische, financiële en organisatorische implicaties bij elk van deze alternatieven voor aardgas. Op basis daarvan gaat de gemeente bepalen, of, wanneer en hoe één of meerdere van deze varianten verder uitgewerkt wordt.

De vraag is of er in de Oranjewijk voldoende draagvlak is om, tegelijkertijd met de vervanging van de riolering, de wijk aardgasvrij te maken. De bewoners hebben, via de werkgroep, ook aandacht gevraagd voor het scenario om ook de kosten en implicaties van doorgaan met aardgas mee te nemen in het onderzoek.

1.2 Werkwijze

Het onderzoek bestaat uit drie delen. De eerste twee delen liepen parallel: er is een aantal varianten onderzocht voor het aardgasvrij maken van de wijk. Tegelijkertijd is een aantal woningen bezocht. De woningbezoeken zijn bedoeld om een beeld te krijgen van de (energetische) situatie op woningniveau. Daarbij is DWA gevraagd de woningbezoeken te gebruiken om de participatietool van Omons mee te helpen invullen met bewoners. Na een oproep aan de bewoners om zich op te geven voor een woningbezoek, zijn in totaal zeventien woningen van verschillende typen bezocht. Dat is voor het detailniveau van deze studie voldoende om steekhoudende uitspraken te kunnen doen over de kansrijke energieconcepten voor de wijk. Dit deel van het onderzoek richtte zich op de alternatieven voor de warmteopwekking en de gevolgen hiervan voor de infrastructuur én voor de woningaanpassingen. In een laatste stap zijn de varianten 1 en 2 financieel, energetisch (energievraag en CO₂-reductie) en qua ruimtebeslag uitgewerkt en vergeleken met de huidige situatie. Op basis hiervan bleef een voorkeursalternatief over als het meest kansrijk om verder uit te werken, als vervolg op deze studie.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het te onderzoeken gebied kort geschetst. Dit is het uitgangspunt waarmee de analyse start. Hoofdstuk 3 trechtert vervolgens, van grof naar fijn, de verschillende alternatieven voor aardgas; zowel de benodigde infrastructuur als de potentiële bronnen. Dit leidt tot een keuze voor drie nader te beschouwen varianten. Deze varianten worden technisch-inhoudelijk verder uitgewerkt in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 wordt dieper ingegaan op de kosten van elk van de varianten en komen we tot een conclusie. In Hoofdstuk 6 wordt afgesloten met vervolgvragen voor het uit te werken alternatief. Een onderdeel van de ontwikkelplannen is het zogenaamde ‘handelingsperspectief’ voor de bewoners nu. In de bijlage de onderliggende aannames bij de berekeningen.

1.5 Vervolg

Voorliggende rapportage is een uitwerking van het onderzoek dat DWA uitgevoerd heeft. Het is in eerste instantie bedoeld voor de professionele betrokkenen van de gemeente en de bewonerswerkgroep. In 2018 is tevens een begin gemaakt met het opstellen van een gemeentelijke ‘Transitievisie Warmte’ (TVW) en dat proces loopt nog. In deze TVW bepaalt de gemeente op welke manier elke wijk, op welk moment, zou kunnen overgaan naar ‘aardgasvrij’. Voor de wijken waarvan, goed onderbouwd, een overgang naar aardgasvrij vóór 2030 verwacht mag worden, wordt een ‘Wijkuitvoeringsplan’ (WUP) opgesteld. Deze studie loopt daar, specifiek voor de Oranjewijk, feitelijk op vooruit. Aanleiding daarvoor was de reeds genoemde werkzaamheden aan de riolering.

2. Context van de wijk

2.1 Kentallen

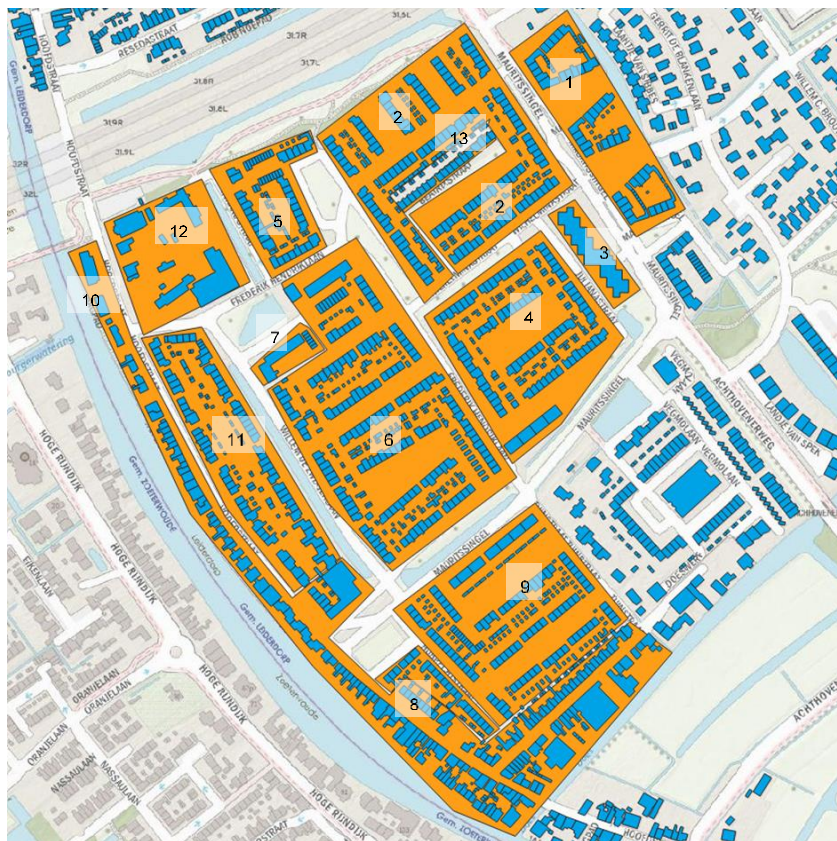
In de wijk zijn er circa 1.000 woningen. Het grootste deel van de wijk bestaat uit grondgebonden woningen. Op een drietal plekken in de wijk zijn er appartementencomplexen met in totaal circa 70 woningen. De woningdichtheid is gemiddeld te noemen voor een wijk met hoofdzakelijk rijwoningen: circa 35 woningen per hectare. 74% van de woningen is gebouwd in de periode 1955 tot 1965. 87% is in particulier eigendom en 13% is van Rijnhart Wonen. Op een enkele woning na worden de woningen nu verwarmd met een individuele aardgasgestookte CV-ketel. Het relatief grote aandeel particuliere woningen en de verscheidenheid in soorten woningen doet vermoeden dat er redelijk wat variatie is binnen de woningen. Denk aan aanpassingen en aanbouw aan de woningen in de loop der jaren. De woningbezoeken (zie hierna) bevestigen dit.



Afb. Bouwperiode woningen Oranjewijk en Doeskwartier-west

2.2 Warmtevraag

De huidige warmtevraag van de wijk bepaalt wat de opgave is; wat er op termijn verduurzaamd moet worden. Voor een aantal buurten binnen de wijk hebben we in de hierna volgende tabel het gemiddelde gasgebruik weergegeven.



Nummer	Aardgasverbruik ²
1	1.841
2	1.754
3	938
4	1.534
5	1.676
6	1.501
7	822
8	1.375
9	1.459
10	1.555
11	1.916
12	2.086
13	1.941

Afb. + tabel Buurten in de wijk en het gemiddeld aardgasverbruik

2.3 Woningbezoeken

Als start van deze variantenstudie heeft DWA, verspreid door de wijk, een zeventien woningen fysiek woningen bezocht. De selectie van deze woningen is tot stand gekomen op basis van een uitvraag in de wijk. Bewoners konden zich opgeven voor een woningbezoek/opname. Vervolgens zijn op basis van de aanmeldingen zeventien woningen bezocht.

Op basis van de zeventien woningen zijn vier categorieën gedefinieerd:

- A. *Rijwoning periode '46-'64*: Het grootste deel van de wijk bestaat uit rijwoningen uit de bouwperiode van 1946 tot 1964.
- B. *Rijwoning periode voor '45*: Een deel van de rijwoningen, zoals de woningen aan de Hubrechtstraat en een deel van de Hoofdstraat, is ouder. Deze woningen zijn naar verwachting voor 1945 gebouwd.
- C. *Dubbellaags platdak (optioneel met dakopbouw)*: De woningen aan de noordoostkant van de Mauritsingel zijn afwijkend wat betreft bouwstijl. Dit vormt een derde categorie woningen. Dit zijn in de basis woningen met twee bouwlagen en een plat dak. Een aantal woningen is voorzien van een zadeldak in de lengterichting van de woning.
- D. *'Maatwerkwoningen'*: Verder zijn de woningen aan de Hoofdstraat en de woningen aan de Doeslaan sterk afwijkend. Hier is de diversiteit groot. Variërend van woningen met beschermd dorpsgezicht uit de 19^e eeuw

² Gemiddeld standaard jaarverbruik woning per nummer (m3/jaar/woning)

tot woningen die in 2013 zijn gebouwd. Aanpassingen aan deze woningen zal altijd op basis van maatwerk moeten plaatsvinden.

In de volgende foto's zijn met de letters A tot en met D voorbeelden van de betreffende categorieën weergegeven. In de foto's later in deze rapportage is steeds de link gelegd met deze codering, zodat duidelijk is in welk woningtype de foto's gemaakt zijn. De bevindingen met betrekking tot de woningopnames zijn in bijlage II verder uitgewerkt.



2.4 Opvallend in de Oranjewijk

Op basis van de kenmerken van de wijk en de woningopnames zijn een aantal conclusies te trekken die voor de wijk in het algemeen gelden:

1. De praktische inpassing van een individuele warmtepomp in de woning is bij een groot deel van de bezochte woningen complex. Dat betekent dat er bij toepassing van dit alternatief ruimte opgeofferd zal moeten worden voor de plaatsing van de warmtepomp.
2. De woningen hebben veelal houten vloeren. Toepassing van vloerverwarming (laagtemperatuur verwarming, vaak nodig bij toepassing van warmtepompen) is daarmee ingrijpend en heeft een hoge prijs.
3. Bij toepassing van een warmtenet moet er een leiding vanuit de straat het huis in, en in de woning aangesloten worden op de huidige verwarmingsinstallatie. Dit betekent dat er een leiding van beneden naar boven (plaats van de huidige CV-ketel) gelegd moet worden. De inpassing hiervan is maatwerk per woning en daarmee kostbaar.
4. Het isolatieniveau is per woning erg verschillend. Dat betekent dat er niet één pakket is dat voor een grote groep woningen geschikt is (door bijvoorbeeld collectieve inkoop). Door de verscheidenheid in bouwstijlen en de aanpassingen die som al gedaan zijn, is maatwerk vereist voor wand-, vloer- en dakisolatie en de vervanging van kozijnen en beglazing.

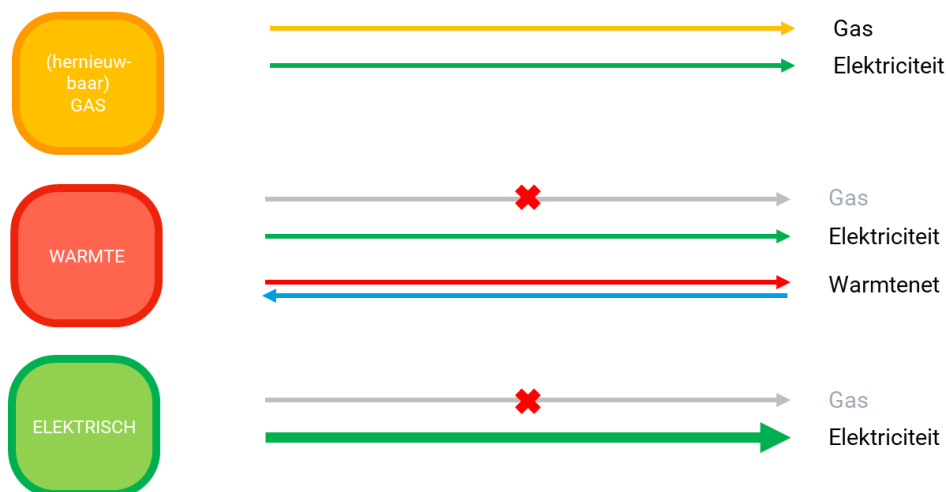
2.5 Inpassing alternatieven voor aardgas

Het is op voorhand niet te zeggen dat bepaalde woningen ongeschikt zijn om een bepaald alternatief voor aardgas toe te passen. Bij elk van de bezochte woningen is het zowel mogelijk om een individuele (elektrische) warmtepomp toe te passen als om aan te sluiten op een warmtenet. Wel blijkt dat de praktische inpassing van warmtepompen bij de bezochte woningen veel impact heeft en daardoor bouwkundige en installatietechnische aanpassingskosten met zich meebrengt. Ook zal ruimte opgeofferd moeten worden om een warmtepomp te plaatsen. De inpassing van een warmtenet heeft aanzienlijk minder impact op de individuele woning.

Bij de uitwerking van de alternatieven voor aardgas hierna wordt per variant verder ingegaan op de implicaties voor de woningen. De exacte inpassing is maatwerk voor de grote diversiteit die er aan woningen is in de wijk.

3. Alternatieven voor aardgas

Om een afgewogen besluit te kunnen nemen, hebben we alle beschikbare alternatieve technieken voor aardgas bekeken. In dit hoofdstuk worden de alternatieve technieken beschouwd. Naast de beschikbaarheid wordt ook naar de benodigde infrastructuur en de impact op de woning gekeken. De technieken worden in drie hoofdcategorieën onderverdeeld. Het onderscheidende bij deze drie hoofdcategorieën is de benodigde infrastructuur voor de warmtevoorziening in de wijk. Dit betreft hernieuwbaar gas, elektriciteit en/of warmte. In de afbeelding hieronder zijn de hoofdcategorieën weergegeven.



Afb. Energie-infrastructuur wanneer er geen aardgas meer gebruikt wordt (dikkere lijn betekent: verzwaring noodzakelijk; bij de dunne lijn is geen of beperkte verzwaring noodzakelijk)

In de figuur met de hoofdcategorieën is te zien dat:

- 1 bij de eerste hoofdcategorie de infrastructuur voor aardgas gehandhaafd blijft. De aardgasleidingen blijven als hoofdinfrastructuur intact en worden op termijn ingezet voor een alternatief (of: hernieuwbaar) gas. Het elektriciteitsnet blijft liggen voor de energievoorziening van het overige verbruik in de woningen (apparaten³).
- 2 bij de tweede hoofdcategorie alleen elektra als infrastructuur gehandhaafd blijft. Doordat de warmtevoorziening in de woning op elektriciteit gebaseerd wordt, is op termijn lokale verzwaring van het elektriciteitsnet nodig. In principe wordt de aardgasleiding in dit geval verwijderd.
- 3 bij de derde hoofdcategorie de infrastructuur voor gas vervalt. Daarvoor in de plaats komt een warmtenet voor de verwarming van de woningen. Naast het warmtenet blijft het elektriciteitsnet gehandhaafd voor het overige verbruik in de woning (apparaten, etc.).

Vanuit het oogpunt van kosten en ruimtebeslag is het niet wenselijk om meerdere alternatieve infrastructuren aan te leggen en in stand te houden in de wijk. Dit betekent dat er een keuze gemaakt moet worden voor de toekomstige infrastructuur in de wijk waarvan op termijn iedereen gebruik moet maken voor de verwarming van de woningen: hernieuwbaar gas (plus elektriciteit), een warmtenet (plus elektriciteit), of een volledig elektrische energievoorziening.

In de volgende paragrafen worden de drie hoofdcategorieën verder uitgewerkt. Daarbij wordt ingegaan op verschillende bronnen die bij de hoofdcategorieën toegepast kunnen worden.

³ Koken op hernieuwbaar gas heeft allerlei haken en ogen, dus een omschakeling naar elektrisch koken lijkt op dit moment noodzakelijk. Waterstof is zeer brandbaar en niet geschikt om direct op te koken. Aan biogas zal, net als bij aardgas, een geurstof toegevoegd moeten worden om te kunnen ruiken of er sprake is van een lekkage bijvoorbeeld.

3.1 Hernieuwbare gassen

Hernieuwbare gassen worden ingezet als energiebron wanneer we uitgaan van de huidige *infrastructuur* voor aardgas die blijft liggen. Bij het toepassen van hernieuwbare gassen blijft gas de primaire bron voor de verwarming van de woningen. Op dit moment worden de woningen in de Oranjewijk en Doeskwartier-West verwarmd met aardgas. Door in te zetten op *duurzame gassen* wordt het gebruik van aardgas uitgefaseerd. Het verwarmen van woningen met een hernieuwbaar gas is gunstig omdat dit minimale aanpassingen aan de woning vraagt.

Een belangrijke overweging om hernieuwbare gassen (nu) niet in te zetten voor de verwarming van woningen, is de concurrerende vraag vanuit andere sectoren. Denk aan de *industrie*, waar behoefte is aan brandstoffen voor de productie van warmte op zeer hoge temperatuur (enkele honderden graden Celsius). Ook in de *mobiliteit* (vrachtvervoer) zijn de eigenschappen van hernieuwbare gassen (energie-inhoud per volume en gewicht) een relevant alternatief.

3.1.1 Biogas

Biogas wordt gemaakt van biomassa (zie ook 3.2.4). Door vergisting van materialen zoals bijvoorbeeld mest, wordt biogas geproduceerd. Met de mest van één koe kunnen circa zeven woningen verwarmd worden (op basis van vergistingsinstallatie in Zeewolde). Met een nabehandeling kan biogas zelfs worden gebruikt in het bestaande aardgasnet. De beschikbaarheid is echter beperkt; voor 2030 wordt door de branche toegewerkt naar een volume van 5% van het huidige aardgasverbruik, voor 2050 schat Gasunie het potentieel op 14% voor de gebouwde omgeving⁴.

3.1.2 Waterstof

Een ander duurzaam gas is waterstof. Waterstof is feitelijk geen *brandstof* maar een energiedrager. Zo rijdt een waterstofauto gewoon op elektriciteit: de energie in een elektrische auto wordt opgeslagen in een accu en bij een waterstofauto is dat een grote tank met waterstof waaruit elektriciteit wordt opgewekt. Die drijft de elektromotor aan⁵. Waterstofgas wordt door middel van (duurzame) elektriciteit uit water gehaald. Waterstof is op dit moment nog zeer kostbaar om uit (duurzame) elektriciteit te produceren. Daarnaast zijn de energieverliezen hoog. Er is daardoor relatief veel elektriciteit nodig om waterstof te maken: 30%, en van waterstof terug naar elektriciteit nog eens 50% (want waterstof is de energiedrager). Daardoor is er heel veel meer duurzame stroom nodig dan bij het *direct* gebruiken van diezelfde duurzame stroom in warmtepompen en voor het laden van accu's van elektrische auto's.

Er worden drie soorten waterstof onderscheiden:

- Grijs waterstof - uit aardgas waarbij alle CO₂ in de *atmosfeer* komt.
- Blauw waterstof - uit aardgas waarbij de CO₂ wordt *afgevangen*.
- Groen waterstof - uit *duurzame elektriciteit*.

Doorgaans wordt gesteld dat er zo'n 20% waterstof bij aardgas gemengd kan worden. 80% is dan nog regulier aardgas. Hiervoor dienen leidingen, compressoren en andere apparatuur aan hogere eisen te voldoen. Bij 100% waterstof moet, mogelijk een klein deel recent aangelegde kunststof gasleidingen uitgezonderd, feitelijk de gehele

⁴ Zie bijvoorbeeld: Green gas Roadmap Netherlands, Juli 2014. De geraamde hoeveelheid is het equivalent van 2,2 miljard m³ aardgas. Woningen en de industrie gebruiken allebei ongeveer 20 miljard m³ aardgas per jaar, samen ruim 40 miljard m³.

⁵ Omdat het vermogen dat een brandstofcel ('fuelcell') beperkt is, heeft een waterstofauto óók een accu, maar die kan kleiner zijn.

infrastructuur gefaseerd worden vervangen. Er moeten niet alleen heel veel nieuwe transportleidingen maar ook duizenden windmolens en een aantal grote 'electrolysers' worden gebouwd om die waterstof te maken.

3.1.3 Conclusie Hernieuwbare gassen

Hernieuwbare gassen zijn geschikt voor de woningen in de Oranjewijk. Echter, de beschikbaarheid van hernieuwbare gassen is op dit moment beperkt. Door de concurrerende vraag vanuit industrie en mobiliteit zal naar verwachting de prijs ook toenemen. Het is *onwaarschijnlijk* dat op grote schaal aardgasgebruik van woningen in Nederland één-op-één vervangen zal worden door het gebruik van duurzame gassen. In ieder geval niet op de korte termijn waarop in de Oranjewijk nu gezocht wordt naar 'meekoppelkansen' bij de vervanging van de riolering. En als het voor verwarming van woningen gebruikt zal worden dan zal dat met name gelden voor wijken waar andere alternatieven niet of moeilijk toepasbaar zijn. Denk hierbij aan binnensteden met veel historische gebouwen.

In deze variantenvergelijking voor de Oranjewijk worden hernieuwbare gassen nu niet meegenomen als alternatief voor aardgas.

3.2 Warmtenetten

Bij het aanleggen van een warmtenet is het huidige aardgasinfrastructuur niet benodigd en kan (op termijn) worden verwijderd. Woningen worden dan verwarmd, en soms ook gekoeld, met warmte water vanuit een warmte- of koudebron. Hoe hoger de temperatuur van de warmtebron die het warmtenet voedt, hoe minder er in de woningen aangepast hoeft te worden als het gaat om de radiatoren en isolatie. De installaties in de woningen in de Oranjewijk zijn immers al geschikt voor de hoge temperatuur van de warmte die het huidige aardgas maakt in de CV-ketel. Wanneer de 'aanvoertemperatuur' van het warme water hoger is dan 70°C, volstaat de huidige verwarmingsinstallatie. Wordt de aanvoertemperatuur lager dan 70°C, dan zijn er aanvullende maatregelen nodig. Hierbij zijn er grofweg twee mogelijkheden:

1. De bestaande radiatoren worden vervangen door grotere radiatoren die met temperaturen tussen de 50 en de 70°C de woning kunnen verwarmen. Bij deze maatregel is het isoleren van vloeren, daken en wanden niet noodzakelijk. Als dit echter wel gedaan wordt, dan is vervanging van de bestaande radiatoren niet noodzakelijk omdat deze minder warmte af hoeven te geven.
2. De bestaande radiatoren worden vervangen door vloerverwarming waarbij verwarmd kan worden met een temperatuur tussen de 30 en de 50°C. Deze maatregel zal gecombineerd moeten worden met het isoleren van de vloeren, daken en wanden omdat de warmteafgifte van vloerverwarming beperkt is.

De temperatuur van de warmtebron die het warmtenet voedt, doet er dus toe. Per temperatuurniveau wordt in hierna volgende overzicht aangegeven wat de consequenties zijn voor de 'warmteketen', van de bron tot in de woning.

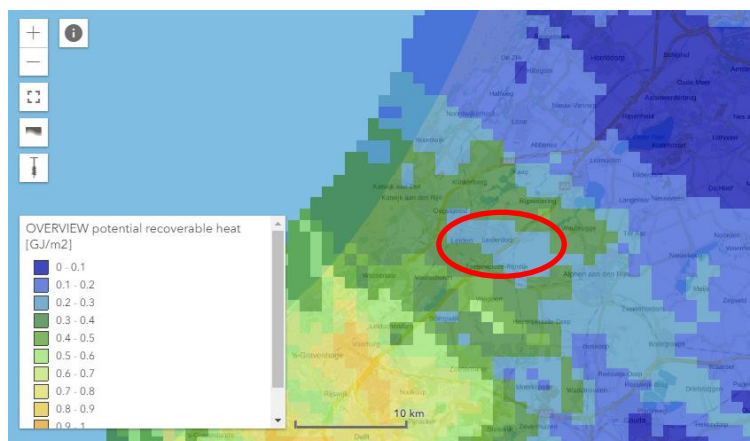
Temperatuurniveau warmtebron	Productie van de warmte	Distributie (het warmtenet)	Consequenties voor de woning
'Laagtemperatuur' warmte: 10-20°C	Er wordt gebruik gemaakt van warmte uit laagtemperatuur bronnen: <i>warmte die we winnen uit oppervlaktewater, uit afvalwater of uit drinkwater.</i> Eventueel ook restwarmte uit koelinstallaties.	Omdat deze temperatuur vrijwel gelijk is aan de omgevingstemperatuur van de bodem, kan er gebruik gemaakt worden van ongeïsoleerde distributieleidingen. Het warmteverlies is klein. Mogelijk wordt het water in de leidingen in de zomer enigszins opgewarmd vanuit de bodem.	Warm water met dit temperatuurniveau is <i>niet direct bruikbaar</i> voor <i>ruimteverwarming</i> of voor verwarming van tapwater. Daarom zijn er in de woningen warmtepompen (op elektriciteit) nodig die de laagtemperatuur warmte opwaarderen tot het gewenste temperatuurniveau voor ruimteverwarming en warm tapwater.
'Middentemperatuur' warmte: 35-45°C	Er wordt gebruik gemaakt van middentemperatuur bronnen: - Restwarmte vanuit een industrieel bedrijf; - 'Ondiepe geothermie' waarbij er warmte op een diepte van 500-1000 meter gewonnen wordt. Het kan echter ook laagtemperatuur warmte zijn uit de hiervoor genoemde bronnen, die meteen warmtepomp deze laagwaardige warmte opwaardeert tot middentemperatuur warmte.	Om het warmteverlies te beperken zijn bij dit temperatuurniveau geïsoleerde leidingen nodig. Er wordt veelal gebruik gemaakt van stalen leidingen met een mantel van PUR-isolatie in combinatie met een PE-beschermingslaag.	Warm water met dit temperatuurniveau is <i>direct bruikbaar</i> voor <i>ruimteverwarming</i> . Dit betekent wel dat de bestaande radiatoren vervangen moeten worden door bijvoorbeeld vloerverwarming . Voor het verwarmen van tapwater is het temperatuurniveau te laag. Hiervoor is in de woning óf een 'boosterwarmtepomp' nodig óf een voorziening om het water in een (zonne)boiler (na) te verwarmen met thermische zonne-energie of met elektra.
'Hoogtemperatuur' warmte: 70-80°C	Er wordt gebruik gemaakt van hoogtemperatuur bronnen: - Diepe geothermie - Biomassa - Hoogtemperatuur restwarmte Het kan echter ook opgewaardeerde laag- of middentemperatuur warmte zijn uit de hiervoor genoemde bronnen. Met een warmtepomp kan deze laagwaardige warmte opgewaardeerd worden tot hoogtemperatuur warmte.	Om het warmteverlies te beperken zijn bij dit temperatuurniveau geïsoleerde leidingen nodig. Er wordt veelal gebruik gemaakt van stalen leidingen met een mantel van PUR-isolatie in combinatie met een PE-beschermingslaag.	Warm water met dit temperatuurniveau is <i>direct bruikbaar</i> voor zowel ruimteverwarming als voor verwarmen van tapwater. Middels een zogenaamde warmte-unit wordt de warmte uit het warmtenet op de juiste manier ingezet voor ruimteverwarming en/of warm tapwater. <i>Er zijn geen aanvullende voorzieningen nodig.</i> Isoleren is wel <i>wenselijk</i> , maar vooral om de beschikbare warmte over een groter aantal woningen te verdelen.

Afb. Warmtenetten naar temperatuurniveau

Eén van de belangrijkste vragen bij de toepassing van warmtenetten is dan ook of er een geschikte en beschikbare warmtebron is in of in de buurt van de wijk. Bij voorkeur van zo hoog mogelijke temperatuur dus. Een overzicht van kansrijke bronnen voor een warmtenet:

3.2.1 Diepe geothermie

Bij geothermie wordt op grote diepte warmte gewonnen. Vanaf een diepte van circa 2 kilometer is warm water te winnen met een temperatuur van 70 tot 80°C. Warm water met dit temperatuurniveau is direct in te zetten voor verwarming van woningen. Het is echter *niet overal mogelijk* om de warmte op deze diepte en met dit temperatuurniveau te winnen. Uit data blijkt dat de potentie voor warmtewinning ter hoogte van Leiderdorp aan de lage kant is. De hierna volgende kaart uit Thermogis laat dit goed zien.



Afb. uitsnede uit database van Thermogis: potentie diepe geothermie (gigajoule per vierkante meter).

Naast deze relatief lage potentie vraagt het winnen van warmte uit de diepe ondergrond *uitgebreide procedures en vergunningen* (valt onder de Mijnbouwwet) en de realisatie van geothermiebronnen is complex en daarmee *kostbaar*. Tot slot is de omvang van de Oranjewijk eigenlijk te beperkt om (nu) in te zetten op het ontwikkelen van een geothermiebron. Die kan circa 7 MW warmte leveren, wat voldoende is voor zo'n 3.000 woningen. Daarmee zouden we eigenlijk meteen een aantal omliggende buurten of wijken moeten meenemen als 'zoekgebied'. Dat kan zeker een zinvolle oefening zijn, maar daarmee overstijgen we de vraag om te kijken naar varianten die kunnen meekoppelen met de aanstaande vervanging van de riolering.

3.2.2 Hoogtemperatuur restwarmte

In de provincie Zuid-Holland wordt al jaren gewerkt aan een zogenaamde 'warmterotonde', waarbij restwarmte van hoge temperatuur uit de Rotterdamse haven naar Leiden wordt getransporteerd. Het net kan verder gevoed worden door andere bronnen die in de provincie of lokaal aanwezig zijn. Op dit moment is restwarmte een restproduct afkomstig van productieprocessen waar nog gestookt wordt op aardgas. Gezien de ambitie in het Klimaatakkoord is de verwachting dat in 2050 de Nederlandse industrie gebruikt maakt van duurzame en CO₂-arme bronnen en dat daarmee ook de restwarmte steeds duurzamer wordt.

Wanneer we uitgaan van een warmtenet als hoofdinfrastructuur voor de verwarming van woningen in de Oranjewijk, is het een relevante optie om aan te sluiten op het warmtenet van 'Rotterdam'. Dat schrijven we niet voor niets tussen aanhalingstekens. Het gaat om een groot en regionaal net, waarop met de name de provincie en de gemeente Rotterdam de regie hebben. Dit is een relevante optie omdat dit warmtenet wordt gevoed door grote, hoogtemperatuur (rest)warmtebronnen in het Rotterdamse havengebied, aangevuld met bronnen in de regio. De gemeente is één van veel spelers, dus sturen op de vraag of, wanneer en onder welke voorwaarden de Oranjewijk hierop zou kunnen aansluiten kan alleen in een intensief samenspel van partijen. Voor de woningen in de Oranjewijk is verwarming met een 'hoogtemperatuur' warmtenet uit Rotterdam een relevant alternatief. Het ligt in de regio en met een uitbreiding van het net richting Leiden ('leiding door het midden') zou het warmtenet op termijn mogelijk vlak langs de wijk lopen.

3.2.3 Restwarmte lokale bedrijven

De belangrijkste vraag bij restwarmte is of er een bron in de directe omgeving beschikbaar is die op korte en langere termijn betrouwbare warmte kan leveren. De Oranjewijk heeft met 1000 woningen voldoende omvang voor ontwikkelen van een warmtenet op *lokale schaal*. Het warmtenet kan gevoed worden met restwarmte van *lokale bedrijven*, *biomassa* (3.2.4), *ondiepe geothermie* (3.2.5) of *water van lokale bronnen* die verder verwarmd worden tot het niveau dat geschikt is voor woningen (3.2.6).

In de directe omgeving van de Oranjewijk is relatief weinig intensieve bedrijvigheid waarbij restwarmte vrijkomt voor de wijk. Enkele overwegingen:

Heineken

Aan de overkant van de Oude Rijn, aan de zuidoost kant van de Oranjewijk, bevindt zich de fabriek van Heineken. Uit informatie van de Provincie Zuid-Holland met betrekking tot de ontwikkeling van de warmterotonde blijkt dat Heineken één van de mogelijk afnemers is ten behoeve van proceswarmte. Het is dus de vraag of Heineken restwarmte *beschikbaar* heeft, en als dat zo is: of die beschikbaar is voor de gemeente Leiderdorp en de Oranjewijk. Als dit wel het geval blijkt, dat vraagt nader onderzoek, ligt het voor de hand om dit via de warmterotonde te leveren aan warmteafnemers in de regio. Via aansluiting op het *regionale* warmtenet (warmterotonde) zou de Oranjewijk dan gebruik kunnen maken van deze restwarmte.

Alrijne Ziekenhuis

Ten noordoosten van de Oranjewijk ligt het Alrijne Ziekenhuis. Het Alrijne Ziekenhuis maakt gebruik van warmtekoelopslag (wko). Uit het energiejaarverslag van 2016 (Jaarverslag Duurzaam Alrijne, 2016) blijkt dat de wko aangepast is en dat deze sinds 2016 met koude geladen kan worden door koelmachines. Dit duidt erop dat er sprake is van een *warmteoverschot* in de wko. Mogelijk kan deze restwarmte ingezet worden voor de Oranjewijk. Wij hebben contact gezocht met het Alrijne Ziekenhuis maar het is niet gelukt om bruikbare informatie te krijgen. Voor het distribueren van deze 'laagwaardige' restwarmte (warmte van lage temperatuur) vanuit het ziekenhuis naar de Oranjewijk is een relatief duur leidingnet nodig. Denk aan een tracélengte circa 1,5 kilometer, bijvoorbeeld met een gestuurde boring onder A4 door.

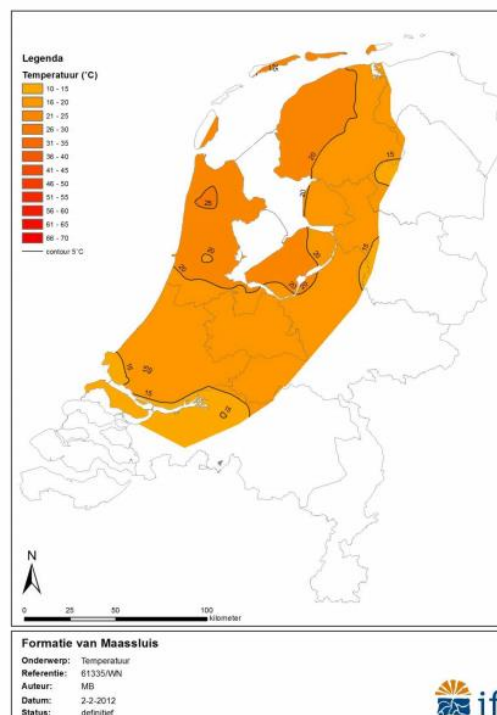
3.2.4 Biomassa

Wanneer biomassa wordt ingezet als warmtebron, wordt uitgegaan van een situatie waarbij houtpellets of houtsnippers verbrand worden om warmte te produceren. Met biomassaketels is het relatief eenvoudig om warmte van hoge temperatuur te produceren. Maatschappelijk gezien ligt biomassa steeds meer onder vuur en is er met name bij omwonenden steeds minder draagvlak om een dergelijke warmtevoorziening in of naast de wijk te hebben. Met name de *luchtkwaliteit* is hierbij een belangrijk punt. Daarnaast worden ook steeds meer vraagtekens gezet bij de *duurzaamheid* van de biomassa (verslepen van biomassa over grote afstand en vraag naar daadwerkelijke besparing van CO₂). Biomassa is bovendien een *schaars* product. Uit analyses blijkt dat het niet mogelijk is om de gehele gebouwde omgeving in Nederland te verwarmen met biomassa. Daar is niet voldoende biomassa voor beschikbaar. Omdat het mogelijk is om met biomassa hoogwaardige energie/warmte te produceren is het daarom beter om deze biomassa in te zetten voor *hoogwaardiger doeleinden* zoals de industrie. Tot slot is het niet eenvoudig en vraagt het om *complexe besluitvorming* om een lokale 'biowarmtecentrale' op te zetten, waarin van de biomassa daadwerkelijk warmte gemaakt wordt. Een biomassacentrale zou een bron kunnen zijn die invoedt op een regionaal warmtenet, maar zou ook een zelfstandige rol kunnen hebben bij de ontwikkeling van een lokaal warmtenet.

3.2.5 Ondiepe geothermie

Een andere potentiële bron voor een lokaal warmtenet is warmte van lagere temperatuur op minder diepte. In 2011 is al onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden hiervoor⁶. In dit onderzoek zijn de kansen voor een aantal aardlagen onderzocht. Ter illustratie een kaartje waarin de temperatuurprofielen van de 'formatie van Maassluis' in weergegeven zijn.

Stel dat de formatie van Maassluit daadwerkelijk perspectief biedt en een capaciteit van 75 m³/h met een temperatuur van 17,5°C gewonnen kan worden, kan daarmee een capaciteit van circa 750 kW geleverd worden. Met behulp van een (hoogtemperatuur) warmtepomp kan deze warmte verhoogd worden tot een temperatuur van 70°C. Met deze temperatuur is het mogelijk om de woningen te verwarmen zonder ingrijpende maatregelen aan de woningen. De warmtepomp kan circa 1.000 kW capaciteit leveren. Hiermee is het mogelijk om basiswarmte te leveren voor circa 400 woningen. Als de gehele wijk aangesloten wordt, zijn dus twee boringen naar ondiepe aardwarmte nodig.



Afb. Uitsnede uit onderzoek van IF (2012) met in beeld de potentie voor ondiepe geothermie

3.2.6 Thermische energie uit water (oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater)

TEO, TEA en TED; termen waarvan steeds meer mensen gehoord hebben. Het gaat hier om 'thermische energie uit oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater'. Voordelen zijn dat dit relatief betrouwbare bronnen zijn, maar de vraag is of op wijkniveau voldoende warmte te winnen uit *afvalwater* en *drinkwater*. Dat is eigenlijk alleen het geval wanneer er een rioolwaterzuivering of grote drinkwaterleiding nabij ligt. 'TEO' maakt gebruik van de temperatuurverschillen van het *oppervlaktewater* gedurende de seizoenen. Hiervoor zou de aangrenzende *jachthaven* als bron kunnen dienen. In de zomer wordt warmte uit het oppervlaktewater opgeslagen, doorgaans in een wko-installatie (warmte- en koudeopslag). Deze warmte wordt in het koude seizoen benut om met behulp van een warmtepomp de woningen te verwarmen. In de winter wordt juist koude opgeslagen.

3.2.7 Afwegingen en conclusie Warmtenetten

De eerste overweging bij het aanleggen van een warmtenet is of er een relevante *warmtebron* is en of de *schaalgrootte* (of: afname) groot genoeg is. De Oranjewijk is groot genoeg voor het ontwikkelen van een warmtenet, en de aard van de woningen liet al zien (Hst. 2) dat een warmtenet het meest kansrijk is als er op hoge temperatuur warmte geleverd kan worden. Dan is er immers geen noodzaak om vergaande aanpassingen aan de woningen te doen (aanpassingen aan de verwarmingsinstallaties of vergaande isolatie, zie ook verderop). Er zijn kansrijke warmtebronnen die het warmtenet voor de Oranjewijk kunnen voeden. Het volgende overzicht geeft een samenvatting en een waardering op basis van 'expert judgement' van de bronnen:

⁶ Kansen voor Ondiepe Geothermie voor de glastuinbouw, 2012, IF Technology, KEMA en DLV glas en energie

Warmtebron	Beschikbaarheid	Temperatuurniveau	Duurzaamheid / CO ₂ -reductie	Bruikbaar als bron voor Oranjewijk?
Restwarmte industrie	+/- Via regionaal net. Uitrol hiervan is in ontwikkeling en afhankelijk van veel factoren.	+ >70°C	+	+
Restwarmte lokaal	- Onzeker	+/- Kan variëren tussen restwarmte van koeling (20-35°C) en hoogwaardige restwarmte (>70°C)	+/- *)	-
Biomassa	- Onzeker (lokaal)	+ >70°C	?	-
Diepe Geothermie	- Lage potentie	+ >70°C	+	-
Ondiepe Geothermie	+/- Mogelijk Formatie van Maassluit	+/- 15-20°C	+/- *)	+/-
Oppervlaktewater	+ Doeshaven	+/- 5-20°C	+/- *)	+

*) Vanwege de lage temperatuur van deze warmtebron is een warmtepomp nodig om de warmte op hoger temperatuurniveau te brengen. Dit kost elektriciteit die op dit moment niet volledig duurzaam wordt geproduceerd. Vandaar dat deze warmtebron met +/- gewaardeerd wordt.

Een tweede vraag is *of de wijk aansluit op een nog te ontwikkelen warmtenet in regionaal verband of dat het zelf een warmtenet ontwikkelt* dat gevoed wordt door lokale bronnen. Daarbij zijn de volgende afwegingen van belang:

1. Het voordeel van een lokaal warmtenet is dat de wijk en de gemeente niet afhankelijk zijn van ontwikkelingen in andere gemeenten in de regio. Het biedt mogelijkheden om samen met betrokken bewoners een energievoorziening te ontwikkelen die dicht bij de wijk staat, letterlijk en figuurlijk.
2. Warmtebronnen zijn schaars. Daarom is het gebruik maken van lokale warmtebronnen nodig zodat andere (grootschalige) restwarmtebronnen ingezet kunnen worden op plaatsen waar er geen lokale warmtebronnen beschikbaar zijn. Kortom: er is een warmtebron in de buurt, dus het is verstandig om die ook te benutten.
3. Het nadeel van een lokaal warmtenet is dat de schaalgrootte niet optimaal is om een *open* warmtenet te ontwikkelen waar en in een later stadium ook *andere warmtebronnen* op aangesloten kunnen worden. Door een open warmtenet te ontwikkelen is er meer mogelijkheid voor marktwerking. Bij een grootschalig regionaal warmtenetwerk is dit (op termijn) wel mogelijk. Bijvoorbeeld door naast restwarmte ook geothermiebronnen aan te sluiten op het regionale netwerk.

Een derde aspect is dat er voor de ontwikkeling van een warmtenet (los van hoe dit net gevoed wordt) *draagvlak* moet zijn. Om de kosten zo laag mogelijk te houden is het daarbij ook belangrijk dat delen van de wijk in één keer aansluiten. De *gemeente* kan de regie nemen over het ontwikkelen van een lokaal warmtenet en zelf in gesprek te gaan met (groepen) bewoners. Voor een regionaal net ligt die regie (ook) buiten de gemeente.

Een warmtenet is voor de Oranjewijk een relevante variant, met twee alternatieven: regionaal of lokaal. Wat betreft de *temperatuur* heeft de voorkeur een warmtenet van circa 70°C, zodat op woningniveau grote aanpassingen niet noodzakelijk zijn. Op basis van de verkenning blijken er twee voorkeursbronnen waarmee het warmtenet gevoed kan worden: restwarmte die door aansluiting op een nog te ontwikkelen regionaal warmtenet gebruikt kan worden óf lokale warmte uit de Doeshaven die middels een combinatie van WKO en warmtepompen opgewaardeerd wordt tot 70°C. In hoofdstuk 4 en verder worden deze twee voorkeursvarianten verder uitgewerkt.

3.3 Verwarmen met elektriciteit

In deze situatie wordt de aardgasleiding (op termijn) verwijderd en worden de woningen verwarmd met apparaten die op individueel woningniveau de zorgen voor verwarming op basis van elektriciteit. In de woningen worden CV-ketels dan vervangen door bijvoorbeeld (elektrische) *warmtepompen*. Een ander optie is verwarming van de woning met infrarood stralingspanelen. Warm tapwater, om te douchen en om af te wassen, kan elektrisch verwarmd worden in een extra boiler, die ook weer werkt op elektriciteit. Koken gebeurt dan niet meer op aardgas, maar op een inductie kookplaat.

Directe verwarming met elektriciteit is ten opzichte van de toepassing van warmtepompen erg inefficiënt en brengt dan ook relatief hoge energiekosten met zich mee. Toepassing van elektrische warmtepompen in bestaande woningen kan ook niet zonder meer. Er moet voldaan moeten worden aan een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten, waarover verderop meer.

Bij toepassing van elektrische verwarming (direct of met warmtepompen) wordt het elektriciteitsnet zwaarder belast. Hierdoor is het nodig om het net op de (te) zwaar belaste delen, te verzwaren. Bij het verder uitwerken van deze variant zal de netbeheerder in beeld moeten brengen waar verzwaring noodzakelijk is en wat de gevolgen hiervan zijn. Daarbij dienen ook de gevolgen van laadpalen voor elektrische voertuigen meegenomen te worden.

3.3.1 Luchtwarmtepomp

Een manier om te verwarmen met elektriciteit is de luchtwarmtepomp. Die ziet er uit als een airconditioner en werkt feitelijk net omgekeerd. Hij onttrekt warmte aan de (buiten)lucht. De warmte wordt vervolgens in het apparaat op een hoger temperatuurniveau gebracht zodat deze gebruikt kan worden voor ruimteverwarming (laag temperatuur (vloer)verwarming) of voor het verwarming van warm tapwater in een boiler. Voor het plaatsen van de luchtunit zijn er verschillende mogelijkheden:

1. Aan de gevel.
2. Tegen de gevel in voor-, achter- of zijtuin.
3. Integreren in het dak.

Belangrijk is dat de luchtwarmtepomp goed bereikbaar blijft voor onderhoud.

Bij de keuze van de locatie van de buitenunit is geluid een belangrijk aspect. Warmtepompen worden steeds stiller en de verwachting is dat die ontwikkeling zich doorzet naar de toekomst. Vanuit de overheid wordt gewerkt aan wetgeving met betrekking tot de geluidsproductie van luchtwarmtepompen voor de nieuwbouw. Op dit moment is het voornemen om op de erfgrens van de woningen een eis van 40 dB(A) te gaan stellen. Vanuit fabrikanten van luchtwarmtepompen is het signaal gegeven dat dit kostenverhogend werkt doordat (forse) geluidsbeperkende en/of geluidswerende maatregelen genomen moeten worden om aan de eisen te kunnen voldoen.

Als in de hele wijk luchtwarmtepomp toegepast worden zal er rekening gehouden moeten worden met het cumulatieve effect van het geluid van meerdere warmtepompen. Hiervoor gelden voor nieuwbouw de reguliere geluidseisen zoals in het Bouwbesluit opgenomen. Voor nieuwbouwprojecten met individuele

luchtwarmtepompen geldt de eis dat het geluidsniveau in de woning niet meer dan 30 dB(A) bedraagt. In een wijk met luchtwarmtepompen zal dus aangetoond moeten worden dat het cumulatieve effect van externe geluidsbronnen (verkeer, luchtwarmtepompen, etc.) niet leidt tot een hoger geluidsniveau dan de genoemde 30 dB(A). Bovengenoemde geldt voor nieuwbouw. Voor bestaande bouw is er geen wettelijke eis.

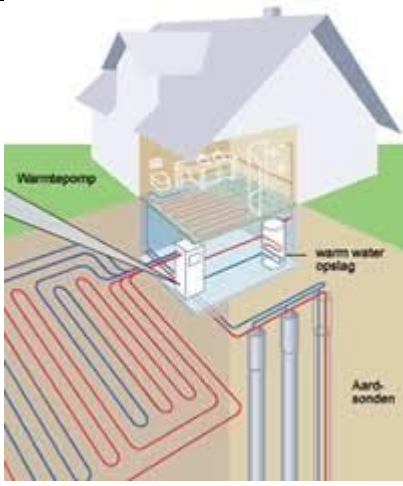
		
Luchtunit aan de gevel	Luchtunit naast de woning	Luchtunit op het dak (de 'schoorsteen')

3.3.2 Bodemwarmtepomp

De bodemwarmtepomp onttrekt via een zogenaamde 'bodemplus' warmte aan de bodem. De warmte wordt vervolgens op een hoger temperatuurniveau gebracht zodat deze gebruikt kan worden voor ruimteverwarming (laag temperatuur (vloer)verwarming) of voor het verwarming van warm tapwater in een boiler.

Het voordeel van de bodemwarmtepomp ten opzichte van de luchtwarmtepomp is dat er sprake is van een gelijkmatige temperatuur die de warmtepomp aangeleverd krijgt. Hierdoor zijn de energetische prestaties beter dan bij de luchtwarmtepomp. De investeringskosten zijn echter hoger. Het realiseren van een bodemwarmtewisselaar is namelijk vrij kostbaar.

Als in een wijk of buurt iedereen gebruik maakt van een bodemwarmtewisselaar, dient rekening gehouden te worden met eventuele onderlinge beïnvloeding. De afstand tussen de verschillende bodemlussen per systeem dient niet te klein te zijn, bij voorkeur meer dan acht meter. Het is uiteraard ook mogelijk om een gezamenlijke bron aan te leggen en daar de individuele warmtepompen van meerdere woningen op aan te sluiten. De investeringskosten worden hier veelal niet lager door. De motivatie om dit met elkaar te doen is met name om op deze manier optimaal gebruik te maken van de bodem. Als in de hele wijk iedereen een eigen individuele bodemplus toepast, dient bij het ontwerp van de bodemplus rekening gehouden te worden met de onderlinge beïnvloeding. Dit kan er toe leiden dat extra diepe bodemlussen nodig zijn. Het is daarom om altijd onderling het ontwerp van de bodemlussen af te stemmen en indien mogelijk met elkaar het ontwerp te optimaliseren.

		
Verschillende uitvoeringen van bodemwarmtewisselaars (verticaal en horizontaal)	Boorwerkzaamheden verticale bodemwarmtewisselaar	Combiwarmtepomp; warmtepomp in combinatie met boiler vat voor warm tapwater

3.3.3 Stralingspanelen (in combinatie met een oplossing voor warm tapwater)

Stralingspanelen worden ingezet om lokaal, op een specifieke plek in de ruimte, te verwarmen. Alleen op de plaats waar de panelen stralingswarmte afgeven, is het comfortabel. De stralingspanelen worden rechtstreeks gevoed met elektriciteit. Ten opzichte van warmtepompen is het rendement van het opwekken van de benodigde warmte erg laag.

Een warmtepomp heeft bijvoorbeeld een 'coëfficiënt of performance' (COP) van 5 voor ruimteverwarming: de verhouding tussen de *geleverde warmte* en de daarvoor *benodigde elektriciteit* van de warmtepomp is 5 staat tot 1. Bij *stralingsverwarming* wordt de elektriciteit direct omgezet in warmte en is de COP dus 1. Dit is aanzienlijk lager dan bij warmtepompen.

Daar staat tegenover dat de hoeveelheid warmte die op jaarbasis geleverd moet worden lager is dan bij 'traditionele' verwarming met radiatoren of vloerverwarming. Er wordt heel specifiek en heel lokaal verwarmd immers: alleen als een ruimte gebruikt wordt, staat het paneel 'even' aan. Hoeveel minder is moeilijk te voorspellen. Dit is sterk afhankelijk van de gebruiker. Voor ruimten die incidenteel verwarmd hoeven te worden, is het mogelijk om stralingspanelen toe te passen. Bijvoorbeeld op slaap/studeerkamers. Een combinatie met warmtepompen is mogelijk. De warmtepomp wordt dan ingezet voor het verwarmen van de benedenverdieping en voor het verwarmen van tapwater. De bovenverdieping kan dan verwarmd worden met stralingspanelen.

De stralingspanelen worden ingezet voor ruimteverwarming. Dit betekent dat voor het verwarmen van *tapwater* een separate warmtevoorziening nodig is. Het is mogelijk om ook het tapwater direct met elektriciteit te verwarmen met een boiler vat; denk aan een grote waterkoker. Het verbruik hierbij is hoog. Daardoor is het zowel energetisch als financieel ongunstig. Voor een duurzame separate oplossing voor het warm tapwater zijn er grofweg twee alternatieven:

1. *Zonneboiler*. Een boiler vat wordt hierbij verwarmd met zonnewarmte. Een groot deel van het jaar is er zonnewarmte beschikbaar en kan hiermee water verwarmd worden. Naarmate er minder zoninstraling is, is er uiteraard ook minder warmte beschikbaar en zal alsnog 'naverwarmd' moeten worden met elektriciteit.
2. *Warmtepompboiler*. Een boiler vat wordt hierbij verwarmd met een warmtepomp. Bij deze oplossing wordt veelal gebruik gemaakt van laagwaardige warmte uit (ventilatie)lucht. De warmtepomp brengt

deze laagwaardige warmte op hoger temperatuurniveau zodat het tapwater in de boiler op de gewenste temperatuur gebracht wordt.

DWA heeft in 2018 een onderzoek uitgevoerd naar toepassing van infraroodpanelen in (nieuwbouw)woningen. In dat onderzoek is ook de vergelijking gemaakt met alternatieven. Uit dit onderzoek blijkt dat de gebruikskosten per saldo hoger zijn dan duurzame alternatieven en dat de door fabrikanten genoemde voordelen niet of onvoldoende onderbouwd zijn⁷.

		
Stralingspanelen in woonkamer	Warmtepompboiler voor warm tapwater	Zonneboiler voor warm tapwater

3.3.4 Hybride warmtepompen

Zolang er nog aardgas beschikbaar is in de wijk, is het mogelijk om hybride warmtepompsystemen toe te passen. Hierbij wordt de *warmtepomp* ingezet voor het leveren van een deel van de benodigde warmte voor ruimteverwarming. Het resterende deel van de benodigde warmte wordt verzorgd door een *traditionele cv-ketel*. Deze cv-ketel verzorgt ook het warm tapwater. Strikt genomen is dit dus geen oplossing die in deze paragraaf thuis hoort omdat bij deze oplossing uitgegaan wordt dat de infrastructuur voor aardgas in de wijk gehandhaafd blijft.

3.3.5 Conclusie Verwarmen met elektriciteit

Een alternatief voor aardgas op het niveau van een individuele woning met behulp van elektrische apparaten kan altijd. Het staat de bewoner immers vrij om met zijn huis te doen wat hij wil. Er zijn zaken waarmee rekening gehouden moet worden, die in het volgende hoofdstuk aan de orde komen. Zo is de toepassing van vergaande isolatie en het vervangen van de huidige installaties voor elektrische apparaten een kostbare.

Het volgende overzicht geeft een samenvatting en waardering voor de mogelijkheid om met elektriciteit te verwarmen:

⁷ Zie: <https://www.lente-akkoord.nl/twijfels-over-infraroodverwarming/>

All electric	Duurzaamheid / energiegebruik	Gasloos	Geluid	Comfort *)	Investeringskosten	Keuze voor uitwerking Oranjewijk
Warmtepomp lucht	+/-	+	-	+	+/-	+
Warmtepomp bodem	+	+	+	+	-	++
Stralingspanelen	-	+	+	+/-	+	+/- (i.v.m. comfort)
Hybride warmtepomp	+/-	-	-	+	+	+/- (niet gasloos)

*) Al de warmtepompen leveren warmte via een laagtemperatuursysteem (vloerverwarming of laagtemperatuur radiatoren). Hiermee is de woning comfortabel te verwarmen. Vandaar bij al de warmtepompsystemen een +. Bij de stralingspanelen is er kans op lokaal discomfort. Vandaar dat deze optie +/- is aangegeven.

Een individuele 'all electric' oplossing is, los van de keuze van de soort warmtepomp of aard van de verwarming, kansrijk als alternatief voor aardgas. Doordat het een individuele oplossing is, hebben bewoners vrijheid om een eigen warmtepompsysteem te kiezen. Bij de verdere uitwerking in hoofdstuk 4 en verder worden op basis van de afwegingen de luchtwarmtepomp en de bodemwarmtepomp verder uitgewerkt.

De hybride warmtepomp is dan een goede **tussenoplossing**: bij een eerstvolgende vervanging van de CV-ketel zou hiervoor gekozen kunnen worden wanneer de woning al goed geïsoleerd is.

3.4 Conclusie alternatieven voor aardgas

Kijkend naar de alternatieven en naar het tijdpad, dan kan gesteld worden dat op de korte termijn (zeg maar: tot 2030) twee varianten meer kansrijk lijken dan de andere die geschetst zijn. De alternatieven hebben consequenties voor de infrastructuur en voor de benodigde warmte- (en koude) bronnen:

Hernieuwbaar gas: hiervoor kunnen de huidige aardgasleidingen blijven liggen. Waterstof en biogas zijn onvoldoende voorradig en kunnen wellicht beter voor andere doeleinden gebruikt worden. Zolang het aardgasnet niet verwijderd wordt, is het doorgaan met verwarmen op aardgas een optie. Dit is voor de volgende stap **de referentie**.

Warmtenetten: als alternatief voor verwarmen met aardgas lijkt zowel het aansluiten op een *regionaal* net, met een regionale bron, als het ontwikkelen van een *lokaal* net en een lokale warmtebron kansrijk. Dit is voor de volgende stap **Variant 1a en 1b**.

Een warmtevoorziening op elektriciteit: deze individuele optie staat bewoners in principe altijd vrij. Het doet er wel toe of de hele wijk hiervoor kiest, of dat dit de alternatieve keuze naast een collectief warmtenet is. Daarvoor is een bepaalde afname vereist, waarover in het volgende hoofdstuk meer. Deze 'all electric'-variant wordt uitgewerkt als **Variant 2**. Hierbij zal onderscheid gemaakt worden tussen de luchtwarmtepomp en de bodemwarmtepomp.

distributiepompen geplaatst die het transport van het warme water naar de woningen verzorgen. Het bovengrondse ruimtebeslag is een ruimte van circa 40 tot 50 m², met een hoogte van circa 3 meter.

In dit onderstation bevinden zich, onder andere:

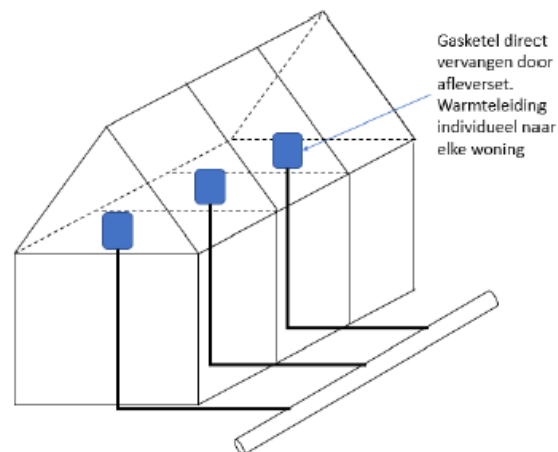
- De warmtewisselaar.
- De distributiepompen voor transport van warm water naar de woningen.
- Waterbehandeling (filters, ontluchting, etc.).
- Schakelkasten voor regeltechniek en elektrische voedingen van pompen, kleppen, etc.

De hoofdleidingen van het warmtenet liggen in de straat. Vanuit de straat worden de aanvoer- en de retourleiding naar binnen gevoerd. De leidingen worden onder de funderingsbalk door gevoerd, zie de afbeelding hiernaast als voorbeeld.

Afb. Warmteleiding naar elke woning

Impact van regionaal warmtenet op de woningen in de wijk

Uit de woningbezoeken en de analyse van de wijk blijkt dat bijna alle woningen verwarmd worden met een aardgasgestookte combiketel. Deze ketel staat doorgaans op zolder en voedt van daaruit de centrale verwarming en tapwater. Hierna per onderwerp de consequenties voor de individuele woningen.

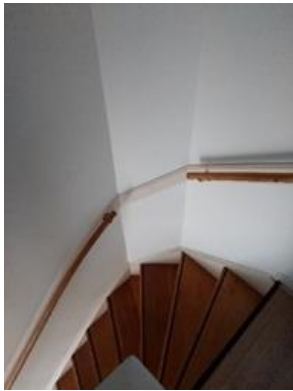


Installaties en leidingen

Voor de aansluiting op een warmtenet zijn de volgende aanpassingen noodzakelijk:

1. De combiketel wordt verwijderd en op deze plaats wordt een warmte-unit (ook wel *afleverset* genoemd) geplaatst (zie de afbeelding). In de woningen die bezocht zijn, is dit een mogelijke oplossing.
2. Vanuit de twee warmteleidingen in de straat (aanvoer- en retourleiding) moeten de woninginstallaties aangesloten worden. De twee leidingen moeten na invoering in de woning via een schacht of langs de muur naar de zolder gelegd worden. Bij de opnames is gekeken naar eventueel beschikbare of realiseerbare schachten voor leidingwerk naar de huidige opstellingsruimte van de ketels. In veel gevallen blijkt dit een uitdaging, maar niet onmogelijk te zijn:
 - a. Bij een deel van de woningen kan mogelijk gebruik gemaakt worden van een schacht in de hoek van de trap (zie de afbeelding).
 - b. Bij woningen waar de koudwateraansluiting niet in de meterkast zit, kan mogelijk gebruik worden gemaakt van de ruimte in de meterkast. Veelal zit de meterkast echter onder de badkamer wat de doorvoer van de leidingen weer kan belemmeren.
 - c. Bij andere woningen zal met opbouwleidingen gewerkt moeten worden (aftimmering met houten koof).

Het realiseren van schachten en het aanpassen van leidingwerk zal al snel leiden tot *maatwerk*. Het is aan te bevelen om hierbij met een aantal standaardvarianten te werken die in samenwerking met een (lokale) installateur uitgewerkt worden. In Purmerend is bijvoorbeeld een oplossing bedacht waarbij de leidingen aan de buitenkant van de gevel gemonteerd worden. Net onder de dakgoot worden de leidingen ingevoerd en kunnen daarna aangesloten worden op de woninginstallatie (zie afbeelding).

		
Afb. Warmte-unit (afleverset, ca 70 x 90 x 35 cm)	Afb. Wellicht bruikbaar: loze schacht in de hoek van de trap	Afb. Voorbeeld Purmerend: leidingen aan de buitenkant van de woning

Ruimteverwarming

De (bezochte) woningen worden nu hoofdzakelijk verwarmd met conventionele radiatoren. Deze radiatoren zijn ontworpen voor verwarming met water op hoge temperatuur; water van circa 80 tot 90°C. Ruimtes worden hiermee verwarmd tot 20-22°C.

In plaats van water uit de aardgasgestookte verwarmingsketel wordt bij warmtenetten warm water geleverd vanuit het *warmtenet*. Het temperatuurniveau van het warme water uit het warmtenet is afhankelijk van de warmtebron die het warmtenet voedt in Rotterdam. Omdat het warmtenet bedoeld is om bijvoorbeeld de (hoogtemperatuur) stadsverwarming van Leiden van warmte te voorzien, kan er vanuit gegaan worden dat het temperatuurniveau hoog genoeg is om het lokale (secundaire) warmtenet in de Oranjewijk te verwarmen op een temperatuur van 70 tot 75°C. Dit is een temperatuur die enigszins lager is dan de watertemperatuur die vanuit de aardgasgestookte CV-ketels geleverd wordt. Mogelijk kan vanuit het regionale net een temperatuur van 80 tot 90°C geleverd worden. Dan komt de leveringstemperatuur aan de woningen vrijwel overeen met de temperatuur die in de huidige situatie door de CV-ketels geleverd wordt.

De radiatoren in de woningen zullen bij de lagere temperatuur (70-75°C) iets minder warmte leveren dan bij de huidige situatie. Omdat veel woningen in de loop van de tijd verbeterd zijn, is er minder warmte nodig en is dit dus geen probleem. Bij de woningbezoeken is gebleken dat een aantal bewoners geëxperimenteerd hebben met de temperatuurinstelling van de huidige CV-ketel en hieruit blijkt dat met (aanzienlijk) lagere temperaturen veel woningen nog prima verwarmd kunnen worden.

Warm tapwater

Van tapwater is de gevoeligheid dat de temperatuur regelmatig boven circa 60 °C moet komen, om te voorkomen dat er legionellabacteriën ontstaan. Met het warme water van 70°C uit het warmtenet kan warm tapwater verwarmd worden tot een veilige temperatuur. In een warmte-unit (warmtewisselaar) wordt gezorgd dat het water van 70°C over een warmtewisselaar stroomt waarin het tapwater tot de gewenste, veilige temperatuur verwarmd wordt.

Gebouwschil

Met *gebouwschil* bedoelen we: (isolatie van) vloeren, buitenmuren (spouw) en het dak, en het verbeteren van kozijnen en beglazing van de woning. Vergaande isolatie of vervanging is niet noodzakelijk om aan te kunnen sluiten op het regionale warmtenet. Zeker niet als bij verdere uitwerking blijkt dat het regionale warmtenet een temperatuur kan leveren van 80 tot 90°C. Het verbeteren van de schil is wel *wenselijk* en heeft als voordeel dat de warmtevraag lager wordt waardoor, er minder (schaarse) duurzame warmte nodig is. Dit bespaart de bewoner

ook kosten. Er wordt immers minder warmte afgenomen. Als uitgegaan wordt van een gematigde schilverbetering is het mogelijk om 250-350 euro te besparen op warmtekosten (10-15 GJ warmte, 23 euro per GJ).

Elektrisch koken

Omdat de aardgasaansluiting vervalst (en dan uit de woning verwijderd wordt), moet overgegaan worden op elektrisch koken. Spannend, en een onderdeel van de transitie waartegen door bewoners in de Oranjewijk (en in heel Nederland) wel wat weerstand ondervonden wordt. Als de aardgasaansluiting uit de keuken verdwijnt, leidt dat echter ook tot een veiligere situatie. Voor het elektrisch koken zijn onderstaande aanpassingen noodzakelijk:

- 1 Een extra groep vanuit de meterkast voor de kookvoorziening.
- 2 Pannen die geschikt zijn voor elektrisch koken.
- 3 De nieuwe inductiekookplaat zelf.

De kosten hiervan zijn meegenomen in de berekeningen in hoofdstuk 5.

Collectieve aanpak en 'aansluitritme'

Een belangrijk verschil ten opzichte van een individuele oplossing (zie *paragraaf 4.2, hierna*) is dat de aanvangskosten om een warmtenet aan te leggen hoog zijn. Om te voorkomen dat in de hele wijk warmteleidingen in de grond liggen terwijl er maar enkele woningen aangesloten worden, is het nodig dat in korte tijd zoveel mogelijk woningen aangesloten worden. Het is niet alleen financieel, maar ook energie-technisch wenselijk dat zoveel mogelijk woningen aansluiten: warmteleidingen verliezen altijd warmte naar de bodem; hoe meer woningen aansluiten, hoe kleiner dit warmteverlies per woning is relatief.

Daarnaast zal een partij die investeert in de aanleg (en vaak het onderhoud van) warmteleidingen zekerheid willen hebben met betrekking tot het aantal woningen dat gaat aansluiten op het warmtenet, en de snelheid waarmee ze dat gaan doen in de nabije toekomst. Voor het aansluiten van 500 tot 1000 woningen in de Oranjewijk is een vollooptijd van circa 5 tot 10 jaar acceptabel. Het is overigens mogelijk om delen van de wijk gefaseerd aan te sluiten ('buurt voor buurt').

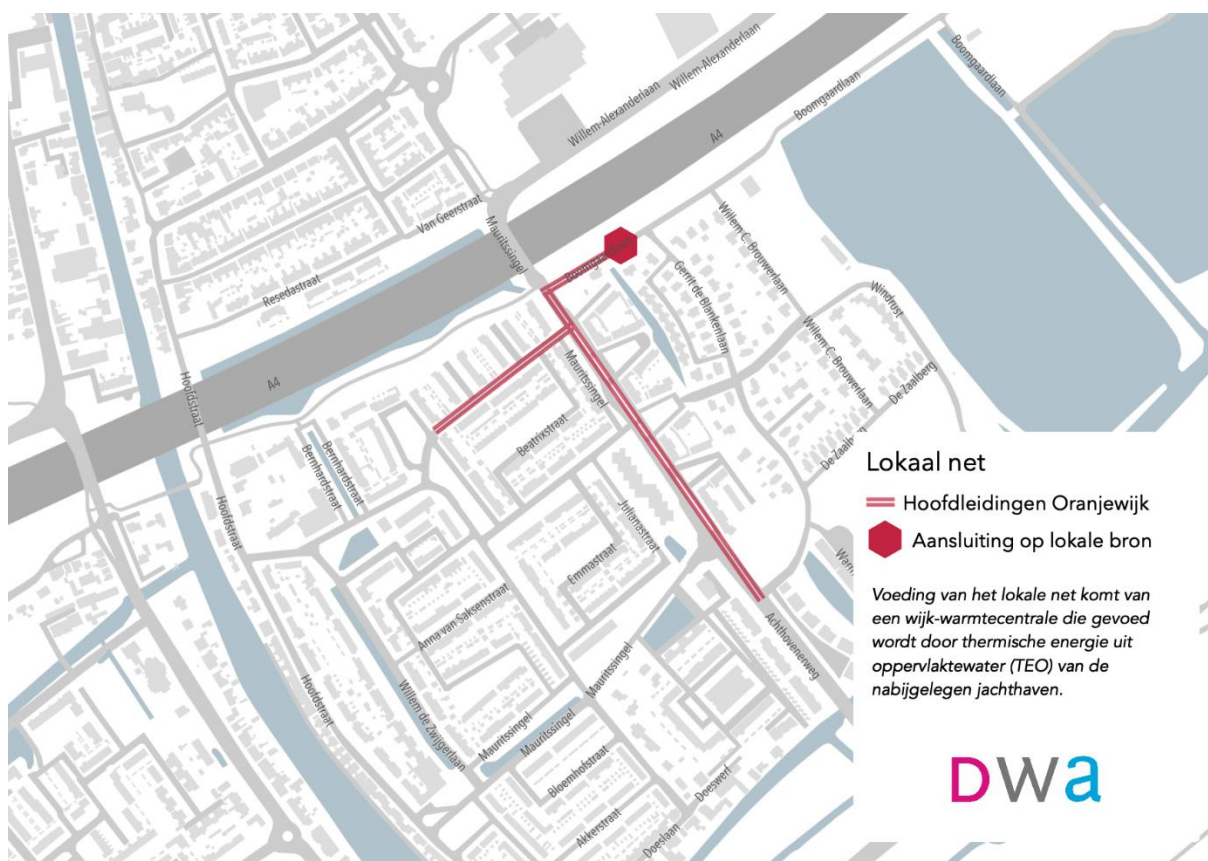
4.1.2 Variant 1b: een lokaal warmtenet met een lokale warmtebron

Deze variant binnen hetzelfde warmtenetten-concept gaat uit van een *lokaal* warmtenet, dat gevoed wordt met warmte uit lokaal *oppervlaktewater*: de jachthaven (zie *paragraaf 3.2.6*). Omdat de temperatuur van het oppervlaktewater in de winter te laag is om nog effectief warmte uit te halen, wordt gebruik gemaakt van warmte- en koude-opslag (wko) in de bodem. Hierbij wordt in de zomer warmte onttrokken uit het oppervlaktewater. Deze warmte wordt met een temperatuur van circa 15 tot 20°C opgeslagen in het warme deel van de opslag. In de winter wordt die warmte daar weer uit onttrokken en gebruikt voor verwarming. De temperatuur is dan te laag om direct in te zetten voor verwarming van woningen. Met warmtepompen (op een centrale locatie, dus niet in de individuele woningen) wordt die op een hoger temperatuurniveau gebracht (ook weer: 70 tot 75°C). Vervolgens wordt de warmte via het lokale warmtenet naar de woningen gebracht.

Ruimtelijke impact van een lokaal warmtenet in de wijk

Ruimte vraag van een 'wijkwarmtecentrale'

Voor het oppompen en verwarmen van het water uit de jachthaven is een zogenaamde warmtecentrale op wijkniveau nodig, een 'wijkwarmtecentrale'. Het ligt het voor de hand om deze centrale in de buurt van de warmtebron, het oppervlaktewater van de jachthaven in dit geval, te situeren. Voor deze studie, en daarmee: voor de financiële doorrekening, gaan we uit van de locatie zoals in de volgende afbeelding weergegeven.



Afb. Impressie van de locatie van de wijkwarmtecentrale (het aansluitpunt is in de buurt van de Doeshaven geprojecteerd omdat daaruit de laagtemperatuur warmte wordt onttrokken)

Vanaf het centrale punt gaat een warmtenet de wijk in. Dit is voor nu nog niet verder gedetailleerd. Voor de financiële doorrekening is een hypothetisch tracé doorgerekend. Een wijkwarmtecentrale is een relatief grote, fysieke ruimte van circa 150 tot 175 m², met een hoogte van circa 3,5 meter. In onderstaande overzicht zijn twee voorbeelden weergegeven van (grote) warmtecentrales op wijkniveau.



Afb. voorbeeld van een wijkwarmtecentrale. Het ontwerp daarvan laat veel ruimte voor creativiteit.

In de wijkwarmtecentrale worden de volgende onderdelen geplaatst:

1. Warmtewisselaar, pomp en filters van het oppervlaktewatersysteem.
2. Warmtewisselaar energieopslag in de bodem (wko).
3. Warmtepompen.
4. Piekvoorziening (vooralsnog is uitgegaan van piekketels).
5. Distributiepompen, filtersystemen en expansievoorzieningen.

Wat is een '**piekvoorziening**'? In de wijkwarmtecentrale wordt het water uit de Doeshaven met grote *warmtepompen* verder opgewarmd voor verwarming van de woningen. Warmtepompen zijn relatief dure onderdelen in het lokale warmtenet. Het is niet kostenefficiënt om het maximaal benodigde vermogen door de warmtepompen te laten leveren, wat betekent dat zelfs op de koudste dag van het jaar voldoende warmte geleverd wordt voor de verwarming van woningen. Het is maar enkele dagen per jaar echt koud. Een groot deel van het vermogen van de warmtepomp is dan feitelijk maar een beperkt aantal uren per jaar nodig.

De vraag is hoe de zogenaamde 'piekvoorziening' kostenefficiënter ingevuld kan worden. Op dit moment ligt een aardgasgestookte piekvoorziening het meest voor de hand. De investerings- en onderhoudskosten hiervoor zijn relatief laag. Omdat deze piekvoorziening op jaarbasis relatief weinig warmte hoeft te produceren (circa 10-15% van de benodigde warmte) zijn de energiekosten (aardgas) ook relatief laag. Op langere termijn kan op basis van marktontwikkelingen overgegaan worden op een alternatieve piekvoorziening op elektriciteit. Een aardgasgestookte piekvoorziening is een veilige toepassing die in heel veel centrale installatie toegepast wordt (denk bijvoorbeeld aan blokverwarming van appartementencomplexen).

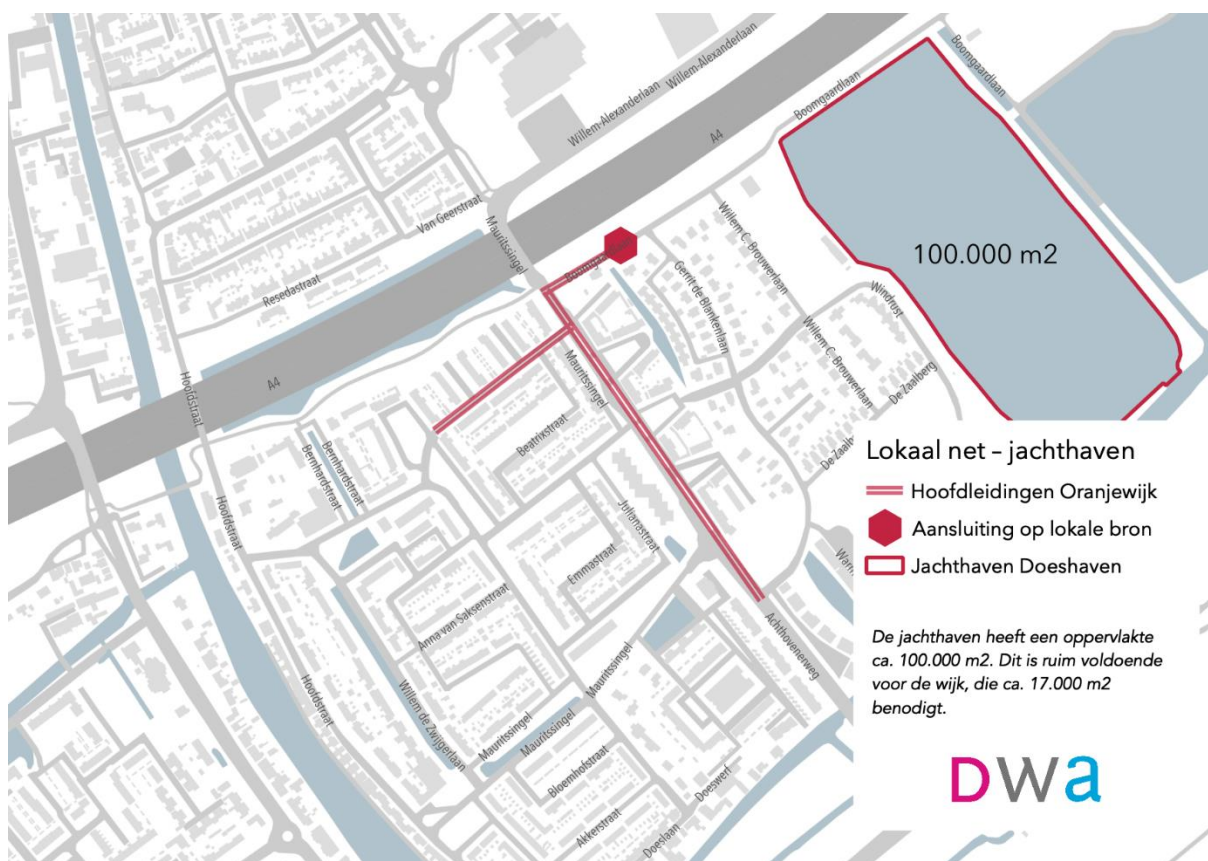
Ruimtebeslag onder de grond voor energieopslag in de bodem (wko)

Aan de rand van de wijk worden in de bodem zogenaamde warme- en koude bronnen gerealiseerd, de 'wko'. Het water uit de bronnen wordt via een *ondergronds leidingnetwerk* naar de wijkwarmtecentrale gevoerd. Hier wordt óf warmte onttrokken door de warmtepomp óf er wordt warmte toegevoerd (warmte uit het oppervlaktewater).

Als alle woningen aansluiten op het lokale warmtenet is in totaal circa 200 tot 250 m³ per uur aan water nodig. Hiervoor zijn twee 'bronneparen' nodig. Een bronpaar bestaat uit een warme en een koude bron. In totaal is dus ruimte nodig voor twee koude en twee warme bronnen. Die kunnen we niet zomaar overal aanleggen. Bij een verdere uitwerking van de variant met een lokaal warmtenet en een lokale warmtebron, moet een nadere effectenstudie gedaan worden. Deze effectenstudie is nodig in het kader van de aanvraag van een *vergunning* (Waterwet). Langs de A4, langs de Doeshaven en langs de Willem C. Brouwerlaan lijkt voldoende ruimte om de bronnen te realiseren. Meestal is een onderlinge afstand van 150-200 meter ruim voldoende om onderlinge beïnvloeding te voorkomen.

Ruimtebeslag van oppervlaktewater (TEO)

Op basis van energieberekeningen is ingeschat hoeveel warmte er nodig is uit het oppervlaktewater als de hele wijk aan zou sluiten op het lokale warmtenet. In totaal is er voor de Oranjewijk dan circa 25.000 GJ warmte nodig uit het oppervlaktewater. Bij een ingeschatte energieopbrengst van circa 1,5 GJ per m² is er in totaal ongeveer 17.000 m² oppervlaktewater nodig. Het oppervlak van de Doeshaven is circa 100.000 m² en zou dus ruim voldoende warmte moeten kunnen leveren voor de wijk, zie de oppervlaktebepaling in onderstaande figuur.



Afb. Indicatie van beschikbaar wateroppervlak in de jachthaven

Ruimtelijke impact van lokaal warmtenet op de **woningen** in de wijk

Wanneer we er vanuit gaan dat de warmte uit het oppervlaktewater in de jachthaven wordt opgewaardeerd tot een temperatuur van circa 70°C dan gelden voor het lokale warmtenet dezelfde consequenties op woningniveau zoals omschreven bij het regionale warmtenet in de paragraaf hiervoor.

Collectieve aanpak en 'aansluitritme'

Net zoals bij het collectieve warmtenet, geldt ook voor een lokaal warmtenet dat er zekerheid moet zijn dat een relatief grote groep bewoners gaat aansluiten.

4.2 Variant 2: individuele elektrische oplossingen

Bij deze 'all electric'-variant kan er op *individueel* niveau gekozen worden voor een elektrische oplossing. Doorgaans zal dat de keuze zijn voor een warmtepomp, waarbij gebruik gemaakt wordt van de buitenlucht of van bodemwarmte direct onder de woning. Wat we ook zien is een oplossing met infraroodpanelen. Over het rendement hiervan vindt nog veel discussie plaats, maar het is duidelijk dat bij een *individuele* oplossing, de *bewoner* beslist. Een voordeel van de individuele variant is dat niet door iedereen op een zelfde tijdstip een keuze gemaakt hoeft te worden.

Ruimtelijke impact van all electric-oplossingen in de wijk

Het stroomgebruik in de wijk neemt fors toe als alle woningen voorzien worden van individuele warmtepompen. Het huidige gemiddelde gebruik van circa 3.000 kWh per woning zal bijna verdubbelen als gevolg van de warmtepompen. Dit heeft consequenties voor het verduurzamen van het regionale en het landelijke elektriciteitsnet. Daarnaast zal het *piek*verbruik van het elektriciteitsnet toenemen: niet alleen in de avond, als iedereen thuiskomt, gaat koken, tv kijkt en de was doet, maar ook in de winter, als de warmtevraag enorm

toeneemt. Bij de nadere uitwerking van deze variant zal door de netbeheerder voor de Oranjewijk nagegaan moeten worden of dit in de wijk aan de orde is en welke aanpassingen (verzwaring) op welke plek nodig is.

*Ruimtelijke impact van all electric-oplossingen op de **woningen** in de wijk*

Buitengevel of boringen

Voor het plaatsen van het warmtepompsysteem is in de woningen een ruimte van circa 1 tot 1,5 m² nodig. Daarnaast is er bij de (buiten)luchtwarmtepomp een plaats nodig voor de luchtunit aan de buitenkant van het huis. Bij toepassing van een bodemwarmtepomp zal er in de voor- of achtertuin een bodemlus gemaakt moeten worden. Na realisatie is daar niets van te zien. De realisatie zelf geeft overlast en is kostbaar (zie ook het hoofdstuk hierna); hiervoor moet een boorinstallatie worden geïnstalleerd (denk aan een grote vrachtwagen), waardoor de tuin vaak flink overhoop komt te liggen.

Radiatoren geschikt maken voor verwarming op lage temperatuur

In plaats van water uit de aardgasgestookte CV-ketel wordt bij warmtepompen warm water geleverd met een temperatuur van circa 40°C. Die temperatuur is lager dan uit een warmtenet omdat het simpelweg te veel energie kost om het water met een individuele elektrische installatie verder te verwarmen. Het is dan niet mogelijk om bestaande (vaak gietijzeren) radiatoren, die normaal gesproken gevoed worden met warm water van 80°C, de woning te verwarmen. De verwarmingsinstallatie in de woning moet dan omgebouwd worden tot laagtemperatuur verwarming, zoals vloerverwarming of een zogenoemde 'lagetemperatuur radiator'. Door het grote oppervlak daarvan (onder de gehele vloer) warmt een ruimte langzaam en gelijkmatig op, met warmte die bovendien opstijgt. Dat geeft niet alleen een comfortabel gevoel aan de voeten, het is ook mogelijk om met veel lagere temperaturen een ruimte te verwarmen.

Warm tapwater

Bij warmtepompen wordt warm tapwater geleverd vanuit een *boiler*. Reden hiervoor is tweeledig: enerzijds de kortstondige, relatief grote verwarmingsvraag als we willen douchen of afwassen. De warmtepompsystemen hebben daarvoor onvoldoende verwarmingsvermogen en kunnen daarmee dus niet de gewenste warmte voor warm tapwater leveren. Anderzijds is voor het voorkomen van legionella periodiek verwarming tot 60°C nodig. Daarom worden individuele warmtepompsystemen toegepast in combinatie met een boiler van 150 tot 300 liter. Dat verklaart ook de ruimtevraag van 1 tot 1,5 m² die hiervoor genoemd werd.

Gebouwschil

Om een bestaande woning met een lagere temperatuur te verwarmen is extra isolatie nodig, omdat het met de warmte van deze lage temperatuur niet mogelijk is om relatief hoge vermogens te leveren. Het ombouwen van verwarmen met radiatoren naar verwarmen met vloerverwarming is behoorlijk ingrijpend. Om te voorkomen dat de warmte niet naar de kruipruimte verdwijnt, dient onder de vloer bovendien goed geïsoleerd te worden. Dit betekent een verhoging van de vloer, met als gevolg dat dorpels en deuren aangepast moeten worden. Dit is kostbaar en het geeft overlast, al is een voordeel dat eigenaren zelf het moment kunnen bepalen waarop ze dit soort maatregelen nemen. In het ideale geval wordt dit gedaan op het moment dat er toch al een vervanging of verbouwing op de planning stond (na verhuizing of bij renovatie).

Hetzelfde geldt voor gevels (wanden) en het dak, die geïsoleerd worden. Ook geven ramen en kozijnen een groot warmteverlies. Kortom: het is goed om de woning zo goed mogelijk 'in te pakken'. Het risico is dan dat er te weinig frisse lucht de woning in komt. Dat betekent dat meestal meteen een ventilatiesysteem geïnstalleerd wordt. Bij voorkeur is dit een systeem met 'warmteterugwinning'. Daarbij wordt de restwarmte die normaal naar buiten geblazen wordt, opnieuw ingezet voor de verwarming van de woning. Mechanische afvoer van ventilatielucht (naar buiten) in combinatie met natuurlijke luchttoevoer (van buiten) volstaat echter ook.

Elektrisch koken

Ook hier geldt: omdat de aardgasaansluiting vervalt (en dan uit de woning verwijderd wordt), moet overgegaan worden op elektrisch koken. Voor het elektrisch koken waren de volgende aanpassingen noodzakelijk:

- 1 Een extra groep vanuit de meterkast voor de kookvoorziening.
- 2 Pannen die geschikt zijn voor elektrisch koken.
- 3 De nieuwe inductiekookplaat zelf.

Duurzaamheid van de elektriciteit en capaciteit van het net

De elektriciteit die via de elektrische infrastructuur aan de woningen geleverd wordt, is een mix van elektriciteit uit energiecentrales en elektriciteit uit duurzame bronnen als zon en wind. Hoe duurzamer de mix, hoe duurzamer uiteindelijk ook de verwarming van de woningen. De ambitie 'aardgasvrij' wordt behaald wanneer alle woningen op een individuele all electric-oplossing overgaan, energie-, klimaat of CO₂-neutraal zijn ze dan nog niet per se. Daarvoor is de gemeente echter afhankelijk van de nationale overheid, die gaat over de verduurzaming van de centrale elektriciteitscentrales.

Daarnaast is de huidige elektriciteitsinfrastructuur voornamelijk bedoeld voor het 'normale' huishoudelijk gebruik. Als ook de warmte middels elektriciteit opgewekt moet worden, zal de infrastructuur verzwakt moeten worden. De netbeheerder zal moeten bepalen welke delen van de infrastructuur verzwakt moeten worden en of ook bijvoorbeeld de onderstations binnen de gemeente verzwakt moeten worden.

Individuele oplossing kan (bijna) altijd

Een voordeel van een elektrisch alternatief voor aardgas, is dat dit ook (in beperkte mate) *naast* andere varianten kan bestaan. Bewoners die besluiten niet aan te willen sluiten op een collectief warmtenet, kunnen in principe zelf kiezen voor een individuele elektrische oplossing. In een vervolg op deze variantenstudie moet wel uitgezocht worden wat de kritische massa is die nodig is om een warmtenet rendabel aan te leggen en te exploiteren.

Een ander voordeel van dit alternatief is dat niet iedereen *tegelijk* de overstap moet maken van aardgasketels naar warmtepompen. Door voorlopig twee bestaande infrastructuren intact te houden, kunnen woningeigenaren zelf het moment bepalen om over te gaan op individuele elektrische warmtepompen. Dit betekent wel dat de bestaande aardgasinfrastructuur voorlopig gehandhaafd moet blijven. Pas als iedereen overgegaan is naar warmtepompen, kan de aardgasinfrastructuur verwijderd worden. Gaandeweg dient de netbeheerder de capaciteit van het net, indien noodzakelijk, te verzwaken.

5. Rekenen met de twee varianten

Zowel de individuele als de collectieve varianten zijn doorgerekend en beoordeeld voor de Oranjewijk. De uitgangspunten hierbij zijn te vinden in Bijlage I. De varianten zijn naast elkaar gezet en vergeleken op *kosten* en op *CO₂-reductie* (het doel achter het Parijsakkoord en het Klimaatakkoord). In de samenvattende tabel is ook nog de '*moeilijkheid*' om de oplossing te realiseren meegenomen (benodigde aanpassingen op woningniveau).

Voor de variant Warmtenetten is gerekend aan het *regionale* en het *lokale* alternatief. Voor de all electric-variant is een splitsing gemaakt naar een (*buiten*)*lucht-warmtepomp* en een *bodem-warmtepomp*, omdat de kosten daarvan nogal verschillen. Beide varianten zijn afgezet tegen de huidige situatie: verwarmen met *aardgas*. Het is uiteraard mogelijk dat de huidige woningen geïsoleerd worden en (voorlopig) met aardgas verwarmd worden. Omdat we in het onderzoek aardgasvrije varianten vergelijken, is deze optie niet uitgewerkt. Dit geldt ook voor hybride varianten waarbij aardgasgestookte ketels gecombineerd worden met (lucht)warmtepompen.

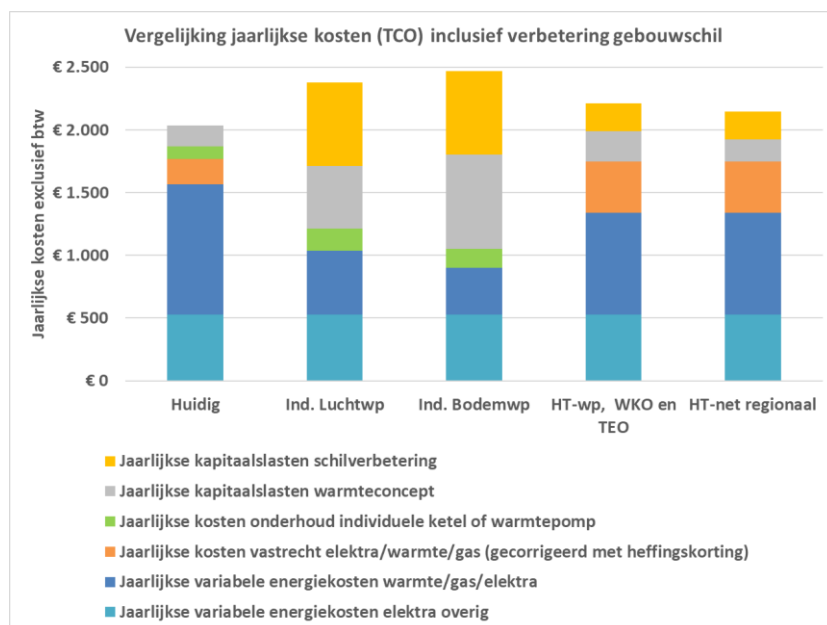
Bij de varianten waarbij aangesloten wordt op een warmtenet is bij de doorrekening, rekening gehouden dat bewoners de woning in de loop van de tijd ook isoleren. Dit is meegerekend omdat er mogelijk een verplichting komt voor schilverbetering. Het is echter ook wenselijk omdat zuinig omgegaan moet worden met veelal schaarse warmtebronnen.

5.1 Kosten

De vier varianten zijn financieel doorgerekend. In eerste instantie zijn daarbij de totale kosten voor de *bewoner* inzichtelijk gemaakt. Bij de *totale kosten* is er sprake van zowel eenmalige investeringskosten als jaarlijks terugkomende kosten (onderhoud, energie). Bij de varianten met de warmtepompen betalen de bewoners zelf de kosten voor onderhoud en (elektrische) energie. Ook de aanschafkosten van de warmtepomp zijn hierbij voor rekening van de bewoner. Bij aansluiting op een warmtenet is dit anders. De kosten om het warmtenet in stand te houden, worden gedragen door de partij die het warmtenet (en de warmtebron) exploiteert. De bewoner betaalt een vergoeding aan deze exploitant. Deze vergoeding bestaat uit een eenmalige aansluitvergoeding ('Bijdrage Aansluitkosten', ook wel BAK genoemd), een jaarlijks vastrecht en een variabele vergoeding die gebaseerd is op de afgenomen hoeveelheid warmte. De exploitant bepaalt deze tariefstructuur. Hierbij is de exploitant gebonden aan wettelijke eisen zoals in de Warmtewet opgenomen. De Warmtewet beschermt inwoners tegen 'wanpraktijken' en 'wantarieven'.

5.1.1 Totale jaarlijkse kosten van de varianten ten opzichte van aardgas

De varianten zijn financieel vergelijkbaar gemaakt door de totale kosten ervan om te rekenen naar *jaarlasten*. De hierna volgende figuur laat het resultaat zien. Een uitleg van de verschillende onderdelen van de jaarlasten en de uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de doorrekening, zijn in bijlage I.2 toegelicht.



Afb. Vergelijking jaarlasten voor elke variant ten opzichte van de variant aardgas

Aanname voor de aansluitbijdrage voor een regionaal of lokaal warmtenet

Bij de beide alternatieven voor de variant Warmtenet is gerekend met een 'aansluitbijdrage'. Dit zijn eenmalige kosten die door de woningeigenaar aan de exploitant betaald worden om aangesloten te worden. De exploitant van het warmtenet heeft dit nodig om een rendabele exploitatie te kunnen hebben. Bij de variant met het *lokale* warmtenet is een eerste verkenning gedaan van de exploitatie. Op basis daarvan is een aansluitbijdrage bepaald, feitelijk het bedrag dat de exploitatie 'dicht rekent'. Deze bedraagt ruim € 10.000,- per woning. Bij aansluiting op het *regionale* warmtenet is er nog geen inzicht in de aansluitbijdrage die gevraagd zal worden. Mogelijk dat deze lager uitkomt dan bij het lokale warmtenet (vanwege schaalgrootte en relatief goedkope restwarmte). Vooral nog is op basis van kennis en praktijkervaring een *aanname* gedaan van een 'bijdrage aansluitkosten (BAK)' van € 8.000,- per woning.

Alle varianten duurder dan aardgas

Alle varianten en de alternatieven die daar bij horen, hebben hogere jaarlasten dan de huidige situatie. Daarnaast is ook duidelijk dat de variant met individuele warmtepompen per saldo hogere jaarlasten heeft dan de varianten met het collectieve warmtenet.

Het belangrijkste verschil tussen de variant met individuele warmtepompen en de varianten Warmtenet is dat bij de eerste de kapitaalslasten aanzienlijk hoger zijn dan bij de warmtenet-varianten: er moet aan de voorkant een stevige investering in de woning gedaan worden. Andersom zijn de jaarlijkse energie- en onderhoudskosten bij de variant met individuele warmtepompen aanzienlijk lager dan bij een warmtenet. Per saldo liggen totale jaarlijkse kosten van de varianten dicht bij elkaar, en zijn de warmtenetten iets voordeliger dan de individuele oplossingen.

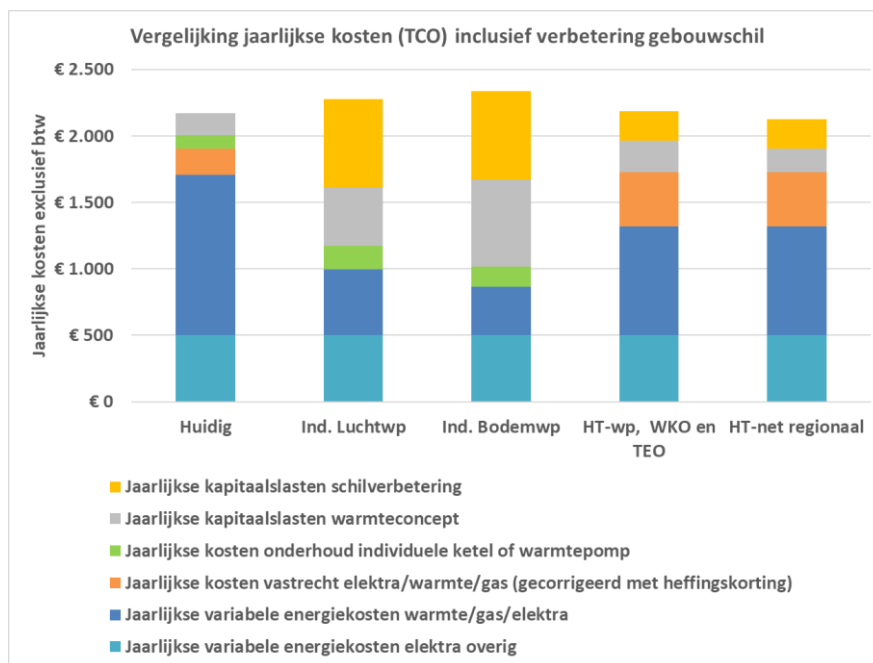
5.1.2 Gevoeligheden totale kosten

Er is een aantal aspecten die van invloed zijn op de totale kosten. De belangrijkste hiervan zijn:

- 1 De huidige prijs voor aardgas zal komende jaren stijgen doordat de energiebelasting op aardgas verhoogd wordt. Vanaf 2020 met 4 cent per m³. Daarna 6 jaar met 1 cent per m³.
- 2 De energiebelasting voor elektriciteit gaat verlaagd worden. Vanaf 2020 met 0,09 per kWh. De komende jaren zal dit verder dalen. Daar is echter nog geen concrete daling voor genoemd.

- 3 *Prijswontwikkeling warmtepompen.* De Rijksoverheid stelt dat de energietransitie kostenneutraal plaats kan vinden. Het uitgangspunt dat ze daarbij hanteert is dat de prijs van bijvoorbeeld warmtepompen omlaag gaat. Het is de vraag of dit daadwerkelijk gaat gebeuren en in welke mate. Dit effect is daarom niet doorgerekend.
- 4 *Nog tot 2021 is er de ISDE⁸-subsidie* voor individuele warmtepompen. Of die daarna blijft, is de vraag. Voor luchtwarmtepompen bedraagt deze 1.800 euro (per warmtepomp). Voor bodemwarmtepompen bedraagt deze 2.800 euro.

Bovenstaande aspecten zijn verwerkt in de doorrekening van de concepten. Deze aspecten hebben met name invloed op de individuele situatie met CV-ketels en individuele warmtepompen. Voor (aansluiten op) warmtenetten zijn momenteel nog geen subsidies beschikbaar. Er is wel een SDE++ ('subsidie duurzame energie') regeling in de maak waar ook concepten met thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in meegenomen worden. Het is echter nog niet bekend hoe deze regeling uitvalt voor dergelijke concepten. Zodoende is dit in de gevoeligheid ook nog niet meegenomen.



Afb. Vergelijking jaarlasten voor elke variant ten opzichte van de variant aardgas; nu inclusief effect van gasprijsstijging, daling elektraprijs en ISDE-subsidie voor individuele warmtepompen

5.1.3 Exploitatieberekening lokaal warmtenet

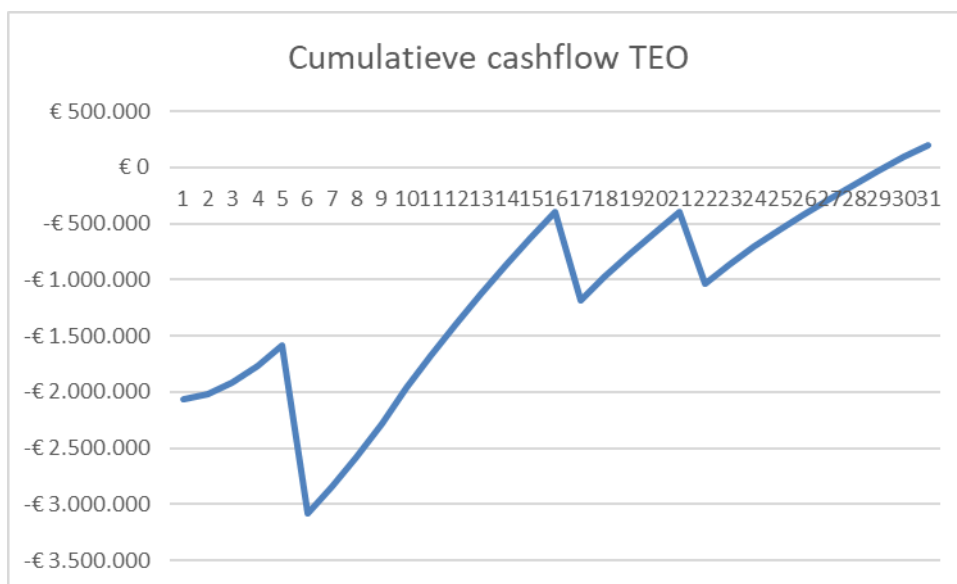
Naast een berekening van de totale jaarlijkse kosten voor de bewoner, is gerekend aan de 'businesscase' voor de exploitant die een lokaal warmtenet zou moeten aanleggen. Dit is een businesscase op basis van de warmtebehoefte en de woningen van de Oranjewijk, en kentallen voor leidingen, installaties, rentepercentages, etc. Deze verkenning is uitgevoerd om bij de berekening van de totale jaarlijkse lasten voor de bewoner (zie hiervoor) een inschatting te kunnen maken van de eenmalige benodigde aansluitbijdrage die hiervoor genoemd is.

De exploitatieberekening voor het lokale waarmtenet is het resultaat van de inkomsten en uitgaven vanuit het perspectief van de exploitant. Denk hierbij aan kosten als:

⁸ Investeringsubsidie duurzame energie (ISDE). Particulieren krijgen een deel van de investeringskosten terug na de aanschaf van een of meer warmtepompen, zonneboilers, pelletkachels of biomassaketels.

1. De uitgaven bevatten de (her)investeringskosten in de warmtecentrale, het distributienet en de woningaansluitingen. Daarnaast horen hier ook de jaarlijkse energie-, onderhouds- en de beheerkosten bij.
2. De inkomsten bestaan uit de variabele en vaste vergoedingen die jaarlijks door de afnemers betaald worden.

De inkomsten en uitgaven zijn vervolgens ook weer over een periode van 30 jaar doorgerekend. Daarbij is rekening gehouden met indexering (jaarlijkse stijging van kosten) en discontering (daarmee wordt bedoeld dat kosten die in de toekomst gemaakt worden aan de hand van een disconteringsvoet/rentepercentage 'teruggerekend' worden naar nu). Ook is er rekening mee gehouden dat niet iedereen gelijk aansluit. Er is uitgegaan van een vollooptermijn van 10 jaar (het duurt 10 jaar tot de laatste groep woningen aansluit). De figuur geeft het resultaat van de exploitatieberekening:



Afb. Hypothetische exploitatie van een lokaal warmtenet

Wat de afbeelding laat zien, is dat er (gefaseerd) een grote voorinvestering gedaan moet worden, die na circa 28 jaar 'rendabel wordt' (terugverdiend is). Met een aansluitbijdrage van ca € 10.800.- zou het lokale net op de lange termijn rendabel te exploiteren moeten zijn.

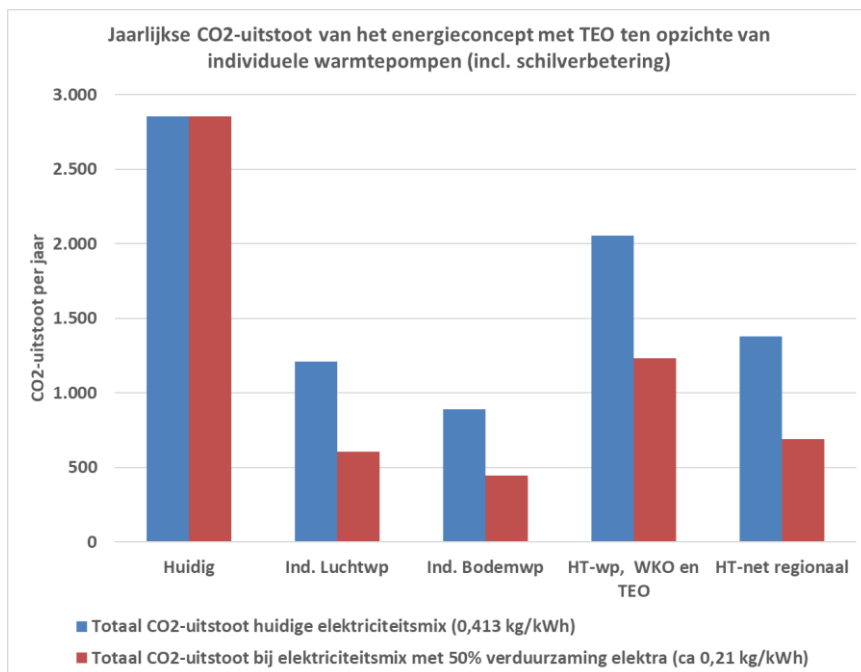
Een interessante vraag voor deze variant is op welke manier de individuele aansluitbijdrage omlaag gebracht kan worden. Een bijdrage van de overheid of een niet-commerciële exploitant zouden hiervoor oplossingen kunnen zijn die nader onderzoek behoeven.

5.2 Bijdrage aan CO₂-reductie

Naast op kosten, is een vergelijking gemaakt op basis van CO₂-uitstoot. Bij verbranding van aardgas komt per m³ aardgas 1,78 kg CO₂ vrij. Bij elektriciteit is er *op locatie* geen sprake van uitstoot van CO₂. Bij de productie van elektriciteit in de elektriciteitscentrale komt echter wel CO₂ vrij. Omdat er in Nederland sprake is van een mix van energiecentrales en duurzame elektriciteitsopwekking wordt voor elektriciteitsgebruik een kental gebruikt van 0,413 kg per kWh elektriciteit⁹.

⁹ <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/>

Omdat het doel en de verwachting is dat de toekomstige elektriciteitsopwek verder verduurzaamt (van aardgas en kolen naar zon en wind), verandert de CO₂-uitstoot per kWh ook. Kortom: de uitstoot van de beide varianten nu, verandert. Hoe die verandert, laat de hierna volgende afbeelding zien. Uitgangspunt is dat de CO₂-uitstoot voor de centrale productie van elektriciteit *halveert*. Meegenomen is alleen de benodigde energie voor verwarming van woningen (dus niet voor het laten werken van apparaten of het opladen van elektrische auto's).



Afb. Vergelijking varianten op CO₂-uitstoot, inclusief de variant 'huidig (aardgas)

Wat de grafiek laat zien, is dat de CO₂-uitstoot is het laagst is bij individuele warmtepompen. Dit komt enerzijds doordat er een zwaarder pakket aan isolatie toegepast wordt en er minder energie verbruikt wordt. Anderzijds vinden er geen warmteverliezen plaats als gevolg van distributie van warmte door leiding in de grond. Ook kan er gericht op individuele basis 'op maat' verwarmd kan worden met zo laag mogelijke temperatuurniveaus voor ruimteverwarming.

5.3 Samenvatting en advies

De uitwerking van de twee varianten, en daarbinnen twee alternatieven, is als volgt samen te vatten wanneer we daar ook de complexiteit van de aanpassingen op woningniveau in meenemen:

	All electric (individueel)		Warmtenet (collectief)		Aardgas
	<i>Lucht-warmtepomp</i>	<i>Bodem-warmtepomp</i>	<i>Lokaal</i>	<i>Regionaal</i>	<i>CV-ketel</i>
Eenmalige investering bewoner:					
- Warmtevoorziening	€ 7.500,-	€ 15.000,-	€ 10.800,-	€ 8.000,-	€ 2.500,-
- Woningaanpassing *)	€ 30.000,-	€ 30.000,-	€ 10.000,-	€ 10.000,-	-
Totaal **)	€37.500,-	€ 45.000,-	€ 20.800,-	€ 18.000,-	€ 2.500,-
Jaarlijkse kosten energie en onderhoud bewoner **)	€ 1.200,-	€ 1.050,-	€ 1.750,-	€ 1.750,-	€ 1.870,-
CO ₂ -reductie **)	1.650 kg	1.950 kg	800 kg	1.450 kg	-
Geluidsoverlast woningen	Beperkt	Groot	Niet	Niet	
Ruimtebeslag en impact woning	Groot	Groot	Beperkt	Beperkt	-
Ruimtebeslag en impact straat	Niet	Niet	Groot	Groot	-
Ruimtebeslag wijk (technische ruimte, eventuele extra trafo's)	Beperkt	Beperkt	Groot	Beperkt	-
Afhankelijkheid deelname buurt/wijk	Niet	Niet	Groot	Groot	-
Afhankelijkheid van derden bij warmtelevering	Niet	Niet	Beperkt (eventueel in coöperatief verband te organiseren)	Groot (regionaal warmtebedrijf)	-
Flexibiliteit voor keuze warmteoptie en het tijdstip daarvan	Groot	Groot	Beperkt (iedereen moet bij voorkeur meedoen)	Beperkt (iedereen moet bij voorkeur meedoen)	-
'Lokale' warmtebron	Groot	Groot	Groot	Beperkt	-

*) De woningaanpassingen zijn globaal ingeschat en bestaan uit de volgende posten:

- Schilverbetering:
 - Bij warmtenet: € 5.000,- tot 10.000,-
 - Bij individuele warmtepompen: € 25.000,- tot € 30.000,-
- Aanpassing radiatoren of vloerverwarming: € 1.000,- tot 2.000,- (aanpassing radiator(kranen)) of 2.500,- tot 5.000,- (vloerverwarming)
- Elektrisch koken (extra groep in meterkast, inductie kookplaat en pannenset): € 1.400,-
- Afsluitkosten gas: € 600,-
- Bouwkundige kosten inpassing warmtepomp, warmtenet: PM (maatwerk per woning)

Belangrijke opmerkingen hierbij is dat door de grote diversiteit in de woningen in de wijk deze kosten per woning verschillend zijn.

**) In vergelijking met de huidige situatie:

- Jaarlijkse energie- en onderhoudskosten € 1.870,-
- Eenmalige kosten vervanging ketel € 2.500,-
- CO₂-uitstoot 2.850 kg per jaar

Samenvatting: Warmtenetten goedkoopste oplossing

Hoewel de all electric-varianten veel vrijheid bieden aan de bewoner, zijn dit ingrijpende oplossingen op woningniveau en zijn de ingrepen erg kostbaar. Van de variant Warmtenetten is de CO₂-reductie weliswaar iets minder groot, maar de aanpassingen op woningniveau zijn kleiner en de kosten substantieel lager. Dit vraagt echter wel een grote mate van collectiviteit.

De kosten voor een regionaal of een lokaal net ontlopen elkaar niet veel. Wanneer de gemeente of de bewoners in de wijk zelf graag meer regie houden op de ontwikkeling van 'hun' warmtenet, heeft een lokaal net de voorkeur.

Advies

Alle voor- en nadelen beschouwend, lijkt het meest kansrijke pad om in te zetten op een *collectieve oplossing* en in de nabije toekomst de keuze te maken voor een *regionale* of een *lokale* route. Om hierover nu een advies te geven zijn nog teveel onzekerheden in het spel, die in het hoofdstuk hierna verder toegelicht worden. Belangrijk zijn in iedere geval:

- De *voorwaarden* waaronder Leiderdorp en/of de Oranjewijk op een regionaal net zou kunnen aansluiten (termijn, afnameverplichting, tarieven, etc). Duidelijk is dat de gemeente hierop minder kan sturen dan wanneer er een lokaal warmtenet 'op maat' wordt ontwikkeld.
- De *rol* die de gemeente wil spelen bij het ontwikkelen van een lokaal net of bij het aansluiten op een regionaal net. Dat kan een faciliterende rol zijn (opdracht geven tot onderzoek of advies inhuren), maar ook een meer ondernemende (als aandeelhouder in een lokaal warmtebedrijf bijvoorbeeld).

In beide gevallen is het verstandig om dit goed uit te werken en hier bewoners, en de gemeenteraad, nadrukkelijk bij te betrekken. De participatietool van Omons is een praktische manier om met bewoners contact te houden over en te betrekken bij de uitwerking van deze variant.

Daarnaast is het zo dat warmte die niet verbruikt wordt, niet hoeft te worden opgewekt (door een warmteproducent of exploitant) en niet hoeft te worden afgerekend (door de bewoner). Besparen, door te isoleren, is daarom altijd relevant en dat zou door de gemeente ook bij het uitwerken van de collectieve variant gestimuleerd kunnen worden.

Voor het ontwikkelen van een warmtenet, lokaal of regionaal, moet gedacht worden aan een doorlooptijd van circa twee jaar. Daarna zal de realisatie plaatsvinden en afhankelijk van de deelname de realisatie in circa vijf jaar plaatsvinden.

6. Ontwikkelplan en bewonersperspectief

Wanneer het advies wordt gevolgd en het ontwikkelen van een (lokaal) warmtenet verder onderzocht wordt, moet op een groot aantal vragen antwoord komen en moeten een aantal stappen gezet gaan worden. Ondertussen kunnen bewoners, bijvoorbeeld op zogenaamde 'natuurlijke momenten' ook zelf al stappen zetten.

6.1 Variant 1a en 1b: regionaal of lokaal warmtenet

Om de businesscase verder te kunnen uitwerken, voor elk van beide varianten, zijn er nog een aantal aanvullende vragen die beantwoord moeten worden.

Over het *regionale* warmtenet:

- Hoe ziet de *verdeling* van de warmte uit 'Rotterdam' eruit? Op welke termijn kan de gemeente een 'aanbod' verwachten of welke vraag moet zij stellen om dit te krijgen?
- Hoe verhoudt de warmtevraag en de planning van de gemeente en de Oranjewijk zich tot *andere partijen* in de regio (wanneer is de wijk 'aan de beurt')? Kortom: de verdeling van de warmte in RES-verband (Regionale Energiestrategie).

Over een *lokaal* warmtenet:

- Hoe ziet de gemeente haar eigen *rol* in het ontwikkelen hiervan? Slechts als opdrachtgever, of ook als potentiële eigenaar? Deze laatste rol kan grote invloed hebben op zowel de kosten (niet-commercieel) als de planning (we kunnen snel starten en zijn niet afhankelijk van het zoeken naar een potentiële exploitant. Bovendien gaat de gemeente zelf over haar eigen vergunningen).
- Is een *tussenvariant* bespreekbaar? Ontwikkelen met een lokaal net als uitgangspunt, om zo de mogelijkheid open te houden om op een later moment alsnog aan te takken op het regionale net?
- Wat is de stand van zaken in de *aangrenzende wijken*? De jachthaven heeft voldoende capaciteit om ook een tweede wijk aan te sluiten. Is dat een optie voor de gemeente (en de wijk)?

Over beiden:

- Wat is een '*natuurlijk moment*' om bij aan te sluiten? Denk aan de renovatie van straten, wegen, pleinen, nu de meekoppelkansen van de rioleringsvervanging gemist wordt. Zo snel kan immers geen warmtenet ontwikkeld worden. Wellicht is het maximaal haalbare dat er op dit moment ruimte gereserveerd wordt, naast de riolering, voor een toekomstige warmteleiding.
- Bij *herontwikkeling* van de wijk in het algemeen rekening houden met implicaties van het warmtenet (ruimtebeslag leidingen, technische ruimte, etc.).

Terwijl dit soort vragen beantwoord moeten worden, niet nalaten om als gemeente na te denken over:

- De vraag of er voldoende *draagvlak* ontstaat om een gehele wijk/buurt binnen relatief korte periode aan te sluiten (5 jaar; uitloop naar 10 jaar).
- Tijdstip aanleg warmtenet (en verwijderen gasnet) bepalen zodra zekerheid is over voldoende draagvlak.
- Een plan met betrekking tot *organisatievorm* en een *aanbestedingsstrategie*. Belangrijkste vraag daarbij is wie het warmtenet gaat ontwikkelen, realiseren en exploiteren. Afhankelijk van de uitkomst hiervan kan de ontwikkel- en exploitatieorganisatie verder vormgegeven worden (aanbestedingen, contracten, etc.).
- Gasnet pas verwijderen als zekerheid is over aansluitingen op warmtenet en aanschaf warmtepompen van bewoners die niet aansluiten op het warmtenet.

6.2 Variant 2: all electric

Ook als het toekomstbeeld een aansluiting op een regionaal of lokaal warmtenet is, dan brengen isolatiemaatregelen het toekomstige energiegebruik omlaag. Dit zijn maatregelen die bewoners nu al kunnen nemen, op een moment dat het hen uitkomt of dat logisch past bij een ingreep die de eigenaar toch al gepland heeft. Denk aan een aanbouw of een verbouwing. Om een beeld te krijgen bij maatregelen waaraan eigenaren van woningen (maar ook utiliteit) van verschillende bouwjaren zouden kunnen denken:

Voor de enkele goed geïsoleerde woningen (vanaf 1992)

Maatregelen waar je geen spijt van krijgt

- Isolatiecontrole en kierdichting.
- Plaatsen van zonnepanelen.
- Plaatsen hybride warmtepomp, naast de cv-ketel.

Op een natuurlijk moment (vervanging, verbouwing)

- Glas vervangen door hr⁺⁺-glas als dit nog niet het geval is.
- Lage temperatuur verwarming. Zoals vloerverwarming of lage temperatuur radiatoren
- Plaatsen van een warmtepomp (als 'all electric' het toekomstperspectief is).

Voor de grote hoeveelheid na-oorlogse woningen (1945-1992)

Maatregelen waar je geen spijt van krijgt

- Plaatsen van zonnepanelen.
- Controle isolatiegraad en mogelijkheden tot na-isoleren.
- Kierdichting.

Op een natuurlijk moment (vervanging, verbouwing)

- Plaatsen hybride warmtepomp.
- Glas naar hr⁺⁺-glas, eventueel kozijn vervangen.
- Isolatiemaatregelen uitvoeren.

Als isolatie en verwarming al aangepast zijn

- Plaatsen van een warmtepomp.

Voor de vooroorlogse woningen (voor 1945)

Dit zijn de moeilijkste woningen. Er zijn niet altijd mogelijkheden om te isoleren, en het gaat vaak om woningen die gevoelsmatig of officieel tot beschermd stadsgezicht behoren.

Maatregelen waar je geen spijt van krijgt

- Plaatsen van zonnepanelen (als het mogelijk is).
- Kierdichting.
- Controle isolatiegraad en mogelijkheden tot na-isoleren.

Op een natuurlijk moment (vervanging, verbouwing)

- Glas naar hr⁺⁺-glas, eventueel kozijn vervangen (waar mogelijk).
- Isolatiemaatregelen uitvoeren.
- Plaatsen hybride warmtepomp.

Als isolatie al uitgevoerd is

- Implementatie van verwarmingssysteem en verwarmingsinstallatie zonder aardgas die past bij de kwaliteit van de isolatie.

Bijlage I Uitgangspunten

I.1 uitgangspunten bij variantenvergelijking op CO₂-uitstoot

Bij de doorrekening van de varianten hebben we, voor de navolgbaarheid, de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. Huidige situatie:
 - a. De jaarlijkse warmtevraag bedraagt gemiddeld 41 GJ voor ruimteverwarming en 8 GJ voor warm tapwater. Dit zijn gemiddelde gebruiksgegevens per woning. Uit de woningbezoeken blijkt al dat er een forse spreiding is van dit gebruik.
 - b. Bij een opwekkingsrendement voor van 90% en 75% (op bovenwaarde) voor respectievelijk ruimteverwarming en warm tapwater bedraagt het jaarlijkse gasgebruik 1.600 m³.
2. Individuele warmtepompen:
 - a. Er is uitgegaan van forse schilverbetering om zodoende laagtemperatuur verwarming mogelijk te maken. De jaarlijkse warmtevraag voor ruimteverwarming daalt hierdoor tot circa 20 GJ. De warmtevraag voor warm tapwater is in de berekening gelijk gehouden (8 GJ).
 - b. Er is vanuit gegaan dat al de benodigde warmte door de warmtepomp wordt geleverd zonder bijstook met het elektrische element (deze is alleen voor noodgevallen).
 - c. COP ruimteverwarming voor de luchtwarmtepomp en de bodemwarmtepomp van respectievelijk 3,5 en 4,7.
 - d. COP warm tapwater voor de luchtwarmtepomp en de bodemwarmtepomp van respectievelijk 1,6 en 2,2.
 - e. Het elektragebruik voor de luchtwarmtepomp en de bodemwarmtepomp bedraagt respectievelijk 2.900 kWh en 2.200 kWh per jaar.
3. Aansluiting regionaal warmtenet:
 - a. Er is uitgegaan van beperkte schilverbetering. Deze is niet noodzakelijk voor de aansluiting op het warmtenet. Het is echter wel te verwachten dat bewoners op individuele basis ook bij aansluiting op het warmtenet de schil van de woning (op natuurlijke momenten) zullen verbeteren. De jaarlijkse warmtevraag voor ruimteverwarming daalt hierdoor tot circa 30 GJ. De warmtevraag voor warm tapwater is in de berekening gelijk gehouden (8 GJ).
 - b. 100% van de warmte wordt geleverd uit het regionale warmtenet.
 - c. de geleverd warmte heeft een zogenaamde EOR (equivalent opwekkingsrendement) van 150%; dit is een voorzichtige aanname; de warmtenetten van NUON in Amsterdam hebben een EOR van minimaal 155% (oplopend tot wel meer dan 300%).
 - d. Er is rekening gehouden met pompenergie ten behoeve van distributie van warm water naar de woningen.
 - e. Warmteverlies distributie in de wijk bedraagt gemiddeld 8 GJ per woning per jaar.
4. Lokaal warmtenet met TEO, HT-warmtepompen en wko:
 - a. Er is uitgegaan van beperkte schilverbetering. Deze is niet noodzakelijk voor de aansluiting op het warmtenet. Het is echter wel te verwachten dat bewoners op individuele basis ook bij aansluiting op het warmtenet de schil van de woning (op natuurlijke momenten) zullen verbeteren. De jaarlijkse warmtevraag voor ruimteverwarming daalt hierdoor tot circa 30 GJ. De warmtevraag voor warm tapwater is in de berekening gelijk gehouden (8 GJ).
 - b. 85% van de benodigde warmte wordt geleverd door de hoogtemperatuur warmtepomp met een gemiddelde COP van 2,75.
 - c. 15% van de benodigde warmte wordt geleverd door de zogenaamde piekvoorziening (gasgestookt).

- d. Er is rekening gehouden met pompenergie ten behoeve van het laden en ontladen van de bronnen van de energieopslag, met pompenergie ten behoeve van het oppervlaktewater en met pompenergie voor distributie van warm water naar de woningen.
- e. Het warmteverlies distributie in de wijk bedraagt gemiddeld 8 GJ per woning per jaar.

I.2 Uitgangspunten doorrekening varianten

Bij het doorrekenen van de jaarlijkse lasten is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

1. Op basis van de energieberekening zijn de jaarlijkse variabele energielasten berekend. In de huidige situatie zijn dat de kosten voor gas (er is gerekend met het huidige tarief en niet met mogelijke tariefstijging in de toekomst). Bij de individuele warmtepomp zijn dat elektrakosten. Bij de varianten met een warmtenet zijn dat warmtekosten die met de exploitant van het warmtenet verrekend worden. Het warmtetarief (€/GJ) is gemaximaliseerd door de Warmtewet. In onze berekening zijn we uitgegaan van een tarief dat ongeveer 10% onder het maximale tarief uit de Warmtewet ligt. De variabele kosten zijn uitgesplitst in een deel dat bij al de varianten gelijk is. Dit betreft het huishoudelijk elektragebruik. Daarnaast zijn de variabele energiekosten voor verwarming in doorerekend en weergegeven.
2. De tweede component van de totale jaarlasten is het vastrecht dat betaald wordt aan het energiebedrijf/net-beheerder. In de huidige situatie is dat het vastrecht voor gas én elektriciteit. Bij de variant met individuele warmtepompen vervalt het vastrecht voor gas en blijft alleen het vastrecht voor elektra over. Bij de varianten met een warmtenet is er sprake van een vastrecht voor elektra én een vastrecht voor warmte. Dit laatste wordt betaald aan de exploitant van het warmtenet. Het maximale tarief hiervoor is evenals het variabele tarief door de Warmtewet gemaximaliseerd. In onze berekening zijn we voor het vastrecht warmte uitgegaan van een tarief dat in de markt gebruikelijk is en ruim binnen de tariefstelling van de Warmtewet valt. Het vastrecht is in al de gevallen gecorrigeerd met de heffingskorting voor energie. Dit is een standaard korting die bij iedereen op de energierekening verrekend wordt.
3. Naast het vastrecht zijn er nog vaste kosten voor onderhoud aan de ketel en de warmtepomp. Bij de varianten met een warmtenet zijn er geen onderhoudskosten omdat het onderhoud door de exploitant verzorgd wordt en dit uiteindelijk verrekend is in het vastrecht warmte.
4. Als laatste zijn de investeringskosten bij elke variant omgerekend naar een kapitaalslast. Dit is in dit stadium op een eenvoudige manier gedaan door de investeringskosten te delen door de verwachte levensduur van de componenten. Er is gerekend met de volgende levensduren:
 - a. CV-ketel: 15 jaar
 - b. Warmtepomp: 15 jaar
 - c. Bodemwarmtewisselaar: 30 jaar
 - d. Schilverbetering: 45 jaar
 - e. Aansluitbijdrage warmtenet: 45 jaar
5. Schilverbetering: de kosten voor gematigde schilverbetering bedragen circa 10.000 euro per woning (inschatting; zie uitgangspunten voor verbeteringsmaatregelen in de volgende tabel). De terugverdientijd bedraagt dan 30-40 jaar. De levensduur van de schilverbetering is langer dan deze 30 jaar. Dit betekent dat de schilverbetering per saldo vrijwel kostenneutraal is.

	Huidig	Gematigde schilverbetering
Gevel	0,43 m ² ·K/W (ongeïsoleerde spouw)	1,5 m ² ·K/W (geïsoleerde spouw)
Glas	2,9 W/m ² ·K (dubbel glas)	1,6 W/m ² ·K (HR++ glas)
Vloer	1 m ² ·K/W	2 m ² ·K/W
Dak	0,5 m ² ·K/W	1 m ² ·K/W
Warmtevraag ruimteverwarming	41 GJ	30 GJ
Warmtevraag warm tapwater	8 GJ	8 GJ
Gasverbruik	1.600 m ³	1.260 m ³

Bijlage II Woningbezoeken

II.1 Inleiding

De gemeente Leiderdorp werkt aan een aanpak om invulling te geven aan de opgave aardgasvrij in 2050, zoals afgesproken in het (concept) Klimaatakkoord. Leiderdorp heeft in haar Duurzaamheidsagenda aangegeven in 2050 volledig CO₂-neutraal te willen zijn.

In de Oranjewijk moet de riolering en andere ondergrondse infrastructuur vervangen worden. De vraag is dan ook of er in de Oranjewijk voldoende draagvlak is om, tegelijkertijd met de vervanging van de riolering, de wijk aardgasvrij te maken. De combinatie van werkzaamheden en verduurzaming biedt kansen om de maatschappelijke kosten zo laag mogelijk te houden en maar één keer overlast te veroorzaken voor de bewoners.

Een belangrijke reden om te starten in deze wijk, is de betrokkenheid van een flinke groep bewoners. Die hebben een werkgroep gevormd en zijn er met de gemeente toe gekomen om een onderzoek te doen naar de alternatieven voor aardgas en naar de haalbaarheid van de transitie op korte termijn. Om deze haalbaarheid ook op het technisch gebied in kaart te brengen zijn door DWA zeventien woningen bezocht. In deze notitie zijn de bevindingen die daaruit zijn voortgekomen vastgelegd.

II.2 Woningtypes

Het projectgebied bestaat uit ongeveer 1.000 woningen met een gemiddelde grootte van 107 m². In totaal is 74% van de woningen gebouwd tussen 1955 en 1965, waardoor de energieprestaties niet optimaal zijn. Het grootste deel van de woningen, 87%, is particulier eigendom. De overige 13% is in bezit van Rijnhart Wonen. Voor zover bekend worden vrijwel alle woningen verwarmd met een individuele gasketel.

Door DWA zijn er gespreid over de wijk woningopnames uitgevoerd. In totaal zijn zeventien woningen bezocht.

- A. Rijwoning periode '46-'64:** Het grootste deel van de wijk bestaat uit rijwoningen uit de bouwperiode van 1946 tot 1964.
- B. Rijwoning periode voor '45:** Een deel van de rijwoningen, zoals de woningen aan de Hubrechtstraat en een deel van de Hoofdstraat, is ouder. Deze woningen zijn naar verwachting voor 1945 gebouwd.
- C. Dubbellaags platdak (optioneel met dakopbouw):** De woningen aan de noordoostkant van de Mauritssingel zijn afwijkend wat betreft bouwstijl. Dit vormt een derde categorie woningen. Dit zijn in de basis woningen met twee bouwlagen en een plat dak. Een aantal woningen is voorzien van een zadeldak in de lengterichting van de woning.
- D. 'Maatwerkwoningen':** Verder zijn de woningen aan de Hoofdstraat en de woningen aan de Doeslaan sterk afwijkend. Hier is de diversiteit groot. Variërend van woningen met beschermd dorpsgezicht uit de 19^e eeuw tot woningen die in 2013 zijn gebouwd. Aanpassingen aan deze woningen zal altijd op basis van maatwerk moeten plaatsvinden.



In bovenstaande foto's is met de letters A t/m D de betreffende categorie aangegeven. In de foto's later in deze rapportage is steeds de link gelegd met deze codering, zodat duidelijk is in welk woningtype de foto's gemaakt zijn.

II.3 Technische omschrijving

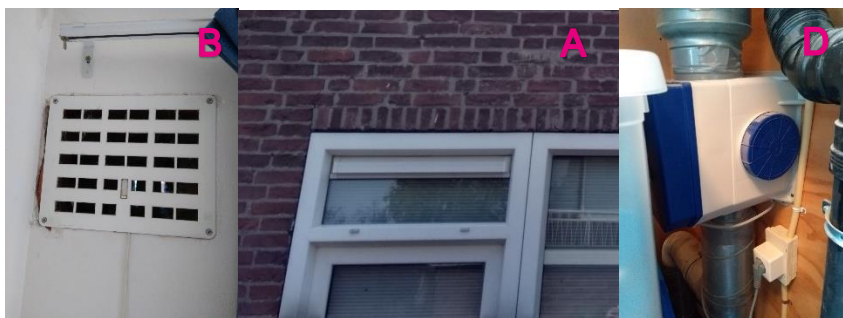
Afgiftesysteem

De meeste woningen zijn voorzien van radiatoren. Enkele woningen zijn op de begane grond (deels of geheel) voorzien van vloerverwarming. Veelal aangebracht bij een renovatie of uitbouw van de woning. Er zijn in de wijk niet of nauwelijks klachten ten aanzien van de capaciteit van de radiatoren. In een deel van de woningen zijn de radiatoren vrij recent vervangen, de meeste radiatoren zijn gedateerd.

Een aantal bewoners uit de rijwoningen 1960 heeft geëxperimenteerd met de instellingen van de gasketel en heeft de aanvoertemperatuur naar de radiatoren lager ingesteld. Hieruit blijkt dat een aanvoertemperatuur van circa 60 tot 65°C voldoende is om de woning te verwarmen.

Ventilatie

Een deel van de woningen is niet voorzien van ventilatie. Vrij veel woningen hebben wel ventilatieroosters in de gevel maar zijn niet voorzien van een mechanisch afzuigsysteem. Een aantal woningen hebben wel een mechanisch afzuigsysteem en roosters. In de wijk zijn geen woningen aangetroffen met een ventilatiesysteem met warmteterugwinning. Daar waar nieuw glas en of nieuwe kozijnen zijn aangebracht zijn veelal ook ventilatieroosters in de gevel opgenomen. De rijwoningen uit 1940 hebben ventilatieroosters in het dichte deel van de gevel en zijn soms voorzien van later aangebracht ventilatieroosters in het kozijn.



Isolatiekwaliteit

Per bouwkundig element is de isolatiekwaliteit aangegeven van de door ons bezochte woningen.

Glas

Veel van de bezochte woningen zijn voorzien van relatief oud dubbel glas. Kozijnen die recent vervangen zijn worden voorzien van HR++ glas. Een aantal bewoners hebben ook plannen om een deel van de kozijnen op korte termijn te vervangen door kozijnen met HR++ glas of triple glas. Bij de rijwoningen uit 1940 is nog relatief veel enkel glas aanwezig.

Vloer van de begane grond

Veel woningen in de wijk hebben een houten vloer of voor een deel een houten vloer en een deel een steenachtige vloer. De kruipruimten zijn gecompartmenteerd en niet altijd toegankelijk. Dit maakt na-isoleren moeilijker. Een aantal bewoners hebben bij het vervangen van de houten vloer isolatie aangebracht.

Dichte geveldelen

De dichte geveldelen zijn nog lang niet altijd geïsoleerd. Met uitzondering van de hele oude woningen in de wijk hebben de meeste woningen wel een spouwmuur. Bij een groot deel van de bezochte rijwoningen is deze ook vaak al wat langere tijd geleden gevuld met isolatiemateriaal.

Dak

Het dak van de rijwoningen uit 1960 en de rijwoningen met twee bouwlagen en een plat dak is door veel bewoners voor een deel of geheel vanaf de binnenzijde voorzien van isolatie. Bij de rijwoningen uit 1940 is de tweede verdieping uitgevoerd als vliering. Bij de bezochte woningen is het dak hier niet of nauwelijks geïsoleerd.

Energieopwekking

Verwarmen en warm tapwater

Op één woning na (woning met lokale verwarming) zijn alle woningen voorzien van een gasketel (grotendeels HR-ketels). Twee van de zeventien woningen heeft aanvullend een hybride warmtepomp. Zeven van de zeventien bezochte woningen is aanvullend voorzien van een elektrische close-in boiler voor het warme water in de keuken. Eén van de woningen is voorzien van een zonneboiler voor warm tapwater.



Koelen

Een aantal woningen in de wijk is voorzien van koeling door middel van een airco. De buitenunit is dan op het platte dak van een aanbouw of op een dakkapel geplaatst.

Elektriciteit

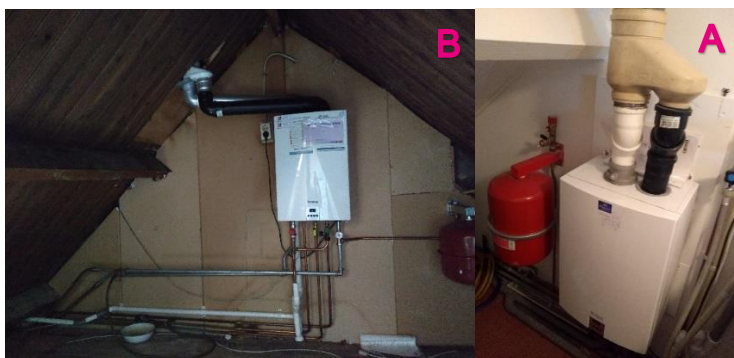
Ongeveer de helft van de bezochte woningen heeft zonnepanelen. De hoeveelheid panelen is veelal afgestemd op het dakoppervlak en/of het elektraverbruik van de woning.



Beschikbare ruimte voor installaties

In vrijwel alle rijwoningen hangt de gasketel op zolder. In een enkel geval hangt deze op de begane grond in de keuken. De meeste bewoners geven aan dat er (los van de meterkast) beneden niet of nauwelijks ruimte is voor installaties zoals een warmtepomp of een warmte-unit. Meest voor de hand liggend lijkt om de huidige opstellingsruimte van de ketels te gebruiken voor installaties.

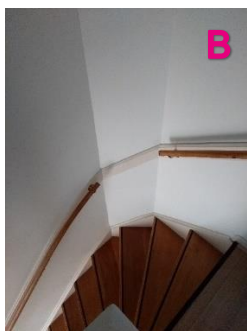
De meterkasten zijn in de rijwoningen 1940 erg klein en soms later pas gerealiseerd. Ook in de rijwoningen 1960 zijn de meterkasten veelal vrij krap. Bij veel van de rijwoningen zit de koudwateraansluiting niet in de meterkast. Een deel van de woningen is voorzien van een kelderkast. Deze biedt wellicht mogelijkheden voor het plaatsen van installaties.



Bij de opnames is ook gekeken naar eventueel beschikbare of realiseerbare schachten voor leidingwerk naar de huidige opstellingsruimte van de ketels. In veel gevallen blijkt dit een uitdaging te zijn:

- Bij een deel van de woningen kan mogelijk gebruik gemaakt worden van een schacht in de hoek van de trap.
- Bij woningen waar de koudwateraansluiting niet in de meterkast zit, kan mogelijk gebruik worden gemaakt van de ruimte in de meterkast. Veelal zit de meterkast echter onder de badkamer wat de doorvoer van de leidingen weer kan belemmeren.
- Bij andere woningen zal met opbouwleidingen gewerkt moeten worden (aftimmering met houten koof).

Het realiseren van een dergelijke schacht naar de zolderverdieping zal snel leiden tot maatwerk. Wellicht kan hierbij gewerkt worden met een aantal standaardvarianten.



II.4 Wisselende reacties van bewoners

Tijdens de woningbezoeken zijn de bewoners gevraagd hoe zij de energietransitie zien. Hoewel geen representatieve steekproef, zijn die niet onverdeeld positief. Van de 'energietransitie is leuk, interessant en belangrijk' en 'beter meedoen met dit initiatief dan afwachten en het maar laten gebeuren' tot 'van het gas af is een superhype en is onzin (we hebben altijd nog Russisch gas)' tot 'Nederland wil te ver vooruit lopen'.

Van de bezochte woningen geven veel bewoners aan dat zij milieubewust zijn en ook wel snappen dat de energietransitie nodig is. We kunnen niet afhankelijk van Groningen blijven, en we moeten stoppen met Groningen beroven, werd ook wel gezegd. De hakken in het zand schiet niet op, dus we moeten het voortouw nemen en de regie in eigen hand houden. Door het zorgvuldig te doen en het samen te doen moeten we borgen dat we wel in een keer de goede keuzes maken.

De oproep die we hoorden was dat het verstandig is om bewoners stap voor stap mee te nemen in het reduceren van aardgasgebruik, in plaats van in één keer van het aardgas af te moeten. Het geeft immers veel gedoe, en er werd al voorzichtig overwogen maar te verhuizen naar een nieuwbouwwoning. 'Dan hebben we geen last van de energietransitie'. Negatieve verhalen van mensen die al overgestapt zijn op duurzame alternatieven, helpen niet. Zeker niet als het daar niet warmer dan 17°C te krijgen is in huis.

Een aansluiting op een warmtenet wordt vrijwel altijd als een meer geschikt alternatief gezien dan een warmtepomp per woning:

- Minder ruimtebeslag bij aansluiting op het warmtenet;
- Men verwacht lagere kosten bij warmteaansluiting (collectieve lokale oplossing);
- Geluidsproductie van de buitenunits van de warmtepompen.